



SIGURNOST U RUDNICIMA

VII · 1972 · 2

VII GODIŠTE
2. B R O J
1972. GODINA

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

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

DRAGOVIC 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

MARINOVIĆ 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

	Index
PROF. DR ING. DRAGO OCEPEK	
Neki problemi zaprašnosti u separacijama — — — — —	5
Einige Verstaubungsprobleme in den Aufbereitungsanlagen — — — — —	11
DR OLGA MAČEK	
Humani faktor u procesu nesreća na radu — — — — —	13
Menschliche Faktoren bei den Arbeitsunfallprozessen — — — — —	21
DIPL. ING. LJUBO LOVRIĆ	
Problemi zaštite na radu i sigurnost na boksitnim rudnicima u Hercegovini	23
Problems of Protection at Work and Safety in Bauxite Mines in Hercegovina	27
PROF. ING. NIKOLA NAJDANOVIĆ	
Neka pitanja sigurnosti u rudnicima sa površinskom eksploatacijom na IV poljsko-jugoslovenskom savetovanju u Jašovjecu u Poljskoj — — —	28
Some Questions of Safety in Open Cast Mines Presented at the IV Polish— Yugoslav Consultative Meeting in Jašovjec in Poland — — — — —	31
DIPL. ING. IVICA KAVČIĆ	
Prizadevanja za zmanjševanje nevarnosti pred zastrupitvijo s Hg hlapi na jamskih deloviških rudnika živega srebra Idrija — — — — —	32
Das Bestreben Vergiftungsgefahr durch Hg auf den Örtern in dem Quecksil- berbergwerk Idria herabzusetzen — — — — —	38
MR ING. DEJAN STAJIĆ — MR ING. ANKA ČOVIĆ	
Rešavanje ventilacionih mreža Cross-ovom metodom pomoću cifarskih ra- čunara — — — — —	39
Solution of Ventilation Networks by Use of Digital Computers — — — — —	47
DIPL. ING. MILUTIN VUKIĆ — DIPL. ING. IVAN JAKOVAC — DIPL. ING. IVAN AHEL	
Teoretske osnove kategorizacije jame po stepenu opasnosti od metana i neka iskustva u pogledu njihove praktične primjene — — — — —	48
Theoretical Basis for Mine Categorization According to the Degree of Hazard Due to Firedump and some Experience Regarding Their Practical Ap- plication — — — — —	59
DIPL. ING. ALEKSANDAR ČURČIĆ — DIPL. HEM. BRANKA VUKANOVIĆ	
Opasnosti od eksplozija ugljene prašine u našim rudnicima — — — — —	60
Coal Dust Explosion Hazard in Our Mines — — — — —	69
DIPL. ING. D. PETROV	
Primena metode kvašenja toplom vodom za smanjenje prašine pri minerskim radovima na pripremnim radilištima — — — — —	70
Die Anwendung des Warmwassernassbohrverfahrens zur Staubherabsetzung bei Sprengarbeiten auf Vorrichtungsortern — — — — —	79
DĪPL. ING. FRANTIŠEK DOLEŽAL	
Ispitivanje naleganja maske za zaštitu od prašine — — — — —	80
Untersuchung des Anliegens von Staubschutzmasken — — — — —	81
DIPL. ING. VASO ELEZOVIĆ — DIPL. ING. LUKA SUČEVIĆ — DIPL. ING. JOVAN PEJČINOVIC	
Uticaoj rekonstrukcije priključka ventilatora na povećanje količine vazduha i poboljšanje ventilacionih parametara u Staroj jami rudnika Kakanj	82
Effect of Connection Reconstruction on the Increase of Air Volume and Im- provement of ventilation Parameters in Mine Kakanj Old Pit — — —	89
I z p r a k s e	
DIPL. ING. RADOŠ TANASKOVIĆ	
Zaštita galerije brane HE — Zvornik od nakupljanja eksplozivno opasnih gasova — — — — —	91
Solution of the Protection of HE — Zvornik Dam Gallery Against the Collec- tion of Explosively Hazardous Gases — — — — —	99
Prikazi iz literature — — — — —	100
Bibliografija — — — — —	101

Neki problemi zaprašnosti u separacijama

(sa 8 slika)

Prof. dr ing. Drago Ocepek

Separiranje ruda metala i uglja je proces koji na različite načine utiče na vodu i vazduh, ove važne elemente biološke okoline, kao i na pojedine mašinske delove, a u zavisnosti od osobina prašine i uređaja koji su izvori prašine. U članku su date opšte smernice za suzbijanje prašine u separacijama, za koje postupak počinje već u fazi projektovanja. U vezi s tim prikazana su razna tehnička rešenja za otprašivanje radnog mesta, i zaštitu okoline i naselja. Osim toga, pregledno su date ekonomske i tehničke karakteristike raznih sistema otprašivanja.

Uvod

Suvišno je ukazivati na štetan uticaj moderne tehnologije na biološku okolinu čoveka, koji je svojim načinom života bezuslovno vezan za tu okolinu i koju svojom tehnologijom sve više i više uništava. Separiranje ruda, nemetala i uglja sa svim mogućim tehnološkim procesima i veoma raznovrsnim aparaturama, predstavlja proces, koji direktno utiče na dva veoma važna elementa biološke okoline čoveka — na tekuće vode i na vazduh. Ogromne količine mehaničkih primesa i hemijskih spojeva sliva se sa otpadnim vodama separacija u tekuće vode. Radno mesto radnika na pojedinim mestima u separaciji izloženo je ne samo opasnostima od delova samih postrojenja, već i velikoj koncentraciji prašine u vazduhu, ukoliko se radi o suvim postupcima, odnosno procesima. Neka postrojenja, naročito separacije azbesta, talka, cementa, krečane i slično, zagađuju svojim procesom ne samo pojedina radna mesta, nego i celu okolinu.

Prašina djeluje štetno na više načina. U higijenskom smislu dovoljno je ukazati na činjenicu, da se zbog prašine u atmosferi smanjuje djelovanje sunčevih zrakovca, naročito u ultravioletnom spektru za 20—40%. Prašina predstavlja suvišna kondenzaciona jezgra, koja pojačavaju oblačnost i maglu iz-

nad, takvih područja, što sigurno štetno djeluje na fiziološke funkcije radnog čoveka. Konstatirana je direktna međusobna zavisnost između koncentracije prašine u vazduhu i saobraćajnih i ostalih nesreća u nekim velikim industrijskim centrima.

Poslednjih godina još se veća pažnja polaze na probleme zaprašnosti radnih prostorija, gdje je učinak na zdravlje naročito uočljiv, bilo po profesionalnim oboljenjima, bilo po smanjenoj radnoj sposobnosti i psihičkoj zamorenosti radnika. Silikoza je najviše proširena u proizvodnji kamenog uglja, zatim u porcelanskoj industriji, pa kamenolomima i na kraju eksploataciji metalnih ruda.

Zadatak tehnike suzbijanja prašine na radnim mestima i kod pojedinih mašina, sastoji se u tome, da se koncentracija prašine svede na minimum. Time se povećava sposobnost radnika, smanjuje opasnost po zdravlje, povećava opreznost na radnom mestu. Međutim, nije u pitanju samo čovek, koji je svakako najvažniji, već se suzbijanjem prašine povećava i vek trajanja pojedinih delova mašina.

U ovom pogledu nameravamo ukazati na neke probleme zaprašnosti u separacijama, na izvore prašine u tehnološkom procesu, kao i na metode suzbijanja i time povećanja bezbednosti radnika na radnom mestu.

Osobine prašine u separacijama

Prašinu možemo principijelno podeliti na nekoliko načina, ali nas interesuje samo podela na bezopasne i opasne prašine tehničkog izvora, koje mogu nastati neželjeno (prašina na radnom mestu) i željeno (proizvodnja cementa). Iskustva pokazuju, da je od opasnih prašina, najopasnija prašina kvarca SiO_2 . Kvarc susrećemo u većem delu metaličnih i nemetaličnih ruda, kao jalovinu, i u ugljevinama. Kod različitih tehnoloških procesa je kvarc izložen velikim temperaturnim promenama, koje menjaju njegove osobine i povećavaju ili smanjuju njegovu štetnost. Obični trigonalni kvarc transformira se kod 575°C u heksagonalnu modifikaciju, što je moguće postići i mehanohemijским aktiviranjem u kugličnom ili vibracionom mlinu. Kod 870°C nastaje tridimit i kod temperature 1470°C kristobalit. Tridimit i kristobalit mogu nastati i zagrevanjem nekih drugih minerala kao npr. iz kaolina preko mulita. Što se tiče opasnosti, opitima na životinjama, je ustanovljeno da je po štetnosti najopasniji tridimit, za kojim sledi kristobalit, a tek onda kvarc, što je u vezi sa njihovom rastvorljivošću. Razumljivo je, da se kvarc ne nalazi samo u slobodnom stanju, nego je sastavni deo silikata, gdje je vezan na alkalije i zemnoalkalije (feldspati, granit, gnajs, muskovit, sericit).

Posle kvarca i njegovih spojeva, moramo pomenuti serpentinske azbeste $(\text{OH})_4(\text{Mg}, \text{Fe})_3 \cdot \text{Si}_2\text{O}_5$, kod kojih se analogno silikozu razvija azbestoza. Talkum $(\text{OH})_2 \cdot \text{Mg}_3 \text{Si}_4\text{O}_{10}$ hemijski je sličan serpentinskom azbestu i prouzrokuje sličnu bolest — talkozu. Glinoviti minerali, kao npr. kaolinit $(\text{OH})_4 \cdot \text{Al}_2 \text{Si}_2\text{O}_5$ i montmorilonit $\text{Al}_2(\text{OH})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10}$ u H_2O manje su opasni, ali ne i bezopasni, jer se uvek javljaju u prisustvu slobodnog kvarca.

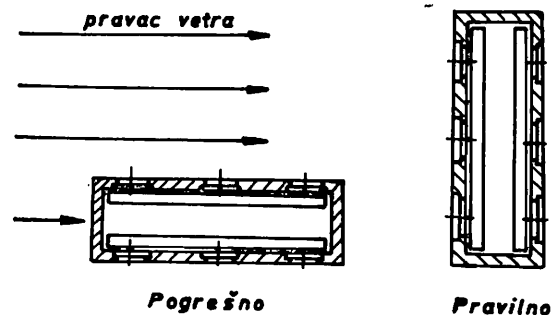
Železni oksidi—hematit Fe_2O_3 , magnetit Fe_3O_4 , zatim korund Al_2O_3 kao sastavni deo boksita, i na kraju barit BaSO_4 , stvaraju u procesu separiranja prašinu, ali ona nije štetna direktno. Indirektno, naravno, zaprašenost okoline utiče psihološki na radne navike i sposobnost radnika.

Svaka prašina karakteriše se naročito svojim oblikom i veličinom pojedinih čestica, odnosno granulometrijskim spektrom. Kvarc je obično izometričnog oblika sa oš-

trim bridovima, azbest ima vlaknatu strukturu, kaolin nastupa u vidu pločica, a gips može imati poroznu izometričnu strukturu. Granulometrijski spektar može biti veoma širok, no za direktan uticaj u plućima čoveka bitne su čestice ispod 10 mikrona, a za zaprašenost okoline i za štetno dejstvo na pojedine delove mašina, dolaze u obzir i čestice do 60μ . Što je prašina finija, veća je njena ukupna i specifična površina — a s time je u vezi i elektrostatično nabijanje, koje igra svoju ulogu kod meteoroloških uslova i kod metoda suzbijanja zaprašenosti. Veoma jak električni naboj prašine može biti i uzrok eksplozije prašine. Interesantna je u vezi sa time i konstatacija, da se štetne prašine nabijaju negativno (kvarc, ortoklas), a bezopasne prašine pozitivno (krečnjak, gips).

Opšta pravila za suzbijanje prašine u separacijama

Suzbijanje prašine nije operacija, koja počinje tek kod mašine, koja zbog prirode procesa proizvodi prašinu, nego mora početi već na crtežu projektanta. Kod projektiranja drobilana, separacija sa suvim procesima i cementara moramo, ako je to moguće, uvek poštovati glavni pravac vetra. Obično treba objekat projektirati poprečno na glavni pravac vetra. Ako vetar duva



Sl. 1 — Položaj objekta s obzirom na pravac vetra.

Abb. 1 — Die Objektlage mit Rücksicht auf die Windrichtung.

većinom u pravcu zapad—istok, onda se separacija projektira na istoku (slika 1). Stanbeno naselje možemo onda postaviti na zapadu i time sprečiti kretanje prašine u

pravcu naselja. Separacije više puta projektiramo na padinama brda, da možemo tu i tamo koristiti gravitacioni transport od postrojenja do postrojenja. To naročito važi za drobilane u kamenolomima. Projektant mora uzeti u obzir termična strujanja na gore i mašine, koje proizvode najviše prašine, postaviti u gornjim etažama zgrade. To važi i za postrojenja koja hvataju i suzbijaju prašinu, npr. cikloni, filtri itd. Stara praksa projektanata da drobilice zbog problema fundiranja projektiraju u etažama ispod površine objekta, pogrešna je. Postrojenja, koja su najveći izvor prašine, treba objediniti u posebnoj zgradi na površinskom nivou i odvojiti ih od ostalih postrojenja, koja ne proizvode prašinu.

Osnovna ideja projekta, da se prašina što pre izdvoji iz radne okoline, odražava se i na veku trajanja pojedinih delova mašina, naročito na ležajevima svih rotirajućih delova. Iz literature je poznat podatak, da se ležajevi kvare u 25% slučajeva zbog habanja prouzrokovanom česticama prašine iz radne okoline. Loše mazanje je npr. uzrok samo 8,25% kvarova, a aksijalno preopterećenje 13,5% kvarova. Prema tome, zaprašnost je glavni uzrok kvarova ležajeva — faktor, na koji se obično ne računa kod iz-

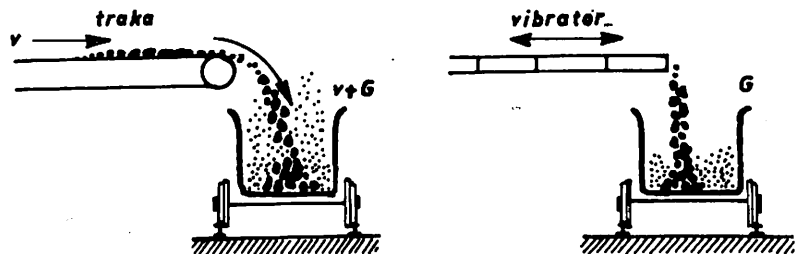
računavanja ekonomske postrojenja za otprašivanje.

Pojedine mašine u tehnološkom procesu povezane su transportnim uređajima, koji su naročito na mestima presipavanja uzrok zaprašivanja. Količina stvorene prašine funkcija je transportnog sistema. Pri tome je zanimljivo da se više prašine stvara kod transporterata sa gumenim trakama, a manje kod vibracijskih dodavača ili transporterata (slika 2). Materijal se na vibracijskom dodavaču kreće sporo i ravnomerno je raspodeljen po čitavom preseku. Zbog toga se međusobno manje sudara, a trenje sa glatkim površinama je malo. Vazдушna struja mnogo lakše uzviti prašinu na transporteru sa gumenim trakama, gdje se i materijal kreće brže i pojedina zrna se međusobno sudaraju. Glavna prednost vibracionih dodavača je u tome, da na mestu presipavanja zrna padaju samo pod uticajem gravitacione sile, dok kod transporterata sa gumenim trakama imaju još i dodatnu brzinu zbog brzine trake. Kinetička energija materijala je u tom slučaju mnogo veća, što prilikom sudara sa stenkama drugog transportnog sredstva ili bunkera prouzrokuje usitnjavanje materijala i stvaranje prašine.

Slika 3 prikazuje pravilan sistem za odsisavanje prašine kod presipnih mesta transporterata.

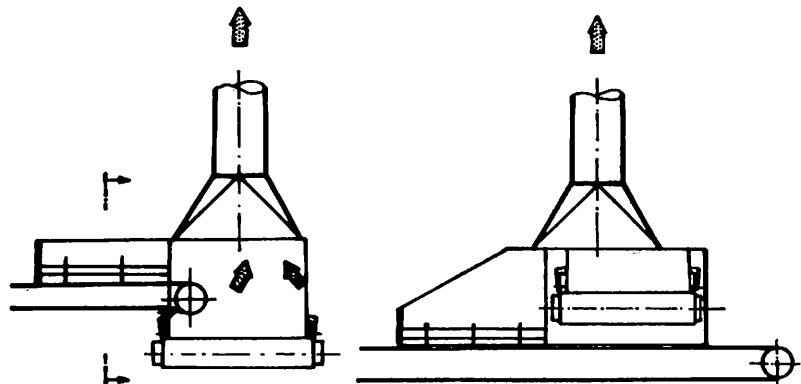
Sl. 2 Presipna mesta transportne trake i vibratora.

Abb. 2 — Übergabestellen des Förderbandes und Vibrators.



Sl. 3 — Sistem za otklanjanje prašine kod presipnih mesta transporterata.

Abb. 3 — Staubabsaugungssystem auf den Förderbandübergabestellen.

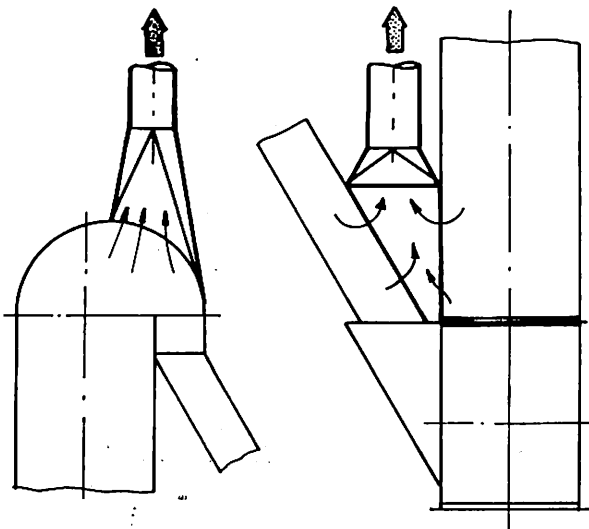


sportera. Otvor za presipavanje mora biti što manji i još posebno zatvoren gumenom zavesicom. Sama komora za odsisavanje prašine mora biti velika, da bi služila i kao komora za umirivanje uzvratne prašine i vazduha. Cev za odsisavanje ne sme biti direktno iznad mesta presipavanja, nego uvek ekscentrično iznad ose presipnog mesta. Prilikom dimenzioniranja ventilatora moramo računati sa brzinama nešto iznad 1 ms^{-1} . Iako bi bilo poželjno potpuno zatvaranje mesta presipavanja sa komorom za otprašivanje, tehnički nije dobro zatvarati i povratni deo trake, jer je onda pristup prilikom otklanjanja kvarova otežan.

Elevatori, koji transportiraju suv materijal sklon stvaranju prašine, moraju se ot-

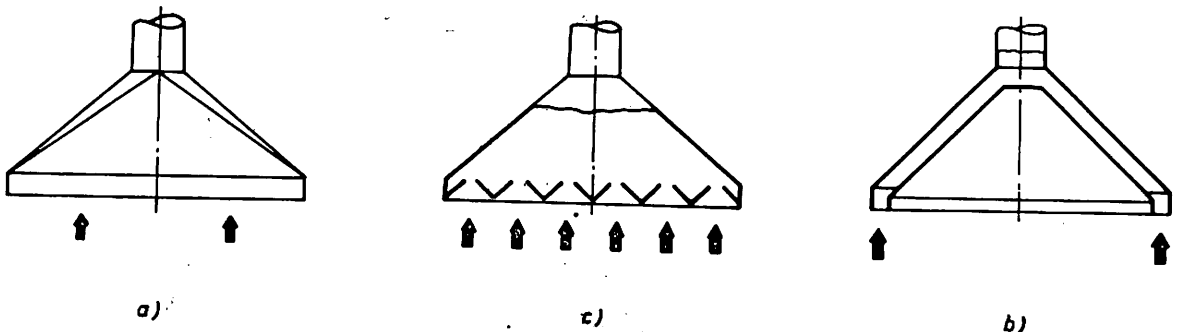
prašivati na donjoj i gornjoj strani, ukoliko je transportna visina velika (iznad 8 m). Slika 4 prikazuje konstruktivno pravilno namešten poklopac za odsisavanje prašine na gornjem i donjem delu elevatora. Širina poklopca mora biti uvek jednaka širini elevatora. Brzina vazduha u cevi za odsisavanje iznosi između $0,3$ i $0,5 \text{ ms}^{-1}$.

Poseban problem je samo konstruktivno rešenje poklopca za odsisavanje zaprašenog vazduha. Slika 5 prikazuje tri mogućnosti izvedbe poklopca. Prva varijanta (a) ima veliku površinu preseka, pa je brzina strujanja, odnosno odsisavanja zaprašenog vazduha kod datog ventilatora mala. Bolje je konstruktivno rešenje prikazano pod (b), jer je u ovom slučaju brzina odsisavanja veća.



Sl. 4 — Pravilno namešten poklopac za odsisavanje prašine na gornjem i donjem delu elevatora.

Abb. 4 — Richtig gestellter Deckel für die Staubabsaugung auf dem Ober- und Unterteil des Becherwerks.



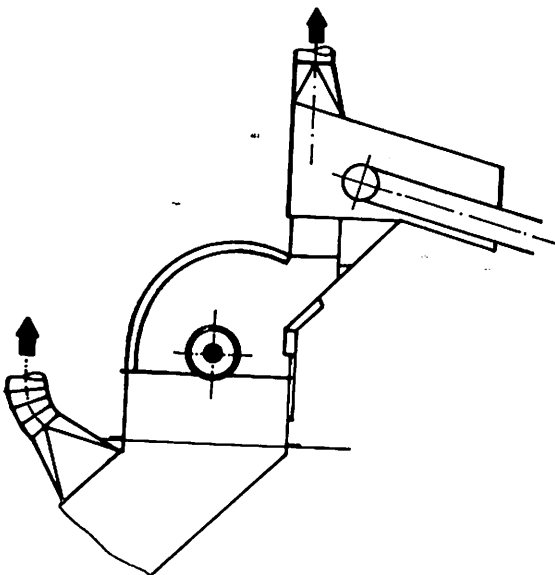
Sl. 5 — Različite izvedbe poklopca za odsisavanje prašine
 a — poklopac velike površine kod male brzine odsisavanja
 b — poklopac kod veće brzine odsisavanja
 c — poklopac sa ugrađenim pregradnim elementima.

Abb. 5 — Verschiedene Deckelausführungen für die Staubabsaugung.

Kod velikih preseka, npr. pri presipnim mestima, preporučuje se ugradnja pregradnih elemenata, čime se povećavaju brzina odsisavanja i efikasnost otprašivanja. Naime, što je brzina vazduha manja na usisnoj cevi poklopca, manja je efikasnost otprašivanja.

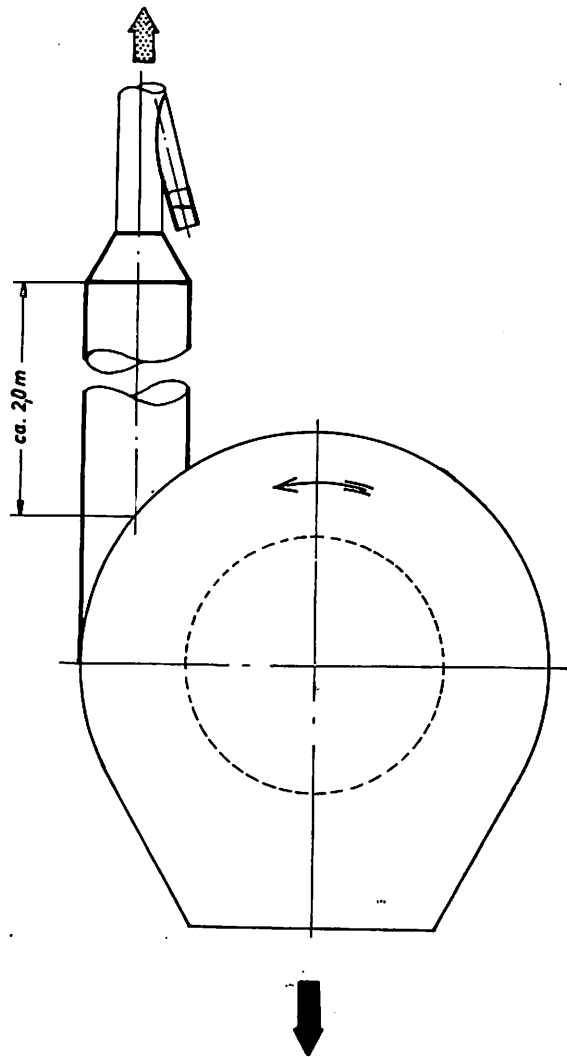
Veliki izvori za stvaranje prašine su mašine drobilice, mlinovi i sita, ukoliko ne postoji mokro mlevenje i mokro odsejavanje. Ali i u tom slučaju je kod konstruktivnih grešaka moguće stvaranje prašine.

