



# **SIGURNOST U RUDNICIMA**

**V · 1970 · 4**

V GODIŠTE  
4. BROJ  
1970. GOD

# **SIGURNOST U RUDNICIMA**

**ČASOPIS ZA LIČNU,  
KOLEKTIVNU I POGONSKU  
ZAŠTITU U RUDARSTVU**

**SAFETY IN MINES  
SÉCURITÉ MINIÈRE  
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ  
ГОРНЫХ РАБОТ  
GRUBENSICHERHEIT**

**Izdavač**

**RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD**

**U finansiranju časopisa učestvuje Savezni fond za finansiranje naučnih delatnosti  
po rešenju Saveznog saveta za koordinaciju naučnih delatnosti**

**Tehnička redakcija**

**MARINA PETROVIĆ**

**MIRA MARKOVIĆ**

**Naslovna strana**

**MILAN GOLUBOVIĆ**

**Stampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad**

## GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Dipl. ing. IVO TRAMPUŽ, profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

## ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

BLAGOJEVIĆ dipl. ing. MIODRAG, Rudnici i topionica olova i cinka »Trepča«

BLAGOJEVIĆ dipl. ing. DUŠAN, Savezni centar za zaštitu, Tuzla

CEROVAC dipl. ing. MATIJA, Rudarski inspektorat SR Slovenije, Ljubljana

CURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd

DRAGOJEVIĆ dipl. ing. MILOŠ, Rudarski inspektorat SR Srbije, Beograd

DRAGOVIĆ dipl. ing. MIODRAG, Savezni sekretarijat za industriju i trgovinu,  
Beograd

JANČETOVIĆ dipl. ing. KOSTA, Kombinat za eksploataciju i preradu kosovskih  
lignita »Kosovo«, Obilić

JOKANOVIĆ prof. univer. ing. BRANKO, Rudarski institut, Beograd

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

KOMNENOV dipl. ing. MILIVOJ, Rudarski inspektorat SR Srbije, Beograd

KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana

LASICA dipl. ing. MIHAILO, »Magnohrom«, Kraljevo

LEGAT dipl. ing. FRANČ, Rudnik mrkog uglja, Trbovlje

MARINOVIC dipl. ing. IVO, Rudarski inspektorat SR Hrvatske, Zagreb

MILIČIĆ dipl. ing. PETAR, Rudarski inspektorat SR BiH, Sarajevo

RUKAVINA MILAN -- ŠAJN, Sindikat industrije i rudarstva SFRJ, Beograd

SIMONOVSKI dipl. ing. BRANISLAV, Rudarski inspektorat SR Makedonije,  
Skopje

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

STOJKOVIĆ dipl. ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd

VITOROVIĆ dipl. ing. TODOR, Rudarski inspektorat SR Crne Gore, Titograd

VUKIĆ dipl. ing. MILUTIN, Rudarski inspektorat SR BiH, Sarajevo

VUKOVIĆ dipl. ing. SLOBODAN, Rudarski basen »Kolubara«, Vreoci

S A D R Ž A J

DIPL. ING. VESNA JOVIČIĆ

Sigurnosni i ekonomski aspekti ventilacije rudnika sa više glavnih ventilatora	5
Safety and Economic Aspectos of Ventilatoin of Mines with several Principal Fans	13

DIPL. ING. ALEKSANDAR ČURČIĆ — DIPL. ING. IVAN AHEL — DIPL. ING. MILUTIN VUKIĆ

Rezultati izučavanja povoda za formiranje eksplozivne smeše metana i vazduha u jama »Sretno« — Breza i mogućnost učešća ugljene prašine u eksploziji	14
Results of the Study on the Causes of Formation of the Explosive Methane — Air Mixture in the Pit »Sretno« of Breza Coal Mine, and on the Possibility of Coal Dust Participation on the Explosion	32

DIPL. ING. MILIVOJ KOMNENOV

Metoda za realizaciju zaštite na radu u rudarstvu i dosadašnja iskustva kod nas i u svetu	33
Methoden zu Durchführung des Arbeitsschutzes im Bergbau und bischerige Erfahrungen bei uns und in der Welt	40

DIPL. ING. ALEKSANDAR ČURČIĆ — DIPL. HEM. BRANKA VUKANOVIĆ — DIPL. ING. MIODRAG PETROVIĆ

Istraživačko-eksperimentalni rad na iznalaženju metoda za savlačivanje jamskih požara upotrebom hemijskih i inertnih materija	41
Research Experimental Work on Finding out the Methodes to Suppress Mine Fires by the Use of Chemical and Noxicus Substances	60

DIPL. ING. MATIJA CEROVAC

Stanje povređivanja i problemi zaštite na radu u rudarstvu SR Slovenije u 1969. godini	61
Stand des Arbeitsschutzes im Bergbau SR Sloveniens im Jahre 1969 bezüglich der Körperverletzungen und unfallen bei der Arbeit, sowie der Berufserkrankungen und die Problematik im dessen zusammenhang	69

DIPL. ING. VELIBOR ROSIĆ — DIPL. ING. BOŽIDAR RISTIĆ

Eksploatacija naftno-gaskondenzantnog sistema Mokrin — Severni Banat, sa osvrtom na mere sigurnosti	70
Exploitation of the Oil Gas Condensatoin System Mokrin — North Banat, with a Review on Safety Measures	81

DR ING. PETAR JOVANOVIĆ

Kriterijum za proračun granične širine podzemnih prostorija	83
Kreiterium für die Berechnung der Grenzbreite Grubenräumen	87

DR ŽIVKO STOJILJKOVIĆ — DR ŽIVORAD MILOSAVLJEVIĆ

Ergonomija u rudarstvu	88
Ergonomics in Mining	94

DIPL. ING. IVAN AHEL — DIPL. ING. VLADIMIR IVANOVIĆ

Stanje zaprašenosti u rudnicima olova i cinka u SFRJ	95
State of Dustiness ih Lead and Zinc Mines in SFRY	106
Kongresi i savetovanja	107
Prikazi iz literature	110
Bibliografija	116

# Sigurnosni i ekonomski aspekti ventilacije rudnika sa više glavnih ventilatora

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Vesna Jovičić

Većina naših rudnika, obzirom na veličinu i stepen razvijenosti podzemnih radova, provetrava se pomoću jednog glavnog ventilatora. Međutim, ponekad, u slučaju pogoršanih ventilacionih prilika, daju se i takva tehnička rešenja da se glavnom ventilatoru pridodaje još jedan (pa čak i više njih), takođe u svojstvu glavnog ventilatora. Često se to vrši bez detaljnije analize delovanja jednog takvog novostvorenog sistema.

Kao rezultat takvih rešenja mogu nastati, s jedne strane, ventilacioni sistemi koji su nestabilni i kod kojih može doći do spontanih i neželjenih oscilacija depresija i količina vazduha. Takođe, s druge strane, mogu nastati i vrlo neekonomični sistemi kod kojih je efekat rada dva ventilatora ispod odgovarajućeg efekta samo jednog jedinog.

Da bi se za svaki konkretan slučaj mogla pružiti optimalna rešenja, neophodno je proučiti zakonitosti zajedničkog rada dva ili više ventilatora. Ovde želimo da naročito ukažemo na primere veze glavnih ventilatora kada mogu nastati negativni sigurnosni ili ekonomski efekti.

Kada se ispituju uslovi rada glavnog ventilatora, ne sme se gubiti iz vida da se ovaj mora posmatrati uvek i isključivo u vezi sa ventilacionom mrežom jame. Svojstva ventilatora pri tome prikazuju se grafički dijagramom karakterističnih krivih ( $Q-h$ -i dijagram), a svojstva jamske ventilacione mreže — ventilacionom karakteristikom jame, odnosno krivom ekvivalentnog otvora.

Poznato je da je veličina ekvivalentnog otvora jame data relacijom:

$$A = 0,38 \frac{Q}{\sqrt{h}} \text{ [m}^2\text{]} \quad (1)$$

gde je:

- A — ekvivalentni otvor jame u  $\text{m}^2$
- Q — količina vazduha u  $\text{m}^3/\text{min}$
- h — depresija jame u  $\text{kp}/\text{m}^2$

Na osnovu jednačine (1) mogu se konstruisati krive raznih veličina ekvivalentnog otvora poznatim metodama. Krive malih ekvivalentnih otvora su strme i više približne y-osi, a krive velikih ekvivalentnih otvora su položene i približuju se x-osi.

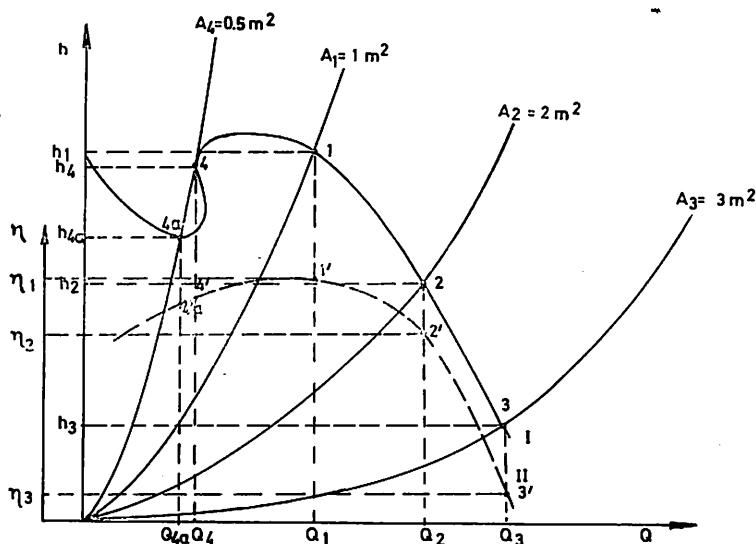
Kada se u jedan isti koordinatni sistem ( $Q-h$ ) ucrtaju karakteristike jednog ventilatora i karakteristike ventilacione mreže, režim rada tog ventilatora određuju koordinate presečne tačke ove dve krive.

Ako se jama provetrava sa dva ventilatora, njihov režim rada biće definisan presekom krive ekvivalentnog otvora i rezultujuće krive zajedničkog dejstva ova dva ventilatora. Naravno da se pri tome mora voditi računa i o koeficijentu korisnog dejstva ova dva ventilatora i u pogonu primenjivati samo takvi režimi rada koji obezbeđuju visoki stepen iskorišćenja.

Na sl. 1 prikazane su konstruktivne karakteristike ventilatora, jamske ventilacione

mreže i koeficijenta korisnog dejstva, zatim definisani optimalni, neekonomični i nestabilni režimi rada ventilatora.

ra, jer će ovaj u toku rada prelaziti iz jednog režima rada u drugi. Takav način eksploatacije ventilatora ozbiljno ugrožava si-



Sl. 1 — Karakteristike ventilatora i jamske ventilatorne mreže.  
Fig. 1 — Fan and underground ventilation system properties.

— Ako ventilator, čija je karakteristika data krivom I, radi priključen na jamu sa ekvivalentnim otvorom  $A_1 = 1 \text{ m}^2$ , režim rada određen je presečnom tačkom 1, pri čemu depresija iznosi  $h_1$ , količina vazduha  $Q_1$ , a stepen korisnog dejstva je maksimalan —  $\eta_1$  (radna tačka 1).

— Isti ventilator, ako se priključi na jamu ekvivalentnog otvora  $A_2 = 2 \text{ m}^2$  (presečna tačka 2) — radiće sa smanjenom depresijom  $h_2$ , povećanom količinom vazduha  $Q_2$  i manjim stepenom korisnog dejstva ( $\eta_2$ ), koji međutim, još uvek nije neekonomičan (ma da nije i optimalan).

— U slučaju da idemo na dalje povećanje ekvivalentnog otvora jame ( $A_3 = 3 \text{ m}^2$ ), režim rada definisan je tačkom 3, pa se vidi da je količina vazduha još više povećana, depresija vrlo mala, a stepen korisnog dejstva veoma nizak ( $\eta_3$ ), tako da je ovde u pitanju izrazito neekonomičan rad ventilatora.

— Kod malih ekvivalentnih otvora (kriva  $A_4 = 0,5 \text{ m}^2$ ), kako se to jasno vidi iz sl. 1 karakteristika ventilatora ima dve presečne tačke (4 i 4a) sa krivom ekvivalentnog otvora. To znači da režim rada ventilatora nije precizno definisan, jer je moguće postojanje različitih depresija ( $h_4$  i  $h_{4a}$ ) i različitih količina vazduha ( $Q_4$  i  $Q_{4a}$ ). U takvim slučajevima radi se o nestabilnom radu ventilato-

gurnost jame, pa je i pored dosta povoljnog stepena korisnog dejstva sa kojim ventilator radi, u praksi nedozvoljen.

Sve do sada rečeno odnosilo se samo na rad jednog ventilatora. Problem se međutim, u znatnoj meri komplikuje zajedničkim radom više izvora depresije, to jest više glavnih ventilatora.

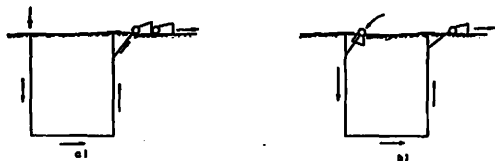
Dva ili više glavnih ventilatora u zajedničkom radu mogu biti spojeni serijski, paralelno ili kombinovano. Ovaj poslednji slučaj dolazi u obzir samo kad rade najmanje tri glavna ventilatora istovremeno.

Kod serijskog rada ventilatori mogu biti instalirani na istom ili na različitim oknima. Pri tome je usisni otvor drugog ventilatora spojen sa izduvnim delom prvog bilo direktno (sl. 2a), bilo preko jedne ili niza prostorija (sl. 2b).

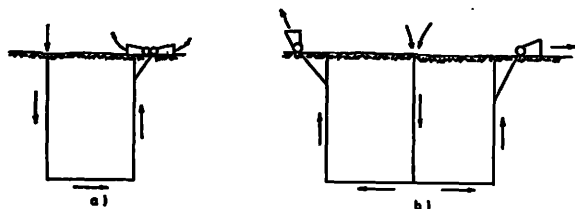
Celokupna količina vazduha mora u ovom slučaju da prolazi kroz oba ventilatora, što znači da se takva veza primenjuje onda kada je potrebno povećati depresiju, a količina vazduha pri tom zadovoljava.

Ventilatori u paralelnom radu imaju usisne otvore spojene bilo direktno, bilo posredno — preko jedne ili više jamskih prostorija. Na sl. 3a i 3b prikazana je šematski paralelna veza dva ventilatora.

Već iz slike se vidi da kod paralelne veze kroz svaki od ventilatora prolazi jedan deo vazduha. Prema tome cilj ovakve sprege jeste povećanje ukupnih količina vazduha kojima se jama provetrava.



Sl. 2 — Serijski rad dva glavna ventilatora.  
Fgi. 2 — Serial operation of two main fans.



Sl. 3. — Paralelan rad dva glavna ventilatora.  
Fig. 3 — Parallel operation of two main fans.

Kombinovana veza predstavlja istovremeni rad bar tri ventilatora, od kojih su neki u međusobnom paralelnom radu, a neki u serijskom. Ovakvi slučajevi javljaju se samo kod velikih i razgranatih jama i pošto oni za naše rudnike nisu tako aktuelni, ovde ih nećemo ni tretirati.

Razmotrićemo prvo serijski rad dva glavna ventilatora.

Na sl. 4. prikazane su karakteristične krive dva ventilatora (krive I i II) i rezultujuća kriva njihovog zajedničkog dejstva u serijskom radu. (Kriva zajedničkog dejstva konstruisana je sabiranjem depresija ventilatora pri istim količinama vazduha, to jest sabiranjem ordinata). Dobijeno grafičko rešenje omogućuje sledeće zaključke:

— Zajednički serijski rad ventilatora I i II za jame sa ekvivalentnim otvorom od 0,4 do 0,5 m<sup>2</sup> (odnosno sa otporima od 0,576 do 0,9 kilomijurga) nije dozvoljen, pošto je nestabilan. Tako na primer kod ekvivalentnog otvora A = 0,45 m<sup>2</sup> moguć je prelaz u tri različita režima rada (presečne tačke C, D i E). Količine vazduha variraju srazmerno malo (Q' = 12,20 m<sup>3</sup>/s, Q'' = 12,60 m<sup>3</sup>/s i Q''' = 13,1 m<sup>3</sup>/s), a depresija u nešto većoj meri (h' = 106,5 kp/m<sup>2</sup>, h'' = 113 kp/m<sup>2</sup> i h''' = 123 kp/m<sup>2</sup>).

— Optimalno područje korišćenja ova dva ventilatora u serijskom radu jeste za jame

sa ekvivalentnim otvorom od 0,65 do 1,5 m<sup>2</sup> (ili za jame sa otporima od 0,064 do 0,34 km). Pri tome će ukupna količina vazduha koju daju dva ventilatora biti od 18,5 do 35,5 m<sup>3</sup>/s, a depresija od 68 do 120 kp/m<sup>2</sup> (tačke F i G).

— Očigledno, za serijsku vezu veliki ekvivalentni otvori predstavljaju neracionalno i neekonomično područje. Na primer za ekvivalentni otvor od 3 m<sup>2</sup> (R = 0,016 km) ukupna depresija koju daju oba ventilatora (radna tačka II) iznosiće svega 25 kp/m<sup>2</sup>. Pri tome ventilator I radi sa depresijom od svega 5 kp/m<sup>2</sup>, a ventilator II sa depresijom od 20 kp/m<sup>2</sup>. Ukoliko bi na isti ekvivalentni otvor bio priključen samo ventilator II (radna tačka K), depresija bi bila samo neznatno niža — kako se iz dijagrama vidi 24 kp/m<sup>2</sup>. Pošto se serijskom vezom ventilatora želi povećati ukupna depresija, jasno je da je u konkretnom slučaju upotreba dva ventilatora apsurdna i nedolazi za primenu. Da bi se postiglo povećanje depresije od svega 1 kp/m<sup>2</sup>, sasvim je sigurno da se nikada neće uključivati još jedan ventilator.

Na osnovu svega izloženog u vezi serijskog rada ventilatora mogu se izvući sledeći zaključci:

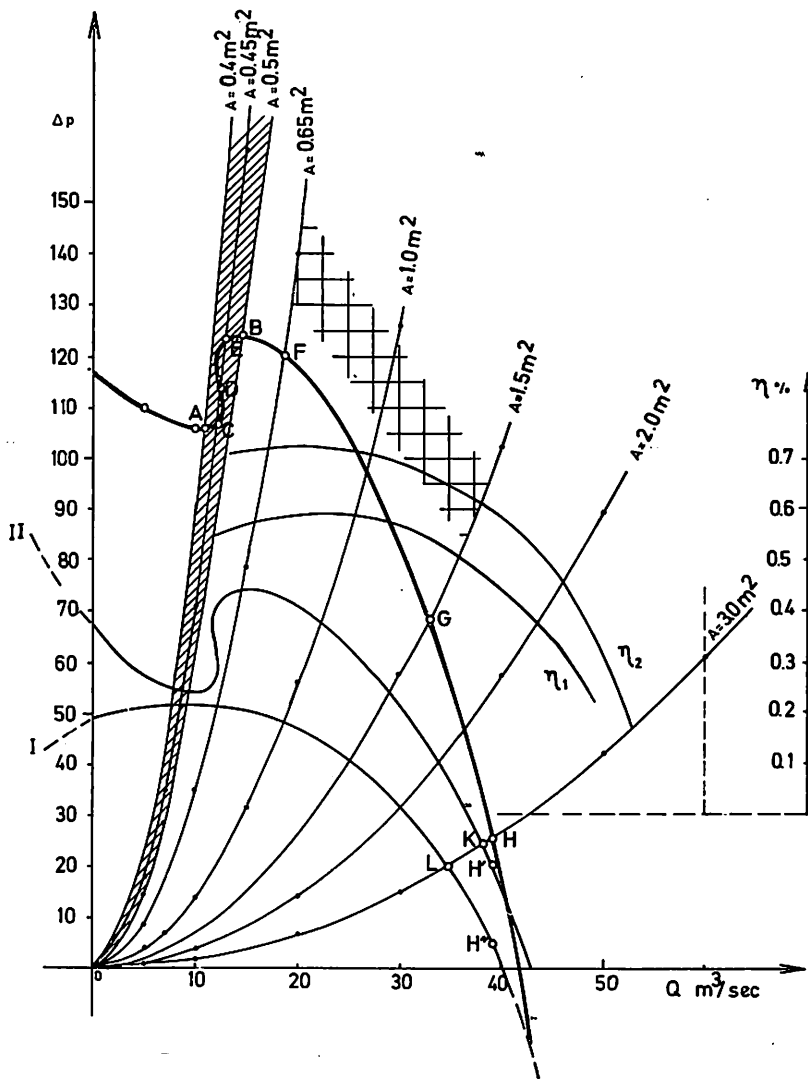
— takvu vezu ventilatora treba primeniti kada su u pitanju tesne jame, odnosno mali ekvivalentni otvori,

— u oblasti malih ekvivalentnih otvora moguće su i nestabilnosti u radu ventilatora, pa je neophodno razmotriti ceo problem i sa aspekta sigurnosti celog ventilacionog sistema,

— u slučaju primene serijske veze na jame sa velikim ekvivalentnim otvorima do vodi se u pitanje ekonomičnost sistema. Stoga je potrebno utvrditi granične vrednosti karakteristika jamske ventilacione mreže do kojih je serijski rad glavnih ventilatora racionalan.

Paralelan rad glavnih ventilatora znatno je složeniji za rešavanje i analizu. Matematičke metode u tom pogledu nisu dale zadovoljavajuće rezultate, pa je kao jedini ispravan put ostala grafička metoda. Ovakva veza dva glavna ventilatora sa svim specifičnostima najbolje se može sagledati na konkretnom primeru jednog složenijeg sistema. U stvari ova složenost potiče od ventilacione mreže na koju su ventilatori priključeni, jer se njihov rad može posmatrati jedino u sklopu, a nikako izolovano od jame.





Sl. 4 — Karakteristične krive dva ventilatora u serijskom radu.  
 Fig. 4 — Characteristic curves of two fans operation in series.

Na sl. 5 prikazane su dve varijante paralelne veze glavnih ventilatora i to:

— kada su ventilatori uključeni na ventilacionu mrežu u istoj tački, kako je to prikazano na sl. 5a, i

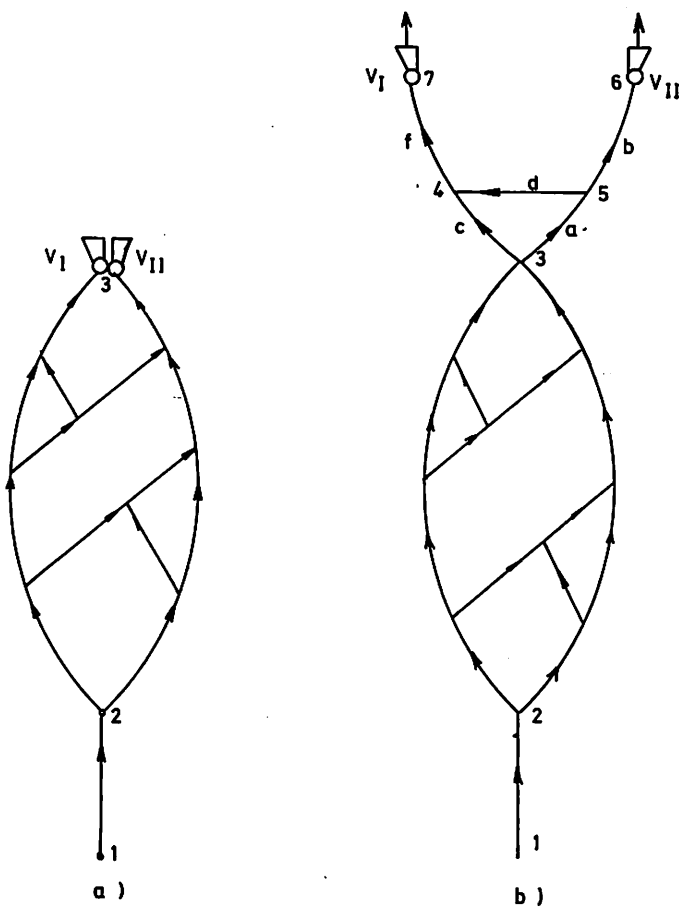
— kada su ventilatori uključeni na istu ventilacionu mrežu (celokupnu) preko sistema prostorija koje su još osim toga i međusobno povezane (sl. 5b).

Da bi ceo postupak bio jasnije prikazan na sl. 5 date su i brojne vrednosti otpora za pojedine ogranke i zajednički deo ventilacione mreže.

— Kod paralelne veze glavnih ventilatora koji dejstvuju u istoj tački, rezultujuća kriva zajedničkog dejstva konstruiše se sabiranjem apscisa.

Na sl. 6 date su karakteristike dva glavna ventilatora (krive I i II) koji rade paralelno. Kriva I—II predstavlja krivu njihovog zajedničkog dejstva.

— Ovaj grafički prikaz omogućuje da ocenimo da je zajednički rad ovako paralelno vezanih ventilatora izrazito nepovoljan ako su oni uključeni na ventilacionu mrežu sa ekvivalentnim otvorom od 1,5 m<sup>2</sup>. Dva ventilatora davaće u tom slučaju (radna tačka M) svega 35 m<sup>3</sup>/s, pri ukupnoj depresiji od 75 kp/m<sup>2</sup>. Nasuprot tome, ako radi samo ventilator I količina vazduha biće 43 m<sup>3</sup>/s. Kada se ima u vidu da je cilj paralelne veze obezbeđivanje većih količina vazduha za jamu, onda je jasno da je u ovom slučaju taj cilj potpuno promašen. Prema tome, jedan od



$$M = M_{1-3} = 64\mu$$

$$M_a = M_{3-5} = 9\mu$$

$$M_b = M_{5-6} = 5\mu$$

$$M_c = M_{3-4} = 4\mu$$

$$M_d = M_{4-5} = 2\mu$$

$$M_f = M_{4-7} = 6\mu$$

$$R = 0.064 \text{ K}\mu \quad A = 1.5 \text{ m}^2$$

$$R = 0.009 \text{ K}\mu \quad A = 4.0 \text{ m}^2$$

$$R = 0.005 \text{ K}\mu \quad A = 5.4 \text{ m}^2$$

$$R = 0.004 \text{ K}\mu \quad A = 6.0 \text{ m}^2$$

$$R = 0.002 \text{ K}\mu \quad A = 8.5 \text{ m}^2$$

$$R = 0.006 \text{ K}\mu \quad A = 4.9 \text{ m}^2$$

Sl. 5 — Pravičan rad dva glavna ventilatora  
 a — ventilatori uključeni direktno u istoj tački na jamsku ventilacionu mrežu  
 b — ventilatori uključeni preko posebnih prostorija na jamsku ventilacionu mrežu

Fig. 5— Parallel operation of two main fans  
 a — fans connected directly to the underground ventilation system at a single point  
 b — fans connected to the underground ventilation system through separate passages.

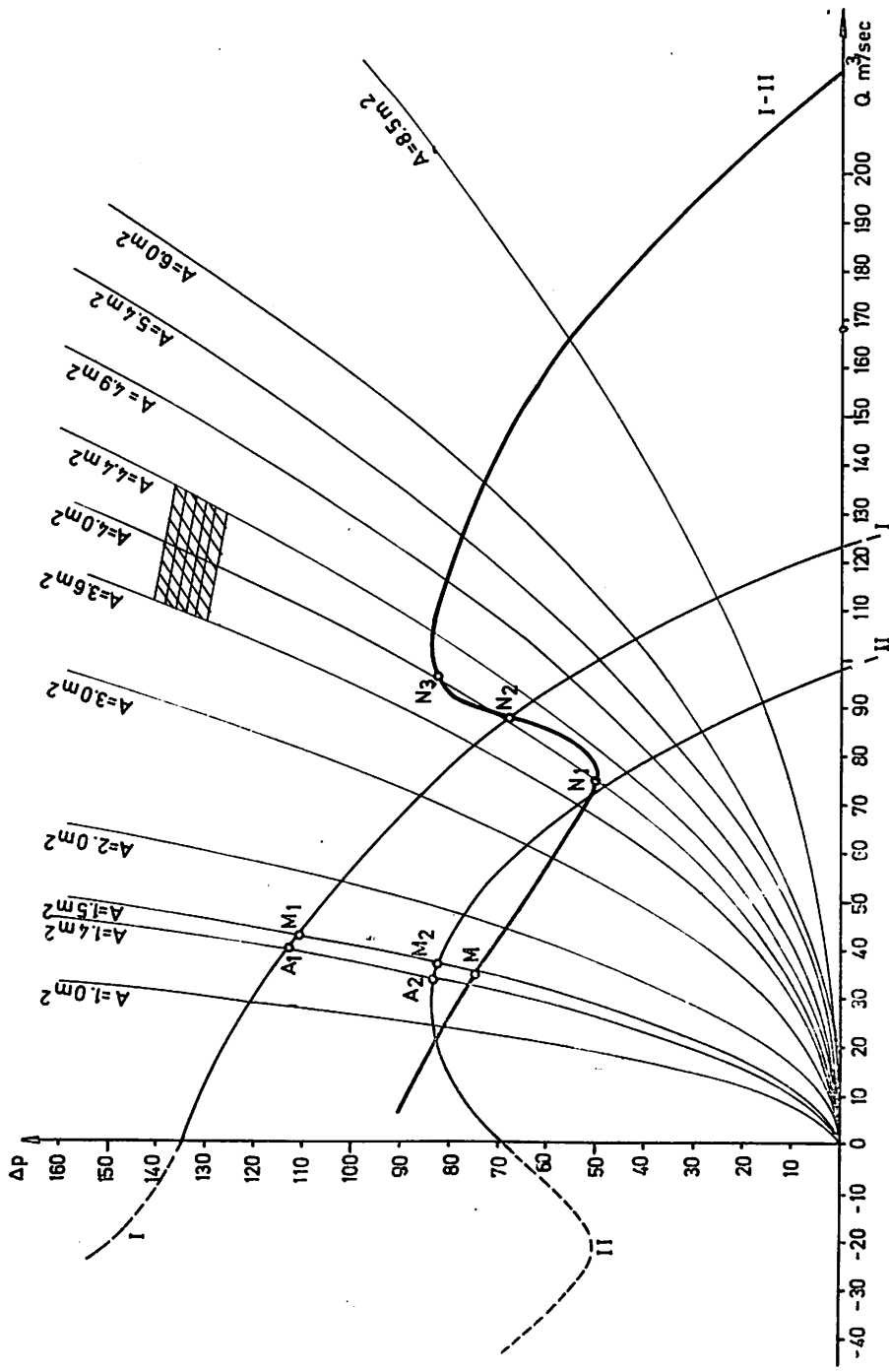
prvih zaključaka koji se nameće jeste taj da za datu ventilacionu mrežu i date ventilatore, paralelna veza ne odgovara jer je nelogična i neekonomična.

— Paralelna veza ventilatora dolazi u obzir samo za jame sa manjim otporima, odnosno većim ekvivalentnim otvorima. Međutim, ako uzmemo na primer jamu sa ekvivalentnim otvorom od  $4 \text{ m}^2$  ( $R = 0,009 \text{ k}\mu$ ) videćemo da kriva zajedničkog dejstva dva ventilatora (kriva I—II) seče ovu u tri tačke ( $N_1, N_2$  i  $N_3$ ). U ovom slučaju rad ventilatora je nestabilan, jer kod jedne te iste vrednosti otpora u jami, ventilatori će davati  $75,88$  i  $96 \text{ m}^3/\text{s}$ . To znači da će u toku rada ventilatori prelaziti iz jednog režima rada u drugi

potpuno nekontrolisano. Uporedo sa tim depresija će se menjati od  $51$  na  $68$  i  $83 \text{ kp/m}^2$ . Takav zajednički rad ventilatora u praksi nije dozvoljen, jer ima za posledicu, kao što je već ranije napomenuto, nesigurnu ventilaciju. On se ne sme tolerisati čak ni u slučaju kada oscilacije vazduha ne bi bile tako velike kao što su ovde ( $28\%$ ).

Prema tome zaključujemo da paralelan rad dva glavna ventilatora koji deluju u istoj tački nije dozvoljen za jame sa ekvivalentnim otvorima od  $3,6$  do  $4,4 \text{ m}^2$  jer je nesiguran.

— Optimalna paralelna veza datih ventilatora jeste za rudnike čiji se ekvivalentni otvori kreću u granicama od  $4,4$  do  $8,5 \text{ m}^2$ .



Sl. 6 — Karakteristične krive dva glavna ventilatora u paralelnom radu koji deluju u istoj tački.  
 Fig. 6 — Characteristic curves of two main fan: in paralel operation acting at a single point.

To se vidi i po količinama vazduha koje se mogu povećavati od 100 do 167 m<sup>3</sup>/s, čime se i postiže maksimalan efekat konkretne paralelne veze.

— Dalje povećanje ekvivalentnog otvora (iznad 8,5 m<sup>2</sup>) više ne može dati povoljne rezultate, pošto bi koeficijenti korisnog dejstva bili i suviše niski i prema tome veza neekonomična.

— Za jame sa ekvivalentnim otvorom manjim od 3,6 m<sup>2</sup> svako povećanje ukupne depresije vodi smanjenju količine vazduha. U ovom slučaju ventilator II prigušuje rad ventilatora I, tako da i ovde imamo neekonomičnu vezu.

Rezimirajući sve navedene slučajeve možemo ograničiti područje upotrebe ova dva ventilatora vezanih po šemi na sl. 5a i to:

— optimalno područje rada biće jame sa ekvivalentnim otvorima od 4,4 do 8,5 m<sup>2</sup>,

— neekonomično područje rada jesu jame sa ekvivalentnim otvorima manjim od 3,6 m<sup>2</sup> i većim od 8,5 m<sup>2</sup>,

— područje rada gde se ne može postići zadovoljavajuća sigurnost, jeste ono za ekvivalentne otvore od 3,6 do 4,4 m<sup>2</sup>.

— Drugi slučaj paralelne veze za iste ventilatore koji su međusobno posredno vezani, prikazan je na sl. 5b.

Konstruisanje krive zajedničkog dejstva ova dva ventilatora ne može se izvršiti direktno, nego je prethodno potrebno naći odgovarajuće reducirane karakteristike.

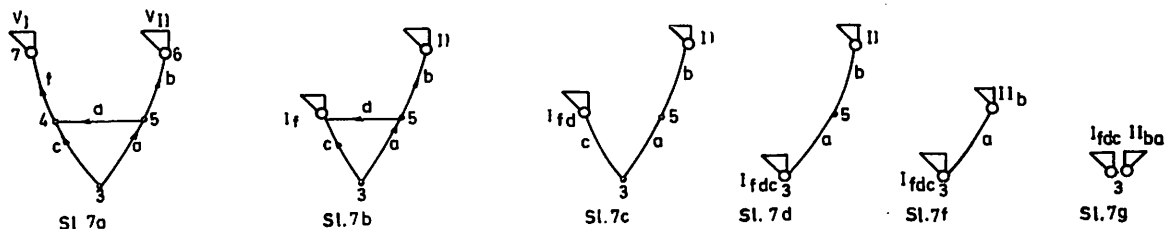
Postupak kod reduciranja karakteristika prikazan je na sl. 7.

Prethodno se mora proveriti pravac strujanja vazduha u dijagonali, pa je za ovaj slučaj utvrđeno da vazduh struji od tačke 5 ka tački 4. Prema tome prostorije sa oznakama »a« i »b«, nalaze se pod uticajem dejstva ventilatora II, a prostorije »f«, »d« i »c« pod dejstvom ventilatora I (sl. 7a). Da bi se

dobila šema, prikazana na sl. 7b, potrebno je karakteristiku ventilatora I (kriva I) složiti sa karakteristikom ekvivalentnog otvora »f« (kriva A = 4,9 m<sup>2</sup>). Ovo slaganje vrši se oduzimanjem odgovarajućih ordinata, pa se tako dobija kriva If (sl. 8). Na sl. 7c je data šema nakon slaganja prostorije »d«, (A = 8,5 m<sup>2</sup>) i na sl. 8 ucrtana nova kriva Ifd. Isti postupak se ponavlja slaganjem krive Ifd sa krivom ekvivalentnog otvora A = 6 m<sup>2</sup> (prostorija »c«). Na taj način je dobijena prva reducirana kriva ventilatora I (kriva Ifdc). Ovo stanje šematski prikazuje sl. 7d.

Kriva ventilatora II slaže se prvo sa krivom ekvivalentnog otvora A = 5,4 m<sup>2</sup> (prostorija »b«) pa se u dijagramu ucrtava nova kriva IIb. Šematski je ova situacija data na sl. 7f. Tek kada se ova kriva složiti sa ekvivalentnim otvorom prostorije »a« (A = 4 m<sup>2</sup>) dobija se nova kriva ventilatora II (kriva IIba). Ovim postupkom ceo sistem sveli smo u stvari na prvobitnu varijantu kada oba ventilatora deluju u istoj tački (sl. 7g), samo što su sad prvobitne karakteristike ventilatora promenjene. Sve analize mogu se vršiti tek kada se na osnovu dobijenih krivih konstruiše rezultujuća kriva ventilatora u paralelnom radu (kriva I fdc-II ba sl. 8). Ovo grafičko rešenje omogućuje sledeće zaključke:

Za datu jamu koja ima ekvivalentni otvor A = 1,5 m<sup>2</sup> radna tačka ventilatora u zajedničkom radu data je količinom vazduha Q = 31 m<sup>3</sup>/s (tačka B), a to je znatno ispod onih količina vazduha koje mogu da daju oba ventilatora u pojedinačnom radu, pa čak i



Sl. 7 — Postupak kod konstruisanja reduciranih karakterističnih krivih ventilatora.

Fig. 7 — Procedure for plotting reduced fan characteristic curves.

onaj manji. Prema tome dva ventilatora će raditi neekonomično.

Za oblasti ekvivalentnih otvora od 2,0 do 2,8 m<sup>2</sup> moguća je pojava nestabilnih režima rada tako da se sa aspekta sigurnosti, takve jame ne mogu provetravati datim ventilatorima paralelno. Pri tome količine vazduha variraju od 39 do 65 m<sup>3</sup>/s (radne tačke C i D).

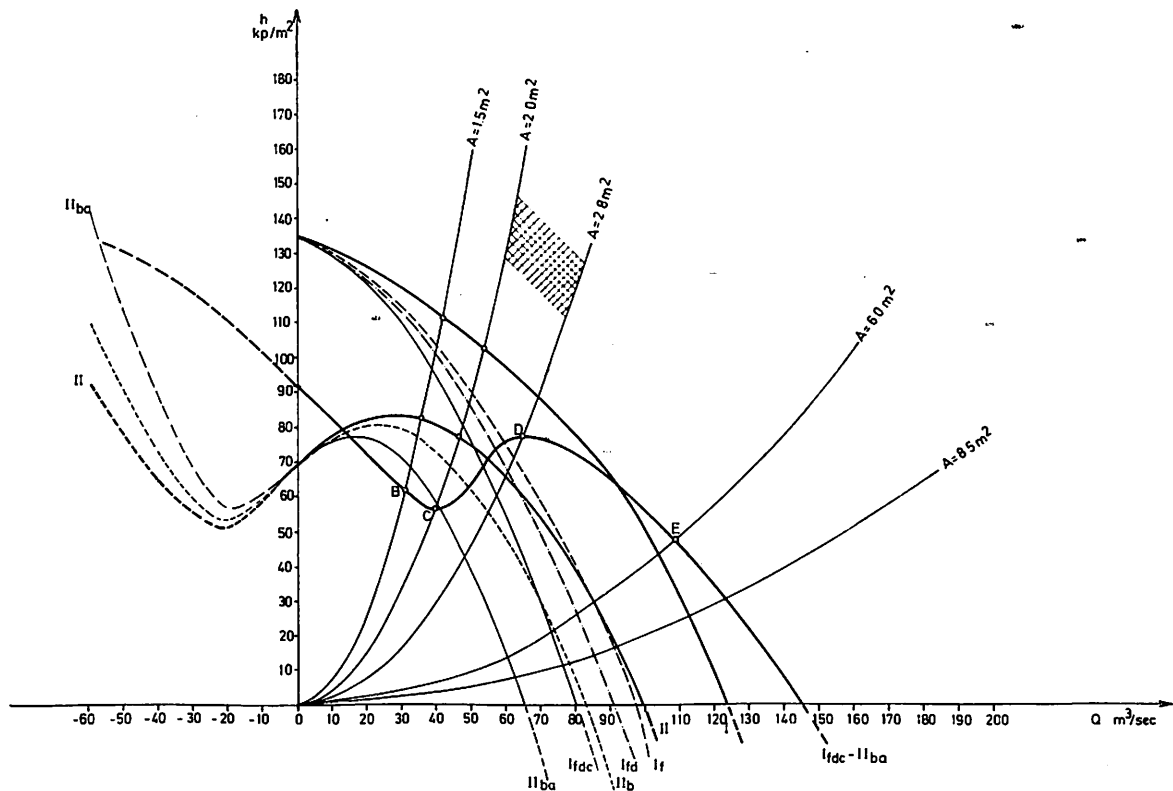
Optimalno područje upotrebe ovakve paralelne veze jeste ono za ekvivalentne otvore od 2,8 do 6 m<sup>2</sup>. Ovo se naravno odnosi na ekvivalentni otvor jame od tačke 1 do tačke 3 (sl. 5). Količine vazduha koje ventilatori mogu da daju iznose 65 do 109 m<sup>3</sup>/s (radne tačke D i E).

Za ekvivalentne otvore iznad  $A = 6 \text{ m}^2$  primena ove paralelne veze ponovo ne dolazi u obzir zbog neekonomičnosti koja potiče od

smanjenih koeficijenata iskorišćenja ventilatora za te oblasti.

Izloženi postupak ukazuje na to da je za ovakve slučajeve od prvorazredne važnosti pravilna konstrukcija rezultujućih karakteristika, koja mora biti usaglašena sa odgovarajućom transformacijom date ventilacione šeme. Prema tome svaka primena dva (i više ventilatora) nosi u sebi mogućnosti nepovoljnih rešenja i zahteva da se ona pre uvođenja u praksu detaljno sagledaju.

Na kraju samo napominjemo da na sve izložene sisteme deluje i prirodna depresija sa svojim karakteristikama. Međutim pošto ona u posmatranom vremenskom odsečku deluje linearno na karakteristike ventilatora, njeno tretiranje je znatno jednostavnije. Potrebno je samo sagledati minimalne i maksimalne vrednosti u toku godine, pa će se dobiti orijentacione vrednosti njenog uticaja.



Sl. 8 — Karakteristične krive dva glavna ventilatora u paralelnom radu posredno vezana za jamsku ventilacionu mrežu.  
Fig. 8 — Characteristic curves of two main fans in parallel operation indirectly connected to underground ventilation system.

## SUMMARY

### Safety and Economic Aspects of Ventilation of Mines with Several Principal Fans

V. Jovičić, min. eng.\*)

It is well known that for mine ventilation, the use of several principal fans can have, in addition to positive results, negative effects too. The negative effects can be of economic and safety nature. Either of them may be tolerated in a modern mine.

In the article, an outline is given on the procedure for the analysis of some cases of serial and parallel connections. An example is given for the solution of a more complex ventilation system with the use of two fans in parallel operation. For this purpose, a pure graphical method was used, because analytical methods, particularly in ventilation, do not afford possibilities for the solution.

#### Literatura

Jokanović, B., 1960.: Provetravanje rudnika.  
— Beograd.

Komarov, V. B. — Kil'keev, Š. H., 1969:  
Rudničnaja ventilacija. — Moskva.

Skočinskij, A. A., — Komarov, V. B.,  
1959: Rudničnaja ventilacija. — Moskva.

\*) Dipl. ing. Vesna Jovičić, docent Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

# Rezultati izučavanja povoda za formiranje eksplozivne smeše metana i vazduha u jami „Sretno“ Breza i mogućnost učešća ugljene prašine u eksploziji

(sa 13 slika)

Dipl. ing. Aleksandar Čurčić — dipl. ing. Ivan Ahel — dipl. ing. Milutin Vukić

## Uvod

Jama »Sretno« Rudnika mrkog uglja Breza, u kojoj se 14. marta 1970. god. u 7,55 časova dogodila eksplozija metana i ugljene prašine, kojom prilikom je nastradalo 50 rudara, otvorena je sa dva okna. Izvozno okno je locirano u centralnom delu ugljenog ležišta i poduhvata dva horizonta: prvi horizont na koti + 274 m (sa dubinom od 200 m) i drugi horizont na koti + 226 m (sa dubinom od 248 m). Ventilaciono okno produbljeno je do kote + 247 m (sa dubinom od 234 m) i spojeno sa izvoznim oknom preko oba horizonta.

Glavni ugljeni sloj, koji je u eksploataciji u ovom području, pretrpeo je jake i vrlo česte tektonske poremećaje. Složena tektonika učinila je da se formira veliki broj prirodno podeljenih polja. U prirodno podeljenim poljima takođe je veoma izražena i mikro tektonika. Ovakva tektonika čini velike poteškoće kod izvođenja rudarskih radova od otvaranja do otkopavanja. Generalno pružanje sloja na području rudnika je u pravcu SZ-JI sa padom od 15—27°, moćnost iznosi od 4,5—5,5 m. Sloj je metanonosan i metanonosnost raste sa dubinom zalaganja sloja.

Na jamskoj situacionoj karti u razmeri 1:10.000, na sl. 1, prikazan je način otvara-

nja i sistem ventilacije (pre eksplozije) sa svim parametrima i karakteristikama ventilacionih uređaja.

Eksploatacioni revir Prhinje, u kome se dogodila eksplozija, nalazi se na krajnjem zapadnom krilu jame »Sretno« i udaljen je od izvoznog okna cca 3.000 m. U ovom reviru otkopavaju se dva polja (bloka), P<sub>1</sub> i P<sub>2</sub>. Polje P<sub>2</sub> u kome se je dogodila eksplozija, otkopava se neposredno ispod osnovnog hodnika drugog horizonta. Otkopavanje se vrši dvoetažnom širokočelnom otkopnom metodom sa postavljanjem veštačkog poda između etaža od čelične mreže i vrhača, sa zarušavanjem krovine.

Dobijanje uglja na širokim čelima vrši se mašinskim putem pomoću bubnjastih podsekačica. U polju P<sub>2</sub> rade dva široka čela. Široko čelo koje otkopava krovni deo sloja označeno je br. 5, a široko čelo koje otkopava podni deo sloja označeno je br. 6. Oba čela provetravaju se protočnom vazdušnom strujom izuzev slepog kraka u dužini od 10,8 m, na vrhu širokog čela br. 5 koji se provetrava separatno pomoću cevnog ventilatora kapaciteta 120 m<sup>3</sup> min.

Putem određenih snimanja i proračuna, i analizom sledećih mogućnosti utvrđeni su poreklo metana, lokalitet i koncentracija koja je dovela do eksplozije u rudarskim prostorijama širokih čela i to:





a) normalna ventilaciona situacija na širokim čelima pri radu separatnog ventilatora i kod zatvorenih vrata u srednjem hodniku;

b) normalna ventilaciona situacija na širokim čelima kad je obustavljen rad separatnog ventilatora i kod zatvorenih vrata u srednjem hodniku, i kad je naknadno pušten ventilator u rad;

c) normalna ventilaciona situacija na širokim čelima pri radu separatnog ventilatora i kod otvorenih vrata u srednjem hodniku;

d) normalna ventilaciona situacija na širokim čelima kad je obustavljen rad separatnog ventilatora i kod otvorenih vrata u srednjem hodniku;

e) nenormalna ventilaciona situacija na širokim čelima nastala kratkim spojem vazdušne struje na uskopu »stara traka«. Zatvorena vrata u srednjem hodniku i normalan rad separatnog ventilatora;

f) nenormalna ventilaciona situacija na širokim čelima nastala smanjenjem količine vazduha usled promene otpora u ventilacionom hodniku širokog čela br. 6. Normalan rad separatnog ventilatora i zatvorena vrata u srednjem hodniku;

g) nenormalna ventilaciona situacija na širokim čelima nastala smanjenjem količine vazduha usled promene otpora u ventilacionom hodniku širokog čela br. 6. Normalan rad separatnog ventilatora i otvorena vrata u srednjem hodniku;

h) nenormalna ventilaciona situacija na širokim čelima nastala usled recirkularnog dejstva separatnog ventilatora:

- recirkulacija usled nepravilnog položaja separatnog ventilatora u odnosu na izlaznu struju iz slepog kraka (džepa)
- recirkulacija usled nedovoljne protočne količine vazduha na mestu separatnog ventilatora.

Ova varijanta primenjuje se na sledećim podvarijantama:

- otvorena vrata u srednjem hodniku
- promena otpora, odnosno količine vazduha u ventilacionom hodniku širokog čela broj 6.

i) normalna, odnosno nenormalna ventilaciona situacija uz naglu promenu barometarskog pritiska za sve varijante od a) do i);

j) normalna ventilaciona situacija uz prodor metana iz zatvorenih slepih hodnika u starom radu iza širokog čela br. 6 nakon rušenja visoke krovine i izolacionih zidova;

k) normalna ventilaciona situacija uz prodor metana usled rušenja duboke krovine;

l) normalna ventilaciona situacija uz prodor metana usled nagle desorpcije uglja;

m) normalna ventilaciona situacija uz prodor metana kroz rasednu zonu iz nepoznatih niželežućih slojeva (organskih podinskih stena koje nisu eksploabilne);

n) normalna ventilaciona situacija na šimetana u starom radu — slepi hodnici iza starog rada na mestu požara;

o) kombinovano dejstvo nekih od navedenih elemenata u tačkama od a) do o).

Pošto broj mogućih teoretskih slučajeva u analizi prelazi nekoliko stotina, izdvojene su samo osnovne grupacije koje sa dovoljnom verovatnoćom mogu da objasne postavljene zadatke.

Od nabrojanih alternativa nisu kompleksno analizirane one koje kroz globalne pokazatelje daju malu verovatnoću događaja;

p) na bazi svih ispitivanja utvrđen je stepen verovatnoće svake analizirane varijante i izdvojen najverovatniji događaj.

Na bazi već utvrđenih činjenica neke od navedenih alternativa nisu detaljnije obrađivane, s obzirom da nema indikativnih elemenata kojima bi se odredio veći stepen verovatnoće nastajanja ovakvih situacija. Neke od varijanti određene su jednovremeno, u okviru jednog poglavlja. Detaljnije su obrađivane varijante date pod tačkama a), b), e), h) i m).

### **Prikaz regularnog režima provetranja revira P—3**

Način provetranja i osnovne ventilacione karakteristike pre eksplozije date su na slici 1.

Prikazana situacija na sl. 2 (posle eksplozije) konstatovana je u periodu od 16. III do 21. III 1970. godine. Rekonstrukcija ventilacione situacije neposredno pre eksplozije nije moguća usled nepostojanja detaljnih podataka.

Karakteristične ventilacione stanice VS-9 i VS-16 pokazuju da je ukupni ulaz, odnosno izlaz vazduha u revir P—3 bio pre eksplozije, cca 600 m<sup>3</sup>/min, što uz verovatne gubitke do linije širokih čela odgovara snimljenoj situaciji ili predstavlja ventilaciono povoljnije stanje.

Iz prikazane situacione karte vidi se da je provetravanje revira P—3 bilo regularno.

Procentualni sadržaji metana nalaze se i nalazili su se u granicama zahteva zakonskih propisa kod rada separatnog ventilatora na vrhu čela br. 5.

Ovakav rad dozvoljen je članom 249. Tehničkih propisa.

Ukupne količine vazduha koje su konstatovane za vreme merenja kretale su se od

260—450 m<sup>3</sup>/min, zavisno od stepena izolacije ulazno-izlaznih vazдушnih struja.

Raspodela količina vazduha, debita i procentualnog sadržaja metana daje sledeće prosečne vrednosti:

— Široko čelo br. 5:

$$Q = 290 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$q = 0,3 \text{ m}^3/\text{CH}_4/\text{min}$$

$$C = 0,1 \text{ ‰ CH}_4$$

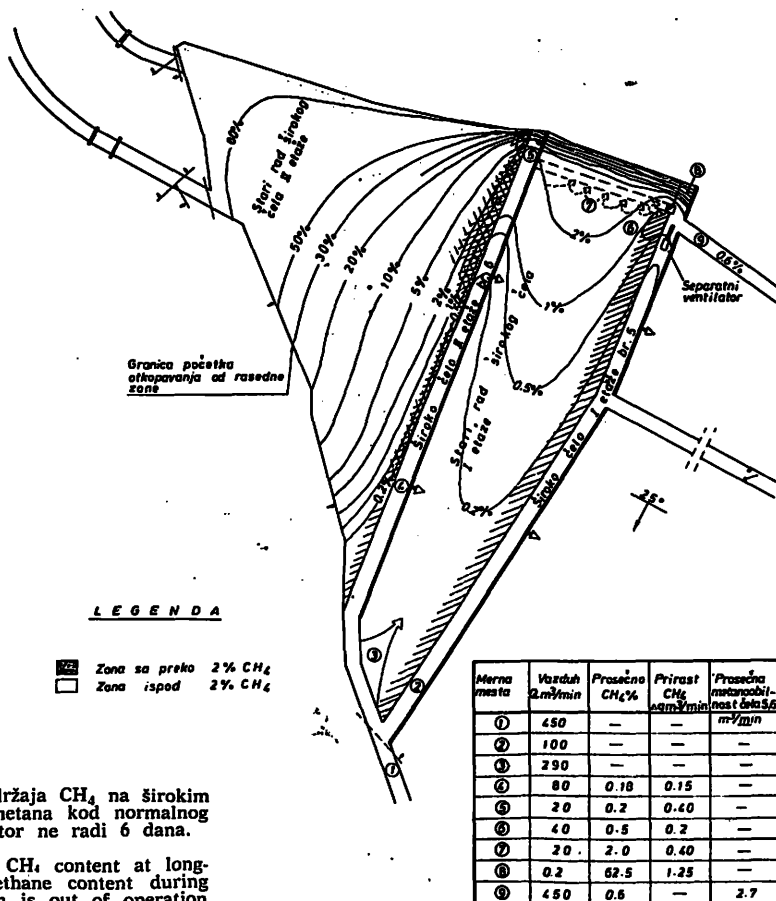
— Široko čelo br. 6:

$$Q = 80 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$q = 0,15 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$$

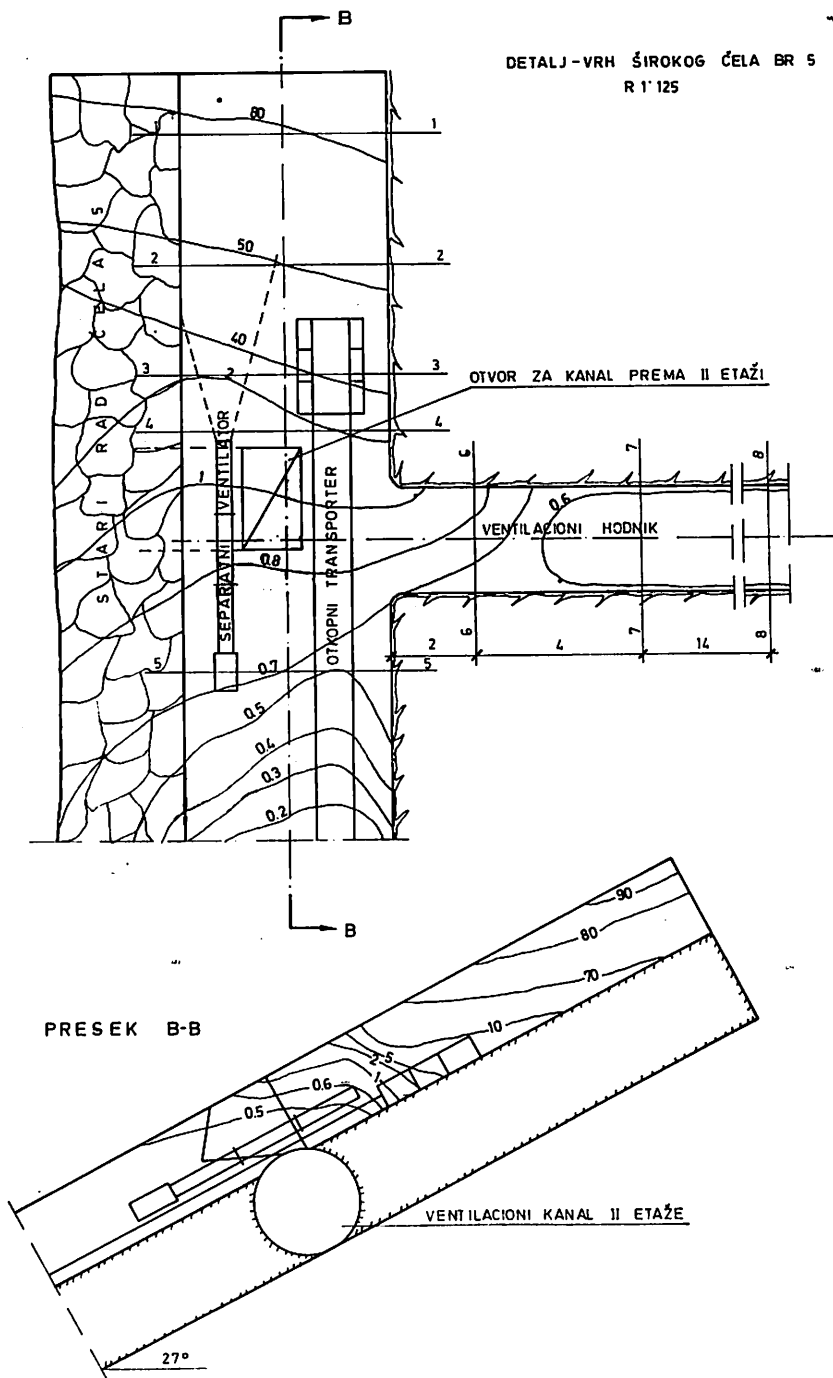
$$C = 0,18 \text{ ‰ CH}_4$$

DETALJ IZ JAMSKE SITUACIONE  
KARTE — OKNO, SRETNO R = 1:1000



Sl. 2 — Raspored procentualnog sadržaja CH<sub>4</sub> na širokim čelima. Količina vazduha i debit metana kod normalnog protoka vazduha. Separatni ventilator ne radi 6 dana.

Fig. 2 — Distribution of percentile CH<sub>4</sub> content at long-wall faces. Amount of air and methane content during normal air stream. The separate fan is out of operation 6 days.



Sl. 3 — Linije jednakih procentualnih sadržaja metana kod obustave rada separatnog ventilatora u trajanju od 6 dana.  
Fig. 3 — Lines of equal shares of methane during the 6 days non operation period of the separate fan.

— Stari rad širokog čela br. 5:

$$Q = 20 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$q = 0,4 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$$

$$C = 2 \text{ ‰ CH}_4$$

— Stari rad širokog čela br. 6:

$$Q = 20 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$q = 0,4 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$$

$$C = 2 \text{ ‰ CH}_4$$

— Stari rad slepog kraka na vrhu širokog čela br. 5:

$$Q = 0,2 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$q = 1,25 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$$

$$C = 62,5 \text{ ‰ CH}_4$$

— Ukupno revir P—3:

$$Q = 450 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$q = 2,7 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$$

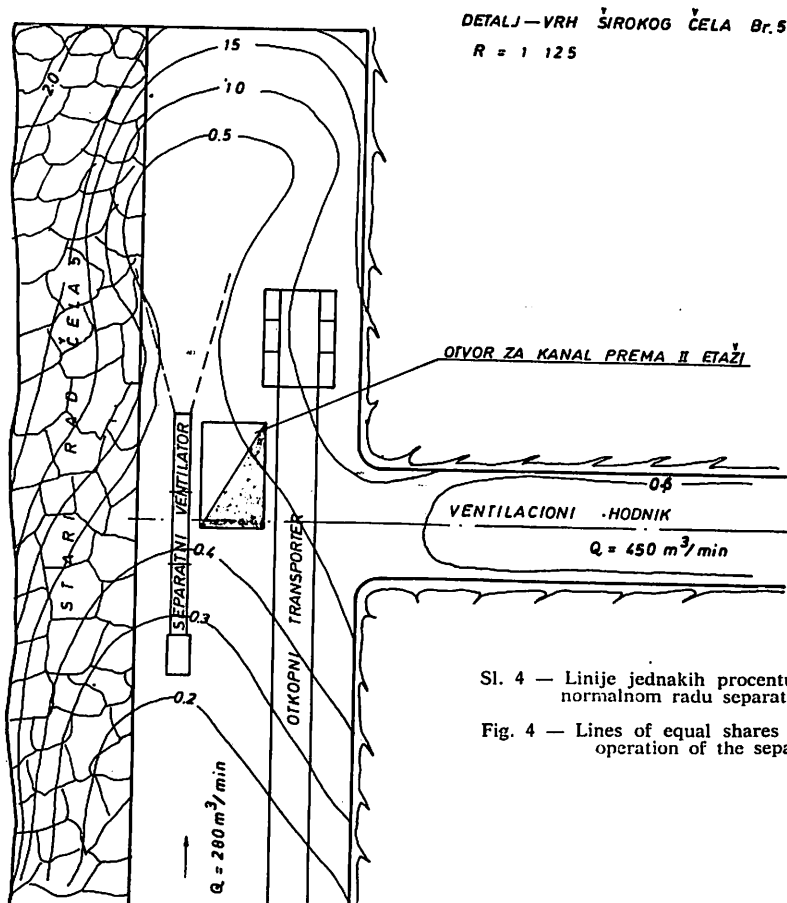
$$C = 0,6 \text{ ‰ CH}_4$$

U šematskom prikazu date su linije jednakog procentualnog sadržaja metana na celom polju uz tačne podatke za sve otvorene delove rudarskih prostorija, kako je to naznačeno na sl. 2.

Vazдушna struja sa procentualnim sadržajem metana preko 2‰ zasenčena je crnom bojom.

Na slici 3 prikazana je gasna situacija vrha širokog čela broj 5, nakon šestodnevne obustave rada separatnog ventilatora. Na slici 4 dat je isti prikaz kao na sl. 3, samo za normalni rad separatnog ventilatora, kao i dijagram punjenja slepog kraka širokog čela broj 5 u funkciji vremena (sl. 5). Linije jednako procentualnog sadržaja metana (sl. 4) pokazuju da se celokupan radni prostor na oba široka čela nalazi u granicama dozvoljenih koncentracija.

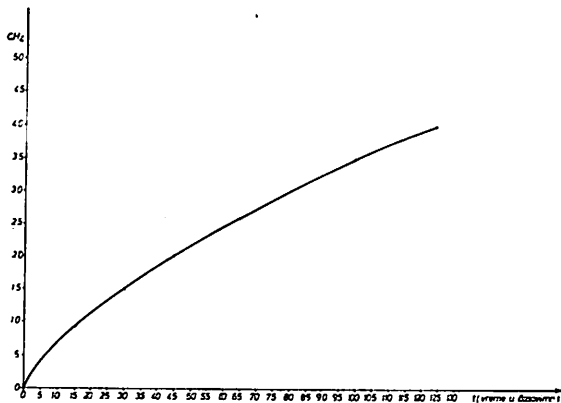
Visoki sadržaji metana nalaze se u dubokom starom radu širokog čela br. 6 i vrhu starog rada širokog čela br. 5 (sl. 2). Snimljeni potencijali (energija za pokretanje vaz-



Sl. 4 — Linije jednakih procentualnih sadržaja metana pri normalnom radu separatnog ventilatora.

Fig. 4 — Lines of equal shares of methane during normal operation of the separate fan.

duha), pokazuju da je ukupni pad depresije, na liniji širokih čela, 1 mm VS. Ovakav sistem ventilaciono je vrlo stabilan i poremećaj u šemi strujanja vazduha moguć je samo kod drastičnih promena u ventilacionoj mreži.



Sl. 5 — Teoretski dijagram punjena metanom slegop kraka vrha širokog čela br. 5 u funkciji vremena.

Fig. 5 — Theoretical diagram of filling of the blind drive at the top of longwall face No. 5 with methane regarding the function of time.

Kako je za pokretanje većih količina metana sa visokim procentualnim sadržajem u otvorene delove rudarskih prostorija, (radni prostor) neophodna izmena u šemi strujanja vazduha, u daljem tekstu analiziraju se mogućnosti koje mogu dovesti do ove promene.

#### Prikazi mogućih neregularnih načina provetravanja sa posledicom akumulacije metana u radnom prostoru širokog čela br. 5

##### Obustavljen rad separatnog ventilatora na vrhu širokog čela broj 5

Analiza ove varijante pokazuje da se najbrža destabilizacija šeme strujanja vazduha u aktivnim delovima širokih čela postiže obustavom rada ventilatora uz jednovremeno akumuliranje metana u slegom kraku širokog čela br. 5 (slepi krak širokog čela koji se provetrava radom ventilatora ima u šemi strujanja količinu vazduha od cca 120 m<sup>3</sup>/min. koja nestaje obustavom rada ventilatora).

Na slici 4 data je gasna situacija kod normalnog rada ventilatora i dijagram punjenja metana u funkciji vremena. Dijagram

sl. 5 konstruisan je na osnovu analitičkog izraza:

$$T = \frac{\ln \frac{q}{q - CQ \cdot K}}{Q \cdot K \cdot 60} \quad (\text{časovi})$$

$$V$$

Na sl. 6 dat je detalj koji objašnjava situaciju nastalu pri osmočasovnoj obustavi rada separatnog ventilatora (vreme obustave odgovara stvarno nastaloj situaciji u jami).

Kako se iz datih priloga vidi, u naznačenom periodu obustave rada ventilatora dolazi do značajne promene u procentualnim sadržajima metana aktivnog dela vrha širokog čela br. 5. Prosečna koncentracija metana iznosi 5% a maksimalna 10%. Ukupna količina eksplozivne smeše sa prosečnim procentualnim sadržajem od 5% metana iznosi cca 150 m<sup>3</sup>.

Eksplozivna koncentracija sa prosečnim graničnim sadržajem metana od 5—15% nalazi se u starom radu vrha širokog čela i ne može se tačno proceniti bez detaljnijih sondažnih ispitivanja.

