

POMOĆNO SKLADIŠTE EKSPLOZIVNIH TVARI U PODINI I. KROVNOG SLOJA JAME »DOBRNJA JUG« (BOSNA I HERCEGOVINA)

Vladimir RENDULIĆ i Miroslav PETZEL

*Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: mpetzel@rudar.rgn.hr*

Ključne riječi: Eksplozivne tvari, Pomoćno skladište, Vjetrenje, Podzemne prostorije

Prikazano je otvaranje istočnog krila I. krovno­g sloja jame II. rudnika lignita »Dobrnja« u Mramoru 1962. godine te lokacija podzemnog prostora za izgradnju pomoćnog skladišta eksplozivnih tvari.

U izgrađenom objektu instalirano je separatno vjetrenje uz pomoć vjetrenih cijevi korištenjem depresije glavne izlazne vjetrene struje. Bez mehaničkog pogona kod vjetrenja povećana je kakvoća sanitarno higijenskih uvjeta i sigurnost rada.

Key-words: Explosive materials, Auxiliary storehouse, Ventilation, Underground openings

Paper describes the opening of the eastern wing of the I immediate roof of the pit II of lignite mine »Dobrnja« at Mramor in 1962 as well as the location of the underground opening for the construction of the auxiliary storehouse for explosive materials.

The constructed object has a separate ventilation consisting of air ducts using the depression of the main exit air current. Even without the use of the mechanical drive for ventilation, the quality of the sanitary-hygienic conditions and safety engineering have been improved.

Uvod

Glavno skladište (magazin) eksplozivnih tvari za pogon Dobrnja rudnika lignita Kreka u BiH 60-ih godina bilo je locirano na površini, ozidano u potkopu na brežuljkastom terenu, približno na jednakoj udaljenosti od jama Dobrnja Sjever i Dobrnja Jug.

Eksplozivne tvari dopremale su se redovito iz glavnog skladišta u odobrena jamska skladišta pojedinog pogona. Likvidacijom jamskog skladišta eksplozivnih tvari na pogonu Dobrnja Jug i povećanjem kapaciteta proizvodnje u jami II uvođenjem u rad kosog širokog čela, nastala je potreba za novom lokacijom mjesta uskladištenja. Odlučena je izgradnja jamskog pomoćnog skladišta eksplozivnih tvari na razini IV. etaže u podini I. krovno­g sloja.

Poznati poprečni profil »Sjeverne sinklinale« krekanskog bazena prof. F. Kutzer prikazuje ugljene naslage sačinjene od četiri sloja lignita s lokalnim nazivima: podinski sloj, glavni sloj, I. krovni sloj i II. krovni sloj. Slojevi su međusobno odvojeni s oko 40 do 200 m debelim naslagama tvrdih glina, glinenih lapora i nevezanih ili djelomično vezanih pijesaka.

Pad slojeva je promijenljiv od 0° do 90°, a mjestimično slojevi su i inverzni. Ugljen iz krovno­h slojeva bio je izražene drvenaste strukture i nešto slabije kakvoće s donjom toplinskom vrijednosti oko 12000 kJ/kg. Glavni i podinski slojevi kakvoćom su se razlikovali od krovno­h slojeva i toplinska vrijednost im se kretala oko 17000 kJ/kg.

Svi slojevi sastojali su se uglavnom od tzv. ugljenih »plata« debljine od 0,3 do 3,5 m, odvojenih jalovim ulošcima debljine od 1 do 300 mm. Slojeva bez jalovih uložaka bilo je samo mjestimično i to oko 5%. Jalovi ulošci u slojevima bili su ponajviše čiste gline i glineni lapori, a rjeđe oksidima obojeni pijesci.