Primarne i sekundarne drobilice (čeljusne, kružne, konusne i udarne drobilice) normalno rade suho ili sa uprskavanjem vode iz mlaznica. Naravno, nije dovoljno da se stvori oblak vodenih kapljica, koji lebdi iznad mašine drobilice i veže za sebe čestice prašine jer radnik u tom slučaju udiše taj oblak vode i prašine, što je štetnije od same prašine. U svakom slučaju treba obezbediti odsisavanje tog oblaka. U slučajevima kada ne smemo upotrebljavati vode, potrebno je drobilicu potpuno zatvoriti i obezbediti otprašivanje ulaznog otvora, mesta presipavanja i izlaznog otvora iz drobilice (slika 6). Samo odvojeno odsisavanje prašine na izlaznom i ulaznom otvoru drobilice, obezbeđuje efikasno otprašivanje.



Sl. 6 — Potpuno zatvorena drobilica sa obezbeđenjem otprašivanja na presipnom mestu, na ulaznom i izlaznom otvoru.

Abb. 6 — Vollkommen verschlossene Brecheranlage mit der Absaugungssicherung auf der Übergabestelle, auf der Ein- und Austrittsöffnung.



Sl. 7 — Cev za odsisavanje na mlinu.

Abb. 7 — Mühlenabsaugerohr.

U mlinovima koji melju suho, otprašivanje je vezano normalno na sistem za klasiranje, iako se preporučuje da sistemi za otprašivanje samog mlina i sistemi za transport samlevenog materijala budu odvojeni. Cev za odsisavanje mora se montirati tako, da je sinhronizirana sa smerom okretanja mlina (slika 7). Brzina strujanja vazduha mora biti podešena prema graničnoj krupnoći razdvajanja u klasifikatoru i mora na usisnoj cevi iznositi 3 do 8 ms^{-1} , a na izvesnom odstojanju od usisnog mesta povećava se na 16 do 18 ms^{-1} . Zbog toga se na glav-

na usisnu cev priključuje dodatna cev za vazduh sa regulacijskom klapnom vazduha.

Sita su takođe veliki izvor prašine, naročito vibratori i rešetke sa podkritičnim brojem obrtaja. Mokro sejanje najbolje sprečava stvaranje prašine, ako se prašina veže sa dovoljnim količinama vode i potiskuje na površinu sita. Ukoliko se pak stvara samo oblak vodenih kapljica, onda je otprašivanje neefikasno. U slučaju potpuno suhog sejanja, potrebno je celu konstrukciju sita zatvoriti u komoru za otprašivanje i cev za odsisavanje montirati na situ bliže presipnom mestu. Mesto presipavanja mora biti što manje i zaštićeno gumenom zavesom, ukoliko nije moguće potpuno zatvaranje mesta presipavanja.

Postrojenja za otprašivanje

Samim odsisavanjem prašine sa pojedinih radnih mesta u tehnološkom procesu separiranja nismo postigli mnogo, jer se prašina mora zatim izdvojiti iz vazduha, a nikako se ne sme otpustiti u okolinu, iako se to više puta i čini. Takvim nepravilnim postupkom postigli smo bezopasno neposredno radno mesto, ali potpuno zagađenu okolinu — što je naročito uočljivo kod nekih naših termoelektrana i krečana.

Postrojenja za odsisavanje i izdvajanje prašine mogu biti pokretna ili stacionarna. Upotreba pokretnih usisivača prašine ograničena je, naravno, na manje količine prašine zbog malog kapaciteta rezervoara za prašinu. Takve usisivače upotrebljavamo najviše onde, gdje je i sama prašina skupocen materijal, koji se može ponovo upotrebiti u tehnološkom procesu, ili gdje imamo izolirane i manje izvore prašine. Kapacitet industrijskih usisivača prašine iznosi $4 \text{ m}^3\text{min}^{-1}$ do $12 \text{ m}^3\text{min}^{-1}$.

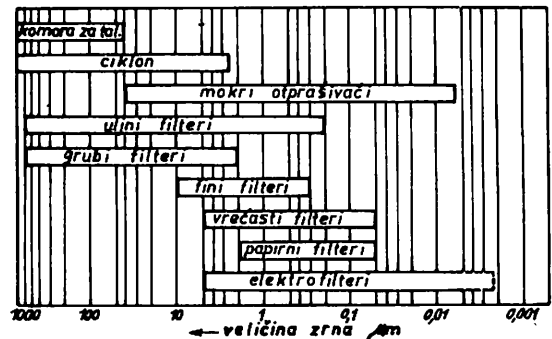
Sva ostala postrojenja, zbog svojih dimenzija i potrebne količine vazduha za odsisavanje, zahtevaju stacionarna postrojenja za otprašivanje. Za pojedine izvore prašine se preporučuju sledeće količine vazduha za odsisavanje:

mesta presipavanja	10 — $40 \text{ m}^3\text{min}^{-1}$
elevatori	10 — $40 \text{ m}^3\text{min}^{-1}$
sita	25 — $150 \text{ m}^3\text{min}^{-1}$
udarne drobilice	15 — $150 \text{ m}^3\text{min}^{-1}$
bunker	10 — $30 \text{ m}^3\text{min}^{-1}$

Od vazduha za transport prašine zahtevamo još i da je njegova temperatura viša od temperature kondenzacije vodene pare, koja bi mogla u suprotnom slučaju sprečiti efikasan rad postrojenja za izdvajanje prašine (npr. filtra sa vrećama).

Prašina, koja se stvara u separacijama, obično je polidisperzni sistem, koji sadržava čestice veoma širokog granulometrijskog spektra. Stacionarna postrojenja za otprašivanje mogu raditi neselektivno (iz vazduha uzimaju širok granulometrijski spektar) ili selektivno (iz vazduha uzimaju uži granulometrijski spektar prašine). Nažalost, skoro svi aparati za otprašivanje rade selektivno, osim elektrofiltra, kao što se to vidi iz dijagrama na slici 8. Izbor tipa i sistema za otprašivanje zavisi od svih okolnosti na samom mestu za otprašivanje, a naročito od sledećih parametara:

količina vazduha	m^3/h
sastav vazduha	vol. %
vlažnost	g/m^3
temperatura	$^{\circ}\text{C}$
prosečna koncentracija prašine	g/m^3
minimalna i maksimalna koncentracija	g/m^3
nasipna težina	
vlažnost	
granulometrijski sastav	



SI. 8 — Dijagram postrojenja za otprašivanje.

Abb. 8 — Diagramm der Entstaubungsanlage.

Nije nam namera da opisujemo pojedine aparate i postrojenja za otprašivanje. Zato dajemo preglednu tablicu najčešće upotrebljivanih sistema sa njihovim glavnim tehnološkim i ekonomskim karakteristikama.

Troškovi održavanja i pogona baziraju na prosečnom radu aparata od 8000 sati u godini, kao i na ceni električne struje od 0,3 \$/kWh. Investicioni troškovi takođe su prikazani u \$ prema podacima iz 1971. godine, naravno na mestu fabrikacije, i bez uvoznih carina, koje se menjaju od slučaja

do slučaja. Uzgred moramo napomenuti da je potpuno besmisleno oporezivanje uvoza ovakvih postrojenja, jer ih time svrstavamo u red luksuznih predmeta, a ne u red predmeta za zaštitu biološke okoline čoveka koji su mu nužno potrebni za njegovu bezbednost i opstanak.

Karakteristični parametar	Vrećasti filter	Centrifugalni otprašivač-ciklon	Mokri otprašivači	Elektrofilter
Gran. spektar μm	> 0,5	> 10	> 0,1	> 1
Konc. prašine g/m^3	< 100	< 15	< 1000	< 50
Konc. prašine u čistom vazduhu (mg/m^3)	< 30	100 ... 200	50 ... 100	< 50
Stepen otprašivanja (%)	99	94	66	99
Otpornost (kp/m^2)	50 ... 150	50 ... 150	30 ... 120	5 ... 15
Max. temperatura gasa ($^{\circ}\text{C}$)	140	450	300	450
Kapacitet (m^3/h)	$10^3 \dots 10^5$	$3,10^3 \dots 2,10^5$	$3,10^3 \dots 10^5$	$10^4 \dots 3,10^5$
Potrebna moć (kW)	60	50	280	45
Potrebna količina vode (l/m^3)	—	—	0,11	—
Spec. opterećenje filtra ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$)	1	—	—	—
Investicioni troškovi ($\$/\text{m}^3/\text{h}$)	1,00	0,5 ... 0,8	0,8 ... 1,0	1,5 ... 5,0
Pogonski troškovi relativno	1,8	1,0	2,1	2,2

ZUSAMMENFASSUNG

Einige Verstaubungsprobleme in den Aufbereitungsanlagen

Prof. Dr. Ing. D. Očepček*)

Der Verfasser hat übersichtlich die schädliche Wirkung der modernen Technologie auf die biologische Umgebung des Menschen im Bereich der Aufbereitung von mineralischen Rohstoffen dargestellt. Auf die schädliche Wirkung des Staubes hinweisend, hebt der Verfasser die Bedeutung der Staubniederschlagungstechnik auf den Arbeitsplätzen, bei einzelnen Maschinen und in der Betriebsumgebunghervor. Vom besonderen Interesse ist dieser Artikel für die Fachleute der Aufbereitungstechnik, weil durch ihn diese neben Bekanntmachung mit Staubeigenschaften auch Bestimmung zur Staubbekämpfung in den Aufbereitungsanlagen, angefangen mit den durch das Projekt vorzusehenden Massnahmen bis zur Darstellung einiger technischen Lösungen der Staubabsaugung bei einzelnen Einrichtungen, bringt. Zum Schluss gibt der Verfasser eine Übersicht der technologischen und wirtschaftlichen Charakteristiken der am meisten verwendeten Abstaubungssysteme.

*) Prof. dr ing. Drago Očepček, Fakultet za naravoslovije in tehnologijo — Ljubljana.

Literatura

1. O c e p e k, D.: Probleme der Feinkornzerkleinerung einiger Nichterze DECHEMA — Monographien Bd. 57 II. Teil, str. 509—528.
2. J u n g, H., 1968: Luftverunreinigung und industrielle Staubbekämpfung, Akademie Verlag Berlin.
3. Entstauber für die Zement — und Kalkindustrie, Bauverlag GMBH — Wiesbaden, 1968.
4. P l a n o v s k i y, A. N., 1966: Processy i aparaty himičeskoj tehnologii, Izdatel'stvo Himija, Moskva.
5. S t o č e s, B., J u n g, H., 1968: Staub — und Silikosebekämpfung im Bergbau, Akademie Verlag, Berlin.
6. R o s e, H., 1958: Measurement of Particle Size in very fine Powders, Constable, London.

Humani faktor u procesu nesreća na radu*

Dr Olga Maček

L'accident n'est pas accidentel. (1)

Glavni faktor, u događaju nesreće, je onaj krivi pokret čovjeka. Proces, u kojem je posljednji povod nesreći taj pokret, sastoji se od mnoštva različitih elemenata. Najvažniji elementi su osobine samog čovjeka koje u izvjesnoj kombinaciji, ili kroz psihičke devijacije, mogu stvoriti osobu kojoj se nesreće opetuju. U emocionalnom stresu (strah, napetost, osjećaj neprijateljstva, agresije itd.) svaki od nas je kandidat za nesreću.

Ostali elementi okoline i stanovitih okolnosti neminovno se isprepliću sa karakteristikama čovjeka i utječu na njegove akcije.

Uvod

U doba ranog kapitalizma dominiralo je mišljenje da je nesreća pri radu uvijek bilo, da će ih biti i da su neminovan pratilac svih radnih procesa. Zauzet je i juridički stav »the assumption of risk«, naime radnik pri preuzimanju posla preuzima i sav rizik za eventualnu nesreću i njene posljedice. Odnos prema unesrećenom čovjeku temeljio se samo na milosrđu i davanju milostinje, to je bio odnos prema siromahu, prema prosjaku. Takvom stavu pogodovala je ideologija crkve koja propovijeda ideje o raj i paklu na drugom svijetu pa je, prema tomu, logično da i na ovom svijetu bude bogatih koji žive kao u raj i siromašnih koji žive kao u paklu. Nije se ni pomišljalo na mogućnost da bi se jednog dana bijeda mogla ukloniti, pa je samo za ublažavanje te bijede, uglavnom orkva izgrađivala bolnice za unesrećene i bolesne. U takav pogled na svijet uklapaju se kasnije i koncepcije ondašnjih ekonomista i filozofa (npr. Adam Smith, Jeremy Bentham) koji naglašavaju da su sve ljudske akcije ego-centrične i jedino motivirane željom za užitkom ili izbjegavanjem bijede, jada i boli. Adam Smith govori o »self-love the governing principle in the intercourse of human so-

ciety«. Ideal progresivnog čovjeka je »self-made-man«. Bog je dao svima jednake mogućnosti. Tko je kriv da tu slobodu radnik nije iskoristio? Sam je kriv.

U takvom društvenom poretku nije bilo uopće mjesta za sagledavanje »faktora čovjek« u unesrećivanju radnika.

Oko 1830. god. poveo je Irac O'Connor u Engleskoj, koljevci stvaranja industrije, čaristički pokret (kroz koji radnička klasa, koja se sve izrazitije formira, osim političkih prava traži izvjesne prepise socijalne zaštite.

God. 1833. donesen je Lord Ashley's Act koji tretira niz pitanja radnih odnosa. To je prvi zakon takvog sadržaja. Organizira se inspekcija rada. Počinje se mjenjati stav prema radniku uopće, pa i prema njemu (kao unesrećenom, invalidiziranoj osobi. Taj se odnos sve više bazira na pravima radnika. U Engleskoj se izgrađuje »tradeunionizam«.

U Njemačkoj se doduše donosi zakon protiv socijalista, ali kao protutežu Bismark predlaže zakon o osiguranju radnika za slučaj nesreće na radu koji se i donosi 1884. god. Za Njemačkom povode se i druge države. U političkom i ekonomskom životu šire se ideje Saint Simona, Fouriera, Roberta Owena i drugih, a posebno Marxa i Engelsa. Prvi puta se u historiji čovječanstva govori o mogućnosti da se ukloni bijeda na ovom svijetu racionalnim uređenjem društva.

Unesrećene radnice promatraju poslodavci kao nepoželjne slučajeve za koje treba platiti hranarine i invalidnine. Radnici, pak, na

*) »Humani faktor« u odnosu na nesreće isti je kod metalca, tekstilca, drvosječe, ili — rudara, isti je kod poslovođe, inženjera ili liječnika. Da li rad pod zemljom stvara nepovoljnu psihičku atmosferu za svakog čovjeka, pitanje je, na koje u dostupnoj literaturi nije nađen odgovor.

vlastitu nesreću gledaju sa stanovišta borbe za što veću rentu.

Tako se sva gledišta koncentriraju na kompenzaciju za izgublenu radnu snagu.

Početak 20. stoljeća poslodavci suočeni sa velikim izdacima za naknade invalidima-radnicima, počinju razmišljati o suzbijanju nesreća, pa organiziraju društva kao: The Royal Society for the Prevention of Accidents, The Industrial Welfare Society u Velikoj Britaniji, Association des industriels de France, itd. Te ustanove žive od doprinosa poslodavaca koji su ih osnovali. U pojedinim zemljama (SSSR, Švedska i neke druge) angažirali su se na suzbijanju nesreća i sindikati. Prema tomu, kompenzacija za izgublenu radnu sposobnost razumljiva je sama po sebi, pa se borba prebacuje na područje prevencije. Pažnja se sa papira ispunjenih brojkama okreće prema zaštiti čovjeka. Navedena udruženja i pojedini instituti usredotočuju svu pažnju na tehničku zaštitu zaštitnim napravama bilo stroja bilo samog čovjeka. U Jugoslaviji se tehničkom zaštitom na radu posebno bavio tehnički odjel u Središnjem uredu za osiguranje radnika sa kompetentnim inženjerima različitih struka.

Međutim, u biti, u centru pažnje nalazi se stroj, njegovi zamašnjaci, pokretne poluge, transmisije, zatim alati, transportna sredstva itd. Sigurnosni inženjeri u mnogim preduzećima razvili su tehničku zaštitu do zamjerne visine, pa su ta nastojanja i urodila plodom. Ali — na izvjesnoj granici (a ta je još uvijek bila visoka) broj se nesreća zaustavio i nikakvom daljnom zaštitom u radnoj okolini nije mogao biti smanjen. Trudili su se ali uzalud. Zaboravili su, naime, na glavni faktor, a to je — čovjek. Zaboravili su na onoga koji pokreće stroj, onoga koji može učiniti krivi pokret ili propustiti pravi, na veoma, veoma različite pojedince sakrivene iza štitnika ili zaštitnih naočala.

Tokom prvog svjetskog rata počinje nova era u povjesti ispitivanja, saniranja i prevencije nesreća na radu, koja se posvećuje »faktorom čovjek«.

Radnici skloni ozljeđivanju — recidivisti

Prvi koji su usmjerili svoju pažnju na »humani faktor« u događaju nesreća bili su, za vrijeme prvog svjetskog rata, engleski

psiholozi Greenwood i Woods (2). Oni su u arsenalu u Londonu ispitivali statističkim metodama distribuciju ozljeda na radu među radnicima koji su vršili poslove pod istim radnim uvjetima. Gotovo u isto vrijeme, nezavisno od engleskih psihologa, vršio je ista ispitivanja Marbe u Njemačkoj (3). Kasnije su i drugi provjeravali rezultate navedenih istraživanja kao Yule, Newboldova, Laugier.

U klasičnom ispitivanju, Greenwood i Woods postavili su tri hipoteze.

Prva hipoteza pretpostavlja da se nesreće u određenoj grupi raspoređuju prema zakonu o slučajnosti. To znači, uz iste uvjete rada svi su radnici jednako izloženi slučaju nesreće, kao što svi ljudi koji su kupili srećke lutrije imaju jednake šanse za dobitak.

Prema drugoj hipotezi, jedna nesreća povlači za sobom drugu i treću, čovjek postaje senzibiliziran pa mu se događa serija nesreća.

Treća hipoteza polazi sa gledišta da upravo zbog toga što su ljudi među sobom izvanredno različiti, kod nekih postoji posebna »dispozicija« ili »sklonost« ozljeđivanju, tj. ima ljudi kojima se ozljede opetuju.

Statističkim postupcima utvrdili su distribuciju ozljeda (kao posljedica nesreća na radu) u pojedinim grupama radnika da bi provjerili koja je od navedenih hipoteza opravdana. Ukoliko je disperzija nesreća među ljudima slučajna, morala bi odgovarati Poissonovoj distribuciji. Ako je druga hipoteza pravilna, morale bi se nesreće skupljati kod osoba koje su već imale jednu nesreću, ili obrnuto, jedva bismo našli pojedince sa dvije ili tri ozljede.

Međutim, stvarne distribucije prikazane krivuljama odstupaju od prikaza prve i druge hipoteze i potvrđuju treću hipotezu, tj. ljudi su veoma različiti i svaki doživljava nesreću na svoj način — oni se u odnosu na dispoziciju za nesreće izrazito razlikuju. Smatralo se da ima ljudi koji se gotovo nikada ne ozljeđuju, kojima se nesreće rijetko događaju, i onih kojima se nesreće opetuju.

Ostali istraživači utvrdili su jednake činjenice i složili se sa mišljenjem prvih istraživača.

Ovakvo gledište rodilo je pojmove sa nazivom: »accident proneness«, »accident liability«, »dispozicija za nesreće«. Kod nas se najviše upotrebljava izraz »sklonost ozljeđivanju«.

Ovi vrlo privlačni nazivi koji u sebi nose »tumačenje« ove pojave, svestrano su prihvaćeni, pa se često simplicitički tumačila »sklonost ozljeđivanju« kao osobna karakteristika izvjesnih ljudi koja je prirođena i stalna. Takav nekritički stav različitih stručnjaka (psihologa, liječnika, tehničara) naveo je mnoge na istraživanje onog važnog faktora, one karakteristike, onog uzročnika koji tu sklonost, tu dispoziciju stvara. Ispitivan je značaj pojedinih psiholoških osobina (kao npr. Lahy i Korngoldova) (4), ispitivale su se različite psihofiziološke i fizičke karakteristike sa najosebujnijih aspekata. Svi ti istraživači, kao Farmer i Chambers, Alexander, Dunbar, Freud i drugi, otkrili su mnoštvo interesantnih činjenica.

Međutim, usprkos nastojanja svestranih ispitivanja, nije pronađeno »ono nešto« što izrazito ukazuje na izvor postanka sklonosti ozljeđivanju, iako treba naglasiti da su različite osobine pojedinih radnika koji se često ozljeđuju, naročito uočene.

Zatim su autori, kao Arbous i Kerrich, Blum, Minz i drugi, pokazali da je korelacija između učestalosti nesreća kod pojedinaca i različitih psihofizioloških i fizičkih osobina značajna, ali samo u rijetkim slučajevima izrazito značajna. I tako je očito da se ne može naći neki bacil kao kod tuberkuloze, neki »faktor broj jedan« koji označava sklonost ozljeđivanju. Arbous i Kerrich (5) naglašavaju da osoba A npr. može biti više sklona nesreći nego osoba B u situaciji X, a u situaciji Y, B više nego A. Ogromna različnost među individuuama i prilikama u kojima rade i žive, velika razlika između načina na koji A, B ili koji bilo drugi čovjek transformira u sebi vanjske utiske, atake i slično, utječu i na značajnost bilo kojeg faktora. Ispitivani su stupanj inteligencije, drugi puta nesrazmjer između brzine percepcije i motorne reakcije, ili pak snižena funkcija nekog čula, odnosno bolest itd. Vrlo različite mogućnosti kompenzacije pojedinih »negativnih« karakteristika sigurno igraju važnu ulogu. Dapače, i kod jednog te istog čovjeka može se značaj pojedinih faktora sklonosti ozljedama izrazito mijenjati, mnogo ovisi o situaciji i raspoloženju u danom momentu, o prirođenim i stečenim osobinama, motivaciji, odnosno demotivaciji za izvjesnu aktivnost, itd.

Uzevši sve navedeno u obzir, predlažem, da se klonimo naziva »dispozicija za nesre-

će« ili »sklonost ozljeđivanju« jer mogu pogotovu laika zavesti na zauzimanje stava koji prema postanku ozljeda nije pravilan. Iz toga proizilazi i kriva akcija u prevenciji, jer pojedini radnik dobiva etiketu »sklon ozljeđivanju«. To bi značilo, da je za svakog takvog čovjeka u prevenciji moguća samo promjena radnog mjesta. Takva ga etiketa, također, oslobađa osobne odgovornosti — što je upravo u suprotnosti sa osnovnim principom prevencije.

Zbog toga bi bilo bolje da govorimo o ljudima »kojima se ozljede opetuju« ili o »recidivistima«. Izraz recidivist upotrebljavamo u medicini za onog radnika koji se zbog bilo kojeg razloga često javlja zdravstvenoj ustanovi i često izostaje sa posla. Najpoznatiji uzroci takvog recidivizma su kronične i degenerativne bolesti.

Tako je recidivist i onaj koji često navraća u stanicu prve pomoći ili ordinaciju i izostaje sa posla jer se ozlijedio.

Individuum i uzroci nesreće

Postavlja se pitanje: može li se uopće govoriti o »uzroku«? Riječ uzrok je nešto određeno, determiniran pojam, jasan i određen. Međutim, ranije spomenute činjenice pokazuju da je rijetko koji faktor statistički u korelaciji sa događajima nesreća tako značajan da bi se mogao i smio nazvati »uzrokom«. Može li se govoriti o »individualnom« uzroku? Sam individuum kao takav, i njegove akcije na radnome mjestu, ne mogu se odvojiti od okoline u kojoj radi i živi. Sijaset momenata iz te okoline utječe na individualne akcije. Normalne i devirane psihofiziološke osobine čovjeka nalaze se u stalnoj interakciji sa fizičkom i socijalnom okolinom i uvjetuju dinamičan proces nesreće sa najrazličitijim slikama i pozadinom događaja. Iako ipak upotrijebimo riječ uzrok, možemo samo govoriti o uzrocima, o nizu ili skupini utisaka, raspoloženja, opasnosti, patofizioloških osobina, itd. Mnoštvo pojedinih elemenata utkano je u to što nazivamo događajem nesreće. Što više, Zurluh u jednom napisu (6) pokazuje, kako posljedica nekog uzroka u lancu događaja jedne nesreće može i sama postati uzrok pa se isprepliće dalje sa drugim elementima koji mogu biti uzrok. Takvo sagledavanje isprepletenih utjecaja koji dovode do nesreće, je uočljiv primjer za dijalektičko tumačenje životnih procesa.