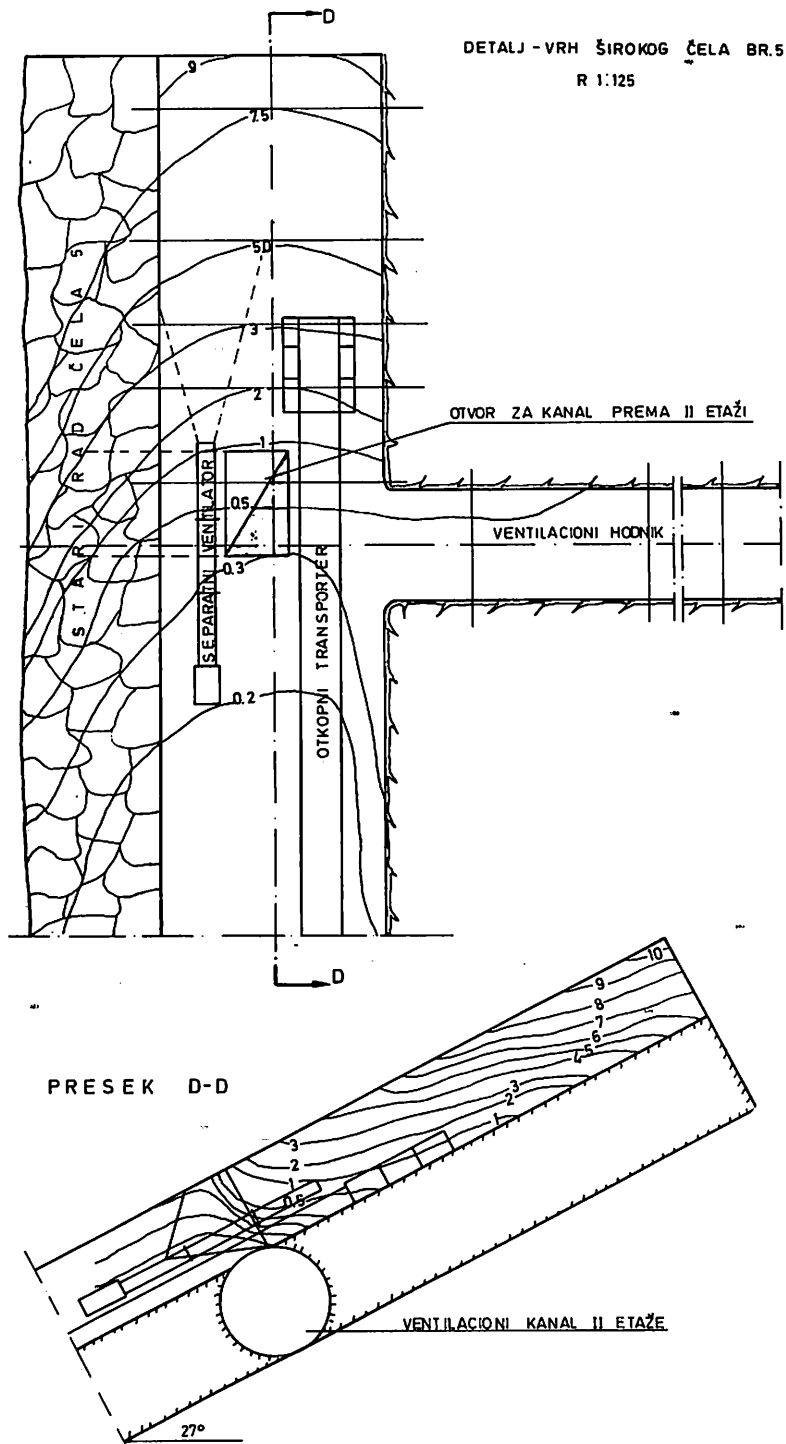
Osmočasovnom obustavom rada ventilatora formirana je eksplozivna koncentracija u radnom prostoru vrha širokog čela br. 5, te se ovakav akt može označiti kao prvi slučaj drastične destabilizacije ventilacionog sistema sa mogućim katastrofalnim posledicama.

Naknadno uključivanje u rad separatnog ventilatora predstavlja drugi slučaj drastične destabilizacije novoformiranog ventilacionog sistema, uz dalji transport eksplozivnih koncentracija u ventilacioni hodnik izlazne vazdušne struje oba široka čela. Ova situacija prikazana je na sl. 7.

Uključivanjem separatnog ventilatora, transport ukupne mase eksplozivne koncentracije, sa prvog lokaliteta na drugi, obavlja se sukcesivno za vreme od 6—12 minuta zavisno od koeficijenta turbulენტne difuzije koji nije tačno utvrđen.

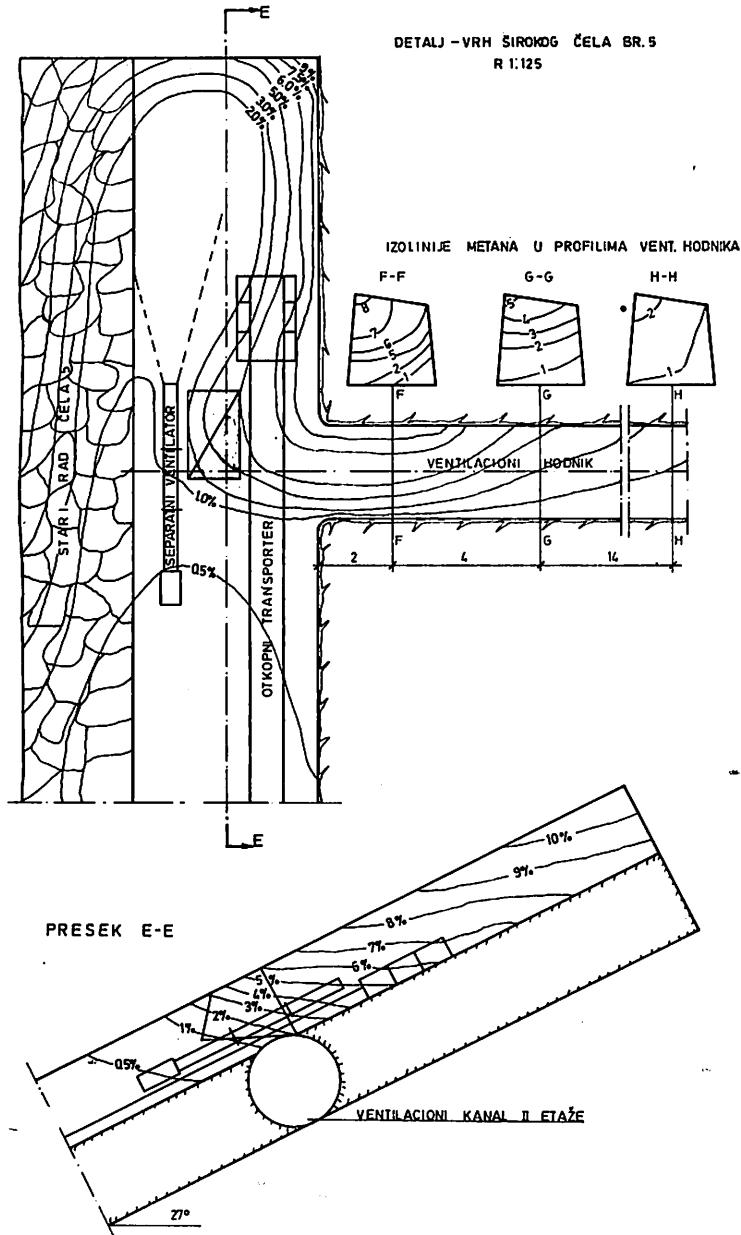
$$t = \frac{V}{Q \cdot K} \text{ min}$$

$$t = \frac{150}{120 \cdot 0,1 (0,2)} = 6 - 12 \text{ min}$$



Sl. 6 — Linije jednakih procentualnih sadržaja metana — separadni ventilator ne radi 8 časova.

Fig. 6 — Lines of equal shares of methane — separate fan out of operation for 8 hours.



Sl. 7 — Linije jednakih procentualnih sadržaja metana neposredno po uključivanju separatnog ventilatora posle stajanja od 8 časova.

Fig. 7 — Lines of equal shares of methane immediately after starting of the separate fan after an 8 hour non operation period.

Praktičnim eksperimentom dokazano je vreme pražnjenja koje se kreće u ovim granicama.

Prosečna koncentracija metana u ventilacionom hodniku, za vreme od 6—12 minuta iznosi:

$$C_v \cdot H = \frac{q_v H 100}{Q V H} \%$$

$$q \cdot S \cdot K = \frac{Q_v \cdot C \cdot sk}{100} = \frac{120 \cdot 5}{100} = 6 \text{ (m}^3 \text{ CH}_4\text{/min)}$$

Kako svežom vazдушnom strujom dolazi u istom vremenskom intervalu 1,5 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min ukupni debit metana iznosi:

$$q_{VH} = 6 + 2,7 = 8,7 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$$

$$Q_{VH} = \frac{8,7 \cdot 100}{450} \cong 2,0\%$$

Ova prosečna koncentracija metana stvara povoljne uslove za mogućnost eksplozije ugljene prašine (vidi dijagram na sl. 12).

Označeni događaj transporta akumulacije metana ne odvija se kontinualno jednakim intenzitetom već se u prvoj fazi pražnjenja (prelazni gasodinamički režim) transportuju izrazito velike koncentracije eksplozivne smeše u vidu gasnog čepa nastalog usled dinamičkog udara vazdušne struje. Ova faza traje relativno kratko vreme, oko 30 sekundi. Dalje pražnjenje eksplozivne koncentracije odvija se približno kontinualno uz sukcesivno smanjenje koncentracija u slepom kraku vrha čela u prvom delu ventilacionog hodnika na sudaru dveju vazdušnih struja.

Važno je napomenuti da gornji bok ventilacionog hodnika na dužini 5—6 m ostaje duže u granicama eksplozivnih koncentracija.

Na sl. 7 prikazana je situacija nastala za vreme dinamičkog udara dok sve ostale situacije u trajanju od 6—12 minuta pokazuju izrazito smanjenje eksplozivnih koncentracija metana u ventilacionom hodniku.

Napominje se da postoji očigledna razlika u vremenu trajanja eksplozivnih koncentracija u radnom prostoru širokog čela označenih kao prvi, odnosno drugi slučaj (osam časova prvi slučaj, šest minuta drugi slučaj).

U svim do sada navedenim priložima dat je horizontalni i vertikalni raspored konstatovanog procentualnog sadržaja metana. Zavisno od lokacije mogućih izvora paljenja eksplozivne smeše i razvoja događaja (nije predmet ove analize) može se bliže odrediti mesto paljenja eksplozivne smeše s tim da se ucrtane izolinije prihvate u tolerantnim granicama.

Kako se na vrhu širokog čela događa sudar dveju vazdušnih struja nestacionarnog kretanja nastalo turbulentno kretanje može pomerati konstatovane izo-linije, za nekoliko

desetina centimetara zavisno od rada glavnog i položaja separatnog ventilatora, zatim od geometrijskih karakteristika pojedinih delova rudarskih prostorija, kretanja lokomotiva, otvaranja vrata i rada na izolacionim pregradama, promena barometarskog stanja i dr.

Ventilaciona situacija za vreme osnovnih karakteristika pokazala je odstupanje od normalne situacije na vrhu širokog čela br. 5, usled šestodnevne obustave rada separatnog ventilatora. Gasno stanje za ovu situaciju dato je na sl. 2. i 3.

Merenjem utvrđeno vreme punjenja poklapa se sa teoretskom krivom punjenja (sl. 5).

Kratak spoj vazdušne struje na uskopu »stara traka« — »otvorena vrata«

Pretpostavili smo da su radnici dolaskom na posao ostavili otvorena vrata na uskopu »Stara traka« (vidi sl. 1 i 13).

Prirodna raspodela vazduha za ovu ventilacionu situaciju pokazuje da se na širokim čelima smanjuje ukupna količina vazduha od 450 na 280 m<sup>3</sup>/min. U momentu uspostavljanja kratkog spoja nastaje prelazni gasno-dinamički režim i pad prosečnih koncentracija metana na svim otvorenim delovima rudarskih prostorija za cca 30%.

Ova situacija traje oko 10 minuta nakon čega dolazi do laganog povećanja koncentracije metana do vrednosti koja je za 30—40% veća od prvobitne (kod 450 m<sup>3</sup>/min vazduha).

Kako normalna ventilaciona situacija pokazuje niske procentualne sadržaje (0,1—1,0 odsto) ovakvo povećanje ne stvara eksplozivne koncentracije ukoliko se održi normalni režim provetravanja (rad separatnog ventilatora). Kod viščasovnog kratkog spoja došlo bi do povećanja koncentracije na kontaktima sa starim radom, u vrhovima širokih čela, iznad granica dozvoljenih propisima i eventualno usko lokalizovanih zona eksplozivne koncentracije.

Prema podacima Rudnika isključuje se viščasovni kratki spoj. Čak i u slučaju njegovog postojanja, kod normalnog rada separatnog ventilatora ne može se govoriti o eksplozivnoj akumulaciji i radnim prostorijama



sa takvim lokalitetom pogodnim za paljenje eksplozivne smeše (u neposrednom starom radu konstantno je prisutna akumulacija eksplozivne smeše).

U ovakvom slučaju došlo bi samo do neznatnog pomeranja većih koncentracija iz starog rada prema zadnjem redu stupaca, naročito na slepom kraku širokog čela br. 6.

#### **Recirkulaciono dejstvo separatnog ventilatora na vrhu čela br. 5**

Povećane koncentracije metana mogu da nastupe u sledećim slučajevima:

- nepravilan položaj separatnog ventilatora u odnosu na izlaznu struju slepog kraka
- nepravilan položaj u odnosu na stari rad sa usisne strane separatnog ventilatora
- nedovoljna protočna količina vazduha na mestu separatnog ventilatora.

Na sl. 4 data je dispozicija separatnog ventilatora sa izolinijama procentualnog sadržaja. Dati podaci isključuju mogućnost nastajanja prva dva slučaja.

Protočna količina vazduha na širokom čelu br. 5 iznosi 280 m<sup>3</sup>/min. Kako orijentaciona količina vazduha koju je davao separatni ventilator iznosi oko 120 m<sup>3</sup>/min, povećanje protočne količine vazduha iznosi 2,3.

Minimalno-neophodni faktor povećanja protočne količine iznosi 1,25, te se i ovaj slučaj isključuje.

#### **Promena barometarskog pritiska i prodor metana u radni prostor**

U tablici datoj na sl. 13 prikazane su promene barometarskog stanja u vremenskom intervalu od 13. III u 24,00 do 14. III u 8 časova. Ukupni pad barometarskog pritiska iznosi 3 mm Hg što je značajna vrednost, koja može doneti povećanje procentualnih sadržaja za max 20% u svim otvorenim rudarskim prostorijama. Zato se i ova situacija isključuje kao mogućnost akumulacije metana.

#### **Rušenje visoke krovine i potiskivanje metana u radni prostor**

Pregledom stanja širokih čela nije konstatovano povećanje pritiska i odgovarajućih deformacija profila koji su karakteristični za rušenje visoke krovine. Korak zarušavanja, kod primene ove metode otkopavanja, veći je od 50 m te se ni teoretski ne može očekivati potiskivanje metana iz starog rada širokih čela.

#### **Prodori metana u radni prostor iz nepoznatih organogenih niželežćih sedimenata**

U studiji »Metanonsnost ugljenih slojeva ZSBRMU« koju je radio Rudarski institut Beograd, konstatovano je sledeće:

»Uticao sekundarnih pojava gasova iz ne-definisanih organogenih sedimenata (naftni slojevi, niželežći ugljeni slojevi, ležište zemnog gasa) može da limitira dalju eksploataciju u pojedinim delovima bazena, i sa rasednim zonama stvara uslove za katastrofalne prodore eksplozivnih gasova pod pritiskom.« Detalji koji ukazuju na ovaj zaključak dati su u pomenutoj studiji.

Poreklo gasova u rasednim zonama, koji nemaju karakteristike gasa ugljenog sloja, nije definitivno utvrđeno, a ove pojave konstatovane su na tri mesta u celom bazenu: Karaulski prekop u jami »Orasi« na kome je došlo do dve katastrofe 1934. i 1965. godine, VI-međusprat u Staroj jami Rudnika Kakanj i mesto sadašnje katastrofe u jami »Sretno«. Ovaj podatak suviše je indikativan da bi predstavljao samo slučaj.

Osnovno obeležje koje ukazuje na različito poreklo gasa je sadržaj zasićenih ugljovodonika  $C_nH_{2n+2}$ . Ovi ugljovodonici pojavljuju se u uglju u procentima od 1—2%, najčešće 0%. U rudarskim prostorijama mogu se konstatovati samo kod jamskih požara. Manje količine ugljovodonika vezane su za proces metamorfizma ugljene materije, dok su veće količine ozbiljna indikacija o postojanju naftonosnih ili gasnih ležišta.

Ilustracije radi navodi se sledeći tabelarni pregled za Srednjobosanski bazen:

Tablica 1

## Glavni sloj

Dubina, m	Viši ugljovodonici obračunati kao etan		Lokalitet
	%	m <sup>3</sup> /t <sub>eu</sub> (na kp/cm <sup>2</sup> )	
»Stara jama« — Zenica			
539	0,0	0,00	Krovna partija čelo 67
580	0,0	0,00	Krov. part. pripr. — sever
»Raspotočje«			
4,0	0,0	0,00	Široko čelo 10
420	0,0	0,00	Široko čelo 11
470	0,0	0,00	Široko čelo 15

Tablica 2

## Povlatni sloj

Dubina, m	Viši ugljovodonici obračunati kao etan		Lokalitet
	%	m <sup>3</sup> /t <sub>eu</sub> (na kp/cm <sup>2</sup> )	
»Stara jama« — Zenica			
500	0,0	0,00	Priprema
608	0,0	0,00	Priprema
Okno »Sretno« — Breza			
182	0,0	0,00	Ahmetovica — vrh širokog čela
205	0,8	0,01	Ahmetovica — sredina šir. čela
217	0,0	0,00	Ahmetovica — donji deo čela
290	0,0	0,00	Prhinje, priprema 11
275	5,6	0,13	Prhinje, priprema 15 x <sup>1</sup>

Tablica 3

## »Oraški sloj«

Dubina, m	Viši ugljovodonici obračunati kao etan		Lokalitet
	%	m <sup>3</sup> /t <sub>eu</sub> (na kp/cm <sup>2</sup> )	
75	0,5	0,01	Čelo 212
85	1,3	0,03	Čelo 211
100	5,9	0,20	Karaul. prek. ventil. hod.
95	9,3	0,26	Karaul. prek. vent. hod. x <sup>1</sup>
98	6,5	0,08	Karaul. prek. osnov. hod.
99	3,2	0,03	Karaul. prek. osnov. hod.
100	6,0	0,13	Karaul. prek. osnov. hod.

x<sub>1</sub> — posebno su označene karakteristične pojave.

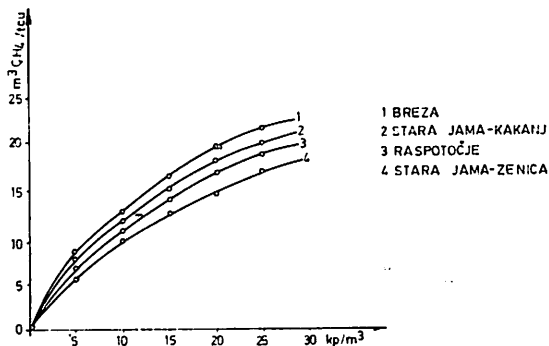
Tablica 4

Dubina, m	Viši ugljovodnici obračunati kao etan		Lokalitet
	%	m <sup>3</sup> /t ču (na kp/cm <sup>2</sup> )	
»Stara jama« Kakanj			
300	3,2	0,05	VI međusprat x <sup>1</sup>
349	—	—	VIII sprat zapadno krilo
457	1,0	0,01	VIII sprat, čelo, šarena ploča
457	—	—	VIII sprat, čelo, podina
462	0,3	0,2	VIII sprat, čelo, ugajl
464	0,2	0,01	IX sprat, priprema, istok
460	0,3	0,02	IX sprat, zapadno krilo bušotina Modrinje
250	—	—	

U pomenutom elaboratu navedeno je:

»U procenama potencijalne opasnosti od eksplozivnih gasova, u nekim područjima bazena, tj. području »Oraha«, »Stare jame« — Kakanj, jame »Sretno« i verovatno »Modrinje« mora se uzeti u obzir činjenica da se pored metana u ovim delovima bazena javljaju i zasićeni ugljovodnici«.

Iz izoterme sorpcije, koja se daje na sl. 8, vidi se da posle »karaulskog prekopa« ugajl u jami okna »Sretno« ima najizraženije sorpcione karakteristike (sorpcija — desorpcija), odnosno na istom pritisku može primiti, odnosno ispustiti najveću količinu metana.



Sl. 8 — Dijagram izoterme sorpcije za posmatrano područje Srednjobosanskog bazena za glavni sloj.

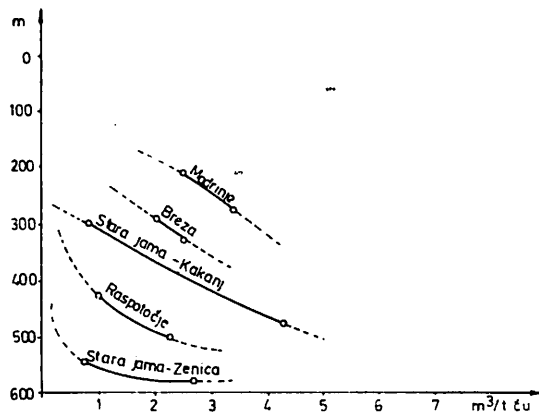
Fig. 8 — Diagram of sorption isotherms for the main seam of the observed area of Middle-Bosnian Basin.

Merenjima je takođe utvrđena i velika brzina desorpcije.

Mali pritisci gasa u sloju (gasa čije je pokretno vezano za ugljeni sloj) stvaraju malu mogućnost za opasnu eksploataciju (pritisak od 2—4 at); ukoliko ugljeni sloj na rasednim zonama dođe u kontakt sa gasom koji genetski nije vezan za ugajl, a gas se nalazi pod

visokim pritiskom, doći će do naglog porasta prirodne metanonosnosti samo vrlo malog dela ugljenog sloja koji kontaktira sa rasedom. Ovakve pojave najčešće se ne primećuju u fazi otvaranja, odnosno, konstatuje se neznatno povećanje metanoobilnosti pripremnog radilišta.

U fazi otkopavanja otvaraju se veće površine ugljenog sloja i stvara veća mogućnost za desorpciju delova sloja sa visokom prirodnom metanonosnošću.

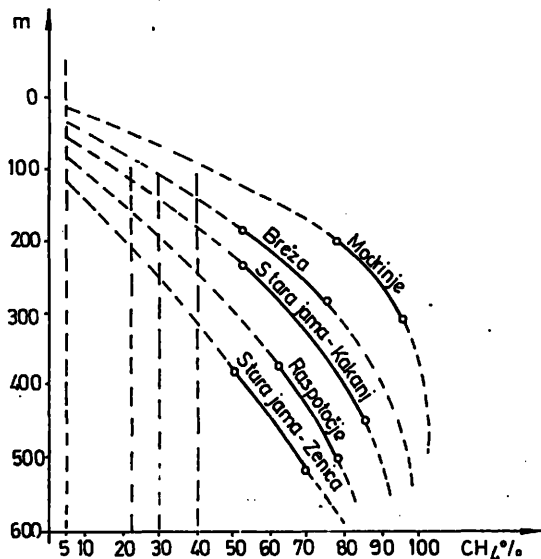


Sl. 9 — Dijagram promene zaostale metanonosnosti sa dubinom za glavni sloj.

Fig. 9 — Diagram of changes in the residual methane content with depths for the main seam.

Navedene činjenice ilustruju se i kroz dijagram promene procentualnog sadržaja metana sa dubinom i dijagramom promene zaostale metanonosnosti sa dubinom koje se daju na slikama 9 i 10.

Na osnovu iznetih činjenica može se konstatovati da za stvaranje eksplozivnih koncentracija metana nije neophodna samo promena u ventilacionom sistemu, već je moguća pojava bilo prodora gasa, koji genetski



Sl. 10 — Orijentacioni dijagram promene procentualnog sadržaja metana sa dubinom za glavni sloj.

Fig. 10 — Orientation diagram of change in the share of methane including depth for the main seam.

nije vezan za sloj, u radne prostorije, bilo povećane desorpcije uglja sa visokom metanonosnošću.

Prodor gasa manje je verovatna činjenica, pošto bi se osetio u protočnoj vazdušnoj struji. Ova pojava redovno je snažnije prirode, praćena izbacivanjem uglja i do sada nije konstatovana u Srednjobosanskom bazenu. Kratkotrajno povećanje metanonosnosti, odnosno odgovarajuće metanoobilnosti, nije isključeno. Ova pojava teško se primećuje i najverovatnije često se događa u redovnoj eksploataciji. Kontrola ove pojave je moguća, ali zahteva specijalna merenja i opremu.

Pojava eksplozivnih koncentracija metana u otvorenim delovima rudarskih prostorija, razmatrana kroz ovaj faktor u normalnoj ventilacionoj struji, manje je verovatna, pošto bi kod povećane metanoobilnosti količina vazduha oko 500 m<sup>3</sup>/min verovatno razredila povećani priliv metana i dala veće opšte zagađenje.

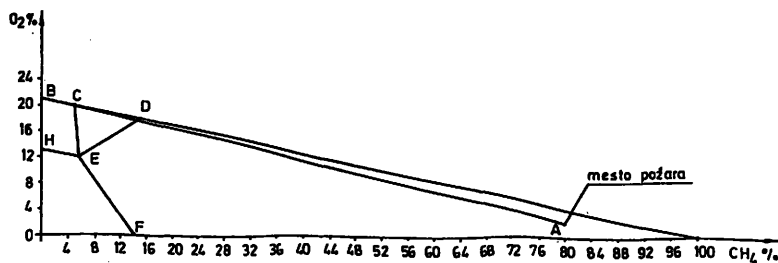
Varijanta povećanja desorpcije, uz prvi slučaj (obustava rada ventilatora) je daleko verovatnija pojava, iz razloga što se vrh širokog čela nalazi u rasednoj zoni i što se u njega stiču strujnice koje odnose metan iz starog rada.

**Razređivanje koncentracije metana u starom radu na mestu ranijeg požara.**

U izolovanim jamskim prostorijama iza širokih čela, pre početka otkopavanja polja P<sub>3</sub>, bio je razvijen jamski požar, koji je izolovan jednim zidom i jednom pregradom. Postojala je pretpostavka da je moglo doći do poremećaja izolacionih objekata i aktiviranja jamskog požara.

Teoretska razmatranja pokazuju da je ovaj slučaj moguć samo ukoliko postoji dovoljna protočna količina vazduha na lokalitetu požara. U priloženom dijagramu na sl. 11 vidi se da tačka »A«, koja obeležava verovatno stanje, prolazi kroz trougao eksplozivnosti prilikom razređivanja. Da bi došlo do eksplozije neophodno je da na mestu požara postoji temperatura od minimum 650°C, što je neizvesno i minimalni sadržaj kiseonika od 14—16%, što nije verovatno. Prodiranje neophodne količine svežeg vazduha u duboki stari rad na dužini od oko 20 m, kod depresije od 1 mm VS nije moguće.

Na osnovu izloženog ova varijanta se isključuje.



Sl. 11 — Karakter izmene smese metana i vazduha na dijagramu eksplozivnosti.

Fig. 11 — Character of change in the methane — air mixture on the explosibility diagram.

### Zaključak o poreklu metana, njegovom lokalitetu i koncentracijama

Ispitivanja i analize ukazuju da je najverovatniji događaj, koji je prouzrokovao formiranje eksplozivnih koncentracija metana, nastao obustavom rada separatnog ventilatora na vrhu širokog čela broj 5. Dalji transport eksplozivnih koncentracija moguće je samo ponovnim uključivanjem ventilatora u rad.

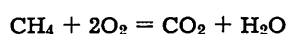
Mehaničko i termičko dejstvo eksplozije manifestuje se na vrhu širokog čela br. 5 i u ventilacionom hodniku što takođe potvrđuje izvedeni zaključak.

**Osnovne karakteristike procesa sagorevanja metana, eksplozije smeše metana i vazduha, smeše metana-vazduha i ugljene prašine, kao i eksplozije smeše vazduh-ugljena prašina**

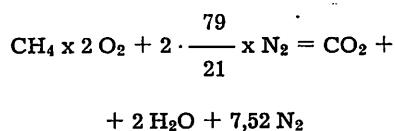
U cilju potpunijeg sagledavanja uticajnih elemenata, koji su prouzrokovali katastrofu, daju se najkarakterističniji pokazatelji eksplozije metana u smeši sa vazduhom.

Najvažnija osobina metana je njegova sklonost sagorevanju i sposobnost da zapaljen u povoljnoj smeši sa vazduhom, eksploDIRA.

Sagorevanje metana sa eksplozivnim dejstvom se odvija po sledećoj hemijskoj reakciji:



odnosno:



Sagorevanje je praćeno oslobađanjem toplote koja iznosi 210 kcal/g-molu.

Iz hemijske reakcije sagorevanja vidi se da su za sagorevanje jedne zapreminske jedinice (m<sup>3</sup>) metana potrebne dve zapreminske jedinice kiseonika, odnosno 2 + 7,52 = 9,52 zapreminskih jedinica vazduha.

Potpuno sagorevanje metana je moguće samo ako su ispunjeni ovi zapreminski od-

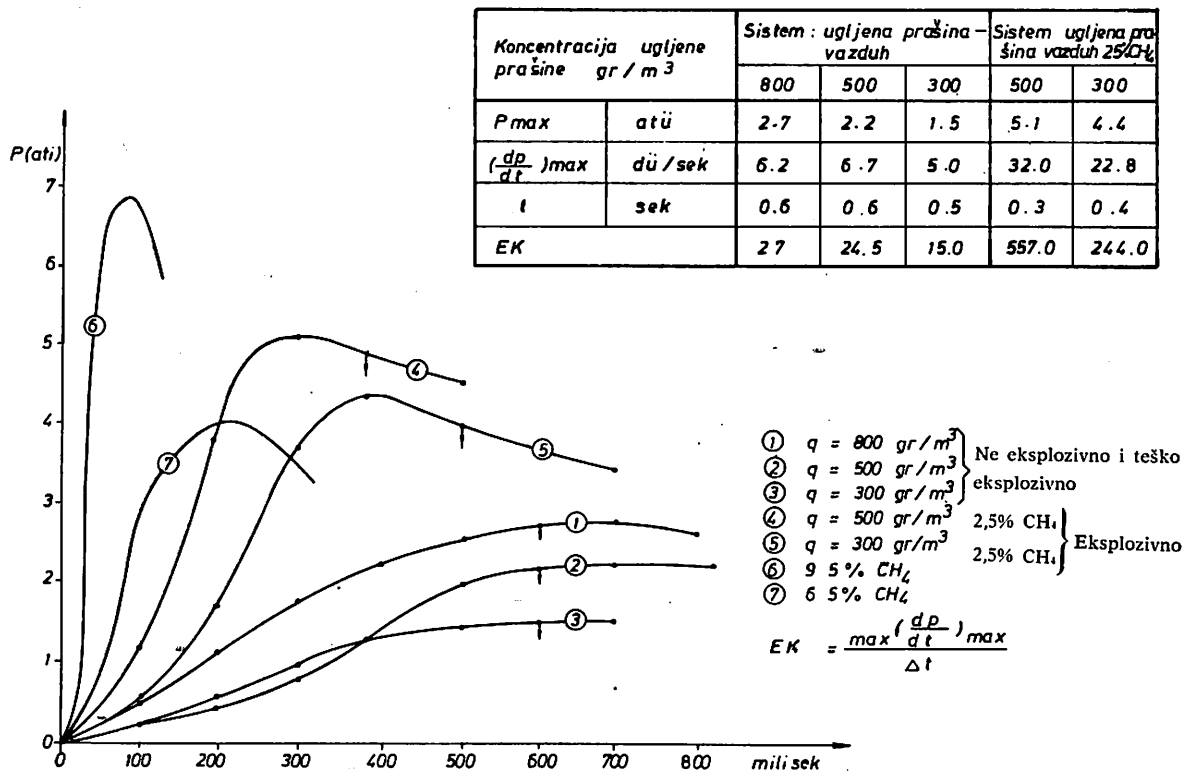
nosi tj. ako procentualni sadržaj metana u vazduhu iznosi:

$$\text{CH}_4 = \frac{1}{10,52} \cdot 100 = 9,5\%$$

Temperatura pri kojoj dolazi do upaljenja metana uglavnom zavisi od koncentracije metana u vazduhu, pritiska i sadržaja kiseonika u vazduhu, i kreće se u granicama od 645 do 850°C.

Sagorevanje metana ne nastaje istovremeno kada i njegovo zapaljenje, već gorenje počinje sa izvesnim zakašnjenjem — indukcioni period, čija dužina zavisi i od temperature izvora toplote, pritiska pod kojim se nalazi gasna smeša i sadržaja metana u vazduhu. Primera radi navodi se da indukcioni period kod temperature izvora toplote od 650°C iznosi 10 sekundi, pri temperaturi izvora toplote od 1000°C iznosi svega 1 sekundu, dok kod temperature izvora toplote od 1200°C iznosi 0,02 sekunde. Ako je sadržaj metana u vazduhu manji od 5%, sagorevanje postoji samo u neposrednoj okolini izvora temperature paljenja. Eksplozija je najopasniji vid sagorevanja metana, čiji intenzitet i brzina rasprostiranja zavise pre svega od procentualnog sadržaja kiseonika i metana u vazduhu. Najjača eksplozija nastaje ako se metan i kiseonik, odnosno metan i vazduh, nađu u odnosima navedenim kod objašnjenja hemijske reakcije sagorevanja metana, odnosno ako procentualni sadržaj metana u vazduhu iznosi 9,5%. Za donju granicu eksplozivnosti smeše metana i vazduha zavisno od temperature, pritiska i sastava janskog vazduha utvrđen je sadržaj metana u vazduhu od oko 5%, a za gornji sadržaj metana, od oko 14%. Pri stabilnim koncentracijama metana od 14% smeša vazduha i metana nije eksplozivna, već na izvoru toplote uz konstantno dovođenje vazduha, odnosno kiseonika, sagoreva mirnim plamenom. Temperatura eksplozije smeše metana i vazduha kod sadržaja metana u vazduhu od oko 9,5% iznosi u trenutku eksplozije 2.650°C. Kod graničnih eksplozivnih koncentracija ova temperatura je znatno niža i iznosi oko 1.500°C.

Iz Gey—Lisak-ovog zakona, pri kome gasovi pri zagrevanju od 1°C povećanja temperature povećavaju svoju zapreminu za



Sl. 12 — Karakteristične krive eksplozije metana i ugljene prašine.  
 Fig. 12 — Characteristic curves of methane and coal dust explosions.

1/273-ći deo svoje prvobitne zapremine, proizilazi da se zapremina gasova eksplozije, zavisno od temperature vazduha, kod temperature eksplozije od 1.500°C, povećava za 5,4 puta, a kod temperature od 2.650°C za oko 10 puta.

Kako se eksplozija događa i rasprostire brzinom koja može da dostigne nekoliko stotina metara u sekundi, to se naglo povećanje zapremine gasova u jami odražava kao snažan primarni udar.

Pravac ovog udara, koji odgovara usmerenom kretanju eksplozivnog talasa, praćen je reakcijom metana i kiseonika i obrazovanjem ugljendioksida i vodene pare (slučaj potpune oksidacije).

Kao posledica naglog hlađenja gasova na temperaturu okoline i kondenzacije vodene pare, u predelu eksplozije dolazi do stvaranja vakuuma što obrazuje sekundarni (povratni) udar, takođe snažnog razornog dejstva. Udar eksplozije može se u jamskim uslovima odraziti i proširiti na velike udaljenosti. Razorno dejstvo eksplozije je znatno veće ako se širi u jednom pravcu nego u više pravaca. Teoretski, pritisak eksplozije po Mariottovom zakonu iznosi 10 atm. ali je optima u zatvorenom prostoru ustanovljeno da iznosi oko 6,8 atm (vidi sliku 12).

Važno je podvući razliku pri eksploziji eksploziva u odnosu na eksploziju metana i ugljene prašine. Kod eksplozije eksploziva gorenje se brzo gasi dok kod eksplozije metana i ugljene prašine udarni val dobija nova svojstva usled nastavka gorenja. Menja ju se pritisak, brzina komprimovanja gasa i struktura talasa. U ovom slučaju udarni talas ne prestaje već narasta i prostire se sve većom energijom na veća odstojanja. Posebno je značajan uticaj turbulentnosti koja stvara veću brzinu plamena u sredini prostorije, te se plamen izdužuje napred, stvara se veća opšta površina gorenja, a izdužni vrh predstavlja novi izvor zapaljenja, bilo metana, bilo ugljene prašine (igra ulogu novog izvora zapaljenja).

Proces prelaska gorenja u eksploziju događa se na rastojanju koje je jednako veličini nekoliko prečnika prostorije. Na križištima gde je turbulentna difuzija najveća stvaraju se pogodni uslovi za brže prerastanje laganog gorenja u eksploziju. Iako je opšti pritisak eksplozija od 6—7 atm. pri udaru o prepreke nastaju pritisci i do 260 atm. Zato su posledice eksplozije neravno-

merne, u zavisnosti od toga da li se udarni val kretao ravnom prostorijom ili je na svom putu imao prepreka. Povratni udar traje kratko vreme koje iznosi približno  $2,5 \times 10^{-3}$  sekundi.

Pošto postoji indikacija o učešću ugljene prašine u eksploziji daju se osnovni kriterijumi za ocenu njenog učestvovanja. Zone najvećeg rušenja funkcije su već iznetih parametara, a mogu se objasniti i učešćem ugljene prašine kod malih količina eksplozivnih smeša metana.

### Mogućnost učešća ugljene prašine u eksploziji

Kriterijumi za ocenjivanje učešća prašine u eksploziji su sledeći:

- da težinski procenat isparljivih materija u ugljenoj prašini bude veći od 14%.
- da sedimentaciona koncentracija prašine  $g/m^3$  bude dovoljna za eksploziju.

$P \cdot dp/dt$

Eksplzivna karakteristika ( $E_k = \frac{P \cdot dp/dt}{t}$ )

za sistem vazduh-prašina i sistem vazduh-prašina i 1,5 do 2,5%  $CH_4$ ,  $E_k$  veće od 50 (oko 2.000  $E_k$  su snažne eksplozije, oko 1.000  $E_k$  srednje jake, od 50—500  $E_k$  su slabije eksplozije).

Brzina eksplozije, odnosno pritisak eksplozije je u funkciji vremena (što je veća brzina, eksplozija je snažnija).

- Vreme trajanja eksplozije; što je vreme kraće eksplozija je snažnija (osnovni kriterijum za procenu je odnos pritiska, brzine eksplozije i vremena trajanja dat kao  $E_k$ ).

Svi navedeni elementi pokazuju potencijalnu mogućnost učestvovanja prašine u eksploziji. Da li je prašina učestvovala u eksploziji određuje se još i kroz sledeće kriterijume:

- smanjenje procentualnog sadržaja isparljivih materija u odnosu na njihov normalni sadržaj u uglju (tehnička analiza);
- povećanje procentualnog sadržaja koks u odnosu na normalni sadržaj u uglju (tehnička i mineraloško-petrografska analiza)

— odnos J. H. Jonos-a i J. C. — Tricketta dat izrazom:

kod eksplozije metana

$$\frac{\text{CO}_2 + 3/4 \text{CO} - 1/4 \text{H}_2}{\text{korišćeni O}_2} < 0,5$$

kod eksplozije ugljene prašine

$$\frac{\text{CO}_2 + 3/4 \text{CO} - 1/4 \text{H}_2}{\text{korišćeni O}_2} \text{ od } 0,5 \text{ do } 0,87$$

— odnos C/H Autori: A. K. Chosc i B. D. Banerjee

$$\frac{C}{H} = \frac{6(K_1 + L_1 + N_1 + 2P_1)}{2(X_1/3,78 - Y_1 - K_1 + P_1 + N_1) + M_1 - L_1}$$

gde su:

$$\begin{aligned} K_1 &= \% \text{CO}_2 \\ L_1 &= \% \text{CO} \\ N_1 &= \% \text{CH}_4 \\ P_1 &= \% \text{C}_2\text{H}_4 \\ M_1 &= \% \text{H}_2 \\ X_1 &= \% \text{O}_2 \\ Y_1 &= \% \text{O}_2 \end{aligned}$$

eksplozije metana

$$C/H = 2,3 - 2,8$$

Zone bez eksplozije

$$C/H \text{ manje od } 2,3$$

Eksplozija ugljene prašine

$$C/H = \text{od } 2,3 \text{ do } 16$$

Karakteristike eksplozije ugljene prašine slične su karakteristikama eksplozije metana s tim što su eksplozije prašine znatno snažnije. Kvalitetni sastav jamskog vazduha posle eksplozije metana, odnosno metana i prašine zavisi od procentualnog sadržaja metana i koncentracije prašine.

U principu sadržaj CO<sub>2</sub> i CO kod eksplozije prašine je veći.

**Utvrđivanje učešća ugljene prašine u eksploziji**

Uzorci ugljene prašine uzeti su za analizu (mesta uzorkovanja označena su na sl. 13) 53 časa posle eksplozije. Prašina je uzeta sa bokova, stropa i podgrade jamskih prostorija. Pre uzorkovanja prašine izneti su nesrećeni i izvršeno raščišćavanje srednjeg hodnika, tako da je u tom međuvremenu nataložena i sveža prašina naročito u ventilacionom hodniku. Radi ove činjenice svi do-

biveni rezultati su uolažili stvarno učešće ugljene prašine u eksploziji.

Na slici 13 tabelarno su dati karakteristični parametri učešća ugljene prašine u eksploziji po svim navedenim kriterijumima i pokazuju sledeće:

- sve rudarske prostorije revira P—3 imaju nataložene minimalne eksplozivne koncentracije preko 300 g/m<sup>3</sup>;
- ugalj sadrži više od 14<sup>o</sup>/o isparljivih (kreću se od 32—40<sup>o</sup>/o)
- pritisak eksplozije ugljene prašine (sl. 12) koja bi nastala usled eksplozije samo prašine u svim prostorijama revira P—3 izuzev ventilacionog hodnika iznosi oko 2 atm, što pokazuje malu mogućnost nastajanja eksplozije (0,1<sup>o</sup>/o metana);
- pritisak eksplozije ugljene prašine koja bi nastala u ventilacionom hodniku sa 1,7<sup>o</sup>/o CH<sub>4</sub>, nakon pražnjenja akumulacije iznosi od 4—5 atm. Ove vrednosti pokazuju da postoje uslovi za eksploziju;
- brzina porasta pritiska izrazito je veća kod ugljene prašine u ventilacionom hodniku (strme krive na sl. 12);
- ukupno vreme trajanja eksplozije ugljene prašine u ventilacionom hodniku je kraće;
- vrednosti za E<sub>k</sub>, u svim rudarskim prostorijama revira P—3, izuzev ventilacionog hodnika, kreću se od 15—27, što je manje od minimalno potrebnog kriterijuma E<sub>k</sub>—50, te su i po ovom parametru eksplozivno bezopasne;
- u ventilacionom hodniku E<sub>k</sub> se kreće od 244—557 što ukazuje da su u njemu bile moguće slabe eksplozije;
- odnos C/H, u svim rudarskim prostorijama izuzev ventilacionog hodnika manji je od 2,3 što pokazuje da u njima nije bilo eksplozije metana ni ugljene prašine;
- odnos C/H u ventilacionom hodniku iznosi 3,4 i 4,22 što ukazuje na mogućnost učešća prašine u eksploziji;
- maksimalno smanjenje isparljivih materijala u prašini posle eksplozije nalazi se u ventilacionom hodniku dok je u drugim rudarskim prostorijama neznatno manja;
- koks dobijen tehničkom analizom (K<sub>1</sub>) pokazuje najveći porast u ventilacionom hodniku dok se u svim osta-



REZULTATI ISPITIVANJA UGLJENE PRAŠINE PREKO GASOVA UZETIH 12 ČASOVA NAKON EKSPLOZIJE

POKAZATELJ	MESTO UZORKOVANJA										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
C/H	2.0	0.13	0.97	0.26	1.9	4.0	4.22	3.0			
J	0.25	0.15	0.24	0.09	0.21	0.57	0.51	0.4			
KRITERIJUM	Eksplozija metana $CH_4 = 2.3 - 2.8$ $J < 0.5$ Eksplozija prasine $C/H = 2.8 - 16$ $J > 0.5$										

REZULTATI ISPITIVANJA UGLJENE PRAŠINE POSLE UZORAKA PRAŠINE UZETE 57 SATI NAKON EKSPLOZIJE

POKAZATELJ	MESTO UZORKOVANJA												
	b	e	g	h	i	k	l	m	p	s	z	y	
K1	55.3	55.4	54.4	58.2	54.3	62.2	53.0	55.8	55.2	58.2	62.4	66.1	
K2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	>1	0.0	
V	33.8	34.2	33.3	27.0	36.6	26.3	35.5	33.8	32.0	31.1	29.0	27.3	

DETALJ IZ JAMSKE SITUACIONE KARTE - POLJE P3

R = 1:2.500

KRITERIJUMI

Eksplozija  $CH_4$   
 $\frac{C}{H} = 2.3 - 2.8$

$J < 0.5$

K = Normalno

V = Normalno

Eksplozija prasine i  $CH_4$

$\frac{C}{H} = 2.8 - 16$

$J > 0.5$

K = Povecano

V = Smanjeno

Probna eksplozija

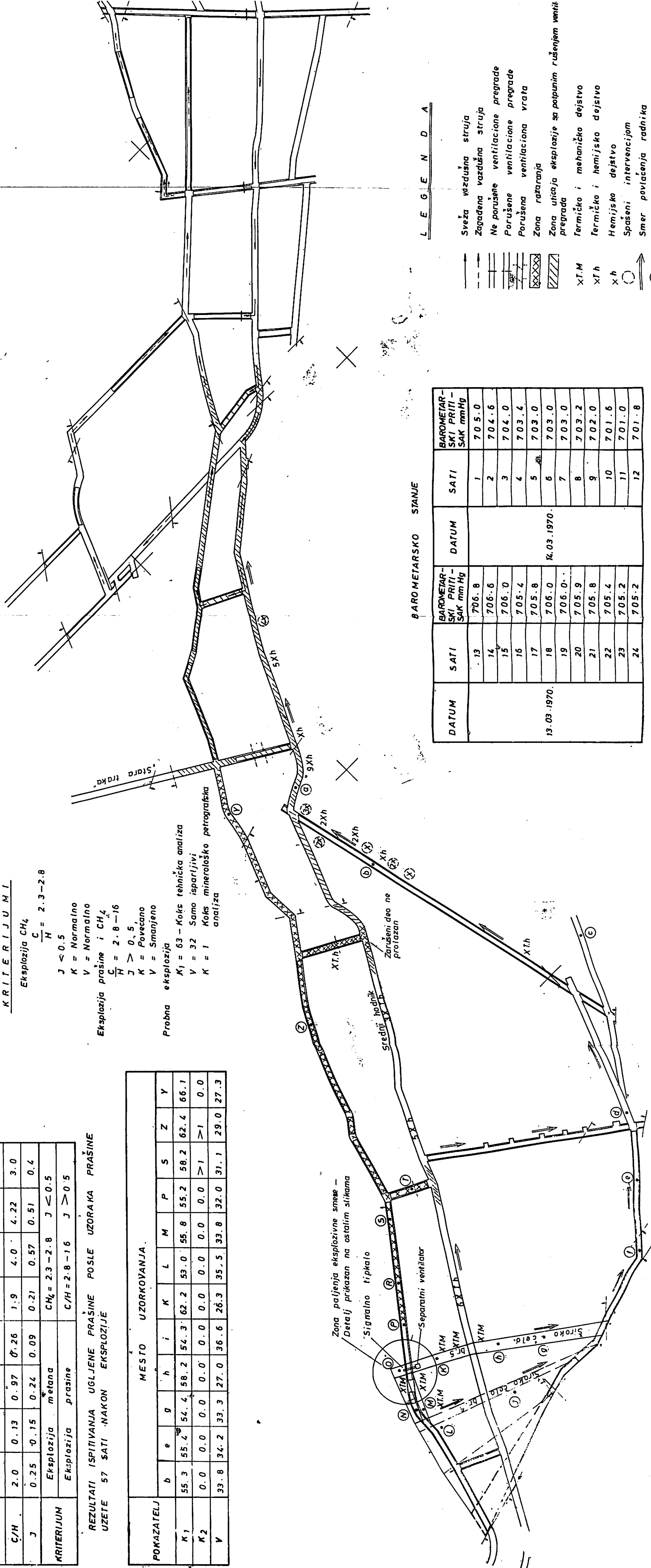
K1 = 63 - Koks tehnicka analiza

V = 32 - Samo isparljivi

K = 1 - Koks mineralosko petrograficka analiza

BAROMETARSKO STANJE

DATUM	SATI	BAROMETARSKI PRITISAK mmHg	DATUM	SATI	BAROMETARSKI PRITISAK mmHg
19.03.1970.	13	706.8	14.03.1970.	1	705.0
	14	706.6		2	704.6
	15	706.0		3	704.0
	16	705.4		4	703.4
	17	705.8		5	703.0
	18	706.0		6	703.0
	19	706.0		7	703.0
	20	705.9		8	703.2
	21	705.8		9	702.0
	22	705.4		10	701.6
	23	705.2		11	701.0
	24	705.2		12	701.8



L E G E N D A

- Sveža vazдушna struja
- - - - - Zagađena vazдушna struja
- Ne porušene ventilacione pregrade
- Porušene ventilacione pregrade
- Porušena ventilaciona vrata
- Zona razaranja
- Zona uticaja eksplozije sa potpunim rušenjem ventilacione pregrade
- Termičko i mehaničko dejstvo
- Termičko i hemijsko dejstvo
- Hemijsko dejstvo
- Spaseni intervencijom
- Smer povlačenja radnika
- Mesta uzorkovanja prašine i gasova

Sl. 13 - Zone razaranja mesta uzorkovanja prašine i položaj nesrećenih radnika (XT.M, XT.h, Xh, ⊗ - mesta nesrećenih).  
 Fig. 13. - Destruction zones at the dust sampling point and position of killed miners.

lim rudarskim prostorijama revira P—3 ovaj porast ne oseća, bez obzira što je bilo i dosta sveže prašine;

- koks dobijen mineraloško-petrografskom analizom ( $K_2$ ) pokazuje vrednosti bliske 1 dok u ostalim prostorijama iznosi 0;
- koeficijent Jones-a i Trickett-a (odnos  $CO_2$ , CO,  $H_2$  prema utrošenom kiseoniku) pokazuje veću vrednost od 0,5 u ventilacionom hodniku, dok je u svim ostalim prostorijama revira znatno manji od ove vrednosti.

Razmatranjem rezultata 16 analiza gasa i 14 uzoraka prašine uzetih nakon eksplozije ustanovljeno je pomoću 10 kriterijuma, moguće učešće prašine u eksploziji u ventilacionom hodniku.

Ova činjenica potvrđuje se i intenzivnom rušenja ventilacionih hodnika i pripadajućih rudarskih prostorija (sl. 13).

#### **Zaključak o učešću prašine u eksploziji**

— Sve navedene činjenice potvrđuju učešće prašine u eksploziji.

— Intenzitet učešća ugljene prašine u eksploziji je mali — slaba eksplozija.

— Male zone rušenja na širokom čelu broj 5 i samo termičko dejstvo pokazuju da se na ovom lokalitetu radilo o paljenju i manje intenzivnoj eksploziji metana.

— Osnovni pravac eksplozije je ventilacioni hodnik u kome se manifestuje glavno mehaničko dejstvo na krivinama i preprekama na putu širenja eksplozije.

#### **Opšti zaključak**

Na osnovu izvršenih istraživanja utvrđeno je sledeće.

Najverovatniji razvoj događaja odvijao se sledećim redosledom:

— normalna ventilaciona situacija postojala je u jami sve do isključivanja separatnog ventilatora na vrhu širokog čela br. 5. I posle isključenja ventilatora sistem je ventilaciono stabilan i ne može doći do poremećaja bez drastičnih izmena u njemu;

— obustavom rada separatnog ventilatora u vremenskom intervalu od 0,0 do 7,55 sati dana 14. III 1970. god., došlo je do prekida proticanja vazduha u slepom kraku na vrhu širokog čela u količini od oko 120  $m^3/min$ . Metanoobilnost ogranka iznosi 1,25  $m^3$

$CH_4/min$  što je stvorilo mogućnost formiranja eksplozivnih koncentracija u vremenu od 3 časa. Kako je obustava rada separatnog ventilatora trajala 8 časova, u otvorenom delu rudarske prostorije (vrh širokog čela) došlo je do akumulacije cca 150  $m^3$  eksplozivne smeše sa prosečnim sadržajem metana od 5%. Trenutna povećanja metanoobilnosti iz rasedne zone mogla su da stvore samo povećane srednje procentualne sadržaje metana. Malo je verovatna pretpostavka da je u ovoj fazi došlo do paljenja eksplozivne smeše, pošto se u zoni slepog kraka, koja je bila zaplunjena, ne nalaze elektro uređaji kao mogući izvori paljenja, (zadnja pogonska glava otpkopnog transporta nalazi se u koncentraciji manjoj od 5%). U ovoj zoni moguće je samo namerno paljenje ili paljenje neispitanom benzinskom, odnosno neispravnom kapnom lampom.

Utvrđeno je da u III smeni dana 13. marta 1970. godine nije bilo dovoljno kontrole rada separatnog ventilatora i nakupljanja metana u slepom kraku širokog čela br. 5. Narednog dana, tj. na početku I smene 14. III 1970. god. učinjena je greška što su radnici pušteni na široka čela pre kontrole metana i provetravanja slepog kraka;

— uključivanjem u rad separatnog ventilatora, a što su verovatno učinili radnici I smene pred početak rada, dolazi do promene ventilacionog režima. Dinamički udar vazduha, kod uključivanja ventilatora, potisnuo je metanski čep u ventilacioni hodnik. Ukupno vreme trajanja potiskivanja metanskog čepa iznosilo je oko 30 sekundi. Ukupno vreme pražnjenja iznosi od 6—12 minuta, s tim što se koncentracija u ventilacionom hodniku i eksplozivna gasna masa u ovom vremenu smanjuju do normalne. Položaj gasne mase zauzimao je dužinu od oko 10—12 m u ventilacionom hodniku, dok je eksplozivnom koncentracijom bio zahvaćen gornji bok hodnika. Najduže vreme trajanja eksplozivnih koncentracija javlja se neposredno uz gornji bok, na mestu lokacije signalnog elektro uređaja.

Do upale eksplozivne smeše došlo je u području slepog kraka širokog čela i prvih 5—6 metara ventilacionog hodnika. Analizirano je više mogućnosti koje su mogle da dovedu do upale metana i pretpostavlja se da je od svih mogućnosti najverovatniji uzročnik tipkalo za signal (signalno zvočno i svetiljka), pošto su na njemu utvrđeni tra-

govi termičkog delovanja i isto se nalazilo najduže vremena u opasnim koncentracijama;

— nastala eksplozija metana širila se u pravcu čela i u direktnom sudaru sa starim radom gubi intenzitet. Eksplozija se dalje prenosi niz široko čelo i usled većeg nagiba širokog čela izaziva manje mehaničke posledice. Osnovni pravac širenja eksplozije je ventilacioni hodnik u kome dolazi do slabe eksplozije ugljene prašine. Eksplozija se prenosi niz ventilacioni hodnik i izaziva najveće mehaničko dejstvo na svim preprekama. Skretanje dejstva niz niskope prouzrokovano je krivinama u ventilacionom hodniku i svojstvom da se eksplozija širi u svim slobodnim pravcima. Najveće mehaničko rušenje događa se na dnu svih niskopa;

— rušenjem svih pregrada u reviru P-3 nastaju kratki spojevi uz izrazito smanjenje protočne količine vazduha.

Produkti eksplozije šire se u sve prostorijske revira P-3 što pored mehaničkog dejstva donosi još veće katastrofalne posledice. Za-

rušavanje srednjeg hodnika i velika prašina koja je u potpunosti smanjila vidljivost, otežavaju povlačenje radnika.

Povlačenje je izvršeno u pravcu transportnog sistema uz upotrebu CO filtera. Put povlačenja bio je relativno kratak oko 900 m, ali velika zaprašenost, nikakva vidljivost i veliki procenat CO gasa otežali su povlačenje i učinili da katastrofa dobije velike razmere.

Bilans nesreće je sledeći: od ukupno 89 rudara koji su se nalazili u polju P<sub>3</sub> u momentu eksplozije, živote je izgubilo 50 rudara (od ovog broja 3 rudara su umrli u bolnici), 10 rudara je teže povređeno, a 29 su sa lakšim povredama. Radnici koji su u momentu eksplozije bili u polju P<sub>1</sub> povukli su se iz jame normalno bez ikakvih poteškoća i posledica.

Da nije izostala redovna kontrola radne sredine, do udesa ne bi došlo.

I ovaj primer nam potvrđuje da je osnovni faktor u zaštiti čovek-radnik na radnom mestu.

#### SUMMARY

##### **Results of the Study on the Causes of Formation of the Explosive Methane — Air Mixture in the Pit »Sretno« of Breza Coalmine, and on the Possibility of Coal Dust Participation in the Explosion**

A. Ćurčić, min. eng. — I. Ahel, min. eng. — M. Vukić, min. eng.\*)

This study represents an analysis of the catastrophe which took place on March 14, 1970 in the pit »Sretno« of Breza Coalmine. The article outlines the results of the investigation on the conditions and causes of the formation of the explosive methane-air mixture, as well as on the possibility of coal dust participation in the explosion. The investigations were carried out immediately after the explosion, and the results were checked by laboratory methods, and by practical experiments in the pit at the accident site. The obtained results are illustrated graphically by 13 figures and diagrams.

The lack of control during the third shift caused the accumulation of methane at the top of longwall No. 5 in an amount of 150 m<sup>3</sup>, with an average content of approximately 5%. The top of longwall No. 5 was ventilated separately in the length of 10.8 m by a separate fan, which was out of operation during the third shift for 8 hours.

When the separate fan was switched on during the first shift, probably without any control of the working environment, the gaseous mixture was pressed ahead and ignited, so the explosion took place. The explosion caused the destruction of one part of the mine rooms (ventilation passage in the length of 400 m) and ventilation devices in the site, as well as the death of 50 miners.

This example also confirms that the principal factor in safety is the human being — worker at his working place.

\*) Dipl. ing. Aleksandar Ćurčić, upravnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. Ivan Ahel, v. stručni saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu u Rudarskom institutu, Beograd.

Dipl. ing. Milutin Vukić, glavni rudarski inspektor SR BiH, Sarajevo.

# Metoda za realizaciju zaštite na radu u rudarstvu i dosadašnja iskustva kod nas i u svetu

Dipl. ing. Milivoj Komnenov

## Uvod

Eksploatacija mineralnih sirovina u celini, a posebno podzemna eksploatacija predstavlja specifičnu i od ostalih vrsta proizvodnje različitu tehnologiju i tehniku rada, a najviše u pogledu opasnosti sa kojima se susreće u toku proizvodnog procesa. Specifični uslovi podzemne eksploatacije zahtevaju posebne mere preventivne zaštite kako zdravlja radnika, tako i zaštite od povreda na radu.

Sa aspekta bezbednosti rada u uslovima eksploatacije najvažnije su prirodne osobnosti ležišta, jer svaka od prirodnih karakteristika označava posebnu kategoriju opasnosti, koja po intenzitetu može da bude različito izražena i karakteristična za određeno ležište.

Visoki stepen ugroženosti u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom nastaje iz više razloga, koji bi se uglavnom mogli svrstati u dve grupe, od kojih prvu sačinjavaju osnovni prirodni faktori, a drugu sekundarni ili tehnološki faktori.

U prvu grupu spadaju: eksplozivni, otrovni i zagušljivi gasovi i eksplozivna ugljena prašina; opasnosti od endogenih jamskih požara; gorski udari; jamski pritisci, opasnosti od naglog prodora vode i tekućih peskova; agresivna mineralna prašina i jonizirajuće zračenje i dr.

U drugu grupu spadaju: veštačko provetranje i osvetljavanje rudarskih radnih prostorija, nepovoljni klimatski uslovi rada, rad sa eksplozivima, buka i vibracija, velika primena električne energije i pokretnih mehanizama i dr.

Sve ove pojave utoliko su izražajnije i predstavljaju veću opasnost po zdravlje i život uposlenog osoblja, ukoliko se adekvatnim analizama pravovremeno ne sagledavaju, a zatim tehnološkim rešenjima proizvodnje i metodama preventivne tehničke zaštite pravovremeno ne suzbijaju.

Iako je poznato da su povrede znatno veće u rudarstvu nego u ostaloj industriji, (tablica 1) prikazaćemo detalje analize izvora telesnih povreda i smrtnih udesa u rudnicima SFRJ i SR Srbije za period 1961—1967. god., koji je uzet iz Studije o stanju tehničke zaštite u rudnicima SFRJ i u rudnicima SR Srbije, a koju je obradio Rudarski institut iz Beograda.

Iz ovog prikaza se vidi da rudarstvo sa brojem zaposlenih učestvuje u industriji i rudarstvu sa 9,34%, sa brojem povreda 17,6%, sa brojem smrtnih udesa 44,9%, odnosno da je broj povreda na 1.000 zaposlenih u rudarstvu dva puta veći nego u industriji, a 1,8 puta veći nego u rudarstvu, dok je broj smrtnih udesa na 1.000 zaposlenih u rudarstvu veći za 8,4, odnosno za 4,8 puta.

**Pregled povreda i smrtnih udesa na radu u industriji i rudarstvu SFRJ**

**Tablica 1**

	Industrija i rudarstvo	Industrija	Rudarstvo
Broj zaposlenih	1,294.756	1,173.976	120.781
Broj povreda	141.486	116.754	24.732
Broj smrtnih udesa	224	123	101
Broj povreda na 1.000 zaposlenih	109	99	206
Broj smrtnih udesa na 1.000 zaposlenih	0,173	0,10	0,84

**Kretanje povreda i smrtnih udesa u industriji i u rudarstvu SR Srbije**

**Tablica 2**

	Industrija i rudarstvo	Industrija	Rudarstvo
Broj zaposlenih	445.339	417.363	40.175
Broj povreda	51.823	42.935	8.889
Broj smrtnih udesa	73	44	29
Broj povreda na 1.000 zaposlenih	144	104	218
Broj smrtnih udesa na 1.000 zaposlenih	0,106	0,636	0,706

I na osnovu ovih podataka može se izvesti opšti zaključak da je rudarstvo u odnosu na industriju i industriju i rudarstvo, po broju telesnih povreda i smrtnih udesa u znatno nepovoljnijem položaju.

#### **Analiza organizacije i primenjenih mera tehničke zaštite**

Veliki broj potencijalnih izvora opasnosti i teškoće njihovog predviđanja, izazvale su, u zemljama u kojima zaštita na radu ima veći društveno-socijalni i ekonomski značaj, razvoj posebnih naučnih institucija koje u ime društva, a u interesu neposrednih proizvođača, ovu problematiku kontinuirano prate i nastoje da uslove rudarskog rada stalno približavaju uslovima rada drugih privrednih delatnosti. U tim zemljama razrešavanju problematike sigurnosti rada u rudnicima isključivo se prilazi sa naučnih osnova i ova materija predstavlja posebnu naučnu disciplinu, koja se sistematski obrađuje i usavr-

šava (Institut za sigurnost u rudnicima u Essenu, Institut za sigurnost u Lajpcigu, Istrraživački centar za sigurnost u rudnicima u Pečuju, Makni-SSSR, NSA-SAD i dr.).

U svim slučajevima istraživanja, predmet zaštite je rudarski radnik izložen raznim opasnostima i štetnim dejstvima, koja ga fizički opterećuju i biološki uništavaju, a zatim i imovina sadržana u neprocenjivoj vrednosti korisne sirovine i u uloženim materijalnim sredstvima.

U cilju boljeg sagledavanja primenjenih metoda zaštite u našoj zemlji, kao i ocene rezultata istih, razmatraćemo ovu problematiku za dva perioda, i to: od 1964. odnosno 1966. i od 1966. godine do danas.

Već krajem 1946. godine donet je Zakon o inspekciji rada, koji reguliše pitanje nadzora organa državne uprave nad sprovođenjem zaštite na radu. Pored Opšteg pravilnika o zaštiti pri radu, doneti su posebni pravilnici i propisi higijensko-tehničke zaštite za sve radove i poslove u rudarstvu.

U periodu od 1952—1959. godine obrazovani su u pojedinim republikama rudarsko-metalurški inspektorati u sastavu Sekretarijata za poslove privrede, koji su težište tehnološkog nadzora usmerili: na pravilno tehničko izvođenje kod istraživanja, pripreme i eksploatacije ležišta; na otklanjanje svih nepravilnosti i tehničkih propusta koji bi se u raznim vidovima mogli negativno odraziti na sigurnost pri radu i na zaštitu ljudi. Zbog brzog tempa razvoja rudarstva za ovo vreme, osećao se nedostatak jedinstvenog zakona koji bi obuhvatio sva područja rudarske delatnosti i koji bi odgovarao savremenim potrebama i stepenu razvoja u našoj zemlji. Usvajanjem Zakona o rudarstvu — 15. X 1959. godine i pratećih propisa, rešena su u osnovnim linijama sva ona pitanja koja su bila od bitnog značaja za pravilno usmeravanje i razvoj rudarstva u SFRJ.

Pitanja zaštite na radu, jedno kratko vreme, bila su izdvojena iz Zakona o rudarstvu i prepuštena da se regulišu Opštim propisima o zaštiti na radu. Ovo je bilo učinjeno zbog toga što se težilo da zaštita na radu u svim privrednim oblastima bude u nadležnosti jednog organa. Dvojnost u vršenju nadzora smanjila je efikasnost ovih službi, jer prilikom dodele nadležnosti nisu bile uzete u obzir specifičnosti zaštite na radu u rudarstvu, tj. da je ona usko povezana za tehnologiju rudarskih radova i da se ne može od nje odvojiti i posebno posmatrati.

Budući da je tehnologija rudarenja takva, da uslovljava pretežno jednovremeno odvijanje procesa proizvodnje i procesa zaštite na radu, većina rešenja data u Zakonu su rešenja zaštite na radu i istovremeno tehničko-tehnološka rešenja.

U oceni sprovođenja i unapređenja metoda zaštite za period do 1966. god. možemo konstatovati da se primena zaštite uglavnom vršila pod pritiskom spoljnih faktora, pre svega organa državnog nadzora. Ovakav način sprovođenja zaštite nije bio dovoljno efikasan i nije išao u korak sa savremenom tehnologijom i društvenim uređenjem, pa

zbog toga, iako su u tom periodu bila velika investiciona ulaganja u rudarstvu, ona nisu dala ni približno adekvatne rezultate na poboljšanju uslova rada.

#### **Analiza primene Osnovnog zakona o rudarstvu**

Početakom 1966. godine donet je Osnovni zakon o rudarstvu koji je svojim stavovima bio u stvari novi kvalitet u smislu usavršavanja metoda zaštite. Prošlo je više od 4 godine od pune primene ovog Zakona. U tom periodu istovremeno se sprovodi privredna i društvena reforma, te je umesno razmotriti realizaciju glavnih postavki Osnovnog zakona o rudarstvu i pratećih propisa, jer dosledna istovremena primena istih daje i očekivana unapređenja metoda zaštite na radu. Preduslov za puno sprovođenje Osnovnog zakona o rudarstvu bio je donošenje pratećih propisa. Ovaj zadatak uglavnom je uspešno završen i rudarsko zakonodavstvo sada već čini jednu zaokruženu celinu moderne regulative, a što ne znači da u buduću ne treba raditi na njenom osavremenjavanju, dopunjavanju i skraćivanju tamo gde je to potrebno.

Osnovnim zakonom o rudarstvu ponovo je uveden jedinstveni nadzor u rudarstvu putem rudarske inspekcije, kako u pogledu tehničkog nadzora, tako i u pogledu nadzora nad zaštitom na radu — u jami i na površini, kao i na pogonima za obogaćivanje mineralnih sirovina. Na taj način pitanje zaštite na radu u rudarstvu u celini određuje se rudarskim propisima, a jedino u pogledu onih pitanja zaštite na radu u rudarstvu koja ne bi eventualno bila obrađena rudarskim propisima, imaju se primenjivati odredbe Osnovnog zakona o zaštiti na radu i propisa donesenih na osnovu njega.

Osnovni zakon o rudarstvu svojim stavovima omogućava kako savezним i republičkim organima, tako i organima radnih organizacija da mogu vršiti dopune i promene i donositi nove propise o tehničkim merama i merama zaštite na radu i na taj način slediti novine tehnike i tehnologije rudarenja i promenljivosti prirodnih uslova pojedinih mineralnih ležišta.