Krovinu svih slojeva tvore glineni lapori i gline debljine od 20 do 60 m različite žilavosti i plastičnosti, koja uglavnom ne podnosi napone uzrokovane rudarskim radovima. Jamske prostorije izrađene u krovini obično je potrebno permanizirati, jer uobičajena drvena podgrada ne može odoljeti veličini pritiska. Krovina je jako higroskopna i nabujava za kratko vrijeme te se zarušava. Krovinu je moguće kontrolirati indirektno ostavljanjem ugljene ploče debljine najmanje 1 m.

Svi slojevi osim II. krovno­g imaju podinu od sitnozrnih kremenih pijesaka debljine od 20 do 100 m. Pijesci su nevezani ili slabo vezani, a ponekad su i »tekući« kada su intergranularne pore ispunjene vodom. Tekući pijesci kod izvođenja rudarskih radova smetaju i uzročnik su znatnog gubitka ugljena zbog čega se i pristupilo njihovom odvodnjavanju, tj. snižavanju razine podzemne vode i stabilizaciji. Tekući pijesci, jednom odvodnjeni, ostaju suhi i predstavljaju odličnu podinu za izvođenje rudarskih radova.

Karakteristike I. krovno­g sloja

U jami II rudnika »Dobrnja« dobivanje ugljena izvodilo se samo u krovno­h slojevima do razine 6. etaže, a u dubljem horizontu pripremala se 12. etaža II. krovno­g sloja. S obzirom na povratnu analizu izgradnje skladišta eksplozivnih tvari u I. krovno­m sloju, treba spomenuti:

»Otvaranje istočnog krila I. krovno­g sloja jame II izvedeno je bilo prekopom iz II. krovno­g sloja na razini 6. etaže (sl. 1). Permanizacijom prekopa te ulaskom u sloj započeli su radovi šire pripreme izradom 6. i 4. etaže u smjeru granice otkopnog polja na istoku. Visinska razlika između etaža otvaranja iznosila je oko 10 m. Etaže su na svakih 100 m spajane uskopima radi vjetrenja, tako da je na daljini 1100 m od prekopa prema granici izrađeno 11 uskopa. Prvi uskop na zapadnoj strani sloja bio je povezan s površinom preko vjetrenog okna. Istočna granica otkopnog polja na površini bila je paralelna s potokom Banovac, koji je presjecao sjeverozapadni dio sjeverne krekanske sinklinale približno pravcem sjever–jug.

Profil I. krovno­g sloja bio je snimljen na 6. etaži (presek A-A) 1130 m istočno od prekopa (sl. 2). Sloj je imao pad oko 25°, koji se prema istoku povećavao do 27°. Debljina sloja iznosila je od 10,5 do 11,5 m, a bio je protkan jalovim ulošcima i podijeljen na 22 ugljene plate debljine od 0,1 do 0,9 m. Debljina jalovih uložaka kretala se od 0,005 do 0,08 m, a sastojala se redovito od glinastih materijala, obojenih oksidima. U sloju se nailazilo na prevlake fuzita i na uloške pirita.

Prema krovini ugljeni sloj je prelazio u glineni lapor preko skoro čistog lapora debljine oko 0,5 m obojenog

Glavna vjetrena struja iz prekopa k + 197 m odlazi 6. etažom I. krovnog sloja, uskopno oplakuje radilište širokog čela, spušta se na 4. etažu kojom kao istrošena odlazi do izlaznog uskopa i okna te izlazi ventilatorom.

Sigurnosna vrata

Udaljenost sigurnosnih vrata od mjesta eventualne eksplozije određena je proračunom prema posebnim empirijskim formulama (Zambelli, 1950):

$$d = k \cdot \sqrt{L}, m \quad (1)$$

gdje su:

- d – udaljenost vrata od mjesta eksplozije, m
- L – masa eksploziva koji može najednom eksplodirati, kg
- k – konstanta ovisna o vrsti eksploziva (za brizantne eksplozive $k=4,2$).

Za pomoćno skladište odobren je smještaj količine od 500 kg eksploziva izrađenog na temelju amonijeve salitre. Ovoj količini treba još pribrojiti oko 5 kg brizantnog eksploziva preračunatog za odobrenih 3000 komada inicijatora eksploziva smještenih u posebno skladište. Ukupna količina brizantnog eksploziva za dalji proračun pretpostavljena je, prema tome, s oko 505 kg.