Međutim, statistička obrada podataka o nesrećama traži diferencijaciju uzroka, bez obzira na kompleksnost mehanizma događaja nesreća. Opće priznatu klasifikaciju uzroka nesreća nije uspio izraditi ni Međunarodni biro rada za internacionalne potrebe uspoređivanja podataka. Naša je zemlja jedna od rijetkih koja se već preko 15 godina služi takvom klasifikacijom koju su izradili Maček i Pirc sa suradnicima. Ova klasifikacija može dobro poslužiti za orijentaciju ukoliko se prijave nesreća pravilno ispunjavaju i šifriraju. Na prijavi se navodi toliko uzroka koliko se može u danom slučaju uočiti.

Stav psihosomatske i psihoanalitičke medicine

Čovjek se u strahu, napetosti, frustraciji, sa osjećajima mržnje, neprijateljstva, agresije, nalazi u emocionalnom stresu. Svaki od nas, koji je angažiran na nekom svojem problemu na koji je usredotočio svoju pažnju i živi u napetosti, kandidat je za nesreću.

Ovu osnovnu postavku u svojim su ispitivanjima mnogi autori razradili i to naročito za radnike kojima se nesreće češće događaju.

Flanders Dumber (7), jedan od pionira u proučavanju nesreća, vršila je ispitivanja kod određene grupe ozlijeđenih i našla izvjesne crte karaktera i temperamenta koje su svima kojima se nesreće opetuju, bile zajedničke. Opisuje ih kao ljude koji stvaraju naprećac odluke, impulzivni su, većinom koncentrirani na zadovoljenje različitih užita, vole uzbuđenja i pustolovine, ne vole razumno planirati za budućnost. Često ozlijeđivanje kod takvih ljudi nazvala je »accendititis« što je kod nekih autora izazvalo oštre reakcije. I Rawson (8) kaže da se kod radnika kojima se ozljede opetuju radi o onima sa jakim osjećajima revolta i ogorčenja, ili pak onima koji se naročito žele isticati pred drugima.

Alexander (9), čija su ispitivanja vrlo poznata, naglašava da se kod onih kojima se nesreće opetuju ne radi o nespretnosti ili slaboj inteligenciji, već o osnovnim karakteristikama emocionalnog sastava ličnosti. On smatra da važnu ulogu igra osjećaj krivnje povezan sa zahtjevom za ostvarenje svojih prava, i podsvjesnim traženjem otkajavanja svojih prestupa, pa navodi primjer mladog čovjeka koji je kroz stalne svađe sa o-

cem bio neprestano frustriran i živio u tenziji. Jednog dana doživio je nesreću i teško ozlijeđen ležao je u bolnici. Kontrast između njegovog fizičkog i mentalnog stanja bio je veoma izražen. Bio je dobro raspoložen, zadovoljan i rekao je: »Sada sam platio za sve, sada mogu reći ocu što o njemu mislim«.

U opširnoj studiji poznati autori Greenburg, Henderson, Muchenfuss, Mudd, Pattersson, Rosen i drugi (10) smatraju da su nesreće uopće pa i one na radu najčešće psihološki problem i da se tim pitanjima moraju baviti liječnici psihijatri. Oni naglašavaju, da je mnogima od onih kojima se ozljede opetuju, potrebna psihoterapija.

Hirschberg (11) (cit. po Larsonu) je ispitivao rudare psihoanalitičkom metodom i utvrdio izvjesne razlike između onih kojima se ozljede opetuju i onih bez nesreća. Kod prve grupe otkrio je nesvjestan sukob sa autoritetom, koji se kroz nesreću ublažava.

Najznačajniji autori koji su se do izvjesne granice suprotstavili gledanju navedenih psihijatara i njihovom psihoanalitičkom stavu (uzevši posebno u obzir Freuda), jesu Weinerman (12), Schulzinger (13) i Gordon (14).

Oni su sa pravom upozorili na usko, jednostrano gledanje psihoanalitičara, koji su se koncentrirali isključivo na psihi čovjeka i njegova podsvjesna stremljenja, iako i oni priznaju veliku važnost ovih faktora u događaju nesreće. Sve individue koje doživljavaju povremeno nesreće, ne moraju pokazivati simptome poremećaja ličnosti. Može se raditi o svakodnevnim fiziološkim ili patofiziološkim pojavama koje uvjetuju nesreće kao: umor, prolazni emocionalni stres, manjkav sluh ili vid, bolest, itd.

Pri ozlijeđivanju treba uzeti u obzir socijalne i ekonomske faktore kao: razmirice u obitelji, teške finansijske brige itd.

Konačno, od velikog je značaja sama radna okolina. Svakome je poznato da najviše nesreća ima u rudarstvu, drvnoj industriji (šumskoj eksploataciji), u građevinarstvu. Dakle, velika objektivna opasnost utječe i na veći broj onih kojima se ozljede opetuju.

Psihološka ispitivanja

Na dosadašnjim stranicama ovog prikaza već je upozoreno na psihološke karakteristike ljudi koje se mogu povezati sa češćim

ozlijeđivanjem. Te su se karakteristike odnosile uglavnom na emocionalni život čovjeka.

Što se tiče inteligencije, koja je ispitivana u velikom broju istraživačkih radova, npr. Farmer, Chambers, Kirk (ispitivanje 414 brodograđevinskih radnika u Portsmundu u Engleskoj) (11), rezultati pokazuju da inteligencija (osim u specijalnim slučajevima) nije povezana sa većom učestalošću nesreća kod pojedinaca. Do istih su rezultata došli i drugi autori (Whitlock i Crannell, Bennett i Frye).

Ispitivanja testovima »mehaničkog razumjevanja«, nadalje motorne reakcije na razne stimuluse povezano sa ispitivanjem koordinacije pokreta, također nisu pokazala odstupanja kod onih koji se češće ozlijeđuju.

Bolesti i ozljede

Kod radnika koji boluju od izvjesnih organskih bolesti utvrđeno je da se češće ozlijeđuju od ostalih radnika, jer bolest snižava koncentraciju, uzrokuje umor ili izaziva poremećaj koordinacije pokreta.

Vernon (15), Slocombe i Bingham (16), Kirk (17) i drugi, našli su korelaciju između visokog krvnog tlaka i incidencije nesreća. Srčane bolesti pogoduju događaju nesreće. Npr. u Londonu prosječno svakih 10 mjeseci dolazi kod jednog od šofera autobusnog transporta do nesvjestice, u 14 slučajeva radilo se o srčanom infarktu (18).

Poznato je da su skloni unesrećivanju i radnici koji boluju od arterioskleroze, epilepsije, aktivne tuberkuloze, dijabetesa, hipertireoidizma (Basedow), hipoglandularnih stanja (19), a Andresen-Costa (20) upozorava da bolesti probavnog trakta dapače najčešće dovode do nesreće. U tom su pravcu interesantna ispitivanja Smileyja (21) koji je ispitivao dvije grupe radnika, jednu u kojoj se radnicima ozljede opetuju, dok je druga bila kontrolna, bez ozljeda. Kliničkim pregledom (rendgenom i laboratorijskim testovima nije dokazano) on je ustanovio da u prvoj grupi 15,6% sumnjivih boluju od peptičnog ulcusa (čir na želucu), a u kontrolnoj grupi 2,0%; u prvoj grupi našao je, također, 20,4% ostalih kroničnih bolesti, a u kontrolnoj 5,0%. Smiley je postavio svoju teoriju o neuravnoteženom odnosu adrenalina i acetilholina u organizmu.

I ruski autori Laskin i Fridljand našli su kod onih radnika koji se često ozlijeđuju povećani broj slučajeva gripe, želučano-crijevnih oboljenja, arterioskleroze, tuberkuloze i različitih organskih mana.

Od kolike je važnosti za događaj nesreće sluh i vid, ne treba ni spominjati.

Različita poremećenja mentalnog zdravlja također igraju ulogu u unesrećivanju. Radnici sami o sebi kažu da su »nervozni« ili da su »nagle naravi« i ta svoja stanja povezuju sa događajem ozljede. Iako treba napomenuti da su neurotičari većinom oprezni, upravo zbog simptoma straha, pa su stoga npr. dosta sigurni vozači automobila. Alkoholizam kao jedna forma neurotizirane ličnosti ne predstavlja tako veliku opasnost, jer pijanom čovjeku ni jedan portir niti poslovođa ne će dozvoliti pristup na radno mjesto. Naprotiv, uživanje manjih količina alkohola (»piva nije alkohol« kažu u razgovoru radnici), ili stanje nakon alkoholnog ekscesa dan kasnije, opasno je. Već kod vrlo malih količina alkohola u krvi tj. kod 0,032% primjećeno je povišenje pogrešaka koje čovjek čini (22).

Dapače i banalne »prehlade«, angine, napadi reumatskih bolesti, ishiasa i sl. mogu uzrokovati nesreću.

Mnogi autori koje Petz (23) citira i na koje se kritički osvrće i sa njima slaže, smatraju da ljudi koji više boluju od različitih bolesti imaju općenito i više nesreća.

Mogućnost kompenzacije svakako igra veliku ulogu, a ovisi o sposobnostima pojedinaca i značaju mane ili bolesti.

Psihofiziološke reakcije i ozljede

Često je tehničarima posve strana osnovna, tako važna činjenica pri unesrećivanju ljudi, a to je, da čovjek po svojoj psihofiziološkoj konstituciji i normalno pravi greške. Čovjek nije stroj, čovjek je fiziološki normalno nepažljiv (netko više netko manje) i prema tomu je gotovo u svakoj nesreći neposredan povod nepažnja. No to nije uzrok nesreće. Nepažnja ima svoje uzroke.

Najznačajniji predstavnik teorije o »uvjetnim refleksima« zbog kojih dolazi do nesreće je Raymond (24). Njegovo se mišljenje naročito odnosi na nesreće na radnim mjestima na kojima se rad odvija u lančanom sistemu, gdje se vrše uvijek isti pokreti, pa su

ti pokreti već uvjetovani refleksom. Ako se nešto promjeni u materijalu, procesu proizvodnje ili u samom čovjeku (umor), umjesto potrebnog novog pokreta dolazi do refleksom uvjetovanog pokreta i zbog toga do »geste nefaste« (pogrešnog pokreta) i često do nesreće. I ovoj se teoriji mogu staviti prigovori.

Psihofiziološke reakcije radnika koje dovode češće do nesreće imaju svoj izvor u različitim faktorima radne okoline, prilikama i običajima, kao i socijalnim okolnostima. Evo nekoliko primjera.

U prvom su redu od značaja reakcije na nepovoljne mikroklimatske uvjete. Prevelika hladnoća ili toplina na radnome mjestu dovodi do unesrećivanja. Mc Farland i Moseley (25) ustanovili su da se broj nesreća kod laganog rada povećao kod temperature ispod 60 F (oko 15,5°C), i iznad 75 F (oko 24°C). Rad u prostorijama koje se dobro ne ventiliraju, a u kojima se zadržava mnogo ljudi koji još i puše, može biti opasan zbog nakupljanja velikih količina ugljičnog monoksida. Već vrlo slaba anoksija (pomanjkanje kisika u krvi) može za ljude osjetljive na ugljični monoksid biti opasna. Mc Farland (26) je utvrdio da se kod šofera u kabini kamiona gdje se mnogo puši a prozor je zatvoren, može naći u krvi 5—8% karboksihemoglobina.

I makroklima utječe na fiziološke reakcije čovjeka koje mogu biti značajne za unesrećivanje. Poznato je da se u ljetnim mjesecima događa više nesreća (prema Schulzingeru 29,5%) nego u zimskim mjesecima (22,2%) (13). Osborn i Vernon (27) utvrdili su kod žena slabiji porast nesreća nego kod muškaraca u istim uvjetima, što pripisuju boljem fiziološkom mehanizmu žena za adaptaciju na vrućinu.

Nepovoljni kvalitet buke i rasvjete izričito utječe na živčani sistem ljudi i može ih ugrožavati u odnosu na nesreće. Na tom području vršena su vrlo opsežna ispitivanja.

Reakcije radnih ljudi u toku pojedinih smjena s obzirom na ritam fizioloških funkcija daju (u Jugoslaviji 1961.) u pogledu nesreće različite krivulje (28). Utvrđeno je da u jutarnjoj smjeni najviše nesreća ima oko 10 sati (krivulja se do tog sata diže i opet pomalo pada, da bi se nešto opet podigla oko 13 sati). U popodnevnoj smjeni najviše se nesreća događa u prvom satu rada, zatim krivulja polagano opada. U noćnoj

smjeni krivulja se jedva nešto uzdiže na početku i na svršetku rada. Po noći se događa relativno malo nesreća — to se pripisuje činjenici da u noći opada nervna aktivnost i svi fiziološki procesi su usporeni.

Jutarnja glad (većina radnika ujutro ne uzima nikakvu hranu do odmora u smjeni) može izazvati stanje hipoglikemije (smanjuje se šećer u krvi) koje je dovoljno da izrazito snizi pažljivost radnika. Dolazi i do omaglica što na radnim mjestima sa velikom objektivnom opasnošću predstavlja izvanrednu opasnost (koliko je radnika npr. nakon pada sa skela izjavilo: »zamaglilo mi se«).

Socijalno-ekonomski faktori

Stres zbog socijalno-ekonomskih faktora u kući (obitelji), u društvu (komuni) i naročito na radnome mjestu može biti uzrokom nesreći ne samo kod radnika čije karakterne osobine mogu pogodovati recidivizmu nesreća, već i kod svakog inače emocionalno uravnoteženog čovjeka. Naročito kronični stres predstavlja opasnost. Najčešći je emocionalni poremećaj koji nastaje zbog konflikta sa neposrednim rukovodiocem. Svađa ili rječkanje izaziva tenziju a ova opet potrebu za agresivnom reakcijom. Budući da se radnik ne može riješiti svoje napetosti upravljanjem agresije prema poslovođi (iz straha od posljedica), upravlja agresiju u drugom pravcu. Agresivno barata alatom ili strojem, ulaže u akciju više snage nego što je potrebno pa dolazi do grešaka, do malih neuspjeha što agresiju još potencira — i konačno sve to dovodi do ozljede.

U radnoj organizaciji u pogonu, osim sukoba sa poslovođom (predradnikom), imade nažalost izvanredno mnogo situacija zbog kojih radnik može biti frustriran. Jedanput je to teško radno mjesto na kojemu upravo on treba da vadi ugalj. Drugi puta je netko upravo njegov šljem odnio, treći puta je siguran da mu nadnica po učinku nije pravilno obračunata. Zatim se tuži da je hrana u kantini loša, nije mogao doći odmah na red na kupanje, sa drugovima u grupi došlo je do razmimoilaženja, i mnoštvo malih, svakodnevnih očekivanja pretvara se često u male i veće neuspjeha i razočaranja.

Već ranije citirana Dunbarova ističe da se recidivistima nesreće ponavljaju kada su ogorčeni, kada su na neki način izazvani

da zauzmu neprijateljski stav, ili kada je pritisak autoritativnih ličnosti prevelik. Mnogi je liječnik primjetio (bila su i takva ispitivanja vršena) da se sa pogona (kojim rukovodi izrazito autoritativan poslovođa javlja više ljudi sa ozljedama nego sa drugih pogona (naravno uz iste uvjete rada).

Velike brige zbog niskih dohodaka, zbog naglog rasta inflacije i porasta cijena, zbog teškog finansijskog stanja u kojemu se poduzeće nalazi (80% primanja), stvara tenziju i agresiju u pojedincima što opet dovodi do nesreće. Mogu biti i čitave grupe frustrirane (što može dovesti do grupne agresije — štrajka, nacionalističkih ispada, itd.).

U samom poduzeću izvanredno važnu ulogu ima organizacija rada, koja svojim nepravilnostima kod radnih ljudi može posebno izazvati neprijateljske osjećaje. Nažalost, u mnogim poduzećima organizacija rada još je u povojima, što se naročito vidjelo u rudnicima prilikom masovnih nesreća, kada je spasavanje zatajilo na organizaciji rada.

Karakteristike grupa i nesreće

Koliko je teško govoriti o uzrocima nesreća najbolje se vidi kroz razlike u distribuciji nesreća među pojedinim grupama koje imaju različite karakteristike.

U odnosu na spol, većina se autora slaže (npr. Schulzinger) (13) da žene doživljavaju manje nesreća od muškaraca. Izuzevši nesreće na radu (muškarci su mnogo više eksponirani opasnosti nego žene) Schulzinger kaže da u Americi na dvije nesreće kod muškaraca dolazi jedna nesreća kod žena. On također tvrdi da recidivista ima manje među ženama nego među muškarcima (4,8% : 14,3%).

U Jugoslavtji u 1961. god., kada je ispitivanje vršeno, bilo je kod muškaraca 10,32% a kod žena 3,24% ozljeda zbog nesreća na radu. Naravno, to nije mjerodavno za ocjenu (različita ekspozicija).

Što se tiče godina starosti poznato je da se najviše ozlijeđuju mladi ljudi, dok najviše smrtnih nesreća ima kod onih iznad 60 godina.

Također je poznato da se u industriji najčešće ozlijeđuju novi radnici i to pogotovu u prvom tjednu svog zaposlenja.

Siegfried (29) je istraživanjem ustanovio da se južnjaci češće ozlijeđuju nego sjevernjaci.

Csillag i Hedri (30) su primjetili mnogo više nesreća u grupi radnika kojima je u ranom djetinjstvu umro jedan roditelj (54%).

Također je poznato da oženjeni muškarci i udane žene imaju u odnosu na bračno stanje najmanje nesreća. Tako je Schulzinger kroz period od 3 godine promatranja utvrdio:

bračno stanje	količinski odnos	
oženjeni	100	
rastavljeni udovci	3½ × toliko	
	4 × toliko	stari 20—30
	2 × toliko	stari 45 i više
samci	1½ × toliko	stari 20—34
	2½ × toliko	stari 35 i više

Promatrajući nabrojene pojave ne možemo jasno i objektivno reći koji su uzroci tomu da žene doživljavaju manje nesreća od muškaraca, da udovci i samci toliko češće stradaju od oženjenih, itd. Svakako se radi o karakteristikama homogenih grupa koje u odnosu na nesreće prati ista sudbina. Upravo ovi podaci upozoravaju na potrebu opsežnih ispitivanja »faktora čovjek« u procesu nesreća, radi jasnijeg uvida u taj problem.

Ekološka koncepcija događaja nesreća

Pod ekologijom razumjeva se odnos i utjecaj svih faktora okoline na ponašanje živih bića. Prema tome do nesreće i do ozljede dolazi ako se poremeti ravnoteža između snaga individua i snaga okoline.

Do tog poremećaja može doći ako se nešto promjeni u okolini ili u samom individuu.

Karakteristike individua (npr. sklonost recidivizmu za nesreće ili otpornost na nesrećivanje) i karakteristike okoline (npr. povećana ili smanjena objektivna opasnost) uvjetuju ovu ravnotežu ili je poremećuju.

Na individuum djeluju (i vice versa) faktori fizičke okoline (mehanički agensi npr. poluga stroja u pokretu), socijalne, ekonomske i biološke okoline.

Ovisi o osnovnim karakteristikama individua i karakteristikama ostalih faktora hoće li individuum živjeti sa okolinom u slozi i ljubavi ili će doći do poremećaja odnosa i agresivnosti. Npr. zagađena atmosfera velikih gradova smogom dovela je do poremećaja odnosa ljudskog organizma (dišni putevi) i kvaliteta zraka koji ga okružuje i koji udiše. U rudnicima je ta pojava veoma izra-

zita, pa dolazi do pneumokonioza (naročito antrakoze) kao poremećaja te ravnoteže.

Posve isti biološki zakoni vrijede i za problem nesreće na radu kao i za bolest, i treba je tretirati upravo na principu ekologije. To znači, da pri ispitivanju problema nesreća na radu treba uzeti u obzir sve faktore koji mogu dovesti do unesrećivanja, i da nesreće treba promatrati kako sa strane svakog pojedinog individua, tako i kao masovni problem. Uzevši još u obzir da ozljeda nije bolest koju uzrokuje jedan uzročnik (baciil) već čitav niz uzročnika od kojih neke možemo identificirati a neki nam ostaju sakriveni (pa ih želimo otkriti), onda je pogotovu jasno da ispitivanje, istraživanje u pogledu problema nesreća mora biti uvijek postavljeno veoma široko. Ono mora obuhvatiti karakteristike individua i okoline, pratiti kod čovjeka i u okolini svaku promjenu i utvrditi ključne tačke na kojima je došlo do poremećaja međusobnih odnosa.

Upravo sa tog gledišta činila je većina istraživača kardinalne greške. Oni su ispitivali značajnost jedne karakteristike za nesreću kao npr. inteligenciju, ne uzevši u obzir upravo najvažniji princip a to je kompleksnost uzroka svih okolnosti. Postoji djelovanje jednog faktora na drugi, dapače Desoille (31) tvrdi da jedan faktor svojom prisutnošću potencira djelovanje drugih faktora.

Liječnici epidemiolozi (najznačajniji je Gordon) otišli su i dalje i uvrstili ozljede (nesreće) uopće pa i one na radu među »masovne bolesti« što ozljede u biti i jesu. Zbog toga su studiju nesreća pristupili epidemiološkim metodama. Ovakova ispitivanja možemo prihvatiti sa punim povjerenjem, jer osvjetljavaju događaje nesreća sa najrazličitijih pozicija, što je naglašeno kao jedino ispravno.

Opširna ispitivanja problema nesreća traže neminovno i timski rad. Psiholog, socijalni radnik i liječnik (uz specijaliste u potrebnim slučajevima, npr. okulista pri sumnji na slabi vid), ispituju karakteristike radnika. Faktor radne okoline ispituju inženjeri (strojari, kemičari, itd.) a socijalnu radnu okolinu sociolozi (socijalni radnici), pedagozi.

Pokušaj ovalkvog širokog ispitivanja izvršen je kod nas u jednoj tvornici elektrodustrije (32). Odabrana je grupa od 103 radnika i radnica kojima su se nesreće ponavljale. Ovi su radnici bili pregledani i ispitani u okolini u kojoj su integrirani sa radom i ži-

votom. Kontrolna grupa makar približno istog broja radnika nije se mogla formirati, jer bi te dvije grupe bile suviše nehomogene. Međutim, rezultati ispitivanja toliko su uočljivi da kontrolna grupa u biti nije ni potrebna.

Biografski podaci o djetinjstvu članova grupe od 103 radnika pokazuju:

— u ranom djetinjstvu umro je jedan od roditelja kod 48,1% ispitanika,

— jedan od roditelja bio je alkoholičar i u pijanom stanju agresivan (kod 26,4%,

— odnos roditelja prema ispitaniku bio je veoma strog (tjelesno kažnjavanje) kod 51,5%,

— u ranom djetinjstvu doživjeli su teži emocionalni stres 47,5% ispitanika.

Ocjnjeno je da je 55% iz navedene grupe provelo izvanredno teško djetinjstvo.

Od svih ispitanika 77,5% izjavilo je da su »jako nervozni« i »po prirodi nagle naravi«, te čine neugodne ispade.

Posebne brige sa odgojem djece zbog skitnje i slabog učenja imalo je 35% ispitanika (procenat je i veći jer svi ispitanici nemaju djecu).

Interesantan je odnos prema poslu koji obavljaju. Samo 29,1% radnika je izjavilo da im posao posve odgovara; 10,7% da im je posao omražen a 13,6% da im je indiferentan. Ostalih 46,6% je izjavilo da su relativno zadovoljni.

Kod 50% radnika utvrđeno je da žive u vrlo teškim uvjetima stanovanja i teškim ekonomskim prilikama uopće.

Ocjena radnih mjesta pokazala je da 43% radnika obavlja poslove u lošim uvjetima, itd.

U istom ispitivanju jedva je pronađeno 30 homogenih (koliko je to moguće) parova, tj. 30 radnika sa čestim ozljedama i 30 bez ozljeda. Izrazite su bile razlike između obih grupa za neke parametre. Npr. svoj posao voli u prvoj grupi 33,3%, a u drugoj grupi 60%; u braku dobro živi u prvoj grupi 60%, a u drugoj grupi 86%; nagle su naravi i prave ispade u prvoj grupi 77,3%, a u drugoj grupi 43,3% ispitanika; procjenom radnika od strane pretpostavljenih i nekih drugih pokazatelja našlo se u prvoj grupi slabo ocjenjenih radnika 33,3%, a u drugoj grupi 10,0 odst., itd.