U skladu sa društvenim sistemom, zadatak federacije u oblasti rudarstva prema Osnovnom zakonu o rudarstvu svodi se uglavnom na donošenje pratećih propisa za potpunije regulisanje rudarskih radova. Ti su propisi pretežno i doneti, ali već danas zahtevaju bržu i blagovremeniju doradu, jer je razvoj rudarstva u pojedinim republikama vrlo heterogen. Na primer, sadanji Propisi o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima ne samo da imaju formu pravilnika o tehničkim merama, a ne tehničkih propisa, već i u pogledu sadržine uglavnom nose obeležja podzemne eksploatacije u rudnicima uglja i u potpunosti su zapostavili specifičnosti rudarske tehnologije u metalnim i nemetalnim rudnicima (ventilacija i dr.). Isto tako Propisi za eksploataciju površinskih otkopa i nafte i gasa moraju se dopuniti i osavremeniti.

Sprovođenje Osnovnog zakona o rudarstvu i pratećih propisa i Osnovnog zakona o zaštiti na radu, u potpunosti je u nadležnosti republika. Republički organi za sve mineralne sirovine izdaju odobrenja za istraživanje i odobrenja za eksploataciju. Isto tako, republički organi vrše poslove i inspekcije u oblasti rudarstva, i to kako u pogledu primene tehničkih mera, tako i u pogledu zaštite na radu u rudarstvu.

Osnovni zakon o rudarstvu posvetio je posebnu pažnju organizovanju službe zaštite na radu u samim rudarskim preduzećima kao jednoj od bitnih kvalitetnih promena u metodu sprovođenja zaštite. Dopunom ovog zakona, izvršenom početkom 1966. godine, značaj navedene službe, kao i njena uloga i odgovornost u pogledu zaštite na radu, stavljene su u nadležnost samog direktora radne organizacije, tako da je ona postala znatno nezavisnija od rešavanja drugih pitanja preduzeća.

U ostale odredbe Osnovnog zakona o rudarstvu, iako sadrže elemente tehnike i tehnologije, kao i potrebu primene adekvatnije zaštite na radu, spada i jedna od važnih odredbi u smislu poboljšanja uspešnijeg sprovođenja mera zaštite (čl. 14, 113 i 144 Osnovnog zakona o rudarstvu) koja govori o stručnoj spremi i praksi rukovodilaca rudarskih radova pri istraživanju i eksploataciji mineralnih sirovina. Ova odredba i Pravilnik donesen na osnovu njega, uneli su puni red u pogledu rukovođenja rudarskim radovima.

U glavi III OZOR-a, koja obrađuje eksploataciju mineralnih sirovina, načelno je postavljeno i razrađeno pitanje rudarskih projekata, revizije i odobrenja rudarskih projekata i upotreba istih. Ovi zadaci delimično su dati u nadležnost republičkim rudarskim organima, a delimično i rudarskim radnim organizacijama. Prenošenjem ove nadležnosti sa rudarskih inspektorata, isti su oslobođeni jednog stručnog administrativnog posla, a time se dobilo u vremenu za vršenje čistih inspekcijskih poslova. Izvođenje rudarskih radova na osnovu projekata je, u stvari, najvažnija mera preventivne zaštite.

Zaštitnim merama posvećena je čitava V glava OZOR-a i u njoj su detaljno određeni zadaci i dužnosti rudarskih radnih organizacija u pogledu sprovođenja zaštitnih mera na radu: donošenje Pravilnika o merama zaštite na radu prema specifičnim prilikama i opasnostima u svojim radnim jedinicama-pogonima, organizacija službe zaštite na radu u samoj radnoj organizaciji, obezbeđenje radnika ličnim zaštitnim sredstvima i organizacija službi spasavanja i gašenja požara.

O sprovođenju ovako obimnih i konkretnih zaštitnih mera stara se služba zaštite na radu (i ostali odgovorni tehnički rukovodioci u radnim organizacijama — svaki u svom domenu) u samim radnim organizacijama, čiji je rukovodilac neposredno odgovoran direktoru radne organizacije. Ovakve službe su organizovane uglavnom u svim rudarskim radnim organizacijama. Manje rudarske organizacije imaju referente zaštite na radu.

U cilju sprovođenja intencija Osnovnog zakona o rudarstvu već je postala stalna praksa organizovanja povremenih simpozijuma, savetovanja i dr. sastanaka na svim nivoima.

Ovakve akcije su rezultat rada službi zaštite na radu u rudarskim radnim organizacijama, njihovog kadrovskog jačanja, kako brojnog, tako i stručnog. Ove službe već postaju pokretači rešavanja stručnih i naučnih problema zaštite na radu u rudarstvu kao jednog od najglavnijih zadataka u odredbama Osnovnog zakona o rudarstvu.

Službe spasavanja i prve pomoći organizovane su na svim rudnicima. Opremljenost istih je zadovoljavajuća.

Rudarske organizacije su u zakonski predviđenom roku dopunile i usaglasile svoje pravilnike o zaštiti na radu. Tim posebnim pravilnicima o merama zaštite na radu, prema specifičnim prilikama i opasnostima pri rudarskim radovima, trebalo je da se regulišu mere zaštite koje ne mogu biti regulisane opštim propisima. Nedostaci kod većine tih pravilnika su u tome što ne sadrže dovoljno elemenata i mera specifičnih za pojedine rudnike i pojedine pogone, tj. oni su uopšteni i često parafraziraju savezne propise. Svakodnevnim napretkom u organizaciji službe zaštite na radu preduzimaju se i mere za izmenu i dopunu pravilnika u cilju njihovog poboljšanja prema specifičnim prilikama.

Rudnici su dužni da novozaposlene radnike upoznaju sa poslovima koje će raditi, sa opasnostima koje mogu nastati na poslu, a s obzirom na stalne prisutne opasnosti u rudnicima, radne organizacije u rudarstvu imaju i zadatak da stalno primenjuju i usavršavaju znanje svih radnika iz oblasti zaštite na radu.

Važan faktor za sprečavanje većih katastrofa kod eventualnih eksplozija plina ili prašine, gorskih udara i drugih nepogoda je postojanje planova odbrane i akcije spasavanja.

Svaki radnik u rudniku dužan je pridržavati se mera zaštite pri radu, a prekršaj propisa kvalifikuje se kao teška povreda radne dužnosti i može da povlači kaznu, čak i isključenje iz radne zajednice.

Obaveze privredne organizacije u sprovođenju Osnovnog zakona o rudarstvu su, prema tome i obimne i značajne, te je sprovođenje u život njegovih stavova, kao i stavova iz pravilnika preduzeća o merama zaštite na radu, od primarnog značaja za sigurnost na radu i uspešno sprovođenje i unapređenje metoda zaštite na radu.

Osnovni zakon o rudarstvu u potpunosti je regulisao dužnosti, zadatke i obaveze rudarske inspekcije. Rudarske inspekcije dužne su da vrše redovne godišnje i povremene preglede rudnika i prilikom obilazaka naročitu pažnju da poklanjaju: sprovođenju propisanih mera i normativa zaštite na radu, pravilnom primenjivanju tehničkih propisa, popunjavanju rukovodećih radnih mesta, uskladištenju i rukovanju eksplozivnim sredstvima, uvođenju radnika u posao, kao i da

li rudarske organizacije imaju sva potrebna odobrenja, dokumentaciju, projekte, pravilnike i dr. predviđeno Osnovnim zakonom o rudarstvu. -

### **Uticaj ekonomskog položaja na sprovođenje Osnovnog zakona o rudarstvu i usavršavanje metode zaštite**

Zaštita na radu u rudarstvu je nerazdvojni deo proizvodnog procesa, te je zbog toga zaštitu nužno posmatrati prvenstveno u okviru istog. Sve oscilacije ekonomskog karaktera direktno utiču i na samu zaštitu na radu, jer utiču na proizvodnju i investicije, tj. uslove tehnologije i nivo proizvodne tehnike.

Ova direktna zavisnost zaštite od ekonomike naročito je izražena kod jamskog rudarenja, a najviše kod rudnika uglja.

Niz ključnih postavki iz Osnovnog zakona o rudarstvu i pratećih propisa vezan je za materijalnu mogućnost same privredne organizacije.

Ako svemu tome dodamo da su ta sredstva i ona koja unapređuju sigurnost kroz proces, onda se tek u punoj svetlosti vidi potreba stalnog ekonomskog jačanja rudarskih radnih organizacija.

### **Primena nauke u sprovođenju mera zaštite na radu**

Na naučnoj osnovi razrađeni oblici organizacije, tehnologije i primene rudarskih radova svakako doprinose povećanju bezbednosti u rudnicima. Osnovni zakon o rudarstvu, kao i prateći propisi, u većem broju svojih članova interpretirali su potrebu uske saradnje nauke i tehnike sa rudarstvom. Da propisi ne bi bili kočnica brzom korišćenju naučnih dostignuća i tehničkih i tehnoloških kvaliteta, u većini slučajeva dozvoljava se i odstupanje od propisa uz prilaganje potrebne dokumentacije.

Mnoge postavke u OZOR-u i pratećim propisima nalažu da se izvesne stvari rešavaju na osnovu nalaza naučnih i stručnih institucija uz punu odgovornost istih za dalja rešenja, ateste, projekte i mišljenja. Na ovaj način zakonodavstvo je pozitivno uticalo na razvoj saradnje stručnih i naučnih institucija i drugih organizacija.



Osnovni zakon o rudarstvu ništa nije definisao iz oblasti naučne organizacije rada, pa time nije dao možda za sada nužnu inicijalnu energiju za udruživanje, a time i za stvaranje boljih uslova rada rudarskih organizacija. To ne znači da nije dolazilo do značajnih integracionih procesa, što se odrazilo i na poboljšanje metoda zaštite na radu.

Rudarski organi na svim nivoima i rudarske inspekcije, sve više treba da se oslone na svom radu na mišljenje naučnih institucija, a pogotovu u rešavanju komplikovanijih i težih problema. U tom smislu propise treba usmeriti da na osnovu naučnih studija i stručno obrađenih mišljenja, inspekcije i radne organizacije dobijaju rešenja na osnovu egzaktnih saznanja sa manje empirike. Atesti, mišljenja, potvrde i dr. ispitivanja su već postali stalni prilozi dokumentacije, ali način obrade je vrlo raznovrstan, jer posebnim uputstvima nije regulisano koje osnovne elemente treba da sadrži određen atest ili potvrda izdata od strane stručne ustanove.

S druge strane pada u oči rascepanost naučno-istraživačkih institucija i naučno-istraživačkog rada i projektantskih organizacija. Takvo stanje u naučno-istraživačkim, pa i u projektantskim institucijama ne može se reći da predstavlja solidnu garanciju svoje vitalnosti, a i operativnosti i sigurnosti njihovih rešenja.

Naučno-istraživačke ustanove ne rade na nizu problema od opšteg značaja, jer nema ko da ih finansira (tipizacija uređaja, opreme, pribora i alata, tipizacija i standardizacija jamskih objekata i sl.). Rad na standardizaciji odvija se previše sporo i time se sve više stvara baza neujednačenosti. Svakako da buduće promene u propisima moraju nositi pečat regulisanja materija iz oblasti naučno-istraživačkog rada, kao i njegovog uticaja na sva druga rešenja.

U našoj zemlji, i pored postojanja jednog od najprogresivnijih zakonskih propisa koji materiju zaštite regulišu na organizovanom i egzaktnom proučavanju ove problematike, urađeno je vrlo malo, a karakteristično je da se u praksi mnogim problemima za rešavanje štetnih dejstava raznih uzroka na ljudski organizam prilazi manje-više sa medicinskog stanovišta i to kad su posledice već nastupile. Preventivnom otklanjanju mogućnosti da radnik u proizvodnji i imovina do-

đu u stanje ugroženosti prilazi se uglavnom rutinski u uslovima podređenosti i tehničke zaštite i jevtinije tehnologije, a ne sa takvim rešenjima koja bi na podlogama potpune izučenosti i vrsta i izvora opasnosti otklanjala nastajanje same opasnosti.

Vrlo karakterističan slučaj neorganizovanog prilaženja problematici, a i neracionalnog trošenja sredstava je da sanitarno-medicinska stručna služba već dugi niz godina konstatuje da sadržaj agresivne mineralne prašine u radnim prostorijama proizvodnje i prerade mineralnih sirovina nekoliko puta prelazi sanitarnim normama dozvoljene koncentracije. Ostajući samo na konstatacijama, jer zbog stručnog nepoznavanja specifičnosti rudarskih uslova i rudarske tehnologije, ona objektivno nije u stanju da nalazi i daje rešenja za tehničko-preventivno otklanjanje ovog izvora opasnosti, ona time ostavlja učesnike u proizvodnji da bez svoje odgovornosti i nediscipline budu permanentno eksponirani škodljivom dejstvu prašine.

Posledica jednostranog (isključivo kurativnog) tretiranja ovog problema je i zabrinjavajući porast pneumokonioznog oboljenja radnika u rudarstvu (oko 29.000), jer kurativne intervencije u lečenju oboljenja od silikoze nastupaju tada kada je pneumokoniozno oboljenje utvrđeno, odnosno tek tada kada je učesnik u proizvodnji iz nje isključen, čime je izazvan ne samo socijalno-zdravstveni, već i materijalni problem.

I pored značajnih materijalnih i zakonodavnih napora koje je naše društvo ulagalo za unapređenje zaštite u rudarstvu, razvoj ove privredne delatnosti u našoj zemlji bio je u posleratnom periodu praćen teškim rudarskim katastrofama, nesrazmernim u odnosu na ostvarenu proizvodnju i materijalna sredstva, koja su u društveno-materijalnom bilansu registrovana kao troškovi zaštite na radu u rudnicima. Ove katastrofe ravnomerno karakterišu ceo posleratni period i celokupno rudarstvo u zemlji (endogeni požar u Boru 1947. godine, eksplozija ugljene prašine u Raši 1948. godine, eksplozija metana u Raspočju 1954. godine, egzogeni, požar u Podvisu 1958. godine, gorski udari u Staroj jami Zenica u 1964. godini, endogeni požar u Ušću 1965. godine, zarušavanje otkopnog prostora u rudnicima Kišnica i Rtanj 1965/66. godine, i dr.). Brojne manifestovane i registrovane opasnosti su pod sreć-

nim okolnostima izbegnute da takođe ne postanu izvor rudarskih katastrofa (egzogeni požar u jami Stari Trg 1965. godine, endogeni požar u Rudniku »Soko« 1966. godine, endogeni požar u Staroj jami Rudnika Zenica 1966. godine i dr., na žalost od društva neevidentirani slučajevi).

Srećno izbegnute ljudske žrtve u svim ovim slučajevima, praćene su manje traćnim, ali za društvo i za rudarstvo u celini vrlo znaćnim materijalnim posledicama.

Nesrazmerno uloženim aruštvenim naporima karakteristićno je kretanje stanja povrećivanja i profesionalnih oboljenja rudarskih radnika.

### Zaključak

— Posmatrani period u primeni i realizaciji metoda zaštite na radu u rudarstvu karakteriše se ulaganjem napora u rešavanju problema bezbednosti rada u rudnicima. Mećutim, efikasniji, širi i dugotrajniji uticaj u vezi poboljšanja metoda tehnićke zaštite u rudarstvu u stvari poćinju tek od donošenja OZOR-a, Zakona o zaštiti na radu i pratećih propisa.

— Ćinjenica da se broj telesnih povreda i smrtnih udesa znatno smanjio u periodu 1961—1969. god. i da pokazuje u poslednje vreme tendenciju stalnog opadanja, rezultat je aktivnosti u rešavanju problema vezanih za sigurnost na radu. Relativno visoki procenat smanjenja telesnih povreda i smrtnih udesa u kratkom vremenskom periodu dokaz je da su problemi vezani za tehnićku zaštitu u rudarstvu ranije bili veoma zanemareni.

— Otklanjanju akutnih problema zaštite od strane rudarskih organizacija još uvek se prilazi kampanjski i uglavnom po nalozima Rudarske inspekcije. Ovome znatno doprinosi nedovoljna afirmisanost naućno-istraćivaćkog rada u ovoj oblasti, kao i otpor da se za te svrhe izdvoje znaćajnija sredstva.

— Istraćivaćke institucije formirane na regionalnoj osnovi svojim konjuktturnim ponašanjem i pretvaranjem nauke u »robu«, deformišu sistem rada u ovoj veoma sloćznoj delatnosti. Treba izvršiti integraciju i uću specijalizaciju naućno-istraćivaćkog rada, jer će se samo na taj naćin poćići potre-

ban kvalitet koje bi rudarske organizacije i prihvatile. Isto tako, treba obezbediti sredstva za naućno-istraćivaćki rad na nizu problema iz oblasti rudarstva koji su od opšteg znaćaja.

— Neophodno je obezbediti veće ućešće drćzavnih organa — Rudarske inspekcije u istraćivaćkom radu po pitanjima tehnićke bezbednosti i higijene rada na rudnicima, ili pak obezbediti njihov uvid nad takvim radom preko naućnih ustanova.

— Ubrzati rad na izradi standarda u rudarstvu i propisima obezbediti primenu istih.

— Nabavke tehnićke opreme za zaštitu na stranom i domaćem trćištu vršene su pod većim uticajem trgovaćke mreće nego specijalizovanih institucija, pa se u primeni i danas nalazi oprema koja ne zadovoljava u pogledu kvaliteta i zahteva JUS-a.

— Pre primene nove rudarske tehnike i novih metoda rada treba ispitati njihov uticaj na zdravlje radnika.

— Neophodno je uvesti jednoobraznu evidenciju za celu SFRJ u cilju praćenja povreda i smrtnih slućajeva na radu, sa svim potrebnim elementima i pokazateljima za savremenu analitiku uzroka povreda. Isto tako, neophodno je doneti propise o jednoobraznom evidentiranju i prijavljivanju profesionalnih oboljenja, kako bi se omogućilo sprovoćenje preventivne zaštite. Potrebno je izvršiti i jedinstvenu kategorizaciju i klasifikaciju povreda u SFRJ.

— Neophodno je u podzemnim rudnicima metala i nemetala postojeći sistem ventilacije poboljšati i u tom cilju doneti posebne tehnićke propise za rad u metalnim i nemetalnim rudnicima ili bar izvršiti dopunu postojećih tehnićkih propisa o podzemnom rudarskom radu u vezi specifićnosti rada pomenutih rudnika.

— Doneti pravilnik ili uputstvo o jednoobraznom testiranju opreme i dr. mišljenja vezanih za probleme zaštite na radu koje izdaju strućno-naućne ustanove.

— Nova saznanja iz istraćivanja u oblasti radioaktivnosti ukazuju da je znaćajnija radioaktivnost prisutna i tamo gde se na nju do sada nije pomišljalo. Zbog toga treba kontrolu radne sredine sprovesti u rudnicima metala i uglja kao sastavni deo redovnih dataka iz oblasti zaštite na radu.

— U pravilnicima o zaštiti na radu rudarskih radnih organizacija nije dovoljno precizno rasčlanjena odgovornost svih zaposlenih u okviru njihovog delokruga rada.

— U rešavanju problema zaštite još više treba angažovati organe upravljanja i društveno-političke organizacije.

— Popuniti službe zaštite na radu kvalifikovanim kadrovima iz svih struka koje učestvuju u tehnološkom procesu. Potrebno je ne samo pravilnicima obezbediti njihov nezavisan rad, već i u praksi to omogućiti. U pravilnicima o zaštiti na radu, pored prava, treba dati i jasnu odgovornost službe zaštite kao celine, a i svakog pojedinca u njoj.

— Nužno je posebno pretresanje pitanja tehnike bezbednosti na malim rudnicima.

Do sada primenjeni metodi sprovođenja zaštite na radu u rudarstvu, pored pozitivnih ocena koje su imali u posmatranom periodu, mogu se poboljšati, pre svega, doslednim sprovođenjem Osnovnog zakona o rudarstvu i Osnovnog zakona o zaštiti na radu, pratećih propisa i internih pravilnika o zaštiti na radu, kao i rešavanjem već sada poznatih nerešenih problema iz oblasti zaštite na radu u rudarstvu.

Cilj ovog izlaganja je da doprinese sagledavanju postojećih metoda u rešavanju problema poboljšanja zaštite na radu u našim rudnicima, kao i da uvođenjem novih metoda zaštite, nivo zaštite na radu u rudarstvu podigne na viši stepen.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Methoden zur Durchführung des Arbeitsschutzes im Bergbau und bisherige Erfahrungen bei uns und in der Welt

Dipl. Ing. M. Komnenov\*)

Der Artikel »Methoden zur Durchführung des Arbeitsschutzes im Bergbau und bisherige Erfahrungen bei uns und in der Welt« beurteilt die Methoden zur Förderung des Arbeitsschutzes und hebt gleichzeitig einige Probleme, die in diesem Moment am aktuellsten sind, hervor. Im Artikel sind Lösungen und Verbesserungen des Arbeitsschutzes im Bergbau der SR Serbien gegeben.

---

Dipl. ing. Milivoj Komnenov, glavni rudarski inspektor SR Srbije — Beograd.

# Istraživačko-eksperimentalni rad na iznalaženju metoda za savlađivanje jamskih požara upotrebom hemijskih i inertnih materija\*

Prvi deo -- Laboratorijska istraživanja

(sa 14 slika)

Dipl. ing. Aleksandar Ćurčić — dipl.hem. Branka Vukanović — dipl. ing. Miodrag Petrović

## U v o d

Česte pojave jamskih požara, naročito endogenog karaktera, sa povremenim katastrofalnim posledicama u pogledu kolektivnih rudarskih nesreća i materijalnih šteta, nametnuli su potrebu izučavanja efikasnih metoda za sprečavanje nastajanja jamskih požara, kao i metoda za savlađivanje već nastalih, bez ili sa minimalnim posledicama.

Jamski požari po karakteru porekla mogu biti egzogeni (prouzrokovani spoljnim donošenjem toplote — upala drveta, raznih ulja, kratak električni spoj i dr.) i endogeni (prouzrokovani unutrašnjim stvaranjem toplote kod mineralnih sirovina sklonih samozapaljenju — ugalj, sulfidne rude i dr.).

\* Istraživački rad iz ove oblasti prikazuje se u četiri poglavlja s tim što predstavlja jednu celinu. Laboratorijska istraživanja i eksperimentalni radovi u praksi trajali su 5 godina i postignuti su zadovoljavajući rezultati koje smo saželi u četiri sledeća poglavlja:

- I deo — Laboratorijska istraživanja
- II deo — Izbor potrebne opreme i razrada konstrukcija za sprovođenje praktičnih opita
- III deo — Rezultati primene istraživačkog rada u praksi — praktični primeri
- IV deo — Metodologija praćenja razvoja i stanja oksidacionih procesa

Naročito su katastrofalni požari, kako egzogenog tako i endogenog karaktera u rudnicima uglja, kod kojih su ovi poslednji zavisi od prirodne sklonosti ugljenog sloja samozapaljenju i tehničkih faktora eksploatacije.

Od tehničkih faktora eksploatacije najveći značaj imaju: ventilacioni uslovi, način razrade ležišta, otkopna metoda, čistoća otkopavanja i brzina otkopavanja. Endogeni požari u rudnicima uglja mogu znatno da se smanje ispravno rešenim provetravanjem jame, adekvatnim potencijalnim razlikama u depresiji, pravilnim izborom metoda razrade i otkopavanja ležišta, čistim otkopavanjem, otklanjanjem uticaja površine na komunikaciji stari rad otkopa-površina i dr. ali dosadašnja iskustva i u rudarski najrazvijenijim zemljama pokazuju da se oni povoljnijim izborom tehničkih rešenja eksploatacije ne mogu potpuno eliminisati i to iz sledećih bitnih razloga:

— hemizam samooksidacije uglja. do danas nije u potpunosti dovoljno objašnjen pa je prema tome, teško i precizno odrediti adekvatna tehnička rešenja koja bi potpuno usporila oksidacione procese,

— ugljeni stubovi u kojima može da dođe do zagrevanja uglja, kao posledice kratkih ventilacionih spojeva (koje je nemoguće potpuno eliminisati), jamskog pritiska i dr. zbog nepristupačne unutrašnjosti otežavaju pravovremeno upoznavanje začetka oksidaci-

je i oksidacioni proces je moguće upoznati tek nakon što se razvio, a kod odsustva redovne kontrole, nakon što se pojave požarni gasovi,

— stari rad otkopanih prostora takođe zbog nepristupačnosti, naročito kod otkopavanja pomoću metoda sa zarušavanjem krovine, ne omogućava praćenje hemizma samozagrevavanja uglja i razvoja procesa samozagrevavanja u starom radu, te je oksidacioni proces moguće upoznati tek nakon što je nastao.

To praktično znači da je opasnost od nastajanja jamskih požara bilo egzogenog ili endogenog karaktera aktuelna i u uslovima najpovoljnijih tehničkih rešenja eksploatacije, koji ne mogu postati idealni, te je nužno, bez obzira na adekvatnost tehničkih rešenja, u podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina uvesti i dopunske preventivne metode sa ciljem:

- usporavanja razvoja oksidacionih procesa i samozagrevanja,
- iznalaženja efikasnih tehničkih metoda za savlađivanje nastalog jamskog požara, bez katastrofalnih posledica po ljudske živote i društvenu imovinu.

Postojeće metode savlađivanja jamskih požara pomoću zatvaranja (blokiranja) revira, gašenja pomoću vode ili CO<sub>2</sub> gasa, zamuljivanja, u nekim slučajevima i potapanjem jame, izvršavaju se velikim ljudskim naporima i uz visok stepen opasnosti po intervenijente, kao i uz velike materijalne izdatke za intervenciju i veliku materijalnu štetu zbog gubitaka u proizvodnji, gubitaka otvorene ugljene supstance, osposobljavanja novih otkopnih polja i dr.

Ove metode angažuju i veliki broj visokokvalifikovane radne snage, kojom naročito rudarstvo dovoljno ne raspolaže. Osim rečenog, ove metode se odvijaju vrlo sporo i često se njima širenje požara ne može da spreči, jer je nemoguće postići idealnu hermetičnost izolacije što dovodi do najnepovoljnijeg slučaja — rasplamsavanja požara i ugrožavanja cele jame.

Naučno-istraživačke institucije i rudarska praksa u rudarski razvijenim zemljama čine stoga zajedničke napore da se naučno i eksperimentalno utvrde najefikasnije metode savlađivanja oksidacionih procesa i nastalih jamskih požara i to u prvom redu korišćenjem nekih hemijskih materija, koje smanjuju sklonost uglja samozapaljenju i efikasno suzbijaju jamski požar. Dosadašnja laboratorijska istraživanja i praktično proverene metode, primene npr. hemijskih inhibitora, daju opravdavajuće nade da je ova orijentacija pravilno odabrana i da se njome u praksi postižu zadovoljavajući rezultati.

U poslednjih 5 godina Rudarski institut — Beograd, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu, uz pomoć privrednih organizacija pristupio je organizovanom izučavanju ove problematike prema utvrđenom zadatku.

#### Uticaj prirodnih i tehničkih faktora eksploatacije na stepen opasnosti od razvijanja endogenih požara

Endogeni požari u rudnicima uglja nastaju kao rezultat uzajamnog dejstva prirodnih i tehničkih faktora.

U prirodne faktore ubrajaju se prirodna sklonost uglja ka samozapaljenju (izražena vrednošću prirodnog indeksa samozapaljivosti) i montan-geološki uslovi ležišta (moćnost sloja, ugao zaleganja, dubina zaleganja, geološka struktura sloja, tektonski poremećaji, karakter pratećih stena, prisustvo vode u sloju i pratećim stenama i dr.).

Tehnički faktori, koji takođe mogu značajno da utiču na stvaranje povoljnih uslova za nastajanje endogenih požara, uglavnom obuhvataju: način otvaranja i razrade ugljenog sloja, metodu otkopavanja, stepen iskorišćenja ugljenog sloja, način tretiranja otkopnog prostora, način izolacije starih radova i režim provetravanja jame.

U najnovijim metodologijama prihvaćeno je da se montan-geološki uslovi zaleganja tretiraju kao tehnički uslovi eksploatacije, te smo u našim istraživanjima i ove faktore uvrstili u tehničke, za razliku od prirodnih koji će isključivo karakterisati prirodnu sklonost ugljenog sloja samozapaljenju, odnosno vrednost prirodnog indeksa samozapaljenja.

### Teoretske osnove procesa samozapaljenja uglja i uticaj prirodnih faktora

I pored vrlo obimnih naučnih istraživanja, do danas nije usvojena opšte priznata teorija koja objašnjava pojavu samozapaljenja ugljenih slojeva u ležištima uglja. Razlog tome je vrlo komplikovan tok oksidacije uglja na temperaturama koje su bliske normalnoj. On zavisi od mnogobrojnih, u ugljenom sloju prisutnih prirodnih faktora, čiji je pojedinačni uticaj u uslovima istovremene hemijske aktivnosti, vrlo teško razgraničiti. Od mnogih teoretskih objašnjenja ipak se u svetskoj naučno-istraživačkoj praksi izdvajaju: piritna, bakterijska i oksidaciona teorija.

Piritna teorija objašnjava proces samozagrevanja uglja oksidacijom prisutnog piritna koji pod dejstvom kiseonika iz vazduha i vode prelazi u sulfat gvožđa uz veliko oslobađanje toplote koja zagreva ugljenu masu do temperature paljenja.

Bakterijska teorija je zasnovana na prisustvu bakterija kao živih bića sposobnih da procesom življenja pogoduju oksidaciji organske materije u uglju.

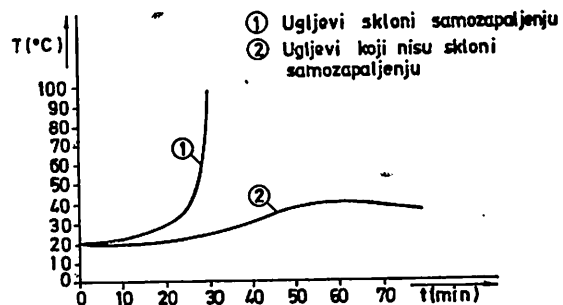
Oksidacionoj teoriji tj. oksidaciji ugljenika u uglju, danas se pridaje najveći značaj. Samozapaljenje uglja po ovoj teoriji uslovljeno je razvojem sorpcionih procesa pri upijanju kiseonika od strane ugljene supstance.

Sorpciju određene količine kiseonika prati oslobađanje toplote i to u količini koja je proporcionalna sili kojom ugljenik veže atome kiseonika. Ako se atom ugljenika pod uticajem kiseonika otkine od ugljene mase u obliku ugljenmonoksida ili ugljendioksida ili samo oslabi svoju vezu sa drugim atomima, utrošiće se deo toplotne energije za ovo otkidanje ugljenika, a taj deo je tim veći što ima da razruši jaču vezu. Krajnji efekat toplotne reakcije ugljenika i kiseonika, prema tome, zavisi od:

- energije koja se utroši da se olabave spojevi unutar ugljene mase,
- energije koja se oslobađa pri spajanju kiseonika i ugljenika.

Ako atomi leže na uglovima i rubovima, slabije su vezani sa drugim susednim atomima, te se lakše i otkidaju. Veliki toplotni efekat oksidacije ovih atoma može izazvati početak zagrevanja te će drugi atomi brže reagovati usled nastale povećane temperature.

Iz izloženog se vidi da u mehanizmu samozagrevanja uglja, pored adsorpcije kiseonika, nastupa i njegovo hemijsko sjedinjavanje — hemosorpcija, što dovodi do oslobađanja toplote koja iznosi 2,1 cal kod adsorpcije 1 cm<sup>3</sup> kiseonika. Ako se toplota ne odvodi onda će se ona u ugljenom sloju stalno povećavati. Porast temperature u početku je jako mali, ali kasnije sve veći i veći. Izrazito brz porast temperature kod ugljeva sklonih samozapaljenju nastaje u intervalu od 60 do 100°C (po prof. Dr. Budryk-u približno na 60°C), te se ta temperatura smatra kritičnom za samozapaljenje uglja. Kod teško samozapaljivih ugljeva proces oksidacije je znatno manje intenzivan, zapravo do procesa samozagrevanja i ne dolazi (vidi dijagram na sl. 1).



Sl. 1 — Dijagram oksidacije.

Fig. 1 — Oxidation diagram.

Utvrđeno je da onaj ugalj koji ima veliku sklonost samozapaljenju hemijski vezuje i veću količinu kiseonika.

Najveću sposobnost oksidacije, a s tim u vezi i samozapaljenja, imaju sitan ugalj i prašina jer imaju veliku površinu kontakta sa kiseonikom.

Ako se posmatra zavisnost toka oksidacije od porasta temperature, vidi se da temperatura ima veliki uticaj na brzinu oksidacije uglja.

Porast temperature ubrzava oksidacione procese, te ako se toplota stvorena oksidacijom ne odvodi, dolazi vrlo brzo do samozapaljenja, tj. do endogenih požara u jami.

Prema ispitivanju Oreszki-a promena težine uglja za vreme njegove oksidacije uz porast temperature, može se podeliti na sledeće faze:

- počev od normalne temperature pa sve do 80°C raste težina uglja usled adsorpcije i hemosorpcije kiseonika,
- iznad 80°C težina uglja opada, jer dolazi do raspadanja nastalih jedinjenja i dostiže minimum za razne vrste uglja kod temperature 155—170°C, u slučaju zagrevanja na vazduhu,
- kada se prekorači ova temperatura, pa sve do temperature paljenja, težina uglja opet raste,
- posle prekoračenja temperature paljenja (190—330°C), u struji vazduha težina uglja vrlo brzo opada, jer nastaje brzo raspadanje površinskih jedinjenja. Na ovoj temperaturi počinje faza tzv. švelovanja kod niske temperature.

Za samozapaljenje uglja najvažnija je prva faza.

Prema rezultatima istraživanja Prof. dr. W. Budryk-a sigurno će se u kratkom vremenu zapaliti onaj ugalj koji se u sloju zagreje na oko 60°C ako mu se ne spreči pristup vazduha i ako nema dovoljno odvođenja toplote tj. hlađenje (vidi sl. 1). U ovoj fazi glavnu ulogu igra sorpcija kiseonika.

U početku toplota koja se stvara oksidacijom uglja povećava se lagano. Period sorpcije kiseonika traje nekoliko nedelja, a zavisi od prirodnog indeksa sklonosti samozapaljenja. Ovaj period Platsche naziva inkubacionim, a prate ga sledeći oslobođeni gasovi: ugljenmonoksid, ugljendioksid i vodena para. Posle inkubacije dolazi indikacioni period koji traje mnogo kraće i koga prate još i nezasićeni ugljovodonici, a zatim dolazi do samog požara, kada se pojavljuju veće količine požarnih gasova. Prema tome, ispitivanje sorpcije kiseonika i produkata oksidacije ima veliki značaj u objašnjenju oksidacionih procesa, a samim tim i samozapaljenja uglja.

Trajanje inkubacionog perioda zavisi takođe od stepena pripremljenosti ugljenog sloja za samozapaljenje. Kao mera stepena pripremljenosti uglja za samozapaljenje usvojeno je vreme  $t_{max}$  u kojem ugalj — vodeni rastvor  $H_2O_2$  (peroksidna metoda ispitivanja samozapaljivosti) dostiže najvišu temperaturu.

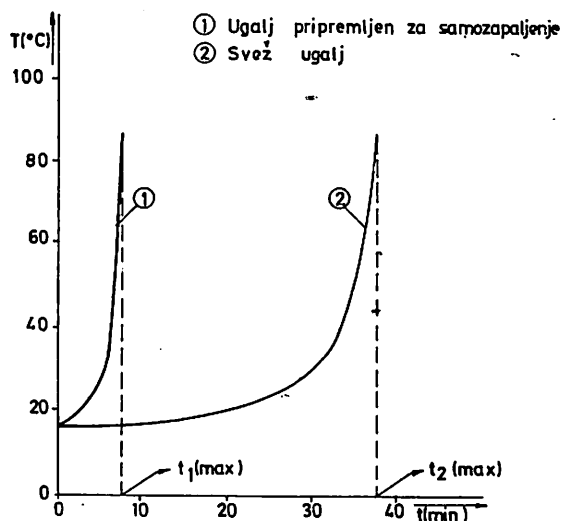
Na dijagramu u sl. 2, kriva 1 predstavlja razvoj samozapaljenja kod ispitivanja uzor-

ka uglja ugljenog sloja u kome je proces samooksidacije bio u toku, a kriva 2, za uzorak svežeg uglja iz istog ugljenog sloja.

Prema dr ing. Olpinskom intenzitet izlučivanja toplote (pod istim uslovima) zavisi u velikoj meri od vrste i stepena karbonizacije uglja. Intenzitet izlučivanja je najveći kod plamenog uglja, manji kod koksnih ugljeva a najmanji kod antracitskih ugljeva. Pri ispitivanju ugljeva ova se konstatacija slaže sa učestalošću nastajanja endogenih požara u slojevima plamenih ugljeva.

Odstupanje od ove zakonitosti čine uglavnom geološko-eksploatacioni faktori. U svakom slučaju prirodna sklonost ka samozapaljenju je najveća kod plamenih ugljeva.

Iz izloženog proizilazi da je uzrok samozapaljenja ugljenog sloja oksidacija uglja izražena u prvom redu sorpcijom kiseonika od strane ugljenika i vodonika prisutnih u uglju.



Sl. 2 — Dijagram oksidacije.

Fig. 2 — Oxidation diagram.

Oksidacioni procesi ne razvijaju se podjednako pri istim uslovima kod svih ugljeva nego uglavnom zavise od petrografskih, hemijskih i fizičkih svojstava kao i od prirodnih karakteristika ugljenog sloja. Zavisno od tih svojstava neki ugljevi imaju veću hemosorpcionu moć, intenzivniju oksidaciju i brže se pale, odnosno više su skloni samozapaljenju, nasuprot ugljevima kod kojih je ova

sklonost manje izražena. Uticaj svih ovih faktora se izražava prirodnim indeksom sklonosti uglja samozapaljenju (SZ<sub>p</sub>).

Svi autori koji rešavaju probleme samozapaljivosti uglja, pridaju veliki značaj uticaju petrografskog sastava na njegovu oksidaciju.

Fuzit ima veliku sposobnost adsorpcije kiseonika, jer se lako raspada u najsitniji prah. Kod 15°C, fuzit upija 1,5 do 2 puta više kiseonika, a kod 50°C, oko pet puta više kiseonika nego drugi sastojci uglja (Stoper).

Prema tome, fuzit može biti središte samozagrevanja koje je nužno za početak intenzivne oksidacije drugih sastojaka uglja.

Vitrit je vrlo čvrst, sa malim sadržajem pepela, a njegove pukotine su često ispunjene piritom, lako se drobe i lome što ima znatnog uticaja na oksidaciju. Istraživanja pokazuju da su ugljevi koji sadrže dosta vitrita skloni oksidaciji.

Humusni gel je mehanički nestabilna komponenta. Uvek je pun mikro prslina, sklon je stvaranju prašine i oksidaciji.

Gelificirano drvenasto tkivo slično je humusnom gelu.

Posle humusnog gela i gelificiranog drvenastog tkiva humusni detritus višeg ranga je sledeća komponenta po nestabilnosti, zbog čega je takođe naklonjen usitnjavanju i oksidaciji.

Hemijski sastav uglja ima vrlo veliki uticaj na proces oksidacije uglja. Ugljevi sa većim sadržajem isparljivih materija imaju nižu temperaturu paljenja. Schmidet i Elder su utvrdili da ugalj sa 38% isparljivih materija oksidiše tri puta brže nego ugalj sa 18% isparljivih materija.

Razni hemijski elementi prisutni u ugljenom sloju različito utiču na proces oksidacije. Neki, kao što su oksidi gvožđa, vanadijuma, mangana, molibdena i naročito piritni sumpor utiču na povećanje brzine oksidacije, dok s druge strane postoje elementi koji usporavaju oksidacione procese kao što su: aluminijum, barijum, bor i dr.

Ugljevi sa više vlage ako se ona odvodi, brže oksidišu nego suvi ugljevi. Prilikom samozagrevanja velika količina toplote mora

biti upotrebljena za isparavanje vode. Temperatura neće preći 100°C, sve dok sva voda koja je vezana za ugljenu supstancu ne ispari. Isparavanjem dolazi do istiskivanja azota i ugljendioksida, raspucavanja sloja i stvaranja većih površina što omogućuje veću cirkulaciju svežeg vazduha i dovodi do povećanja oksidacije, a s tim i zagrevanja uglja. Velika količina vlage, ako se ne odvodi iz uglja tj. ako ne ispari, može da suzbije oksidacione procese s obzirom da je potrebna velika količina toplote da vlaga ispari.

Na kraju treba istaći da ugljevi sa većom adsorpcionom moći, porozni ugljevi, slojevi sa izraženom mikrotekstурom i strukturom imaju veće kontaktne površine sa kiseonikom, te stoga i brže oksidišu.

### **Prirodni indeksi karakterističnih slojeva SFRJ**

Endogeni jamski požari u rudnicima uglja i sulfidnih ruda zavise od mnogih prirodnih i tehničkih faktora koji su različiti za svaki rudnik, a često i za pojedine revire pa i delove sloja u istom reviru. Stoga je borba protiv nastajanja endogenih požara u rudnicima uglja vrlo složena, a zasniva se na poznavanju svih prirodnih i tehničkih specifičnosti koje utiču na autooksidaciju i samozapaljenje uglja. Izborom tehničkih mera mogu se oksidacioni procesi znatno smanjiti, a kod ugljeva sa manjim prirodnim indeksom može se pravilnom eksploatacijom sprečiti nastajanje endogenih požara. Međutim, kod ugljeva sa visokim indeksom sklonosti tj. kod kojih su nepovoljni prirodni i tehnički faktori eksploatacije, moraju se, u svrhu sprečavanja samozapaljenja uglja, primenjivati hemijska antipirogena sredstva — inhibitori.

Da bi se sagledale prirodne sklonosti naših ugljeva ka samozapaljenju i na vreme uočila potencijalna opasnost koja pretil našim rudnicima, navešćemo (u tablici 1) rezultate ispitivanja prirodnog indeksa najkarakterističnijih naših ugljeva. Ispitivani ugljevi razvrstavaju se u grupe po prirodnoj sklonosti i to od malo sklonih zapaljenju — grupa I do jako sklonih — grupa IV.



Tablica 1

Vrsta uglja	Rudnik	Jama	Prirodna sklonost SZ <sub>p</sub> <sup>a</sup>				
			grupa I <sup>o</sup> /o	grupa II <sup>o</sup> /o	grupa III <sup>o</sup> /o	grupa IV <sup>o</sup> /o	
Kameni	Ibarski	— Ušće	100,00	—	—	—	
		— Jarando	100,00	—	—	—	
	Rtanj	— N. Rašinc	100,00	—	—	—	
		Timočki	— Dobra Sreća	100,00	—	—	—
		— Podvis	30,77	61,54	7,69	—	
Mrki	Zenica	— Stara jama	—	25,00	75,00	—	
		— Stranjani	—	75,00	25,00	—	
		— Raspotočje	—	72,73	27,27	—	
	Kakanj	— Stara jama	—	—	36,85	61,15	
		— Seoce	30,0	30,0	10,0	30,0	
	Breza	— Sretno	—	—	—	100,00	
		— Kamenice	—	—	7,69	92,31	
		— Goruša	—	17,65	23,53	58,82	
		— Revir Ahmetovica	—	—	43,00	57,00	
	Aleksinac	— Morava	2,32	6,98	27,90	62,80	
		— Logorište	20,00	13,34	33,33	33,33	
	Bogovina		—	33,33	50,00	16,67	
	Banovići	— Đurđevik	—	14,29	66,67	19,04	
	Soko		—	78,57	21,43	—	
	Kamengrad	— Fajtovci	9,52	4,76	38,10	47,62	
	Trbovlje	— »Polaj«	—	78,57	21,43	—	
	Hrasnik	— »Ojstro«	29,41	11,76	41,18	17,65	
	Ivangrad	— »Budimlje«	—	—	40,00	60,00	
	Lignit	Kostolac	— Čirikovac	63,64	31,82	4,54	—
			Velenje	54,17	37,50	8,33	—

### Savremene metode odbrane od endogenih požara

Savremeni postupci odbrane od nastajanja endogenih požara, s obzirom da su oni isključivo rezultat oksidacije ugljene materije kiseonikom iz vazduha, polaze od toga, da se njihovo suzbijanje najefikasnije može sprovesti izolovanjem oksidaciono sposobne ugljene materije od kiseonika.

Jedna od vrlo raširenih metoda, koja se u novije vreme u ovu svrhu primenjuje, je metoda inhibitovanja ugljenog sloja sa odgovarajućim antipirogenim sredstvom. Materije koje se u tu svrhu koriste poznate su pod opštim nazivom inhibitori.

### Definisanje i vrste inhibitora

Inhibitorima nazivamo hemijske materije koje su u stanju da spreče ili umanje oksidacione procese i samim tim da svedu samozagrevanje uglja na bezopasnu meru.

U inhibitore spadaju:

- materije kojima se uglj izoluje od uticaja kiseonika iz vazduha,
- materije koje usporavaju oksidacione procese rashlađivanjem i snižavanjem temperature uglja,
- materije koje uglj čine neosetljivim prema kiseoniku — inertizacija,
- materije koje katalitički usporavaju reakciju oksidacije.

Dejstvo nekih inhibitora počiva na apsorpciji kiseonika. Postoji veliki broj hemijskih sredstava koja se mogu upotrebiti za suzbijanje oksidacionih procesa. Ona mogu biti kako organskog tako i neorganskog porekla. U organske materije spadaju:

- tiofenol  $C_6H_5SH$
- pirogalol  $C_6H_3(OH)_3$
- pirokatehin  $C_6H_4(OH)_2$
- benzidin  $(C_6H_4NH_2)_2$ , i
- oksalna kiselina  $(COOH)_2$

Poznati inhibitori neorganiskog porekla su:

- kalcijumhlorid  $CaCl_2$
- natrijumbikarbonat  $NaHCO_3$
- natrijumhloridi  $NaCl$
- krečno mleki kalcijumbikarbonat  $Ca(HCO_3)_2$
- kiseli amonijumfosfat  $NH_4H_2PO_4$
- trinatrijumfosfat  $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$
- natrijumkarbonat  $Na_2CO_3$
- amonijumkarbonat  $(NH_4)_2CO_3$
- suspenzija kalcijumkarbonata  $CaCO_3$
- aluminijumsulfat  $Al_2(SO_4)_3$
- borna kiselina  $H_3BO_3$
- amonijumsulfat  $(NH_4)_2SO_4$
- kalcijumhlorid  $KCl$
- ferosulfat  $FeSO_4$
- ugljendioksid  $CO_2$
- azot  $N_2$
- amonijak  $NH_3$

Treba istaći da veći broj navedenih hemijskih materija nema praktičnog značaja.

Inhibitorima treba smatrati i specijalne vrste lateksa i poliuretanskih pena čije se inhibitujuće dejstvo zasniva na izolaciji.

Da bi mogli biti uspešno primenjeni inhibitori treba da istovremeno ispunjavaju sledeće uslove:

- da su nepropustljivi za gasove
- da su nezapaljivi
- da su u izvesnoj meri elastični
- da su netoksični, i
- da su ekonomični za upotrebu.

Osim toga, oni se moraju lako nanositi i dobro prijanjati za podloge na koje se nanose.

Prema načinu inhibitujućeg dejstva inhibitori se mogu podeliti na:

- inhibitore koji zaustavljaju oksidacione procese prekidom kontakta između ugljene materije i kiseonika iz vazduha, i
- inhibitore koji deluju rashladnim dejstvom.

U prvu grupu svrstavamo inhibitore koji se primenjuju za površinsku impregnaciju i dubinsko injektiranje, a u drugu grupu inertne gasove sa kojima gušimo već razvijene a izolovane jamske požare.

Inhibitori koji se koriste za površinsku impregnaciju i dubinsko injektiranje sprečavaju oksidacione procese time što stvaraju zaštitnu opnu oko sitnih čestica zapaljivog uglja u stubovima i ispunjavaju šupljine u ugljenim masivima, čime sprečavaju kontakt ugljene materije i vazduha. Ukoliko je inhibitujuće dejstvo upotrebljenog inhibitora veće utoliko je izolacija potpunija.

Radi povećanja efikasnosti izolacionog dejstva inhibitora obično se injektiranje vrši kombinovano sa površinskom impregnacijom.

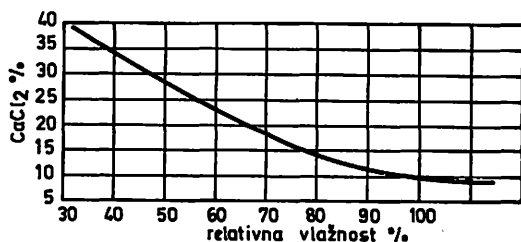
Za površinsku impregnaciju i injektiranje kod nas se koristi uglavnom kalcijumhlorid i lateksi, a manje natrijumkarbonat, natrijumbikarbonat, krečno mleko, kalcijumbikarbonat i poliuretanske pene.

Od navedenih inhibitora u našoj praksi se prednost daje kalcijumhloridu koji, pored jako izraženog inhibitujućeg dejstva ima i veoma izražene higroskopne osobine. Higroskopnost kalcijumhlorida čini da primenjena suspenzija ostane vlažna, pa stoga i plastična, što je od naročitog interesa za dugotrajnu bezbednost požarom ugroženih mesta, pogotovu kada su izložena jamskim pritiscima.

Krečno mleko, i pored toga što je jevtino, nije pouzdano inhibitujuće sredstvo. Sigurno je, da se krečno mleko za kratko vreme sasušuje i ispuca i zaštitni sloj otpada.

Koncentracija kalcijumhlorida, koja se upotrebljava u praktičnim radovima, zavisi od temperature i relativne vlažnosti na me-

stu upotrebe. Za temperaturu od 30°C češki naučnici dr ing. Šebor i ing. Hofbauer daju dijagram zavisnosti količina  $\text{CaCl}_2$  od relativne vlage radne sredine (vidi sl. 3).



Sl. 3 — Zavisnost koncentracije kalcijum-hlorida od relativne vlažnosti pri temperaturi od 30° C

Fig. 3 — Calcium chloride concentration dependance of relative humidity at the temperature of 30° C

Iskustvo je, međutim, pokazalo da se dati dijagram ne može primenjivati u svim uslovima, pa je potrebno izvršiti prethodnu proveru za svaki konkretni slučaj.

Ukoliko se upotrebi kalcijumhlorid niže koncentracije od one koju stvarno zahtevaju mikroklimatski uslovi na mestu upotrebe inhibitor se sasušuje i ispuca ili u protivnom inhibitor curi niz zidove prostorije na koju je nanesen.

Inhibitori za posipanje površina zaostalog uglja u starom radu koriste se u obliku kristalnih soli koje se rastvaraju pod dejstvom vlage iz jamskog vazduha. Rastvaranjem ovih soli dolazi do oduzimanja toplote i rashlađivanja okoline. Da bi se dejstvo ovih soli pojačalo i ubrzalo treba ih ovlažiti vodom. Kod veće količine vode smanjuje se rashladno dejstvo.

U mađarskom rudniku uglja Mecseki Trösztsz za rashlađivanje zagrejanih površina posipanjem, koristi se natrijumhlorid, kada temperatura u starom radu nije viša od 36°C, a trinatrijumfosfat kada temperatura nije viša od 45°C.

Često se upotrebljava i smeša od dva hemijska sredstva u kom slučaju se postiže jače rashladno dejstvo. Na primer, smeša od 40 težinskih delova amonijumhlorida i 60 težinskih delova natrijumsulfata može da sni-

zi temperaturu za 52°C. Natrijumsulfat se može vrlo uspešno da zameni natrijumhloridom.

Proučavanjem je utvrđeno, a i praksa je potvrdila, da inhibitori koji služe za natapanje jako zagrejanih jamskih prostora imaju jače rashladno dejstvo od inhibitora koji se koriste u obliku kristalnih soli. Zbog toga se ovi prvi primenjuju kod endogenih požara u kasnijem stadijumu njihovog razvoja, tj. kod otvorenog požara. U ovu grupu inhibitora spada tečan ugljendioksid i suvi led.

Prilikom ekspanzije tečan ugljendioksid troši znatne količine toplote. Otparavanje je tako brzo, da se preostala količina mrzne u sneg, koji ima jako rashladno dejstvo. Otparavanjem suvog leda nastaju znatne količine gasovitog ugljendioksida koji istiskuje vazduh i prekida oksidacione procese. Naročito povoljni rezultati primenom ovih inhibitora postignuti su u Mađarskoj, SSSR-u i Jugoslaviji.

#### Laboratorijska ispitivanja mogućnosti primene inhibujućih pasti u našim rudnicima uglja

Hemijska antipirogena sredstva rastvorena u vodi — inhibitori ne bi mogli duže vremena štiti ugalj od oksidacionih procesa, jer ne bi trajno ostala priljubljena na površini ugljenih zidova, niti bi trajno ispunjavala pukotine i šupljine u ugljenim stubovima. Zato je bilo nužno izabrati materiju koja bi zajedno sa inhibitorom stvorila što je moguće postojaniju suspenziju (pastu), ali u kojoj bi ostale očuvane antipirogene osobine inhibitora.

Pogodna mineralna materija — punilac — nađena je u fino mlevenoj glini, koja se odlikuje plastičnim osobinama.

Opiti su pokazali, da se u pasti zadržavaju svojstva inhibitora i da suspenzija antipirogenog sredstva sa fino izmlevenom glinom pa i drugim vrstama punilaca, ostaje plastična više meseci. Ova osobina o kojoj ćemo kasnije govoriti, važna je kako za potpuno i trajno ispunjavanje pukotina u ugljenim stubovima, tako i za površinsku impregnaciju bokova.

Radi dokazivanja mogućnosti efikasne primene inhibirajućih pasti u našim rudnicima uglja dajemo podatke o ispitivanjima vršenim u dva rudnika i to: Velenju (lignit) i Kaknju (mrki ugalj).

**Ispitivanja izvršena na uzorcima iz rudnika Velenje**

Na osnovu analize tehnološkog procesa eksploatacije jame Velenje, kao i načina razvijanja opasnih oksidacionih procesa, nužno je bilo utvrditi koje hemijsko antipirogeno sredstvo treba primeniti u cilju preventivne zaštite.

Za laboratorijska ispitivanja prirodne sklonosti ka samozapaljenju uzeta su četiri uzorka uglja na različitim lokalitetima i to:

- Uzorak V—1 zapad, široko čelo A, etaža 39
- Uzorak V—2 zapad, hodnik +20. Ugalj u hodniku otvoren 2 godine
- Uzorak V—3 istok, radilište br. 15, kota 86
- Uzorak V—4 istok, ugalj iz bušotine u prekopu br. 2 ispred čela C<sub>1</sub> i C<sub>2</sub> na 79-oj etaži.

Svi uzeti uzorci su podvrgnuti laboratorijskim istraživanjima da bi se utvrdilo koji od uzoraka ima najveću prirodnu sklonost ka samozapaljenju kako bi se na tom uzorku kao najnepovoljnijem vršila daljnja istraživanja u cilju iznalaženja najpovoljnijeg hemijskog antipirogenog sredstva, koje utiče na smanjenje prirodne sklonosti ka samozapaljenju.

Određivanje prirodne sklonosti uglja ka samozapaljenju izvršeno je po metodi Olpin-skog, a dobijeni rezultati prikazani su u tablici 2.

**Tablica 2**

	Vlaga %	Pepeo na suvo %	SZ <sub>p</sub> <sup>a</sup> °C.min	Grupa
Uzorak V—1	36,21	39,07	86	II
Uzorak V—2	33,48	30,85	64	I
Uzorak V—3	34,95	28,28	91	II
Uzorak V—4	32,72	11,24	101	III

U tablici 2 svaki ispitani uzorak, prema vrednosti prirodnog indeksa, razvrstan je u odgovarajuću grupu opasnosti, gde I grupa predstavlja najmanju, a III-ća grupa najveću sklonost samozapaljenju.

Prema grupama opasnosti uzorak V—2 pripada grupi ugljeva koji prirodno nisu skloni samozapaljenju. Uzorci V—1 i V—3 pripadaju grupi ugljeva malo sklonih samozapaljenju, a uzorak V—4 pripada grupi ugljeva sklonih samozapaljenju.

Odlučili smo da laboratorijska istraživanja nastavimo na uzorku V—4 pošto je on prirodno najviše sklon samozapaljenju.

Za laboratorijska istraživanja koristili smo kao punilac sledeći materijal:

- glinu I, koja se sada upotrebljava u jami rudnika Velenje za premazivanje izolacionih objekata,
- glinu II, crvena glina početni sloj
- glinu III, siva glina dubinski sloj
- leteći pepeo iz termoelektrane Šoštanj.

**Karakteristike upotrebljenih glina**

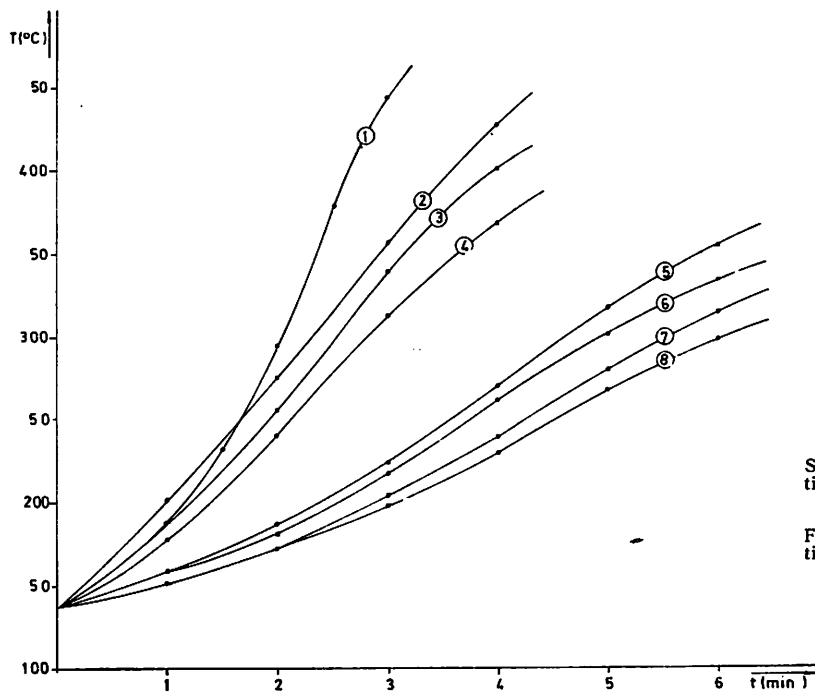
	betonitski broj
— glina I	nema
— glina II	3
— glina III	5

Rezultati laboratorijskog ispitivanja plastičnosti gline prikazani su u narednoj tablici 3.

Ateberg-ove granice konzistencije gline II i III određene su standardom treskalicom po Kasagrande-u i valjanjem uzoraka, pri čemu su dobijeni sledeći rezultati.

**Tablica 3**

Granice konzistencije	Glina II		Glina III			
	voda	15% CaCl <sub>2</sub>	20% CaCl <sub>2</sub>	voda	15% CaCl <sub>2</sub>	20% CaCl <sub>2</sub>
Granica tečenja Wl <sup>o</sup> %	50,1	45,0	40,0	56,5	42,5	41,0
Granica plastičnosti Wp <sup>o</sup> %	24,4	15,7	17,5	19,3	19,1	18,1
Indeks plastičnosti Ip	25,7	29,3	22,5	27,2	23,4	23,0



Sl. 4 — Glina III + hemijska antipirogena sredstva — uzorka uglja V-4 rudnika Velenje.

Fig. 4 — Clay III plus chemical antipyrogenic agents — Mine Velenje coal sample V-4.

TABLICA 4

UZORAK UGLJA	PUNIOC GLINA	RASTVOR %	HEMIJSKA SREDSTVA	SZp °C/min	GRUPA SZp	SZ i °C/min	GRUPA SZi	RAZLIKA INDEKSA SZp-SZi	ODGOVARAJUĆA KRIVA NA DIJAGRAMU BR. 4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V-4				101	III	-	-	-	1
V-4	III	15	Ca(OH) <sub>2</sub>	-	-	61	I	-40	2
V-4	III	15	NaCl	-	-	50	I	-51	3
V-4	III	15	stana ploča	-	-	48	I	-53	4
V-4	III	15	CaCl <sub>2</sub>	-	-	46	I	-55	5
V-4	III	20	CaCl <sub>2</sub>	-	-	39	I	-62	6
V-4	III	25	CaCl <sub>2</sub>	-	-	34	I	-67	7
V-4	III	30	CaCl <sub>2</sub>	-	-	24	I	-77	8

Prema Kasagrande-ovom dijagramu gлина II mešana sa vodom nalazi se na granici između masne i posne gline, a glina III odgovara masnoj glini visoke plastičnosti. Pri mešanju sa 15 i 20% CaCl<sub>2</sub> plastična svojstva se smanjuju.

Da bi pasta bolje prionula na ugalj ili drugu površinu treba da je plastična. Ova svojstva joj daju odgovarajući punioci.

Ispitivanja su pokazala da treba upotrebiti glinu III koja poseduje bolja svojstva od gline II, jer spada u grupu visoke plastičnosti. U svom sastavu sadrži malo krupnozrnog materijala i alumosilikata.

Leteći pepeo iz termoelektrane Šoštanj po granulometrijskom sastavu može se direktno upotrebiti, a i ima ga u dovoljnoj količini. Plastičnosti nema, ali se sa pojedinim hemijskim sredstvima vezuje jako dobro.

Bogovinski bentonit smo upotrebili radi poređenja rezultata, jer smo sa njim već ranije ispitivali neke kamene i mrke ugljeve. Za spravljanje pasti bogovinski bentonit ima dobre osobine zbog visoke plastičnosti.

Ispitivanja mogućnosti primene inhibitivnih pasti vršena su nakon što je prethodno utvrđen uticaj svakog pojedinog hemijskog antipirogenog sredstva i punioca na mogućnost smanjenja prirodne sklonosti uglja ka samozapaljenju.

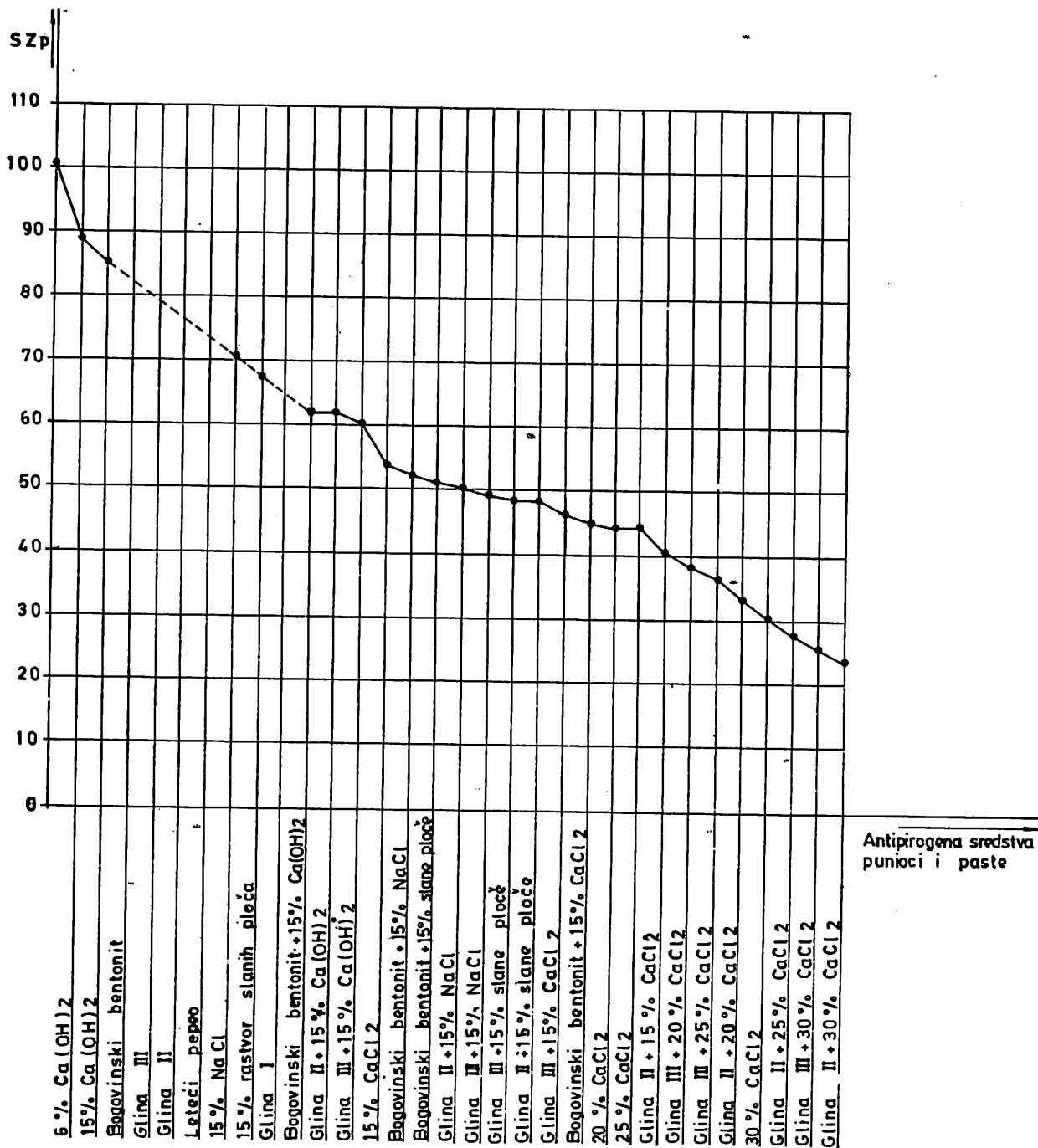
Inhibitivno dejstvo ispitivanih pasta na uzorak V—4 utvrđeno je na osnovu određivanja prirodnog indeksa sklonosti samozapaljenju tretiranog uzorka.

Paste su spravljene za svaki tretirani punilac, tako što su puniocu dodavane različite koncentracije hemijskih sredstava pod istim uslovima kao i za prethodna ispitivanja. Dobijeni rezultati ispitivanja prikazani su u tablici 4 i na dijagramu sl. 4.

Uredni pokazatelji svih ispitivanja prikazani su u tablici 5 i na dijagramu sl. 5. Sa dijagrama se vidi kako na smanjenje prirodnog indeksa pojedinačno utiču hemijska antipirogena sredstva, punioci i paste.

Tablica 5

Uzorak uglja V—4 tretiran sa	SZ <sub>p</sub>	SZ <sub>i</sub>	SZ <sub>p</sub> —SZ <sub>i</sub>
6% rastvora Ca(OH) <sub>2</sub>	101	89	— 12
15% rastvora Ca(OH) <sub>2</sub>	101	86	— 15
Bogovinskim bentonitom	101	—	— 18
Glinom III	101	—	— 23
Glinom II	101	—	— 26
Letećim pepelom	101	—	— 26
15% rastvora NaCl	101	72	— 29
15% rastvora slane ploče	101	69	— 32
Glinom I	101	—	— 33
Bogovinskim bentonitom +15% rastvora Ca(OH) <sub>2</sub>	101	63	— 36
Glinom II +15% rastvora Ca(OH) <sub>2</sub>	101	63	— 38
Glinom III +15% rastvora Ca(OH) <sub>2</sub>	101	63	— 40
15% CaCl <sub>2</sub> (rastvora)	101	55	— 46
Bogovinskim bentonitom +15% rastvora NaCl	101	54	— 47
Bogovinskim bentonitom +15% rastvora sl. ploče	101	53	— 48
Glinom II +15% rastvora NaCl	101	51	— 50
Glinom III +15% rastvora NaCl	101	50	— 51
Glinom III +15% rastvora sl. ploče	101	48	— 53
Glinom II +15% rastvora sl. ploče	101	48	— 53
Glinom III +15% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	46	— 55
Bogovinskim bentonitom +15% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	45	— 56
20% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	45	— 56
25% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	41	— 60
Glinom II +15% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	40	— 61
Glinom III +20% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	39	— 62
Glinom III +25% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	34	— 67
Glinom II +20% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	31	— 70
30% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	29	— 72
Glinom II +25% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	27	— 74
Glinom III +30% rastvora CaCl <sub>2</sub>	101	24	— 77
Glinom II +30% CaCl <sub>2</sub>	101	23	— 78



Sl. 5 — Uticaj antipirogenih sredstava na smanjenje prirodnog indeksa samozapaljenja — uzorak uglja V—4 jama Velenje.