Pretpostavljena je bila također, eksplozija ukupne količine eksploziva smještenog na mjestu pomoćnog skladišta. Minimalna udaljenost sigurnosnih vrata s obzirom na jedan lom hodnika od 90° u pomoćnom skladištu, prema empirijskoj formuli, iznosila je:

$$d_1 = \frac{16,8}{3} \cdot \sqrt{L} = \frac{16,8}{3} \cdot \sqrt{505} = 125,8 \approx 126 m$$

Vrata su kod eventualne eksplozije trebala preuzeti početni udar i spriječiti nagli prodor škodljivih plinova u dijelove jame gdje se nalaze aktivna radilišta.

Tlak plinova kod eventualne eksplozije približno se izračunao prema formuli:

$$p = \frac{f \cdot L}{V}, bar \quad (2)$$

gdje su:

- f – specifični tlak (za eksplozive izradene na temelju amonijeve salitre iznosio je 5095,5 bar);
- V – volumen hodnika od sigurnosnih vrata na 4. etaži do vrata na izlaznom vjetrenom oknu, kao i prostor u skladištima, l ;

Izrađeni volumen hodnika u jami od sigurnosnih vrata do vrata na vjetrenom oknu, iznosio je

$$V = 860 + 142 + 95 = 1097 m^3 \approx 1097000 l$$

$$p = \frac{5095,5 \cdot 505}{1097000} = 2,34 bar$$

Prema tome, kod eksplozije 505 kg brizantnog eksploziva u skladištu će nastati tlak oko 2,5 bar. Takav tlak bio bi u stanju zatvoriti sigurnosna vrata na 4. etaži koja su bila namještena otvoreno pod kutom od 45°.

Debljina sigurnosnih vrata sastavljenih od unakrsno složenih i čavlina međusobno pričvršćenih jelovih dasaka računata je prema formuli:

$$h \geq 0,84 \cdot \sqrt{\frac{pa^2b^2}{k_h(a^2+b^2)}} \quad (3)$$

gdje su:

- h – debljina vrata, m
- p – tlak plinova kod eventualne eksplozije, 2,5 bar = 0,25MPa
- a – visina vrata, m
- b – širina vrata, m
- k_o – dozvoljeno naprezanje za jelovo drvo (uzima se 14 MPa);

Sigurnosna vrata bila su izgrađena na 4. etaži u hodniku glavne izlazne vjetrene struje gdje je, prema propisima, morao biti osiguran svijetli profil od najmanje 3 m². Izabran je odgovajući profil vratiju prema slici 6: 2,00 x 1,50 = 3,00m²,

$$h \geq 0,84 \cdot \sqrt{\frac{0,25 \cdot 2,0 \cdot 1,5}{14,0(2^2+1,5^2)}} = 0,13 m$$

Radi smanjenja debljine vrata su sa svake strane bila oklopljena čeličnim pločama debljine 0,5 cm, a debljina jelovih dasaka složenih u tri reda (2,5 + 2,0 + 2,5) iznosila je $h=7$ cm. Ukupna debljina vrata (čelik + drvo) iznosila je $H=8$ cm.

Duljina betonskih vratnica izračunata je prema formuli

$$l = \frac{A \cdot B \cdot p}{2(A+B)k} \quad (4)$$

gdje su:

- A – visina betonskih vratnica, cm
- B – širina betonskih vratnica, cm
- k – koeficijent (uzima se za ugljen i pijesak od 0,98 do 7,8 bar)

$$l = \frac{300 \cdot 300 \cdot 2,5}{2(300+300)6} = 31,25 \approx 32 cm$$

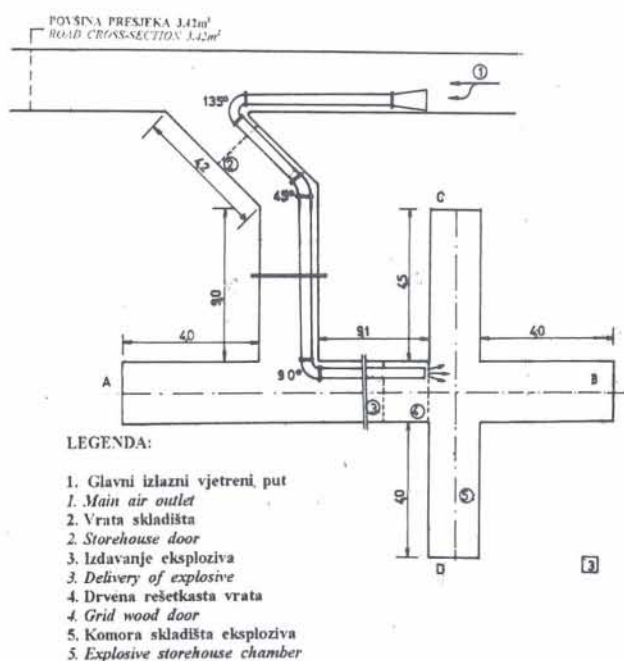
Vratnice su bile betonirane i s dimenzijama: $A = 300$, $B = 300$ i $l = 32$ cm.

Vjetrenje pomoćnog skladišta

Vjetrenje je bilo predviđeno separatno »lutnama« korištenjem depresije glavne izlazne vjetrene struje na 4. etaži k + 207 m.

Glavni jamski ventilator bio je montiran na površini na oknu dubine oko 10 m. Okno i uskop 1 bili su spojeni hodnikom glavne izlazne vjetrene struje jame na 4. etaži. Na oknu je postavljen centrifugalni ventilator tipa 4 CV₇ proizvod tvornice »Ventilator« Zagreb teorijskog kapaciteta $Q=200$ m³/min i depresije oko 780 Pa, što je tada odgovaralo potrebama vjetrenja nemetanske jame I. krovnog sloja.

Vjetrenje skladišta predviđeno je separatno vjetrenim cijevima promjera 300 mm, a za izvedbu tlačnog načina vjetrenja ulazni dio cjevovoda bio je izveden u obliku konfuzora (s1.4). Kako je vidljivo na slici, profil hodnika je umanjen na mjestu izgradnje konfuzora čime se povećala brzina vjetrene struje kao i ulazna količina zraka u cjevovod. Protočna količina zraka u cjevovodu nije mjerena nego je ocijenjena prilikom puštanja postrojenja u rad. Ovom prilikom utvrđeno je blago strujanje zraka na kraju cjevovoda koje je proglašeno kao zadovoljavajuće.



Sl. 3. Pomoćno skladište eksplozivnih tvari u podini I. krovnog sloja
Fig. 3. Auxiliary storehouse for the explosive materials in the floor of the First immediate roof

Nakon oplakivanja radilišta u skladištu povratna vjetrena struja odlazila je glavnom izlaznom strujom na 4. etaži te uskopom i glavnim ventilatorom na vjetrenom oknu jame.

Kada je vjetrenje skladišta trebalo zaustaviti, npr. kod zadimljene vjetrene struje nakon miniranja, trebao se uključiti ranije pripremljen zasun za zatvaranje na vjetrenom cjevovodu.

Zaključak

Skladišta eksplozivnih tvari opskrbljena su bila vratima koja su se zaključavala.

Osim ovih vratiju postojala su i drvena rešetkasta, za ograničavanje »pretsoblja« u skladištu s tezgom za izdavanje eksploziva. Dalje od tezge zabranjen je bio ulazak svima osim skladištara i pomoćnika kod izdavanja eksploziva.

Radi praćenja temperature u skladištu obavezno je bilo postavljanje odgovarajućih termometara.