Ova ispitivanja na širokoj bazi pokazala su, da je kod radnika koji se često ozljeđuju čitav životni učinak slab. Oni zataje

na mnogim zadacima u radu i životu više od onih koji se ne ozlijeđuju. Međutim, sredene prilike na radnome mjestu, u obitelji i društvu uopće, stvaraju ravnotežu između takvih ljudi i njihove okoline, i oni izlaze iz

kruga recidivista ozlijeđivanja. Oni žive normalno ako nisu izloženi nekom većem stresu.

Iz toga se može zaključiti da svaki od mnoštva faktora može ali i ne mora imati značaj »uzroka« nesreći. To ovisi o svim drugim faktorima i njihovom značaju.

ZUSAMMENFASSUNG

Menschliche Faktoren bei den Arbeitsunfallprozessen

Dr. O. Maček*)

Voraussetzungen, die in dieser Darstellung in kurzen Zügen vorgetragen wurden, können in einigen Hauptpunkten zusammengefasst werden:

— Der menschliche Faktor ist Haupthandelnder im Unglücksfallprozess. Menschliche Eigenschaften, ererbte oder erworbene und die Reaktionsweise auf die Aussenfaktoren spielen die Hauptrolle.

— Zu einem Unglück kommt es, wenn das harmonische Verhältnis zwischen der Person (Arbeiter) und seiner Umgebung gestört wird. Es hängt vom menschlichen Faktor ab, in welchem Masse die Gefahr von aussen gebannt wird und wie gross die Bedeutung dieser Aussenfaktoren ist.

— Die Arbeitsumgebung und die Umgebung überhaupt tragen objektive Gefahren verschiedenen Grades in sich. Wenn die objektive Gefahr sehr gross ist, dann kann auch der Widerstand fähigste gegen die Verunglückung öfters verletzt werden.

— Ausgenommen die Charakteristiken des »Faktors Mensch« soll an die Umgebungseigenschaften (Arbeits-, Familienumgebung usw.) auch an das »Zusammentreffen von Umständen« gedacht werden, Bildung also von einer Situationsreihe, die einen Unglücksfall begünstigen.

— Die »Disposition« oder die »Neigung« zur Verletzung besteht nicht als angeborene Eigenschaft wie Haarfarbe oder ähnliches. Die Rezidivisten d. h. die Rückfälligen bei welchen sich die Unglücksfälle wiederholen sind sehr oft gefühlsmässig labile unreife, an die eigene Umgebung schwach angepasste Personen. Daraus folgt nicht das umgekehrte, dass solche Personen Rückfällige für Unglücksfälle sein müssen.

— Die Erscheinung der Wiederholung des Unglücksfalls bei einem Arbeiter ist selten ständig gewöhnlich ist sie zeitweilig. Nach einer gewissen Zeit hören die Unglücksfälle auf. Ständige »Neigung« zur Verunglückung tritt bei Menschen z. B. mit irgend einer unheilbaren Krankheit (Bludruck) oder gerade solcher Zusammensetzung einer Reihe der Personeneigenschaften, auf, die eine Verunglückung begünstigen, auch in solchen Fällen kann durch Kompensation und Änderung der Umstände bis zu einer Unterbrechung der Unglücksfallserie kommen.

— In einer Arbeitsorganisation eine verhältnismässig geringe Anzahl von Menschen beansprucht eine grosse Anzahl von Krankentagen für sich. Diese Masse ist in der Hauptsache konstant. Die Einzelnen in dieser Gruppe sind nicht immer dieselben. Die Einen treten in die Masse ein, die Anderen aus. Einige bleiben in dieser Gruppe kurze Zeit, einige mehrere Jahre, selten sind aber die ständig Anwesenden.

— Gegen 70% von Unglücksfällen entfällt auf diejenige, die in ihrem Leben ein — oder zweimal verunglückt sind. Bei diesen Arbeitern handelt es sich meistens um einen vorübergehenden Konflikt (Tod in der Familie), so dass der gefühlsmässige Spannungszustand ihre Widerstandskraft gegen die Unglücksfälle herabsetzt.

*) Dr Olga Maček, Medicinski fakultet — Zagreb.

— Nicht ein jeder gefülmässig Unreifer oder Neurotiker erleidet Unglücksfälle. In Gegenteil, er kann gegen Unglücksfälle sehr widerstandsfähig sein, weil er aus Angst vorsichtig ist oder hat einen Sinn für Sicherheit entwickelt.

— Jeder Mensch im Zustand der Angst, des Zornes, der Frustration, des Hasses, der Aggressivität oder des Schuldgefühls — befindet sich im emotionalen Stress und ist ein Unglückskandidat. Derjenige unter chronischem Stress hat mehr Möglichkeit für eine öftere Verletzung.

Literatura

1. Journée Mondiale de la santé, 7 avril 1961, W. H. O.
2. Greenwood, m. Woods, H. M., 1919: The incidence of industrial accidents upon individuals with special reference to multiple accidents, Ind. Health Res. Board, London.
3. Marbe, K., 1923: Über, Unfallversicherung und Psychotechnik, München.
4. Lahy, J. M., Korngold, S.: 1936: Recherches expérimentales sur les causes psychologiques des accidents du travail, L. Maloine, Paris.
5. Arbous, A. G., Kerrich, J. E. 1953: The phenomenon of accident proneness, Ind. Med. and Surg.
6. Zurfluh, J. 1956.: Analyse des causes d' accidents sous l' angle des facteurs humains, Sécurité.
7. Dunbar, h. f. Psychosomatic Medicine, Random House, New York, 1947.
8. Rawson, A. T., 1944. Psychosomatic Medicine, Random House, New York.
9. Public Health Reports, Geneva, W. H. O., Mar. 1949.
10. Greenburg, Henderson and others: The accident-Prone Individual, Am. J. of Public Health, 1950.
11. Larson, J. C., 1956: The human element in industrial accident Prevention, New York University.
12. Weirnerman, E. R. 1956: Accident-Proneness: A Critique, Am. J. of Public Health.
13. Schulzinger, M. S., 1956: The Accident Syndrome, Spwringfield, Illinois.
14. Gordon, J. E., 1949: Am. J. of Public Health, The epidemiology of Accidents, April.
15. Vernon, H. M., 1936: Accidents and Their Prevention, Prentice-Hall Inc., New Xork.
16. Slocombe, C. S., Bingham, W. V., 1930: Industrial Differences in Industrial Personnel, Eugenic News, 15.
17. Kirk, E. J., 1931: Hypertension in Industry, J. Indus. Hyg. Toxic., 9.
18. Norman, L. G., 1960: Medical Aspects of Road Safety, Lancet, 1.
19. Godard, J., 1953: Facteurs humains et sécurité des travailleurs, Colloque sur la Medicine du travail, Milano.
20. Andresen-Costa 1951: Some Remarks about industrial eccidents (X Congress int. de med du travail), Lisabon.
21. Smiley, J. A., 1955: A Clinical Study of a Group of Accident-prone Workers, Brit. J. of Ind. Med., Vol. 12.
22. Smith, H. W., Popham, R. E., 1951: Blood Alcohol Levels in Relations to Driving, Canad. Med. Assoc. J., 65.
23. Petz, B., 1959: Psihologija rada, Zagreb.
24. Racmond, V., 1952: Cause des accidents de travail: Le geste nefaste, Arch. Mal. profess. 5.
25. Mc Farland, R. A., Moseley, R. C. 1957: Human Factors in Highway Safety, New Engl. J. Med. 256.
26. Mc Farland, R. A., 1958: Health and Safety in Transportation, Public Health Rep. 73.
27. Osborne, E., Vernon, H., 1922: The Influence of Temperaure and other Conditions on the Frequency of Industrial Accidents, Med. Res. Couns. Rep. London.
28. Maček, O., 1960: Problem sklonosti ka unesrećivanju, Organizacija rada, 8.
29. Siegfried, A., 1953: Psychologie et prevention des accidents du travail, Musée sociale, Paris.
30. Chillag, I., Hedri, E., Personal Factors of Accident Proneness, Ind. Med., 18.
31. Desoille, F., 1955: Objet de la Medicine du travail, Cours de perfectionnement de medicine du travail, Paris.
32. Maček, O. 1960: Fizičko, mentalno i socijalno zdravlje u odnosu na sklonost ka ozljeđivanju, Organizacija rada 9.

Problemi zaštite na radu i sigurnost na boksitnim rudnicima u Hercegovini

Dipl. ing. Ljubo Lovrić

Prikazani su rudarsko-geološki uslovi, tehnologija eksploatacije i kretanje povređivanja u hercegovačkim rudnicima boksita.

Eksploatacija boksita u Hercegovini započela je 1936. godine i vrši se bez prekida sa proizvodnjom koja danas dostiže 350.000 tona. U početku je boksit eksploatisan površinskim kopovima, dok se je poslije rata djelimično prešlo na jamsko otkopavanje. Danas je taj omjer 2:3 u prilog površinskih kopova.

Kao i ostali jugoslavenski boksiti, hercegovački boksiti su svojom genezom vezani za kras, tj. pojavljuju se kao rudna ispunjenja u kraškim udubinama i vrtačama u obliku gnijezda, i to vrlo dekoncentrirano. Veličina ležišta u Hercegovini kreće se od nekoliko tona pa do jednog miliona tona. Najviše ima ležišta od 20—60.000 tona. Dekoncentracija drugih tijela redovito otežava eksploataciju boksitnih ležišta. I mala ležišta predstavljaju posebna rudna tijela koja se moraju posebno otvarati i eksploatirati. Jedino tamo gdje se pojavljuje gušća grupa ležišta, a eksploatacija se vrši jamskim putem, otvaranje i eksploatacija mogu se zajednički vršiti.

Boksit se u ležištu pojavljuje vrlo kompaktno i homogeno bez uložaka i primjesa koje bi trebalo mehanički odvajati, pa se zato i otkopavanje u jami vrši kontinuirano od krovine do podine. Jedino ukoliko se prilikom otkopavanja krovina ruši zajedno sa rudom i pri tome miješa sa jalovinom, po-

trebno je da se kamen odstranjuje ručno bilo u jami, bilo prilikom deponiranja na površini.

Boksiti u Hercegovini uglavnom leže na podini koju sačinjava krečnjak gornje krede, dok je krovina pretežno eocenski krečnjak ili fliš.

Kao što je napred rečeno, eksploatacija se vrši djelimično površinskim kopovima, a djelimično jamskim putem. Zbog toga bi trebalo u cilju sagledavanja opasnosti, ukratko opisati tipove ležišta i način eksploatacije.

Uglavnom se radi o dva tipa ležišta:

a) ležišta u podinskom krečnjaku bez krovinskih naslaga

b) ležišta na kontaktu između dva stratigrafska horizonta (kreda-eocen) sa izdanikom ili bez izdanika na površini.

Površinskim kopovima eksploatira se naročito tip ležišta bez krovinskih naslaga, kao i dio ležišta drugog tipa sa strom krovinom, i to od izdanika koji stiže do manjih dubina. Eksploatacija se vrši bagerima sa grablicom i to u jamama koje su uglavnom ispod radnog nivoa bagera. Ovako se može raditi do dubine od 15 metara. Kod malih ležišta i većih dubina eksploatacija se komplikira, jer grabilica bagera ne može da zahva-

ta. Međutim, vrlo često kod takvih ležišta rijetko se prelazi dubina od 20 metara, a osim toga krečnjački bokovi, posebno ako su dosta strmi, vrlo su čvrsti i ne obrušavaju se, što predstavlja sigurnost s obzirom na opasnost od pada pojedinih dijelova bokova na radnike koji rade u jami. Međutim, u fazi rada bagera, dok on u povlačenju stoji na boksitu, opasno je i za radnike i za bager da se pod bagerom obruši boksit, a to je mnogo opasnije nego kada je, umjesto boksita, krečnjak. U tom slučaju se postavlja jedna jaka greda na 1,5—2 m udaljenosti od ruba, koja ne dozvoljava da bager dođe u opasnu zonu.

Ovakvih ležišta boksita, kakva su napred spomenuta, u Hercegovini je bilo vrlo mnogo, a još uvijek ih ima dosta, pa prema tome još uvijek se nije pojavila imperativna potreba, da se vrše velike otkrivke sa teškom mehanizacijom.

Međutim, danas se vrše pripreme za takav rad, kojim će rudnik moći da poveća proizvodnju boksita radi snabdjevanja tvornice glinice u Mostaru. Zato će se morati otkrivati i ona ležišta, za koja se prije nepunih 10 godina nije ni pomišljalo da će se drukčije eksploatirati nego jamskim putem.

Minirana ruda na površinskim kopovima vadi se grabilicom koja se nalazi uz depo pored bagera, i sa ovoga depoa se boksit tovari u kamione.

Prema tome, ovakav način rada je relativno dosta jednostavan i ne predstavlja u eksploataciji veći problem, osim što se mora dosta često vršiti premeštanje bagera. Isto tako ni opasnost na takvim radilištima nije velika.

U praksi nije bilo slučajeva da je bager skliznuo u jamu, a ni radnici nisu bili ozlijeđeni prilikom rada bagera. Razumljivo je da radnici moraju izići iz jame dok bager vadi rudu iz nje.

Kao što je rečeno, radnicima u jami prijete opasnost od obrušavanja kamenih ili boksitnih bokova. U vezi sa time treba paziti i voditi računa o tome da se radnici ne povrije de. Preventiva se prvenstveno sastoji u tome, da se nakon svakog miniranja bokovi dobro okucaju, tako da ne preostane ni jedan ko-

mad koji bi sumnjivo visio. Osim toga, silazjenje u jamu mora biti obezbijeđeno željeznim ljestvama, koje se prilikom svakog miniranja moraju izvući, da se ne bi miniranjem oštetile.

Podzemna eksploatacija ima svoje specifičnosti, koje proizilaze iz same otkopne metode, kao i zbog potencijalnih opasnosti koje ova eksploatacija krije. U jami se boksit dobiva metodom podzemnog otkopavanja sa rušenjem krova. Ovom metodom se radi od prvog dana podzemne eksploatacije boksita u Hercegovini pa do danas. Ona ima nekoliko svojih varijanti na istom principu. Kod razmatranja u cilju uvođenja bilo koje nove otkopne metode, pojavila bi se uvijek dva osnovna problema: naći adekvatnu mehanizaciju za nepravilna i mala rudna tijela, i povećanje otkopnih gubitaka rudne supstance.

Današnja otkopna metoda ima prednost što je kod radnika dobro uhodana, jer se duži niz godina primjenjuje, i što je procenat gubitaka rudače relativno mali. Međutim, otkopi predstavljaju često opasnost, naročito ukoliko ostaju otvoreni i pružaju mogućnost da radnici ulaze ispod podgrade. Ozljede i nesreće koje bi se mogle dogoditi nesmotrenim i neodgovornim radom, smanjuju se uvođenjem stroge kontrole.

U narednim tablicama prikazani su kretanje, izvori i uzroci ozljeda za poslednjih pet godina.

Tablica 1

Broj zaposlenih, izgubljenih radnika zbog povređivanja i broj povreda

Godina	Prosječan broj radnika	Broj radnika izgubljenih zbog povreda	Povreda			
			L	T	S	Ukup.
1966.	952	1487	76	3	—	79
1967.	1000	1529	58	4	—	62
1968.	899	1802	68	3	—	71
1969.	910	1563	67	4	—	71
1970.	922	2038	68	2	—	70
Ukupno		8419	337	16	—	353

Broj povreda po uvjetima povređivanja

Tablica 2

Godina	Jama				Površinski			Ostalo — Površina			Ukupno
	Izrada jamskih prostorija	Otkop	Jamski transport	Ostalo	Otkopavanje i raskrivanje	Ostalo	Radiona	Autosaobraćaj	Idući na posao i obratno	Ostalo	
1966.	7	10	13	1	1	1	14	3	8	21	79
1967.	3	4	10	6	1	1	11	4	3	19	62
1968.	6	4	10	7	1	4	9	6	5	19	71
1969.	7	4	12	6	1	—	6	12	4	19	71
1970.	9	4	5	6	1	2	14	3	9	17	70
Ukupno	32	26	50	26	5	8	54	28	29	95	353

Tablica 3

Povređe na radu po izvoru povreda

Godina	Pad predmeta	Rušenje u jami	Pad sa visine	Jamski transport	Eksplozija mina	Strojevi	Ručni alat	Pokliznuća	Rušenje na površinskom kopu	Ostalo	Ukupno
1967.	10	6	3	10	—	3	9	5	1	15	62
1968.	15	6	3	9	2	3	9	5	1	18	71
1969.	12	3	6	7	2	11	5	2	1	22	71
1970.	12	10	7	5	—	4	11	8	1	12	70
Ukupno	56	43	23	44	5	28	43	26	4	81	353

Tablica 4

Uzroci povreda

Godina	Nedostatak zaštite	Nekorištenje zaštitnih sredstava	Nepažnja	Krivnja drugog lica	Viša sila i slično	Ukupno
1967.	9	4	40	3	6	62
1968.	9	2	41	9	10	71
1969.	12	7	39	4	9	71
1970.	15	2	37	3	13	70
Ukupno	60	19	203	24	47	353

Treba imati na umu da se svi napred navedeni nesrećni slučajevi odnose na cjelokupno radništvo u rudniku u kome pored rudara postoji i vozni park za transport rude, remontna radionica u Mostaru, kao i radionice po pogonima, ekipa bušača za istražno bušenje i ostale pomoćne službe. Razumljivo je što je najveći broj ozljeda kod jamskih radnika, jer je i opasnost pri radu u jami najveća. Osim toga, u statistici povreda uočava se da su glavni uzroci nesreća pri radu u jama kod jamskog transporta i prilikom obrađivanja.

Karakteristično je zatim, da je broj ozljeda početkom godine veći i da se najveći broj ozljeda dešava ponedjeljom. Na osnovu ovoga dolazimo do zaključka da je uzrok tome taj, što radnici slabo koriste svoj me-

Pokazatelji učestalosti i težine povređivanja i stepena ugroženosti

Tablica 5

Godina	Učestalost Broj povreda na				Težina povređivanja Broj izgubljenih nadnica		Stepen ugroženosti	
	1000 radn.	10 ⁵ izrađenih nadnica	10 ⁶ izrađenih sati	10 ⁶ t proizvodnje	Na jednu povredu	Na 10 ³ radnih sati	SN	ST
1961.		64,8		522,2				
1962.		58,9		528,2				
1963.		51,3		420,6				
1964.		47,2		323,1				
1965.		40,4		290,1				
1966.	83	31,2	39,5	240,9	18,8	0,79	17787	802
1967.	62	24,2	34,5	183,2	24,6	0,85	15566	703
1968.	79	29,0	42,5	214,5	24,5	1,05	14234	802
1969.	78	27,0	38,1	222,0	22,0	0,85	15103	710
1970.	77	27,1	38,7	219,3	29,1	1,12	7016	448

$$SN = \frac{10^5}{N} (150s + 37,5t + 1) \dots \text{stepen ugroženosti na } 100.000 \text{ nadnica}$$

$$ST = \frac{10^6}{T} (150s + 37,5t + 1) \dots \text{stepen ugroženosti na } 100.000 \text{ proizvodnje}$$

- s — broj smrtnih povreda
- t — broj teških povreda
- 1 — broj lakih povreda

Povrede po kvalifikaciji povređenih u cijelom preduzeću

Tablica 6

Godina	Nadzornici	Palioci mina	Kopači	Pom. kopači	Vozači	Bravari	Električari	Vozači lokomotiva	Rukovaoci mašina	Ostali u jami	Ostali na površini	Inženjeri i tehničari	Ukupno
1969.	2	2	10	14	7	4	1	8	2	—	21	—	71
1970.	1	—	16	6	7	11	—	3	7	—	18	1	70

Prosječan broj zaposlenih radnika u periodu 1966-1969. godine

Tablica 7

Period 1966—1969.	U jami	Na površinskom kopu	Ostali (kamionski saobraćaj, remontna radionica, direkcija, administracija, istražno bušenje)	Ukupno
	311	94	501	906

deljni odmor (nedelju) pa zato u ponedjeljak dolaze na posao mamurni, umorni itd. Zatim broj ozljeda je mnogo veći kod nekvalifikovane radne snage, nego kod ostalih radnika. Osim toga, ustanovljeno je da do najvećeg broja ozljeda dolazi uslijed nepažnje radnika i zbog nepropisnog rada. Sve su to podaci koji nam ukazuju koja i kakva mora biti zaštita, odnosno preventiva, a to su:

- povećati disciplinu u sprovođenju zaštitnih mjera kod obavljanja pojedinih radnih operacija
- sve zaposlene stalno obučavati i upoznavati sa propisima iz oblasti zaštite, u kom cilju je potrebno imati stručni i kvalitetan nadzorni kadar
- protiv nedisciplinovanih radnika preduzimati određene sankcije
- sva jamska radilišta dobro i na vrijeme podgrađivati
- prilikom rada sa alatom, pored ispravnosti, posebnu pažnju obratiti na način kako se tim alatom rukuje
- kod svih jamskih radova stalno kontrolirati stanje stropa i bokova, sve višece i labave komade na siguran način ukloniti
- kontrolirati da li radnici pri radu koriste odgovarajuća zaštitna sredstva.

Sve su to mjere koje treba ne kampanjski, već permanentno i dosledno sprovoditi.

Jedan od vrlo važnih problema bilo je pitanje većeg broja kvalitetnijih i stručnijih nadzornika. To je vrlo važan kadar u rudnicima, od kojih zavise mnogi problemi u procesu proizvodnje, a među ostalima i problemi zaštite. Zato rudnik već duži niz godina upućuje veliki broj radnika na školovanje u nadzorničke škole u Varaždinu i Knjaževcu. Ovom prilikom treba napomenuti da je čudnovato da u jednoj takvoj republici kao što je Bosna i Hercegovina, koja ima veliki broj rudnika i rudarsku tradiciju, nema ni jedne

stalne nadzorničke škole, tj. škole koja bi davala upravo one kadrove koji su svim rudnicima potrebni. Svi ovi ljudi, koji na rudnicima boksita rade u direktnoj proizvodnji, kao što su poslovođe, nadzornici, palioci mina i sl., svake godine imaju kontrolne ispite na kojima se proverava njihovo znanje, i koji se primoravaju da permanentno obnavljaju znanje iz oblasti zaštite.

Pored ozljeda od kojih radnici i rudnik imaju štete, postoji i problem bolovanja. Kao i kod ostalih rudnika, tako i u našem, broj bolovanja je veliki. Podaci sa jednog pogona pokazali su nam da je u toku deset mjeseci svaki radnik bio prosječno 30 (trideset) dana na bolovanju.

Kod nas na rudniku nema profesionalnih oboljenja, osim eventualno reumatizma, pa je vjerovatno zato tako veliki pokazatelj poboljevanja utoliko više zabrinjavajući. Koren ovoga moguće leži i u tome što su mnogi naši rudari ujedno i zemljoradnici, pa se pored rada u rudniku, intenzivno bave i zemljoradnjom. Zbog toga se oni iscrpljuju i često dobivaju bolovanja od liječnika, koji širokogrudno daju »poštedu«. Zbog raštrkivosti radilišta i pogona, rudnik nije u stanju da ima jednu zajedničku zdravstvenu službu, već je naš mali pogon vezan za ljekarsku službu pojedinih općina, u čijem sjedištu je ujedno i uprava pogona.

U rudniku je formirana posebna služba zaštite na radu čiji su zadaci utvrđeni OZOR-om te Pravilnikom o zaštiti na radu u preduzeću. Služba je samostalna i organizaciono vezana za direktora rudnika. U službi zaštite radi 5 (pet) osoba i to: jedan inženjer sigurnosti, tri rudarska i jedan mašinski tehničar. Ovakav sastav službe brojčano i kvalitativno odgovara potrebama rudnika.

Proširenje kapaciteta rudnika stvaraće nove probleme. Međutim, oni za sada još nisu dovoljno sagledani, pa će o njima biti govora u posebnom napisu.

SUMMARY

Problems of Protection at Work and Safety in Bauxite Mines in Hercegovina

Lj. Lovrić, min. eng.*)

After the presentation of mining-geological conditions in Hercegovina bauxite mines and mining technology, an analysis of injury occurrences in above mines is given for the past ten years. Guidelines for safety increase in bauxite mines are also outlined.

*) Dipl. ing. Ljubo Lovrić, Rudnici boksita — Mostar.