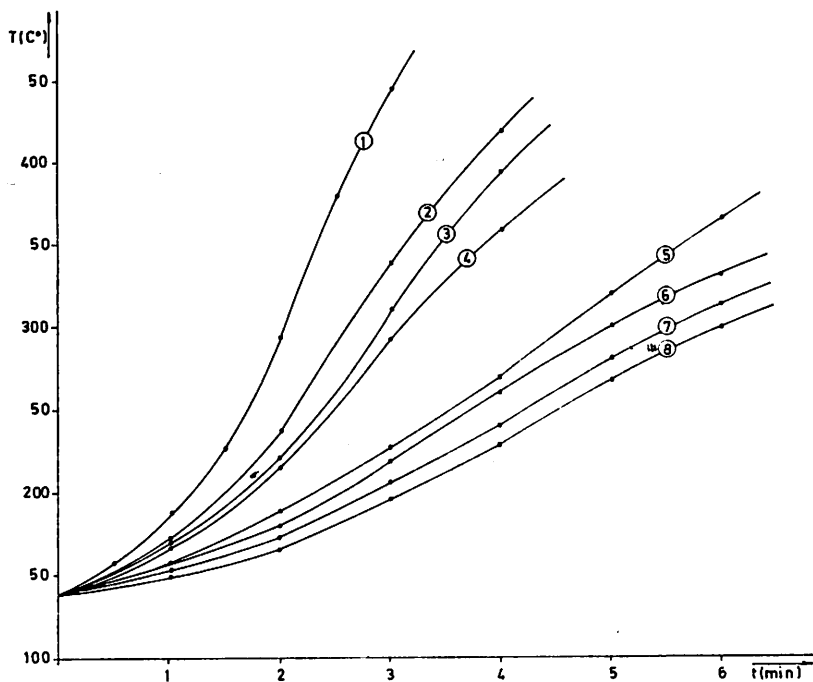
Fig. 5 — Effect of antipyrone agents on the decrease of natural self-inflammability index — Mine Velenje coal sample V—4.

Ispitivanja izvršena na uzorcima iz rudnika Kakanj

Rezultati istraživanja mogućnosti primene inhibitjućih sredstava na ugalj glavnog sloja rudnika Kakanj identični su sa prethodnim ispitivanjima za rudnik Velenje. Za-

to ćemo ovo poglavlje dati skraćeno — samo najvažnije podatke i dobijene rezultate.

Nakon laboratorijskih ispitivanja prirodne sklonosti uglja ka samozapaljenju izdvojili smo uzorak K—1 sa



Sl. 6 — Glina III + hemijska antipirogena sredstva — uzorak uglja K—1 rudnika Kakanj.

Fig. 6 — Clay III plus chemical antipyrrogenic agents — Mine Kakanj coal sample K—1

TABLICA 6

UZORAK UGLJA	PUNIOC GLINA	RASTVOR %	HEMIJSKA SREDSTVA	SZ <sub>p</sub> °C/min	GRUPA SZ <sub>p</sub>	SZ <sub>i</sub> °C/min	GRUPA SZ <sub>i</sub>	RAZLIKA INDEKSA SZ <sub>p</sub> -SZ <sub>i</sub>	ODGOVARAJUĆA KRIVA NA DIJAGRAMU BR. 6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K-1				100	III	-	-	-	1
K-1	1	15	Ca(OH) <sub>2</sub>	-	-	79	1	-27	2
K-1	1	15	slane ploče	-	-	74	1	-32	3
K-1	1	15	NaCl	-	-	71	1	-35	4
K-1	1	15	CaCl <sub>2</sub>	-	-	47	1	-59	5
K-1	1	20	CaCl <sub>2</sub>	-	-	43	1	-63	6
K-1	1	25	CaCl <sub>2</sub>	-	-	40	1	-66	7
K-1	1	30	CaCl <sub>2</sub>	-	-	36	1	-70	8

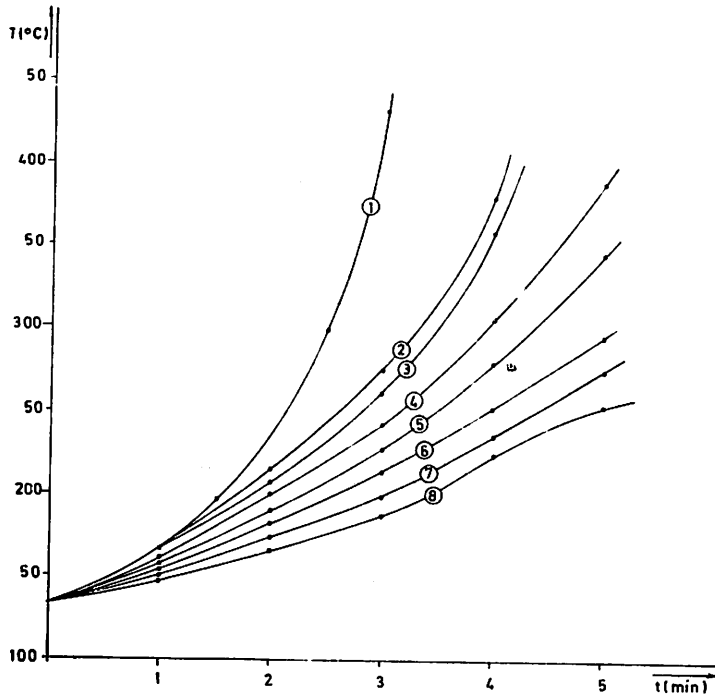


$$SZ_p^a = \frac{dT}{dt} = 106 \text{ }^\circ\text{C/min}$$

Punioci su odabrani sa lokaliteta rudnika Kakanj (glina I, glina II i leteći pepeo TE Čatići) i glina iz rudnika Bogovina.

Glina I u svom sastavu sadrži malo krupnozrnog materijala i alumosilikata. Pod prstima je masna, a u vodi pokazuje plastičnost.

Glina II je slabijeg kvaliteta od gline I. Pod prstima je vrlo malo masna, vodeni rastvor

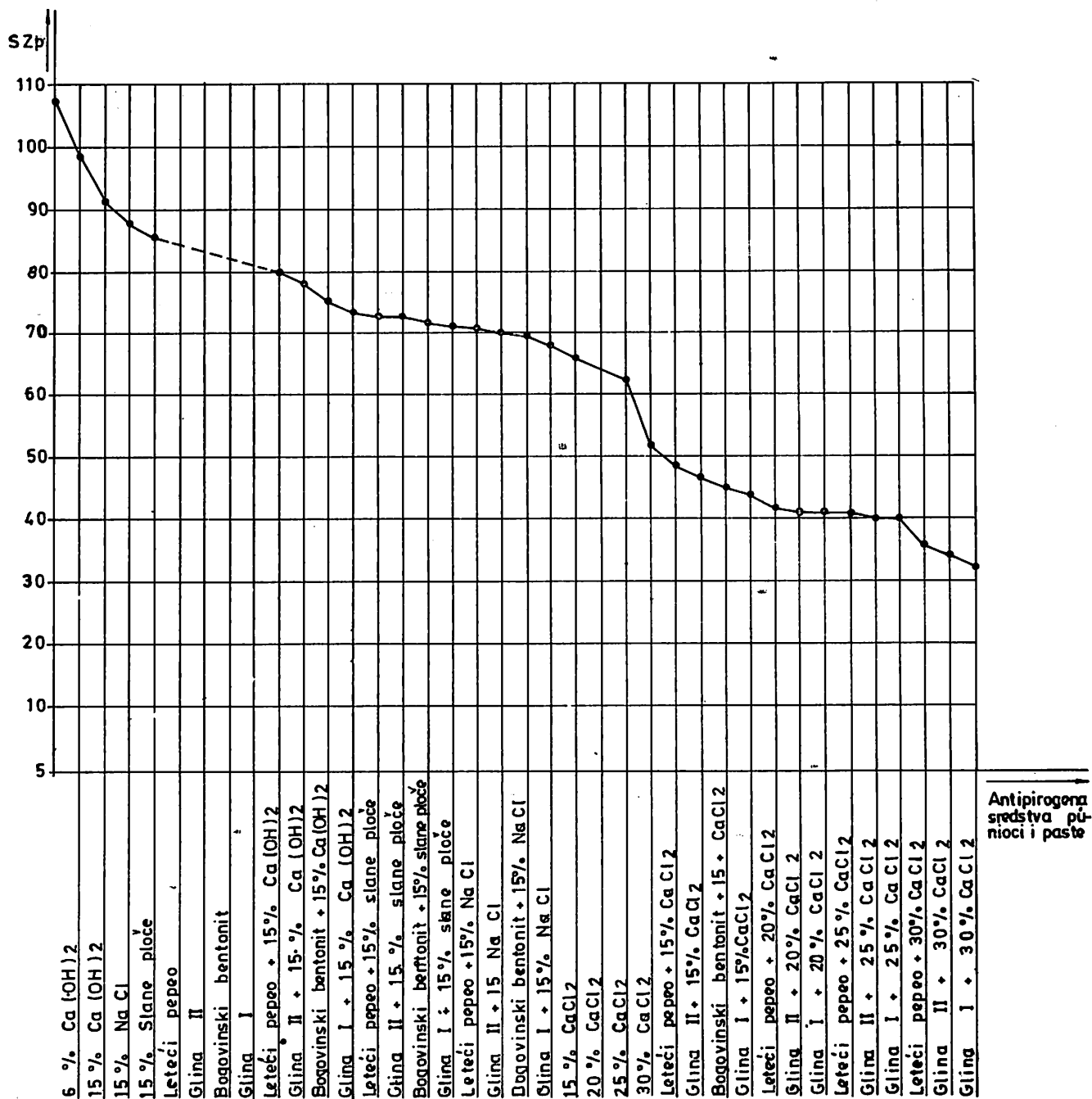


Sl. 7 — Leteći pepeo T E Čatići + hemijska antipirogena sredstva — uzorak K-1 rudnika Kakanj.

Fig. 7 — Power station Čatići fly ash plus chemical antipyrrogene agents — Mine Kakanj coal sample K-1.

TABLICA 7

UZORAK UGLJA	PUNIOC LETEĆI PEPEO	RASTVOR %	HEMIJSKA SREDSTVA	S Z <sub>p</sub> °C/min	GRUPA SZ <sub>p</sub>	S Z <sub>i</sub> °C/min	GRUPA SZ <sub>i</sub>	RAZLIKA INDEKSA S Z <sub>p</sub> -SZ <sub>i</sub>	ODGOVARAJUĆA KRIVA NA DIAGRAMU BR. 7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K-1				106	III	-	-	-	1
K-1	—	15	Ca(OH) <sub>2</sub>	-	-	79	I	-27	2
K-1	—	15	slane ploče	-	-	75	I	-31	3
K-1	—	15	NaCl	-	-	71	I	-35	4
K-1	—	15	CaCl <sub>2</sub>	-	-	49	I	-57	5
K-1	—	20	CaCl <sub>2</sub>	-	-	44	I	-62	6
K-1	—	25	CaCl <sub>2</sub>	-	-	42	I	-64	7
K-1	—	30	CaCl <sub>2</sub>	-	-	37	I	-69	8



Sl. 8 — Uticaj antipirogenih sredstava na smanjenje pirogenog indeksa samozapaljenja — uzorak uglja K-1 rudnika Kakanj.

Fig. 8 — Effect of antipyrogene agents on the reduction of pyrogenic index of self inflammability — Mine Kakanj coal sample K-1.

brzo se taloži. Plastičnost joj je mala, skoro nikakva.

Leteći pepeo iz termoelektrane Čatići dovoljno je sitan za direktnu upotrebu. Plastičnosti nema, ali se sa pojedinim hemijskim sredstvima vezuje jako dobro.

Ispitivanja su vršena nakon što je prethodno utvrđen uticaj svakog pojedinog hemijskog antipirogenog sredstva i punioca na mogućnost smanjenja prirodne sklonosti uglja ka samozapaljenju (uzorak K—1).

Rezultati ispitivanja dati su u tablicama 6 i 7 i na dijagramima sl. 6 i 7.

Uredni pokazatelji svih rezultata ispitivanja prikazani su u tablici 8 i na dijagramu 8.

Glinom II +15% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	47	— 59
Bogovinskim bentonitom +15% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	46	— 60
Glinom II +15% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	46	— 60
Letećim pepelom +20% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	44	— 62
Glinom II +20% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	43	— 63
Glinom I + 20% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	42	— 64
Letećim pepelom +25% CaCl <sub>2</sub>	106	42	— 64
Glinom II +25% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	40	— 66
Glinom I +25% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	40	— 66
Letećim pepelom +30% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	37	— 69
Glinom II +30% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	36	— 70
Glinom I +30% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	33	— 73

Tablica 8

Uzorak uglja K—1 tretiran sa	SZ <sub>p</sub>	SZ <sub>i</sub>	SZ <sub>p</sub> —SZ <sub>i</sub>
6% rastvor Ca (OH) <sub>2</sub>	106	99	— 7
15% rastvor Ca (OH) <sub>2</sub>	106	93	— 13
15% rastvor NaCl	106	88	— 18
15% rastvor slane ploče	106	87	— 19
Letećim pepelom	106	—	— 19
Glinom II	106	—	— 21
Bogovinskim bentonitom	106	—	— 24
Glinom I	106	—	— 26
Letećim pepelom	106	80	— 26
Glinom II +15% rastvor Ca (OH) <sub>2</sub>	106	79	— 27
Bogovinskim bentonitom +15% rastvor Ca (OH) <sub>2</sub>	106	78	— 28
Glinom I +15% rastvor Ca (OH) <sub>2</sub>	106	76	— 30
Letećim pepelom +15% rastvor slane ploče	106	75	— 31
Glinom II +15% rastvor slane ploče	106	74	— 32
Bogovinskim bentonitom +15% rastvor slane ploče	106	74	— 32
Glinom I +15% rastvor slane ploče	106	73	— 33
Letećim pepelom +15% rastvor NaCl	106	71	— 35
Glinom II +15% rastvor NaCl	106	71	— 35
Bogovinskim bentonitom +15% rastvor NaCl	106	70	— 36
Glinom I +15% rastvor NaCl	106	70	— 36
15% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	68	— 38
20% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	66	— 40
25% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	63	— 43
30% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	52	— 54
Letećim pepelom +15% rastvor CaCl <sub>2</sub>	106	49	— 57

#### Laboratorijsko ispitivanje pasti na modelima

Radi provere rezultata dobijenih laboratorijskim istraživanjima kao i ispitivanja ponašanja pastu u jamskim uslovima, izrađen je uređaj za izvođenje opita na modelima.

Prilikom konstruisanja i izrade uređaja došlo se do zahteva da uređaj obezbedi takvu radnu sredinu koja najpribližnije odgovara jamskim uslovima. Ovo se naročito odnosi na mikroklimatske uslove.

U tom cilju izrađena je specijalna komora u kojoj su vršena ispitivanja, kao i modeli na koje su bili nanošeni ispitivani uzorci raznih vrsta pastu.

Za ispitivanje pastu u uslovima koji približno vladaju u jami izvršena je rekonstrukcija jedne standardne kapele dimenzija 0,80 × 1,25 × 1,5 m. Rekonstrukcija se sastoji u sledećem:

- hermetizacija komore
- ugradnja odgovarajućeg uređaja za postizanje konstantnog protoka vazduha kroz komoru,
- ugradnja automatskog regulatora temperature,
- ugradnja uređaja za postizanje željene vlažnosti vazduha u komori,
- ugradnja automatskog regulatora temperature i vlažnosti vazduha.

Zahvaljujući ugrađenim instrumentima, u komori su stvarani određeni uslovi temperature, vlažnosti i brzine kretanja vazdušne struje preko ispitivanih modela.

Prethodna ispitivanja su pokazala da je za što potpunije sagledavanje kvaliteta paste neophodno da ispitivanja traju što duže. U konkretnom slučaju ispitivanja su trajala 90 dana.

Izvršena ispitivanja su pokazala da je bitno u komori održati stalnu vlažnost i približno konstantnu temperaturu kao i brzinu kretanja i količinu vazduha koja prolazi kroz komoru.

Da bi se što vernije dala podloga na koju će se u jamskim uslovima nanositi odgovarajuće paste, izrađeni su specijalni modeli koji su pod određenim uslovima stavljeni u komoru. Izrađene su dve vrste modela: za ispitivanje ponašanja paste na podlozi od uglja i od drveta.

Na pripremljene modele nanošene su izabrane paste, koje su u prethodnom postupku laboratorijskih ispitivanja bile usvojene kao najpogodnije.

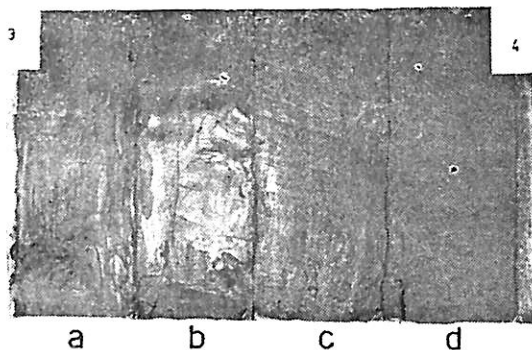
Pasta je nanošena sa jedne strane modela u slojevima 5—10 mm sa ciljem da se ispita njeno ponašanje pod najnepovoljnijim uslovima koji mogu vladati u jami.

Prethodnim laboratorijskim ispitivanjima vršenim na uzorcima uglja iz rudnika Velenje i Kakanj, kao i dobijenim uzorcima gline i letećeg pepela sa lokaliteta ovih rudnika, ispitivanja su vršena sa svim hemijskim i antipirogenim sredstvima i puniocima: glinom III, glinom I i elektrofilterskim pepelom iz TE Čatići.

Paste su nanošene na podloge od uglja i drveta na prethodno pripremljenim odgovarajućim modelima.

Pripremljeni punioci su mleveni i prosojavani od veličine čestica 1,25 mm.

Izgled paste nanosenih na ispitne modele pre stavljanja u ispitnu komoru prikazan je na slikama 9 i 10.

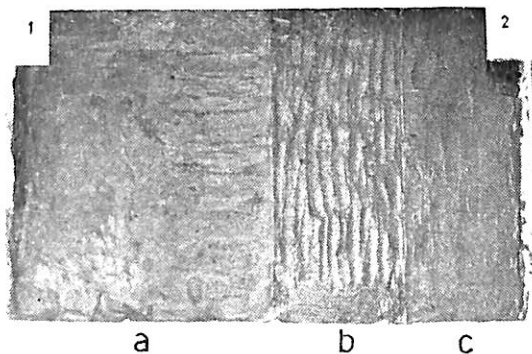


Sl. 9 — Izgled paste nanosene na podlogu od dasaka.

Fig. 9 — View of paste coating on a base of wooden boards.

#### Model 3—4

- a) 15% rastvor  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + glina I
- b) 15% rastvor  $\text{NaCl}$  + glina I
- c) 15% rastvor  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + glina III
- d) 15% rastvor  $\text{NaCl}$  + glina III



Sl. 10 — Izgled paste nanosene na podlogu od dasaka.

Fig. 10 — View of paste coating on a base of wooden boards.

#### Model 1—2

- a) 20% rastvor  $\text{CaCl}_2$  + leteći pepeo TE Čatići
- b) 15% rastvor  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + leteći pepeo TE Čatići
- c) 15% rastvor  $\text{NaCl}$  + leteći pepeo TE Čatići.

**Karakteristični rezultati ispitivanja u komori**

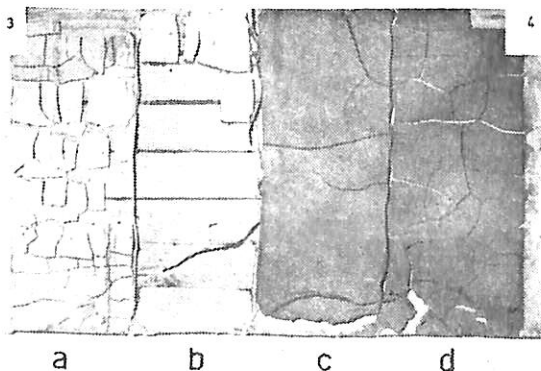
Ispitivanjima u komori su podvrgnuti uzorci uglja iz rudnika Velenje i Kakanj prevučeni pastama spremljenim od: kalcijumhlorida, natrijumhlorida, krečnog mleka i sledećih punilaca glina I i III i letećeg pepela.

Kao što se i očekivalo sve paste nisu ispoljile u komori i na vazduhu iste osobine. Dok su neke dale gotovo identične rezultate, druge su zadovoljile samo u određenim uslovima, što se najbolje ogledalo u ponašanju pasti kod različitih mikroklimatskih uslova ( $t_s$  °C,  $t_v$  °C,  $R_v$  %) brzine proticanja vazduha koje smo prema programu rada menjali.

Početni mikroklimatski uslovi u komori bili su sledeći: temperatura od 23 — 30°C i vlažnost od 90 — 95%.

Protok vazduha kroz komoru 20 lit/min.

Pojava prvih pukotina na ispitivanim modelima primećena je već posle nedelju dana i to na uzorcima na koje su nanesele pripremljene paste od 6 i 15%-nog rastvora  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  i 15%-nog rastvora  $\text{NaCl}$  i glina. Daljim ispitivanjima pri održavanju istih uslova u komori, nastale pukotine su počele postepeno da se šire i produbljuju do podloge, tako da je premaz paste već posle 15 dana počeo da otpada sa ispitivanih modela (podloga od uglja i jelovih dasaka) vidi sl. 11.



Sl. 11 — Izgled modela od dasaka posle 10 dana.

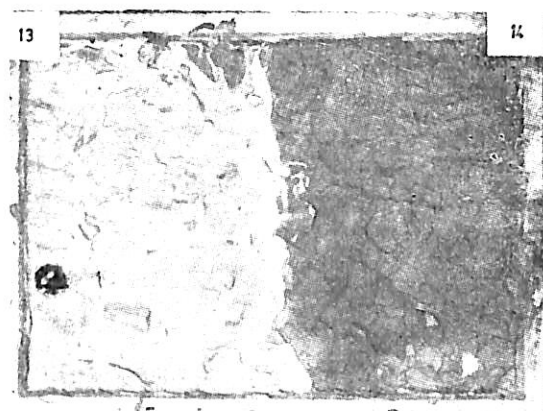
Fig. 11 — View of the wooden board model after 10 days.

**Model 3—4**

- a) 15% rastvor  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + glina J
- b) 15% rastvor  $\text{NaCl}$  + glina I
- c) 15% rastvor  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + glina III
- d) 15% rastvor  $\text{NaCl}$  + glina III

Održavanjem konstantnih vrednosti mikroklimatskih uslova u komori, i u narednom periodu, želeli smo da pri istim uslovima pratimo ponašanje preostalih modela.

Već posle 40 dana došlo je do pojave manjeg broja finih pukotina na modelima od uglja koji su premazani pastom spremljenom od 20%-nog rastvora  $\text{CaCl}_2$  i glina. Daljim ispitivanjima broj pukotina se nije povećavao već su se postojeće pukotine produbljivale a nanošena pasta postepeno sušila da bi posle 55 dana počela da otpada sa modela, vidi sl. 12, model 14.



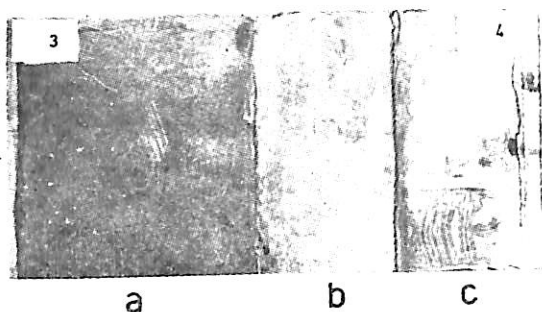
Sl. 12 — Izgled modela od uglja posle 40 dana.

Fig. 12 — View of the coal model after 40 days.

- 13. 20%  $\text{CaCl}_2$  + leteći pepeo TE Čatići
- 14. 20%  $\text{CaCl}_2$  + glina I

Pasta od elektrofilterskog pepela i 20% rastvora  $\text{CaCl}_2$  zadržala je kompaktnost (sl. 12, model 13).

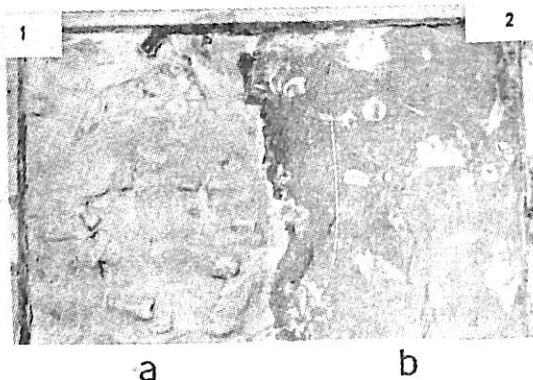
Preostali modeli ni posle 60 dana nisu pokazali vidnije makroskopske promene koje bi se manifestovale bilo u pucanju ili sušenju nanesele paste. Zato smo odlučili da pri promenjenim mikroklimatskim uslovima u komori opit ponovimo i to samo sa pastama spremljenim od rastvora  $\text{CaCl}_2$ , glina i elektrofilterskog pepela. Sa ostalim pastama



Sl. 13 — Izgled paste od 20%  $\text{CaCl}_2$  sa letećim pepelom kao puniocom (iz TE Čatići).

Fig. 13 — View of the paste made of 20%  $\text{CaCl}_2$  with fly ash as a filler (Power Station Čatići).

Pasta je naneta na model od dasaka i to u tri posebna dela sa različitom visinom nanošenja (a = 3 mm, b = 5 mm i c = 10 mm).



Sl. 14 — Izgled modela od uglja na koji je naneta pasta.

Fig 14 — View of the model coated with paste.

- a) 20%  $\text{CaCl}_2$  + leteći pepeo TE Čatići
- b) 20%  $\text{CaCl}_2$  + glina I

opit nije ponavljan pošto nisu zadovoljile ni početne uslove.

U tom cilju prvobitni uslovi su podešeni na sledeće vrednosti:

$$t^{\circ}\text{C} = 25 - 28$$

$$\text{Rv} = 80\% - 90\%$$

Protok vazduha kroz komoru 50 lit/min.

Promenjeni uslovi u komori, nakon 35 dana, izazvali su pojavu pukotina na pasta-

ma spremljenim od 20%-nog i 25%-nog rastvora  $\text{CaCl}_2$  i glina. Pre pojave pukotina zapažalo se postepeno sušenje i gubljenje plastičnih osobina pomenutih pasti. Posle 50 dana paste su se potpuno osušile. Nove pukotine se nisu više pojavljivale. Iako ispucale paste su i dalje čvrsto prijanjale na podloge ispitivanih modela.

Da bi se ispitala postojanost pasti pod nepovoljnim okolnostima u komori smo ponovo promenili mikroklimatske uslove stvarajući nove odnose na sledećim vrednostima:

$$t^{\circ}\text{C} = 20 - 25$$

$$\text{Rv} = 70 - 80\%$$

Protok vazduha kroz komoru 80 lit/min.

Pri ovim vrednostima temperature, relativne vlažnosti i protoka vazduha u komori, došlo je do promene osobina i pojave pukotina kod svih pasta spremljenih od 20 i 25%-nog rastvora  $\text{CaCl}_2$  i glina, kao i kod pasta spremljenih sa istim koncentracijama  $\text{CaCl}_2$  i punilaca bogovinskog bentonita, za približno isto vreme kao i u prethodnom slučaju.

Modeli na koje su nanese paste spremljene od 20%-nog rastvora  $\text{CaCl}_2$  i letećeg pepela TE Čatići ni pri ovako lošim uslovima nisu pretrpele veće makroskopske promene.

Nakon ispitivanja ponašanja modela u komori, koja su trajala 90 dana, nastavili smo sa ispitivanjima na vazduhu u slobodnoj atmosferi i to samo na pastama spravljanim od 20%-nog rastvora  $\text{CaCl}_2$  i letećeg pepela TE Čatići. Na ovoj pasti nisu primećene nikakve promene ni posle 3 godine stajanja u uslovima sobne temperature. Pasta je ostala kompaktna bez ikakvih tragova pukotina.

Na slikama 13 i 14 prikazani su izgledi modela posle 3 godine stajanja u sobnoj temperaturi.

Pasta pripremljena od  $\text{CaCl}_2$  i letećeg pepela TE Čatići izdržala je pritisak od 278,6  $\text{kg/cm}^2$ . Prema Protodjakonov-u nalazi se u 5-oj kategoriji ili u 12-toj klasi jedinstvene klasifikacije po Suhanov-u. Za ova ispitivanja izrađena je odgovarajuća probna kocka.

## SUMMARY

### Research Experimental Work on Finding out the Methods to Suppress Mine Fires by the Use of Chemical and Noxious Substances

A. Ćurčić, min. eng. — B. Vukanović, chem. eng. —  
M. Petrović, min. eng.\*)

In the course of five recent years Mining Institute — Beograd, Ventilation and Technical Safety Department has been studying the methods to suppress the oxidation processes and mine fires in the first place by the use of some chemical substances, inhibitors, which diminish selfigniting properties of coal and extinguish mine fires effectively.

Research work from this area is presented in four parts, but it makes a whole. Laboratory researches and experimental works in practice have lasted for 5 years and satisfying results have been achieved which are summed up in the four following parts:

1. Laboratory researches
2. Choice of necessary equipment and designing of constructions to put the experiments into practice.
3. Results of applying research work in practice — practical examples.
4. Methodology of observing the development and the state of oxidizing processes.

#### Literatura

- Baltajtis, V., 1961: Tušenje požarov v ugolnih šahtah Moskva.
- Budryk, W., 1954: Požari i eksplozije u rudnicima. — Katowice.
- Olpinski, W., Gabrus, J., Pawlikowski, T., Razums, J., 1953: Samozapalność węgla kamiennych. — Katowice.
- Olpinski, W., 1959: Die Bedeutung der Untersuchungen über die Selbstentzündlichkeit von Kohlen für die Prophylaxis von Grubenbränden. Freiburger Forschungshefte Mai, Seite 7 — 22.
- Olpinski, W., 1952: Analiza wyników masowych oznaczeń samozapalności węgla Katowice.
- Olpinski, W., 1961: Wpływ wilgoci na proces samozagrzania węgla Katowice.
- Mayers, M., 1935: Méthod de détermination de la réactivité des cokes. 15<sup>th</sup> Congr. de chim. ind. Brussels.
- Sebastian, J. J. S., Mayers, M., 1937: Coke reactivity Determination by a Modified Ignition Point Methode. Ind. and eng. chem. 29. 1118.
- Šebor, Hofbauer, I., 1960: Chemické způsoby předcházení a zdolávání dutních požaru. Hornička aktualita. Praha.
- Maciejasz, Z., 1959: Wskasniki skłonności węgla do samozapalania Archiwum Gornictwa.
- Jokanović, B., Vukanović, B., 1966: Kriterijum za određivanje sklonosti samozapaljenja mrkih i lignitskih ugljeva. Referat na simpozijumu o požarima u Rožnovu (ČSSR).
- Vukanović, B., 1965 Osvrt na značaj poznavanja prirodnog indeksa samozapaljivosti uglja u cilju upoznavanja mogućnosti za smanjenje endogenih jamskih požara. »Informacija B« br. 31. — Rudarski institut, Beograd.
- Pavlović, N., 1967: Indikatori i njihov značaj za suzbijanje endogenih požara u rudnicima uglja. Sigurnost u rudnicima 1967., br. 1. — Rudarski institut, Beograd.

\*) Dipl. ing. Aleksandar Ćurčić, upravnik Zavoda za Ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

Dipl. hem. Branka Vukanović, viši stručni saradnik — dipl. ing. Miodrag Petrović, vanredni stručni saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

# Stanje povređivanja i problemi zaštite na radu u rudarstvu SR Slovenije u 1969. godini\*

Dipl. ing. Matija Cerovac

## Analiza telesnih povreda, grupnih i smrtnih nesreća na radu kao i profesionalnih oboljenja u 1969. godini

Rudarske organizacije u SR Sloveniji vode evidenciju i statistiku o povredama i nesrećama na radu od 1958. godine po jedinim obrascima (formularima) za klasifikaciju telesnih povreda i nesreća na radu, koje je tada propisao Centralni higijenski zavod. Ovi formulari se u rudarskim organizacijama popunjavaju mesečno, a sumarni podaci se dostavljaju Republičkom rudarskom inspektoratu svaka tri meseca.

Analiza u ovom članku obuhvata sve povrede i nesreće koje su se desile u 1969. godini u rudarskim organizacijama koje su pod nadzorom rudarske inspekcije, izuzev kamenoloma krečnjaka nerudarskih preduzeća.

### Telesne povrede i smrtne nesreće

Za analizu telesnih povreda i nesreća pri radu postoji šest formulara (tablica) i to za pojedina rudarska preduzeća (organizacije), kao i za njihove grupe i celokupno rudarstvo u SR Sloveniji. Rudarske organizacije raspoređene su u sledeće grupe:

\*) U članku je dat u skraćenom obliku referat, održan na Savetovanju u vezi zaštite na radu u rudarstvu SR Slovenije, Mežica, 5—6. maj 1970. g.

1. Rudnici uglja (Sečovlje, Zasavski premogovniki Trbovlje, »Montana« — Liboje, Laško, Senovo, Kočevje, Kanižarica, Presika i Velenje).
2. Rudnici metala i nemetala sa podzemnom eksploatacijom (Mežica, Idrija, »Kaolin« — Črna i Globoko).
3. Površinski otkopi nemetalnih mineralnih sirovina (»Kremen« — Novo mesto, »Termit« — Domžale, Proizvodnja kremen. peskov Puconci, »Oljka« — Šmartno O/P, »Montana« — Žalec, »Kreda« — Srpenica, »Kreda« — Bled, »Marmor« — Hotavlje, »Marmor« — Sežana, »Mineral« — Ljubljana, »Droga« — Portorož, »Salonit« — Anhovo i Cementarna — Trbovlje).
4. Rudarske istražne organizacije (Geološki zavod, Ljubljana i Institut Beograd, grupa VI — Gorenja vas).
5. Proizvodnja nafte i zemnog plina (INA — Nafta, Lendava).

### Telesne povrede i nesreće na samom poslu (na radu)

Na tablici 1 dati su podaci, koji se odnose na telesne povrede i smrtne nesreće na radu (bez povreda na putu). Podaci se odnose na celokupno rudarstvo SR Slovenije (ali bez kamenoloma krečnjaka), po navedenim grupama rudarskih preduzeća i sumarno su upoređeni sa 1968. godinom.



Tablica 1

Grupe rudarskih preduzeća	Broj	Prosečni broj zaposlenih radnika	Izvršeni radni časova zaposlenih radnika	Broj povreda i nesreća				Broj povreda na 1 000 zaposlenih radnika	Izgubljeni radni dani zbog povreda			Faktori*	
				smrtne (S)	teže (T)	lakše (L)	ukupno		broj	na jednu povredu	učestalost	ozbiljnost	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Rudnici uglja	11	11 192	23 084 433	4	418	1 857	2 279	204	54 047	24	99	2 341	
Metalni i nemetalni rudnici sa podzemnom eksploatacijom	4	2 628	4 675 193	—	42	295	337	128	6 227	18	72	1 332	
Površinski otkopi (nemetallnih rudnika)	13	985	1 971 783	—	13	74	87	88	1 794	20	44	910	
Rudarske istražne organizacije	2	229	389 736	—	3	10	13	56	453	35	33	1 162	
Proizvodnja nafte i zem. plina	1	52	89 486	—	—	2	2	38	50	25	22	560	
Ukupno 1969. godina	31	15 086	30 210 631	4	476	2 238	2 718	180	62 571	23	90	2 070	
Ukupno 1968. godina	31	15 619	31 386 533	12	345	2 464	2 821	180	57 730	20	90	1 840	

\* Napomena:

$$\text{Faktor učestalosti} = \frac{\text{broj povreda ukupno}}{\text{izvršeni radni časovi}} \times 10^6$$

$$\text{Faktor ozbiljnosti} = \frac{\text{broj izgubljenih nadnica}}{\text{izvršeni radni časovi}} \times 10^6$$

Broj telesnih povreda i nesreća na radu u rudnicima SR Slovenije u 1969. godini smanjio se u poređenju sa 1968. godinom za 103 i to od 2.821 na 2.718 ili za 4%; međutim, relativni broj nesreća na 1.000 zaposlenih ostao je na istom nivou (180).

Naprotiv, broj izgubljenih radnih dana (nadcica) usled povreda na radu povećao se čak za 4.841 nadnicu a samim tim su i izgubljeni radni dani po jednoj povredi porasli prosečno za 3 dana, od 20 na 23 ili za 15%. Uzrok ovom porastu je veći broj težih povreda u 1969. godini za 131 ili za 38%.

I faktor ozbiljnosti povreda u 1969. godini povećao se je od 1.840 na 2.070 ili za 12,5%, dok je faktor učestalosti ostao isti (90).

Upoređenjem i analiziranjem podataka o povredama i nesrećama pri radu u 1969. godini po grupama preduzeća i pojedinim rudarskim organizacijama može se ustanoviti sledeće:

Kod relativnog broja povreda, na 1.000 zaposlenih radnika, primećujemo da su iznad proseka (180) samo rudnici uglja (204). Tu se ističe rudnik Kanižarica (414), a posle njega su, iznad proseka, i rudnici Sečovlje (270), Kočevje (266) i unekoliko Zasavski premogovniki — Trbovlje (208).

U grupi drugih rudnika sa podzemnom eksploatacijom, gde prosek broja povreda na 1.000 zaposlenih iznosi 128, jedino je rudnik Mežica ispod proseka (73).

U grupi površinskih otkopa prosek povreda na 1.000 zaposlenih iznosi 88. Iznad proseka su: »Kreda« — Srpenica (157), »Montana« — Žalec (146), »Marmor« — Sežana (144), »Oljka« — Šmartno ob Paki (143) i »Kreda« — Bled (100).

Karakterističan podatak o ozbiljnosti povreda i dužini nesposobnosti za rad je broj izgubljenih radnih dana (nadcica) po jednoj povredi. On iznosi, kao što je rečeno, 23 izgubljenih dana prosečno po jednoj povredi na radu u rudarstvu SRS. Taj prosek premašuju

sledeće grupe: rudarske istražne organizacije (35), eksploatacija nafte (25) i rudnici uglja (24). Prema broju zaposlenih u rudarstvu SRS najznačajnija je grupa rudnika uglja, sa tri četvrtine radnika zaposlenih u rudarstvu SRS; u njoj su iznad proseka preduzeća »Presika« (63), »Montana« — Liboje (30) i Zasavski premogovniki Trbovlje — ZTP (29). U dva poslednja preduzeća visina ovog pokazatelja uskoro će dostići kriterij, koji je prihvaćen za definiciju teže povrede na osnovu trajanja nesposobnosti za rad.

Faktor učestalosti je u 1969. godini iznosio 90. Iznad ovog proseka su rudnici uglja sa faktorom 99. U ovoj grupi taj faktor prestižu, pre svih, rudnici Kanižarica (196), Kočevje (126) i Sečovlje (131).

Faktor ozbiljnosti povećao se na 2.070 i opet je grupa rudnika uglja iznad navedenog proseka sa faktorom 2.341, među njima naročito Kanižarica (3.223), Zasavski premogovniki — Trbovlje (2.726), Kočevje (2.601) i »Montana« (2.598).

U grupi metalnih i nemetalnih rudnika sa podzemnom eksploatacijom su iznad proseka (učestalost 72, odnosno ozbiljnost 1.332) rudnik žive Idrija (103, odn. 2.097) i rudnik kaolina Črna (97, odn. 1.529).

U grupi površinskih otkopa su iznad proseka (učestalost 44, odnosno ozbiljnost 910) organizacije »Montana« — Žalec (72, odn. 941), »Oljka« (64 odn. 1.586), »Marmor« — Sežana (71 odn. 1.873), »Kreda« — Srpenica (57 odn. 1.033) i »Salonit« — Anhovo (47 odn. 1.475).

Iz ovih izlaganja se vidi, da su povrede na radu najozbiljnije prirode u rudnicima uglja Zasavski premogovniki Trbovlje, »Montana« — Liboje, Kanižarica i Kočevje, u metalnim i nemetalnim rudnicima sa podzemnom eksploatacijom u rudniku živega srebra Idrija i rudniku kaolina Črna, a u preduzećima sa površinskim otkopima mineralnih sirovina u »Oljki« — Šmartno o/P., »Salonit« — Anhovo, »Marmor« — Sežana i »Kreda« — Srpenica.

#### **Telesne povrede u dolasku na radno mesto i povratku**

U rudnicima SR Slovenije broj povreda u dolasku na radno mesto i povratku povećao se 1969. godine u odnosu na 1968. godinu

od 142 na 156 ili za 10%. Ove vrste povreda iznose 5,4% od svih povreda u rudarstvu. Broj izgubljenih nadnica se povećao od 1.699 na 2.460, to jest za cca 45%, kao i broj izgubljenih radnih dana po jednoj povredi na putu od 12 na 16 ili za 33% u poređenju sa 1968. godinom. Broj povreda na putu na 1.000 zaposlenih povećao se od 9 na 10.

Iz ovih podataka se vidi porast broja, a isto tako i ozbiljnosti povreda, koje su se desile u dolasku na radno mesto i povratku. Ovo povećanje je, uglavnom, posledica sve većeg broja saobraćajnih nesreća. Smrtne slučajeve kao posledicu saobraćajne nesreće nismo evidentirali (1 slučaj).

Sve grupe rudarskih organizacija, osim rudnika uglja, jako premašuju prosek koji iznosi 5,4%; kod rudnika uglja on iznosi 3,2% od ukupnih povreda i nesreća. Među rudnicima uglja jedino rudnik Laško ima veći broj ovih povreda i to 9,3%. Rudnici žive Idrija i kaolina Črna imaju 17% ovakvih povreda (prosek u ovoj grupi rudnika iznosi 14,5%). Najslabije stanje je u grupi površinskih otkopa, gde prosečni broj ove vrste povreda iznosi čak 19,4% od svih povreda. Ovde odskaču »Termit« — Domžale (33%), »Salonit« — Anhovo i Cementarna Trbovlje (po 27%) i »Oljka« — Šmartno o/p (25%).

Ova analiza pokazuje da je broj povreda u odlasku i povratku srazmerno manji u rudarskim preduzećima u kojima je organizovan prevoz radnika na posao i radnici nisu vezani za individualni dolazak biciklom ili motopedom.

#### **Uzroci povreda i nesreća na radu**

Kod analiziranja uzroka povreda na radu ne primećuje se, u poređenju sa 1968. godinom, bitna razlika. Najveći procenat povreda (42,2%) otpada još uvek na faktor organizacije rada, zatim sledi faktor radne sredine (31,4%), a onda lični faktor (26,4%).

Upoređujući pojedine uzroke povreda na radu još uvek je, već nekoliko godina, na prvom mestu neracionalan i nedovoljno siguran način rada, na koji otpada čak 35,3% svih povreda, dakle više od jedne trećine.

Na drugom mestu je kršenje propisa o sigurnosti na radu, koje povlači 22,4% povreda, to jest skoro jednu četvrtinu. Ovo zna-

či, da je skoro dve trećine uzroka svih povreda u rudarstvu posledica loše organizacije rada i kršenja propisa o sigurnosti, pre svega, usled brzine u radu. Dakle, rudarske organizacije moraju obratiti svu pažnju na ove faktore, koji su karakteristični za sadašnji način rada.

U grupi rudnika uglja veoma mnogo primera kršenja propisa o sigurnosti postoji u rudnicima Kočevje (49%), Laško (44%) i »Montana« (38%), dok ih je sve nadmašio rudnik Idrija (čak 71% svih povreda zbog kršenja propisa). Verovatno je kod Idrije ovo posledica nedovoljne analize uzroka povreda, što se može zaključiti po tome, što isti rudnik pokazuje neverovatno mali procenat (1,8%) uzroka povreda i nesreća usled loše organizacije rada.

Zbog loše organizacije rada kao uzroka povreda prebacuju proseku u svojim grupama rudnici uglja (prosek 45,6%): Sečovelje (68%), Kanižarica (58%), Velenje (52%) i Senovo (49%). Taj procenat je velik i kod rudnika kaolina Črna (68%) i Mežice (51%). Od površinskih otkopa iznad proseka (20%) su preduzeća »Oljka« i Cementarna Trbovlje sa 50%, »Marmor« — Sežana (35%) i »Kremen« — Novo mesto (25%). Od istražnih organizacija Geološki zavod — Ljubljana ima 61% povreda, čiji je uzrok loša organizacija rada.

#### Izvori povreda i nesreća na radu

Izvori telesnih povreda na radu, već nekoliko godina su, pre svega, železo, mašine i mašinski delovi pri transportu i montaži (23,4%). Iz analize po pojedinim rudnicima se vidi, da je u rudnicima uglja najčešći izvor povreda rad sa transportnom mehanizacijom i čeličnom podgradom (25%), dok je u ostalim rudnicima i površinskim otkopima najviše povreda posledica rada sa kamenom i peskom (23 do 28%). Među rudnicima uglja iznad proseka su Kanižarica (36%) i Velenje (31%). Pri radu sa jamskim drvetom najveće procenat imaju rudnici uglja Senovo (22%) i »Montana« (26%). U rudnicima uglja Laško (30%) i »Montana« (32%) najčešći izvor povreda su saobraćajna sredstva (jamski vagoneti). Isto važi i za rudnik Globoko i Črna — Kamnik. U rudniku žive Idrija veliki procenat izvora povreda je pad kamena (32%) i rad sa drvenom podgradom (18%), koji je mnogo veći nego prosečno u rudnicima uglja.

#### Povređeni delovi tela

Kod povreda tela stanje je gotovo isto kao i proteklih godina. Na prvom mestu su još uvek povrede ruku (prsti sa doručjem) sa 35% od ukupnih povreda. Na drugom mestu su povrede nogu sa stopalom (30%). Povrede očiju smanjile su se za 1,5% od 1968. godine i iznose 6,8% svih povreda, što dokazuje da su neki od rudnika uveli potrebne mere za zaštitu očiju.

Povreda glave (lobanje) iznosi 5,5%. Pri analiziranju ovih nesrećnih slučajeva ustanovilo se da zaštitni šlemovi domaće proizvodnje ne obezbeđuju dovoljnu zaštitu protiv bočnog udara ili pritiska. Šlemovi nisu od nesagorivog materijala; nastavci za pričvršćivanje reflektora rudarske svetiljke lako se otkidaju. Ovakve vrste šlemova treba postepeno zameniti boljima, odgovarajućima. Nabavne službe rudnika još uvek malo konsultuju službu zaštite na radu pre nabavke zaštitnih sredstava.

Ako analiziramo ove povrede po pojedinim rudarskim preduzećima i njihovim grupama videćemo sledeće:

Povrede ruku su u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom na nivou proseka, dok su te povrede na površinskim otkopima manje. Ali zato su povrede nogu zajedno sa stopalom na površinskim otkopima sa 45% od ukupnih povreda daleko iznad proseka, što ukazuje da treba obratiti više pažnje na zaštitu noge; obične gumene čizme gotovo ne obezbeđuju dovoljnu zaštitu od povreda prozrokovanih kotrljanjem komada kamena ili rade.

Što se tiče povreda očiju, njihov procenat je najveći u površinskim kopovima preduzeća »Marmor« — Hotavlje (20%), »Kremen« — Novo mesto i »Montana« — Žalec (oba 16,6%), a zatim u rudniku Idrija (10,8%) i ugljenokopu Laško (10,2%). Ovi rudnici moraće svakako uvesti bolju zaštitu očiju na radu.

#### Povrede s obzirom na intenzitet proizvodnje

Ako uporedimo broj svih telesnih povreda i nesreća sa obimom ostvarene proizvodnje u 1969. godini, prema istim pokazateljima u 1968. godini, primećujemo da se na svim rudnicima sa podzemnom eksploataci-

jom broj povreda na jedan milion tona proizvodnje smanjio od 423 na 384; međutim, izgubljeni radni dani usled povreda na 1 milion tona su se, naprotiv, povećali od 8.646 na 8.875. Ovo potvrđuje već prije ustanovljenu činjenicu da su ozbiljnost povreda i njihovo vreme lečenja u porastu.

U poređenju proizvodnje iz 1968. i 1969. god. vidi se porast za 363.831 tona u 1969. godini, a istovremeno i povećana proizvodnja prosečno po jednom zaposlenom od 451 na 493 tona.

Upoređujući pojedine rudnike među sobom vidimo da su svi rudnici mrkog uglja, a od metalnih Idrija i nemetalnih rudnik Črna, iznad proseka u broju povreda na 1 milion tona proizvodnje. Najveći prebačaj u tom pogledu pokazuju rudnici »Sečovlje« (2.021), Kanižarica (909), »Montana« (830) i Laško (757).

Istu sliku daje nam parametar izgubljeni radni dani usled povreda na 1 milion tona proizvodnje. I ovde su svi rudnici mrkog uglja, a i oba navedena rudnika (Idrija i Črna), iznad proseka u SR Sloveniji. Najviše odstupaju rudnici Presika (29.617), Sečovlje (28.297) i »Montana« (25.042). Za druge rudnike uglja taj prosek iznosi oko 15.000, što je skoro tri puta više nego u rudniku lignita Velenje (4.353). Iz ovih podataka se vidi, da su navedeni pokazatelji najpogodniji u rudnicima sa većim radnim učinkom, odnosno većom intenzivnošću proizvodnje, što se odražava i u ekonomici preduzeća.

### Teže telesne povrede

Među teže telesne povrede pri radu ubrajaju se one koje kao takve označi zdravstvena ustanova ili lekar, a prema međusobnom dogovoru glavnih rudarskih inspektora svih republika na sastanku u Petrovcu na moru 1968. godine, kao i sve one povrede zbog kojih onesposobljenost za rad traje preko 30 dana.

U 1969. godini povećao se broj težih telesnih povreda od 345 (u 1968. godini) na 476, ili za 38%. Uzrok težim povredama je, u velikoj meri, kršenje propisa o sigurnosti pri radu i nedisciplinovanost, kao i brzina u radu. Veći broj izgubljenih nadnica, uglavnom zbog telesnih povreda, posledica je dužeg lečenja težih povreda, a same povrede su teže prirode zbog primene veće mehanizacije i čelične podgrade u rudnicima.

### Grupne nesreće

U 1969. godini bila je Republičkom rudarskom inspektoratu prijavljena samo jedna grupna nesreća na radu. Ova se desila u početku popodnevne smene, dana 6. 1. 1969., u jami Loke rudnika mrkog uglja Zagorje i to na širokočelnom otkopu. Na ovom otkopu se, krajem prve radne smene (dopodne), vršilo miniranje, ali se nije odmah osiguravao strop otkopa, već je to ostavljeno za narednu smenu. Dok se ugrađivala čelična stropnica, odmah u početku druge smene, na radilištu se kraj izvoznog hodnika odronio veći komad jalovinskog uglja, koji je zatrpao brigadira širokočelnog otkopa i još dvojicu rudara; istovremeno su pali stropnica i čelični stupac ispod nje. Ovo je jednom radniku slomilo obe noge, a ostaloj dvojici po jednu. Uzrok ovoj nesreći verovatno je bila lokalna, neprimećena klizna površina u sloju, kao i suviše dugi vremenski interval između miniranja i podgrađivanja otkopa.

### Smrtne nesreće

U 1969. godini desile su se u rudarskim preduzećima SR Slovenije četiri smrtne nesreće na radu.

Dana 28. 3. 1969., na separaciji rudnika Trbovlje, u transportnom koridoru koji vodi na depo uglja, smrtno se unesrećio maloletni radnik, koji je bio zaposlen pri čišćenju odeljenja za prolaz gumenih transportnih traka. Unesrećeni je radio pod nadzorom mašiniste na stanici D trake. Ovaj je našao unesrećenog mrtvog kod pretovarnih kolica obeju traka, zgnječenog između donjeg dela transportne trake i konstrukcije nosećih valjaka gornjeg dela trake. Pri tome, prednja zaštitna ograda (mreža) pretovarnih kolica bila je iz nepoznatih razloga skinuta sa svog mesta. Kako se, zapravo, nesreća dogodila nije moglo biti ustanovljeno.

U jami rudnika Laško 6. 5. 1969. godine smrtno se unesrećio odgovorni kopač otkopnog radilišta (poprečna otkopna metoda u horizontalnoj etaži), koji je hteo da osigura nemirni strop otkopa iznad hodnika posle miniranja. Pri tome, jedan deo stropa se srušio i sipka krovina sa gornje već otkopane etaže zatrpala je unesrećenog. Otkop na gornjoj etaži nije bio posebno zasipavan ni kvašen vodom, a i podgrada (drvena) otko-

pa nije bila nameštena sasvim u skladu sa datim uputstvima.

U jamskom pogonu Ojstro rudnika Hrasnik 20. 6. 1969. smrtno se povredio kvalifikovani kopač-rušač na širokočelnom otkopu kod dobivanja uglja rušenjem stropa. Nesreća se desila kad je unesrećeni kopač, kao odgovorni rušač, u trenutnom odsustvu saradnika, hteo lancem vezati drvenu stropnicu, ispod koje je već ranije izvadio sve čelične stupce, da bi je izvukao pneumatskim izvlakačem, jer se ugaj sa stropa nije ranije srušio. U tom momentu se otkinula ugljena masa sa stropa i komad drvene obloge udario je unesrećenog po glavi i slomio mu potiljak.

U jami Zahod rudnika Velenje 6. 11. 1969. smrtno se unesrećio jamski vozač (utovarivač) na opitnom širokočelnom otkopu sa otkopnom mehanizacijom i samohodnom hidrauličnom podgradom, koja se tek isprobavala. Nesreća se desila u trenutku kad je unesrećeni stajao ispod neosiguranog dela stropa širokog čela iz koga se odvalio veliki komad uglja, koji je srušio unesrećenog na tlo, tako da je licem udario u oštru ivicu čeličnog transportera, pri čemu mu je komad uglja zgnječio lobanju.

### Profesionalna oboljenja

U rudarskim preduzećima SR Slovenije mogu se javiti sledeća profesionalna oboljenja:

— trovanje živinom parom (Rudnik živega srebra — Idrija)

— trovanje olovom (Rudnik svinca in topilnica Mežica)

— silikoza

1. u 4 rudnika kremnog peska ili kvarcita: »Kremen« — Novo mesto, »Termit« — Domžale, Proizvodnja krem.

peska Puconci i rudnik Globoko

2. u 2 površinska otkopa pucolanske zemlje: »Montana« — Žalec i »Oljka« — Šmartno ob Paki

3. u Rudniku kaolina Črna pri Kamniku

4. u Rudniku živega srebra Idrija

5. na nekim radilištima Geološkog zavoda Ljubljana (Gorenja vas, Cerkno)

— radioaktivno zračenje: na radilištima Instituta za geol. i rud. istraživanja iz Beograda i Geološkog zavoda Ljubljana u Žirovskom vrhu kod Gorenje vasi.

Iz tablice 2 vidi se kretanje profesionalnih oboljenja u 1969. sa upoređenjem za 1968. godinu po preduzećima u kojima su bili izvršeni lekarski pregledi.

Iz tablice 2 se takođe vidi, da su se trovanja živom smanjila, a druge profesionalne bolesti su ostale na istom nivou. Geološki zavod je javio, da su rudari bili lekarski pregledani, ali nisu bile ustanovljene pojave profesionalnih oboljenja. Preduzeća Globoko, Puconci i Oljka nisu dostavili izveštaje o stanju profesionalnih oboljenja (silikoza).

### Opasne pojave u 1969. godini

U smislu odredbe člana 104 OZOR-a rudarska preduzeća obavestila su Rudarski inspektorat o 27 opasnih pojava i to:

2 upale metana, 12 jamskih samozapaljivanja i vatri, 1 požar u jami, 2 provale vode 1 pojava radona, 2 veća zarušenja, 1 opasna pojava u izvoznom oknu, 5 opasnih pojava u vezi sa miniranjem, 1 klizanje i odronjanje terena.

Jedna upala metana sa posledicama (jamska vatra) bila je u Zasavskim premogovnicima Trbovlje u rudniku Hrasnik, na sreću

Tablica 2

Rudnici	živa		olovo		silikoza		sumnja na silikozu	
	1968.	1969.	1968.	1969.	1968.	1969.	1968.	1969.
Idrija	63	30	—	—	16	16	—	—
Mežica	—	—	2	1	—	—	—	—
»Kremen« N. mesto	—	—	—	—	13	12	3	3
»Montana«	—	—	—	—	5	5	18	14
Kaolin Črna	—	—	—	—	37	37	12	12
»Termit«	—	—	—	—	—	4	—	4
<b>Ukupno</b>	<b>63</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>71</b>	<b>74</b>	<b>33</b>	<b>33</b>

bez ljudskih žrtava. Druga u Rudniku živega srebra Idrija (metan iz istražne bušotine), bez posledica.

Svih 12 jamskih samozapaljivanja i vatari bili su u rudnicima uglja. Od toga 4 u Zasavskim premogovicima Trbovlje, 5 u rudniku Velenje, 2 u rudniku Senovo i 1 u rudniku Kanižarica.

Jedan jamski požar izbio je u Zasavskim premogovnicima Trbovlje; nastao je u komori električnog pretvarača u izvoznom potkopu rudnika Trbovlje.

Jedna provala vode sa muljem na širokočelni otkop bila je u rudniku Velenje. Srećom nije bilo ljudskih žrtava ni teških povreda. Druga provala vode bila je u rudniku Hrastnik.

Pojava opasne koncentracije radona primjećena je u rudarskim podzemnim istražnim radovima Geološkog zavoda — Ljubljana na nuklearne sirovine u Žirovskom vrhu pri Gorenji vasi.

Jedno veće zarušavanje vezano sa povlačenjem radnika iz ugroženih prostorija i aktiviranjem samospasilaca bilo je u rudniku Velenje. Drugo zarušavanje u rudniku uglja Zagorje, ZPT; pri tom je jedan radnik spašen i bez telesnih povreda.

U glavnom izvoznom oknu Preloge rudnika Velenje, u odeljenju za izvozno postrojenje sa koševima, pri prevozu materijala, pao je sa površine vagonet natovaren okrajcima.

Kod miniranja je bilo 5 opasnih pojava. Rudnici Idrija i Mežica imali su neobično veliki broj zatajenih mina kao posledica defektnih kapisli broj 8, što je prouzrokovalo pad proizvodnje i ugrozilo život radnika.

Na površinskom otkopu cementnog laporca tvornice salonita Anhovo bilo je kod masovnog miniranja prijavljeno 7 neeksplozivnih mina. Mine su bile međusobno vezane defektnim detonirajućim štapinom.

Zbog nepoštovanja sigurnosnih propisa kod miniranja desile su se dve nesreće u Zasavskim premogovnicima Trbovlje: jedna sa težim posledicama u rudniku Hrastnik, a druga sa manjim u rudniku Zagorje.

Klizanje i odronjavanje površine nastalo je na području rudnika Zagorje (ZPT) i ugrozilo republičku cestu II redu, koja povezuje jamski pogon Kisovec i separaciju, a moglo bi zatrti korito potoka i tako neposredno ugroziti i sam jamski pogon Kisovec.

## Važnija problematika zaštite u rudarstvu SR Slovenije

U sledećim izlaganjima prikazaćemo važniju problematiku zaštite na radu u rudarstvu SR Slovenije, koju su uočili rudarski inspektori u 1969. godini pri svojim redovnim i vanrednim inspekcijskim pregledima rudarskih preduzeća, ne ponavljajući sve ono što se ustanovilo u 1968. godini i obuhvaćeno je u članku »Posvetovanje v zvezi z varstvom pri delu v rudarstvu SR Slovenije«, objavljenom u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 2/70.

U Zasavskim premogovnicima Trbovlje (ZPT) ustanovljen je najveći broj izgubljenih radnih dana po jednoj povredi na radu (29). Na trajanje lečenja povreda utiče, s jedne strane, sam način lečenja, a s druge strane, telesne povrede u jamama ZPT su težeg karaktera zbog načina rada pri transportu i radu na širokočelnim otkopima. Transport uglja od otkopnih polja do izvoznih okana i dalje do separacije obavlja se u svim jamskim pogonima ZPT još uvek isključivo vagonetima, čija kvačila nisu konstrukciono najpodesnija, pa se mnogo povreda dešava baš kod prikopčavanja i iskopčavanja vagoneta, naročito u rudnicima Trbovlje i Hrastnik. Na veći broj povreda na otkopima utiče verovatno i sadašnja metoda otkopavanja. Visina potkopnog dela širokočelnih otkopa koja iznosi 3 m previsoka je i rudari teško obavljaju radove na podgrađivanju stropa izvan dohvata njihovih ruku, a i sam otkopni front se kod takve visine teže savlađuje oblogom u slučaju odronjavanja.

Uvedeni način parcijalnog miniranja na širokočelnim otkopima predstavlja veliku opasnost za radnike. U prošloj godini bila su dva primera povrede rudara, od kojih je jedan izgubio oko. Zbog takvog načina rada rudari rade u slabo provetranim otkopima, pa se teško može verovati, da se metan indicira pre svakog parcijalnog miniranja.

U rudniku lignita Velenje bitno su se poboljšale klimatske prilike. Nerešeno je još ostalo pitanje intenzivnijeg odvođenja povremenih većih količina CO<sub>2</sub> u jamskim prostorijama iznad maksimalno dozvoljene koncentracije u jamskom vazduhu, što se ne može suzbiti dovođenjem većih količina vazduha u jamu, jer bi u tom slučaju jamske prostorije, koje su gotovo sve izrađene u uglju, bile ugrožene depresijom vatre.

Što je veća dubina, uslovi za dobivanje lignita postaju sve teži, pa se zato vrše opiti sa novim metodama otkopavanja, koji do sada još nisu dali zadovoljavajuće rezultate. Jedan deo ugljenog sloja otkopava se ispod vodonosnih peskova u krovini koji predstavljaju latentnu i potencijalnu opasnost pri otkopavanju lignitnog sloja. Ovi se peskovi odvodnjavaju prema određenim privremenim kriterijumima, jer studija o potrebnom stepenu i celishodnosti odvodnjavanja tih peskova još nije završena. Provala vode i mulja iz krovine širokočelnog otkopa u jami Zahod u 1969. godini ostala je bez težih posledica, jer su se radnici blagovremenog sklonili na sigurna mesta, ali taj slučaj upozorava na stalno prisutnu opasnost provale vode u jami.

U rudniku žive Idrija, uvođenjem većeg broja ventilatora za separatno provetravanje jamskih radilišta i boljom upotrebom zaštitnih maski i cevnih respiratora poboljšala se je zdravstvena zaštita radnika od zapašenosti sa  $\text{SiO}_2$  odnosno živine pare. Ona se sve više pojavljuje u novom otkopnom reviru i u većim koncentracijama. Rudnik je angažovao medicinski institut za izradu studije na osnovu koje će se izraditi predlog nadležnim organima za izmenu propisa o štetnosti živinih para u jamskoj atmosferi.

U rudniku olova i cinka Mežica poteškoće se javljaju kod uskladištenja eksplozivnih sredstava u pomoćnim jamskim skladištima zbog njihove udaljenosti, pa transport tih sredstava svaka tri dana predstavlja veću opasnost nego samo uskladištenje količina većih od potreba za tri dana. Što se tiče samog miniranja na radilištima problemi su ostali još uvek isti kao ranije, to jest opremljenje kapisla štapinom u skladišnim prostorijama odnosno ispred njih i ne na samim radilištima te problem nadzora kod miniranja, naročito posle toga, na udaljenim radilištima.

Kod jamskih istražnih radova u nuklearnim mineralnim sirovinama u Žirovskom vrhu pri Gorenji vasi, koje izvode Geološki zavod Ljubljana i Institut za istraživanje nuklearnih sirovina iz Beograda, glavni je problem zaštita radnika od štetnih uticaja radioaktivnog zračenja. Pojavio se radon i njegovi produkti rastvaranja u nedovoljnim koncentracijama. Njihov izvor je pre svega u vodi ležišta.

Nedostatak odgovarajućih propisa otežava efikasan nadzor. Ne postoje, naime, pro-

pisani koji bi regulisali, pre svega, zdravstvene zaštitne mere pri rudarskim podzemnim radovima na istraživanju i eksploataciji radioaktivnih mineralnih sirovina. Postojeći propisi, koji obrađuju manipulaciju sa radioaktivnim izvorima, zaštitu od zračenja i transport radioaktivnih materija, izašli su tek u poslednje vreme, ali problematika u vezi s tim, koja nastupa u rudnicima nuklearnih sirovina i propisi o zaštiti od opasnih zračenja u rudnicima — u celosti su netaknuti. Rad u takvim rudnicima odvija se uz poznavanje ili nepoznavanje zaštitnih mera od strane zaposlenog osoblja, a često te mere zavise od raspoloživih finansijskih sredstava.

Postavlja se i pitanje, da li je pravilna i svrsishodna zakonska odredba da nadzor nad radioaktivnim zračenjima i pri podzemnim rudarskim radovima obavljaju isključivo organi sanitarne inspekcije. S obzirom na specifičnost rudarskih radova pre svega usled potrebe za hitnim, efikasnim i blagovremenim zaštitnim merama, verovatno bi bilo svrsishodnije, da nadzor na ovom području obavljaju organi rudarske inspekcije.

Kod manjih rudnika uglja, koji imaju nameću da u bližoj budućnosti prestanu sa proizvodnjom uglja (Sečovlje, Presika, »Montana« Liboje, Kočevje, Senovo, Laško) postoji još uvek nerešen problem usklađenja postojećeg stanja sa važećim propisima u roku, koji je bio zakonom (OZOR) određen, pogotovo što se tiče električne opreme, pre svega kablova. Ovi rudnici se uglavnom bave problematikom preorijentacije na neku drugu delatnost. Iako neki među njima još imaju pogodne uslove za proizvodnju (Kočevje), a i rezerve dobrog uglja (Laško), žele što bržu likvidaciju i preorijentaciju. Postoji čak mogućnost, da neće biti prethodno i blagovremeno osposobljeni objekti odnosno pogoni i kadrovi za novu proizvodnju.

Rudnik kamenog uglja Sečovlje prestao je sa radom krajem 1969. godine.

Kod nemetalnih rudnika, koji su uglavnom, manjeg obima i eksploatišu mineralne sirovine (kremenov pesak, mermer, pucolanska zemlja, cementni laporac, krečnjak) površinskim otkopima odnosno kamenolomima, postoji još uvek problem blagovremene i kvalitetne izrade rudarskih projekata zbog pomanjkanja odgovarajućih stručnih kadrova. Iz istog razloga je i briga za zaštitu slabija nego kod većih rudnika. Ovo se, pre svega, pokazalo pri radu u kamenolomima krečnja-

ka nerudarskih privrednih organizacija, koje prednjače u broju povreda pri radu. Ovi kamelolomi bili su do uvažanja republičkog zakona o rudarstvu SR Slovenije krajem 1969. godine još pod nadzorom republičkog rudarskog inspektorata.