Osvjetljenje u skladištu bilo je riješeno atestiranim akumulatorskim sigurnosnim svjetilkama.

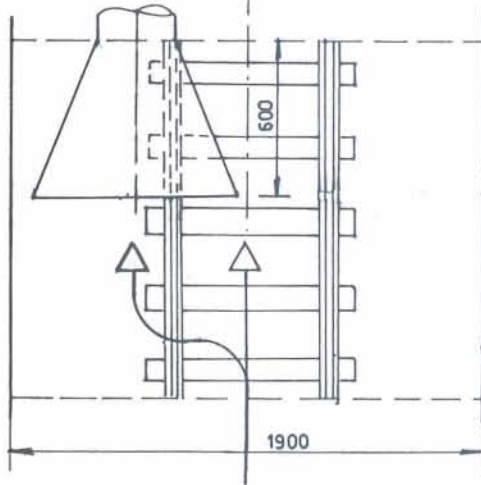
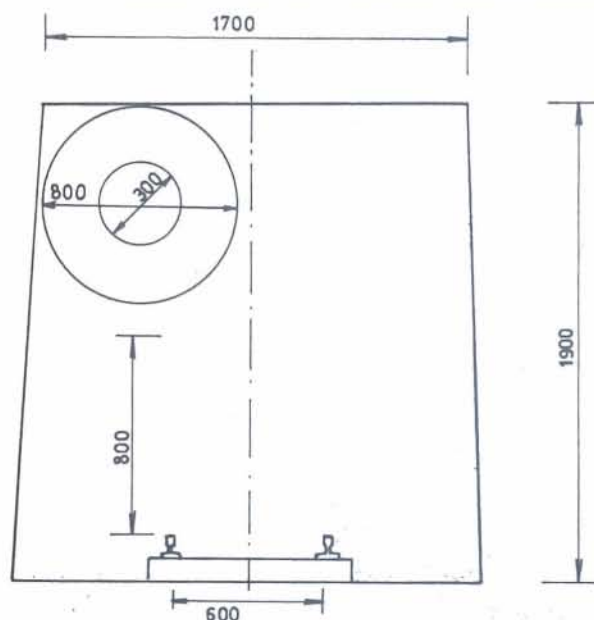
Na ulazu u skladište vidljivo su bile izvješene table s upozorenjima »Skladište eksploziva« i »Zabranjen ulaz s otvorenim svjetlom«.

Sigurnosna vrata izračunatih dimenzija (sl. 6), postavljena su zakožena prema simetriji hodnika za oko 45°, da se mogu zatvarati uslijed nastalog tlaka kod slučaja eventualne eksplozije.

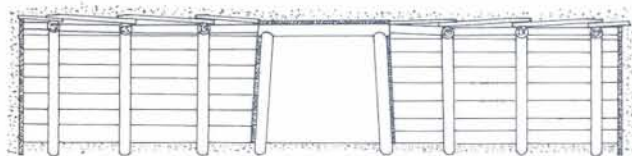
Putovi povlačenja radnika u reviru kao i transport eksplozivnih tvari do skladišta označeni su bili na situacijskim kartama i redovito ažurirani prema pomicanju otkopne fronte radilišta.

Pomoćno skladište eksplozivnih tvari na predmetnoj lokaciji postojalo je do 1965. godine, kada je bilo likvidirano zbog opasnog približavanja otkopne fronte.

Odobrana lokacija pomoćnog skladišta u odvođenom pijesku I. krovnog sloja imala bi veliku prednost u slučaju gašenja eventualnog početnog požara u objektu, iako je zbog toga bio predviđen i odgovarajući broj aparata za gašenje.