Neka pitanja sigurnosti u rudnicima sa površinskom eksploatacijom na IV poljsko — jugoslovenskom savetovanju u Jašovjecu u Poljskoj

(sa 1 slikom)

Prof. ing. Nikola Najdanović

Stabilnost kosina etaža i odlagališta kao i nosivost planuma etaža i odlagališta predstavljaju najaktuelnije probleme savremene površinske eksploatacije ležišta uglja, koji zahtevaju neprekidan istraživački rad stručnjaka, razmenu iskustava i dogovaranja.

Uspešno tehnički i ekonomski usklađeno rešeni ovi problemi omogućuju punu ekonomiku i sigurnost eksploatacije otkopa.

Na IV poljsko-jugoslovenskom savetovanju o sprečavanju opasnosti u rudarstvu, održanom u maju 1971. god. u Jašovjecu u Poljskoj, izloženo je nekoliko referata o nekim problemima sigurnosti na površinskim otkopima, koji brzim razvojem površinske eksploatacije postaju sve ozbiljniji. Tom prilikom se o ovim problemima diskutovalo, a doneti su i zaključci o uzrocima i merama za njihovo suzbijanje. U ovom napisu iznećemo sažeto najvažnija izlaganja na tom savetovanju, koja smatramo da mogu biti od koristi kod rešavanja problema sigurnosti na našim površinskim otkopima.

Sigurnost u rudnicima sa površinskom eksploatacijom u najvećoj meri zavisi od dva faktora i to: od stabilnosti kosina i od nosivosti planuma etaža površinskih otkopa i odlagališta. Opšta konstatacija je, da kod projektovanja rudnika sa površinskom eksploatacijom ovi faktori nisu uvek dobro cenjeni, uglavnom radi istražnih radova koji nisu izvođeni u potrebnoj meri, zbog čega je u toku eksploatacije dolazilo dosta često do rušenja etaža, propadanja koloseka i rudarskih mašina na planumima etaža, naročito u prolećnoj i jesenskoj sezoni zbog atmosferskih padavina i navale površinskih voda.

Stabilnost kosina etaža površinskih otkopa i odlagališta

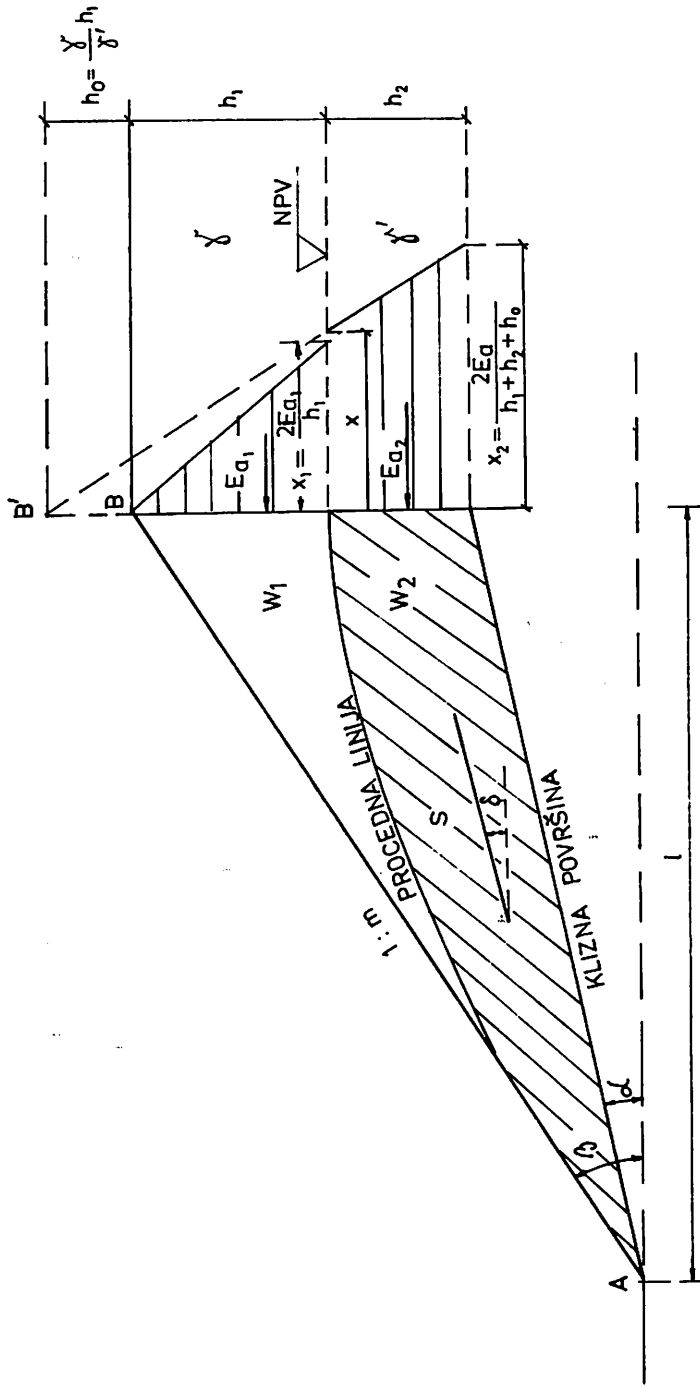
Postoji veći broj faktora koji utiču na stabilnost kosina, među kojima su najvažniji sledeći.

Geološka građa terena

Za površinsku eksploataciju potrebni su poznavanje geološke građe terena i analiza formacije stena, da li su to eolske, eluvijalne, diluvijalne, glečerske, aluvijalne, močvarne ili jezerske formacije. Svaka formacija ima različitu strukturu i drugačije geotehničke osobine. Pored toga, za stabilnost u površinskoj eksploataciji treba utvrditi poremećaje strukture građe terena. Raseđe treba utvrditi i označiti u geološkim profilima, jer je u njihovoj blizini tlo poremećeno i predstavlja slaba mesta sklona rušenju.

Fizičko-mehaničke karakteristike tla

Ponašanje tla otkrivke i jalovine u odlagalištu zavisi u najvećoj meri od njihovih fizičko-mehaničkih karakteristika. Zbog toga je potrebno poznavanje fizičko-mehaničkih parametara slojeva u otkrivci i jalovi-



$$E_{a1} = \frac{1}{2} \gamma h_1^2 (\text{tg } 45^\circ - \psi/2)$$

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma' (h_0 + h_1 + h_2)^2 \text{tg}^2(45^\circ - \psi/2)$$

$$E_{a2} = \frac{x + x_2}{2} \cdot h_2'$$

Sl. 1 — Ispitivanje stabilnosti kosine etaže pod dejstvom filtracije.

Fig. 1 — Testing of bench slope stability under the influence of filtration.

ne koja se odlaže, kako za projektovanje rudarskih radova, tako i za njihovo izvođenje. Nedovoljna ili neadekvatna ispitivanja ne mogu poslužiti kao korektna podloga za analizu stabilnosti za određene radne uslove. Za tu svrhu dovoljna su laboratorijski geomehantička ispitivanja uzoraka izvađenih iz sondažnih bušotina po normiranim postupcima, ali je za izvođenje radova eksploatacije potrebno raspolagati na terenu manjom priručnom laboratorijom za kontrolu osnovnih fizičko-mehaničkih parametara, čije veće promene mogu zahtevati korekcije u projektu.

Uticaj hidrogeoloških uslova na stabilnost površinskih otkopa i sigurnost u rudniku

Hidrostatički pritisak podzemne vode izaziva hidrodinamički potisak, zvani filtracioni potisak, u pravcu kosine etaže otkrivke ili odlagališta, koji nepovoljno utiče na stabilnost etaža. Sila ovog filtracionog potiska može se izraziti jednačinom

$$S = A \cdot \gamma W \cdot i$$

gde je

- S — sila filtracionog pritiska u Mp
- A — površina zone filtracije, obuhvaćena između procedne linije i posmatrane klizne površine u m²
- γW — zapreminska težina vode u Mp/m³ i prosečan hidraulički nagib.

Postoji više metoda za određivanje filtracionog potiska, ali za ovu svrhu najčešće nije potrebna tačnost na bazi konstrukcije mreže strujanja, već se mogu primeniti i približne metode. Na slici 1 prikazan je način određivanja faktora sigurnosti za ispitivanje stabilnosti kosine etaže uzimajući u obzir potisak filtracije.

Za izabranu kliznu površinu pod uglom α dužine L za procednu liniju, koju konstruišemo kao parabolu sa temenom u nožici kosine A, odredimo silu filtracionog potiska S prema prednjem obrascu, gde je A šrafirana površina

$$i = \frac{h_2}{1}$$

Usvaja se da je pravac sile, S pod srednjim uglom nagiba δ .

Za izračunavanje faktora sigurnosti F, treba odrediti aktivni zemljani pritisak E_a na zemljanu prizmu ABD, težinu W_1 zemljane prizme iznad procedne linije i W_2 ispod nje, te na osnovu plana sila odrediti normalnu komponentu ΣN i tangencijalnu komponentu ΣT rezultante svih sila R. Faktor sigurnosti je

$$F = \frac{\Sigma N \operatorname{tg} \varphi + cL}{\Sigma T}$$

gde je

- φ — ugao unutrašnjeg trenja
- c — kohezija u Mp/m²
- L — dužina klizne površine u m na dužni metar klizne prizme.

Za radne etaže može se usvojiti da je kosina stabilna ako je $F \geq 1,1$.

Ukoliko se prednjim proračunom dobije da je kosina stabilna pod dejstvom filtracionog potiska, nije potrebno preduzimati mere za osiguranje stabilnosti kosina etaža, već samo kanalisanje i brzo odvođenje procedene vode. U protivnom, preduzima se sniženje nivoa podzemne vode po poznatim postupcima za rad u suvom.

Nosivost planuma etaža površinskih otkopa i odlagališta

Na planumima etaža površinskih otkopa i odlagališta kreću se rudarske mašine na gusenicama ili šinama, koje predstavljaju osnovni transport eksploatacije, a osim toga postoji još i pomoćni transport opsluživanja, dotur rezervnih delova i dr. Za vreme kiša u prolećnim i jesenjim sezonama dolazi do delovanja atmosfere i površinske vode koja ponire u površinski sloj planuma, razmekšava ga i smanjuje njegovu nosivost u kontaktnoj površini mehanizacije. To ima za posledicu ne samo otežano kretanje mehanizacije, česte kvarove uređaja i transportnih sredstava te stoga smanjenje produktivnosti, već predstavlja i opasnost za rad na površinskim otkopima. U cilju sprečavanja ovih pojava preduzimaju se dve vrste mera i to poboljšanje nosivosti tla planuma i smanjenje specifičnog pritiska rudarskih mašina na tlo planuma.

Poboljšanje nosivosti planuma vrši se stabilizacijom tla najčešće šljunkom, a u poslednje vreme i letećim pepelom, prema lokalnim mogućnostima rudnika. U poslednje vreme se sve češće primenjuje stabilizacija tla planuma pepelom, zadržanim elektrofilitrima u termoelektranama koje se lože lignitom. I ovaj način pokazao je vrlo dobre rezultate. Leteći pepeo izmeša se u sloju debljine oko 30 cm sa isitnjenim jalovinskim glinovitim materijalom, zatim zbije buldozerima i time postigne čvrsta površina planuma, koja ima veliku nosivost i ne

gubi je pri daljim atmosferskim padavinama zbog jakih vezivnih osobina pepela u mešavini sa glinovitim materijalom. Za ovu svrhu treba izvršiti prethodna ispitivanja pepela i njegove mešavine, jer ima letećih pepela koji nisu pogodni za stabilizaciju tla.

Iskustva u Poljskoj pokazala su, da su koloseci na čeličnim pontonskim pragovima pod opterećenjem bagera omogućili trostruko smanjenje specifičnog pritiska na planumu etaže u odnosu na klasične koloseke na drvenim pragovima.

SUMMARY

Some Questions of Safety in Open Cast Mines Presented at the IV Polish — Yugoslav Consultative Meeting in Jašovjec in Poland

N. Najdanović, min. eng*)

Safety in open cast coal mines depends of slope stability, load bearing capacity of open cast mine panels and wastedumps, as well as of the effects of hydrogeological conditions on open cast mine stability. In order to prevent disasters, all above factors must be adequately evaluated. Some criteria for above factors evaluation are also presented.

*) Prof. ing. Nikola Najdanović, Rudarsko-geološki fakultet — Beograd.

Prizadevanja za zmanjševanje nevarnosti pred zastrupitvijo s Hg hlapci na jamskih deloviščih rudnika živega srebra Idrija

(z 5 slikami)

Dipl. ing. Ivica Kavčič

Živine pare ugrožavajo zdravlje radnika Rudnika žive Idrija zaposlenih na radliščih bogatim rudnim telimi, a posebno u karbonskom škrljcu, u kojima se pojavljuje elementarna živa. U cilju smanjenja opasne koncentracije para, izvršena su merenje živinih para Bechannovim instrumentom u raznim radnim uslovima. Konstatovano je da se prskanjem radlišča rastvorom Ca — polisulfida koncentracija živinih para smanjuje za 50%, dok se potisnim separatnim provetravanjem smanjuje koncentracija od 3,8 do 0,7 mg/m³. Na kraju autor prikazuje koja se lična zaštitna sredstva i mere primenjuju za zaštitu od opasnih živinih para na rudniku Idrija, i kretanja oboljenja od merkurializma od 1968—1969. godine posle preduzetih mera zaštite.

Geološki in drugi pogoji kot vzrok visokih koncentracij Hg hlapov v zraku na jamskih deloviščih

V rudniku živega srebra Idrija se nahaja živo srebro v glavnem kot impregnacija v hribinah triadne ter deloma permske in karbonske starosti. Glavni mineral je cinabarit (HgS), le redko nastopa še metacinabarit, precej pogosto pa tudi samorodno živo srebro v obliki drobnih kapljic. Za zastrupitve je važno le zadnje. Elementarno živo srebro ima namreč že pri navadni temperaturi precej visok parni tlak, zaradi česar izhlapeva v ozračje, njegovi hlapci pa so zelo strupeni za vse žive organizme.

Na žalost je nastopanje samorodnega živega srebra močno povezano z bogatejšimi cinabaritnimi rudnimi telesi, vsled česar dela na teh deloviščih ne moremo opuščati. Taka rudna telesa so predvsem v hribinah langobardske starosti (črni skonca skrilavec, tufit, tuf) ter spodnjeskitske starosti (oolitni apnenec)^[1]. Kot poseban pojav pa obravnavamo nastop samorodnega živega srebra v karbonskem skrilavcu, kjer sicer tudi nastopa skupaj s cinabaritom, vendar je samorod-

nega več kot polovica. Zaloge karbonskega skrilaavca so v našem rudniku precejšnje, vendar ga doslej nismo odkopavali prav zaradi velikih zahtev po zaščiti pred strupenimi Hg hlapci. Bogate skonca plasti in oolitni apneneci so se seveda vseskozi odkopavali. To je bil tudi glavni vzrok za profesionalna obolenja za merkurializmom pri rudarjih. Izhlapevanje živega srebra je odvisno od površine Hg, ki je na razpolago in od temperature okolice.

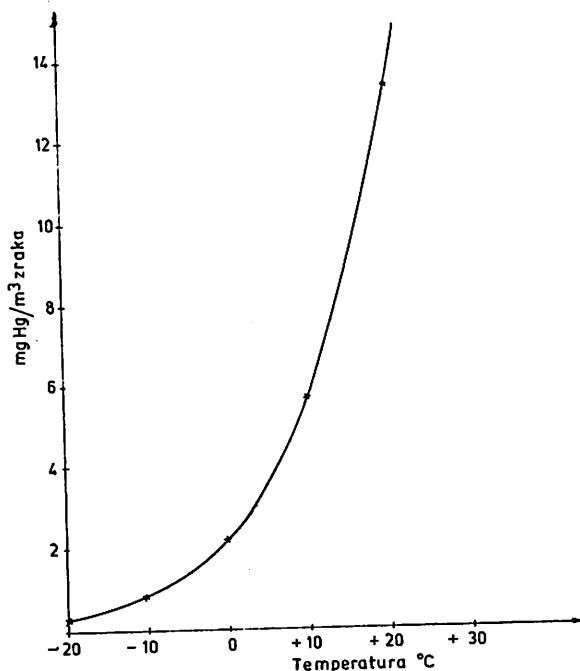
Površina je tem večja, čim je Hg kapljic in čim manjše so.

Kako pa se vsebnost Hg hlapov spreminja s temperaturo, je prikazano v tabeli 1 in diagramu 1.

Tabela 1

Spremembe Hg hlapov s temperaturo

°C	mg Hg/m ³ zraka
-20	0,28
-10	0,82
± 0	2,2
+10	5,7
+20	13,4
+30	29,8



Sl. 1 — Dijagram sprememb vsebnosti Hg hlapov v odvisnosti od temperature.
 Abb. 1 — Diagramm der Änderung im Quecksilberdampfgehalt in Abhängigkeit von der Temperatur.

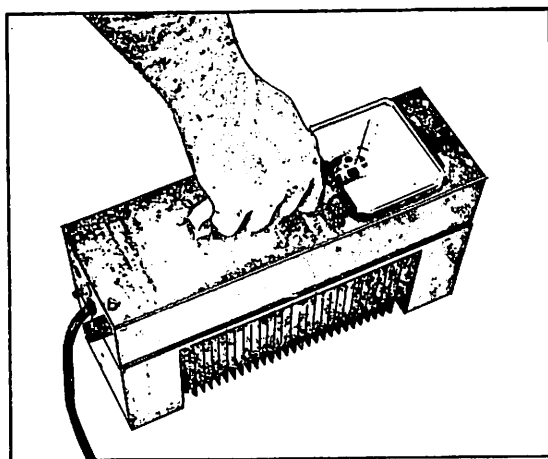
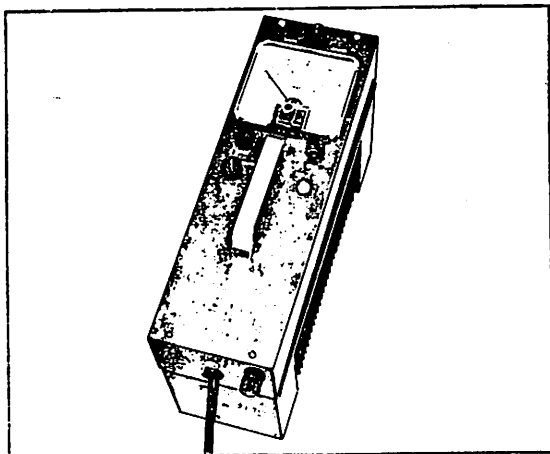
Številke pomenijo največjo možno koncentracijo Hg hlapov v zraku pri določeni temperaturi, to je pri stopnji nasičenja za dano temperaturo.

Maksimalno dovoljena koncentracija na delovnih mestih je 0,1 mg Hg/m³, za 8 urno delo (v SZ 0,01 mg Hg/m³).

Na deloviščih v naši jami se te koncentracije gibljejo v glavnem od 0,1 do 1,0 mg Hg/m³, včasih pa tudi več. Koncentracije določamo na licu mesta z aparatom za merjenje Hg hlapov firme Beckman (Mercury Vapor Meter — model K—23 — slika 2).

Princip delovanja:

Hlapi živega srebra absorbirajo svetlobo valovne dolžine 253,7 milimikronov. Na eni strani instrumenta je UV žarnica, ki oddaja svetlobo te valovne dolžine. Svetloba pada po eni strani direktno na fotocelico, ki je zraven žarnice, na drugi strani pa na drugo fotocelico, ki je na drugem koncu instrumenta. Predno pride do te fotocelice, se absorbira na Hg hlapih. V zraku brez Hg hlapov vzpostavljeno fotoelektrično ravnotežje se zato poruši in kazalec kaže odklon v odvisnosti od koncentracije Hg hlapov.



Sl. 2 — Merilac živosrebrnih hlapov.
 Abb. 2 — Quecksilberdampfmesser.

Poskusi zmanjševanja koncentracij Hg hlapov na jamskih deloviščih

Pri delih v jami skušamo zniževati vsebnosti Hg hlapov v zraku predvsem z zračenjem delovišč. S tem po eni strani znižujemo temperaturo, s čimer povzročimo manjše izhlapevanje, po drugi strani pa redčimo s Hg hlapi nasičen zrak. Zato, da bi dokazali kakšen vpliv ima zračenje na nižanje vsebnosti Hg hlapov v zraku, smo izdelali nekaj poskusov.

1. Poskus

Ugotavljanje hitrosti naraščanja vsebnosti Hg hlapov v odvisnosti od časa po izključitvi ventilatorja: Poskus smo izvedli v sledilnem delu št. 98 na VII obzorju. Sledilno delo je bilo izdelano cca 70 m v karbonskem skrjavcu, ki je vseboval samorodno Hg.

Cev pihajočega separatnega zračenja je bila speljana 8 m do delovišča. Dovod zraka je znašal 30 m³/min. Pri vključeni ventilaciji je bila koncentracija Hg hlapov na čelu delovišča 0,7 mg Hg/m³ zraka pri temperaturi 14°C in 95% relativni vlažnosti zraka. Ventilator smo izključili in merili naraščanje koncentracij Hg hlapov v odvisnosti od časa po izključitvi. Rezultati so razvidni iz tabele 2 in diagrama 3.

Tabela 2

Koncentracija Hg hlapov v odvisnosti od časa po izključitvi ventilatorja

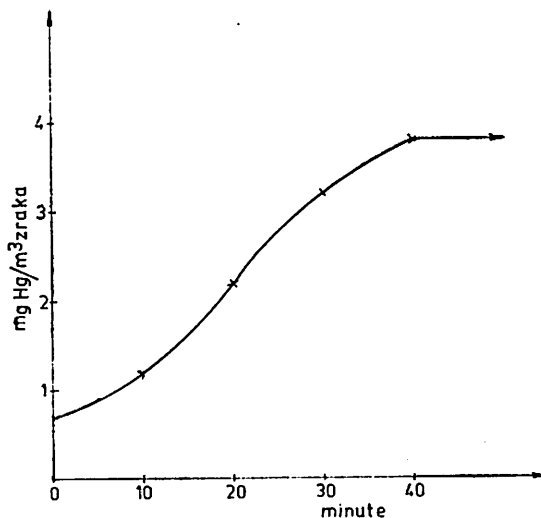
čas (min.)	mg Hg/m ³ zraka
pred izključitvijo ventilatorja	0,7
10 minut po izključitvi ventilatorja	1,2
20 minut po izključitvi ventilatorja	2,2
30 minut po izključitvi ventilatorja	3,2
40 minut po izključitvi ventilatorja	3,8
24 ur po izključitvi ventilatorja	3,8

2. Poskus

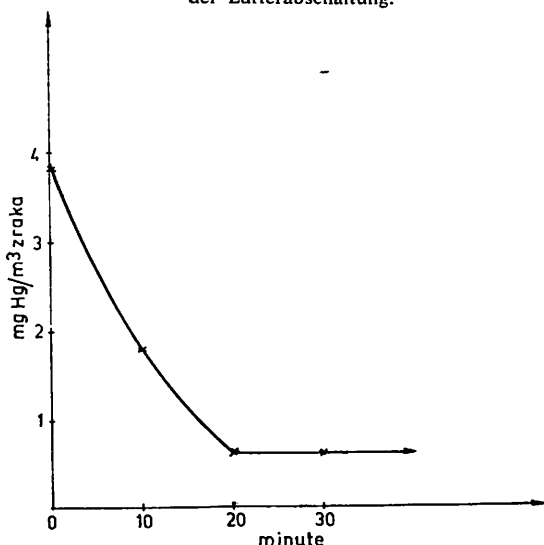
Ugotavljanje odvisnosti zmanjševanja Hg hlapov od časa po vključitvi ventilatorja (tabela 3, diagram 4).

Tabela 3
Koncentracija Hg hlapov v odvisnosti od časa po vključitvi ventilatorja

čas po vključitvi separatne vent.	mg Hg/m ³ zraka
0 min.	3,8
10 min.	1,8
20 min.	0,6
30 min.	0,6



Sl. 3 — Dijagram odvisnosti naraščanja vsebnosti Hg v zraku od časa po izključitvi ventilatorja.
Abb. 3 — Diagramm der Abhängigkeit der Quecksilberdampfgehaltvergrößerung in der Luft nach der Lüfterabschaltung.



Sl. 4 — Dijagram odvisnosti upadanja vsebnosti Hg v zraku od časa po vključitvi ventilatorja.
Abb. 4 — Diagramm der Abhängigkeit der Quecksilberdampferabsetzung in der Luft nach der Lüftereinschaltung.

Iz rezultatov je razvidno, da vsebnost Hg hlapov takoj po vključitvi ventilacije močno pade, doseže po 20 min. svoj minimum in obstane na tej stopnji, dokler se ne spremenijo drugi pogoji. Pri izključitvi ventilatorja vsebnost Hg hlapov naraste od 0,7 na 3,8 mg/m³ po 40 minutah.