Opštu problematiku, koja je zajednička za sve rudarske organizacije, nećemo ponovo navoditi, pošto je već bila izneta na savetovanju u Trbovlju 23. do 25. aprila 1969. godine i ostala je još uvek skoro ista, a obuhvaćena je i u ranije navedenom članku u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 2/70.

Nerešena pitanja kao, na primer, pitanje organizacije službe zaštite na radu u nerudarskim privrednim organizacijama sa rudarskim pogonima u pogledu različitih zahteva prema OZOR-u i republičkim propisima izdatim na osnovu Osnovnog zakona o zaštiti na radu i pitanje svrsishodnosti organizovanja posebne službe za zaštitu na radu prema odredbi OZOR-a u malim rudar-

skim preduzećima, pitanje kontrole sadržaja rudarskih projekata, naročito uprošćenih, i radova, koji se izvode po tim projektima, koji treba da vrše rudarski inspektori, jer po OZOR-u se početak tih radova uopšte ne javlja rudarskom inspektoratu; dalje, neodređenost u OZOR-u po kom projektu se smeju izvoditi rudarski istražni radovi, pogotovo u slučajevima kad ovakvi istražni radovi imaju i karakter rudarskih radova na otvaranju; nedorečenost u OZOR-u u pogledu izgradnje površinskih objekata u kojima su ugrađeni rudarski uređaji; dalje nerešeno pitanje komisije za ispitivanje električnih S-uređaja (S-komisija), i kao poslednje nedefiniranost šta se uopšte podrazumeva pod »težom telesnom povredom pri radu«, prouzrokuju poteškoće i nesigurnost kako kod rudarskih preduzeća tako i rudarskim inspektorima, pri nadzoru u njima. Zbog toga trebalo bi sva još nesređena ili nerešena pitanja što pre rešiti.

#### ZUSAMMENFASSUNG

**Stand des Arbeitsschutzes im Bergbau SR Sloveniens im Jahre 1969 bezüglich der Körperverletzungen und Unfällen bei der Arbeit, sowie der Berufserkrankungen und die Problematik im dessen Zusammenhang**

Dipl. ing. M. Cerovac\*)

In dem Aufsatz ist in abgekürzter Form die Analyse der Arbeitsunfälle und Berufserkrankungen im Bergbau SR Sloveniens für das Jahr 1969 nach dem abgehaltenen Referat auf der jährlichen Tagung im Bergwerk Mežica am 5. und 6. Mai 1970, gegeben.

Die Analyse umfasst die Arbeitsunfälle in verschiedenen Gruppen, sowie einzelnen Bergwerksunternehmen, nach deren Zahl Häufigkeit und Ernsthaftigkeit, nach, ihrem Ursprung, Ursachen und verletzten Körperteilen und auch in Bezug auf den Produktionsumfang.

Besonders sind aufgeführt die Gruppenunfälle und tödlichen Unfälle bei der Arbeit, sowie auch die gefährlichen Erscheinungen in den Bergwerksunternehmen im Jahre 1969.

Aus einer besonderen Tabelle ist die Bewegung der Berufserkrankungen in den Jahren 1968 und 1969 ersichtlich.

Am Ende ist die wichtigere Problematik des Arbeitsschutzes im Bergbau SR Sloveniens im Jahre 1969 gegeben.

#### Literatura

Cerovac, M. — Tarter, K., 1970: Posvetovanje v zvezi z varstvom pri delu v rudarstvu SR Slovenije, v Trbovljah od 23. do 25. aprila 1969. — Sigurnost u rudnicima br. 2 — Rudarski institut, Beograd.

Referat Republičkog rudarskog inspektorata Ljubljana na posvetovanju u rudniku Mežica (Črna na Koroškem) 5. i 6. maja 1970. godine.

\*) Dipl. ing. Matija Cerovac, glavni republički rudarski inspektor, Republički rudarski inspektorat, Ljubljana.



# Eksploatacija naftno-gaskondenzantnog sistema Mokrin — severni Banat, sa osvrtom na mere sigurnosti

(II deo)

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Velibor Rosić — dipl. ing. Božidar Ristić

## Projektovanje i eksploatacija sistema

Pri projektovanju i razradi najoptimalnijeg vida eksploatacije ovog sistema, striktno se vodila briga kako o osnovnim elementima fluida i drugim karakteristikama ležišta, tako i naročito o primeni najsavremenijih mera sigurnosti.

Pored procenjivanja prirodnih uslova, prostiranja ležišta prirodnog gasa i nafte u jednom delu Mokrina i granice prema Rumuniji, a takođe i u drugom delu preko granice susedne Rumunije, zatim dubine nalazišta ugljovodonika i slojnih uslova ležišta, te karakteristika u pogledu fizičko-hemijskih osobina eksploatabilnog fluida, procenjivani su i najpogodniji vidovi sigurnosti i zaštite, u skladu sa najoptimalnijim režimom proizvodnje pod najpogodnijim ekonomskim uslovima. Usvojeni način eksploatacije je visokotlačni sistem, sa cca 54 kp/sm<sup>2</sup>, kao radni pritisak u sistemu, pri čemu zemni gas, kao i kaptažni gas iz nafte iznad ovog pritiska biva transportovan automatski u magistralni gasovod  $\phi$  10 3/4" od Mokrina do Kikinde, te kroz magistralni gasovod  $\phi$  12 3/4" od Kikinde do Pančeva.

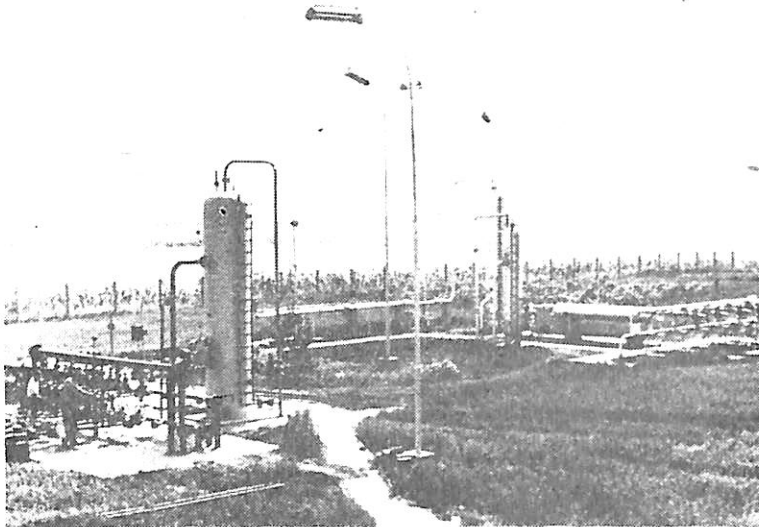
Sabirni sistem za proizvodnju prirodnog gasa i sabirni sistem za proizvodnju nafte i kaptažnog gasa, projektovani su tako da budu posebni automatizovani sabirno-merno-otpremni sistemi, ali u istom krugu uz potpuno iskorišćavanje ostalih zajedničkih objekata, čime je postignuta optimalnost u ekonomskom pogledu. Radni pritisak od 54 kp/sm<sup>2</sup> je u direktnoj funkciji sa tehnološkim procesom koji ima Degazolinaža Elemir, kao i sa sistemom gas-lift na reviru Elemir, o čemu se takođe vodilo računa pri projektovanju sistema, radi održavanja takvog pritiska u magistralnom naftovodu, koji bi zadovoljio ulazni radni pritisak -u navedena dva objekta u Elemiru.

Ovakvim projektovanjem ovog sistema omogućena je njegova funkcionalna proizvodna veza sa ostalim sistemima, čak i na odstojanju od cca 50 km, zatim omogućena nesmetana automatizovana proizvodnja, kao i kontrola procesa eksploatacije svake bušotine pojedinačno, kako gasnih, tako i naftnih na čitavom sistemu (sl. 1).

Projektovani sistem visokotlačne separacije prirodnog gasa te visokotlačne separacije kaptažnog gasa iz nafte, eliminisao je uobičajenu potrebu postojanja rezervoara na sabirnoj stanici, jer nafta i kondenzat posle separiranja pod pritiskom od 54 kp/sm<sup>2</sup> odlaze sopstvenom energijom preko sabirnog sistema do otpremne stanice Kikinda-gornje.

\*) I deo objavljen u časopisu "Sigurnost u rudnicima" br. 3 (1970).

Na otpremnoj stanici Kikinda-gornje, odvija se proces niskotlačnog separiranja, od 4—6 kp/sm<sup>2</sup>, posle čega nafta sa kondenzatom odlazi u rezervoare od 500 m<sup>3</sup> na sistemu Kikinda-gornje. Zemni gas kao i kaptažni gas iz nafte, posle visokotlačne separacije odlazi u magistralni gasovod, a nafta i kondenzat u naftovod  $\phi 6 \frac{5}{8}$ " na niskotlačnu separaciju na otpremnoj stanici za naftu.



Sl. 1 — Sabirni sistem Mokrin.  
Fig. 1 — Accumulation system Mokrin

#### Eksploatacione karakteristike tehnološkog procesa

Osnovna karakteristika u datim rešenjima tehnološkog procesa proizvodnje (sabiranja, separiranja i transporta) na ovom sistemu je uspostavljanje određenih funkcionalnih odnosa energije ležišta, karakteristika fluida, optimalnih ekonomskih rešenja i adekvatnih mera sigurnosti. Ova funkcionalnost može se uočiti i iz priložene šeme tehnološkog procesa proizvodnje prirodnog gasa, nafte i kaptažnog gasa na sistemu Mokrin.

Eksploatacija prirodnog gasa vrši se preko zbirnog i mernog separatora, a dalje zemni gas sa vodenom parom prolazi kroz dehidrator, gde se vrši ekstrakcija vodene pare. Ovim postupkom se dobija suv plin, koji preko zbirnog mernog mosta biva transportovan energijom ležišta (bez dodatne energije) u magistralni gasovod Mokrin-Kikinda-Pančevo. Na mernom separatoru se obavlja kontrola rada svake bušotine posebno u toku tehnološkog procesa proizvodnje i to u odnosu na količine kondenzata, vode i gasa. Kondenzat, ekstrahovan posle separiranja biva transportovan u magistralni naftovod Mokrin-Kikinda-Elementir.

Uz ovako rešen sistem tehnološkog procesa, uz primenu odgovarajućih mera sigurnosti (o čemu će kasnije biti više reči), dato je i rešenje automatike u procesu proizvodnje, kod regulisanja problematike sabiranja, separiranja i transporta fluida koji je predmet proizvodnje.

Na sabirno-mernom sistemu za proizvodnju nafte u Mokrinu se takođe separiranje vrši preko zbirnog separatora, tako da gas pod pritiskom većim od 54 kp/sm<sup>2</sup> odlazi u kolektor za gasni sistem, kao jedna gasna bušotina, a nafta iz ovog separatora odlazi u pomenuti naftovod. Merenje naftnih bušotina se obavlja korišćenjem instaliranog mernog separatora na gasnoj stanici sistema Mokrin. Na ovaj način kombinovana je upotreba projektovane i instalirane opreme za sve vrste proizvedenih fluida (sl. 2).

Na sabirnoj stanici za gas na severnom delu Mokrina separiranje zemnog gasa se obavlja na istom principu kao i na sadašnjoj sabirnoj stanici Mokrin, te zato tehnologija sabiranja, transport i ostali deo procesa proizvodnje na sistemu Mokrin-Sever neće ovde biti detaljnije tretirani.

#### Izbor režima proizvodnje

##### Oprema bušotina kao osnovnog objekta proizvodnje

Tehnološko-tehnički zahvati vezani za postavljeni zadatak tehnoloških rešenja na principu: optimalna proizvodnja — ekonomska opravdanost — maksimalna sigurnost,

morali su početi od projektnog rešenja bušotine (preko konstrukcije zacevljenja i cementiranja), kao osnovnog objekta eksploatacije ugljovodnika.

Predmet proizvodnje (ugljovodnik) predstavlja potencijalnu opasnost zapaljenja, samozapaljenja i eksplozije u procesu sprovođenja tehnologije izrade duboke eksploatacione bušotine (preko eventualnih otvorenih erupcija). Zbog toga se uvodne kolone promera 9 5/8" ugrađuju do takvih dubina koje obezbeđuju ugradnju preventera kao prve i osnovne mere sigurnosti.

Kao dalja mera sigurnosti je sprovođenje cementiranja ovih zaštitnih cevi po čitavoj dužini međuprstenastog prostora. Zatim zaštitne eksploatacione cevi promera (za prirodni gas) 5 1/2" ili (za naftu) 6 5/8" se dvo-stepenom cementacijom povezuju sa uvodnom kolonom, uz uslov da se cementiranje vrši specijalnim visokokvalitetnim cementom.

Kao nova mera sigurnosti, a zbog potencijalne opasnosti kod osvajanja i ispitivanja bušotina od mogućeg nastanka otvorene erupcije iz bušotine u izradi, ni jedna operacija se ne sprovodi bez instaliranog posebnog preventer uređaja tipa »Hyghidril«-a. Oba procesa (ugradnja zaštitnih cevi i cementiranje istih) kao i ispitivanje bušotine sa osvajanjem iste, i dalje se sprovode samo uz primenu daljih mera sigurnosti, u koje spada i ispitivanje uređaja na ustima bušotine na veći probni pritisak od normalno očekivanog (uspeh zacevljenja i cementiranja ispituje se na pritisak od 120 kp/sm<sup>2</sup> a uređaj na ustima bušotine na pritisak od 420 kp/sm<sup>2</sup>).

Zbog opasnosti od dejstva korozije (ugljična kiselina), na svim gasnim bušotinama se ugrađuju specijalni antikorozivni erupcioni uređaji za pritisak od 350 kp/sm<sup>2</sup>.

#### **Dodatne mere sigurnosti kod bušotina**

Pored navedenih pomenućemo još neke bitne elemente primenjene kod konstrukcije opreme bušotina kao osnovnog objekta proizvodnje a u cilju sprovođenja dodatnih mera sigurnosti:

a) u procesu eksploatacije, usled temperaturnih promena te promena dinamičkih i statičkih pritisaka, dolazi do dinamičkih

opterećenja ugrađenih zaštitnih cevi. Kako ta pojava predstavlja određenu opasnost u odnosu na mogućnost nekontrolisanog prodiranja fluida, a pre svega zemnog gasa, a naročito u kombinaciji sa dejstvom korozije, to je ponovo a u cilju eliminisanja ovih posebnih opterećenja, na svim gasnim bušotinama ugrađena posebna oprema (Packer) iznad zone perforacije sloja koji je u proizvodnji. Ugradnjom pakera ova opterećenja su prebačena na uzlaznu cev (Tubing), a iznad pakera se ugrađuje ventil (»Mandrel«), te pored postizanja rasterećenja omogućava se i ubacivanje u međuprostor fluida veće specifične težine od dejstvujućih pritisaka. Ovim rešenjem (da se u međuprostoru nalazi fluid-isplaka) rešava se i problem vezan za antikorozijsku zaštitu, tako što se povremeno u taj međuprostor upumpava inhibitor, koji preko ventila »Mandrel« ulazi u tubing i strujom gasa struji kroz cevi te stvara zaštitni film na instaliranoj opremi i time sprečava dejstvo korozivnih agenasa;

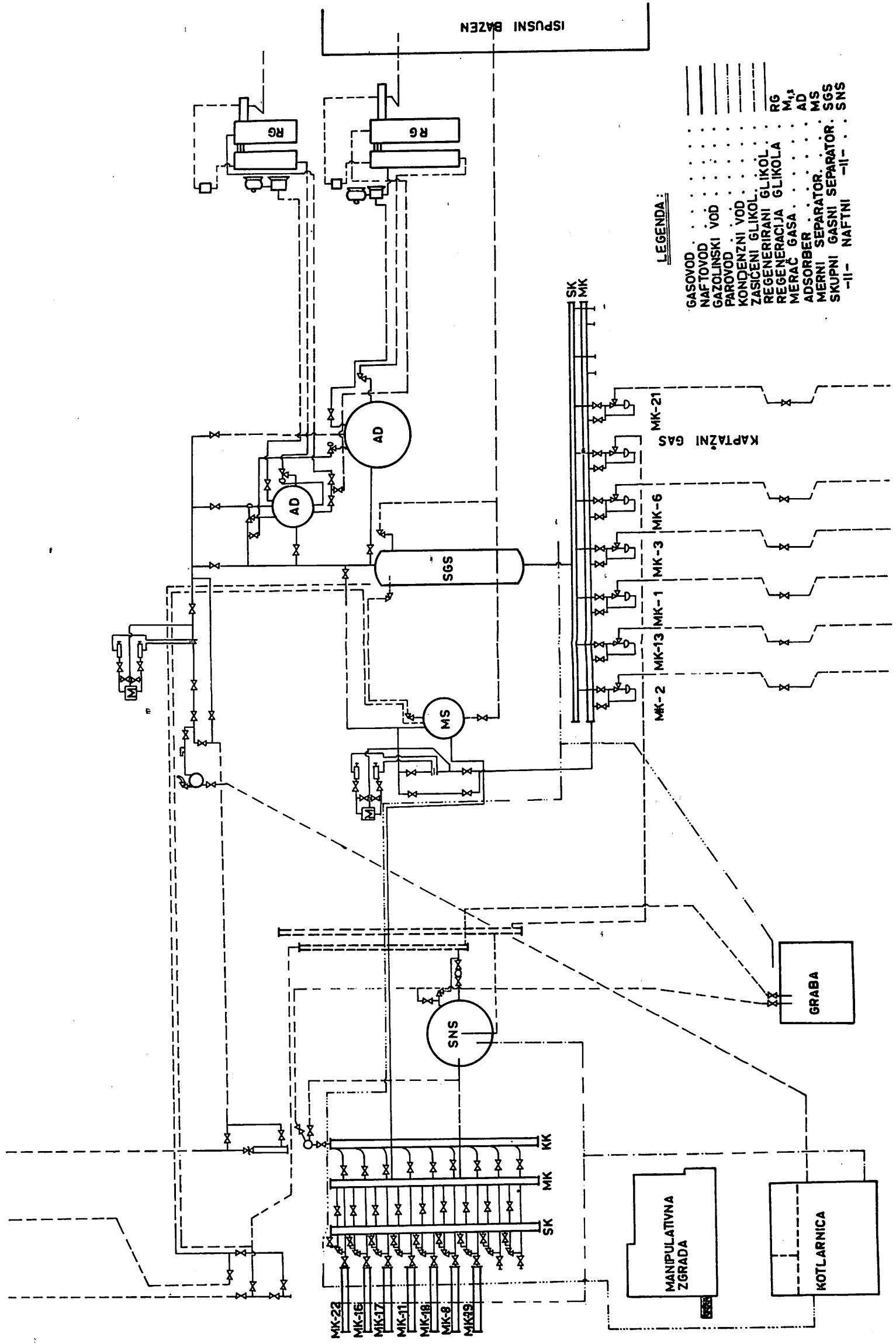
b) u cilju osiguranja da u međuprostoru bude hidrostatički pritisak u bušotine se ugrađuju i ulazne cevi specijalnog kvaliteta (tubing) sa posebnom za ovu svrhu tehnologijom izrade spojnica

c) na svim gasnim bušotinama, a na određenim dubinama (500—700 m), ugrađuje se sedište u uzlaznu cev — tubing radi kasnijih instaliranja dubinskog sigurnosnog ventila, koji ima zadatak da u svim slučajevima većeg protoka fluida od predviđenog režima (nekontrolisanog rada) automatski zatvori uzlaznu cev — tubing i tako prekine protok fluida te spreči erupciju (sl. 3).

#### **Izbor režima eksploatacije**

Na bazi određivanja osnovnih karakteristika tipa ležišta, kolektor stena, fizičkih osobina rezervoara stena, pritisaka, temperature, interpretacijom dobijenih podataka dubinskim merenjem vršimo izbor adekvatnog režima eksploatacije.

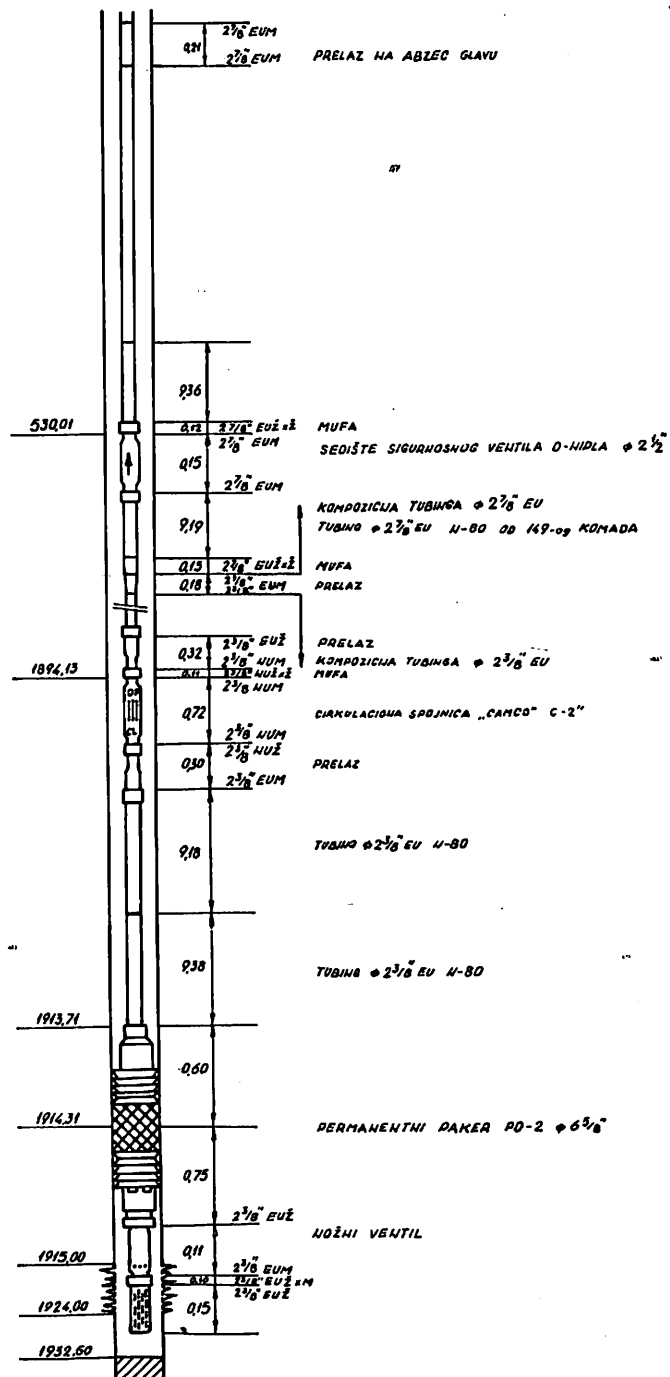
Važno je napomenuti da izbor režima eksploatacije, pored osnovnog zahteva da zadovolji uslove optimalne proizvodnje pod najpogodnijim tehničko-ekonomskim uslovima, takođe mora biti podvrgnut i zahtevu sigurnosti u naftnom rudarstvu. Ovo naročito iz



**LEGENDA:**

.....	GASOVOD
.....	NAFTOVOD
.....	GAZOLINSKI VOD
.....	PAROVOD
.....	KONDENZNI VOD
.....	ZASICENI GLIKOL
.....	REGENERIRANI GLIKOL
.....	REGENERACIJA GLIKOLA
.....	MERAC GASA
.....	M <sub>1,2</sub>
.....	ADSORBER
.....	MERNI SEPARATOR
.....	SGS
.....	SKUPNI GASNI SEPARATOR
.....	SNS
.....	-II-
.....	NAFTNI

SL 2 — Tehnološka šema proizvodnje nafte i gasa SS Mokrin.  
 Fig. 2 — Oil and gas production flow sheet of Accumulation System Mokrin.



Sl. 3 — Sematski prikaz ugrađene opreme »Camco« u bušotini Mk—1.

Fig. 3 — Schematic display of installed »Camco« equipment in the borehole Mk—1.

razloga što pravilnim izborom režima eksploatacije u stvari se eliminišu eventualni nepovoljni agensi koji mogu da ugroze sigurnost.

Tako, na primer, kod dubinskih merenja se mora zadovoljiti uslov upotrebe nekoliko dizni sa raznim otvorima radi pronalaženja najoptimalnijeg režima proizvodnje. Međutim, udovoljavajući taj uslov može se dogoditi da kod upotrebe dizne sa većim otvorom dođe do povlačenja peska iz sloja, te do začepljenja bušotine, što dalje zahteva remonta, te ponovno osvajanje istog intervala, a sve ove operacije nose u sebi uvek prisutnu opasnost od rizika nastanka nekontrolisanog izbacivanja fluida iz bušotine — erupcije. Pored ovog mogu se nabrojati još mnogobrojni primeri koji stajljaju izbor režima eksploatacije u funkcionalnu zavisnost prema sigurnosti u naftnom rudarstvu.

Rezultati bušenja dubokih eksploatacionih bušotina na ovom području, zatim tip ležišta i vrsta kolektor stena, granice ležišta i dubine zaleganja horizonata koji sadrže ugljovodonike, te fizičke karakteristike kolektor stena (porozitet, zasićenja vodom, zasićenja gasom), te pritisci, temperature i proizvodne karakteristike date su detaljnije u I delu ovog rada.

Obrađujući PVT odnose u ležištu pomenutog kompleksa, izvršeno je za pojedine proizvodne horizonte eksperimentalno određivanje faktora kompresibiliteta, i usvojeno je da je njegova početna vrednost  $C = 0,892$ . Početni ležišni pritisak kao i temperatura za određene relativne dubine od cca 2000 m iznose:  $P = 212 \text{ kp/cm}^2$ ,  $T = \text{cca } 110 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Produkciona sposobnost i dinamika proizvodnje je određena u funkciji od broja bušotina, te je određen ukupan broj proizvodnih dana i ukupna količina očekivane proizvodnje fluida, uz primenu najoptimalnijeg iskorišćenja utvrđenih rezervi. Treba napomenuti da istražni radovi na ovom području još traju, te se takođe nastavlja i bušenje dubokih eksploatacionih bušotina, što koriguje geološke rezerve fluida u pozitivnom smislu.

Kod dinamike proizvodnje mora se usvojiti pretpostavka da do konačnog iscrpljenja ležišta u istom vlada ekspanzioni režim, uz okolnost da su bušotine ravnomerno locirane na celom ležištu, te ležišni pritisak ima

ravnomerno opadati. U toku sprovođenja ovakvog režima eksploatacije, svakako će dolaziti i do izmena na bazi dodatnih projekata razrade ležišta ali i tada mora biti poštovana funkcionalna zavisnost režima eksploatacije prema sigurnosti u naftnom rudarstvu.

#### Zaštita sistema od nekontrolisanog izbacivanja fluida — erupcije

Nekontrolisano izbacivanje, kao i nekontrolisano prodiranje fluida kod dubokih bušotina u eksploataciji, zaslužuje sa stanovništa sigurnosti u naftnom rudarstvu izuzetnu pažnju, iz razloga što potcenjivanje ove opasnosti može dovesti do velikih materijalnih šteta i do ugrožavanja života većeg broja zaposlenih.

Radi sprečavanja nekontrolisanog prodiranja fluida bitno je izvršiti analizu uzroka nastajanja ove pojave, uz proučavanje mogućnosti primene preventivnih mera, kako na bazi teoretskih razmatranja, tako i naročito na bazi praktičnih iskustava. Mogu se navesti mnogobrojni primeri nekontrolisanog izbacivanja fluida (erupcije) u svetu koje su nanele ogromne materijalne štete i koje su odnele mnoge živote radnika, tehničara i inženjera. Poznavajući uzroke erupcija stalno se vrše analize sa ciljem primene prevencije u cilju eliminisanja istih. Da bi se to učinilo dostupnim većem broju zainteresovanih, autori su pokušali izvršiti i predložiti klasifikaciju uzroka nastajanja erupcija, te na osnovu iste predložili i određene zaključke, iz kojih mogu prosteći i metode i mere preventivnog dejstva u cilju potpunog eliminisanja nastanka nekontrolisanog izbacivanja ili prodiranja fluida.

Polazeći od postavke da je jedino ispravna ona tehnologija eksploatacije ležišta nafte i gasa koja obezbeđuje maksimalno iskorišćenje utvrđenih rezervi, uz primenu optimalne ekonomske opravdanosti, ali i uz sprovođenje odgovarajućih mera sigurnosti, to se svi tehnički zahvati u svim tehnološkim fazama rada, počev od režima bušenja pa do konačne eksploatacije, imaju podrediti tom cilju.

U procesu bušenja dubokih bušotina u stvari vršimo narušavanje petrostatičke i hidrostatičke ravnoteže duž celog profila bušotina, što zahteva projektovanje određenog režima bušenja i programa učvršćenja bušotina. No ovim nije rešen problem mogućnos-

ti nastanka erupcije u sledećim tehnološkim fazama. Zbog toga je posebna pažnja obraćena i problemu nekontrolisanog izbacivanja fluida u uslovima eksploatacije ležišta. U procesu eksploatacije stalno egzistiraju u čitavoj zoni u kojoj se obavlja proizvodnja određene količine sirovine (fluida), koja je po sastavu takva da sadrži sve osnovne uslove zapaljenja, samozapaljenja i eksplozije. Pored toga, u zoni procesa eksploatacije postoje, zbog tehnološkog procesa, i uvek prisutni izvori toplotne energije, što, naravno, još više otežava situaciju u smislu eliminisanja uzroka opasnosti. Ovo ukazuje na važnost problema nekontrolisanog izbacivanja fluida za eliminisanje svih opasnosti koje bi nastale u slučajevima iznenadnog nekontrolisanog izbacivanja fluida (erupcije) kod bušotine u eksploataciji, a naročito kod procesa osvajanja i podzemnog remonta.

#### Generalni principi eliminisanja uzroka erupcije kod bušotina u eksploataciji

Analiza mogućnosti i principa eliminisanja uzroka nekontrolisanih izbacivanja fluida kod osvajanja bušotina. — Pri procesu osvajanja dubokih bušotina može doći do iznenadnog nekontrolisanog izbacivanja fluida iz sledećih razloga:

— težinom stuba isplake koja se nalazi u bušotini ostvarujemo ravnotežu

$$P_{sl} \leq \frac{H_{sl} \cdot \gamma}{10}$$

ali, ako se duboka bušotina pri vađenju tubinga stalno ne dopunjava isplakom, može doći do snižavanja nivoa u bušotini, a time se smanjuje pritisak stuba isplake, u kom slučaju se javlja nov odnos ( $P_{sl} > P_h$ ), te tako nastaju uslovi za nekontrolisano izbacivanje fluida iz bušotine;

— pri operaciji vađenja pakera može se prouzročiti klipovanje bušotine te povlačenje nafte i gasa iz pakera, čime se umanjuje pritisak stupca i na taj način ostvaruju uslovi za nekontrolisano izbacivanje;

— pri operaciji spuštanja ulaznih cevi s pakerom, Bakerovim čepom i drugom opremom, pri brzom spuštanju može doći do raspucavanja, te brzog gubljenja isplake i sniženja njenog nivoa, a na taj način i do narušavanja ravnoteže, pri čemu nastaje  $P_{sl} > P_s$ ; u tom slučaju se takođe ostvaruju

uslovi za nastanak pojave nekontrolisanog izbacivanja;

— pri iznenadnom prodoru slobodnog plina u bušotini nastaje pliniziranje stupca i na taj način stvaraju se uslovi za nekontrolisano izbacivanje;

— gubitkom cirkulacije u procesu osvajanja napucanog intervala;

— nekontrolisanim izbacivanjem pri osvajanju bušotine klipovanjem;

— pri čišćenju bušotine od nataloženog peska;

— stvaranjem gasnih »jastuka« u prostoru između zaštitnih i uzlaznih cevi radi odvajanja plina od nafte kod pete ulaznih cevi u bušotinama s većim GOR-om;

— nakon zarušavanja kolektora ili stenki bušotina s otvorenim dnom (Open Hole);

— kod višekratnih pokušaja osvajanja u intervalima mirovanja može doći do gravitacione diferencijacije fluida i nagomilavanja plina u stupcu te usled toga do uslova za nekontrolisano izbacivanje.

Nekontrolisano izbacivanje fluida nastalo kao posledica oštećenja opreme. — Pri izučavanju problematike uzroka nastajanja nekontrolisanog izbacivanja naročito pažnja je obraćena utvrđivanju uzroka ove pojave nastale kao posledica oštećenja ugrađene opreme eksploatacionih dubokih bušotina ili kao posledica dejstva drugih uzroka pri izvršavanju remontnih podzemnih radova i to:

— nekontrolisano izbacivanje fluida nastalo kao posledica prestanka funkcionisanja instaliranog uređaja za preventivu (atestirani uređaj postavljen), a prestanak funkcionisanja je nastao kao posledica dejstva subjektivnih ili objektivnih faktora;

— uništenje cementne obloge nastalo kao posledica dejstva raznih agenasa;

— nestanak hermetičnosti tubinga, te kao posledica toga prodor u izolirani deo eksploatacione kolone pri primeni specijalne opreme ugrađene u duboku eksploatacionu bušotinu;

— nepravilno testiranje bušotine i nekontrolisano izbacivanje fluida pri klipovanju tubinga kod bušotina u osvajanju ili pri vađenju opreme iz bušotine kao posledica oštećenja iste (zaglava pakera);

— nemogućnost aktiviranja inače prethodno ispitane i atestirane opreme (paker), te nekontrolisano izbacivanje kod ugradnje iste u eksploatacionu bušotinu;

— prodori kod zaptivnih mesta i spojeva na uređajima i opremi potencirani malim viskozitetom zemnog gasa, a intenzificirani abrazijom peska sadržanog u fluidu na opremu.

Iz napred iznetih opštih principa mogućnosti nastanka uzroka eruptiranja, mogu se uočiti početni uslovi za stvaranje nekontrolisanog izbacivanja fluida. Autori su smatrali za bitno da se uočeni uslovi i utvrđeni uzroci klasifikuju prema svom značaju i dejstvu, vezivanjem uzroka za pojavu, i to tako da klasifikacija pruži detaljniju sliku pojedinačnog ili kombinovanog dejstva raznih uslova i uzroka, uz mogućnost izvođenja zaključaka za preventivno sprečavanje istih.

**Predložena klasifikacija (po V. St. Rosić — B. T. Ristić) nekontrolisanih izbacivanja fluida**

Polazeći od datih postavki autori odvajaju tri osnovne klase, sa po osam grupa u kla-

sifikaciji uzroka nekontrolisanih izbacivanja fluida (erupcije) i to:

I klasa: nekontrolisano izbacivanje ugljovodonika kod bušotina u izradi (ova klasa neće biti ovde razrađivana, jer zahvata II područje tehnologije koje nije predmet razmatranja sistema Mokrin).

II klasa: nekontrolisano izbacivanje i prodiranje fluida (erupcija) kod bušotine u pripremi za eksploataciju nafte i zemnog gasa. Autori predlažu kod ove klase sledećih osam grupa:

1. Pad nivoa isplake
2. Promena težine stuba u bušotini
3. Prestanak funkcionisanja atestirane instalirane opreme
4. Gubitak cirkulacije
5. Nepravilno testiranje bušotine
6. Klipovanje pri vađenju opreme
7. Nedostatak mera pri početku izbacivanja fluida tokom operacije osvajanja bušotine

GRUPA KLASA	1	2	3	4	5	6	7	8
I								
II								
III								

Sl. 4 — Grafički prikaz predložene klasifikacije nekontrolisanih izlivanja fluida (erupcije) po V. Rosiću i B. Ristiću.

Fig. 4 — Graphical display of suggested classification of uncontrolled fluid outflows (eruptions) according to V. Rosić and B. Ristić.



8. Izbacivanje i prodiranje fluida kod operacije podzemnog remonta u objektima za eksploataciju nafte i gasa:

- a) pri dopucavanju, otvaranju i zatvaranju proizvodnih intervala
- b) pri operaciji čišćenja dna bušotine od nataloženog peska
- c) pri kontaktu pozitivnog otvorenog intervala s drugim horizontima
- d) pri čišćenju posle zarušavanja eksploatacionog horizonta
- e) pri gravitacionom diferenciranju fluida u intervalu mirovanja stuba kod zastoja u uzastopnom pokušaju osvajanje bušotine.

III klasa: nekontrolisano izbacivanje i prodiranje fluida kod eksploatacione bušotine u fazi njene eksploatacije. Ima sledeće grupe:

1. Otkazivanje funkcije ugrađene opreme u bušotinu
2. Razarajuće dejstvo korozivnih faktora
3. Razarajuće dejstvo abrazivnih agenasa ili hemijski agresivnih činilaca na ugrađenu opremu
4. Pri stvaranju gasnih »jastuka« u eksploataciji koloni bušotina separacijom gasa na peti tubinga kod bušotina većeg GOR-a
5. Prodori iza kolone zbog degeneracije cementne obloge
6. Pri izmeni ugrađene opreme
7. Prodor fluida kod zaptivnih mesta na uređajima i kolonama
8. Abrazija česticama (»prošlicavanje«) kod nadzemne opreme.

Iz predložene klasifikacije mogu se izvući zaključci koji mogu poslužiti kao generalni principi eliminisanja uzroka eruptiranja i to:

— predložena klasifikacija omogućava da se svako nekontrolisano izbacivanje ili prodiranje fluida rastumači i razvrsta po uslovima za nastanak pojave,

— klasifikacija omogućava da se iz nje direktno uoče za svako nekontrolisano izbacivanje ili prodiranje njegovi osnovni uzroci,

— ona takođe pruža mogućnost da se izvuču neophodni zaključci o merama preven-

tive koje treba preduzeti u cilju eliminisanja uzroka

— iz klasifikacije se, takođe, mogu odrediti vrsta, obim i metode reprësivnih mera koje treba primeniti u cilju eliminisanja pojave eruptiranja i nastalih havarija.

#### Proračun dubinskog sigurnosnog ventila

U tubing gasnih bušotina sistema Mokrin ugrađuju se dubinski sigurnosni ventili sa ciljem onemogućavanja dotoka u slučaju opasnosti. Kod proračuna sigurnosnog ventila naročito je važno utvrditi i odrediti »elemente faktora proračuna«, i to:

— proračun specifične težine mešavine gas-gazolin (kondenzat) kod gaskondenzantnog ležišta, što se određuje iz odnosa:

$$G_{meš} = \frac{G + \frac{4591 G_c}{GLR}}{1 + \frac{GLR}{GLR}}$$

gde su:

- $G_{meš}$  — specifična težina mešavine gas-gazolin  
 $G$  — specifična težina separatorskog gasa  
 $GLR$  — gasni faktor ( $GLR = GOR$  kada se na javlja voda)  
 $G_c$  — specifična težina kondenzata.

— Proračun pritiska na dubini ventila a za željeni protok:

$$G_{meš} \cdot L / 53 \cdot 34 T_{sr}$$

$$P_v = P_w e$$

gde je:

- $P_v$  — pritisak u tubingu ispod ventila  
 $P_w$  — pritisak na glavi uređaja na bušotini  
 $G_{meš}$  — specifična težina mešavine gas-gazolin  
 $T_{sr}$  — srednja temperatura (između temperature na dubini sigurnosnog ventila i temperature na glavi uređaja izražena u stepenima Renkina  $^{\circ}F + 460$ )  
 $e$  — neperologaritam (2,7183)

L — dubina na kojoj se ugrađuje sigurnosni ventil.

— Preračunavanje tečne faze u gasu koji se eksploatiše:

$$V = \frac{199.16 (P_v) (PFBD)}{(T_v + 460)}$$

gde je:

V — ekvivalent zapremine gasa pri standardnim uslovima — količina/dan

PFBD — količina tečnosti proizvedene na dan — gazolin

$T_v$  — protočna temperatura na dubini ugradnje ventila (u °F)

— Proračun ukupne zapremine gasa:

$$Q = Q_g + V$$

— Izbor veličine dizne za odgovarajući pad pritiska (sigurnosni ventil sa proračunom pritiska iznad ventila):

$$P_d = \frac{P_v + \sqrt{(P_v)^2 - 4 \frac{Q}{(C)^2}}}{2}$$

$$= \frac{P_v + \sqrt{P_v - 2 \frac{Q}{(C)} (P_v + 2 \frac{Q}{(C)})}}{2}$$

gde je:

$P_d$  — pritisak iznad ventila

$P_v$  — pritisak ispod ventila

C — 24-časovni koeficijent (uzima se iz tablice dijagrama)

Q — ukupna proizvodnja gasa/dan

$\Delta_p = P_v - P_d$ , gde je:

$\Delta_p$  — pad pritiska/ventil

— Odabiranje snage opruge i broja podmetača koji su potrebni za razliku pritiska koji zatvara ventil, za odabranu diznu iz dijagrama protoka, vrši se očitavanjem na dijagramu, tako što se na apscisi odabere željena razlika pritiska i traži na ordinati presjek sa krivom veličine dizne.

Dubinski sigurnosni ventil, kao mera sigurnosti u naftnom rudarstvu, je od neprocenjive važnosti kod eksploatacije nafte i zemnog gasa, a na susteru Mokrin je prvi put ugrađen u Jugoslaviji.

#### Ugradnja dubinskog sigurnosnog ventila i sigurnosne opreme

Projektovanje opreme je imalo u vidu, pored cilja tehnološkog rešenja sabiranja, separiranja i transporta ugljovodonika, takođe i sigurnost u naftnom rudarstvu. Uvodne kolone su na ovom sistemu ugrađene do onih dubina koje obezbeđuju maksimalno moguću sigurnost. Cementiranje zaštitnih cevi je vršeno po celoj dužini međuprstenastog prostora, dvostepenom cementacijom povezane su sa uvodnim kolonama. Pri cementiranju je upotrebljavan specijalni visokokvalitetni cement. Sve operacije pri osvajanju i ispitivanju bušotina obavljene su uz instaliranje posebnog preventer uređaja tipa »Hydrill-a«. Erupcioni uređaji na ustima bušotina ispituju se za veći pritisak od normalnog (uspeh zacevljenja i cementiranja na pritisak od preko 120 kp/cm<sup>2</sup>, a instalirani uređaji na ustima bušotine od 420 kp/cm<sup>2</sup>). Radi eliminisanja dejstva korozije na bušotinama ovog sistema ugrađeni su specijalni antikorozijski erupcioni uređaji za pritisak od 350 kp/cm<sup>2</sup>. U cilju eliminisanja dinamičkih opterećenja na zaštitne cevi u toku procesa eksploatacije, te radi sprečavanja ove opasnosti za nekontrolisano prodiranje fluida, izvršena je ugradnja opreme u bušotini neposredno iznad zone perforacije — otvorenog proizvodnog intervala (ugrađen paker). Na taj način su opterećenja prebačena na tubing, a iznad pakera je ugrađen ventil da omogući da se u međuprostoru ostavi fluid (isplaka) veće specifične težine od statičkog pritiska. Ovim rešenjem omogućeno je i upumpavanje antikorozijskih inhibitora kao posebne mere sigurnosti.

U cilju obezbeđenja da u međuprostoru ne bude pritisak veći od hidrostatskog, u bušotine ovog sistema su ugrađeni i tubinzi specijalnog kvaliteta sa posebnim za tu svrhu izrađenim spojnicama.

Na bušotinama ovog sistema, a na dubinama od 500—700 metara, ugrađena su sedišta u tubing radi postavljanja u njih dubinskih sigurnosnih ventila, sa zadatkom da u svim slučajevima većeg protoka fluida od režimom predviđenog, zatvori tubing i potpuno prekine protok (sl. 3).

### Zaštita sistema od dejstva korozionih agensa

Korozija kao pojava vrlo je interesantna manifestacija težnje svih materija za vraćanje u stanje najmanje potencijalne energije.

U praksi srećemo sledeće vidove korozionih dejstava:

- a) oksidaciona korozija
- b) hidrogensko-sulfidna ili  $H_2S$  korozija
- c) korozija dejstvom bakterija
- d) kondenzna i  $CO_2$  korozija
- e) elektrolitička i galvanska korozija
- f) raznolike kombinacije navedenih vidova.

Oksidaciona korozija agresivno deluje na zaštitne uređaje i površinske delove instalacija, a naročito na delove instalacija kod kojih postoji prisustvo kiseonika. Najefikasnija preventivna mera protiv tog tipa korodiranja jeste upotreba zaštitnih premaza.

Hidrogen-sulfidna ili  $H_2S$  korozija najčešće napada unutarne površine zaštitne kolone, obe površine ulaznih cevi, te unutarne površine priključenih uređaja i instalacija za eksploataciju.  $H_2S$  se nalazi u probušnim stenama te se prenosi na više strujom fluida i stupa u reakciju s čelikom kad god se rastvori u kapljicama kondenzne vode. Taj tip korodirajućeg agensa naročito dejstvuje na delovima pod kružnim naponom, kao što su spojnice uzlaznih cevi, a kod bušotina eksploatiranih pumpanjem i na klipnim šipkama pa to postaje najčešće uzrok havarija kod eksploatacionih bušotina u kojima ima tog plina.

Za sprečavanje agresivnog dejstva  $H_2S$  primenjujemo nekoliko dosta efikasnih metoda kod eksploatacionih bušotina:

— postavljanje pakera i punjenje međuprostora »sweet«-uljem, čime efikasno sprečavamo korodiranje unutrašnjih površina zaštitnih cevi i istovremeno spoljašnjih površina ulaznih cevi;

— upotrebom isparavajućeg sredstva kao što je, na primer, formaldehid ili amonijak;

— primenom materija koje se utiskuju u eksploatacionu bušotinu te na stenkama ulaznih cevi i zaštitne kolone stvaraju zaštitni nepropusni »film«, koji efikasno eliminiira agresivno korodirajuće dejstvo (korišćenje inhibitora);

— primenom antikorozijske materije kod izrade instalacija izoliranjem površina cevnog materijala i opreme putem nanošenja metalnih zaštitnih pokrivača;

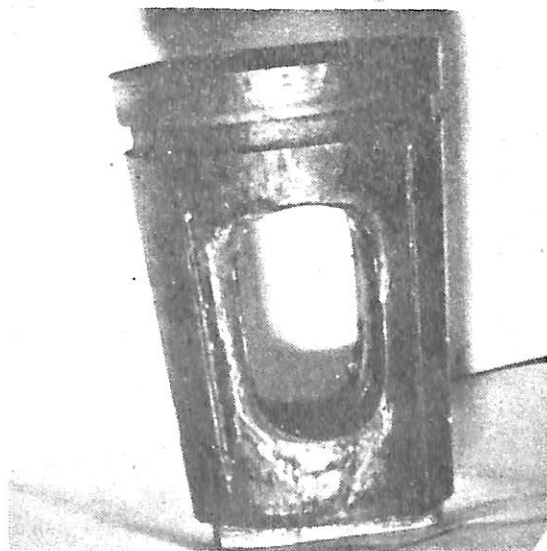
— primenom zaštitnih i uzlaznih cevi izrađenih od specijalnih legiranih čelika (API S—75).

Korozija nastala dejstvom bakterija izaziva korodiranje spoljnih površina zaštitnih cevi, a nastaje dejstvom anaerobnih bakterija koje redukuju sulfate. Za sprečavanje agresivnog dejstva ove vrste korozije primenjujemo nekoliko metoda zaštite:

— katodnu zaštitu instalacija za eksploataciju;

— sprečavanje razmnožavanja bakterija održavanjem odgovarajuće pH vrednosti sa amonijakom ili primenom baktericida za uništenje životne delatnosti anaeroba;

— zaštitom instalacije upotrebom prevlaka.



Sl. 5 — Primer oštećenja opreme dejstvom korozije.

Fig. 5 — Example of equipment damage owing to corrosion effects.

Kondenzantna korozija agresivno napada opremu u bušotini i površinsku instalaciju. Taj vid korozije je kod nas najčešći, a javlja se kao rezultat razarajućeg dejstva organskih kiselina i ugljične kiseline na metale.

Posebna opasnost tog vida korozije je pojava da su stalni pratioci eksploatacije gaskondenzantnih ležišta supstance  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , te rastvaranjem  $\text{CO}_2$  u vodi nastaje ugljična kiselina.  $\text{CO}_2$  sam po sebi nije korozivno agresivan, a to postaje u prisustvu najmanje količine vode ili pare koja se kondenzuje te nastankom  $\text{H}_2\text{CO}_3$  koja, kao agresivan agens, izaziva pri eksploataciji gaskondenzantnih ležišta vrlo intenzivnu koroziju.

Zbog agresivnog dejstva kondenzantne korozije u praksi često dolazi do relativno brzog propadanja uzlaznih cevi, te ovo predstavlja, naročito u bušotinama pod velikim pritiskom, ozbiljan problem u proizvodnji gasa. Praktične analize pokazuju da je kod eksploatacionih bušotina s pritiscima većim od  $130 \text{ kp/cm}^2$  oprema u 90% slučajeva podložna intenzivnom korodiranju. Ako se ne preduzimaju nikakve mere zaštite, prosečan vek trajanja uzlaznih cevi je manji od 3 godine. Nailazimo i na pojave da je kod intenzivnog dejstva tog korozivnog agensa propadanje uzlaznih cevi nastalo već i posle 6 meseci eksploatacije. Takođe nailazimo na slučajeve napuštanja eksploatacije gaskondenzantne bušotine usled havarija eksploatacionih zaštitnih cevi i ulaznih cevi, kao posledice dejstva kondenzantne korozije (sl. 3 i 4). Efikasan, a dosta jednostavan metod za otkrivanje dejstva agresivnih agenasa unutrašnje korozije je određivanje sadržaja Fe u kondenzatu, ili merenjem promene težine test kupona posle zadržavanja u struji fluida.

Primenom redukcije pritiska u eksploatacionim bušotinama takođe se efikasno branimo od dejstva korozije. Obično uzimamo da pojave korozije, ako je parcijalni priti-

sak od  $0,7 \text{ kp/cm}^2$  (10 PSI), praktično nema. Uzimamo da je za sve vrednosti između  $0,7$  i  $2,1 \text{ kp/cm}^2$  (10 i 30 PSI) korozija prisutna, dok kod bušotina kod kojih je pritisak veći od  $2,1 \text{ kp/cm}^2$  (30 PSI) nastupa jako intenzivno dejstvo agresivnih korodirajućih agenasa. Zbog toga smanjujemo pritisak u eksploatacionim bušotinama od  $160 \text{ kp/cm}^2$  na cca  $55 \text{ kp/cm}^2$ , čime efikasnost dejstva korozije smanjujemo.

Analizirajući odnos vrednosti ugrađene opreme prema utrošku sredstava za preventivne mere radi eliminiranja agresivnog dejstva korozije, nedvosmisleno dolazimo do zaključka da je preventiva tehnički i ekonomski daleko prihvatljivija od primene mera kurative stalnim zamenjivanjem oštećene opreme. U praksi smo naišli na slučaj da je za oko dve godine oprema eksploatacione bušotine napadnuta agresivnim agensima korozije bila do tog stepena oštećena da su uzlazne cevi u tom relativno kratkom periodu korišćenja nagrižene 3 mm, a ostali delovi opreme u pravcu strujanja fluida pri eksploataciji i do 3,5 mm. Stavljajući u odnos vrednost opreme za zamenu plus opasnost od nekontrolisanog izbacivanja ako se pojava ne uoči na vreme, prema utrošku sredstava za preventivu ugradnjom inhibitora, dobivamo rezultate produženja veka trajanja ugrađene opreme i istovremeno jeftinije metode preventivnog dejstva.

Sa ciljem da se sprovedu mere za efikasno eliminisanje dejstva navedenih korozivnih agenasa, preduzete su mere ugradnje na svim bušotinama opreme neposredno iznad zone otvorenih intervala, instaliranjem pakera. Ugradnjom pakera postiže se svođenje pritiska u kezingu na  $0 \text{ kp/cm}^2$ . Opterećenja su na taj način preneti na uzlaznu cev u bušotini, kroz koju se odvija proces fluida, koji je predmet proizvodnje. Iznad pakera ugrađuje se takozvani »Mandrel ventil«, a ovim rešenjem omogućuje se da se u međuprostoru ostavi fluid veće specifične težine, s tim da se povremeno, u određenim

vremenskim intervalima, upumpava u međuprostor inhibitor koji preko »Mandrel«-a prodire u uzlaznu cev i na taj način onemogućava dejstvo korozivnih agenasa.

### Zaključak

Iz navedenih karakteristika pomenutog ležišta — sistema, a na osnovu analiziranja karakteristika fluida, data je i projektovana takva tehnologija eksploatacije automatiziranog visokotlačnog naftno-gaskondenzantnog sistema Mokrin koja, u procesu proizvodnje, sabiranja i transporta proizvedenih fluida, omogućava adekvatnu primenu mera sigurnosti u naftnom rudarstvu koje su na svetskom nivou.

Primena metoda i mera sigurnosti je rešena tako da zadovoljava i optimalne eko-

nomsko-tehničke pokazatelje opravdanosti ulaganja.

Zbog specifičnih osobina svih vrsta fluida koji se proizvode na ovom sistemu (eksplozivni), bilo je potrebno primeniti niz mera i metoda sigurnosti i zaštite, počev od dinamičkih rasterećenja podzemne opreme, sprečavanja nekontrolisanih protoka, onemogućavanja dejstva korozivnih agenasa, pa do odorizacije gasa transportovanog potrošačima.

Moramo naglasiti da su rešavanju ovog problema doprineli mnogi radovi stručnih službi ZRJ, istraživanje i proizvodnje nafte i gasa Novi Sad kao i predlozi organa Rudarske inspekcije SR Srbije, na osnovu kojih su primenjene mere sigurnosti super zaštite na svetskom nivou, što omogućuje maksimalno mogući stepen sigurnosti u naftnom rudarstvu.

### SUMMARY

#### **Exploitation of the Oil-Gascondensation System Mokrin—North Banat, with a Review on Safety Measures**

V. R o s i ć, min. eng. — B. R i s t i ć, min. eng.\*)

Currently, Mokrin — North Banat is the greatest producer of natural gas in Yugoslavia. By the largest Yugoslav gasline, — Mokrin — Kikinda — Pančevo — Smederevo — this system is connected with numerous users in industry and general consumption. The oil-gascondensation system Mokrin is fully automated in the entire process of exploitation technology. It should be noted that nearly 50 years natural gas plays a particular role in economy, and that, despite, it stagnated right until 15 years ago. By the discovery of large gas deposits Žutica in Croatia and Mokrin in Serbia, a period of intensification of sale and application of natural gas resulted, both in industry and in general consumption, being of great significance for these areas with a shortage in energetic balance.

The increased application of natural gas imposed the need for solving safety problems in oil mining. In this article, the authors tried to present this system for the production of crude oil and natural gas with particular attention on all safety measures in oil mining, which are on the level of super safety based on well known achievements throughout the world, and which enable the highest degree of safety in oil mining.

\*) Dipl. ing. Velibor Rosić, upravnik Revira i dipl. ing. Božidar Ristić, glavni inženjer Revira Kikinda.

## Literatura

- Aksin, V., 1967: Geologija nafte, »Naftagas«, Novi Sad.
- Ivanović, Z., Marojević, R., 1964: Proizvodnja nafte i gasa, »Naftagas«, Novi Sad.
- Katz, L. D., 1959: Handbook of Natural Gas Engineering, Mc Gran—Hill Book Company, inc. New York, Toronto London.
- Kommenov, M., Bajić, M., Mitić, Č., 1968: Predlozi za mere sigurnosti u naftnom rudarstvu. — Materijali Rudarske inspekcije SR Srbije, Beograd.
- Nedeljković, V., 1963: Eksploatacija naftnih i gasnih ležišta I i II deo »Naftagas«, Novi Sad.
- Nedeljković, V., Marojević, R., 1968: Ugradnja sigurnosne opreme, »Naftagas«, Novi Sad.
- Parađanin, Lj., 1967: Geometrijska energija, Beograd.
- Rosić, V. S., Ristić, B. T., 1968: Prilog proučavanju proizvodnje nafte i zemnog gasa u naseljenim područjima pri eksploataciji visokotlačnim separiranjem, »Sigurnost u rudnicima«, br. 2 — Rudarski institut, Beograd.
- Rosić, V. S., — Ristić, B. T., 1969: Analiza visokotlačnog sistema za proizvodnju nafte ležišta Kikinda—varoš sa aspekta sigurnosti u naseljenom području, »Nafta«, br. 2 — Zagreb.
- Rosić, V. S. — Ristić, B. T., 1969: Nekontrolisano izbacivanje i prodiranje nafte i gasa iz eksploatacionih bušotina »Nafta«, br. 5 — Zagreb.
- Rosić, V. S., — Ristić, B. T., 1970: Primena plina i geotermalne energije područja Kikinda, »Nafta«, br. 7 — Zagreb.
- Steiner, I., — Žinić, S., — Čizmić N., 1969: Suvremena pitanja naftnog rudarstva, »Nafta«, br. 8 — Zagreb.
- Štark, E., 1970: Plinska privreda Jugoslavije, »Nafta«, br. 1 — Zagreb.
- Vučićević, M., — Đurić, N., 1970: Priprema prirodnog gasa gaskondenzantnog ležišta Mokrin za transport i potrošnju — izdavač: R. J. Kikinda,
- Dokumentacija Naftne industrije »Naftagas« Novi Sad.

# Kriterijum za proračun granične širine podzemnih prostorija

(sa 6 slika)

Dr ing. Petar Jovanović

## U v o d

Statistike (koje su vođene u vezi uzroka) povreda u rudnicima pokazuju da oko 70% (od ukupno) nesretnih slučajeva su posledice rušenja podzemnih prostorija. Ova rušenja kod najvećeg broja nesreća posledica su toga što su širine prostorija veće od onih koje stenski materijal u stropu prostorije može da izdrži. Ovako veliki procenat nesretnih slučajeva zahteva od projekatanta i stručnjaka koji rukovode poslovima zaštite na radu u rudnicima, da pri projektovanju i kontroli objekata, širini podzemnih prostorija posvete odgovarajuću pažnju.

Kod razmatranja značaja širine podzemne prostorije, a u vezi stabilnosti i uslova sigurnosti, mi ćemo pokušati da ovom problemu pridemo sa jednog možda neuobičajenog aspekta, a to je da čitavu analizu zasnujemo na izvesnim prognozama-parametrima dobivenim u toku faze istraživanja ležišta. Stoga, kao što će to čitalac i zapaziti, mi ćemo za naše proračune koristiti isključivo geometrijske parametre i vrednosti, dobivene na bazi preliminarnih ispitivanja osobina radne sredine.

## Uslovi i problematika određivanja granične širine podzemnih prostorija

Problem koji se postavlja pred projektanta pri projektovanju veličine i razmeštaja podzemnih prostorija u jednom novom ležištu, za koje ne postoje nikakvi iskustveni

podaci, predstavlja svojevrsan problem, koji se sastoji, između ostalog, i u određivanju veličine i položaja podzemnih objekata. S obzirom da su visine podzemnih prostorija, sa izuzetkom otkopnih komora, relativno male, to kod dimenzionisanja ovih prostorija na prvo mesto dolazi širina, jer će od toga, da li je širina dobro odabrana zavisiti, da li će ova prostorija moći da udovolji svojoj nameni, da li će biti dovoljno sigurna i da li će garantovati takvu bezbednost zaposlenom osoblju i potrebama za mehanizaciju, kako to zahtevaju sigurnosno-tehnički propisi.

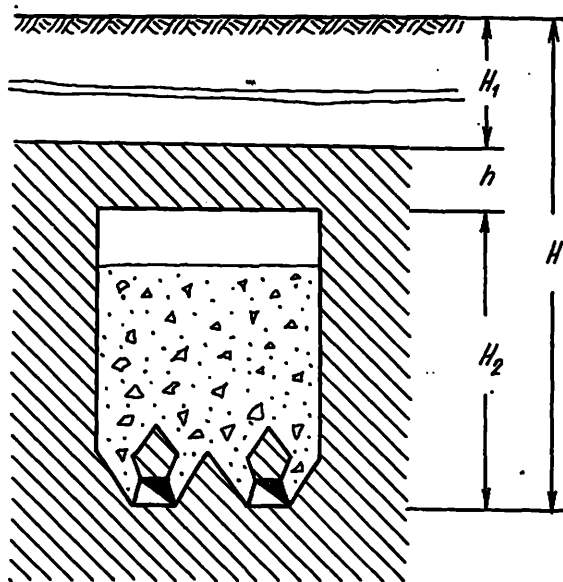
Za ovakve uslove projektant nema dovoljno elemenata, dobivenih egzaktnim merenjima vezanim za određenu radnu sredinu, pa je on prinuđen, da na bazi svog ličnog iskustva, ili tačnije rečeno, osećanja, ili da po analogiji sa nekim sličnim ležištem, usvaja određene parametre i unosi ih u projekat. Nesumnjivo je da ovakva »osećanja« ponekad mogu i da iznevere, i da izrađeni objekti ne mogu da odgovore postavljenom zadatku i udovolje sigurnosno-tehničkim zahtevima. Međutim, u poslednjih nekoliko decenija u rudarstvu su izvršena opsežna teoretska razmatranja ovakvih i sličnih problema, kao i mnogobrojna ispitivanja u različitim ležišnim uslovima, što je dovelo do većeg broja teoretskih i empiričkih rešenja, koja, ukoliko se pravilno primene, mogu ukazati na optimalne vrednosti sa kojima treba ući u projektovanje, da bi objekat udovoljio svim pa i sigurnosno-tehničkim zahtevima.

Da bi se nešto detaljnije osvetlio problem proračuna širine podzemnih rudničkih prostorija, mi ćemo se u narednim poglavljima osvrnuti samo na postupke određivanja same širine, a da bi čitalac mogao imati što potpuniji pregled, naša izlaganja prprat ćemo i odgovarajućim crtežima i dijagramima.

### Proračun granične širine

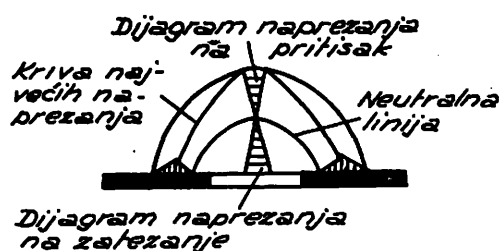
Jedna od najvećih nepoznatih sa kojom se susreće rudar projektant je materijal u kome treba izraditi rudarske podzemne objekte, jer se materijal po svojim mehaničkim i fizičkim osobinama veoma brzo, pa čak i znatno, menja na veoma kratkim relacijama. Ovo je i razlog, da je pri projektovanju mesta i dimenzija podzemnih rudničkih objekata, da bi ovi objekti bili sigurni i funkcionalni, projektant prinuđen da uzima veoma visoke koeficijente sigurnosti. Ovako veliki koeficijenti sigurnosti obezbeđuju objektu stabilnost, ali sa druge strane, iziskuju ostavljanje daleko većih zaštitnih stubova i zaštitnih ploča u stropu prostorija, što za slučajeve kada se prostorija izrađuje u korisnoj mineralnoj sirovini smanjuje iskorišćenje, i time negativno utiče na ekonomiku rudnika. Da bi se odredili optimalni uslovi za koje će širina prostorije biti sigurna, a da se ne poremeti projektovana tehnologija i ne smanji sigurnost, učinjeni su razni pokušaji da se na bazi čisto teoretskih ili empiričkih rešenja dođe do zadovoljavajućih rezultata, te i ovaj naš pokušaj da odredimo kriterijume za određivanje graničnih širina prostorija u funkciji od debljine ploče u stropu i fizičko-mehaničkih osobina stenskog materijala, treba shvatiti kao prilog rešavanju ove složene materije.

Teoretska i eksperimentalna istraživanja ovog problema pokazala su, da u stropu prostorije pod uticajem podzemnog pritiska vladaju zatezna naprezanja koja svojim delovanjem izazivaju deformacije u samom stropu, čiji intenzitet opada sa udaljenjem od prostorije (vidi sl. 2). Kao posledica ovakvog rasporeda zateznih naprezanja i njima odgovarajućih deformacija prve pukotine, vezane za razaranje stenskog materijala u stropu, javljaju se na samoj konturi prostora



Sl. 1 — Šema proračuna granične širine.

Abb. 1 — Schema zur Berechnung der Grenzweite.



Sl. 2 — Šema raspodele napona u prostoriji svoda.

Abb. 2 — Schema der Spannungsverteilung im Raumgewölbe.

rije. Dubina ovih pukotina zavisice od intenziteta zateznih naprezanja. Kako veličina poremećaja oko izrađene rudničke prostorije zavisi od veličine podzemnog objekta, to će s ovim u vezi i veličina zone iznad prostorije, koja će biti zahvaćena pukotinama, nastalim kao posledica dodatnih naprezanja, zavisiti od širine prostorije. Polazeći od jednog ovakvog zaključka, u mogućnosti smo da pri proračunu širine prostorije postavimo takve granične uslove, kod kojih će širina zavisiti od mehaničkih i fizičkih osobina stenskog materijala koji izgrađuje direktnu krovinu, kao i debljine neposredne krovine. Pod pojmom neposredne krovine podrazumevaćemo deo stenskog masiva koji se nalazi iznad prostorije, a nije oslabljen nikakvim ravnima slabljenja, bilo to



tektonskog, sedimentnog ili litološkog porekla. Na slici 1 šematski je ova debljina prikazana oznakom »h«.

Problemu određivanja širine podzemnih prostorija posvetili su pažnju mnogi istraživači, i posmatrali ga sa različitih aspekata. Od do sada postavljenih teorija vezanih za podzemni pritisak i širinu podzemnih prostorija nama se učinio najprihvatljiviji postupak koji je svojevremeno predložio Slesarev, mada sa teoretskog stanovišta on nije potpuno korektan. Ovaj postupak smo usvojili iz razloga što Slesarev polazi od istih konturnih uslova od kojih i mi, i teži da mu rezultati daju takve vrednosti, koje će mu obezbeđivati određenu sigurnost krova. Osim toga, ovaj postupak je podesan i zbog toga, što se svi parametri koji su potrebni za proračun mogu odrediti bilo na terenu ili u laboratoriji. U daljim našim izlaganjima izložićemo u najkraćim crtama principe na kojima je Slesarev zasnovao svoju metodu.

Prema Slesarevu, koji je pristalica teorije svoda pritiska, pritisak u stenskom masivu koncentriše se u jednoj određenoj oblasti, koja ima oblik svoda, i zasvođava otkopani deo prostorije. Na slici 2 prikazana je šema svoda pritiska i rasporeda naprezanja u njemu. Iz ove slike se vidi, da se svod oslanja na stenski materijal u bokovima prostorije, što u zoni oslonaca izaziva povećano naprezanje. Isto tako se iz ove slike vidi da se sa povećanjem širine prostorije povećavaju i dimenzije svoda. Naprezanja, koja se javljaju u zoni svoda, prikazana su na slici 2 odgovarajućim dijagramima. Kriva pritiska u stropu, prema Slesarevu, predstavlja krivu ekscentričnosti horizontalne sile A (vidi sl. 3), a poznavanjem ekscentričnosti dejstva ove sile moguće je približno odrediti veličinu naprezanja za ma koji presek, koristeći se obrascem za ekscentrični pritisak

$$\delta = \delta_z \left( 1 + 12 \frac{y_{\max}}{h^2} \cdot x \right) \quad (1)$$

gde su:

- $\delta$  — naprezanja u ma kom preseku »x«;
- $\delta_z$  — veličina zateznog naprezanja;
- $h$  — debljina sloja;
- $x$  — koordinata posmatrane tačke;
- $y_{\max}$  — najveća moguća ekscentričnost dejstva horizontalne sile, koja odgovara veličini svoda pritiska, i određena je za slučaj kada su krovinske naslage poduprte podgradom obrascem

$$y_{\max} = \frac{\gamma \cdot l^2}{12 R_z} \quad (2)$$

a za slučaj kada prostorija nije osigurana obrascem

$$y_{\max} = \frac{\gamma \cdot l^2}{8 \cdot R_z} \quad (3)$$

gde je:

- $\gamma$  — zapreminska težina stenskog materijala;
- $l$  — širina podzemne prostorije;
- $R_z$  — veličina zateznog naprezanja stenskog materijala.