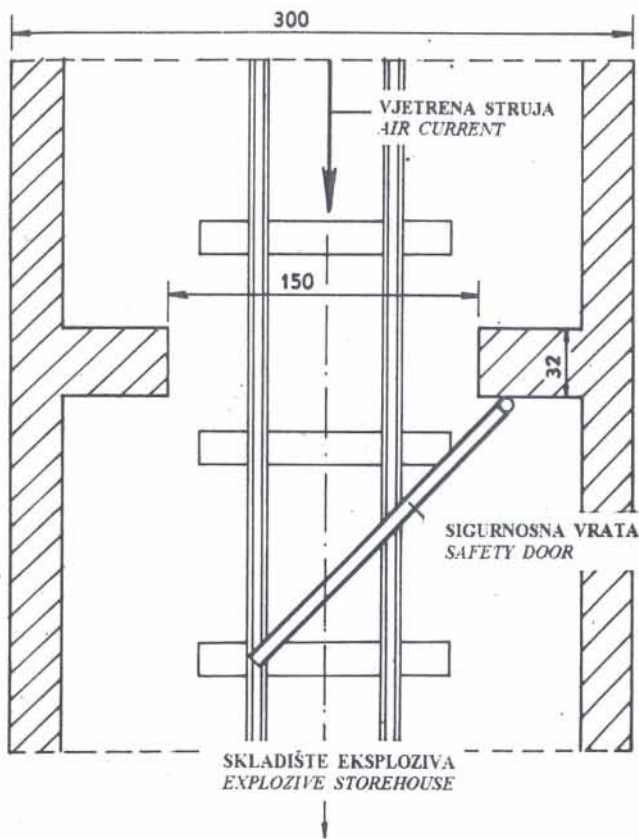
Sl. 4. Tlačni način separatnog vjetrenja korištenjem vjetrenih cijevi
Fig. 4. Pressure separate ventilation using air ducts



Sl. 5. Izvođenje radova probojnom podgradom u podini sloja (Presjek D-C)
Fig. 5. Work on thirlling support in underlying seam (cross section D-C)

Prema tada važećim rudarskim propisima mogao bi se objekt vjetriti i difuzijom, gdje bi se u horizontalnim ili nagnutim prostorijama do 5° moglo raditi do udaljenosti od 50 m. Intenzivnost izmjene zraka bila bi tada svakako umanjena. Da se radilo o slučaju gdje se pojavljuje ili se mogla očekivati pojava metana, propisi bi dozvoljavali kod vjetrenja difuzijom udaljenost samo 10 m od mjesta protočne vjetrene struje.

Primljeno: 2000-05-11
Prihvaćeno: 2000-09-21



6

Sl. 6. Konstrukcija sigurnosnih vrata
Fig. 6. Construction of safety door

LITERATURA

- Budryk, W. (1951): Wentylacja kopalni. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Katowice, 371 pp, Katowice.
Rendulić, V., Perina D. (1962): Magazin eksploziva i kapisli. Rudnik lignita »Dobrnja« Mramor kraj Tuzle, BiH (neobjavljeno)
Zambelli, A. (1950): Tehnika sigurnosti u rudarstvu. Vjesnik rada Beograd
Živković, S. (1953): Razvoj otkopnih metoda u lignitskim rudnicima sjeverne Bosne. *Rudarstvo i metalurgija br. 1 i 2*, Beograd.

Auxiliary Storehouse of Explosive Materials in the Floor of the I immediate roof of »Dobrnja Jug« Mine (Bosna and Hercegovina)

V. Rendulić and M. Petzel

This paper describes the construction and ventilation system in an auxiliary storehouse of explosive materials in a lignite mine in Bosnia and Hercegovina. In coal deposit we have described the characteristics of the First immediate roof and adjoining layers as well as the location for the construction of the storehouse. Significance of the security doors located in the exit air current of the pit have increased hygienic conditions and safety engineering in the storehouse for the explosive

materials. Estimate for security doors was done according to special empirical formulas (Zambelli, 1950).

Construction of the auxiliary storehouse in dewatered sand was done by the method of »thirling support« and the distance between wooden support units was 1m with lagging of the sides and the roof. Ventilation of dummy road in the auxiliary storehouse was realized using the main air current (Fig.4) without the mechanical devices.