3. Poskus

Ugotavljanje koncentracij Hg hlapov v zraku v odvisnosti od oddaljenosti ventilacijskih cevi pihajočega separatnega zračenja od čela delovišča.

Vsakomur je jasno, da oddaljenost cevi separatnega zračenja vpliva na vsebnost Hg hlapov na samem čelu delovišča. Da pa bi ugotovili najprimernejšo oddaljenost, smo izvedli tri poskuse z različno oddaljenostjo ustja cevi od čela delovišča. Rezultati so podani v tabeli 4 in diagramu 5.

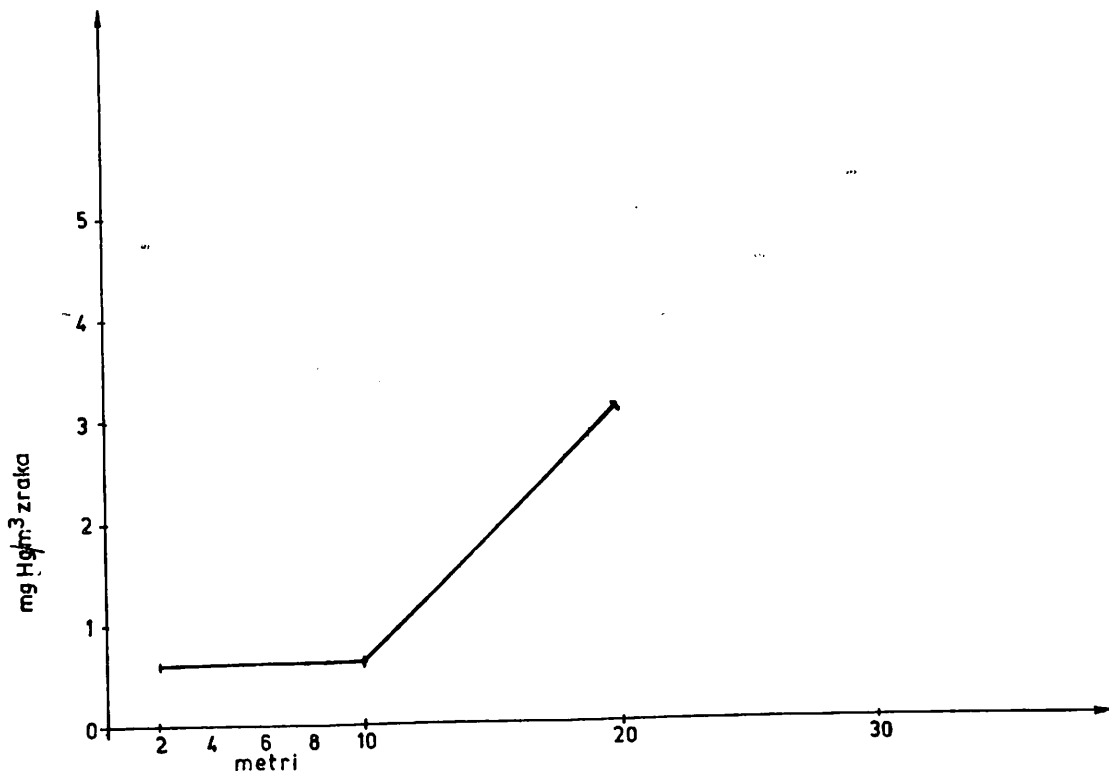
Tabela 4

Koncentracija Hg hlapov v zraku v odvisnosti od oddaljenosti ventilacijskih cevi pihajočega separatnega zračenja od čela delovišča

Oddaljenost cevi od čela delovišča	mg Hg/m ³ zraka
2 m	0,6
10 m	0,6
20 m	3,1

Te meritve nam dokazujejo dvoje:

1. Popolnoma zadovoljuje, če so ventilacijske cevi oddaljene 10 m od delovišča.
2. Popolnoma nesmislena je separatna ventilacija, če so cevi oddaljene 20 in več metrov od delovišča.



Sl. 5 — Diagram ovisnosti vsebnosti Hg v zraku.
Abb. 5 — Diagramm der Abhängigkeit des Quecksilberdampfgehalts in der Luft.

4. Poskus

Ugotavljanje vpliva kemičnih reagentov (Ca polisulfida) na zmanjševanje koncentracij Hg hlapov v zraku

S prejšnjimi poskusi smo sicer dokazali, da je z ventiliranjem delovišč možno znižati koncentracijo Hg hlapov do določene stopnje, naprej pa ne. V literaturi smo zasledili, da je profesor Randall s Kalifornijske univerze^[2] izdelal poskuse zmanjševanja izhlapevanja Hg s površine Hg kapljic s tem, da je škropil jamske prostore z raztopino kalcijevega polisulfida, ki ji je primešal še razne dodatke za zmanjševanje površinske napetosti in večanje obstojnosti. Žveplo iz CaS₂ se veže s površino Hg kapljic, pri čemer se tvori kožica HgS. Ta obda Hg kapljico in s tem preprečuje izhlapevanje.

Za poskuse smo si sami pripravili raztopino kalcijevega polisulfida, naročili pri SKIP-u Ljubljana 50 l tlačno posodo, na katero smo priključili cev s šobo Lechler B-172 ter komprimiran zrak. S pomočjo komprimiranega zraka smo spravljali tekočino preko šobe na stene jamskih prostorov. Po omočebju smo opazovali Hg kapljice. Na tistih kapljicah do katerih je prišla tekočina, se je že po nekaj minutah lepo videla rume-no-rjava sulfidna opna. Opna je sorazmerno obstojna, saj je bila dobro vidna še tudi po 6 mesecih. Meritve pred in po škropljenju so dale naslednje rezultate na čelu delovišč:

Rezultati meritve koncentracije Hg hlapov pred in po škropljenju

Zap. št.	datum	mesto poskusa	konc. Hg hl. mg/m ³		% znižanja Hg v zraku
			pred škr.	po škr.	
1.	13. XII. 69	VII obz. sl. d. 98	0,7	0,35	50 %
2.	19. V. 70	VII obz. sl. d. 98	0,2	0,1	50 %
3.	22. V. 70	I obz. 14. et.	1,1	0,4	64 %
4.	2. VI. 70	I obz. 14. et.	2,0	0,9	55 %
5.	4. VI. 70	I obz. 14. et.	0,9	0,45	50 %

Iz rezultatov je razvidno, da je možno s škropljenjem koncentracije Hg hlapov znižati za cca 50%. Poskuse smo pozneje še ponavljali. Rezultati so bili podobni. Efekti se seveda ne vidijo v primeru, če tekočina ne pride v stik s Hg kapljicami ali pa v primeru, da se po škropljenju odpirajo nove površine, kjer Hg kapljice niso omočene.

Osebna zaščita delavcev

Z vsemi prej obdelanimi metodami smo sicer uspeli znižati visoke koncentracije Hg hlapov, ni pa nam jih uspelo spraviti pod dovoljeno mejo za 8 urno delo. Zato moramo delavce, ki delajo na takih deloviščih še osebno zaščititi. Če hočemo razumeti smiselnost ukrepov za osebno zaščito delavcev, moramo prav na kratko osvetliti učinek živosrebrnih hlapov na človeški organizem:

Hlapi živega srebra se resorbirajo v organizem v glavnem preko pljuč, le v manjši meri preko kože in prebavnega trakta. Z vdihavanjem pride Hg v pljuča in od tod v kri. Kri služi samo kot transportno sredstvo. Iz krvi se Hg odlaga v različnih organih: ledvicah, jetrih, vranici, možganih, kjer povzroča (po eni od teorij) okvare celic s tem, da se veže na S-H skupine proteinov.

Hg se nato ponovno izloča iz organizma preko blata, urina, znoja, sline. V kolikor se absorbirajo le manjše količine, ki se nato tudi izločijo, ne pride do poškodb notranjih organov, v kolikor pa so ekspozicije večje ali pa organi že prej okvarjeni, pride do močnejših poškodb, ki se kažejo v glavnem v motnjah gastrointestinalnega in živčnega trakta.

Osebna zaščita je torej lahko taka:

1. da preprečuje dostop Hg do organizma delavca ali pa

Tabela 5

2. da se delavca pravočasno odstrani z delovišča oziroma se ga ponovno ne razporedi na delovišče, kjer so Hg hlapci v zraku, dokler se ni Hg izločilo iz telesa v zadostni meri in se je organizem regeneriral.

Za osebna zaščitna sredstva uporabljamo ali Drägerjeve cevne maske, ki dovajajo de-

lavcu nekontaminiran zrak iz komprovoda ali pa maske s filtri z jodiranim aktivnim ogljem, ki zadrži Hg hlape. Za delo so ugodnejše prve, ker ne predstavljajo upora pri dihanju, imajo po to slabo lastnost, da se z njimi delavec ne more gibati v radiusu večjem od 10 metrov. V primerih, ko se mora gibati, uporablja zato maske z dvema filtroma izdelana deloma s kombinacijo Drägerjevih sestavnih delov.

Vseh 6 ur (skrajšan delovni čas) delavec ne more nositi zaščitnih mask, zato se moramo še naprej posluževati že v prejšnjih časih najuspešnejšega načina zaščite — premeščanja delavcev iz delovišča s Hg hlapi na delovišča, kjer teh hlapov v zraku ni.

V zadnjih letih (od leta 1968 naprej) smo postavili odločitve o tem, ali je delavec lahko razporejen na delovišče s prekomernimi koncentracijami Hg hlapov ali ne, na mnogo trdnješo strokovno osnovo. Predvsem je važno to, da o vsakokratni razmestitvi odloča zdravnik, ki prihaja na obrat približno enkrat tedensko. Na obratih se vodi točna evidenca o tem, kdaj in koliko časa ter na kakšnih koncentracijah je bil kdo zaposlen na deloviščih s Hg hlapi v zraku.

V laboratoriju RŽS se izdelajo analize izločanja Hg z urinom za vse delavce, ki so predvideni za delo na takih deloviščih. Te analize so zdravniku v pomoč za odločitev, ali delavec sme na tako delovišče ali ne.

V pravilnik o varstvu pri delu smo vnesli tudi določila koliko časa max. sme delavec delati na deloviščih s povečanimi koncentracijami Hg hlapov:

do 0,2 mg Hg/m ³ zraka	26 dni
od 0,2 do 0,4 mg Hg/m ³ zraka	14 dni
od 0,4 do 0,6 mg Hg/m ³ zraka	6 dni
od 0,6 do 1,0 mg Hg/m ³ zraka	3 dni

Seveda pa povzroča tak način dela teža-ve obratom pri razporejanju delavcev v obdobjih, ko je odprtih več delovišč s Hg hlapi v zraku. Gotovo pa je, da je zaščita delavcev z vsemi temi ukrepi veliko napredovala. Po eni strani kažejo to tudi povprečni nivoji Hg v urinu delavcev, ki delajo na deloviščih s Hg hlapi.

Prof. G o l w a t e r^[3] smatra, da je 300 mikrogramov Hg/liter urina tista vrednost, ki naj nas opozori, da je treba delavca, če mu ta vrednost naraste, odstraniti z delovnega mesta, kjer so v zraku Hg hlapi.

Ko smo v letu 1968 začeli z rednimi kontrolnimi analizami, so bile te vrednosti čestokrat tudi 1000 in več mikrogramov/liter. Zdaj le redko presegajo 300 mikrogramov/liter. Izboljšanje zaščite delavcev pa je najbolj razvidno iz upadanja števila obolenj na jamskih obratih po letu 1968^[4].

Tabela 6

Gibanje števila obolenj iz leta 1968 na 1969

Leto	štev. izgub. dni na jamskih obratih
1964	85
1965	66
1966	45
1967	70
1968	63
1969	30
1970	26

Iz tabele vidimo, da je število obolenj iz leta 1968 na 1969 padlo za 52⁰/. Razen tega so po mnenju zdravnika obolenja tudi lažje oblike.

V kolikor bomo v naslednjih letih prisljeni eksploatirati karbonski skrilavec, ki vsebuje mnogo elementarnega Hg, bomo morali zaščito delavcev pred Hg hlapi še naprej razvijati in utrjevati.

Pri tej obravnavi sem se zaradi obširnosti teme omejila le na problematiko zastrupljenj s Hg hlapi na jamskih obratih. Nič lažji ali manj pomembni niso problemi v topilnici, le da to zahteva zapet posebno oddelavo.

Kratak izvod

Uzrok trovanjima živinim parama na jamskim radiliščima Rudnika žive Idrija je elementarna živa, koja se nalazi uz HgS pre svega u bogatim rudnim telima, a posebno u karbonskom škriljcu. Količina Hg para u vazduhu zavisi od površine Hg kapljica i od temperature okoline. Živine pare merimo Beckmannovim instrumentom. Prikazani su rezultati opita izvršenih u cilju smanjenja koncentracije živinih para u vazduhu. Potisnim separatnim provetranjem smanjuje se koncentracija od 3,8 na 0,7 mg/m³ za 30 minuta.

Prskanjem radilišta rastvorom Ca-polisulfida smanjujemo koncentraciju živinih para za oko 50⁰/%.

U cilju lične zaštite koristimo cevne maske i maske sa filterima. Još se uvek radnici premeštaju sa radilišta sa mnogo živinih para, na radilišta na kojima nema tih para u vazduhu. O tome odlučuje lekar. U odlučivanju mu pomaže laboratorija Rudnika ži-

ve koja vrši analize urina na Hg kod svih radnika, koji su predviđeni da rade na radilištima sa živom. Takvim merama uspeli smo oboljenja usled žive od 1969. godine sniziti za 52%.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Bestreben die Vergiftungsgefahr durch Hg auf den Örtern in dem Quecksilberbergwerk Idria herabzusetzen

Dipl. Ing. I. Kavčič*)

Die Vergiftungsursache durch Quecksilberdämpfe auf den Grubenörtern des Quecksilberbergwerks Idria ist vor allen Dingen das gediegene Quecksilber, welches neben HgS und insbesondere in reichen Erzkörpern auftritt, besonderes im Karbonschiefer, auftritt. Die Quecksilberdampfmenge in der Luft hängt von der Hg-Tropfenoberfläche und von der Umgebungstemperatur ab. Die Quecksilberdämpfe werden mit Beckmann-Instrument gemessen. Es wurden die ausgeführten Versuchsergebnisse zwecks Herabsetzung der Quecksilberdampfkonzentration in der Luft dargestellt. Durch Separat-rückbewetterung wird die Konzentration von 3,8 auf 0,7 mg/m³ binnen 30 Minuten herabgesetzt.

Durch die Ortbespritzung mit der Kalziumpolysulfidlösung wird die Quecksilberdampfkonzentration um 50% herabgesetzt.

Zum persönlichen Schutz benutzen wir Schlauch — und Filtermasken. Noch immer wird die Belegschaft von dem Ort mit grossem Quecksilberdampfgehalt auf die Örter ohne Quecksilberdampf versetzt. Darüber entscheidet der Arzt. Bei der Entschlussfassung ist ihm das des Labor des Quecksilberbergwerks, welches Harnanalysen auf Hg bei allen Belegschaftsmitgliedern ausführt, die auf quecksilberhaltigen Örtern beschäftigt werden sollen, behilflich.

Literatura

1. Mlakar — Drovenik, 1971: Struktura in genetske karakteristike Idrijskega rudništva.
2. Randall, M., Humphrey, H. B., 1942: New process for controlling Mercury Vapor.
3. Leonard, J., Goldwater, M. D., 1964: Occupational exposure to Mercury.
4. Poročilo SVD RŽS Idrija za I. polletje 1971.

*) Dipl. ing. Ivica Kavčič, Rudnik živega srebra Idrija.

Rešavanje ventilacionih mreža Cross-ovom metodom pomoću cifarskih računara

(sa 1 slikom i 1 prilogom)

Mr ing. Dejan Stajić — mr ing. Anka Čović

Složene ventilacione mreže uspešno se i brzo mogu rešiti Cross-ovom metodom pomoću cifarnog elektronskog računara, kako je ovde prikazano na primeru za rudnik uglja. Uporedo su razmatrane prednosti i nedostaci digitalnog i analognog računara, čija je primena prikazana u časopisu »Sigurnost u rudnicima«, br. 4 (1971).

Kao što je poznato mnoge složene ventilacione mreže nemaju tačno analitičko rešenje u opštem slučaju, pa se u tim slučajevima pribegava raznim aproksimacijama. Iterativni postupak rešavanja ventilacionih mreža Cross-ovom metodom (1) se pokazao kao univerzalni metod rešavanja kako mreža sa analitičkim rešenjem tako i mreža koje nemaju tačno analitičko rešenje. Iterativni metod se, ukratko, sastoji u sledećem:

U datoj mreži prvo treba odrediti i obeležiti pojedine nezavisne poligone, a zatim u svim granama pretpostaviti grube približne vrednosti Q_j pojedinih protoka tako da u svim čvorovima bude zadovoljen uslov prvog hidrauličkog zakona

$$\sum_i Q_j = 0 \quad (1)$$

gde su Q_j protoci vazduha koji utiču ili ističu iz čvora. Ukoliko u usvojenom poligону postoji ventilator depresije h_v , onda se prema drugom hidrauličkom zakonu za tu konturu može da napiše:

$$h_v = \sum_i R_i Q_i^2 \quad (2)$$

gde je R_i otpor grane vazdušnoj struji u km , a Q_i je tačna nepoznata vrednost protoka grane u m^3/s . S obzirom da se tačna i pretpostavljena vrednost protoka u opštem slu-

čaju razlikuju za neki priraštaj ΔQ , to se može napisati da je:

$$Q'_i = Q_i + \Delta Q \quad (3)$$

Kombinovanjem relacija (2 i 3) dobija se:

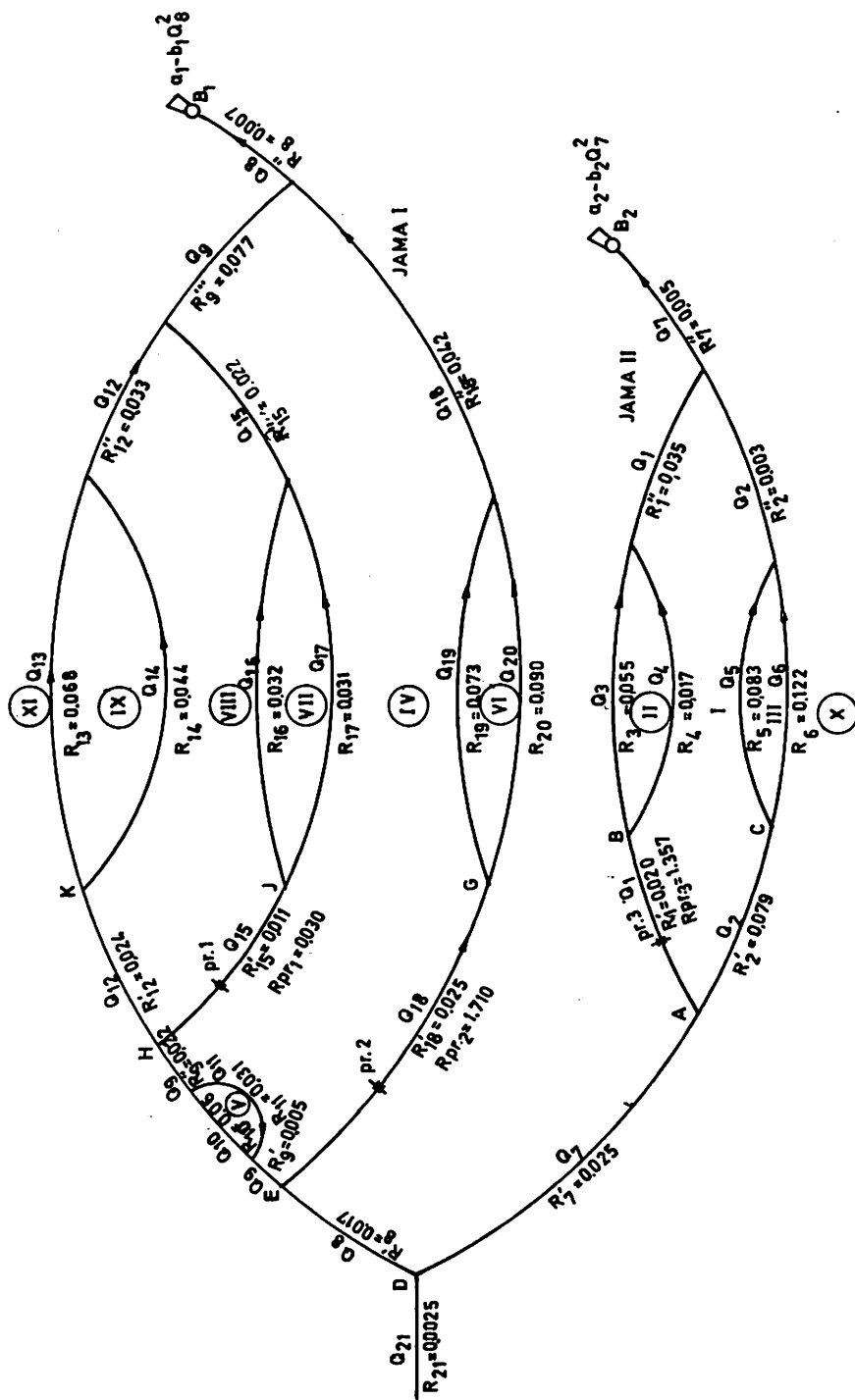
$$h_v = \sum_i R_i (Q_i + \Delta Q)^2 = \sum_i R_i \cdot Q_i^2 + 2 \Delta Q \sum_i R_i \cdot Q_i + \sum_i R_i \Delta Q^2 \quad (4)$$

Treći član na desnoj strani ovog izraza se može zanemariti kao mala veličina drugog reda, pa se nepoznat priraštaj protoka ΔQ može odrediti pomoću obrasca:

$$\Delta Q = \frac{h_v - \sum_i R_i \cdot Q_i^2}{2 \sum_i R_i \cdot Q_i} = \frac{\Delta h}{2 \sum_i R_i \cdot Q_i} \quad (5)$$

gde je $\Delta h = h_v - \sum_i R_i Q_i^2$ (6) zbir depresija duž zatvorenog poligona. Prvo se pomoću relacije (5) odredi priraštaj prvog poligona $\Delta(Q_1)$, pa se pomoću jednačine (3) izvrše korekcije pretpostavljenih protoka. Zatim se primeni isti postupak za susedni poligon i tako dalje, redom, za sve konture. Time je završena prva iteracija.

Međutim, posle prve iteracije, dobijeni protoci često još neće biti jednaki tačnim protocima zbog čega ni zbrovi depresija po-



Sl. 1 — Kanonska šema ventilacije.
Fig. 1 — Ventilation canonic flow sheet.

jedinih poligona $\Delta h_1, \Delta h_2, \dots$ neće još biti svi jednaki nuli. Zato počevši opet od prvog poligona treba izvršiti na isti način drugu iteraciju itd., treba vršiti onoliko iteracija koliko je potrebno da se postigne teoretski $\Delta h_1 = \Delta h_2 = \dots = 0$. U praksi se izračunavanje prekida kada se postignu Δh_i dovoljno mali da zadovolje traženu tačnost, na primer kada su svi $\Delta h_i < 0,1 \text{ mm V. S.}$ Pri ovom postupku se pored relacija (3), (5) i (6) koriste i sledeća pravila:

- 1) U slučaju da zatvoren poligon ne sadrži ventilator, tada je $h_v = 0$, a ako postoji ventilator onda se njegova $h_v - Q_v$ karakteristika aproksimira krivom $h_v = a - b Q_v^2$ (7), pa se pomoću dve poznate tačke (karakteristike odrede koeficijenti a i b . Ako je depresija na krajevima neke grane bez ventilatora $h_i = R_i Q_i^2$ onda će, ukoliko je ventilator uključen u tu granu, biti $h_i = R_i Q_i^2 - h_v = (b + R) Q_i^2 - a$ (8).
- 2) Sabiranje depresija duž zatvorene konture u cilju izračunavanja Δh se vrši u smeru koji je usvojen za konturu.
- 3) Ukoliko se smer pretpostavljenog protoka neke grane poklapa sa smerom poligona u kome se ta grana nalazi, korekcija protoka se vrši prema relaciji (3); u protivnom treba koristiti relaciju:

$$Q'_i = Q_i - \Delta Q \quad (3')$$

Kod složenih ventilacionih mreža opisan iterativni postupak rešavanja zahteva vrlo dug proračun zbog čega do sada nije našao širu primenu. Međutim, ceo postupak se višestruko ubrzava ako se koriste cifarski elektronski računari za koje je potrebno samo izraditi program i pripremiti ulazne podatke — poznate i pretpostavljene veličine sistema.