Koristeći se navedenim obrascima, kao i određenim konturnim uslovima, moguće je izraziti širinu podzemne prostorije u funkciji od zatezne čvrstoće stenskog materijala ( $R_z$ ); debljine neposredne krovine ( $h$ ) i zapreminske težine stenskog materijala ( $\gamma$ ) po obrascu

$$l = k \sqrt{\frac{R_z \cdot h}{n \cdot \gamma}} \quad (4)$$

gde je:

- $k$  — koeficijent, koji u slučaju da je svod prostorije poduprt podgradom iznosi 1,73, a za slučajeve, kada se za osiguranje stropa prostorije ne primenjuje podgrada isti iznosi 1,41;
- $n$  — koeficijent oštećenja, koji se u zavisnosti od stepena raspucalosti kreće najčešće u granicama od 1—4, tako da je za neraspucanu krovinu  $n = 1$ , a za mnogo raspucanu krovinu  $n = 4$ .

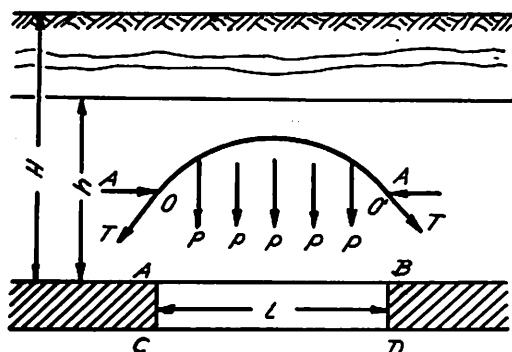
Obrazac (4) definiše takvu širinu podzemne prostorije kod koje će za date uslove doći do pojave pukotina u stropu kao posledica povećanih deformacija izazvanih zateznim naprezanjima. S obzirom da ova širina predstavlja veličinu kod koje se u stropu javljaju pukotine duž kojih može da dođe do izdvajanja manjih ili većih komada stena, ali ne i do rušenja stropa, to ova širina predstavlja kritičnu veličinu. Ukoliko je širina prostorije veća od kritične tada će u stropu doći do pojave takvih naprezanja koja će izazvati rušenje čitavog stropa. Iz toga se može zaključiti da će strop biti stabilan, sa-

mo u slučajevima kada je širina podzemne prostorije manja od kritične širine proračunate po obrascu (4). Da bi se postigla bezopasna širina podzemne prostorije, po našem mišljenju, kritičnu širinu trebalo bi umanjiti za 30%.

Želeći da izloženo ilustrujemo pokušali smo da uzajamne zavisnosti između širine

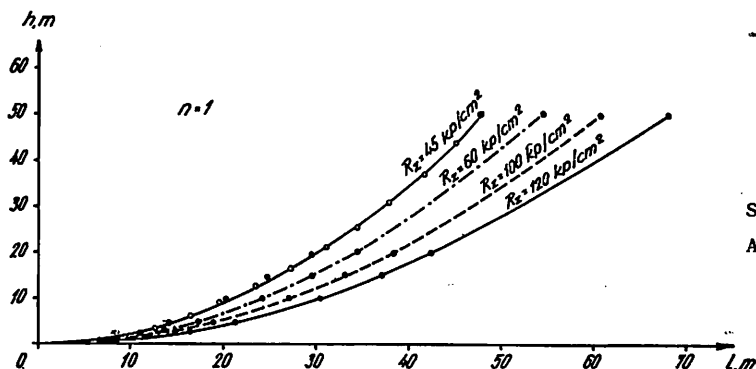
Tablica 1

Vrsta stene	Zatezna čvrstoća $R_z$ , kp/cm <sup>2</sup>	Zapremninska težina, g/cm <sup>3</sup>
Granit	120	2,6
Krečnjak	100	2,7
Peščar	60	2,0
Glineni škrljac	45	2,2



Sl. 3 — Sema prema teoriji Slesareva  
Abb. 3 — Schema zur Theorie Slesarev.

Iz dijagrama na slici 4 se vidi da se, bez obzira na fizičko-mehaničke osobine stenskog materijala, sa povećanjem debljine neposredne krovine (ploče) povećavaju i kritični rasponi (širine) podzemnih prostorija. Ova pojava je uočljivija iz dijagrama prikazanog na slici 5. Na osnovu rezultata, koji su dobiveni ovom analizom, a grafički su prikazani na slikama 4 i 5, moguće je doneti jedan opšti zaključak, a to je da osim fizičko-mehaničkih osobina na veličinu raspona (širinu) podzemne prostorije bitnog uticaja ima i debljina neposredne krovine (debljina ostavljene ploče). Koristeći se ovim podatkom prilikom projektovanja, projektantu se pru-

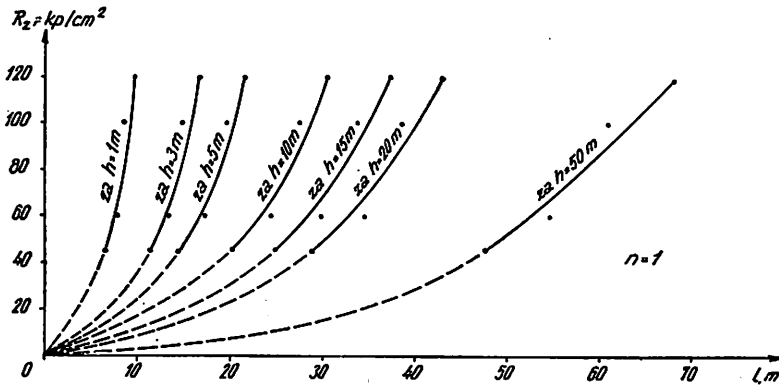


Sl. 4 — Dijagram zavisnosti granicne širine od debljine povlate (h).  
Abb. 4 — Diagram der Abhängigkeit der Grenzweite von der Mächtigkeit des Hangenden (h).

prostorija, čvrstoće stenskog materijala i visine neposredne krovine (zaštitne ploče) prikazemo za nekoliko različitih slučajeva koji se mogu susresti u rudarskoj praksi. Da bi se dobiveni podaci mogli što lakše pratiti i da bi se uzajamna povezanost između navedenih parametara mogla što bolje uočiti, proračunati podaci u vezi kritične širine, za različite stenske materijale i različite uslove, nanoseni su na dijagrame slika 4, 5 i 6. Proračuni su vršeni za slučajeve da se prostorije izgrađuju u različitim stenskim materijalima čije su karakteristike prikazane u tablici 1 za različite debljine neposredne krovine i za slučajeve kada je prostorija neosigurana.

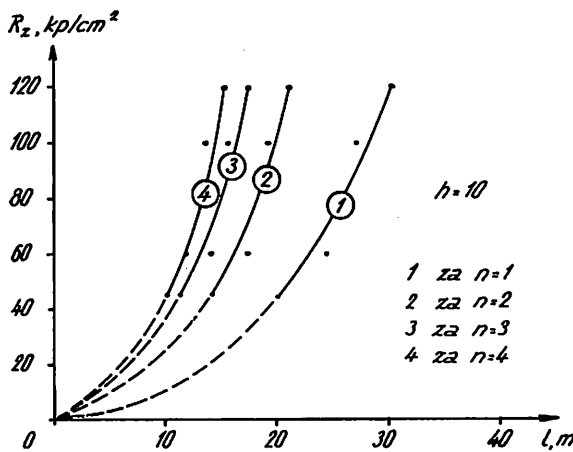
ža mogućnost da i kod slabih stenskih materijala povećava širinu prostorija na račun veličine neposredne krovine.

Računske analize promena širine podzemne prostorije, prikazane na slikama 4 i 5, izvršene su za slučaj da je stenski materijal homogen i bez ikakvih mehaničkih oštećenja, te je i za koeficijent oštećenja stenske mase usvojena vrednost 1. Međutim, kako se u praksi ovakvi slučajevi ne javljaju, jer je stenska masa uvek ispresecana sa najmanje jednim sistemom pukotina, a i oštećena je miniranjem, to koeficijent oštećenja stenske mase (n) mora uvek biti veći od jedinice. Da se vidi od kakvog je uticaja stepen oštećenja stenske mase na kritičnu širinu pod-



Sl. 5 — Dijagram zavisnosti granične širine od debljine povlate (h).

Abb. 5 — Diagramm der Abhängigkeit der Grenzbreite von der Mächtigkeit des Hebergesteine ( $R_z$ ).



Sl. 6 — Dijagram uticaja stepena oštećenosti okolnih stena na graničnu širinu  
Abb. 6 — Diagram des Einflusses des Beschädigungsgrads des Nebengesteins auf die Grenzbreite.

zemnih prostorija na slici 6 nacrtane su krive za slučaj da je debljina neposredne krovine 10 m i za koeficijente oštećenja 1, 2, 3 i 4. Dobiveni rezultati nedvosmisleno ukazuju da se sa stepenom oštećenja kritična širina podzemnih prostorija naglo smanjuje, što se moglo i očekivati.

Na osnovu izvršene analize kritične širine podzemnih prostorija, može se zaključiti da ova zavisí od više činilaca, među kojima se naročito ističu: debljina neposredne krovine, stepen oštećenja stenske mase i fizičko-mehaničke osobine stenskog materijala. Dovoljnim poznavanjem ovih uticajnih činilaca projektant pri određivanju širine prostorija može predloženo metodologijom odrediti takvu širinu koja će zadovoljiti ne samo tehničko-tehnološke, već i sve sigurnosno-zaštitne zahteve.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Kriterium für die Berechnung der Grenzbreite von Grubenräumen

Dr. Ing. P. Jovanović

Im Artikle wurde, neben einem kürzeren Rückblick auf die Bedeutung der Breite der Untertageräume mir Rücksicht auf einen gefahrlosen Betrieb in der Grube, auch eine nähere Erläuterung zur Bestimmung der kritischen Breite gegeben. Auf Grund der durchgeführten Analysen hat der Verfasser festgestellt, dass auf die Breite der Untertageräume einen wesentlichen Einfluss die Mächtigkeit des unmittelbaren Hangenden und physikalisch-

\*) Dr ing. Petar Jovanović, docent Rudarsko-geloškog fakulteta, Beograd.

mechanische Eigenschaften des umgebenden Gesteins haben (s. Abb. 4 und 5). Ausserdem hat der Verfasser festgestellt, dass durch stärkere Beschädigung des Nebengesteins die Breite der Untertageräume stark abfällt (s. Abb. 6), was der Projektant bei Berechnungen vor Augen haben muss. Auf Grund der durchgeführten Analysen hat der Verfasser auch bestimmte Vorschläge, an die sich der Projektant halten muss, gegeben.

#### Literatura

- Jovanović, P., 1969: Osnovi mehanike stena. — Beograd.  
Kobliška, Ant. M. 1963: Opšti rudarski radovi. — Beograd.  
Slesarev, V. D., 1948: Mehanika gornyh porod. — Ugletehizdat.

## Ergonomija u rudarstvu

(sa 1 dijagramom)

Dr Živko Stojiljković — dr Živorad Milosavljević

### Uvod

Vanredno brzi napredak tehnike i uporedni muñjeviti razvoj tehnologije proizvodnog procesa u posleratnim godinama donelo je čöveku današnjice i nove probleme. Sve oblasti ljudskog života, pretrpele su korenite izmene, pa je i odnos čöveka prema radu dobio druge aspekte. Složenost savremene gigantske industrije prevazilazi danas ljudske ograničene snage i radnik više ne može suvereno da utiče na proces proizvodnje.

Sa ciljem da uoči i rešava novonastale probleme industrijskog radnika, kao nužna posledica ove pojave, rađa se nova naučna disciplina — ergonomija, za koju se predlaže, da se — filološki — definiše kao »zakoni rada«. U svojoj suštini ergonomija se bavi izučavanjem problema recipročne adap-

tacije čöveka i rada. U razvoju ergonomije karakteristične su tri etape:

- početni period je isključivo laboratorijski i u njemu psiholozi i fiziolozi rada proučavaju reakcije organizma u toku rada. Ovim je istovremeno već tada otvoren put novoj doktrini koja je postala jedna od osnova ergonomije.
- Drugi istraživački period se odvija u toku drugog svetskog rata — naročito u SAD — gde se počelo sa primenom ranijeg znanja stečenog kroz bazične laboratorijske studije u psihofiziološkim laboratorijama.
- Industrijska ergonomija, odnosno sadašnja treća etapa se karakteriše ten-

dencijom prodora u preduzeća sa zadatkom obnove industrijske strukture.

Imajući u vidu i problem rentabilnosti proizvodnje i potrebu svestrane zaštite radnika na radnom mestu, ergonomija ima zadatak da proučava i iznalazi mogućnosti za smanjenje proporcije između uloženog rada i nivoa visokokvalitetne proizvodnje. Kompleksnost programa koji obuhvata, kao i karakter problema koji tretira, obavezuje ovu mladu naučnu disciplinu da okupi polivalentni sastav stručnjaka čija tri konstituena baze čine fiziolozi, psiholozi i inženjeri, koji nastupaju kao poznavaoци zadatka i istovremeno interвениšu kao tehničari. Osnovni zadatak ovog tima u preduzeću ogleda se u sprovođenju ergonomске intervencije, koja se može da sprovodi na dva načina.

Prvi način se odnosi na prilagođavanje rada čoveku, što se postiže ergonomskom organizacijom rada, kod koje se — na liniji klasične organizacije, ali u potpuno različitom smislu — može očekivati da utiče duboko na industrijsku strukturu.

Drugi način interвенisanja se ogleda u metodičnom prilagođavanju čoveka na rad, pri čemu se misli više na akciju obrazovanja nego na kolektivnu operaciju. Profesionalno obrazovanje, za koje se smatralo da je najmoćnije sredstvo za promenu u industriji, na ovaj način postaje integralni deo ergonomске intervencije.

I na ovom mestu bi trebalo istaći da brza evolucija tehnike u pravcu automatizacije sigurno stavlja problem ljudskog rada po strani, ali ga ne zanemaruje. Samim tim zaokret prema ergonomiji potvrđuje svoju neophodnost, a činjenica da tehnički progres nagoni industriju da revidira svoju organizaciju, olakšava ergonomске intervencije, koje se jasnije ističu u mobilnim strukturama nego u kristalizovanim situacijama.

### Telesno naprezanje u rudarstvu

Postoji tendencija da se diskusija o problemu teškog rada ograniči samo na ona zanimanja kod kojih je utrošak energije radnika za vreme većeg dela radnog dana izrazito visok. Međutim mnogi primeri su potvrdili potrebu da se pojam teškog rada proširi i na sve one slučajeve, gde makar i povremeno i kratkotrajno dolazi do izrazitih

naprezanja i fizičkih opterećenja, pa i onda, kada ukupni utrošak energije ne dostiže izrazito visoke vrednosti.

Kada je reč o rudarstvu može se sa sigurnošću tvrditi da rudari obavljaju težak fizički rad tokom celog svog radnog dana, tokom cele godine odnosno za vreme celog svog radnog veka. Težinu rada u rudnicima — pored visoke energetske potrošnje — karakteriše kompleks uslova: opasnost po život, opasnost od povređivanja, zaprašnost radne sredine, nepovoljna klima i drugo. Poznati su rezultati mnogih ispitivanja o utrošku energije u rudara.

Tablica 1

### Energetska potrošnja u rudarstvu po Durnin-u i Passmor-u

Vrsta aktivnosti	Kcal (min) 65 kg tel. težine	
	Raspon	Prosek
Bušenje uglja ili stene	3,7— 9,5	6,1
Podgrađivanje	4,2—10,1	5,7
Lomljenje uglja	5,4—10,5	6,9
Tovarenje uglja lopatom	5,1— 9,4	7,0
Vožnja dampača	1,1— 2,6	1,8
Rad pijukom i lopatom	8,0— 9,8	8,6

Prosečne vrednosti utroška energije kreću se od gornje granice umerenog rada do kategorije teškog rada, a poneke aktivnosti — po utrošku energije — spadaju u vrlo težak rad.

Svedeno na težinu od 65 kg (prosečan čovek), prosečna energetska potrošnja u rudarstvu iznosi 4—5 Kcal/min, što odgovara vrednosti od 2.000—2.400 Kcal u toku smene. Sa ostalom potrošnjom u toku dana, ukupno dnevni utrošak energije se kreće od 4.000—4.500 Kcal. Na visinu energetske potrošnje utiču — pored teškog rada — i drugi faktori o kojima se i ne vodi uvek dovoljno računa.

### Procenjivanje i klasifikacija fiziološkog opterećenja radom

U principu postoje dva načina pomoću kojih se može da umanjí fiziološko opterećenje radnika teškim radom:

- pravilnim i svrsishodnim odabiranjem radnika, njihovim pravilnim iskorišćenjem i obrazovanjem,
- prilagođavanjem rada radniku.

U oba pomenuta slučaja potrebno je da se izvrši klasifikacija fizičkog naprezanja koje zahteva svaki rad.

Pri tom se naprezanja mogu da podele u dve glavne grupe:

- opšte opterećenje krvotoka izazvano naporom organizma da održi toplotnu ravnotežu i slično;
- lokalno i akutno opterećenje mišića, leđa i zglobova.

Klasifikacija ovih napora i opterećenja može da se sprovede i subjektivnim procenivanjem. Međutim, kako se ne možemo uvek

bilo zbog visokog toplotnog opterećenja. Radi diferenciranja dejstva rada mišića od dejstva toplotnog opterećenja izvođena su razna ispitivanja pri kojima su registrovani paralelno dva ili više parametara. Na tablici 3 su prikazani rezultati švedskih autora dobiveni pri teškom telesnom radu za pojedine radne postupke u rudniku gvožđa.

Pri određivanju stepena lokalnog opterećenja pojedinih mišića, leđa i zglobova, mogu se dobro da primene elektromiografska merenja, metode analize mehanike tela i drugo.

Ovde je vredno naglasiti da iz statistike o bolestima ili izostancima sa rada, koje su

Tablica 2

Funkcija	Telesno opterećenje					
	Vrlo lako	Lako	Srednje	Teško	Vrlo teško	Ekstremno
Potrošnja kiseonika 1/mfn	0,5	0,5—1,0	1,0—1,5	1,5—2,0	2,0—2,5	2,5
Frekvencija pulsa	75	75—100	100—125	125—150	150—175	175
Rektalna temperat. (°C)		37,5	37,5—38	38—38,5	38,5—39	39

da zadovoljimo ovakvom vrstom procene (za koju postoje određene šeme), to kada god je to moguće sprovodimo merenje opšteg fizičkog opterećenja objektivnim metodama kao što su: merenje frekvencije pulsa, određivanje potrošnje kiseonika u toku rada, praćenje promena telesne temperature, izučavanje količine izlučenog znoja i dr.

Kao veoma korisna pokazala se šema za procenu stepena telesnog opterećenja koju preporučuje Christensen.

Upotrebljivost ove šeme će biti jasnija na sledećem primeru: za prosečno mladog radnika između »srednjeg« i »teškog« telesnog opterećenja leži otprilike između onog rada koji u toku cele smene može da bude izveden skoro kontinuirano, i rada koji bezuslovno zahteva prekid, bilo zbog utroška snage,

Tablica 3

	50	100	150	200	250
frekvencija pulsa	50	100	150	200	250
Potrošnja kiseonika 1/min	0	1,0	2,0	3,0	4,0
Vrsta posla					
Ručni pretovar rude					■
Penjanje lestvama					○

napravljene u odnosu na određene simptome (na primer oštećenje leđa i sl.), mogu da doprinesu iznalaženju kritičnih tačaka radnog procesa. Isto tako, kao korisno pomoćno sredstvo može da posluži i kombinovanje rezultata zdravstvenih pregleda i »ergonomskih intervju« radnika. Veoma pouzdani zaključci mogu da se dobiju ispitivanjem starijih radnika i osoba koje pokazuju identične simptome nesposobnosti za rad.

#### Ekonomična potrošnja energije pri radu

Jasno je da je značaj telesne radne sposobnosti daleko veći za radove sa kontinuiranim trajnim opterećenjem, nego za one gde samo povremeno dolazi do kratkih a vrlo visokih naprezanja. Prema tome, opravdano je nastojanje da se kod svih teških telesnih radova sprovedu sve mere kojima se omogućava što ekonomičnije iskorišćavanje ljudske snage. Najuspešniji put za ostvarenje ovakvog zadatka još uvek se sastoji u vrlo brižljivom planiranju potpunog radnog procesa. Bez obzira na to koliko je ova činjenica opravdana, u praksi se retko srećemo sa pozitivnim sveobuhvatnim

stavom prema konkretnim pitanjima. Kao najčešći primer može da nam posluži upotreba nepotrebno teškog alata i pribora, čije nošenje do radnog mesta i manipulisanje sa njime, već samo po sebi, zahteva visoku energetska potrošnju. Neposredni zadatak ergonomista u ovom slučaju se sastoji u ispitivanju mehanički korisnog efekta rada sa teškim i lakim alatom, — što se izvodi istovremenim ustanovljavanjem potrošnje kiseonika u toku rada i merenjem radnog učinka jednog te istog radnika. Često je korisno da se sprovedu takva pojedinačna ispitivanja pri raznim radnim brzinama, kada se odnos između fizičkog opterećenja i radnog učinka može da izrazi dijagramom.

Stepen radnog intenziteta takođe utiče na mehanički korisni efekat rada. Mnogobrojna laboratorijska ispitivanja, vršena sa ciljem određivanja optimalnog radnog intenziteta, pokazala su da se najviši mehanički korisni efekat ostvaruje kroz relativno visoki radni intenzitet. Ovo se objašnjava boljim iskorišćavanjem utroška energije pri pokretanju celokupne mase tela, nego pri niskom radnom intenzitetu. Međutim, ako je intenzitet rada toliko veliki da dovodi do pomanjkanja kiseonika u telu, tada je korisni mehanički efekat rada izrazito mali. Do »anaerobnog« rada dolazi uvek onda kada je opskrba mišića kiseonikom nedovoljna zbog preteranog angažovanja čovečije snage. Prema tome, sve one radove koji iscrpljuju mišiće treba — kao »anaerobne« izbegavati gde god je to moguće.

Potreba za poznavanjem uslova pod kojima se postiže optimalni radni intenzitet naročito je izražena u svim onim slučajevima, gde je brzina rada uslovljena tempom koji diktira mašina. Kada je sam radnik u stanju da uskladi intenzitet svoga rada sa diktiranim tempom, možemo biti sigurni da su radni pokreti — sa fiziološkog i mehaničkog stanovišta — unutar optimalnog područja.

Na osnovu studijskih ispitivanja izrađene su korisne tablice u kojima je unapred izračunato vreme potrebno za razne radne postupke i radne procese. Metode korišćene za izradu ovih tablica temelje se na merenju vremena potrebnog za određene standardne zahvate i poslove grupe radnika. Pošto je

brzina radnih pokreta određena biološkim faktorima, iz ovih merenja vremena mogu da se izvuku mnogi opšti zaključci.

### Smanjenje lokalnog naprezanja mišića

Radna sposobnost može biti znatno smanjena i u onim slučajevima gde je težak telesni rad rezultat lokalnog naprezanja mišića, zglobova i leđa. Tako je statički rad veoma čest uzrok ove vrste zamora mišića, jer njihova izotonična kontrakcija dovodi do kompresije krvnih sudova a time i do smanjenja opskrbe krvlju celokupnog mišićnog tkiva. Veoma često konstrukcija mašina upućuje radnika da izvesne postupke mora da obavlja samo angažovanjem samo grupe slabih mišića. Napr. visoko postavljena poluga može da se pokrene samo pomoću mišića ruke, što zahteva daleko veći napor nego kada bi poluga bila postavljena niže, tj. ispod visine ramena. U ovom drugom slučaju bi se izbeglo suviše naprezanje, jer bi u radu pri pokretanju ovako postavljene poluge bile angažovane grupe većih mišića — mišića leđa i nogu. Iz ovoga proističe da se već pri konstrukciji mašina mora da vodi računa o omogućavanju povoljne raspodele rada na veći broj mišića.

U nizu mera kojima se pokušava da izbegne ili umanji lokalno naprezanje tela, korisno je sprovoditi izmene položaja tela, tj. promene između mirovanja i pokretanja (savijanja, hodanja), kao i promene između pojedinih radnih procesa.

### Dizanje i nošenje tereta

Problemi u vezi sa ekonomisanjem radnikove snage pri radovima koji se sastoje u dizanju i nošenju tereta snagom mišića, pojavljuju se svuda gde je teško da se izvede mehanizacija radnog procesa. Ozbiljnost problema je naročito izražena kada su u pitanju stariji radnici sa smanjenom opštom radnom sposobnosti, sa »slabije vrednim« srcem i degenerativnim procesima na kičmenom stubu. Umanjenje fizičkog naprezanja u ovim slučajevima se postavlja kao dominantni zadatak ergonomije. I ovde valja problem rešavati od momenta konstruisanja

mašine, pri čemu se često pribegava ručnom podizanju, i prinošenja tereta mašini jer je ovakav način postupka brži. U slučajevima gde iz objektivnih razloga nije moguće da se izbegne i nošenje tereta snagom sopstvenih mišića radnika, moralo bi da se ima u vidu sledeće: težina tereta treba da bude u određenim optimalnim granicama: ove granice je teško striktno odrediti, jer su — pored težine tereta — značajni i drugi faktori: oblik tereta, mogućnost njegovog prihvatanja i nošenja, vrsta ručki i sl.

U praksi su se pokazale veoma korisne preporuke britanskih autora, koji su određivali orijentaciono merilo za maksimalne terete pri podizanju teških predmeta i ručnom nošenju tereta.

#### Odrasli

Muškarci	54 kg 45 kg	povremeno trajno
Žene	27 kg 20 kg	povremeno trajno

#### Omladina

Muška	27 kg 20 kg	povremeno trajno
Ženska	25 kg 18 kg	povremeno trajno

Primena prikladnih alata može znatno da olakša ovu vrstu teškog rada, o čemu svedoče mnogobrojni primeri. Nasuprot ovome, potrošnja energije će biti znatno povećana zbog dodatnog statičkog opterećenja — bilo zato što je spoljašnji oblik tereta nepovoljan, ili zbog toga što se nosi teret koji je loše izbalansiran. Pri podizanju ili nošenju teških predmeta valja naročito voditi računa o mehaničkim odnosima tela i tereta. Ako se u pognutom položaju, pri kome su leđa vodoravno postavljena, podiže teret od 50 — 60 kg, opterećenje leđnih pršljenova dostiže 800 kg. Suvišno je isticati kakve sve poremećaje, uključiv prelome pršljenova, mogu da prouzrokuju ovakvi radni postupci. Daleko povoljniji mehanički odnosi postižu se ako se leđa mogu da zadrže u uspravnom položaju i da se pri tom teret nosi što je moguće bliže telu. Svako pružanje prema napred ili sagibanje pri podizanju tereta veoma je nepovoljno, čak i onda kada težina predme-

ta koji se diže nije izrazito velika. I suviše nizak položaj tereta opterećuje naročito leđa, a previsok položaj opterećuje ruke.

Pri podizanju tereta leđa se štite uvlačenjem kičme i aktivnim radom nogu. Duboko sagibanje u kolenima je nepogodno zbog velikog opterećenja zglobova kolena, koga prouzrokuje nepovoljni ugao pregiba, kao i zbog dodatnog velikog napora za uspravljanje sopstvenog tela. Ako se podizanje treba da ponavlja, teret ne bi smeo da se nalazi prenisko (ne niže od 70—80 cm), a ruke moraju da budu »produžene« odgovarajućim hvataljkama. Pri obavljanju ovih poslova određeni značaj pripada i obući — ona mora da bude prikladna i od takvog materijala kojim će radnik da bude obezbeđen od eventualnog klizanja po podlozi.

#### Energetsko opterećenje u uslovima povišene temperature radne okoline

Fiziološko opterećenje koje nastaje pri obavljanju teškog telesnog rada u uslovima povišene temperature radne okoline predstavlja poseban problem. Upravo se u rudarstvu srećemo sa velikim brojem radnih mesta čiju težinu karakteriše visoka temperatura sredine i visoki stepen vlažnosti vazduha. Ovi uslovi deluju kao izvanredno veliko fiziološko opterećenje organizma, pa samim tim ograničavaju radnu sposobnost radnika i umanjuju produktivnost rada.

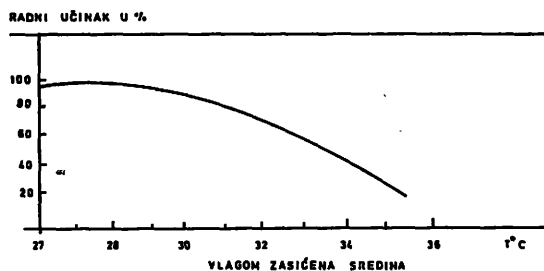
Procena fiziološkog opterećenja i toplotnog stresa organizma bazira se na sledećim parametrima: na telesnoj temperaturi (temperatura kože i rektuma), frekvenciji pulsa, količini izlučenog znoja, odnosno na gubitku telesne težine i dr. Na osnovu ovih pokazatelja se određuje i vreme tolerancije u ovako nepovoljnim uslovima. Na radnu sposobnost radnika u pomenutim uslovima ima svakako vrlo značajni uticaj i stanje korišćene odeće. Tako kod temperature od 30 do 50 °C odeća predstavlja dodatno opterećenje a kod viših i radijacionih temperatura odeća povoljno deluje kao zaštitna barijera. Lica čija starost prelazi 40 do 45 godina lakše podležu oštećenjima do kojih dolazi zbog



napora termoregulacionog mehanizma. Na radnu sposobnost u toploj sredini utiču takođe i drugi faktori, kao što su: opšta fizička slabost, stanje uhranjenosti i kondicije, aklimatizacija, kao i neprirodni položaj kojim se menja efektna površina tela.

Vreme tolerancije predstavlja vreme za koje radnik — bez opasnosti za pojavu oštećenja — može efikasno da obavlja određen rad u nepovoljnoj klimatskoj sredini. Na osnovu praćenja fizioloških reakcija za vreme rada rudara u toplim uslovima, Bruner (1959) je zaključio da kod efektivne temperature iznad 28°C dužina smene ne treba da prekorači 6 časova. Pri osmočasovnoj smeni rad se mora da obavlja sa nižim intenzitetom i opterećenjem, odnosno uz manju energetska potrošnju, uz uvođenje dodatnih pauza koje se provode u rashlađenoj sredini.

Ispitivanja Wyndham-a i ostalih (1959) u različitim temperaturama sredine pokazala su pad radnog učinka (punjenje rudarskih



Sl. 1 — Zavisnost radnog učinka od temperature sredine pri punjenju rudarskih kolica u južnoafričkih rudara (po Wyndham-u)

kolica rudom u vlažnoj zasićenoj sredini), zavisno od visine temperature spoljnog vazduha. Pri višim temperaturama od 32,2°C porast učinka je bilo moguće ostvariti intenziviranjem strujanja vazduha. Na grafikonu je prikazana zavisnost radnog učinka od temperature sredine pri punjenju rudarskih kolica u južnoafričkih rudara (po Wyndham-u).

Do oštećenja toplotom može da dođe i pri radu u spoljnoj sredini — na površinskim kopovima — ako je telesno naprezanje praćeno visokim energetska gubicima, a vreme sparno i toplo.

Povećanje produktivnosti rada u nepovoljnim — toplim klimatskim uslovima radne okoline, može da se postigne sprovođenjem niza preventivnih mera koje su zasnovane na prethodnoj analizi intenziteta rada i proceni uslova radne sredine. Ove mere se ogledaju u izmeni klimatske situacije, u regulisanju režima rada i odmora, obezbeđenju rashladnih i slanih napitaka uz pridržavanje propisanog načina njihovog korišćenja, u aklimatizaciji i u zdravstvenom nadzoru eksponiranih lica.

Da bi se izbegla oštećenja rada radnika izloženih dejstvu tople klime moraju se često da primene i mere selekcije pri čemu se ne dozvoljava pristup na ova radna mesta licima starijim od 45 godina, kao i licima sa slabijom fizičkom kondicijom, gojaznim osobama, kao ni hroničnim bolesnicima sa obolelim srcem i krvnim sudovima, rekonvalescentima i dr.

### Zaključak

Rešavajući bitna pitanja u delatnostima sa najtežim problemima, na putu svoga razvoja ergonomija svakim danom nalazi sve više svoju potvrdu. Tako je ova mlada naučna disciplina našla svoje mesto i u rudarstvu.

Na temelju studijskih analiza odnosa čovek — rad i čovek — mašina (alat) iznađene su mogućnosti za ostvarenje optimalnih uslova za radove u rudarstvu. U tom smislu predlažu se mere za ekonomičnije korišćenje ljudske snage pri obavljanju teškog telesnog rada, kao i za podizanje produktivnosti u uslovima kombinovanog dejstva teškog rada i visoke temperature sredine.

## SUMMARY

### Ergonomics in Mining

Dr. Ž. Stojiljković — Dr. Ž. Milosavljević\*)

As a needfull appearance of our epoch characterized by human crisis in the machine era, ergonomics — a new scientific discipline was born. Its essential task is to study the problems of reciprocal adjustment of men towards work. Having in view the particular category which includes mining, and because of extremely hard working conditions, ergonomics in mining has a particular significance.

In the very broad program of ergonomics application, the problems with an outstanding significance are those connected with high energy expenditure requirements owing to physiological loads caused by simultaneous influence of high body stresses and hot environmental climate.

### Literatura

- Aberg, U., Elgstrand, K., Magnus, P., 1968: Analysis of Components and Prediction of Energy Expenditure in Manuel Task — National Institute of Occupational Health, Riport I., Stockholm.
- Balke, B., 1954: Optimale körperliche Leistungsfähigkeiten, ihre Messung und Veränderung infolge — Arbeitsphysiologie, Bd. 15.
- Grandjean, E., 1967: Physiologische Arbeitsgestaltung — Taylor and Francis Ltd., London.
- Hettinger, T. G., 1965: Proceedings of the Second International Congress on Ergonomiks (Dortmund 1964.), Taylor and Francis Ltd., London.
- Lundgren, P. V. N., 1960: Menschengerechte Gestaltung der Schwerarbeit, Industrielle Organisation, Heft 10, Stockholm.
- Spitzer, H., 1961: Energieumsatz bei körperlicher Arbeit, REFA Nachrichten—2, Düsseldorf.
- Scherrer, J., 1967: Physiologie du Travail —Ergonomie—Masson etCie, Editeurs, Paris.

---

\*) Dr. Živko Stojiljković, viši naučni saradnik Instituta za tehničku i medicinsku zaštitu — Beograd.

Dr. Živorad Milosavljević, Institut za medicinu rada i radiološku zaštitu »Dr Dragomir Karajović« — Beograd.

# Stanje zaprašenosti u rudnicima olova i cinka u SFRJ

(sa 13 slika)

Dipl. ing. Ivan Ahel — dipl. ing. Vladimir Ivanović

## Uvod

U SFRJ postoji 20 jama olova i cinka sa ukupnom godišnjom proizvodnjom od oko 3.000.000 t rude i prosečnim kapacitetom oko 150.000 t/god. po jami.

Dajemo nekoliko osnovnih prirodnih i tehničkih karakteristika.

Zastupljenost po tipovima ležišta:	broj jama
— ležišta žičnog tipa	8
— ležišta u obliku velikih rudnih tela	6
— ležišta u obliku sočiva	6

Zastupljenost po uglovima pada ležišta:		
— ležišta sa uglom pada	5 — 10°	nema
— ležišta sa uglom pada	10 — 70°	13
— ležišta sa uglom pada	70 — 90°	7

Moćnost ležišta se kreće od nekoliko desetina cm do nekoliko desetina m.

Najčešće su u primeni sledeće otkopne metode:

- horizontalno krovno otkopavanje odozdo nagore sa zapunjavanjem praznog prostora,
- podetažno otkopavanje sa krovnim rušenjem,
- podetažno otkopavanje sa ostavljanjem praznog prostora,

- magacinsko otkopavanje,
- otkopavanje kvadratnim slogovima.

Prateće stene su najčešće: krečnjak, škripljac, dazit, andezit, filit, gnajs, porfirit, kvarcit.

Zastupljenost rudnika prema prosečnom sadržaju SiO<sub>2</sub>:

— rudnika do	5%	SiO <sub>2</sub>	nema
— rudnika sa	5 — 50%	SiO <sub>2</sub>	20
— rudnika sa	50%	SiO <sub>2</sub>	nema

Od ukupno 20 jama 4 imaju veštačko provetravanje.

Prosečna količina vazduha kod prirodnog provetravanja:

— po jednoj jami	400 m <sup>3</sup> /min
— po jednoj toni dnevne proizvodnje	0,8 m <sup>3</sup> /t
— po zaposlenom radniku	2,7 m <sup>3</sup>

Prosečna količina vazduha kod mehaničkog provetravanja:

— po jednoj jami	1.800 m <sup>3</sup> /min
— po jednoj toni dnevne proizvodnje	1,5 m <sup>3</sup> /t
— po zaposlenom radniku	5,6 m <sup>3</sup>

Prosečni parametri zapašenosti pri odvijanju karakterističnih radnih operacija:

	č/cm <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/min
— bušenje	600— 1.800	2— 12	120— 450
— otpucavanje	8.000—30.000	50—150	—
— utovar	1.200— 5.000	10— 60	220—4.500

Osnovni elementi tehnološkog procesa u jamama pri kojima dolazi do izdvajanja prašine su: bušenje, miniranje, utovar rude na radilištima, utovar i istovar rude u vagone iz rudnih sipki, istovar rude iz vagona u bunkere, zasipavanje i sekundarno izdvajanje nataložene prašine sa zidova i podova rudarskih prostorija.

Iz ranije datih podataka može se videti da je, pri odvijanju karakterističnih radnih operacija, prosečna zapašenost izrazito velika, jer su koncentracije lebdeće prašine na radnim mestima veće od maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK), koje su određene važećim propisima u SFRJ. Za uslove u rudnicima olova i cinka MDK iznose 700 č/cm<sup>3</sup> i 2,0 mg/m<sup>3</sup>. Razumljivo da je konstatovano stanje ocenjeno kao veoma nezadovoljavajuće i da se ističe neophodnost primene efikasne kompleksne zaštite.

U rudnicima olova i cinka u SFRJ primenjuju se neki elementi kompleksne tehničke zaštite od prašine. Međutim, opšta je ocena da u sadašnjim uslovima primena pojedinačne zaštite (bušenje vodom, delimično orošavanje, nepotpuno rešena ventilacija) preovlađuje nad kompleksnom zaštitom od prašine. Posledica ovakve situacije je nezadovoljavajuće stanje zapašenosti.

#### **Rezultati delimične primene kompleksnih tehničkih mera u borbi sa prašinom u rudniku »Stari trg«**

»Trepča« je najveći rudnik olova i cinka u SFRJ. U isto vreme spada u kategoriju rudnika u kojima su radnici izrazito ugroženi delovanjem agresivne mineralne prašine, što pokazuje znatan broj evidentiranih oboljenja od silikoze. Sadržaj slobodnog SiO<sub>2</sub> u lebdećoj prašini u proseku iznosi 20<sup>0</sup>/. Uvedena mehanizacija uticala je na poveća-

nje jediničnih intenziteta izdvajanja prašine, dok je veća produkcija uslovlila povećanje izdvajanja prašine u jedinici vremena kako na radilištima tako i jami u celini.

Situacija postaje još ozbiljnija u odnosu na već navedene elemente, kada se uzme u obzir velika dubina jame od 700 m. U takvim uslovima može se govoriti o kompleksu štetnosti koje u radnoj sredini deluje na čovečki organizam. Pored štetne prašine prisutne su: temperatura iznad 23<sup>0</sup> i velika relativna vlažnost vazduha, preko 90<sup>0</sup>/%.

Dosad primenjena zaštita od prašine u ovim uslovima nije bila dovoljno efikasna. Ona nije obuhvatila sve izvore prašine, nije imala potreban kompleksan karakter, a ugrađena oprema nije radila u svojim optimalnim radnim uslovima. Ventilacioni sistem jame sa kapacitetom od 3.000 m<sup>3</sup>/min vazduha daje svega 30—40<sup>0</sup>/% od količine vazduha potrebne za otprašivanje.

Sagledavajući važnost problema zapašenosti u ovoj jami, posledice koje su evidentne i one koje se mogu sagledati u perspektivi, zajedničkom inicijativom Rudarskog instituta iz Beograda i Instituta za olovo i cink »Trepča« pokrenuto je rešavanje ovog problema.

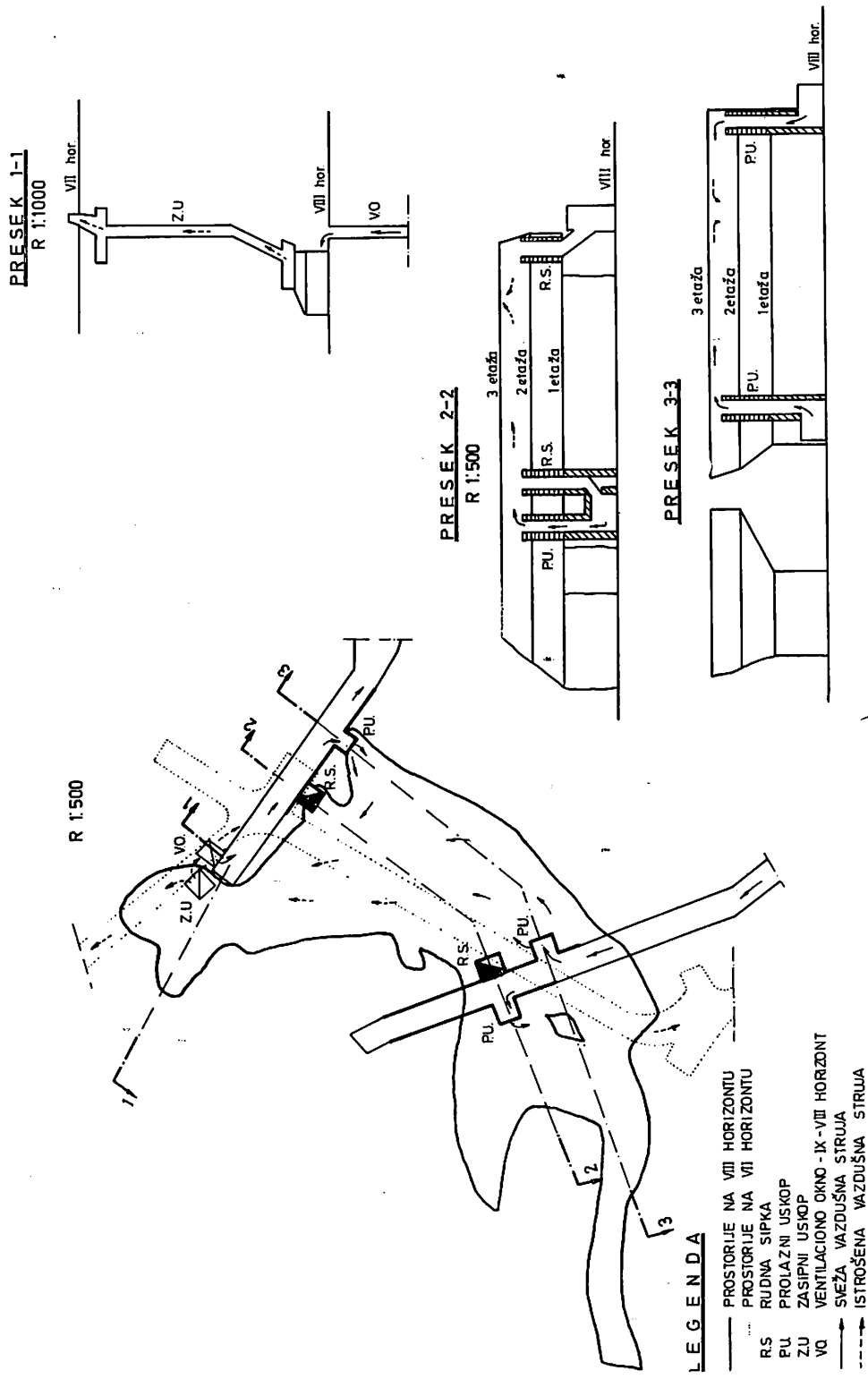
Izvršeni eksperimentalni radovi imali su za cilj praktičnu proveru efekata koje daje primenjena oprema za otprašivanje i mogućnost održavanja postignutih rezultata u dužem periodu vremena pri normalnom odvijanju svih faza tehnološkog procesa.

Eksperimentalnim radovima obuhvaćeni su jedno karakteristično otkopno radilište i dva pretovarna mesta u glavnom jamskom transportu.

Izabrani otkop je, u ventilacionom smislu, tretiran kao otkopni blok između dva horizonta, sa provetravanjem u seriji u opšte jamskom sistemu provetravanja.

Crtež otkopnog bloka u horizontalnoj projekciji sa karakterističnim vertikalnim presecima dat je na sl. 1, a njegova ventilaciona situacija šematski je prikazana u kanonskom obliku na sl. 2.

Otkop spada u kategoriju komornih radilišta sa površinom 750 m<sup>2</sup> i zapreminom 2.200 m<sup>3</sup>. Primljena otkopna metoda je horizontalno krovno otkopavanje odozdo nagore sa zapunjavanjem praznog prostora. Na otkopu jednovremeno rade dva radilišta. Na



Sl. 1 — Otkopno radišće na kome su vršeni eksperimenti sa uređajima za otprašivanje.  
Fig. 1 — Stope in which experiments with dedusting devices was performed.

jednom se vrši bušenje minskih rupa čekićima RK—21, a na drugom utovar rude utovaračem T<sub>2</sub>GH.

U otkopnom bloku postoje sledeći izvori prašine:

- bušenje minskih rupa
- miniranje
- utovar rude utovaračem T<sub>2</sub>GH
- utovar rude u vagona iz otkopnih rudnih sipki
- sekundarno izdvajanje nataložene prašine sa zidova i podova prostorija i oborenog materijala.

U jednovremenom radu nalaze se sledeći izvori:

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| — bušenje minskih rupa          | 1 |
| — utovar rude utovaračem        | 1 |
| — utovar rude u vagona iz R. S. | 1 |

Ukupno: 3 izvora.

#### Proizvodnja rude na otkopu 80 t/smena

U okviru izvršenih eksperimentalnih radova elementima otprašivanja su obuhvaćeni svi navedeni izvori prašine u otkopnom bloku.

Primenjene metode su sledeće:

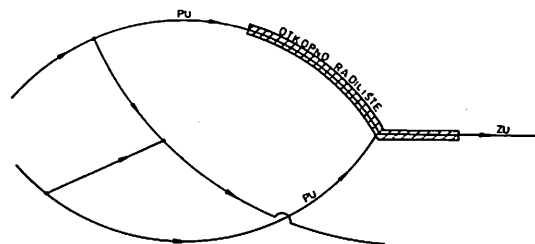
- obaranje (filtriranje) prašine u ulaznoj vazdušnoj struji
- sprečavanje izdvajanja prašine na izvorima nastajanja
- razređivanje i odnošenje prašine vazdušnom strujom
- sprečavanje sekundarnog izdvajanja nataložene prašine.

U ovom članku daje se kratak pregled uređaja za otprašivanje isprobanih prilikom izvođenja eksperimentalnih radova u jami. Svi uređaji su konstruisani u eksperimentalnoj laboratoriji Rudarskog instituta u Beogradu.

— Uređaj za sprečavanje izdvajanja prašine na mehaničkom utovaraču T<sub>2</sub>GH. Rad uređaja je automatizovan i aktivira se samo

u momentu rada utovarača. Raspršivači vode (dizne) su postavljeni tako da hvataju tri karakteristična položaja utovarača pri kojima dolazi do izdvajanja prašine. Pri tome uvek radi samo jedna dizna (sl. 3).

— Uređaj za sprečavanje izdvajanja prašine na rudnoj otkopnoj sipki. Ventil kojim se ostvaruje automatski rad je blokiran ure-



Sl. 2 — Kanonska šema ventilacije otkopnog bloka.

Fig. 2 — Canonic scheme of mining block ventilation.

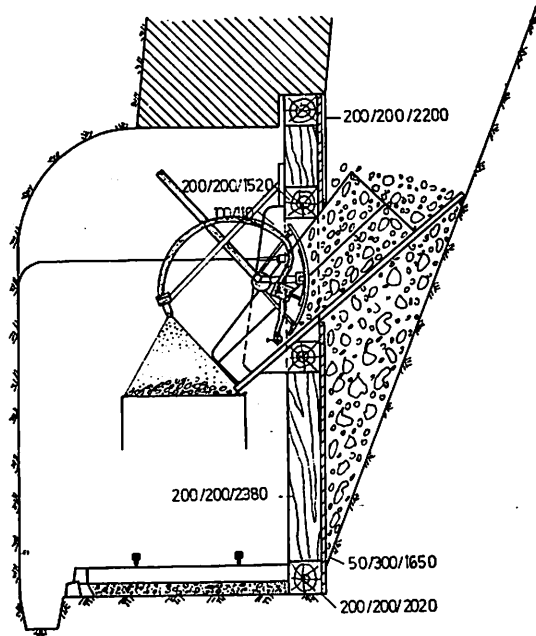
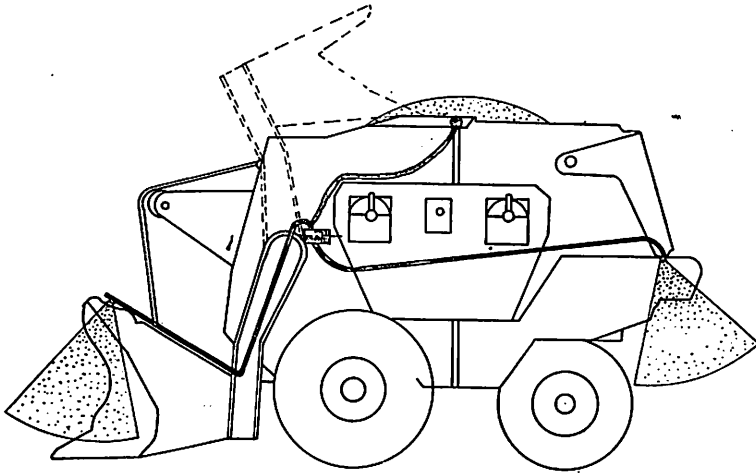
đajem za ispuštanje rude iz sipke tako da se protok vode, odnosno raspršeni vodeni mlaz stvara samo u momentu »točenja« rude iz sipke (sl. 4).

— Uređaj za sprečavanje izdvajanja prašine na centralnoj sipki kod automatskog utovara rude u vagona. Automatski rad dizni za prskanje takođe se postiže blokiranjem sa uređajem za otvaranje sipke. Protok vode postoji samo u vremenu dok je zatvarač sipke u položaju otvoreno, slično kao na sl. 4.

— Uređaj za sprečavanje izdvajanja prašine pri istresanju rude iz vagoneta u bunker skipa. U »Trepči« se koriste vagoni Granby sa istresanjem na stranu. Pomernje bočne ivice vagoneta iskorišćeno je za ostvarivanje automatskog rada dizni postavljenih nad sipkom (sl. 5).

— Uređaj za sprečavanje sekundarnog izdvajanja nataložene prašine. Specijalna dizna (hidro pneumatska) radi sa vodom i komprimiranim vazduhom stvarajući mlaz magle od kapljica vode i komprimiranog vazduha. Upotrebljavana je za vlaženje zidova i poda prostorija i oborenog materijala, a takođe i za obaranje lebdeće prašine izdvojene u radnom prostoru (slično kao na sl. 6).

Sl. 3 — Uređaj za sprečavanje izdvajanja prašine kod mehaničkog utovara.  
 Fig. 3 — Device for the prevention of dust separation during mechanical loading.



Sl. 4 — Uređaj za sprečavanje izdvajanja prašine pri utovaru vagona iz otkopne sipke.

Fig. 4 — Device for the prevention of dust separation during loading of mine cars by the ore chute.

— Vodena zavesa, koja se posle otpucavanja upotrebljava na radilištima čelnog tipa za sprečavanje širenja prašine u protočnu vazдушnu struju, sastoji se od dizne koja koristi vodu i komprimirani vazduh. Za razliku od prethodne dizne ona radijalno izbacuje mlaz dajući stvorenoj magli ravan oblik u vidu zavese (slika 6).

— Vodena zavesa u hodnicima sa proćnom vazдушnom strujom, postavljena u transportnom hodniku, služila je za obaranje prašine u zagađenoj ulaznoj vazdušnoj struji. Radi neprekidno uz povremeno automatsko vremensko isključivanje u momentu prolaska kompozicije (sl. 7).

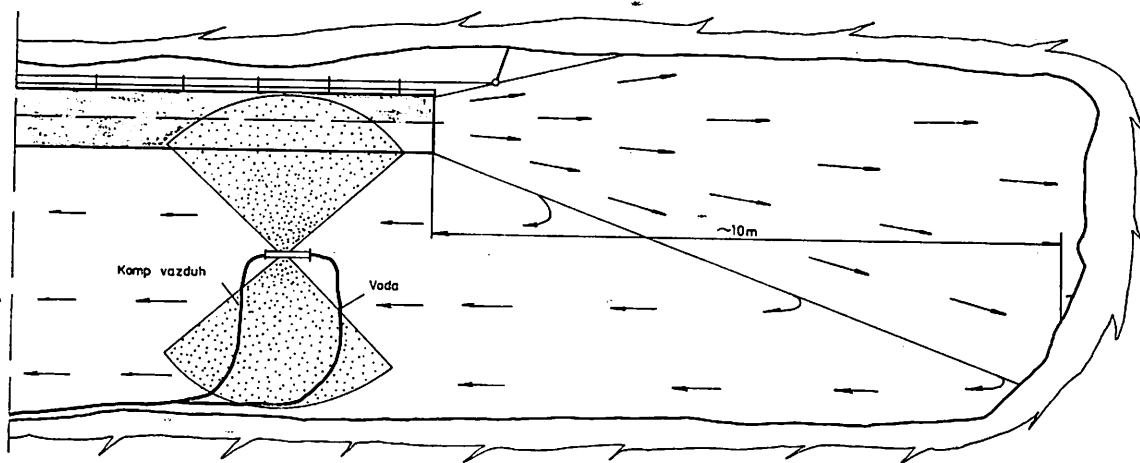
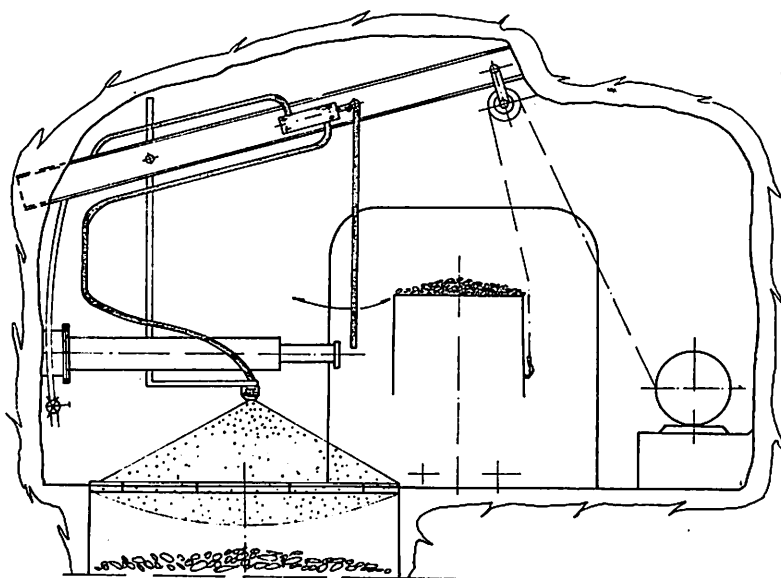
Pored već navedenih uređaja za otprašivanje primenjena je i ventilacija kao mera za razređivanje i odnošenje lebdeće prašine iz radnog prostora. Promenama u ventilacionoj mreži povećan je protok vazduha u otkopnom bloku sa 160 m<sup>3</sup>/min na 520 m<sup>3</sup>/min, a brzina vazduha od neznatne 0,05 m/s na prihvatljivu 0,3 m/s. Na otkopu je postavljen i uređaj za separarno provetranje, a korišćen je kada su radovi izvođeni u slepim delovima otkopa.

U okviru eksperimentalnih radova sproveden je niz merenja parametara zapašenosti u cilju posmatranja postignutih efekata otprašivanja. U grafikonima na sl. 8, 9, 10, 11, 12 i 13 prikazano je nekoliko karakterističnih podataka sa prosečnim rezultatima koncentracija lebdeće prašine u vazduhu za različite radne operacije, bez primenjenog otprašivanja i sa delimično primenjenom kompleksnom zaštitom od prašine. Kao uporedni pokazatelj postignutih efekata data je granica MDK.

U priloženom tabličnom pregledu se, za posmatrane radne operacije, daju prosečne vrednosti zapašenosti iz više merenja sa postignutim efektima izraženim u procentima.

Sl. 5 — Uređaj za sprečavanje izdvajanja prašine pri automatskom istovaru iz vagona.

Fig. 5 — Device for the prevention of dust separation during automatic discharge of mine cars.



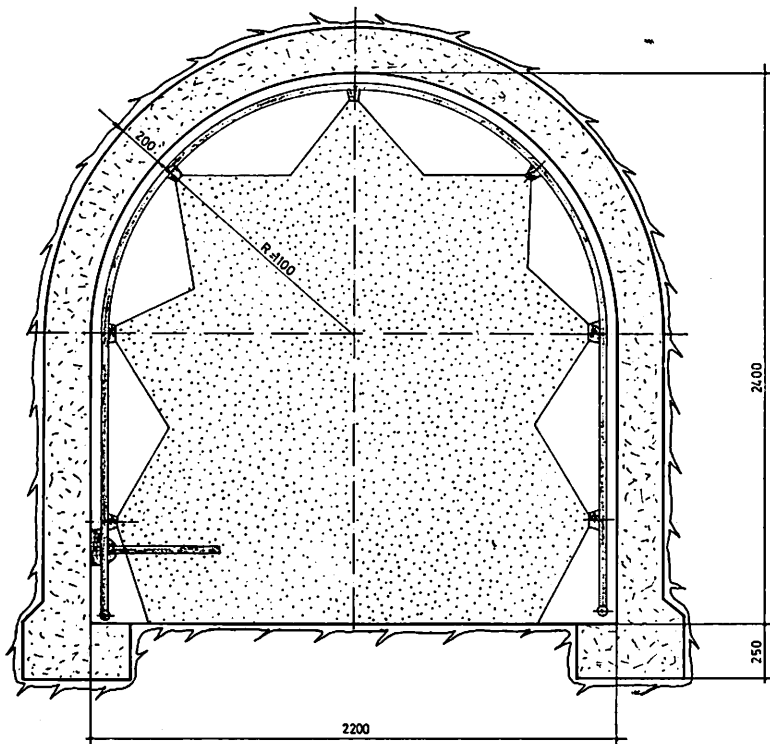
Sl. 6 — Uređaj za sprečavanje rasprostiranja prašine posle otpucavanja na pripremnim radilištima.

Fig. 6 — Device for the prevention of dust spreading after blasting in development workings.

Kod operacije utovara autoloderom, kako se iz grafikona 1 vidi, koncentracije prašine u visini glave radnika kreću se u granicama od 1.500 — 2.500 č/cm<sup>3</sup> bez primene tehničkih mera. Faktor zagađenosti, odnosno prekoračenje dozvoljene koncentracije, iznosi 1,2 — 3,5 puta. Prosečno prekoračenje iznosi 2,5 puta. Ovakvim koncentracijama izlo-

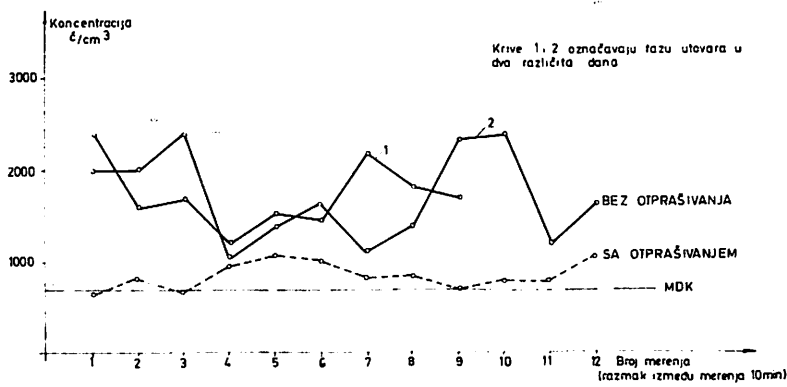
ženi su radnici oko 4—5 časova na dan. Orientaciono se može reći da bi i dozvoljeno radno vreme u ovim uslovima trebalo smanjiti za 2 — 2,5 puta, što znači da efektivno radnik ne bi trebalo da radi više od 2 časa. Ukoliko se dozvoli puno radno vreme treba očekivati da će ukupni radni vek radnika iznositi maksimum 15—20 godina u proseku.





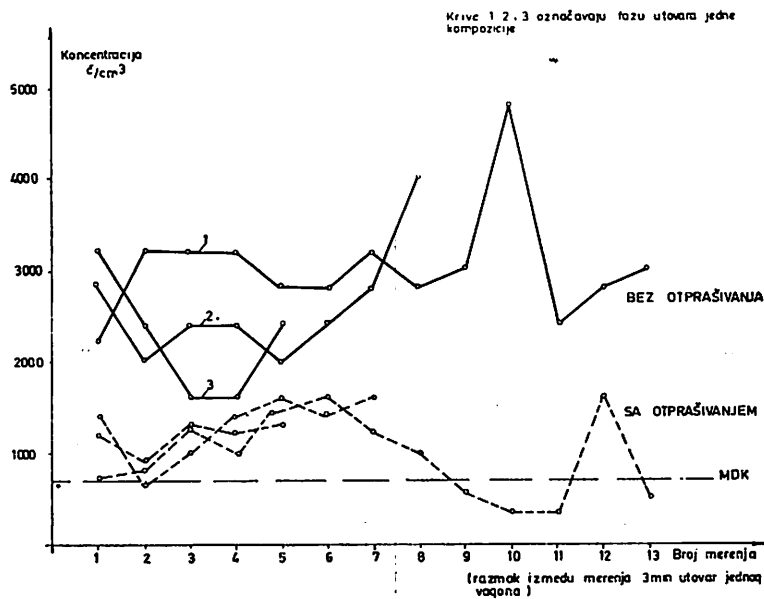
Sl. 7 — Vodena zavesa za obaranje prašine u ulaznoj struji.

Fig. 7 — Water blind for dedusting in the incoming stream.



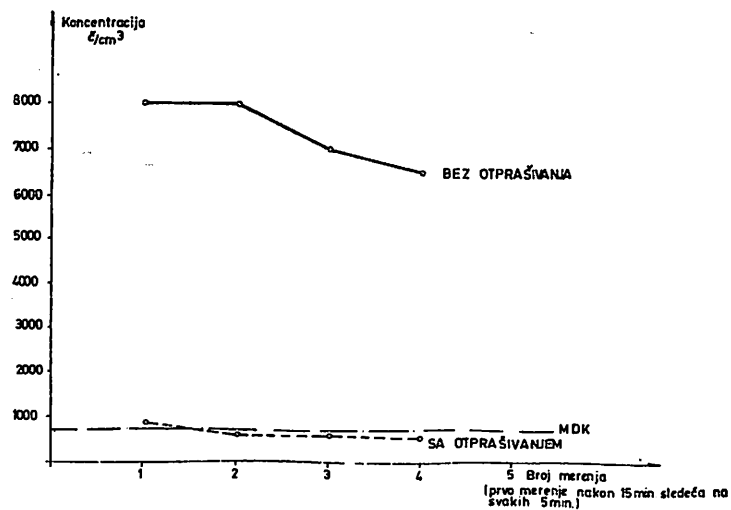
Sl. 8 — Grafički prikaz parametara zaprašenosti i postignutih efekata otprašivanja pri utovaru autoloderom T<sub>2</sub> GH.

Fig. 8 — Graphical display of parameters of dustiness and achieved dedusting effects during loading by autoloader T<sub>2</sub> GH.



Sl. 9 — Grafički prikaz parametara zaprašenosti i postignutih efekata otprašivanja pri utovaru u vagone iz rudne sipke.

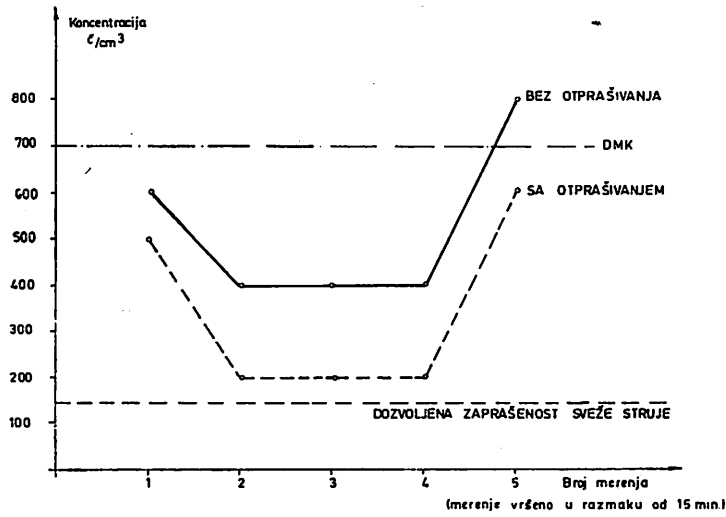
Fig. 9 — Graphical display of parameters of dustiness and achieved effects of dedusting during loading of mine cars from ore chute.



Sl. 10 — Grafički prikaz parametara zaprašenosti i postignutih efekata otprašivanja pri otpucavanju na otkopu 124.

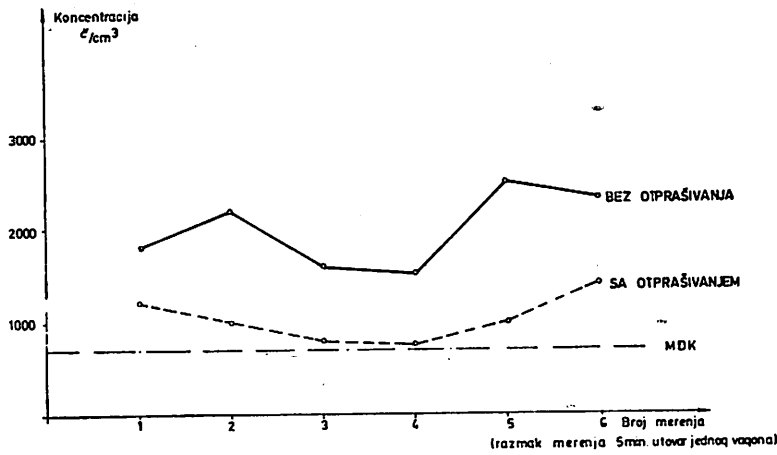
Fig. 10 — Graphical display of parameters of dustiness and achieved effects of dedusting during blasting in stope 124.

promene u stepenu zaqađenja vezane za faze rada prvog radišta u seriji



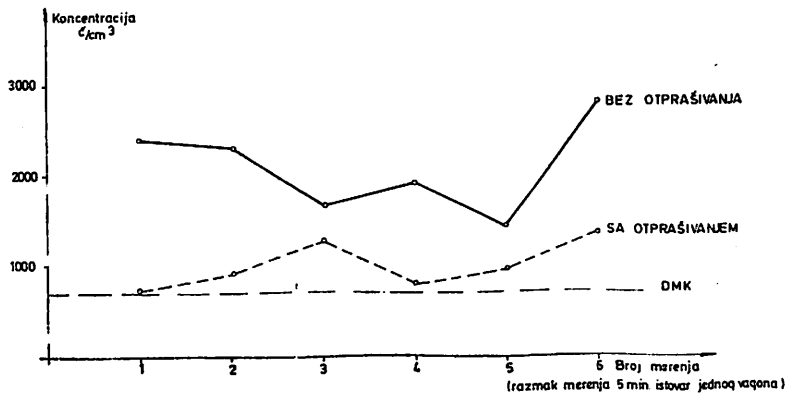
Sl. 11 — Grafički prikaz parametara zaprašnosti i postignutih efekata otprašivanja kod uređaja — vodena zavesa.

Fig. 11 — Graphical display of parameters of dustiness and achieved effects with the water blind device.



Sl. 12 — Grafički prikaz parametara zaprašnosti i postignutih efekata otprašivanja pri utovaru u vagone iz centralne sipke na IX-om horizontu.

Fig. 12 — Graphical display of parameters of dustiness and achieved results of dedusting during mine car loading from the central chute on horizon IX.



Sl. 13 — Grafički prikaz parametara zaprašnosti i postignutih efekata otprašivanja pri istovaru iz vagona u rudni bunker.

Fig. 13 — Graphical display of parameters of dustiness and achieved effects of dedusting during the discharge of mines cars into the ore bunker.

RADNE OPERACIJE	BEZ PRIMENE OTPRAŠIVANJA			PRIMENA TEHNIČKIH MERA ZA SPREČAVANJE IZDVAJANJA PRAŠINE					VENTILACIJA				SUMARNI EFEKAT	
	ž/cm <sup>3</sup>	mq/m <sup>3</sup>	mq/min	ž/cm <sup>3</sup>	mq/m <sup>3</sup>	mq/min	kon. %	qr. %	ž/cm <sup>3</sup>	mq/m <sup>3</sup>	kon. %	qr. %	kon. %	qr. %
BUŠENJE MINSKIH RUPA	1300	6.4	320	-	-	-	-	-	720	2.5	45	61	-	-
OTPUCAVANJE NA RADILIŠTIMA ČELNOG TIPA ( 30 min. POSLE OTPUCAVANJA )	8000	53.3	-	6.800	30.6	-	18	24	410	1.0	94	97	85	98
UTOVAR AUTOLODEROM T <sub>2</sub> GH	1650	13.1	655	1800	6.5	325	34	50	630	3.5	42	46	62	73
UTOVAR RUDE U VAGONE IZ RUĐNE OTKOPNE SIPKE	2510	26.6	1310	1100	12.0	600	56	55	910	4.5	17	62	64	83
AUTOMATSKI UTOVAR U VAGONE IZ CRS	1800	19.8	6400	1020	7.5	600	44	62	-	-	-	-	-	-
ISTOVAR RUDE IZ VAGONA U BUNKER SKIPA	2070	12.5	2500	990	4.6	920	52	62	-	-	-	-	-	-
SEKUNDARNO IZDVAJANJE NATALOŽENE PRAŠINE	520	0.8	128	340	0.3	60	35	62	-	-	-	-	-	-

Primenom odgovarajućih tehničkih mera, kako je to objašnjeno u prethodnom tekstu, koncentracije su svedene u granice zahteva propisa u 50% radnog vremena, dok se u ostalo vreme kreću za 20% iznad dozvoljene vrednosti. Kod operacije utovara vagona iz rudne sipke koncentracije u proseku prelaze četiri puta dozvoljene normative, te je ovaj rad još opasniji.

Primenom odgovarajućih tehničkih mera koncentracije su svedene u granice zahteva tehničkih propisa samo u 30% radnog vremena, dok u ostalom radnom vremenu prelaze i do 2 puta dozvoljene normative. Na ovom radnom mestu kao dopunsku meru, koja eksperimentom nije isprobana, treba ugraditi ventilacioni sistem sa filtrom za vazduh ili pomeriti radnika 10 metara u pravcu sveže struje i obezbediti automatizovano daljinsko puštanje pogona sipke odnosno utovara. Faza otpucavanja mina karakteriše se izrazitom zaprašenošću 40—60 minuta; posle otpucavanja prašina sadrži 5.000—7.000 č/cm<sup>3</sup>, što je 7—10 puta veće od dozvoljenog. Nakon dva časa koncentracije dolaze na nivo 2.000—3.000 i u ovim granicama variraju zavisno od primenjene radne operacije. Ovo je izrazito opasna faza rada koja zahteva obustavu rada posle otpucavanja od minimum dva časa.

Primenom odgovarajućih tehničkih mera koncentracija prašine svedena je u granice dozvoljenog nakon 20 minuta posle otpucavanja što je apsolutno zadovoljavajuće.

Sveža vazдушna struja pokazivala je zaprašenost u granicama JUS-a (DMK) i kretala se na nivou 400—700 č/cm<sup>3</sup>; ipak, ova vrednost nije zadovoljavajuća u odnosu na normative koji se preporučuju za kvalitet ulazne vazdušne struje. Po svetskim normativima (5 puta manje od standarda, kako bi bilo u stanju da primi određeno zagađenje u fazi rada) primenom odgovarajućih tehničkih mera zaprašenost je smanjena dva puta što ne zadovoljava u potpunosti. Upotreba vodenih zavesa moguća je kao filter za relativno nezagađenu vazдушnu struju, dok se kod većeg stepena zagađenja moraju upotrebiti mehanički filtri.

Pri utovaru vagona (tip Grambey) iz centralne rudne sipke postignuti efekti ne za-

dovoljavaju u potpunosti zahteve standarda, te je neophodno ugraditi mehaničke filtre.

Slična je situacija i u fazi istovara vagona u rudnik bunker.

Kako nisu u potpunosti postignuti zadovoljavajući rezultati u odnosu na JUS standard usled korišćenja samo određenog tipa opreme, njihova vrednost je ohrabrujuća.

Izvršenim eksperimentalnim radovima postignuti su zadovoljavajući efekti u svim elementima kompleksnog otprašivanja mokrim postupkom. Koncentracija lebdeće prašine u radnom prostoru smanjena je u proseku za 70%. Kod nekih radnih operacija koncentracije su spuštene ispod maksimalno dozvoljenih vrednosti (MDK), dok je kod drugih svedena u granice MDK. Značajno je napomenuti da je primenjenim merama znatno smanjen intenzitet izdvajanja prašine, pa prema tome i njeno prisustvo u vazdušnoj struji, koja protiče kroz jamu. Primena drugih dopunskih elemenata (suva filtracija) dala bi svakako neophodne rezultate.

Na osnovu stečenog iskustva može se zaključiti da je na izabranim punktovima u jami, za sve vreme vršenja eksperimentalnih radova koji su trajali tri meseca pri intenzivnoj eksploataciji, bilo moguće da uređaji za otprašivanje rade u svojim optimalnim radnim uslovima sa održavanjem odgovarajućih efekata. Svakako da bi u celoj jami, koja ima nekoliko aktivnih horizonata i veći broj radilišta, to bilo teže ostvarljivo bez specijalne službe koja bi kontrolisala i održavala sve uređaje za ove svrhe.

Izvršenim eksperimentalnim radovima trebalo je, takođe, ispitati u kojoj meri se može automatizovati rad opreme za otprašivanje u postojećem tehnološkom procesu, a da elementi automatike u takvim uslovima budu dovoljno jednostavni i svrsishodni. Dobijeni rezultati su sasvim zadovoljavajući. Aktiviranje raspršivača vode (dizni) ostvaruje se neposredno u momentu izdvajanja prašine, čime se postiže minimalna potrošnja vode, sprečava preterano kvašenje rude i povećava relativna vlažnost vazduha, što je od bitnog značaja za eksploatacione uslove u ovoj jami. Na ovaj način se može, skoro u potpunosti, isključiti udeo čoveka u radu uređaja za otprašivanje.

## **Zaključak**

Izvršeni eksperimenti u rudniku »Trepča« pružaju uverenje da se problem zprašenosti može rešiti u ovom, a u ostalim rudnicima olova i cinka u SFRJ. I pored zado-

voljavajućih rezultata potrebno je dalje raditi na poboljšanju tehnike otprašivanja uz korišćenje kvalitetnije opreme, kao i na sprovođenju kompleksnih mera u borbi sa prašinom, koje nije mogao da obuhvati prostor ovog članka.

## **SUMMARY**

### **State of Dustiness in Lead and Zinc Mines in SFRY**

I. A h e l, min. eng. — V. I v a n o v i ć, min. eng.\*)

In the article, a brief outline of achieved results of the application of complex measures in the fight with dust in the mining block of the »Trepča« Mine pit »Stari Trg« is given.

---

\*) Dipl. ing. Ivan Ahel, viši stručni saradnik, dipl. ing. Vladimir Ivanović, vanredni viši stručni saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

## Kongresi i savetovanja

### Savetovanje o zaštiti na radu u rudarstvu SR Srbije

Republički odbor sindikata radnika industrije i rudarstva i Republička rudarska inspekcija SR Srbije, zajednički su organizovali Savetovanje »O stanju i nekim problemima zaštite na radu u rudarstvu SR Srbije«. Savetovanje je održano 22. VII 1970. godine u Beogradu i na njemu je učestvovalo oko 90 predstavnika iz skoro svih rudarskih organizacija Republike.

Cilj Savetovanja je bio da se kroz svestranje sagledavanje stanja i problema sigurnosti rada i zaštite na radu u rudnicima i izmenom njihovih iskustava i svih zainteresovanih organa i faktora pokrenu nove inicijative i napori za rešavanje problema iz ove oblasti.

Izveštaj o stanju i nekim problemima zaštite na radu u rudarstvu SR Srbije u stvari je godišnji izveštaj o radu Republičke rudarske inspekcije i delimično Inspekcije rada Srbije za 1969. godinu.

Na Savetovanju je podneto 9 referata i to:

- Metode za realizaciju zaštite na radu u rudarstvu i dosadašnja iskustva kod nas i u svetu (dipl. ing. Milivoj Komnenov);
- O nekim problemima zaštite na radu RTB — Bor (Snajder Branislav, ing. zaštite na radu);
- Organizacija službe zaštite na radu u velikim rudarskim organizacijama i izveštaj o problemima zaštite na površinskim otkopima u REIK »Kolubara« (dipl. ing. Đorđe Kulić);
- Dopuna Tehničkih propisa u oblasti eksploatacije nafte i gasa (dipl. ing. Radmišo Marojević);
- Informacija o stanju zaštite u Rudniku magnezita »Šumadija« — Čačak (dipl. ing. B. Glišić);
- O nekim problemima zaštite na radu u Rudarsko-metalurško-hemijskom kombinatu olova i cinka »Trepča« (dipl. ing. Danilo Jakovljević);
- Informacija o stanju zaštite u »Rembas«-u (dipl. ing. Dušan Petrović);
- Savremene tehničke mogućnosti suzbijanja škodljivog uticaja prašine na zdravstveno stanje radnika u rudarstvu i metalurgiji (dipl. ing. Ivan Ahel);
- O potrebi stvaranja metodologije za periodična ispitivanja oruđa i uređaja za rad (dipl. ing. Nedžad Mihaldžić).

Na Savetovanju su donete određene ocene i konstatacije sadašnjeg stanja, postavljeni neki zahtevi za izmenu i dopunu propisa, za iznalaženje potrebnih sredstava, istaknuti su problemi koji su u ovom trenutku najaktuelniji i dati konkretni predlozi za njihovo rešavanje.

Visoki stepen ugroženosti i veoma složena problematika zaštite na radu u rudnicima zahteva, i pored postignutih rezultata, stalne i nove napore i inicijative radi sagledavanja i ot-

klanjanja slabosti i nedostataka iz ove delatnosti. Uz respektovanje svih faktora koji imaju uticaja na sigurnost rada u rudarstvu, Savetovanje se zalaže za ostvarenje sledećih zadataka: za unapređenje zaštite i bolje uslove rada.

— Da se rudnici, saglasno svojim mogućnostima, založe da modernizacijom i rekonstrukcijom koja se predviđa ili se vrši obezbede adekvatna rešenja zaštite radnika i da se svojim programima i planovima orijentišu na kompleksnije saniranje i unapređenje zaštite ljudi i poboljšanje uslova rada.

— Da se svakodnevnim i permanentnim akcijama energičnije otklanjaju već sagledani nedostaci (od Rudarske inspekcije, službe zaštite na radu rudnika, tehničkih i dr. službi i naučnih ustanova) i dosadašnji metodi sprovođenja zaštite poboljšaju doslednim izvršavanjem OZOR-a, Osnovnog zakona o zaštiti na radu i pratećih propisa.

— Da se u rudnicima preispita sistem zaštite na radu, njegova efikasnost i funkcija uz šire izučavanje svih faktora (internih i eksternih), a uz svestranije analiziranje službe zaštite na radu, s tim da se:

a) rad službe sadržajno obogati naučnijim i svestranijim izučavanjem svih uticaja i problema kako bi se izvukli iz uskog delokruga pretežno orijentisanog na higijensko-tehničku zaštitu, kurativu i sl. i prešli na rešavanje tehničko-tehnoloških, socioloških i dr. problema i faktora od uticaja na zaštitu i sigurnost u radu;

b) da se službe kadrovski popune i podignu na viši stručni nivo svuda gde je to potrebno.

— Rudnici, s obzirom na fluktuaciju i nedostatke stručnih radnika i kadrova, više nego do sada moraju posvetiti pažnju organizovanom obučavanju radnika. Na tom planu energičnija i potpunija angažovanost rudnika treba da se ostvari na:

a) redovnom vršenju provere znanja radnika i rukovodećeg kadra i Propisa o-tehničkim merama i o merama zaštite na radu u rudarstvu, sa posebnom pažnjom na mere zaštite pri rukovanju eksplozivom;

b) obučavanju novih i mladih radnika uvođenjem ih potpunije u sve propise o zaštiti na radu i konkretne uslove i specifičnosti rudnika.

Privredna komora i Republički odbor sindikata industrije i rudarstva pri razmatranju programa škola i u ostalim kontaktima treba da se zalaže: da se u stručni deo obrazovanja obavezno uključi izučavanje zaštite na radu uz posebnu specijalizaciju za kadrove koji se spremaju (na fakultetima ili dr. školama) ili odlaze u rudarstvo.

— Povezano sa uslovima rada u rudnicima neophodno je vršiti:

a) redovno utvrđivanje i pribavljanje ocena — certifikata radnog konfora od strane specijalizovanih ustanova;

b) rudarske inspekcije i stručne službe rudnika treba da pokrenu inicijative da se izradi i usvoji metodologija za ispitivanje oruđa i uređaja u rudarstvu;

c) kao sastavni deo redovnih ispitivanja treba vršiti kontrolu radioaktivnosti koja je prisutna u rudnicima;

d) insistirati da se ubrza rad na donošenju i primeni standarda u rudarstvu;

e) sa više discipline i odgovornosti vršiti prethodne i blagovremene — periodične preglede radnika, koji rade u posebnim uslovima, odnosno uz povećane opasnosti za povređivanje i zdravstveno oštećenje.

#### **Predlozi za donošenje i izmenu propisa i drugih normativnih akata**

Pošto nedostaje niz normativnih i prapatnih akata potrebnih za pravilniji rad u rudarstvu, rudnici i drugi odgovarajući organi treba da se založe za donošenje:

a) uputstava i instrukcija potrebnih za preciznije regulisanje zaštite na radu, i to:

— instrukcija za određivanje kategorije jama, slojeva i rudarskih prostorija — radilišta u odnosu na stepen ugroženosti od agresivnog dejstva mineralne prašine;

— uputstava o ispitivanju radne sredine u odnosu na upravljanje krovinom i podgrađivanje rudarskih prostorija;

— uputstava za kontrolu radnog komfora (buke i vibracije);

— uputstava za kontrolu i ispitivanje radnih karakteristika primenjene podgrade;

— uputstava za određivanje kategorije jama, slojeva i rudarskih prostorija — radilišta u odnosu na opasnosti od eksplozije i zapaljivosti ugljene prašine;

— uputstava za ispitivanje izvoznih postrojenja;

— uputstava za periodična ispitivanja oruđa i uređaja za rad, hemijske i biološke štetnosti i mikro-klime;

— dopuna Propisa o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima, odnosno za izradu posebnih propisa za eksploataciju i ventilaciju podzemnih rudnika metala i nemetala;

— za regulisanje rada »S« komisije i usklađivanje istog sa zakonskim propisima;

— propisa u vezi istraživanja i eksploatacije nafte i gasa u naseljenim mestima;

— uputstava za rad i manipulaciju sa eksplozivima kod istraživanja nafte i gasa;

— propisa o načinu ispitivanja stabilnih sudova pod pritiskom u naftnoj industriji;

— propisa o uvođenju jednoobrazne evidencije o povredama u rudarstvu;

b) dopuna Propisa, naredaba ili dr. obaveznih akata:

— kroz dopunu zakona ili nekim drugim aktom, regulisati jedinstvenu zaštitu na radu u kombinatima koji objedinjavaju pored rudarstva i druge delatnosti;

— dopunom pravilnika za površinsko otkopavanje utvrditi geomehaničke norme, mere zaštite kod odvodnjavanja površinskih otkopa,

naročito podzemnih voda, dopuniti Propise o provetranju površinskih otkopa, itd.;

— doneti propise o zaštiti na radu za objekte pripreme i prerade mineralnih sirovina;

— doneti propise koji treba određenije da regulišu prevoz ljudi trakama i drugim specijalnim prevoznim sredstvima u rudnicima.

#### **Sredstva za obezbeđenje savremenije zaštite na radu u rudnicima**

Pošto rudnici uopšte, a naročito rudnici uglja, nemaju potrebnih sredstava za potpuniju, savremeniju zaštitu na radu koja je zakonski propisana, Savetovanje se saglasilo da se zahteva šira društvena intervencija i potpuniji tretman za rudnike u obezbeđenju sredstava da bi se problemi zaštite na radu radnika u rudarstvu što efikasnije i brže rešili. Sindikat industrije i rudarstva uz pomoć i angažovanje odgovarajućih društveno-političkih struktura, zajedno sa stručnim i drugim institucijama i organizacijama, treba da sagleda i da zatraži sredstva, koja bi se mogla angažovati i preko Skupštine, SIV-a, i drugih organa utiče da se namenski počnu odvajati i usmeravati na rešavanje ovih problema.

#### **Obaveze i zadaci organa upravljanja i drugih zainteresovanih organizacija**

Organi upravljanja (radnički savet, upravni odbor i komisije) uz odgovornu i posebnu obavezu na sprovođenju normirane zaštite i potrebe za njeno saniranje, treba da:

a) obavezno razmatraju stanje zaštite, sprovođenje mera i nalaženje mogućnosti za permanentno poboljšanje stanja i što efikasnije i racionalnije organizovanje zaštite na radu;

b) više nego do sada povezuju sa specijalizovanim i dr. stručnim ustanovama na planu kompleksnijeg razrešavanja konkretnih problema;

c) zajednički sa drugim zainteresovanim faktorima pokrenu i utiču da se odgovarajuće institucije za davanje nalaza, atesta i sertifikata potpuniše opreme (kadrovski i tehnički) za kompleksnije sagledavanje stvarnih i potrebnih karakteristika i ocena sa puno odgovornosti i naučne garancije sigurnosti tih nalaza;

d) da se akcije rudnika povezuju i u njima više angažuju institutski rad i mogućnosti da se neki šire aktuelni problemi naučno izuče i reše dajući svoja i koristeći pri tome sredstva postojećih fondova formirana u tu svrhu (fond za naučno-istraživačku delatnost, i dr.);

e) da daju punu podršku i učestvuju u zajedničkoj akciji DIT-a i Centralnog odbora Sindikata radnika industrije i rudarstva Jugoslavije i dr. u izučavanju i rešavanju problema zaprašenosti i pneumokonioznih oboljenja u rudarstvu i da podrže simpozijum koji se predviđa u vezi sa ovom akcijom;

f) da zaštitu na radu, kao neophodan obrazovno-vaspitni zadatak unesu u svoje programe



i nastoje na svestranijoj realizaciji ovog zadatka, uključujući i odgovarajuće zdravstvene i tehničke ustanove (medicinski centar ili službe, DIT i dr.);

g) da po pitanjima rekreacije i odmora radnika posvete punu pažnju i nađu odgovarajuća rešenja za organizovaniju biološku i psihičku rekreaciju naročito radnika koji rade na ugroženim radnim mestima ili koji su iznureni, odnosno slabijeg zdravstvenog stanja;

i) da se rešavanje problema zaštite na radu unosi u sve konkretne proizvodno-ekonomske i druge akcije koje se u rudnicima preduzimaju.

— Pred sindikalne i druge odgovarajuće organizacije postavljaju se kao ključni zadaci:

a) stalna borba i svestranija orijentacija na upornom izučavanju i dugoročnijem — plan skom unapređenju bezbednosti na radu, na razvijanju što šire inicijative radi obezbeđivanja i realizacije programskih mera i akcija, na otklanjanju uzroka i izvora enormnih odnosa i situacija u rudarstvu;

b) inicijative sindikalnih organizacija treba da idu u pravcu razvijanja što šire odgovornosti od uključivanja radnika, pa do najodgovornijih rukovodilaca i organa upravljanja u najneposrednije rešavanje i na suzbijanje subjektivnih slabosti na ovom području.

— Prihvata se izveštaj o radu Rudarske inspekcije za 1969. godinu uz konstataciju da je pomoć ove inspekcije u rešavanju problema zaštite na radu bila efikasna i veoma korisna.

Takođe se smatra da bi bilo potrebno obezbediti veće učešće, odnosno specijalizaciju kadrova inspekcije u istraživačkom radu tehničke bezbednosti i higijene rada u rudnicima.

Dipl. ing. Milivoj Komnenov

#### Drugi simpozijum zaštite respiratornih organa, Leipzig, 1970.

Simpozijum je održan u Leipzigu — DDR u vremenu od 20—23. maja 1970. god. Organizatori ovog savetovanja su:

- Društvo za radnu higijenu DDR-a
- Komitet za zaštitu na radu DDR-a
- VEB WTZ Medizin und Labortechnik — Leipzig.

Naučno rukovođenje simpozijumom:

- OMR Dr medicine S. Kahle, direktor Centralnog instituta medicine rada, DDR, dok su organizacijom savetovanja rukovodili dipl. ing. R. Ohl i VEB WTZ Medizintechnik — Leipzig.

Problematika zaštite respiratornih organa, na savetovanju, obuhvaćena je kompleksom sledećih tema:

#### Kompleks teme A

Tema: — »Biološki aspekt zaštite disanja«

Ova tematika obrađena je u sedam referata. Obrada kompleksa tema A dala je vezu između psiholoških i anatomskih parametara kod upotrebe aparata za zaštitu disanja i utvrdila značaj bioloških parametara kod primene ovih sredstava.

Autori i teme:

- Istraživanje fizioloških i anatomskih parametara kod upotrebe aparata za zaštitu disanja — Hermann, Bukurešt.
- Uticaj nošenja aparata za zaštitu disanja na besprekorno funkcionisanje organizma — Komte, Warszawa
- Ispitivanje uticaja otpora aparata za zaštitu disanja — biološki aspekt — Schlesing, Cera
- Ispitivanje uticaja otpora aparata za zaštitu disanja — tehnički aspekt — Leers — Leipzig
- Trovanje benzolom i pored upotrebe aparata za zaštitu disanja — Vollbrecht — Berlin
- Postupak intoksikacije toksičnih supstanci — Hoffman — Strahl, Berlin
- Problemi zaštite disanja i stvaranja edema pluća u industriji azbesta — Bukilov, Michailova, Sofija.

#### Kompleks tema B

Tema: — »Naučno tehnički aspekt zaštite disanja«

Ova tematika obrađena je u 12 referata. Obuhvaćeno je tehničko usavršavanje sredstava za zaštitu disanja, smanjenje otpora pri disanju koje ima najviše uticaja kod primene ovih sredstava. Prikazani su rezultati ispitivanja odnosa količine vazduha i pritiska odnosno otpora pri disanju, metodologija merenja ovih parametara i instrumenti za merenje.

Autori i teme:

- Alkalperoksid kao zamena za aparate za zaštitu disanja — Steinert — Leipzig.
- Prilog ispitivanju hemijskih osobina aktivnog uglja koji služi za apsorpciju kod aparata za zaštitu disanja — Smigelschi, Ovidu, Bukurešt.
- Aspekti laboratorijskih merenja aparata za zaštitu disanja — Leers — Leipzig.
- Rezultati ispitivanja nekih respiratora za netoksičnu prašinu u laboratoriji instituta za prašinu u Bonu — Farbach — Bonn.
- Filtrujuće materije i problemi otpora pri njihovoj upotrebi — Bartsch — Leipzig.
- Ispitivanje polumaski i iskustva u odnosu na mrtvi prostor — Dolezal, Ostrawa — Radwanice.
- Ostali referati su sličnih tematika i odnose se na instrumente i metode ispitivanja sredstava zaštite proizvodnje firme MEDI.

### Kompleks tema C

Tema: — »Novine o razvoju zaštite disanja«

Ova tematika obrađena je u 9 referata u kojima je bilo govora o novim dostignućima iz oblasti zaštite disajnih organa, o savremenijim instrumentima za merenje ispravnosti sredstava zaštite, kao i novim konstrukcijama pojedinih zaštitnih sredstava.

Autori i teme:

- Kiseonički aparat za zaštitu organa za disanje tip W—70, nove konstrukcije ventila za doziranje kiseonika — Mikucki, Lassek, Tarnowskie Goru.
- Izolacioni aparat sa regeneracijom vazduha proizvodnje VEB Medezintechnik — Leipzig, Swanicke, Leipzig.
- Nova ispitivanja u Apoldi, Eschrich, Apolda.
- Filter ventilacioni aparat fabrike SPRZETU Ratunkonvego »Faser« Mikucki Dabrowskie Tarnowskie Goru.
- Uređaji za hlađenje kod aparata za disanje, Popek — Prag.
- Novi uređaji za hlađenje kod aparata za regeneraciju vazduha Böhn — Leipzig.
- Razvoj cevnih maski u kompleksu sa radnim odelom i šlemom u ZIAS-u, Jacob — Dresden.

### Kompleks teme D

Tema: — »Problemi i iskustva kod primene sredstava za zaštitu disanja«

Ova tematika obrađena je u 13 referata u kojima su izneti problemi zaštite radnika u nekim industrijama od CO gasa, kao i problemi zaštite disajnih organa radnika zaposlenih u hemijskoj industriji.

Autori i teme:

- Individualna sredstva zaštite organa za disanje radnika zaposlenih u rudnicima uglja Schewtschenko — Bonezk.
- Primena kiseoničkih samospasilaca kod radnika zaposlenih u rudnicima uglja Zapadne Nemačke — Bredenbuch — Essen — Kray.
- Primena filtrujućih samospasilaca u rudnicima Rurske oblasti — Schewe — Essen — Kray.
- Organizacija upotrebe opreme zaštite disanja u rudnicima uglja i metala NR Bugarske — Maximov — Sofija.
- Samospasilac — jedan zaštitni aparat za rudare — Georgi — Leipzig.
- Analiza upotrebe sredstava za zaštitu disanja prf teškim radovima — Isek — Ostrawa — Radwanice.
- Značaj novih otkrića zaštitnih sredstava i njihovo uvođenje u hemijsku industriju — Minsk, Menge — Švedska.
- Veliki značaj aparata za zaštitu disanja kod jedne havarije u hemijskoj industriji — Cimmermann Leuna.

— Zaštita disanja kod rada na karbid pečima, Brause Lädecke — Leipzig.

— Primena zaštite disanja respiratorom za prašinu sa polumaskom u prostorijama za prosejavanje — Eden, Leipzig.

— Postupak za uvođenje aparata za zaštitu disanja u industriji kamena — Dagge Drezden (I i II deo).

U okviru savetovanja izvršena je vežba va-trogasne čete grada Leipzig-a sa primenom izolacionih aparata na komprimirani vazduh i aparata za oživljavanje ljudi proizvodnje MEDI, Leipzig.

U prostorijama Kluba omladine i sporta, organizovana je izložba sredstava lične zaštite proizvodnje MEDI — Leipzig.

Simpozijum o zaštiti respiratornih organa održan 20—23. maja o. g. u Leipzig-u, veoma je kompleksno obradio problematiku zaštite respiratornih organa od štetnog delovanja zagađene atmosfere.

Na kraju savetovanja je zaključeno da se primena individualne zaštite disajnih organa još uvek smatra značajnim i nužnim vidom zaštite, mada se, u veoma intenzivnim opštim intencijama usmerenim na bazi porasta produktivnosti rada, kao imperativ nameće što efikasnija kompleksna kolektivna zaštita kao primarni oblik zaštite.

Dipl. ing. Dragoslav Golubović

## Prikazi iz literature

Hajek, L.: Eksplozija u rudniku Kajerkan (Výbuch na dole Kajerkan) — »Zachranář« br. 2/69, ČSSR.

U sovjetskom časopisu »Bezopasnost truda v promyšlennosti« u decemarskom broju iz 1968. godine, autor Manevič opisao je okolnosti i uzroke eksplozije metana (CH<sub>4</sub>) prilikom izrade hodnika u rudniku Kajerkan u Norilskom rudarskom i metalurškom kombinatu SSSR. Prilikom eksplozije, do koje je došlo pri koncu druge smene 5. septembra 1968. g., bilo je mrtvih i ranjenih. Njihov broj u članku nije naveden. Autor napominje samo da je eksplozija imala teške posledice.

### Rudnik Kajerkan

Veoma je gasobilan. Podzemno se eksploatišu 4 (četiri) ugljena sloja, moćnosti od 1,2 do 4,3 m, sa naklonom od 4—8°, a u dubini oko 200 m. Metoda dobivanja u suštini je podetažna, sa širokim čelom i komorama iz polja. Ukupna količina vazduha kojim je jama provetravana, iznosila je 14.000 m<sup>3</sup>/min, relativna gasoobimnost 10,5 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t (maksimalna čak 22,8 m<sup>3</sup>/t).

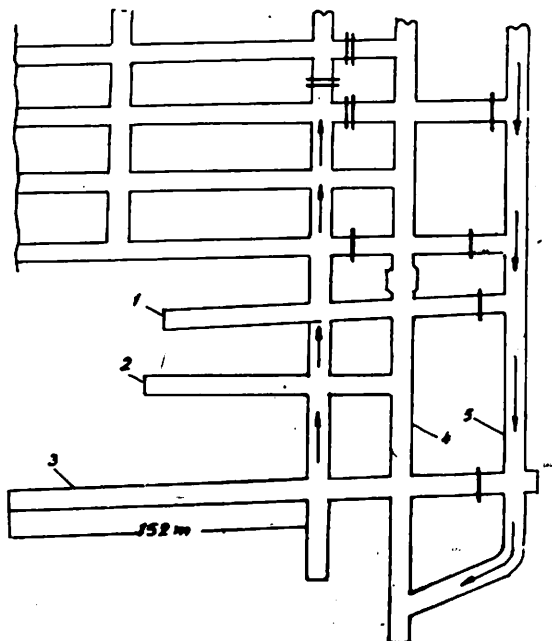
Jamsko odeljenje br. 12 u kome je došlo do eksplozije, otvoreno je pod glavnom etažom u I sloju u kosoj dužini od 900 m pomoću tri niskopa, koji su spojeni sa 11 paralelnih hodnika, međusobno udaljenih od 60 do 70 m. U času eksplozije temperatura na radilištima bila je ispod nule.

Ugljeni sloj, ukupne debljine 4,3 m, podeljen je na dve ploče, sa međusobnim jalovim prosljokom od 0,3 m.

Podetažno jamsko polje ima jako izrazitu tektoniku. Na prelomima javlja se metan, i njegova količina sa dubinom se povećava.

### Radovi na dobivanju

U gornjem delu, zapadno od niskopa, radio je otkop 274, u srednjem delu otkop 276, dok su u donjem delu vršeni pripremni radovi za otkop 278.



Situacija mesta nesreće

1—278 izlazni vetreni hodnik; 2—278 hodnik sa transportnom trakom; 3 — donji hodnik sa transportnom trakom; 4 — izvozni uskop sa transportnom trakom; 5 — izvozni uskop za šinski transport.

Ovde su u isto vreme radila četiri pripremna radilišta. Svako je bilo provetravano samostalno pomoću el. ventilatora »Prochodka 500«, i to potisnim (kompresionim) vetrenjem. Odakle je vazduh bio uziman iz vazdušne struje, autor Manević nije naveo.

Kod svakog ventilatora bio je ugrađen kontrolni aparat tipa AKV 2P za merenje količine vazduha, a u celokupnoj vazdušnoj struji iz tih pripremnih radova bio je ugrađen u izlaznom vazdušnom hodniku metanski rele AMT-2. Radi kontrole metana na čelnim radilištima u svakoj

smeni posadi su davani merači metana »Sputnik šacht'ora SMP — 1«.

Ukupna količina vazduha, koja je provetravala ovo pripremno polje, iznosila je 2.113 m<sup>3</sup>/min.

Donji transportni hodnik 278 bio je izrađen u udaljenosti od 152 m od niskopa za prolaz. Njegov svetli profil iznosio je 6,8 m<sup>2</sup>, a bio je podgrađen drvenom podgradom. Na transportnu traku ugaj je bio sa čela tovaren skreperom, čiji je pogonski vitao bio postavljen 65 m od čela radilišta.

Za miniranje upotrebljavan je amonitni eksploziv tipa PŽV 20, čija upotreba za ove uslove nije bila zvanično odobrena.

Čelo radilišta bilo je provetravano sa 125 m<sup>3</sup>/min. vazduha. Količina metana bila je konstatovana u granicama od 0,4 do 0,9%. U prethodnom mesecu nekoliko puta bilo je nađeno čak do 1,2% CH<sub>4</sub>.

### Pred eksplozijom

U drugoj smeni dana 5. 9. 1968. godine, prema izjavi posade, na čelu radilišta donjeg hodnika 278 bilo je izvrtano 20 bušotina i postavljene dve grede podgrade. Minirani ugaj već je bio sa čela delimično uklonjen, ali je na celoj dužini hodnika, sve do skreperskog vitla, na bokovima zaostala znatna količina uglja, visine oko 1,2 m. Definitivne podgrade kasnile su za 3 m, a vetrene cevi bile su od čela udaljene 5—7 m. Prema prijavi merača gasa, na čelu radilišta konstatovano je 0,6% metana.

Oko 20 minuta pre konca smene, prilikom miniranja na čelu radilišta donjeg transportnog hodnika 278, došlo je do eksplozije metana. Do eksplozije ugljene prašine nije došlo. Prema izjavi rudara, koji su se u času eksplozije nalazili u uskopu za izvoz po šinama, do eksplozije je došlo približno 3 ili 5 min. posle miniranja.

### Uzroci eksplozije

Specijalna komisija, koja je istraživala uzroke eksplozije, ustanovila je teške prekršaje sigurnosnih propisa, kao i veliki nered u organizaciji rada i u rukovođenju rudnika.

Da je došlo do obrazovanja opasne eksplozivne smeše, moglo je da doprinese nekoliko sledećih okolnosti:

- povećani izron metana iz tektonske prelomnice, koju je čelo radilišta upravo prelazilo;
- izron metana iz miniranog uglja, zaostalog od nekoliko prethodnih smena, ali još neotpremljenog. U hodniku ga je bilo oko 170 tona;
- iznad hodnika ostali su nezapunjeni prolomi u stropu;
- u pomenutoj oblasti često je bila isključivana el. struja, a time je obustavljano i separatno provetravanje (poslednji put el. struja bila je isključena 25 min. pre eksplozije).

Činjenica je da su spasilačke ekipe u uzorku vazduha, uzetom tri sata posle eksplozije konstatovale: 17,6% CH<sub>4</sub>, 2,8% CO<sub>2</sub>, 6,9% O<sub>2</sub> i 0,196% CO.

Dokazano je da je miniranjem prouzrokovano paljenje eksplozivne smeše. Uzrok tome bile su nepravilno postavljene bušotine. Zatim, kao čep za eksplozivni naboj bio je korišćen zgužvani papir, čiji su ogoreli ostaci zajedno sa stečenom ugljenom prašinom nađeni 7,5 m od čela radilišta. Upotreba eksploziva PŽV 20 nije bila dozvoljena u metanskim jamama, jer je već pre u nekoliko slučajeva prouzrokovala eksploziju.

Dejstvo eksplozije metana nije se samo ograničilo na hodnik 278, nego se prenelo i u dalje prostorije, jer još nisu bile postavljene brane od kamene prašine, mada je čelo radilišta bilo udaljeno 152 m od prolazne vetrene struje.

Potrebno je istaći da je u početku septembra u ovoj jami prilikom miniranja u komori došlo do paljenja metana, kada je jedan radnik poginuo. I pored toga uprava rudnika nije preduzela nikakve mere da se poboljša radna disciplina i odgovornost prilikom miniranja.

#### Zaključak

Iz ove nesreće i za rudarstvo ČSSR može da se izvuče pouka, koja upozorava. Ne pomažu ni najbolji, ni najsavršeniji kontrolni, merni i tehnički uređaji protiv opasnosti metana, ako istovremeno svi trudbenici rudnika, od vozača pa do direktora ne održavaju radnu disciplinu, i ako u svakom pojedincu nije razvijen osećaj o bezuslovnom pridržavanju sigurnosnih principa, pravila i propisa o radu u jami.

R. M.

**Blažek, M.: Superizolacioni pokrivač iz Zap. Nemačke (Superizolacioni prikrivač za NSR). — Záchranář, ČSSR, br. 2/1969.**

Novi proizvod — superizolacioni pokrivač (plašt), koji je proizvela firma Söhngen iz Zapadne Nemačke, služi za zaštitu teško ranjenih ili akutno obolelih ljudi od hladnoće, prehlade, smrzavanja, kiše, vlage, vetar, blato, a takođe i pod ekstremnim sunčanim zracima — na osnovu čuvanja (konzervisanja) sopstvene telesne toplote.

Ovaj pokrivač, bolje rečeno neka vrsta omota, veliki je: 220 × 140 cm, tako da je dovoljan da se savršeno omota odrastao čovek. To je jako tanka aluminijumova metalna folija, koja se gotovo neđa rastrgati. Pokrivač je na unutar-njoj strani srebrnast, a spolja je zlatnožut. Radi svoje vanredno uočljive spoljne boje veoma je upadljiv i danju i noću, kada jako odbija svetlo reflektora.

Neraspakovan, velik je samo kao kutija cigareta (6,5 × 6 × 2,5 cm). Savršeno složen omogućuje da se prenosi u običnim torbama ekipe prve pomoći, ili u samom džepu.

Težak je 55 g, vodu ne propušta, otporan je na toplotu sve do + 260°C, a protiv hladnoće do — 70°C. Čvrstoća protiv trganja je 1750 kp/cm<sup>2</sup>.

Odbija (zadržava) 80—85% toplote koju oda-je telo, tako da ga na taj način kao zatvara, čuvajući organizam od prehlade. Folija može da se stavi na golo telo, a takođe i preko odeće. Može da se seče makazama, a presečeno mesto lako se zalepi lepljivom vrpcom.

Ovaj superizolacioni pokrivač ima veliki značaj za razne službe spasavanja. Idealan je naročito tamo, gde teško ranjeni ili šokirani čovek ne može iz bilo kojih razloga da bude odmah otpremljen u bolnicu (npr. pri resuscitaciji osnovnih životnih funkcija). Vuneni pokrivač ne mora da bude uvek pri ruci. Nije bez interesa da se navede da pranje i dezinfekcija običnog pokrivača u Zap. Nemačkoj dolazi skuplje, nego li jedanput upotrebljena folija. Nova folija može se, međutim, upotrebiti i nekoliko puta, ali njeno ponovno slaganje u prvobitno stanje ipak je problematično. Opisane tehničke osobine i ispitivanja koja su sprovedena u Glavnoj rudarskoj stanici za spasavanje (HBZS) u Ostravi, preporučuju ovaj superizolacioni pokrivač firme Söhngen kao jako dobro i korisno upotrebljivo pomoćno sredstvo pri pružanju prve pomoći takođe i u jamskim uslovima.

R. M.

**Škoch, M.: Jamska aerologija (Důlní aerologie). — »Záchranář« ČSSR, br. 2/1969.**

U dane 13. do 16. januara 1969. godine, a na inicijativu Rudarskog instituta ČSAV, u Joahimovu (ČSSR) održan je Međunarodni simpozijum o provetravanju jama, na kojem su učestvovali stručnjaci šesnaest zemalja Evrope, Amerike i Azije.

Već u odboru za pripremu simpozijuma bilo je prodiskutovano pitanje produblivanja međunarodne saradnje pri rešavanju problema iz jamske aerologije. Sva razmatranja polazila su od toga da je upravo ta oblast jedna od najvažnijih sektora jamske sigurnosti, i da svojom stručnom samostalnošću obrazuje sa ostalim disciplinama jamske sigurnosti jednu celinu, koja je ukupno shvaćena kao tehnički nivo preventivne. Pri tome se polazi takođe i od toga da je sigurnost rada u rudarstvu u svom kompletnom shvatanju okarakterisana ne samo tehničkom preventivom, nego takođe i funkcijom ljudskog faktora, kao i radne sredine.

Iz ovih međusobnih odnosa proistekao je takođe predlog da se produbi međunarodna saradnja u jamskoj aerologiji, koji je bio izložen i na simpozijumu o provetravanju, tj. predlog da se na ovom sektoru ne obrazuje izolovana organizacija, nego da se ta saradnja odvija u okviru postojeće organizacije, koja u pogledu sigurnosti na radu u jami već razvija svoju aktivnost.

Jedna takva organizacija, koja se već sada bavi pitanjima sigurnosti na radu, jeste Međunarodno udruženje (asocijacija) za socijalnu sigurnost, koja ima svoje središte u Ženevi. Ona

ima kontakte praktično sa svim zemljama, i u svojim članskim organizacijama deluje u raznim oblicima na povećanje nivoa sigurnosti na radu. U interesu produbljivanja svoje aktivnosti, ovo udruženje obrazovalo je u poslednje vreme specijalne odbore za sigurnost na radu u raznim privrednim granama. Osnivanje ovih odbora bilo je povereno članovima — organizacijama u raznim zemljama. Osnivanje odbora za sigurnost rada u rudarstvu povereno je rudarskoj privredi ČSSR.

Predlog, koji su stavili čehoslovački predstavnici na simpozijumu, zasnivao se je na tom, da bi produbljivanje međunarodne saradnje u oblasti jamske aerologije bilo organizovano upravo u okviru Međunarodnog udruženja za socijalnu sigurnost. Taj predlog je i usvojen. Opšta saglasnost za centralizovanu saradnju data je, pored ostalog i radi toga, što ni jedna zajednica nema sama dovoljno materijalnih sredstava niti stručnih snaga, da bi mogla da rešava uspešno i na dovoljno visokom nivou sve one probleme, čije je rešenje potrebno. Naprotiv, međunarodna saradnja u ovom pravcu umnožava mogućnosti rudarskog kolektiva u svom najširem shvatanju.

Sa ove polazne pozicije na simpozijumu su bili razmenjeni rezultati istraživanja u oblasti jamske aerologije, i sa ove pozicije na simpozijumu takode je bio obrazovan Međunarodni pripremni odbor sekcije.

Pretpostavlja se da će se postepeno obrazovati dalje specijalizovane sekcije, kao što su na pr. sekcija za profesionalne bolesti, za jamske ekipe za spasavanje, za bezbednost jamske elektrifikacije i za psihologiju rada u rudarstvu.

Uvereni smo da produbljivanje međunarodnih kontakata po pitanjima jamske sigurnosti može da efikasno doprinese ne samo da se stvore uslovi za brži napredak u smanjenju nesreća i udesa u jamama, nego da se takode stvore i uslovi za veću efikasnost razvojnih i istraživačkih institucija, koje se bave problematikom sigurnosti na radu.

U tom cilju na simpozijumu o jamskoj aerologiji u Joahimovu već su učinjeni prvi koraci.

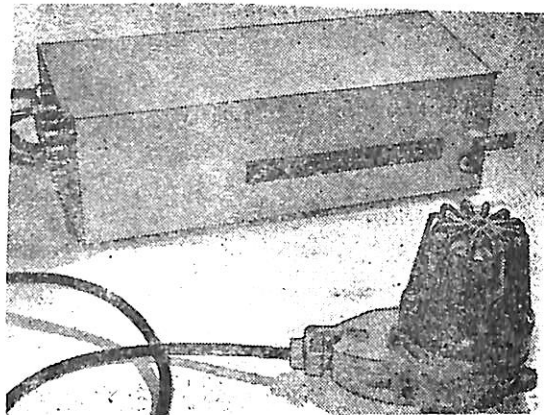
**H a j e k, L.: Jonizacioni signalizator** (Jonizacioní hlásič). — Záchranář, ČSSR, br. 4/1969.

U godini 1969. preduzeće TESLA LIBEREC (ČSSR) uvelo je novi proizvod — jonizacioni signalizator, koji su razvili trudbenici Naučno-istraživačkog instituta u Ostravi — Radvanicama (vidi sliku).

Jonizacioni signalizator konstatuje tragove dima ili drugih proizvoda gorenja, koji po pravilu prethode proširenju požara.

Jedna varijanta signalizatora je potpuno zaštićena od eksplozije — za prostorije koje su ugrožene eksplozijom.

Signalizator se sastoji od jonizacionih osetljivih tela MSK 100, u čijim je jonizacionim komorama zatvoren izarivač alfa-zraka jako niske aktivnosti. Jedinica, koja emituje, predaje impulse iz elektronskog dela dvožilnim kablom na dužinu do 5 km u centralni uredaj MZA 001.



Centralni uredaj MZA 001 rešen je kao građevinski blok, koji se može sastavljati u veće celine. Kapacitet jednog centralnog uredaja je 15 osetljivih tela, spojenih po 5 na trima klicnicama. Centralni uredaj opremljen je optičkom i akustičnom signalizacijom požara, a i signalizacijom za slučaj kvara (prekid vodova i sl.). Centralni uredaj ima rezervni izvor napajanja, i nastupni signal može da da impuls za ukopčavanje bilo kojeg alarmnog uredaja u mestima udaljenim od centralnog uredaja.

#### Tehnički parametri

##### Osetljivo telo MSK 100

Izarivač alfa-zraka Am 241:

80 mikro C

napajanje:

24 V

osetljivost:

3—5 g uglja spaljenog u 100 m<sup>3</sup> vazduha

temperaturne granice rada:

od —10 do +50°C

maksimalna dužina akcije:

5.000 m

##### Centralni uredaj MZA 001

napajanje:

220 V ± 20%

radna sredina:

od —10 do +50°C, pri relativnoj vlažnosti do 75%

signalizacija:

optička i dva prenaponska kontakta 1,5 A kod 220 V

dovod za osetljiva tela:

siguran od iskrenja.

Pretpostavljamo da je cena jonizacionog centralnog uređaja MZA 001 i 15 komada osetljivih tela MSK 100 oko 36.000 KčS.

R. M.

Závalscký, A.: **Novi samospasilac**, (Nový sebezáchraný přístroj). — »Záchranář«, ČSSR, br. 7—8/1969.

Razvoj i neprekidno poboljšanje konstrukcija postali su savremeni atribut tehnike. To potvrđuje i niz aparata samospasilaca, koje je razvila i proizvela firma »Dräger« u Zap. Nemačkoj. Praktična iskustva i primedbe omogućili su joj izradu novog filtracionog aparata samospasioca Dräger 810, koji se nadovezuje na razvojni niz aparata, poznatih kao tipovi 623, 750 i 750 C.



Novi aparat tip 810 ima mnogo duže zaštitno vreme prema ugljenmonoksidu (CO), i odlikuje se izuzetno niskim otporom pri udisanju, i ugrađenim rashlađivačem temperature, koji obezbeđuje minimalnu temperaturu udahnutog vazduha.

Aparat se sastoji iz filtra sa nausnikom, kutije aparata i torbe. Filter sa nausnikom, u koji je ugrađen rashlađivač, ima pravougaoni presek, razmere 70 × 90 mm i visine 80 mm. Deo nausnika se skida, a sa filtrom je spojen ba-

jonetskim zatvaračem. Novinu predstavlja i uvođenje zaštitne kutije. Izrađena je od veštačke mase, a na najviše izloženim mestima iznutra je ojačana čeličnim trakama. Osim toga, u gornjem delu je još čelična prirubnica iz nerđajućeg čelika. Neprepusnost vazduha zagarantovana je posebnim zaptivnim prstenom između gornjeg dela kutije.

Prilikom izrade kutija se zatvara pri potpritisku od 0,1 do 0,2 kp/cm<sup>2</sup>, što znači da je kutija pritisnuta ukupnom silom do 70 kp. Pored drugih prednosti ova izvedba pruža sigurnost da niko ne može da ode u jamu sa nedovoljno zatešnjenim, dakle neupotrebljivim aparatom. Ukoliko se zbog starenja ili upotrebe pokaže da aparat propušta vazduh i u najmanjoj količini, pritisak se izravna, a kutija otvara.

U slučaju potrebe da se aparat u samoj jami otvori, to se čini na taj način što se povuče osigurač, koji je u udubljenju poklopca. Osigurač zatvara mali otvor, kroz koji se, kada se osigurač povuče, izravnavaju pritisci i tako oslobodi poklopac.

Dalja prednost ovog aparata, zatvorenog na principu potpritiska, je mogućnost da se sadržina aparata kontroliše i u toku same upotrebe aparata. Lice koje nosi aparat može filter da izvadi, pregleda, i da kutiju ponovo zatvori tako da u njoj vlada potpritisk. U tu svrhu služi posebni kontrolni sandučić, u kojem aparat može lako da se otvori, i opet za vazduh nepropusno zatvori.

Novi tip aparata samospasioca Dräger 810 ne samo da rešava pitanje savršenije zaštite rudara pri udesu u jami, nego izrazito utiče i na ekonomičnost upotrebe aparata pri svakodnevnom radu.

R. M.

Hajek, L.: **Analizatori** (Analyzátory). — »Záchranář«, ČSSR, br. 3/1970.

Pravovremeno utvrđivanje jamskih požara jedan je od osnovnih uslova bezbednosti.

U Ostravsko-Karvinskom reviru Glavna rudarska stanica za spasavanje (HBZS) proučava uvođenje registrujućih analizatora u cilju utvrđivanja nagle pojave koncentracije ugljenmonoksida (CO), kako u celokupnim izlaznim vazdušnim strujama iz vetrenih okana, tako i perspektivno u izlaznim vazdušnim strujama samostalnih vetrenih odeljenja. Za sada se raspolaže sa dva analizatora INEX, i to na dvema izlaznim vazdušnim strujama u jamama ČSM-sever i ČSM-jug, i jednim analizatorom UNOR u izlaznoj vazdušnoj struji iz 29. sloja u rudniku Fučík 5 — Žofie, gde je po tom postupku posmatrano pritajeno zaparivanje u vetrenom izlaznom hodniku. Prilikom studijskog putovanja u Glavnu rudarsku stanicu za spasavanje u Essen—Kray—Zap. Nemačka, ova problematika razmatrana je sa dipl. ing. A. Schewe-om, zamnikom direktora stanice. Donosimo njegova iskustva.

Prema iskustvu Glavne rudarske stanice za spasavanje u Essen-u, ugljenmonoksid koji se pojavljuje dosada je najbolji i najsigurniji indikator nastajanja jamskog požara. Prema savremenom stanju tehnike indiciranja i detekcije, sa pouzdanjem se može utvrditi pojava CO, koji je nastao bilo pri požarima koji su na početku svog razvoja, bilo usled raznih tehnoloških postupaka (miniranje, lokomotive) u koncentracijama do 1 ppm, a čak i do 2 ppm (0,0001 do 0,0002% CO). Pri tome je CO konstatovan i zahvaćen na kraju vetrene struje u izlaznom oknu, ili na kraju vetrenog odeljenja, pa bilo gde da je nastao u vetrenoj oblasti.

Pored toga ispitivane su i druge mogućnosti, koje vode utvrđivanju požara u početku njihovog postanka, pa bilo da su to jonizacioni signalizatori, bilo da su uzimanja uzoraka jamskog vazduha i njihova precizna analiza radi određivanja kiseonika i proizvoda endogenih požara, ili su u pitanju i neke druge mogućnosti. Prema dosadašnjim rezultatima nema nikakvog razloga da se ne nastavi sa daljim nastojanjima u cilju što efikasnijeg utvrđivanja koncentracije CO.

Prema sigurnosnim propisima koji važe u Zap. Nemačkoj (Rurska oblast) od 1964. godine, kontrola jamskog vazduha u cilju utvrđivanja znakova požara predviđena je u § 87 kako sledi:

— Celokupna izlazna vazдушna struja u vetrenim oknima mora da bude kontrolisana pomoću uređaja za utvrđivanje CO sa daljinskom registracijom i signalizacijom. Ukoliko jame nemaju ove uređaje tada posebno određena lica moraju da svaka dva sata kontrolišu izlaznu vazдушnu struju na miris gasova proizvoda požara, i da rezultat upišu u zasebnu knjigu.

— Samostalna vetrena odeljenja moraju u neradne dane da budu kontrolisana i pregledana od najmanje dvočlane požarne straže, koja mora da vetrenu struju izmeri detektorima na CO. Ovi pregledi ne moraju da se sprovede jedino u slučaju ako se vazдушne struje iz samostalnih odeljenja kontrolišu registrujućim analizatorima CO sa daljinskom signalizacijom.

— Na jamskom radilištu može da radi jedno lice samo u tom slučaju, ako je radilište kontrolisano registrujućim analizatorom sa daljinskom registracijom CO.

Prema navedenom, sigurnosni propisi u Rurskoj oblasti omogućuju — ukoliko se radi o obezbeđenju protivpožarne kontrole — da se izabere bilo kontrola pomoću lica, bilo pomoću registrujućih analizatora.

Pogodan tip analizatora sa daljinskom signalizacijom mora da ispunjava ove osnovne uslove:

opseg merenja:

0—300 ppm

preciznost merenja:

$\pm 2\%$  razmera skale

osetljivost aparata:

3 ppm.

stabilnost nula — vrednosti:

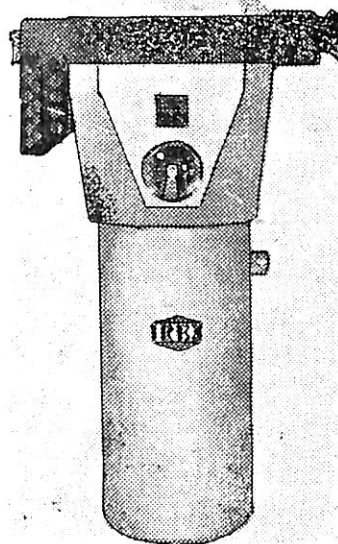
3 ppm za nedelju dana

ukupno kašnjenje podataka:

najviše 5 min.

U Rurskoj oblasti je instalisano preko 500 registrujućih analizatora CO, od toga oko 25% firme Dräger, a 75% tipa UNOR firme Maihak. U poslednjim godinama rudnici su opremljeni pretežno analizatorima UNOR, koji su sigurni od iskrenja. Analizatori u normalnoj izvedbi bili su instalisani pretežno na površini izlaznih vetrenih okana. U poslednje vreme mnogi rudnici rešili su da i ovde instališu analizatore u izvedbi sigurnoj od iskrenja. Ovo je omogućeno istovetnošću svih tipova aparata postavljenih u preduzeću.

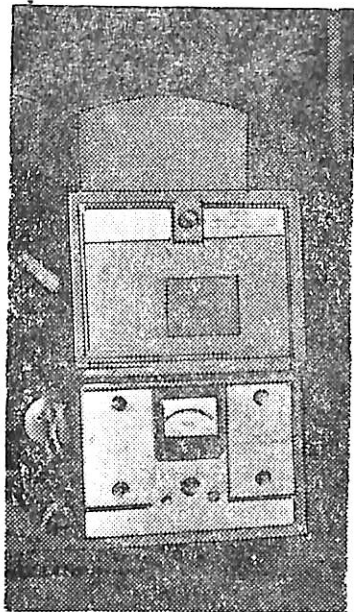
Danas su u Rurskoj oblasti registrujući analizatori CO instalisani na svim izlaznim vazдушnim oknima. Vazдушne struje u samostalnim vetrenim odeljenjima u većini slučajeva kontrolisane su analizatorima, naročito u slojevima sklonim samozapaljenju. Nastavlja se sa daljim instaliranjem ovih aparata. Interesantno je da je u Rurskoj oblasti instalisano više analizatora na CO, nego na metan (CH<sub>4</sub>).



Glavna rudarska stanica za spasavanje u Essen-u vodi tačnu evidenciju o jamskim požarima u Rurskoj oblasti. Iz nje može da se vidi da su prvi požari bili signalizirani registrujućim analizatorima CO već u godinama 1963—1964. Ovim aparatima godišnje se otkrije prosečno 6 požara. Do kraja 1967. godine analizatori su otkrili ukupno 22 jamska požara, od toga 12 endogenih i 10 egzogenih. Od 10 egzogenih požara, 8 su otkrili analizatori postavljeni na površini, a 2 požara analizatori postavljeni u jami. U ne-

radne dane bilo je otkriveno 45% požara, koje su signalizirali analizatori. Na period od utorka do četvrtka otpada svega 15%.

Realno prosuđivanje odnosa između požara konstatovanih analizatorima, i požara koje su otkrili nadzorni organi ili rudari, veoma je teško, jer je zavisno od mnogih slučajnih pojava. Nasuprot tome, navedeni brojevi otkrivenih požara u početku razvoja, a naročito ocena pojedinih slučajeva, jasno potvrđuju da se uvođenjem registrujućih analizatora CO sa daljinskom signalizacijom sigurnost u rudnicima bitno povećava.



Zanimljiv je, takode, slučaj kada je analizatorom bila otkrivena jedna lokalna eksplozija metana na jednom rudniku u Rurskoj oblasti u noćnoj smeni, kada je cela posada izginula, a da u blizini nije bio niko ko bi nesreću primetio. Jedina informacija o nesreći bilo je naglo povećanje CO koncentracije u celokupnoj vazdušnoj struji, što je registrujući analizator CO signalizirao u stan rukovodioca provetravanja. Ovaj je ubrzano organizovao akciju na spasavanju.

Upotreba registrujućih analizatora CO spojena je ipak sa izvesnim nedostacima. Ugljenmonoksid može takode da se nalazi i u ulaznoj vetrenoj struji, naročito blizu koksara i železničkih stanica i sl. (čak do 10 ppm), a takode na ukupno stanje utiče i vožnja lokomotiva i miniranje. Prvi nedostatak odstranjen je postavljanjem analizatora i na ulaznoj vazdušnoj struji — diferencijalno utvrđivanje. Drugi nedostatak bio je čest naročito pri uvođenju analizatora u transport. Ipak, mogao je da se otkloni bilo nastavljanjem više alarmne vrednosti (postavljanjem na veću koncentraciju), bilo da se spojem sa usporenim relejem presvode maksimalne vrednosti CO, koje mogu da nastanu pri miniranju. Na izlaznim vazdušnim oknima alarmni kontakti podešeni su po pravilu

na 20 ppm CO. Na analizatorima, postavljenim u jami, u neradne dane stavlja se ista vrednost, dok se u radne dane ova vrednost povećava radi miniranja, da bi se izbegli beskorisni alarmi.

Jednim analizatorom može se kontrolisati, pod izvesnim okolnostima, nekoliko vetrenih struja, ako se koriste specijalni uređaji koji usisavaju uzorke vazduha iz pojedinih cevčica u unapred utvrđenim intervalima. Doduše ovaj način ne obezbeđuje puni kontinuitet kontroisanja vetrene struje, ali za pravovremeno otkrivanje endogenih požara potpuno zadovoljava. Egzogene požare, ukoliko su od većeg značaja, utvrdiće analizator na površini.

Ipak, do sada nije uspešno rešen problem tinjanja ugljene prašine, ili drugih sagorljivih materija u gumenim transporterima, gde je razvoj CO u početnom stadijumu sasvim malen. Obično se to uoči tek onda, kada tinjanje pređe u otvoreni oganj, i kada su po pravilu već zahvaćene i jamske drvene podgrade. U takvim slučajevima opasnost od požara bitno se snižava upotrebom teško zapaljivih gumenih transportera i nesagorljivih podgrada.

Danas se u tom pravcu vrše ispitivanja, usmerena na traganje za infracrvenim zracima, koje emituje izvor tinjanja.

U svakom slučaju, bez ikakve rezerve, može se konstatovati da je uvođenje kontinuiranih registrujućih analizatora CO sa daljinskom signalizacijom pravi put ka postizanju bitnog povećanja sigurnosti na radu u rudnicima uglja.

R. M.

## Bibliografija

Duganov, G. V. i dr.: **Parametri atmosferskog vazduha u Krivoroškom basenu** (Parametry atmosfernogo vozduha v Krivoroškom bassej-ne) »Razrabotka rudn. mestorožd. Resp. mežved. naučno-tehn. sb«, (1969), vyp. 8, str. 89—92, (rus.)

Skopa, A. M. i Pyškov, Ju. V.: **Kontrola aerodinamičkih parametara rudnika** (Kontrol'-aerodinamičeskijh parametrov rudnika) »Sb. naučn. tr. Magnitogorskij gornometallurg. in-t«, (1969), vyp. 51, str. 96—99, (rus.)

Abramov, F. A., Bojko, V. A. i Kremečutskij, N. F.: **Provetravanje jama pri eksploataciji** (Provetrivanie šaht pri ekspluatacii). U sb. »Ugol'n. prom-st' USSR«, M., »Nedra«, (1969), str. 204—237, (rus.)

Pigida, G. L.: **O teoriji prelaznih gasno-dinamičkih procesa u jamskim ventilacionim mrežama** (K teoriji perehodnyh gazodinamičeskijh processov v šahtnyh ventiljacionnyh setjah) »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1970) 1, str. 59—66, (rus.)



- Ošmjanskij, I. B. i Korolenko, N. P.: **Ekonomska efektivnost povećanja brzine kretanja vazduha u otkopnim prostorijama jama Krivoroškog basena** (Ekonomičeskaja efektivnost' povyšenija skorosti dviženija vozduha v očistnyh vyrabotkah šaht Krivoroškogo bassejna) »Razrabotka rudn. mestorožd. resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, (1969), vyp. 8, str. 99—101, (rus.)
- Samlan, Ju. K.: **Provetravanje radilišta složene konfiguracije** (Provetrivanie zaboev složnoj konfiguracii) »Tr. N.-i. in-t slancev«, (1969), vyp. 18, str. 26—31, (rus.)
- Zwierzycki, Z. i Zyzak, A.: **Postupak povratne ventilacije pri provetranju jama akcijalnim ventilatorima** (Sposób dokonywania rewersji wentylacji przy przewietrzaniu kopalń za pomocą wentylatora osiowego) (Główny Instytut Górnictwa) Patent NR Poljske, kl. 5d, 1/08, (E 21 f), Nr. 56907, prijav. 19. 02. 65, publ. 15. 03. 69.
- Botha, P. J.: **Ventilacija u uslovima visoke temperature** (Ventilating development at high rock temperatures) »J. Mine Ventil. Soc. S. Africa«, 22 (1969) 12, str. 229—232, (engl.)
- Parahonskij, E. V.: **Po pitanju ispitivanja ventilacionih uređaja za industrijsko provetranje površinskih otkopa** (K voprosu ob issledovanii ventiljatornyh ustanovok dlja isskustvennogo provetrivanija kar'erov) U sb. »Novye issled. v gorn. elektromehanike«, L., (1969), str. 77—80, (rus.), 7 bibl. pod.
- Hargittaj, P.: **Neka pitanja električnih modela ventilacionih mreža** (Szelloztetési hálózatok villamos modellezésének néhány kérdése) »Bányász. és. kohász. lapok. Bányász.«, 102 (1969) 11, str. 744—751, (mađ.)
- Bojko, I. V.: **Postupci sprečavanja zamrzavanja ventilacionih uređaja u jamama kombinata Vorkutugolj** (Sposoby predupreždenija obmerzaniija ventiljacionykh ustanovok na šahtah kombinata Vorkutugol') U sb. »Probl. razrabot. mestorožd. poleznyh iskopaemyh Severa«, L., (1970), str. 149—150, (rus.)
- Raskin, I. A.: **Novi ventilatori za provetranje jama** (Novye ventiljatory dlja provetrivaniija šaht) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1970) 1, str. 39—41, (rus.)
- Centrifugalni ventilatori** (Centrifugal fans) »Quarry Managers' J.«, 54 (1970) 1, str. 32, (engl.)
- Pietak, J. i Bik, B.: **Uređaj za optičku signalizaciju promena barometarskog pritiska** (Uzadzenie do optycznej sygnalizacji zmian cisnienia barometrycznego) (Kopalnia Wegla Kamiennego Milowice) Patent NR Poljske, kl. 74c, 10, (F 21 f), Nr. 57108, prijav. 9. 12. 66, publ. 31. 03. 69.
- Budennyn, Ju. A.: **Nestacionarna izmena toplote pri regulisanju toplotnog režima jama i rudnika severa** (Nestacionarnyj teploobmen pri regulirovanii teplovogo režima šaht i rudnikov Severa) »Kolyma«, (1969) 12, str. 25—29, (rus.)
- Gorbos, Ju. F.: **Proračun i projektovanje hidroklorifera za zagrevanje rudničkog vazduha na krajnjem severu** (Raščet i proektirovanie gidrokloriferov dlja podogreva rudničnogo vozduha na krajnjem severu) U sb. »Probl. razrabot. mestorožd. poleznyh iskopaemyh Severa«, L., (1970), str. 39—40, (rus.)
- Veprov, V. S.: **O celishodnosti primene kalorifera bez ventilatora u jamama u oblasti večitog mraza** (O celesoobraznosti primenenija bezventiljatornyh kalorifernykh ustanovok v šahtah v oblasti večnoj merzloty) U sb., »Probl. razrabot. mestorožd. poleznyh iskopaemyh Severa«, L., (1970), str. 161—162, (rus.)
- Hlađenje vazduha u rudnicima uglja** (Ohlaždenie vozduha v ugol'nyh šahtah) (Gos. Makeevsk. n.-i. in-t po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti, vyp. 1) M., »Nedra«, (1969), 79 str., (knjiga na rus.)
- Bobrov, A. I., Šejko, V. M. i Petčenko, N. G.: **Analiza uzroka paljenja metana u jamama Donbasa** (Analiz pričin vosplamenenija metana v šahtah Donbassa) »Ugol'«, (1970) 3, str. 55—58, (rus.) 3 tabl., 3 bibl. pod.
- Bodnja, G. V.: **Uticađ nekih fizičkih osobina stena na sadržaj gasa radilišta jama centralnog ređona Donbasa** (Vlijanie nekotoryh fizičeskikh svojstv porod na gazoobil'nost' gornykh vyrabotok šaht Central'nogo rajona Donbassa) »Ugol'«, (1970) 3, str. 61—62, (rus.)
- Klimanov, A. D., Zaharov, E. I. i Ivančev, V. P.: **Ispitivanje izdvajanja metana u jamama Podmoskovskog basena** (Issledovanie metanovydelenija v šahtah Podmoskovskogo bassejna) »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1970) 1, str. 56—58, (rus.)
- Korepanov, K. A. i Jarembaš, I. F.: **Jamska eksperimentalna ispitivanja izdvajanja metana iz odvaljenog uglja** (Šahtnye eksperimental'nye issledovanija vydelenija metana iz otbitogo uglja) »Razrabotka mestorožd. poleznyh iskopaemyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, (1970), vyp. 18, str. 47—51, (rus.)
- Korepanov, K. A. i Jarembaš, I. F.: **Ispitivanje zakonomernosti raspoređivanja gasa iz slojeva i stena koji se otvaraju** (Issledovanie zakonomernostej gazovydelenija iz razrabatvaemogo plasta i porod) »Razrabotka mestorožd. poleznyh iskopaemyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, (1970), vyp. 18, str. 43—47, (rus.)