U ovom radu je kao primer rešavan ventilacioni sistem jednog rudnika uglja Cross-ovom metodom pomoću cifarskog elektronskog računara IBM 360/44 koristeći programski jezik Fortran IV.

Na sl. 1 je data kanonska šema posmatranog ventilacionog sistema sa datim vrednostima otpora vazdušne struje pojedinih grana i prigušivača u $k\mu$, označenim protocima grana, ventilatorima i usvojenim konturama. Otpori grana, kao i prigušivača ukoliko postoje, u kojima teku jednaki protoci su, u cilju uprošćenja, sabrani tako da se umesto datih vrednosti na šemi dobijaju nove vrednosti otpora koje će se koristiti kao ulazni podaci za računar. To su sledeće vrednosti otpora u $k\mu$:

$$\begin{aligned} R_1 &= 1,412; R_2 = 0,082; R_3 = 0,055; \\ R_4 &= 0,017; R_5 = 0,083; R_6 = 0,122; \\ R_7 &= 0,030; R_8 = 0,024; R_9 = 0,104; \\ R_{10} &= 0,061; R_{11} = 0,031; R_{12} = 0,057; \\ R_{13} &= 0,068; R_{14} = 0,044; R_{15} = 0,063; \\ R_{16} &= 0,032; R_{17} = 0,031; R_{18} = 1,777; \\ R_{19} &= 0,073; R_{20} = 0,090; R_{21} = 0,0025. \end{aligned}$$

Na osnovu $h_v - Q_v$ karakteristika ventilatora izračunate su vrednosti koeficijenata a i b u jednačinama ventilatora. To su sledeće vrednosti: $a_1 = 471^*$; $b_1 = 0,091$; $a_2 = 219$; $b_2 = 0,33$. I ove vrednosti predstavljaju ulazne podatke za računar. Sem toga, ulazni podaci su, takođe, i pretpostavljene vrednosti protoka pojedinih grana kojima, kao što je već rečeno, počinje iterativni postupak. Vodeći računa o zadovoljenju uslova (1) u svim čvorovima mreže, usvojene su sledeće približne vrednosti protoka u m^3/s :

$$\begin{aligned} Q_1 &= 4; Q_2 = 16; Q_3 = 1; Q_4 = 3; Q_5 = \\ &= 10; Q_6 = 6; Q_7 = 20; Q_8 = 50; Q_9 = 35; \\ Q_{10} &= 15; Q_{11} = 20; Q_{12} = 18; Q_{13} = 8; \\ Q_{14} &= 10; Q_{15} = 17; Q_{16} = 8; Q_{17} = 9; \\ Q_{18} &= 15; Q_{19} = 8; Q_{20} = 7; Q_{21} = 70. \end{aligned}$$

Program za rešavanje ventilaciono-kanonske šeme sa sl. 1

IZRAČUNAVANJE PROTOKA VENTILACIONE MREŽE

```

DIMENSION R (21), Q (21), A (2), B (2), H (21), DH (11), DQ (11)
READ (5, 10) R (1), R (2), R (3), R (4), R (5), R (6), R (7), R (8), R (9), R (10),
* R (11), R (12), R (13)

10 FORMAT (13F6.5)
READ (5, 50) R (14), R (15), R (16), R (17), R (18), R (19), R (20), R (21)

50 FORMAT (8F6.5)
READ (5, 20) Q (1), Q (2), Q (3), Q (4), Q (5), Q (6), Q (7), Q (8), Q (9), Q (10),
* Q (11), Q (12), Q (13), Q (14), Q (15), Q (16), Q (17), Q (18), Q (19), Q (20), Q (21)

20 FORMAT (21F3.1)
READ (5, 30) A (1), A (2), B (1), B (2)

30 FORMAT (4F6.3)
1 H (1) = R (1) * Q (1) ** 2
  H (2) = R (2) * Q (2) ** 2
  H (4) = R (4) * Q (4) ** 2
  H (5) = R (5) * Q (5) ** 2

  DH (1) = H (1) + H (4) - H (5) - H (2)
  DQ (1) = -DH (1) / (2.0 * (R (1) * Q (1) + R (2) * Q (2) + R (4) * Q (4) + R (5) * Q (5)))
  Q (1) = Q (1) + DQ (1)
  Q (4) = Q (4) + DQ (1)
  Q (2) = Q (2) - DQ (1)
  Q (5) = Q (5) - DQ (1)
  H (3) = R (3) * Q (3) ** 2
  H (4) = R (4) * Q (4) ** 2
  DH (2) = H (3) - H (4)
  DQ (2) = -DH (2) / (2.0 * (R (3) * Q (3) + R (4) * Q (4)))
  Q (3) = Q (3) + DQ (2)
  Q (4) = Q (4) - DQ (2)
  H (5) = R (5) * Q (5) ** 2
  H (6) = R (6) * Q (6) ** 2
  DH (3) = H (5) - H (6)
  DQ (3) = -DH (3) / (2.0 * (R (5) * Q (5) + R (6) * Q (6)))
  Q (5) = Q (5) + DQ (3)
  Q (6) = Q (6) - DQ (3)
  H (9) = R (9) * Q (9) ** 2
  H (11) = R (11) * Q (11) ** 2
  H (15) = R (15) * Q (15) ** 2
  H (17) = R (17) * Q (17) ** 2
  H (18) = R (18) * Q (18) ** 2
  H (19) = R (19) * Q (19) ** 2
  DH (4) = H (9) + H (11) + H (15) + H (17) - H (18) - H (19)
  DQ (4) = -DH (4) / (2.0 * (R (9) * Q (9) + R (11) * Q (11) + R (15) * Q (15) + R (17) * Q (17) +
* R (18) * Q (18) + R (19) * Q (19)))
  Q (9) = Q (9) + DQ (4)
  Q (11) = Q (11) + DQ (4)
  Q (15) = Q (15) + DQ (4)
  Q (17) = Q (17) + DQ (4)
  Q (18) = Q (18) - DQ (4)
  Q (19) = Q (19) - DQ (4)
  H (10) = R (10) * Q (10) ** 2
  H (11) = R (11) * Q (11) ** 2
  DH (5) = H (10) - H (11)
  DQ (5) = -DH (5) / (2.0 * (R (10) * Q (10) + R (11) * Q (11)))
  Q (10) = Q (10) + DQ (5)
  Q (11) = Q (11) - DQ (5)
  H (19) = R (19) * Q (19) ** 2
  H (20) = R (20) * Q (20) ** 2
  DH (6) = H (19) - H (20)

```

```

DQ (6) = -DH (6) / (2.0 * (R (19) * Q (19) + R (20) * Q (20)))
Q (19) = Q (19) + DQ (6)
Q (20) = Q (20) - DQ (6)
H (16) = R (16) * Q (16) ** 2
H (17) = R (17) * Q (17) ** 2
DH (7) = H (16) - H (17)
DQ (7) = -DH (7) / (2.0 * (R (16) * Q (16) + R (17) * Q (17)))
Q (16) = Q (16) + DQ (7)
Q (17) = Q (17) - DQ (7)
H (12) = R (12) * Q (12) ** 2
H (14) = R (14) * Q (14) ** 2
H (15) = R (15) * Q (15) ** 2
H (16) = R (16) * Q (16) ** 2
DH (8) = H (12) + H (14) - H (15) - H (16)
DQ (8) = -DH (8) / (2.0 * (R (12) * Q (12) + R (14) * Q (14) + R (15) * Q (15) + R (16) * Q (16)))
Q (12) = Q (12) + DQ (8)
Q (14) = Q (14) + DQ (8)
Q (15) = Q (15) - DQ (8)
Q (16) = Q (16) - DQ (8)
H (13) = R (13) * Q (13) ** 2
H (14) = R (14) * Q (14) ** 2
DH (9) = H (13) - H (14)
DQ (9) = -DH (9) / (2.0 * (R (13) * Q (13) + R (14) * Q (14)))
Q (13) = Q (13) + DQ (9)
Q (14) = Q (14) - DQ (9)
H (21) = R (21) * Q (21) ** 2
H (7) = R (7) * Q (7) ** 2
H (2) = R (2) * Q (2) ** 2
H (6) = R (6) * Q (6) ** 2
DQ (10) = -DH (10) / (2.0 * (R (21) * Q (21) + R (7) + B (2)) * Q (7) + R (2) *
* Q (2) + R (6) * Q (6)))
Q (21) = Q (21) + DQ (10)
Q (7) = Q (7) + DQ (10)
Q (2) = Q (2) + DQ (10)
Q (6) = Q (6) + DQ (10)
H (21) = R (21) * Q (21) ** 2
H (8) = R (8) * Q (8) ** 2
H (9) = R (9) * Q (9) ** 2
H (10) = R (10) * Q (10) ** 2
H (12) = R (12) * Q (12) ** 2
H (13) = R (13) * Q (13) ** 2
DH (11) = A (1) - B (1) * Q (8) ** 2 - H (9) - H (12) - H (13) - H (10) - H (8) - H (21)
DQ (11) = -DH (11) / (2.0 * (R (21) * Q (21) + R (8) + B (1) * Q (8) + R (9) * Q (9) +
* R (10) * Q (10) + R (12) * Q (12) + R (13) * Q (13)))
Q (21) = Q (21) - DQ (11)
Q (8) = Q (8) - DQ (11)
Q (9) = Q (9) - DQ (11)
Q (10) = Q (10) - DQ (11)
Q (12) = Q (12) - DQ (11)
Q (13) = Q (13) - DQ (11)

```

DO 5 I = 1, 11

DK = ABS (DH (I)) - 0.1

IF (DK) 5, 1, 1

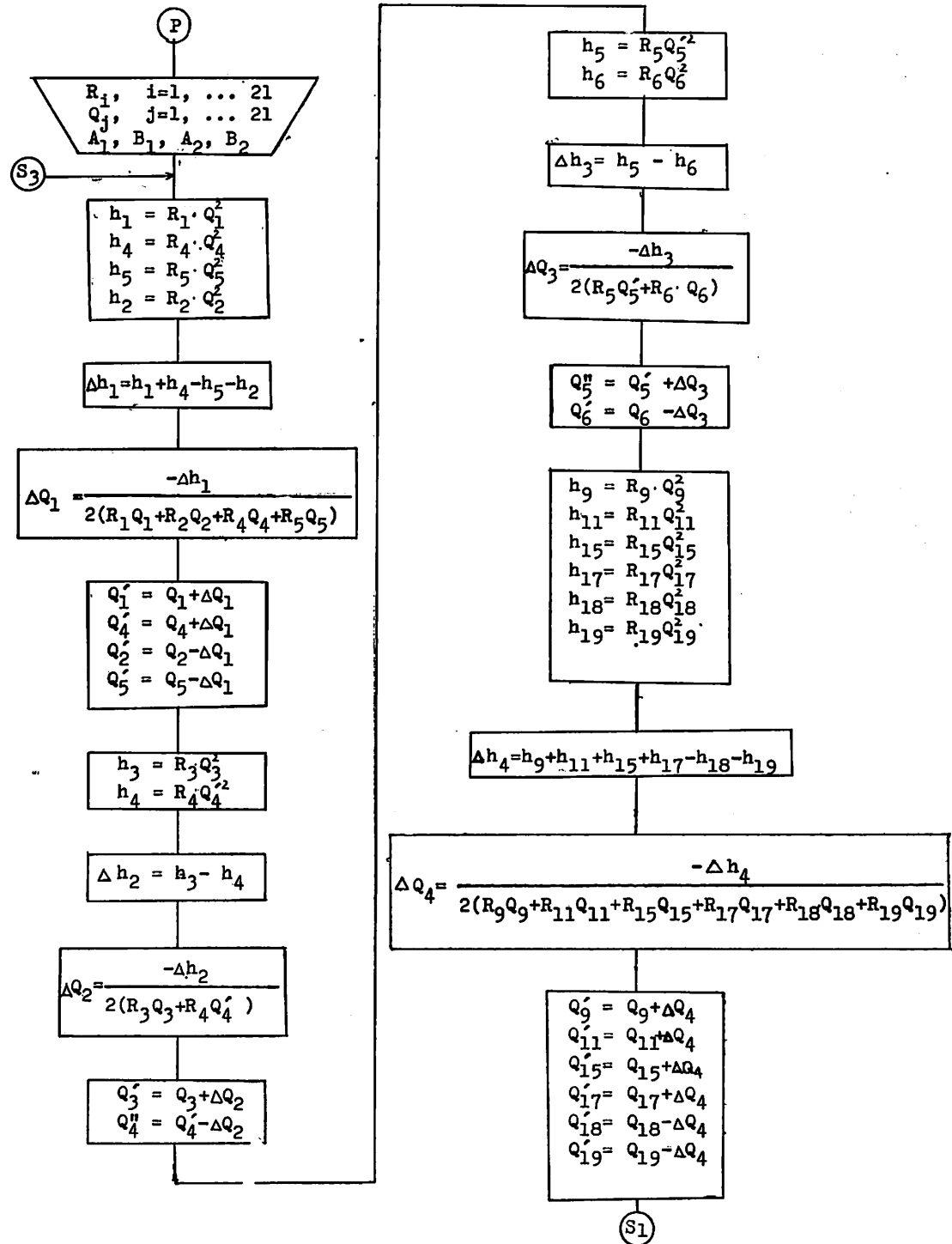
5 CONTINUE

WRITE (6, 40) (Q (I), I = 1, 21)

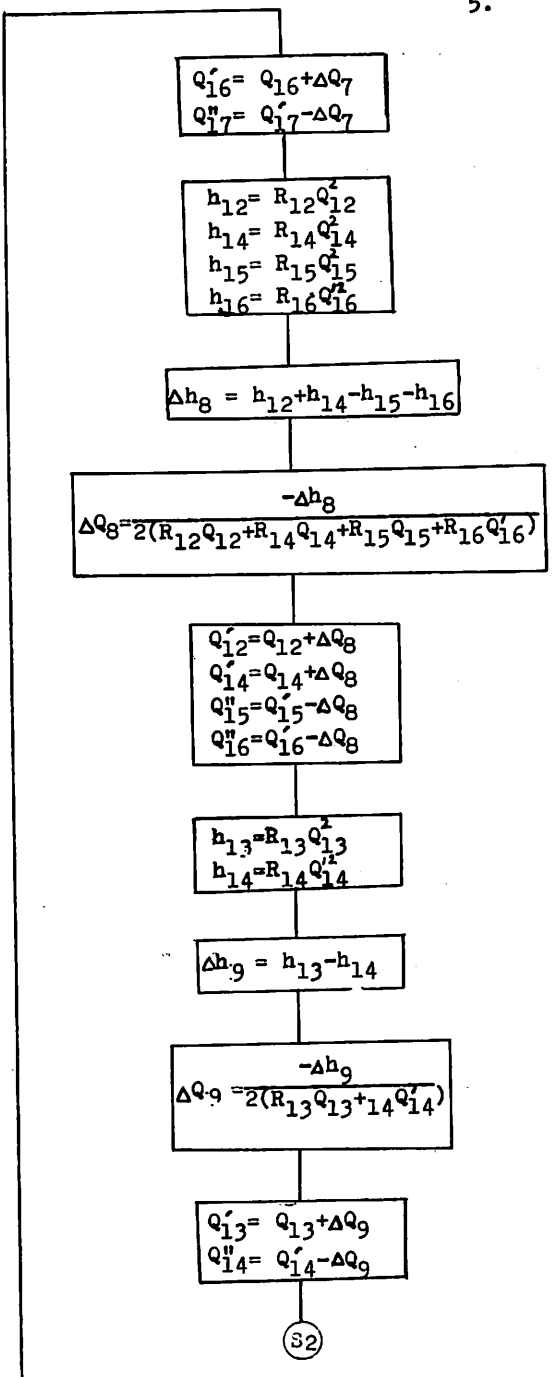
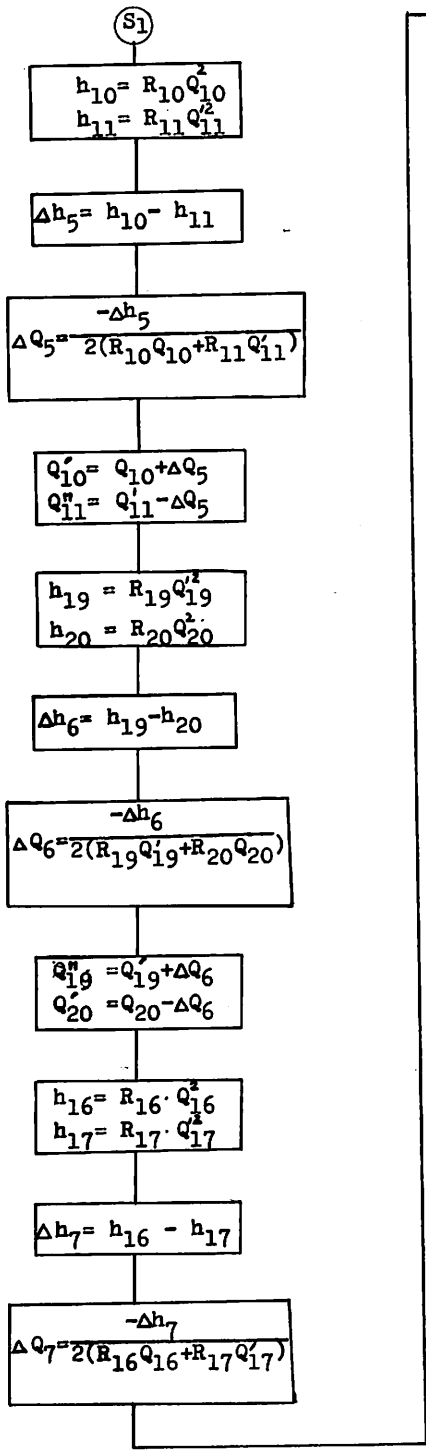
40 FORMAT (1 H, 21 F 5.2)

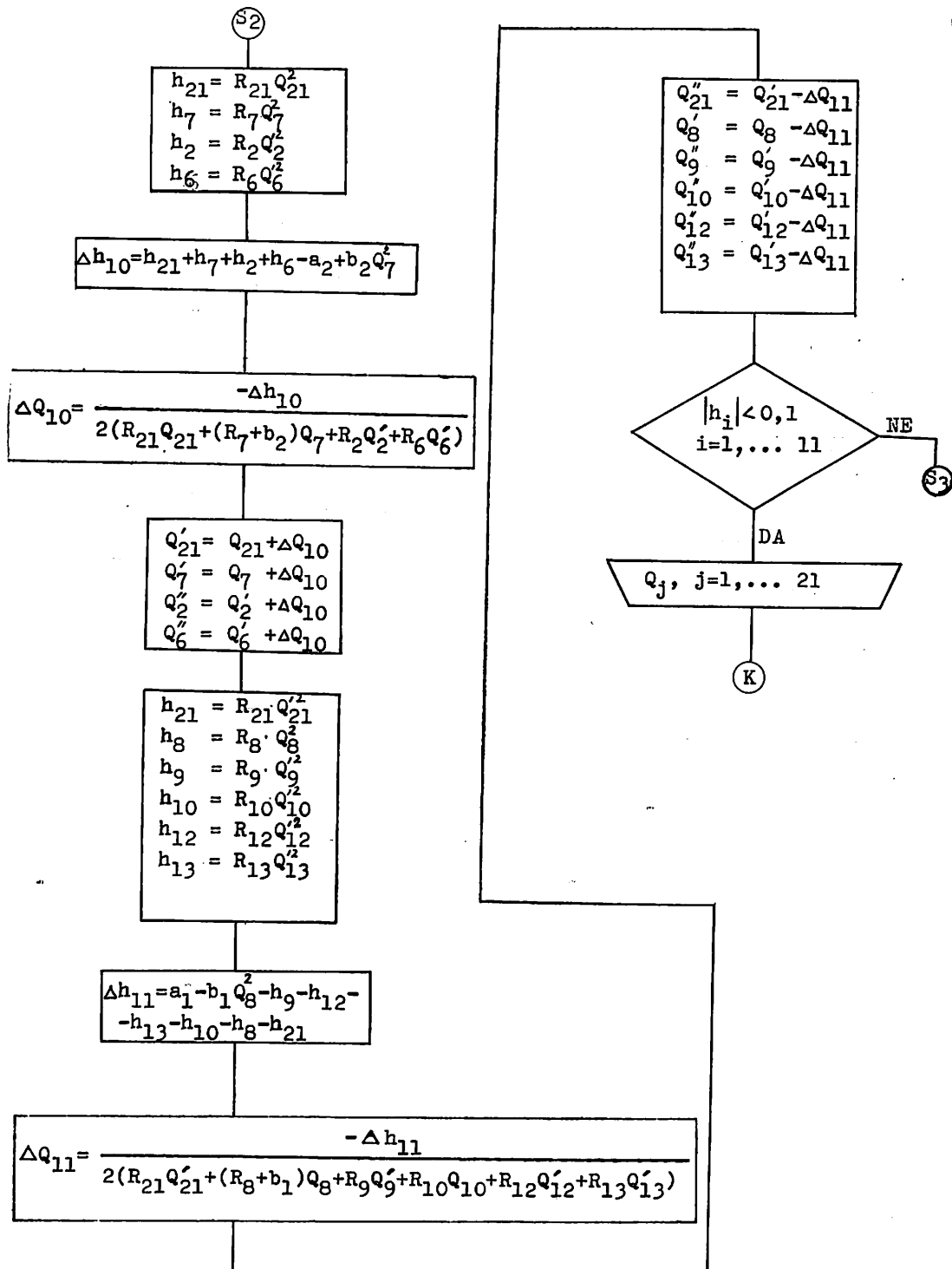
END

Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃
4074	17028	1070	3005	9047	7081	22003	48027	37097	15080	22017	19001	8047
STOP												
0												
Q ₁₄	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀	Q ₂₁					
10054	18096	9040	9056	10030	5042	4088	70030					



5.





Algoritam rešavanja sistema na cifarskom računaru je dat prikazanim organigramom.

U ovom organigramu dat je kompletan program sa dobijenim rezultatima koji se poklapaju sa rezultatima dobijenim analitičkim putem.

Takođe treba napomenuti da se složene ventilacione mreže mogu rešavati i na analognom računaru (2).

Prednosti primene cifarskih nad analognim računarima u rešavanju ventilacionih mreža su sledeće:

- moguće je postići veću tačnost; ona zavisi samo od ulaznih podataka,
- moguć je proračun i mreža nekvadratnih karakteristika,
- moguć je brz i jednostavan povratak na ranije proračunate mreže (kod ana-

lognih računara je potrebno ponovo povezati sve računске elemente),

- postoji mogućnost ispisivanja pratećih tekstova.

Nedostaci primene cifarskih računara u odnosu na analogne računare u rešavanju ventilacionih mreža su sledeći:

- kod cifarskih računara nedostaje slikovitost i preglednost sistema,
- promene parametara mreže (otporna grana i prigušivača, karakteristika ventilatora) se lakše uzimaju u obzir kod analognih računara,
- kod vrlo složenih mreža teško je proceniti približne vrednosti protoka.

SUMMARY

Solution of Ventilation Networks by Use of Digital Computers

D. Stajić, min. elek. eng. — A. Čović, min. eng.*)

The article presents the solution of a complex ventilation network (for a coal mine) by means of Cross's iterative method, using an electronic digital computer IBM 360/44. In addition to the complete flow sheet and program in FORTRAN VI language, the article introductory part presents general rules of Cross's method in solving ventilation networks, while the conclusion shows a comparison of application of digital and analogue computers in solving ventilation networks.

Literatura

- Abramov, F. A., 1966: Laboratornyj praktikum po rudničkoj ventilaciji, »Nedra«, Moskva.
Jovičić, V., Stajić, D., Čović, A., Mićević, M., 1971: Primena analognog

računara TARA-50 u kombinaciji sa simulatorom specijalnih mreža TARA-45F za proračun složenih ventilacionih sistema. — »Sigurnost u rudnicima« br. 4, Rudarski institut, Beograd.

*) Mr ing. Dejan Stajić, Institut »Mihajlo Pupin — Beograd.
Mr ing. Anka Čović, Rudarsko-geološko-metalurški fakultet Beograd—Bor, fakultet u Beogradu.

Teoretske osnove kategorizacije jame po stepenu opasnosti od metana i neka iskustva u pogledu njihove praktične primjene

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Milutin Vukić — dipl. ing. Ivan Jakovac — dipl. ing. Ivan Ahel

Prilog proučavanju slojeva uglja sa malim sadržajem metana i problemi vezani za kategorizaciju ovih jama po stepenu opasnosti. Želja nam je da putem časopisa podstaknemo diskusiju o ovoj problematici.