Lopatov, O. A.: Nomogramy za proračun izdvajanja metana u pripremnim hodnicima (Nomogramy dlja rasčeta metanovydelenija v podgotovitel'nyh vyrabotkah) »Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemnyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, (1970), vyp. 18, str. 41—43, (rus.)

Maszor, H.: Uticaj izmene atmosferskog pritiska na izdvajanje metana na radilištima (Vplyw zmian cisnienia barometrycznego na wydzielanie metanu ze sciany) »Przegl. górń.«, 25 (1969), 10, str. 472—474, (polj.)

Gihman, I. I.: O srednjem broju eksplozija »metan-varnica« (O srednem čisle vzryvov »metan — iskra«) U sv. »Kibernetika. Doneckoe otd. Tr. Seminara. Vyp. 1«, Kiev, (1969), str. 59—65, (rus.)

Proskurjakov, N. M.: Uslovi i oblici pojava eksplozija stena i gasa (Uslovija i formy pojavlenija vybrosov porody i gaza) U sb. »Probl. razrab. mestorožd. polezn. iskop. Severa«, L., (1970), str. 27—28, (rus.)

Škuta, K.: Novi postupak procene problematike izbijanja gasa (Nový způsob hodnoceni problematiki plynových prutrži) »Uhli«, 11 (1969) 12, str. 445—449, 475, (češ.)

Nikolaev, I. M.: Uticaj provetravanja radilišta na efektivnost degazacije (Vlijanje provetrivanja lav na efektivnost' degazacii) »Sb. naučn. tr. Permsk. politehn. in-t«, (1969) 60, str. 162—166, (rus.)

Popov, G. M. i Nikolaev, I. M.: Problemi degazacije ugljenih slojeva Vorkuta (Problemy degazacii ugol'nyh plastov Vorkuty) U sb. »Probl. razrab. mestorožd. polezn. iskop. Severa«, L., (1970), str. 89, (rus.)

Lacabidze, T. O.: Uticaj degazacije na promenu temperature površine otkopnog radilišta na primeru tkibulišaorskog ležišta uglja (Vlijanie degazacii na izmenenie temperatury poverhnosti očistnogo zaboja na primere Tkibuli-Šaorskogo kamenougol'nogo mestoroždenija) U sb. »Šahtnaja aerologija«, Tbilisi, »Mecniereba«, (1969), str. 56—62, (rus.)

Sklijarov, L. A., Alidzaev, E. D. i dr.: Određivanje efektivnosti degazacije sloja koji se otvara bušotinama (Opređelenie efektivnosti degazacii razrabatyvaemnyh plastov skvažinami) »Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemnyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, (1970), vyp. 18, str. 64—66, (rus.)

Cybulski, W.: Opšte formule za određivanje zapaljivosti ugljene prašine (Ogólne wzory umajace zabezpieczenie pyłu weglowego przed przenoszeniem wybuchu) »Przegl. górń.«, 25 (1969) 9, str. 433—438, (polj.)

Gagauz, F. G. i dr.: Fizičko-hemijske metode borbe sa obrazovanjem prašine kod bušenja perforatorima uz ispiranje (Fiziko-himičeskie metody bor'by s pyleobrazovanjem pri perforatornom burenii s promyvkoj) »Gornyj ž.«, (1970) 2, str. 71—72, (rus.)

Bondarenko, A. D.: Parametri ventilatora uređaja za hvatanje prašine kod kombajna za ugalj (Parametry ventilatorov pyleulavlivajuščih ustanovok ugol'nyh kombajnov) »Ugol'«, (1970) 3, str. 48—51, (rus.)

Janča, J. i Kašpar, J.: Mogućnosti izbivanja požara na trakastim transporterima (Možnosti vzniku požaru na pásových soupravách v dole) »Uhli«, 12 (1970) 1, str. 13—16, 40 (češ.)

Lindeau, N. I. i Maevskaja, V. M.: Određivanje sklonosti uglja ka samozapaljivanju u otkopnim radilištima i ventilacija istih (Détermination de la susceptibilité au feu des quartiers de défilage et leur régime d'aéragé) »Rev. ind. minérale«, 51 (1969) 12, str. 1077—1088, (franc.)

Balteretu, R., Nita, S. i Iusan, V.: Uzroci samozapaljivanja uglja u basenu Valja Žiuluj, Rumunija (Les causes de l'inflammation spontanée des houilles du bassin de la Vallée du Jui) »Rev. ind. minérale«, 51 (1969) 12, str. 1089—1096, (franc.)

Baltajtis, V. Ja., Kozlik, A. I. i dr.: Termodinamičke pojave pri gašenju podzemnih požara vodom (Termodinamičeskie javlenija pri tušenii podzemnyh požarov vodoj) »Razrabotka mestorožd. pōlezn. iskopaemnyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, (1970), vyp. 18, str. 121—125, (rus.)

Šuckij, V. I. i Korostelev, M. E.: Nesreće od struje na rudnicima i površinskim otkopima obojene metalurgije (Elektrotravmatizm na rudnikah i kar'erah cvetnoj metalurgii) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1970) 3, str. 27—32, (rus.)

Rad eksperimentalne jame u IV kvartalu 1969. g. Rudnički požari, zaštita na radu (Arbeiten der Versuchsgrube im IV Quartal 1969. Grubenbrand, Arbeitsschutz) »VG—Quartalsh«, (1969) 4, str. 8—9, (nem.)

Smanjenje broja nesrećnih slučajeva u rudnicima uglja (Reduction in coal mine accidents) »Mining Mag.«, 122 (1970) 2, str. 115, (engl.)

Cacheux, M. i Boone, J.: Kako poboljšati tehniku zaštite na radu u rudnicima (Comment améliorer l'efficacité de la prévention dans un siège) »Publs. techn. charbonn. France«, (1969), envoi N 6, Docum., techn. str. 257—262, diskus. 263—265, (franc.)

Kravec, V. I., Slončenko, A. V. i Seledcov, V. F.: Tehnika zaštite (Tehnika bezopasnosti) U sb. »Ugol'n. prom-st' USSR«, M., »Nedra«, (1969), str. 253—281, (rus.)

Gurin, A. A. i Savčenko, S. K.: Uprošćeni postupak određivanja opasnih zona dejstva udarnih vazdušnih talasa kod minerskih radova u podzemnim prostorijama (Uproščennyj sposob opredelenija opasnih zon dejstvija udarnih voln pri vzryvnyh rabotah v podzemnyh vyrabotkah) »Razrabotka rudn. mestorožd. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, (1969), vyp. 8, str. 106—109, (rus.)

Currie, W. J. i Higginson, N.: Primena eksploziona sigurnih hidrauličkih tečnosti u podzemnim uslovima. IX međunarodni kongres za rudarstvo i metalurgiju (The use underground of fire — resistant hydraulic fluids. 9. th Commonwealth Mining and Metallurg. Congr. 1969.) London, Inst. Mining and Metallurgy, (1969), 35 str., (engl.)

Zaštita na radu na površinskim kopovima (Safety in the quarry) »Austral. Mining«, 61 (1969) 10, str. 48—49, (engl.)

Dimant, D. R. i Prokudin, V. F.: Signalni uređaj za aparate za disanje (Signal'noe ustrojstvo dlja dyhatel'nyh apparatov) Avt. sv. SSSR, kl. 61a, 29/05, (A 62 b), Nr. 249942, prijav. 4. 07. 68, publ. 22. 12. 69.

Mikucki, A.: Poljska rudarska oprema za spasavanje i tehnika osvetljavanja (Polski minni spasitelni s'or'ženija i osvetitelna tehnika) »V'glišča«, 24 (1969) 9, str. 27—29, (bugar.)

## Proslava deset godina Rudarskog instituta

Dana 19. septembra 1970. god. Rudarski institut je proslavio desetogodišnjicu postojanja i rada.

Jubilarnoj proslavi su prisustvovali brojni predstavnici privrednih organizacija sa kojima je Rudarski institut radio u toku proteklih deset godina, kao i predstavnici državne uprave, a, takođe, i predstavnici naučnih institucija iz inostranstva sa kojima RI održava veze.

Brojnim privrednim organizacijama i pojedincima podeljene su zahvalnice kao izraz priznanja za pomoć koju su pružili prilikom osnivanja RI-a i u toku njegovog uspešnog rada, a radnicima RI-a — koji su na radu od osnivanja — dodeljene su srebrne plakete.

U prepodnevnom delu proslave, koja je održana u krugu Instituta, gosti su razgledali laboratorije i hale sa poluindustrijskim postrojenjima.

U popodnevnom delu proslave — održane u novoj zgradi Društva inženjera i tehničara Jugoslavije — između ostalih tačaka programa, referatom Direktora RI-a, gosti su upoznati sa razvojnim putem Instituta.

Rekapitulacija rada u jubilarnom periodu, nabrajajući najvažnije momente, može se izraziti sledećim konstatacijama.

U Institutu radi 273 stalnih radnika, od kog broja su 125 inženjeri raznih struka, sa zvanjima od naučnog savetnika do stručnog saradnika, od čega su trinaestorica profesori Univerziteta ili doktori nauka.

Ovaj broj stručnjaka je obradio 364 studije (iz oblasti površinske eksploatacije 70; podzemne eksploatacije 55; koncentracije ruda metala i nemetala i oplemenjivanje uglja 83; transporta rude, koncentrata i jalovine 37; mehanike stenskih masa i miniranja 35; ventilacije i tehničke zaštite 50 i termotehnike 34), od čega je realizovano 41,2%.

U cilju stručnog uzdizanja, stručnjaci RI-a su uradili 120 literaturnih elaborata. iz svoje uže specijalnosti, iz svetske literature, a sa ciljem brže primene svetskih dostignuća iz oblasti rudarstva na naše prilike, pri rešavanju konkretnih zadataka. Ovo je bilo moguće zahvaljujući odlično organizovanoj službi tehničke dokumentacije, koja ima preko 350.000 bibliografskih podataka, kao i biblioteku sa preko 6.000 knjiga i 700 naslova časopisa.

Da bi se olakšao rad na praćenju strane literature, Institut je izdao petojezični rečnik (srpskohrvatski, engleski, francuski, nemački, ruski) sa preko 15.000 termina.

Razvoju rudarske nauke doprinela je izrada brojnih istraživačkih tema iz oblasti delatnosti RI-a, za šta je utrošeno preko 51 milion starih dinara.

Rezultate svojih dostignuća stručnjaci RI-a su, pored njihove primene u projektima na kojima rade, saopštili kako u dva tromesečna časopisa (RUDARSKI GLASNIK i SIGURNOST U RUDNICIMA), tako i na brojnim međunarodnim stručnim sastancima (podneto je 48 referata i saopštenja).

Duža ili kraća specijalizacija u inostranstvu je, takođe, oblik kojim stručnjaci RI-a obogaćuju svoje znanje. Skoro svi saradnici Instituta su bili na specijalizaciji od dva meseca do godine dana.

Za proslavu deset godina rada izdata je prigodna publikacija sa 21 naučnim člankom.

Usmene želje, pismena priznanja i telegrami privrednih organizacija i pojedinaca prilikom proslave, izražavali su zahvalnost i želju da Institut sa još većim uspehom nastavi svoj rad na unapređenju rudarstva u Jugoslaviji.

D. R.

**N A R U D Ź B E N I C A**

(za preduzeća – ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 250,00  
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 250,00

**Ukupno: 500,00**

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br.  
608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut – Beograd  
(Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa \_\_\_\_\_

MP

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**N A R U D Ź B E N I C A**

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 40,00  
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 40,00

**Ukupno: 80,00**

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br.  
608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut – Beograd  
(Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

\_\_\_\_\_  
(ime naručioca)

(adresa)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Overava preduzeće — ustanova

\_\_\_\_\_

# Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

Za proizvođače opreme koji žele da oglase svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja  
**GODISNJAK COLLIERY GUARDIAN-a**  
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga

Za besplatan uzorni primerak i  
dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,  
COLLIERY GUARDIAN  
John Adam House  
17-19 John Adam Street,  
London W. C. 2.

# NOVO!

# NOVO!

# NOVO!

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

# RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 15.000 termina

U radu na rečniku učestvovali su najeminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Rečnik je izašao iz štampe.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik će imati format pogodan za upotrebu.

---

## O-113

### odlagalište, hidromonitorno visinsko

flushing dump above level  
décharge (f) à chasse d'eau au  
dessus du niveau  
Hochspülkippe (f)  
высокосмывной отвал

## O-114

### odlagalište, klizanje

stockpile sliding; depot sliding  
glissement (m) du remblai  
Kippenrutschung  
отвальный оползень

## O-115

### odlaganje, mesto

depot position; storage position  
position (f) du dépôt  
Kippstelle (f)  
отвальное место

## O-116

### odlagalište, napredovanje

advance of waste dump  
avancement (m) du dépôt  
Kippenfortschritt (m)  
подвигание отвала

## O-117

### odlagalište, odbacivačko

stacker dump  
dépôt (m) formé par l'engin de rejet  
Absetzerkippe (f)  
экскаваторный (абзетцерный) отвал

## O-118

### odlagalište, okrenut ka

facing the stockpile; facing the depot  
face (f) vers le dépôt; face (f) vers  
le remblai  
kippenseitig  
со стороны отвала

---

Cena iznosi 230,00.— din.

---

# Časopis „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	40,00 ND
za ustanove i preduzeća	250,00 ND

Pozivamo sve rudarske stručnjake, saradnike naučnih ustanova i drugih organizacija na saradnju u časopisu »Sigurnost u rudnicima« po svim pitanjima iz oblasti zaštite na radu u eksploataciji mineralnih sirovina, nafte i gasa, kamena i dr.

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

- za naučne i stručne članke od 350,00 do 500,00 ND
- za prikaze iz prakse (iskustva u sprovođenju zaštite na radu) od 250,00 do 350,00 ND
- za prikaze savetovanja, kongresa do 250,00 ND

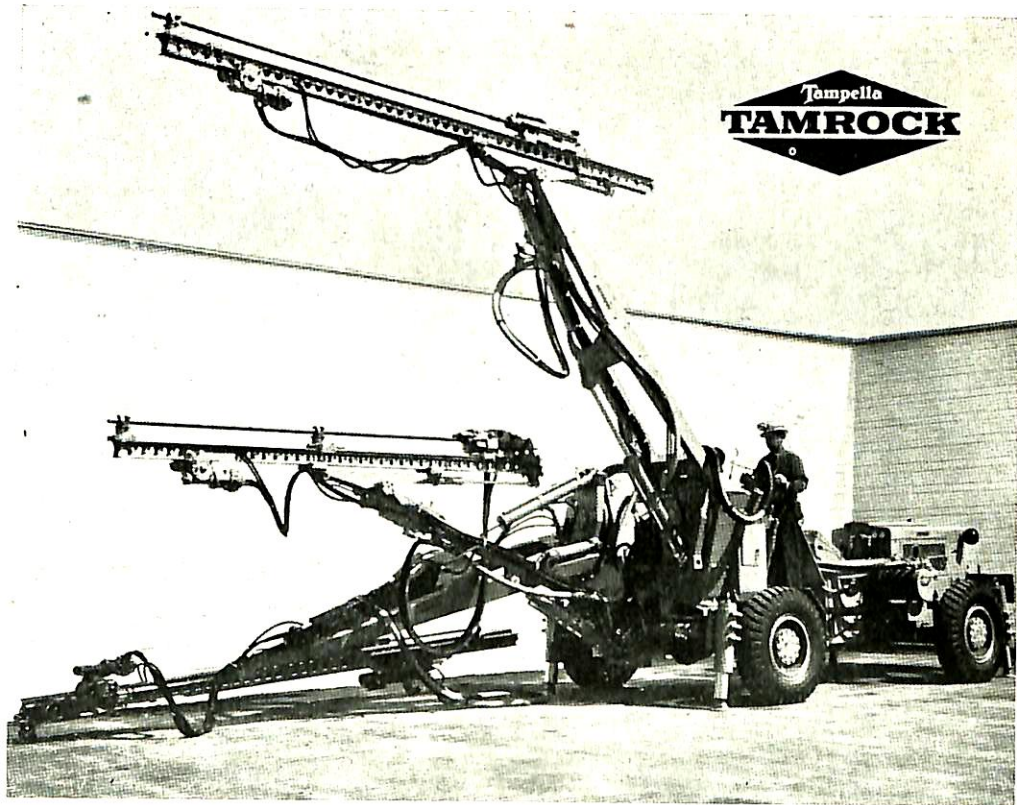
Stručne recenzije honorišu se od 60,00 do 120,00 ND po prvom tabaku.

Oglašavajte se u našem časopisu!

Cena oglasa je 1.200,00 ND 1/1 strana  
900,00 ND 1/2 strane

**Redakcija časopisa**

---



Tampella booms in Canada mounted on Paramatic drilling jumbo.

## the new tampella rotaboom



The new Rotaboom RP 625 developed by Tampella is a hydraulic rotating boom unit equipped with a patented automatic arrangement for drilling parallel holes. The Rotaboom was awarded the World Mining Blue Ribbon for 1968. Over 150 units have been sold in a short time, which proves that it also won the acclaim of users all over the world. Rotabooms have been exported to Canada (44), Norway (30), Sweden (18) and Switzerland (11) as well as to several other countries.

The Rotaboom is used for tunneling and drifting, mounted on various chassis. When mounted on Tampella's Turntable TT 96\*, the Rotaboom becomes RP 625K, which may be used for V-cut as well as parallel drilling.

\*Pat. pend.

OY TAMPELLA AB, TAMROCK DIVISION  
TAMPERE, FINLAND

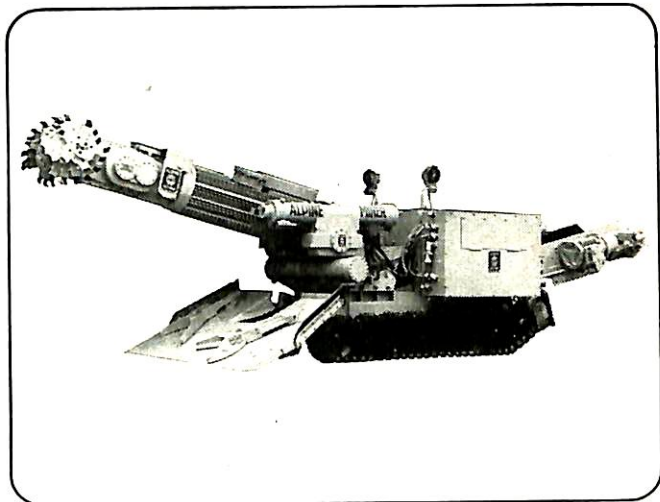
Australia: Whyte-Hall Pty., Limited, Darlinghurst, N.S.W. 2010, Austria: Fa. Ing. F. Panzer, Wien, Benelux Countries: Foraky, Brussels 1, Canada: Jarvis Clark Co., Ltd., North Bay, Ont., Colombia: Fines Ltda., Bogota I.D.E., France: Almacoa S.A., Paris X, Greece: E. Natsis & Co., Athens, Italy and Yugoslavia: Italsvenska s.a.s., 16124 Genoa, Norway: L. Haak & Co. A/S, Oslo 6, Philippines: R. S. Arrieta, Inc., Manila, Portugal: Halfner, Lda., Lisbon 2, Sweden: Tampella Trading AB, Stockholm, Switzerland: Courvoisier & Co., A. G. 2500 Biel, Thailand: Vulcan Industries Ltd., Bangkok, West Germany: Hans-G. Braun KG., 581 Gedern.



Za rudarstvo isporučuje

# ALPINE

Između ostalog niže navedene uređaje i mašine

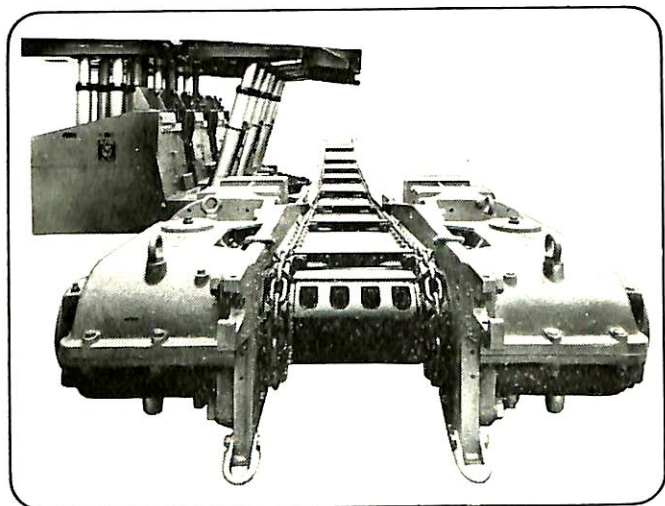


Mašine za izradu hodnika sa postrojenjima za izradu tunela u stenama do 500 kp/cm<sup>2</sup> pritiska na čvrstoću



Hidrauličke podgradne okvire sa dvolančanim grabuljarima i svim dodatnim uređajima

Utovarače na pneumaticima od 1,25 m<sup>3</sup> do 2,7 m<sup>3</sup> zapremine kašike



Dalje: postrojenja za izvoz oknom, podgradu za hodnike i okna, utovarače na širokim čelima svih vrsta, mehanička sita, mlinove za udarno mlevenje, postrojenja za sagorevanje smeća



## OESTERREICHISCH-ALPINE MONTANGESSELLSCHAFT

A-1011, POSTFACH 91, WIEN I, FRIEDRICHSTRASSE 4, VERKAUF TELEFON (0222) 57 76 76  
Telegrammadresse Comalp Wien, Fernschreiber Wien 11820 ALPGD A, 11828 ALPGD A

Svim svojim saradnicima želi

*Srećnu Novu 1971. godinu*

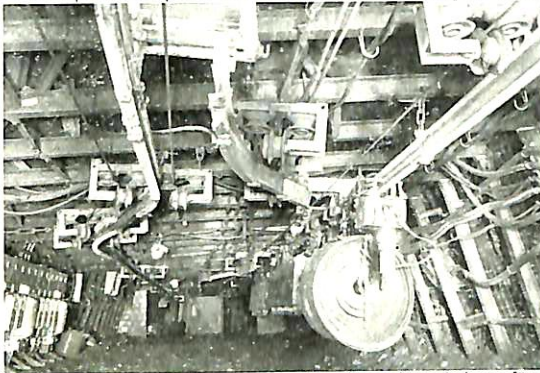
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD



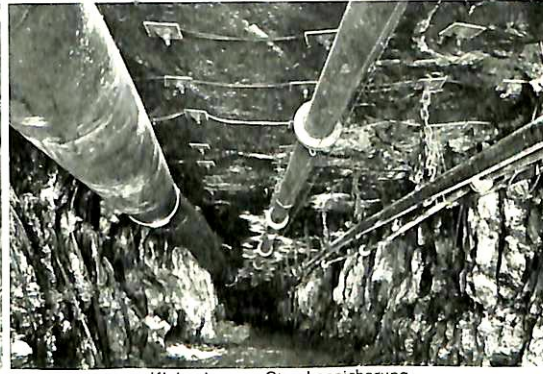
# BECORIT



4-Stempel-Wanderfeiler mit Einhebelnachbarsteuerung für Mächtigkeiten von 0,6 m bis 3,5 m mit zuverlässiger Bruchabschirmung



Einschienehängebahnen für Material- und Personentransport

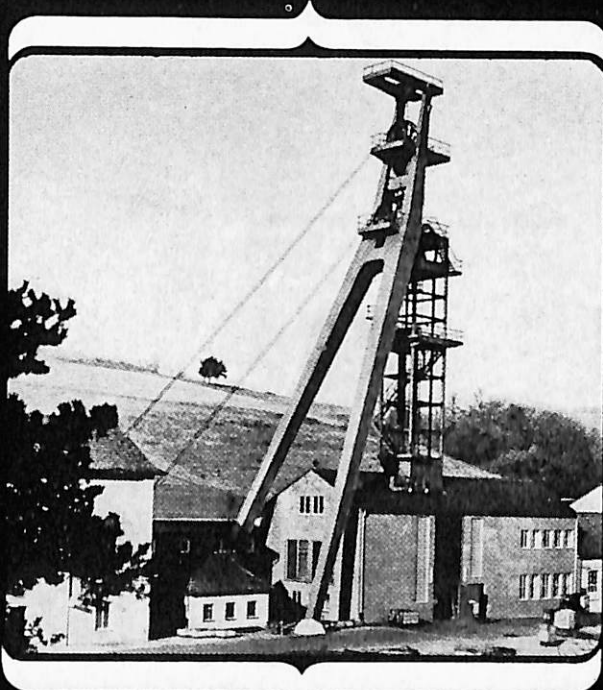


Schmalspurbahnen im Einfallen bis 50°

Klebanker zur Streckensicherung

**BECORIT-Grubenausbau GmbH**  
**435 Recklinghausen**  
**Bundesrepublik Deutschland**

# Automatizacija Automation АВТОМАТИЗАЦИЯ



Već 150 godina planiramo, proizvodimo i isporučujemo kompletna izvozna postrojenja za okno i pojedinačne uređaje najvećeg kapaciteta za rudnike ruda, uglja i kalijuma.

For 150 years we have been planning, constructing and supplying complete shaft winding installations and individual equipment of largest capacities for the ore, coal and potash mining industries.

Depuis 150 ans, nous étudions, construisons et fournissons des installations d'extraction complètes ainsi que des équipements individuels pour les industries de minerai, de charbon et de potasse jusqu'aux capacités les plus grandes.

Seit 150 Jahren planen, bauen und liefern wir komplette Schachtförderanlagen und Einzeleinrichtungen größter Leistungen für den Erz-, Kohle- und Kalibergbau.

150 лет, как мы планируем, строим и поставляем полные подъемные шахтные сооружения и оборудования больших мощностей для рудных, угольных и калийных промышленности.

## GHH

Gutehoffnungshütte Sterkrade AG  
42 Oberhausen

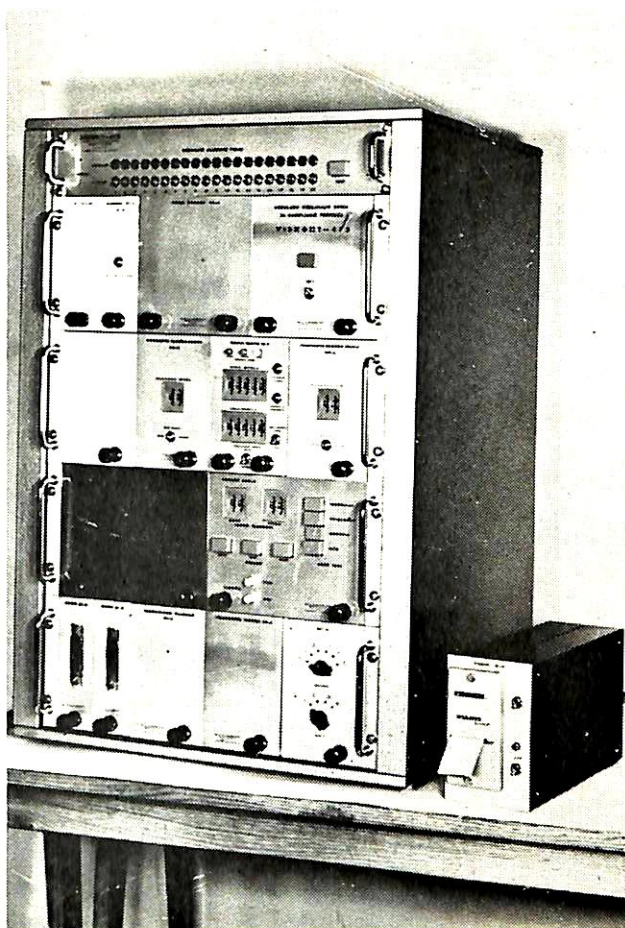
# VISKONT-672

MODULARNI SISTEM ZA  
ELEKTRONSKO SKUPLJANJE I  
DALJINSKO DOSTAVLJANJE  
PODATAKA SA 20 KANALA

Vi, naravno, želite sigurnost. Ona se postiže pouzdano, ako imate blagovremene informacije koje pruža VISKONT — 672.

VISKONT — 672 momentalno daje nekoliko desetina informacija o koncentraciji eksplozivnih, otrovnih i zagušljivih gasova u jamama i fabričkim halama.

Zahvaljujući elektronskim sistemima VISKONT — 672, Vi ne dovodite u opasnost Vaše živote i živote ljudi.



VISKONT — 672 je moderan, savremen i pouzdan sistem namenjen za otkrivanje i istovremeno merenje koncentracija gasova: CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S, kao i merenje temperature. On je proizveden i isproban u našim najboljim institutima.

RUDARI I METALURZI,

uvedite ovaj sistem u Vaše rudnike i fabrike, jer ćete njime blagovremeno sprečiti tragedije.

Za šire informacije obratite se komercijalnoj službi Progres Investa.

**PROGRES INVEST**

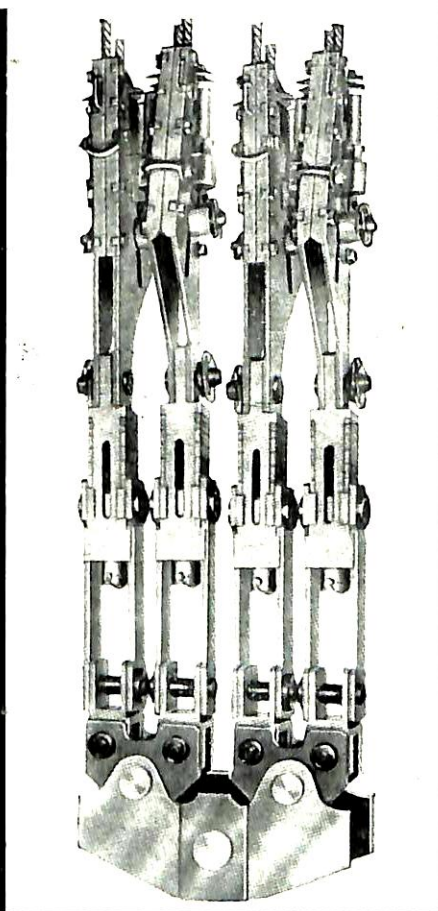
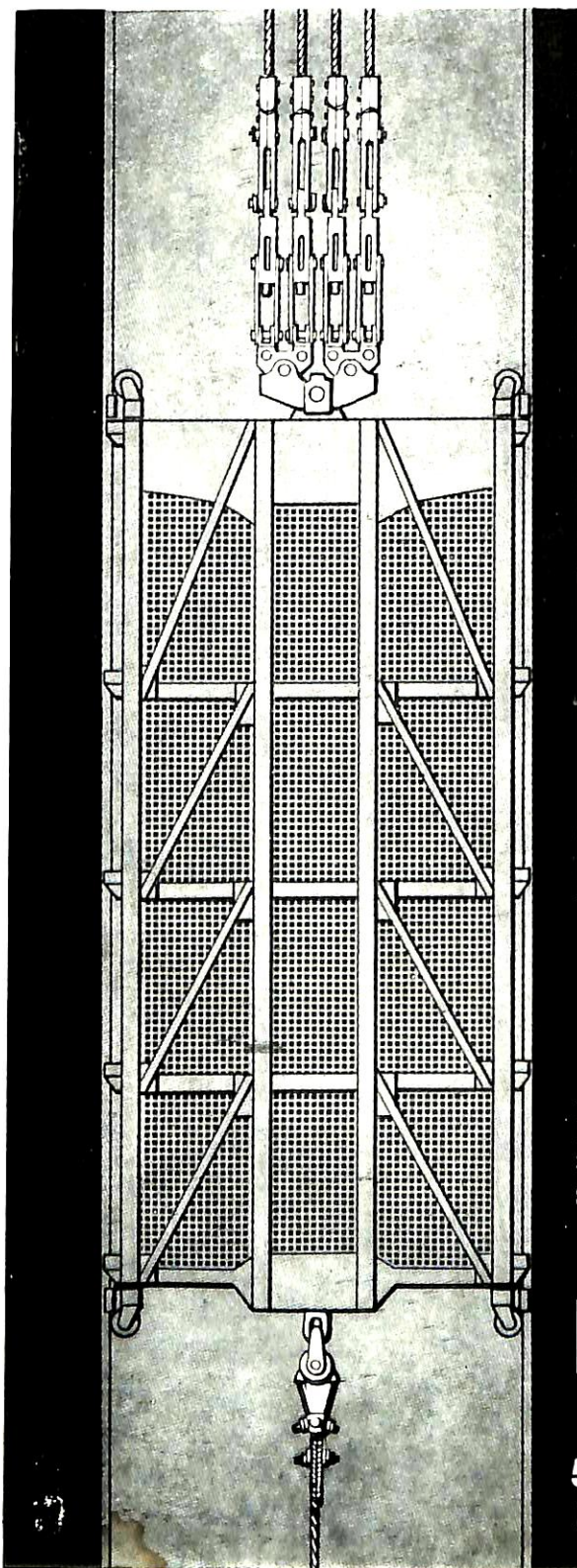
**Poslovno udruženje**

za istraživanje, projektovanje izgradnju i isporuku opreme energetskih, industrijskih, rudarskih i vodoprivrednih objekata, Beograd, Bulevar revolucije broj 84.

**P. O. B. 829**

**Telex: 11101**

**Telefonska centrala: 441-864-8**



**Oberseil-Zwischengeschirre**  
für Ein- und Mehrseil-Förderung mit hydraulischer Verstelleinrichtung zur Verstellung unter Last

**Unterseil-Zwischengeschirre**  
(auch isoliert für Korbtelfonie)

**Abteuf-Zwischengeschirre**

**Heuer-Seilträger**  
zum Abfangen von Förderseilen

**Seilklemmen · Endschutzklemmen**

**HEUER  
HAMMER**



5868

Letmathe-Untergrüne

nudi:



PREDUZEĆE ZA SPOLJNU TRGOVINU

# centrozap

KATOWICE — Ligonia 7 — POLJSKA  
Poštanski fah: 825  
Telefon: 513-401  
Telex: 0 312-416 do 418  
Telegram: CENTROZAP—Katowice

## VALJKASTE PODSEKAČICE SA KONZOLOM tip KBR-1

Valjkasta podsekačica KBR—1 je mašina velikih mogućnosti kretanja, koja zadovoljava moderne zahteve sigurnosti na radu. Izvedba električnih instalacija, sigurna protiv eksplozije metana, omogućuje korišćenje ove podsekačice u rudnicima kamenog uglja sa prisustvom metana — ranga opasnosti »C«.

Podsekačica KBR—1 je moderna mašina visokog učinka i velike snage.

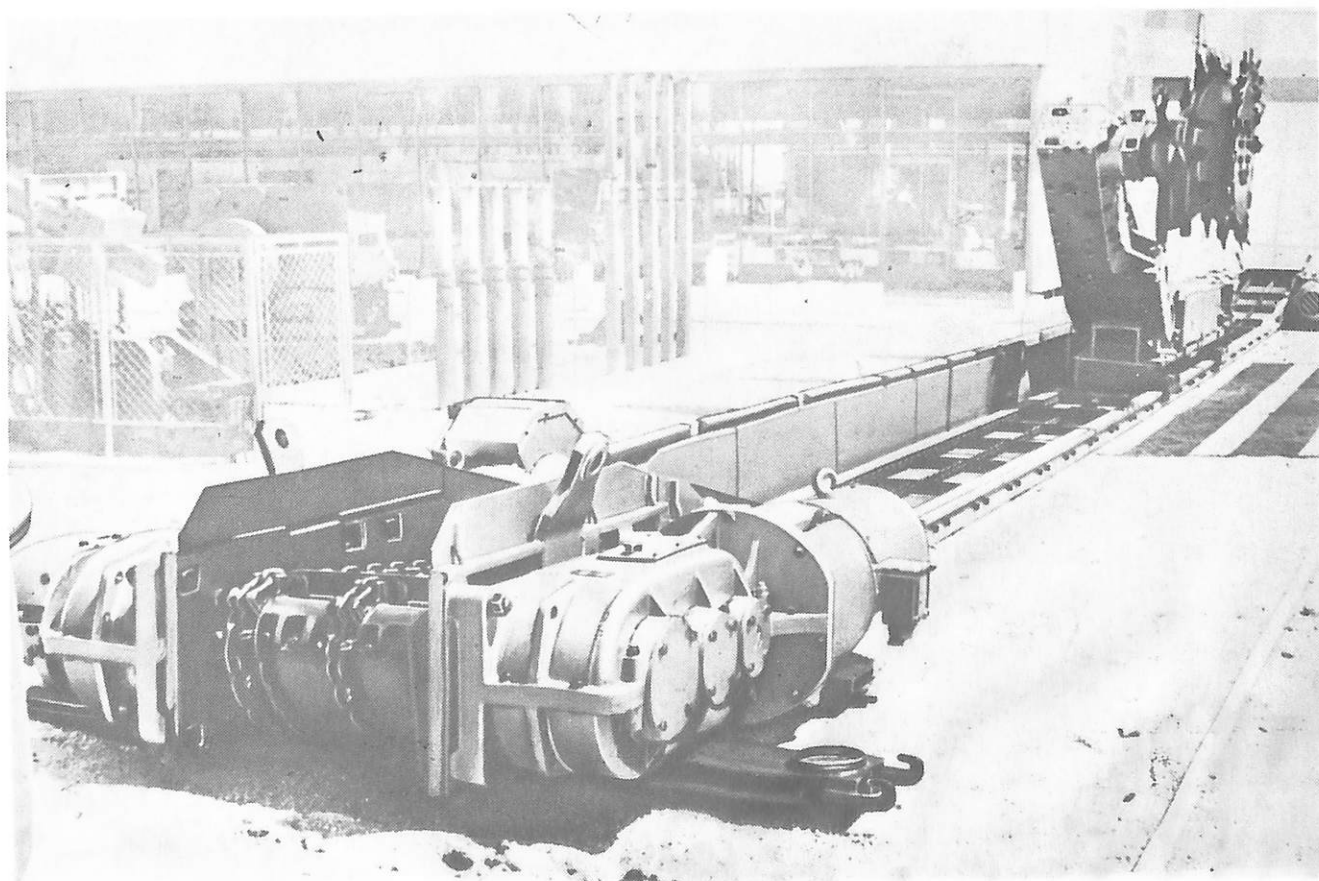
Namenjena je za naizmjenično podsecanje i utovar uglja na transporter pri otkopavanju širokog čela u slojevima moćnosti od 1,25 — 3 m, pri visokom stepenu mehanizacije.

Valjkasta podsekačica je podešena za rad sa oklopnim grabuljarom uz korišćenje čelične ili mehanizovane konstrukcije.

Mašina najbolje radi u ravnim slojevima ili u slojevima čiji je pad do 12°.

Uz odgovarajući i siguran vitao mašina može da radi i u slojevima sa većim nagibom.

Zastupnik za SFRJ: MAŠINOKOMERC — Beograd, Knez Mihajlova 1—3.



# HEBEN - LADEN - FÖRDERN

ca. 120 Seiten

Format A 4

Preis S 90,-

## Redaktionskomitee:

o. Prof. Dr. Kurt BAUER

o. Prof. Dr. Johann BILLICH

Prof. Dr. Carl HOCHSTETTER

Vorstand des Instituts für Fördertechnik und Maschinenzeichnen an der Techn. Hochschule Graz

Vorstand des Instituts für Fördertechnik an der Techn. Hochschule Wien

Redakteur des Montan-Verlages, Wien

## AUTOREN- UND INHALTSVERZEICHNIS

o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johann BILLICH, Wien	Zum Erscheinen der neuen österreichischen Normen zur Berechnung und Ausführung der Tragwerke des Kranbaues
Dipl.-Ing. Dr. Jörg OSER, Graz	Die Fördergeschwindigkeit von Schwingrinnen mit periodisch verlaufenden, gerichteten Rinnenbewegungen
Dipl.-Ing. Andreas GUNTERMANN, Essen	Förder- und Versorgungstechnik sowie Personenbeförderung im deutschen Steinkohlenbergbau unter Tage
Dozent Dr.-Ing. Wolfgang LUBRICH, Eschweiler	Die Bandanlage als typisches Fördermittel im Braunkohlen-Tagebau
Obering. Prof. Dr. Siegfried BÄR, Oberhausen	Wege zur Leistungssteigerung und Rationalisierung der Schachtförderung
Dipl.-Ing. Alfons SMOLNIKER, Zeltweg	Neue Schachtförderanlagen in Österreich
Dozent Dr. Jan BARTA und Dr. Jiří SALUS, beide Prag	Entwicklung und Stand der Schachtfördertechnik in der CSSR
Obering. Dr. Felix FRITSCH, Wien	Antriebe für Schaufelradbagger
Dipl.-Ing. Wilhelm STRAUCH, Leipzig	Kleinschaufelradbagger der Baggerklasse 0
Dipl.-Ing. Friedrich HAAS, Attnang	Gurtförderer in Sonderkonstruktion unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Fördergurten mit Wellkanten
Dipl.-Ing. Dr. Bruno GRÖSEL, Wien	12-t-Schwimmkran "Roula" - ein Beispiel moderner Krankonzeption
Dipl.-Ing. Rudolf WÖRNDLE, Hard	Der hydraulische Antrieb am Beispiel des 120 Mp Portalkranes
Dipl.-Ing. Josef MONSBERGER, Wien	Abbaukratzer - Entwicklung, Anwendung und Bauarten
Grubensteiger Walter MELZER, Köflach	Hydraulischer Wannelader - Ladegerät für Vortriebsstrecken in Kohle und Stein
Direktor Dipl.-Ing. Ernst BERNDL, Bischofshofen	Liebherr-Krane für jeden Einsatz
Technik und Wirtschaft	

Bestellungen erbeten an (Bestellkarte liegt bei):

MONTAN-VERLAG, A-1071 Wien, Neubaugasse 1 - Tel. (0222) 93 33 75





## RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD — ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 608.541-549 telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA
  
- površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
- oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
- miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite
  
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svoje  
ske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti..

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje dva kvartalna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK  
SIGURNOST U RUDNICIMA

- veliki broj stručnjaka
  - visok naučni i stručni nivo
  - ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni u praksi
  - Iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
  - savremena oprema
- garantuju: **BRZE**

**SAVREMENE  
KVALITETNE**

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

**POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE  
I INŽENJERING U RUDARSTVU**

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.  
Telefon 608 541-549 (Teleks 11830 YU RI)  
Poštanski fah 116.

- 
- large number of experts
  - high scientific and specialized level
  - realized scientific-research results applied in practice
  - experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
  - up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

**FAST  
CONTEMPORARY  
HIGH QUALITY**

services in above activities

---

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

**CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING**

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2  
tel. 608. 541.549 — telex 11830 YU RI

---

**RI**

---

**RI**

**RUDARSKI INSTITUT  
BEOGRAD — ZEMUN**

Batajnički put br. 2 tel. 608.541-549 telex 11830 YU RI

---

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
  - ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
  - ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
    - open-cast and underground exploitation of mineral ores
    - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
    - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
  - CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
  - RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES
- Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.**

---

The Institute of Mines editorial activities include two quarterly periodicals:

RUDARSKI GLASNIK  
SIGURNOST U RUDNICIMA

**Bibliografski kartoni  
članaka štampanih u »Sigurnosti u  
rudnicima« u toku 1970. godine.**

(Kartoni, isečeni i sređeni po decimalnoj  
klasifikaciji — prema broju u levom  
uglu gore — upotpuniće Vašu kartoteku).

06.053 : 331.823 : 622

Sehović Alija: O radu Stalne konferencije o zaštiti na radu u  
rudnicima SR BiH

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1970), str. 82

Konferencija, održana u Rudniku mrkog uglja Mostar 1969. god.,  
tretirala pitanja: problematika upravljanja krovinom, stepen  
opasnosti ugljene prašine jama u SR BiH s obzirom na eksplo-  
zivnost, zaštita od prašine. Dodeljena su priznanja jednom broju  
rudnika BiH povodom Dana rudara BiH, a za uspehe u sprovo-  
đenju zaštitnih mera.

06.053 : 331.823 : 622 (497.12)

Cerovac dipl. ing. Matija: Savetovanje u vezi sa zaštitom na radu  
u rudarstvu SR Slovenije

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 86—87

Savetovanje održano u rudniku olova Mežice, Crna u Koruškoj,  
maja ove godine. U referatu Republičkog rudarskog inspektorata  
SR Slovenije izvršena je analiza zaštite na radu u rudarstvu SR  
Slovenije u 1969. god. Ova analiza je, uz nekoliko koreferata  
predstavnik pojedinih rudnika i uz veći broj učesnika u dis-  
kusiji omogućila donošenje značajnih zaključaka i ostvarenje ci-  
lja savetovanja.

06.053 : 622 : 331.823 = 863

Cerovac dipl. ing. Matija—Tarter dipl. ing. Karel: Posvetovanje v  
zvezi z varstvom pri delu v rudarstvu SR Slovenije

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1970), str. 64—81

Statistički su obrađene analize telesnih povreda na radu u pojed-  
nim granama rudarstva SR Slovenije u 1968. god. s obzirom na  
njihovu učestalost i ozbiljnost, navedeni su izvori, uzroci, načini  
povređivanja prema propisanoj jedinstvenoj nomenklaturi. Data  
su poređenja broja povreda i izgubljenih radnih dana u godi-  
nama 1963, 1967 i 1968.

U zaključcima sa Savetovanja predlažu se izvesne izmene i do-  
pune postojećih propisa u rudarskom zakonodavstvu.

06.053 : 331.823 : 622 »Srbija«

Kommenov dipl. ing. Milivoj: Savetovanje o zaštiti na radu u  
rudarstvu SR Srbije

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 33—40

U organizaciji Republičkog odbora sindikata radnika industrije  
i rudarstva i Republičke rudarske inspekcije SR Srbije održano  
je ovo savetovanje. Podnet je godišnji izveštaj o radu Republič-  
ke rudarske inspekcije i Inspekcije rada SR Srbije za 1969. god.  
i još 9 referata o problemima zaštite na radu u rudarstvu. Na-  
vedeni su i predlozi Savetovanja za donošenje i izmenu propisa  
i drugih normativnih akata.

06.053 : 622.42/46

Suhan dr ing. Libor: Međunarodni simpozijum o provetranju  
rudnika u Joahimovu (CSSR)

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1970), str. 27—30

Simpozijumu, održanom 1969. g. prisustvovalo je 236 stručnjaka  
iz 16 zemalja. Učesnici su upoznati sa aktuelnim istraživanjima  
i naučnim radovima u oblasti jamskog provetranja. Trasirane  
su najvažnije smernice naučnog istraživanja u toj oblasti i po-  
stavljene osnov za međunarodnu saradnju u rudarskoj aerologiji.

<p>06.053 : 622.867.3/4</p> <p>Golubović dipl. ing. Dragoslav: Drugi simpozijum zaštite respiratornih organa, Leipzig, 1970.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 109—110</p> <p>Veliki broj referata održan na Simpozijumu svrstan je po kompleksima: »Biološki aspekt zaštite disanja«, »Naučno-tehnički aspekt zaštite disanja«, »Novine u razvoju zaštite disanja«, »Problemi i iskustva kod primene sredstava za zaštitu disanja«. Time je ova problematika svestrano obrađena.</p>	<p>331.823 : 622</p> <p>Kommenov dipl. ing. Milivoj: Metode za realizaciju zaštite na radu u rudarstvu i dosadašnja iskustva kod nas i u svetu</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 107—109</p> <p>Podaci i mišljenja izneta u ovom napisu doprinose sagledavanju postojećih metoda u rešavanju problema poboljšavanja zaštite na radu u našim rudnicima. Usavršavanjem postojećih i uvođenjem novih metoda zaštite, zaštita na radu može biti podignuta na znatno viši nivo.</p>
<p>06.053 »Madrid« : 622</p> <p>Trampuž prof. ing. Ivo: Šesti međunarodni rudarski kongres</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 83—86</p> <p>Kongres održan u Madridu, u junu 1970. god. Prisutno 1093 predstavnika rudarstva iz 42 zemlje. Podneseno više referata koji nisu razmatrani pojedinačno već na osnovu generalnih referata. IV grupa referata imala je poseban značaj za oblast zaštite na radu. U njoj je razmatrana ugroženost čoveka pri radu usled štetnih uticaja radne sredine kao i faktor-čovek kao uzrok nesrećnih slučajeva. U prikazu se navode uglavnom referati u kojima su uz tehničke i tehnološke probleme tretirani i problemi zaštite na radu.</p>	<p>547.211 + 661.92 : 622.81</p> <p>Curčić dipl. ing. Aleksandar — Ahel dipl. ing. Ivan — Vukić dipl. ing. Milutin: Rezultati izučavanja povoda za formiranje eksplozivne smeše metana i vazduha u jami »Sretno« Rudnika mrkog uglja Breza i mogućnost učešća ugljene prašine u eksploziji</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 14—32</p> <p>Autori iznose prikaz regularnog režima provetravanja revira P—3, a zatim navode moguće neregularne načine sa posledicama akumulacije metana u radnom prostoru širokog čela br. 5 kao i osnovne karakteristike procesa sagorevanja metana i eksplozija različitih smeša metana (s vazduhom, prašinom i vazduhom). Oni dalje dokazuju učešće prašine u eksploziji i daju bilans nesreće.</p>
<p>331.823 : 347.722 : 622</p> <p>Marković dr ing. Stevan: Neki aspekti zaštite na radu u kompaniji Cerro de Pasco Corp. u Peru-u</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 68—71</p> <p>U članku su prikazane vrlo interesantne organizacione mere zaštite na radu koje su dale zapažene rezultate. U kompaniji, na pr., koja poseduje desetak većih rudnika bakra, cinka, olova i srebra i zapošljava oko 14.000 radnika i službenika dolazio je 1 smrtni slučaj na devet miliona radnika/sati u poslednjih pet godina. Sledi: opis organizacije sektora zaštite na radu, organizacija zaštite na pogonima i postignuti rezultati.</p>	<p>614.894 : 159.944</p> <p>Stojilković dr Živko — Brdarić dr Rade — Savić dr Srđan: Aerobni i anaerobni radni kapacitet sa zaštitnom maskom</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 77—82</p> <p>Telesno naprezanje pod zaštitnom maskom dovodi do brže i veće koncentracije mlečne kiseline u krvi što ograničava radni kapacitet. Ispitivanja su pokazala da je zaštitna maska M—65—MZ pogodnija od maske M—53—MZ. U toku opterećenja radom s pomenutim zaštitnim maskama dolazi i do porasta ugljen-dioksida u krvi.</p>

<p>621.313.13 : 621.51.004.64.</p> <p>Kačkin dr ing. Đorđe: Uticaj veze motor-kompresor na mogućnost nastanka havarije kod rotacionih klipnih kompresora</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 72—76</p> <p>Objašnjen je veliki značaj pravilnog izbora veze motor-kompresor za sigurnost rada rotacionih klipnih kompresora. Ističe se da je neposredno spajanje kompresora sa pogonskim elektromotorom putem elastične spojnice daleko sigurnije od kaišnog prenosa kod koga svaka nepravilnost u eksploataciji pogoršava uslove pod kojima radi rukavac kompresora. Dat je i brojni primer.</p>	<p>622.004.17</p> <p>Stojilković dr Živko — Milosavljević dr Živorad: Ergonomija u rudarstvu</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 88—94</p> <p>Na temelju studijskih analiza odnosa čovek-rad i čovek-mašina (alat) iznađene su mogućnosti za ostvarenje optimalnih uslova za radove u rudarstvu. Autor objašnjava prednost ergonomije kao mlade — nove naučne discipline koja se u suštini bavi izučavanjem problema recipročne adaptacije čoveka i rada. Predlažu se, na osnovu toga, mere za ekonomičnije korišćenje ljudske snage pri obavljanju teškog telesnog rada i za podizanje produktivnosti u uslovima kombinovanog dejstva teškog rada i visoke temperature radne sredine.</p>
<p>621.315.2 : 622.72</p> <p>Marinović dipl. ing. Nenad: Kabelska elektroenergetska mreža za podzemne rudnike sa osvrtom na postojeće propise i raspoložive kabele</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1970), str. 46—59</p> <p>Navedene su konstrukcije kabela koji su u upotrebi u podzemnim prostorijama rudnika kao i koji su kabele najprikladniji. Dati su podaci o specijalnim rudničkim kablama, kontrolniku kabela visokog napona, o greškama u kabelskoj mreži rudnika i sl., kao i o potrebi novih konstrukcija kabela za rudnike i dopuni postojećih propisa i standarda.</p>	<p>622.235/.235.9.004.2</p> <p>Mitrović dipl. ing. Dragoljub: Potreba izmene i dopune u propisima o rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1970), str. 79—81</p> <p>Postojeći propisi o rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu prevazidene su uvođenjem nove tehnologije, a za regulisanje novina u miniranju i ne postoje potrebni propisi. Dopuna i prerada ovih propisa treba da bude odraz stvarnog stanja i tendencija u razvoju tehnologije proizvodnje eksplozivnih sredstava i tehnologije miniranja.</p>
<p>621.879.6 : 624.137.622.693.25</p> <p>Spasić dipl. ing. Novica: Uticaj radnih parametara bagera odlagača na stabilnost kosina i sigurnost tehnologije odlaganja pod teškim rudarsko-geološkim uslovima</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 25—34</p> <p>Iznesena su iskustva stečena na površinskim otkopima ugljenog basena »Kosovo« o uticaju pravilnog izbora radnih parametara bagera odlagača na stabilnost kosina odlagališta. Dati su podaci o fizičko-mehaničkim svojstvima povlatnih slojeva u basenu »Kosovo«, elementi za izbor radnih parametara odlagača, proračuni i provere stabilnosti kosina odlagališta i način određivanja radnih parametara stabilnosti kosina.</p>	<p>622.235 »Raša« : 331.823</p> <p>Abramović doc. ing. Vladimir: Unapređenje tehnike miniranja u uvjetima rada Istarskih ugljenokopa Raša</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1970), str. 5—27</p> <p>U članku je dat osvrt na tehniku miniranja, propise i radnu sredinu, zatim zapažanja na pokusnim i proizvodnim miniranjima. Dat je prikaz načina miniranja, ušteda i predlozi za unapređenje postojećeg pravilnika i tehničkih uputstava.</p>

<p>622.26 : 331.823 : 624.054</p> <p>Jovanović dr ing. Petar: Kriterijum za proračun granične širine podzemnih prostorija</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 83—88</p> <p>Autor ovu analizu zasniva na izvesnim prognoznom parametrima dobijenim u toku faze istraživanja ležišta. On objašnjava uslove i problematiku određivanja granične širine podzemnih prostorija i daje proračun granične širine.</p>	<p>622.273.3</p> <p>Patarić dr ing. Momčilo: Projektovanje zaštitnih stubova</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1970), str. 41—56</p> <p>Istaknuta je neophodnost sistematskih istraživanja u rudnicima radi pravilnijeg projektovanja zaštitnih stubova. Opisani su: izbor uglolovnih parametara konstrukcije zaštitnih stubova za okna, zgrade, željezničke pruge; objašnjene deformacije na površini terena i projektovanje otkopavanja zaštitnih stubova i dr.</p>
<p>622.26 : 625.153 : 624.054</p> <p>Jovanović dr ing. Petar: Rešavanje problema dimenzionisanja raskršća u hodnicima u svetlu tehničko-sigurnosnih zahteva</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1970), str. 39—45</p> <p>Dat je pristup rešavanju problema dimenzionisanja raskršća u hodnicima, a zatim elementi za konstruisanje uz mogućnost praćenja svih potrebnih parametara za prirodu proračuna. Posebna pažnja je poklonjena, pored ostalog, i tehničko-sigurnosnim zahtevima.</p>	<p>622.323 : 331.823</p> <p>Rosić dipl. ing. Velibor — Ristić dipl. ing. Božidar: Eksploatacija naftnogaskondenzatnog sistema Mokrin—severni Banat sa osvrtom na mere sigurnosti (I deo)</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 62—67</p> <p>U članku su date opšte karakteristike ovog sistema s osvrtom na njegove specifičnosti, geografski položaj i komunikativne veze. Prikazani su geološki i geofizički radovi i rezultati istražnih i eksploatacionih bušenja kao i geološke karakteristike ležišta. Izvršena je analiza utvrđenih pozitivnih horizonata i objašnjene karakteristike rezervoar—stena.</p>
<p>622.273.23</p> <p>Salović dipl. ing. Mirko: Problematika upravljanja krovinom kod širokočelnog otkopavanja</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1970), str. 82—86</p> <p>Iznesene su širokočelne otkopne metode koje se koriste u rudnicima uglja SR BiH za otkopavanje debelih slojeva i slojeva male i srednje moćnosti uz primenu istih frikcionih stupaca i uz upravljanje krovinom zarušavanjem. Podvučena je potreba stalnog sistema instrumentalne kontrole u jamama gde pri širokočelnom otkopavanju zarušavanje krovine prate dinamički efekti, radi praćenja procesa maksimalnih opterećenja otkopne podgrade i podgrade u pristupnim hodnicima kao i procesa zarušavanja.</p>	<p>622.323 : 331.823</p> <p>Rosić dipl. ing. Velibor — Ristić dipl. ing. Božidar: Eksploatacija naftno-gaskondenzatnog sistema Mokrin — severni Banat, sa osvrtom na mere sigurnosti (II deo)</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 70—82</p> <p>Prvi deo članka objavljen je u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970). U drugom delu izneseni su: projektovanje i eksploatacija sistema, izbor režima proizvodnje i mere sigurnosti, i zaštita sistema od nekontrolisanog izbacivanja fluida—erupcije.</p>

<p>622.33.008.003 = 863</p> <p>Zagoričnik dipl. ing. Stefan: Pomen ustreznih rudarsko-tehničkih in varstvenih ukopov za gospodarenje z ozirom na napredek tehnološkega procesa v premogovnikih</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1970), str. 60—65</p> <p>Objašnjena je uslovljenost povećanja rentabilnosti rudnika uglja, koncentracije proizvodnje i povećavanja otkopnih i jamskih učinaka, brzim uvođenjem savremene rudarske tehnike i modernizacije otkopnih metoda. Istaknuta je potreba korišćenja iskustava rudarske industrije naprednijih zemalja i bolje organizacije rada.</p>	<p>622.8.07</p> <p>Ivanović dipl. ing. Vladimir: Značaj primene kompleksne zaštite u borbi protiv agresivnog delovanja mineralne prašine</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1970), str. 31—38</p> <p>Objašnjeni nužnost i principi kompleksne kolektivne zaštite u borbi protiv agresivne prašine koji se sastoje u: sprečavanju primarnog izdvajanja prašine, sprečavanju sekundarnog izdvajanja nataložene prašine, obaranju izdvojene prašine i primeni ventilacionih metoda.</p>
<p>622.44.003</p> <p>Jovičić dipl. ing. Vesna: Sigurnosni i ekonomski aspekti ventilacije rudnika sa više glavnih ventilatora</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 5—13</p> <p>U članku su iznesene zakonitosti zajedničkog rada dva ili više ventilatora i ukazano na primere veze (serijske, paralelne ili kombinovane) glavnih ventilatora koja može da izazove negativne sigurnosne ili ekonomske efekte. Posebno se ukazuje na to da svaka primena dva ili više ventilatora nosi u sebi mogućnosti nepovoljnih rešenja pa je stoga potrebno da se pre uvođenja u praksu detaljno sagledaju.</p>	<p>622.8.07</p> <p>Jovanović dr ing. Gvozden — Bánhegyi dipl. ing. Mihály — Curčić dipl. ing. Aleksandar — Vukanović dipl. hem. Branka: Opasnosti od eksplozivnih prašina i metode istraživanja njihove eksplozivne sposobnosti</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1970), str. 5—19</p> <p>Dat je pregled eksplozija u rudnicima u svetu izazvanih ugljenom prašinom, a zatim izneto o izvorima prašine u radnoj sredini, objašnjen pojam eksplozivno opasnih prašina, faktori koji utiču na stepen eksplozivnosti ugljene prašine i pojavu eksplozije uopšte. Izneseni su metodi laboratorijskog ispitivanja eksplozivnih osobina ugljene prašine.</p>
<p>622.455</p> <p>Moravček doc. ing. Jovan — Uljić dipl. ing. Hamdija: Regulacija raspodjele vazduha u ventilacionim sistemima sa posebnim osvrtnom na regulaciju pomoću vazдушnih zavjesa</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1970), str. 67—78</p> <p>Dat je osvrt na problem raspodele vazduha u ograncima. Objasnjene aktivna i pasivna regulacija raspodele vazduha u ventilacionim sistemima i iznesene njihove teoretske i praktične osnove. Posebno je obrađena primena vazdušne zavese kao načina regulacije raspodele vazduha.</p>	<p>622.8.07 : 622.344</p> <p>Ahel dipl. ing. Ivan — Ivanović dipl. ing. Vladimir: Stanje za prašenosti u rudnicima olova i cinka u SFRJ</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 95—106</p> <p>U članku se navode tipovi ležišta olovo-cinkane rude u SFRJ, otkopne metode u primeni, parametri zaprašenosti pri karakterističnim radnim operacijama kao i rezultati delimične primene kompleksnih tehničkih mera u borbi sa prašinom u rudniku »Stari trg« i kratak pregled uređaja za otprašivanje konstruisanih u eksperimentalnoj laboratoriji Rudarskog instituta u Beogradu.</p>

<p>622.817</p> <p>Marinović dipl. ing. Ivo: Analiza prodora plina u rudniku lignita »Jama Manduševac« Bjelovarskih rudnika Trojstvo</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 13—24</p> <p>Ovom analizom dat je, pre svega, istorijat otvaranja jame Manduševac. Temeljno su i dokumentovano opisani istražni radovi, otvaranje i razvijanje rudnika i posebno prodor plina. U zaključcima se konstatuje, pored ostalog, da je solidno projektovanje od izvanrednog značaja i da se ne sme izostaviti bez obzira na veličinu objekta ili tehnološkog procesa.</p>	<p>622.82 : 628.745</p> <p>Curčić dipl. ing. Aleksandar — Vukanović dipl. hem. Branka — Petrović dipl. ing. Miodrag: Istraživačko-eksperimentalni rad na iznalaženju metoda za savlađivanje jamskih požara / upotrebom hemijskih i inertnih materija</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str. 41—60</p> <p>U članku su, pre svega, izneseni nedostaci postojećih metoda za savlađivanje jamskih požara, a zatim dati tok i rezultati istraživačkog i eksperimentalnog rada autora na iznalaženju najefikasnijih metoda za savlađivanje oksidacionih procesa i nastalih jamskih požara i to prvenstveno korišćenjem nekih hemijskih materija koje smanjuju sklonost uglja samozapaljenju i efikasno suzbijaju jamski požar. Rezultati su pozitivni.</p>
<p>622.817</p> <p>Vukić dipl. ing. Milutin: Mogućnost nastanka, eksplozije prilikom izolacije podzemnih požara u metanskim jamama i metoda njihovog sprečavanja</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 35—52</p> <p>Dati su primeri eksplozije metana i ugljene prašine za vreme radova na izolaciji postojećih jamskih požara ili nakon tih radova. Analizirani su uzroci eksplozija u izoliranim prostorijama. Iznete su osnove proračuna eksplozivnosti prostih i složenih smesa u metanskim jamama, zatim određivanje eksplozivnosti složenih požarnih smesa ekspres-metodom sa primenom proračuna i metoda proračuna količine ugljenične kiseline za sprečavanje eksplozije pri kombinovanom načinu likvidacije podzemnih požara.</p>	<p>622.867</p> <p>Homan prof. dr ing. Anton: Udarnost jamske rešavalne čete</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 5—12</p> <p>Efikasnost čete za spasavanje uslovljena je brzinom delovanja, pravilnom lokacijom stanice za spasavanje, urednim održavanjem opreme, stručnošću i spremnošću članova. Istaknut je značaj brzog i tačnog informisanja i brzog uspostavljanja veze sa mestom nesreće. Poseban je značaj dat »Planu odbrane i spasavanja« i jasnoj odgovornosti svakog člana čete, zatim akcijama pri visokim temperaturama i vlažnom vazduhu kao i pomoći unesrećenima.</p>
<p>622.818</p> <p>Cerovac dipl. ing. Matija: Stanje povređivanja i problemi zaštite na radu u rudarstvu SR Slovenije u 1969. godini</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1970), str.</p> <p>U članku je dat u skraćenom obliku referat Republičkog rudarskog inspektorata — Ljubljana održan u rudniku Mežice (Crna na Koreškem), 5. i 6. maja 1970. godine, na Savetovanju u vezi zaštite na radu u rudarstvu SR Slovenije.</p>	<p>624.137 : 622.271 : 622.33</p> <p>Najdanović prof. ing. Nikola: Prilog metodologiji za određivanje stabilnosti etaža u peskovitom i glinovitom tlu na površinskim otkopima uglja</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1970), str. 20—25</p> <p>Objašnjen kriterijum za određivanje visine etaža i nagiba kosina na površinskim otkopima da bi se postigla stabilnost za određeno vreme. Izneti proračuni za određivanje visine etaža i nagiba kosina površinskih otkopa u peskovitom i glinovitom tlu.</p>



624.137 : 68.142 »Kosovo«

Simić dipl. ing. Radomir — Gavrić dipl. mat. Radivoje: Ispitivanje stabilnosti radnih etaža na površinskom otkopu »Dobro Selo« Kosovskog ugljenog basena pomoću modifikovane švedske metode uz primenu digitalnog računara »National Elliott — 803«

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1970), str. 26—40

Na primeru površinskog kopa »Dobro Selo« razraden je matematički model i dati algoritmi za korišćenje digitalnog računara, pri proračunima stabilnosti radnih jalovinskih etaža modifikovanom švedskom metodom, a na osnovu laboratorijskih podataka o fizičko-mehaničkim osobinama jalovinskog pokrivača. Dati su opisi digitalnog računara sa fotografijama, način programiranja i rezultati ispitivanja kao i odgovarajući dijagrami.

628.51 : 622.33

Čuzović dipl. ing. Milenko: Analiza povređivanja u jami »Omazići«

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1970), str. 53—61

Izneseni su osnovni uzroci povređivanja i dati strukturni pregledi povreda sa potrebnim pokazateljima. Autor se kritički osvrnuo na dosad preduzimate mere zaštite i dao predloge za poboljšanje organizacije zaštite na radu i smanjenje povređivanja.

628.5

Anić dipl. met. Bratislav — Rein dr František: Određivanje zaštitnih zona ugroženog područja u Bečeju

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1970), str. 57—63

Studija utvrđuje načine iznalaženja granica zaštitne zone oko eruptivnog grotla, metodiku terenskih merenja bitnih meteoroloških veličina radi pravilnog interpretiranja izmerene koncentracije CO<sub>2</sub> s obzirom na difuziju i razradu metodike operativne prognoze difuzije gasa u prizemnom sloju atmosfere na osnovu vladajućih meteoroloških uslova u slučaju dalje aktivnosti grotla.