Uvod

Članom 275. Propisa o tehničkim mjerama i o zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima precizirana je slijedeća obaveza:

»Za svaku metansku jamu mora se jedanput godišnje izraditi kompleksni bilans metana u vazdušnoj struji za cijelu ventilacionu mrežu i na planu provjetravanja imaju se označiti sva poznata izvorišta metana«.

Prema odredbi člana 265. istih propisa metanskom jamom smatra se jama u kojoj koncentracija metana, kod separatno ili protočno provjetranih jamskih prostorija iznosi više od 0,1% (zapreminski), odnosno ako ta koncentracija nakon obustave provjetravanja u vremenu od 24 časa pređe 1%.

Primjena navedenih članova propisa u našim uslovima stvara određene teškoće, pošto se u nekim jamama metan javlja iznad navedenih koncentracija samo na jednom ili dva radilišta (rudnici: Tušanj, Bila, Vrbica, Kosovo, neke jame rudnika Kreka i Rembasa, Ibarski rudnici itd.).

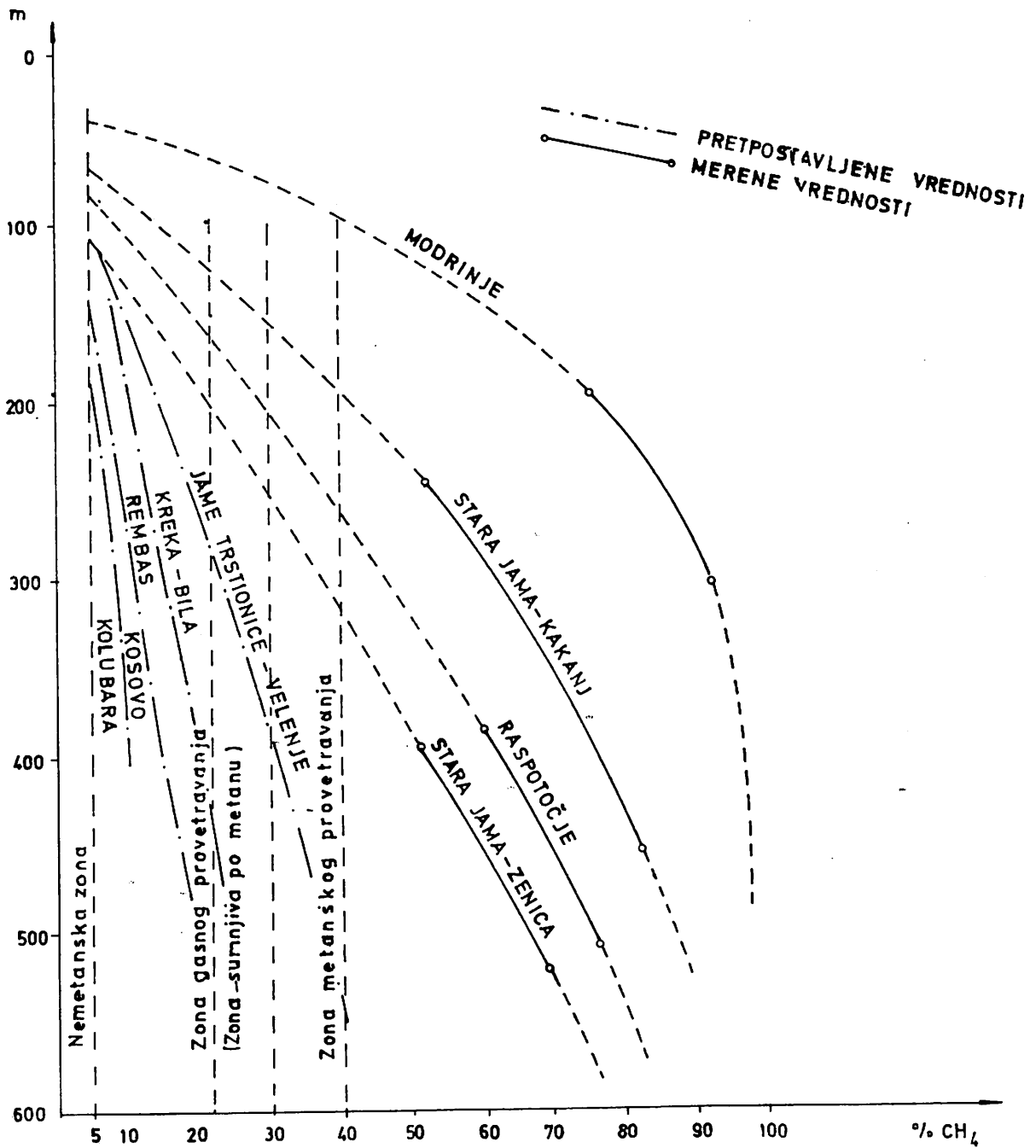
Kod malih metanoobilnosti jame i radilišta, pitanje kategorizacije po metanu stvara zabune kod mnogih rudarskih stručnjaka usled nedovoljno objašnjenog mehanizma po-

jave i izdvajanja metana iz ugljenih slojeva. Najčešće ostaje dilema, da li ove jame proglasiti metanskim, kod ovako malih pojava i opteretiti ih troškovima protiveksploziona zaštite, ili ih proglasiti nemetanskim. Izrada bilansa metana u protočnim vazdušnim strujama izgleda besmislena, s obzirom da su skoro sve, ili baš sve vrijednosti po količini CH_4 jednake nuli ($\text{m}^3\text{CH}_4/\text{min.}$). Opšta slika metanskog karaktera jame je vrlo povoljna i situacija izgleda bezopasna. U ovakvim uslovima kategorizacija jame smatra se samo formalnom te i pored proglašenja jame »metanskom« ona se u praksi tretira kao eksploziona bezopasna i kontrolne mjere se svode na minimum.

Nasuprot tome, u ovakvim jamama vrlo su česte upale i eksplozije metana i kod njihovih tumačenja metanske akumulacije postaju »viša sila«, neobjašnjiva pojava, prodor iz dubljih »nepoznatih« slojeva. U cilju razjašnjenja ove dileme, ovaj članak daje teoretske osnove za kategorizaciju jama po stepenu opasnosti od metana.

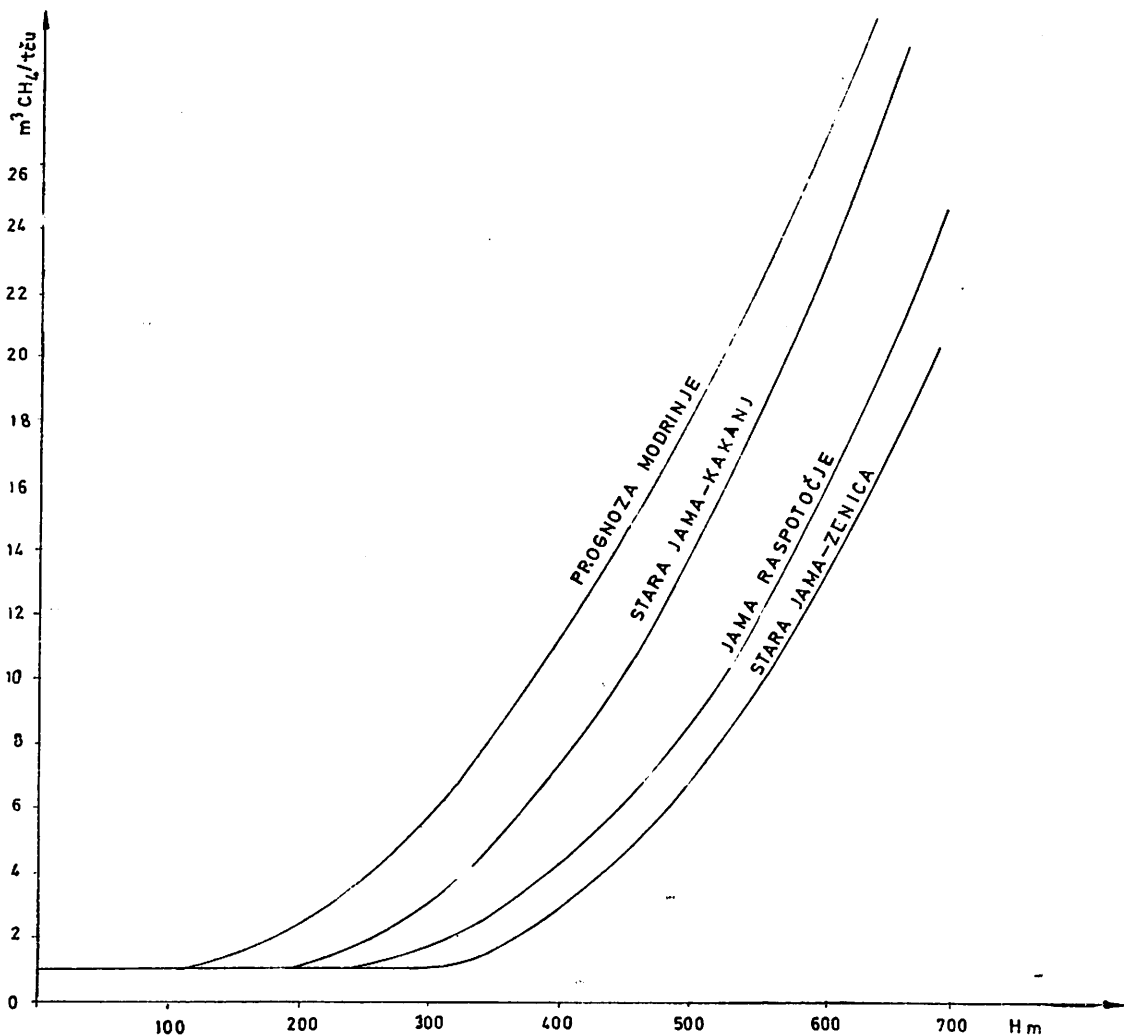
Metan u ugljenim slojevima

Metan se zajedno sa višim ugljovodonici-
ma, ugljen-dioksidom, vodonikom i azotom nalazi »sorbovan« u uglju, a ovaj pojam obuhvata: apsorpciju, adsorpciju, hemosorpci-



Sl. 1 — Orjentacioni dijagram promene procentualnog sadržaja metana sa dubinom u primeru — glavni sloj ZSBRMU i nekih drugih jama.

Fig. 1 — Orientational diagram of methane content percentile change with depth in the example — main seam ZSBRMU and some other mines.



Sl. 2 — Dijagram promene pritiska metana u funkciji dubine u primeru za glavni ugljeni sloj ZSBRMU.

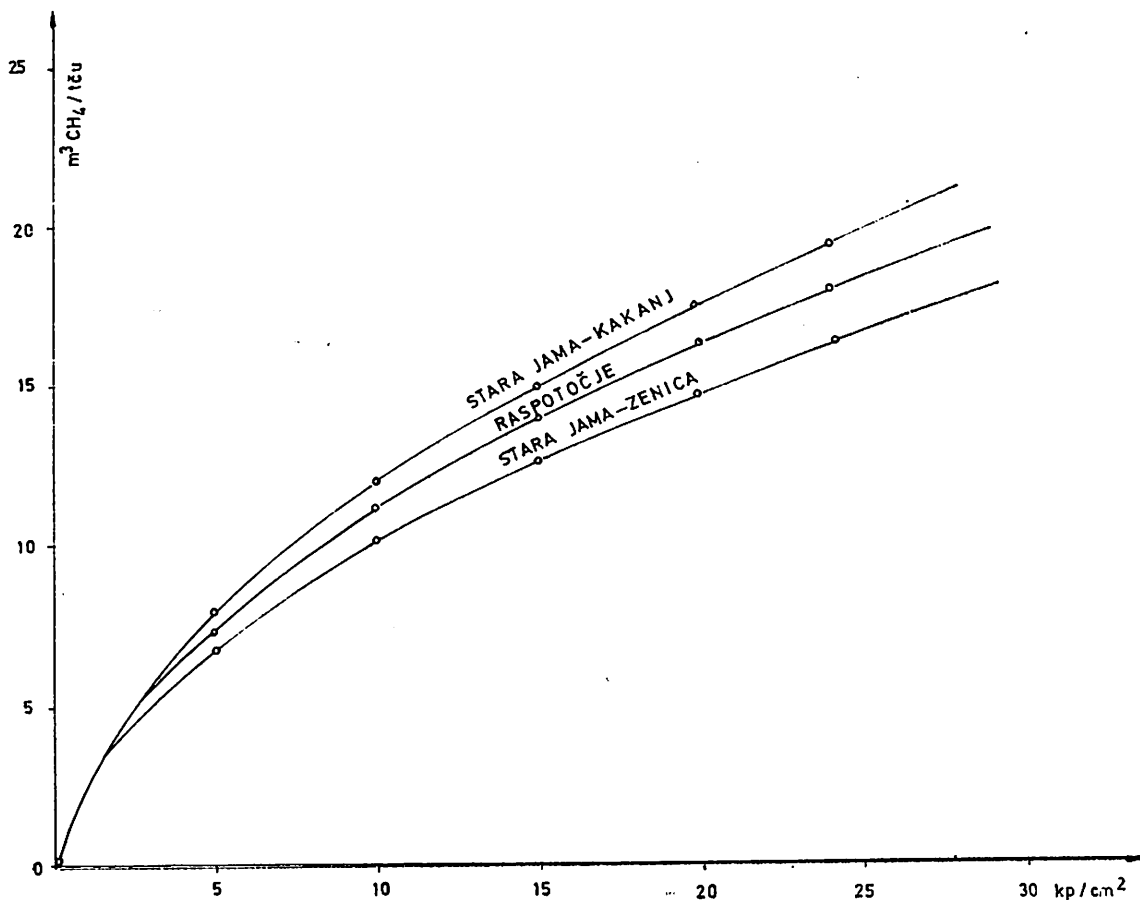
Fig. 2 — Diagram of methane pressure change as a function of depth in the example for ZSBRMU main coal seam.

ju i slobodan metan. Najmanje je slobodnog gasa, odnosno metana (od 1—5%), a najviše apsorbovanog (do 95%). Ovaj odnos zavisi od pritiska gasa u sloju i sastava uglja. Odnos procentualnog sadržaja pojedinih gasnih komponenata u uglju je različit i uslovljen stepenom prirodne degazacije sloja i stepenom karbonizacije uglja.

Ligniti sadrže retko više od 10% metana, ostalo čine ugljen-dioksid i azot u različitim odnosima (u Velenju preovlađuje ugljen-dioksid). Vodonička ima vrlo malo, maksimum do 2%.

Mrki ugljevi imaju do 80% CH₄, dok ostatak čine mahom ugljen-dioksid i nešto manje azot. Kameni ugljevi imaju procentualni sadržaj metana od 50 do 99%. Promjena procentualnog sadržaja metana u ugljenom sloju vezana je i za pritisak gasa u sloju (dubina sloja i karakter prekrivnih naslaga). Na dijagramu sl. 1 dat je prikaz promjene procentualnog sadržaja metana sa dubinom ugljenog sloja.

Iz dijagrama se vidi da u svim jamama ugljeni slojevi sadrže metan, ali se on javlja u različitim procentualnim odnosima. Kako



Sl. 3 — Dijagram izoterme separacije za posmatrano područje u primeru za glavni sloj ZSBRMU.

Fig. 3 — Diagram of isotherme separation for the observed area in the example for ZSBRMU main seam.

procentualni sadržaj metana u rudarskoj prostoriji može biti maksimalno jednak procentualnom sadržaju metana u uglju na jednoj atmosferi, kod »nulte ventilacije« i dovoljno dugog vremena degazacije, proističe zaključak: da su sve jame teoretski metanske. Ostaje pitanje kod kojih se uslova, ovaj teoretski slučaj može da ispuni.

U cilju objašnjenja ovih elemenata navodi se slijedeće:

Sem različitog procentualnog sadržaja gasova ugljeni slojevi imaju i različite parcijalne pritiske gasnih komponenata koji se kreću od 1 at u zoni gasnog provjetravanja, do 100 at (kod naših ugljeva do 30 at na 700 m dubine), kako je to prikazano na slici 2.

Brzina degazacije zavisi od pritiska me-

tana u sloju i veća je kod ugljeva sa većim gasnim pritiskom. Kako se iz dijagrama vidi, slabometanske jame imaju gasni pritisak oko 1 at.

Iz izloženog proizilazi zaključak, da teoretski uslov izjednačenja procentualnog sadržaja metana u uglju i rudarskoj prostoriji može nastupiti samo poslije dužeg vremena, uslijed male brzine desorpcije. Mali procentualni sadržaj i mala brzina depresije, stvaraju malu vrjerovatnoću za stvaranje većih koncentracija metana.

Sem izloženog, najveći uticaj na formiranje teoretskog slučaja »izjednačenja koncentracije metana«, ima količina sorbovanog metana ugljem.

Na dijagramu sl. 3 prikazane su izoterme sorpcije, za rudnike ZSBRM-u. Kako se iz dijagrama vidi, na malom pritisku (manjem od 1 at) nalaze se i male količine metana, te je i vjerovatnoća za gasnu akumulaciju mala.

Količine metana na 1 at kreću se od 0,001 do 4 ($\text{m}^3\text{CH}_4/\text{t}$ ču), s tim što slabometanske jame imaju zaostalu metanonosnost manju od $0,5 \text{ m}^3/\text{tčū}$.

Metanoobilnost rudarskih prostorija ($\text{m}^3\text{CH}_4/\text{min}$) zavisi od analiziranih elemenata kao i od tehničko-tehnoloških i montan geoloških uslova eksploatacije (moćnosti slojeva, broja slojeva, gasonosnosti sloja u eksploataciji i pratećih slojeva, odstojanja između sloja u eksploataciji i pratećih slojeva, kapaciteta radilišta i broja radilišta, veličine starih radova itd.). Kod slabometanskih jama, metanoobilnost je neznatna, često teško mjerljiva, ili klasičnim postupkom nemjerljiva veličina, što nikako ne znači da nema priliva metana. Ova činjenica je najbitniji momenat za pravilno tumačenje stepena opasnosti od metana.

Stepen mjerljivosti metanoobilnosti zavisi od količine, protočne količine vazduha koja je u normalnim uslovima takva, da u slabometanskim jamama daje vrijednost metanoobilnosti nula, odnosno procentualni sadržaj metana je nemjerljiv (manji od $0,05\%$).

Ako je odnos priliva metana i količine vazduha 1:2000, nemoguća je klasična instrumentalna indikacija metana. Ovaj odnos se javlja kod protočne količine vazduha od $20 \text{ m}^3/\text{min}$, (što je sasvim mala i teško mjerljiva vrednost) i priliva metana od $10 \text{ l}/\text{min}$. (što ne mora da bude značajna vrijednost kod »nulte« dugotrajne ventilacije). U ovom slučaju samo je vjerovatnost za stvaranje eksplozivnih koncentracija mala (1:100). Kod obustave ventilacije u dužem vremenskom intervalu, izdvojiće se veća količina metana, koja će moći da stvori koncentraciju jednaku koncentraciji metana u uglju. U momentu izjednačenja parcijalnih pritisaka metana, u sistemu uglj-vazduh, prestaće isticanje metana.

Praktično je utvrđeno, da je za procjenu stepena opasnosti od metana, dovoljno dugo vrijeme trajanja »nulte« ventilacije od 24 časa, pa ako se za to vrijeme ne poveća sadržaj metana iznad 1% (pet puta manje od donje eksplozione granice) opasnost je minimalna. U ovom slučaju jama se proglašava »uslovno

nemetanskom« (u propisu ne stoji riječ uslovno).

Važno je podvući činjenicu, da teoretski i praktično nema čisto »nemetanskih jama«. Pravilniji bi bio izraz »jama sa mogućim koncentracijama metana, ispod donje granice eksplozivnosti«. Ovakve jame bi bile one kod kojih je procentualni sadržaj metana u ugljenom sloju na jednoj atmosferi manji od 5% , odnosno preračunato na količinu desorbovanog gasa, manji od $0,5 \text{ m}^3/\text{tčū}$ (poljski propis).

Određivanje sadržaja metana u uglju vrši se metodom desorpcije, koja se danas masovno primjenjuje u svijetu. Naš tehnički propis predviđa kategorizaciju jame po stepenu opasnosti od metana po metodi koja daje samo veliku vjerovatnost da je jama metanski eksplozivno bezopasna, što je za praksu nezadovoljavajuće, ukoliko se ne primjene i ostali članovi tehničkih propisa, koji obezbjeđuju visoki stepen sigurnosti. Eksplozije metana u slabometanskim jamama česte su u našoj i inostranoj praksi (Kosovo, Vrbica, Soko). Ako se ne uzmu u obzir izložene činjenice, javlja se dilema koja najčešće počinje pitanjem — kako je moguća eksplozija u »nemetanskoj jami«? Za opravdanje vade se arhivski dokumenti koji dokazuju »činjenicu« da na tom radilištu nikada nije bilo metana, a ne vodi se računa o podatku koji govori da je radilište više dana ili mjeseci bilo bez protočne vazdušne struje, i da je »nemjerljivi« beznačajni priliv od 10 ili $20 \text{ lCH}_4/\text{min}$, mogao da stvori eksplozione koncentracije. Iz izloženog se vidi da je bilans metana kod slabometanskih jama samo kriterijum koji pokazuje nivo stepena sigurnosti kod postojjećeg priliva metana, a nikako mjerilo za procjenu metanskog karaktera ugljenog sloja.

Ukoliko je bilans metana jednak nuli, ili blizak ovoj vrijednosti, znak je dobre ventilacione situacije koja stvara bezbijeđne uslove u datoj metanonosnosti sloja, što nikako ne znači da kod promjenjenih ventilacionih uslova, ne može doći do akumulacije metana u eksplozivno opasnim koncentracijama.

Važniji kriterijum za procjenu metanskog karaktera jame je procentualni sadržaj metana kod »nulte ventilacije«, nakon 24 časa. Ukoliko i poslije ovog vremena nema veće pojave metana, stepen opasnosti praktično je vrlo nizak (manji od 1:100).

Kao pomoćni parametri mogu da posluže i procentualni sadržaji metana u zatvorenim

rudarskim prostorijama u kojima nema oksidacionih procesa (iza zidova). Ukoliko je i u ovim prostorijama sadržaj metana manji od 1%, nema opasnosti za formiranje eksplozivnih koncentracija metana.

Kod ove analize treba voditi računa da se metanosnost mijenja sa dubinom i po prostanstvu, te jedno ustanovljeno stanje ima samo privremeni značaj za procjenu, što i nalaže obavezu za kategorizaciju svake godine.

Ostaje otvoreno pitanje da li jamu sa visokim stepenom sigurnosti, u odnosu na moguće pojave eksplozivnih koncentracija metana, tj. »slabometansku jamu« treba proglasiti »metanskom«, odnosno, zavesti u rudniku određeni skup režim protiveksplozivne zaštite, koji je sa teoretskog stanovišta tehnički i ekonomski neosnovan. Rješenje ovog problema, nalazi se u svijetu uglavnom, zavise od stepena primjenjenih zaštitnih mjera i kvaliteta opšte jamske, a posebno separatne ventilacije. Jame se proglašavaju »sumnjivim po metanu« i za njih propisuje mala protiveksplozivna zaštita, a velika kontrolna služba i kvalitetna ventilacija, koja održava visoki stepen sigurnosti. Kod ovakvog rada glavnu teškoću čini činjenica, da se visoki stepen kontrole kod malih pojava metana u praksi ne održava, te stepen opasnosti naglo raste. U »slabometanskim« jamama često se upotrebljava otvoreno svjetlo, dozvoljava pušenje, upotrebljavaju nemetanski eksplozivi i radi priprema radilišta sa nekvalitetnom separatnom ventilacijom. Kod ponovnog aktiviranja obustavljenih pripremnih radilišta, ne vrši se kontrola metana, pa raste mogućnost za formiranje eksplozivnih koncentracija, odnosno eksplozije.

Praktično se može reći: svrstavanje sumnjivih jama u metanske jame, funkcija je opšte tehničke kulture i nivoa tehničke zaštite. Nerealno je trošiti ogromna sredstva za zaštitu u jami gdje je vjerovatnoća za formiranje eksplozivne koncentracije 1:100, a opasnost od eksplozije još neuporedivo manja. Bez obzira na ovu činjenicu, postojeća opasnost, iako mala, ne smije se podcijeniti, uslijed katastrofalnih posljedica koje može da izazove.

Kako u našim uslovima najčešće nije obezbjeđen dovoljan stepen zaštite ventilacionog sistema, riskantno je svrstavati slabometanske jame u nemetanske, po nekom opštem ključu ne vodeći računa o nivou zaštite ventilacionog sistema jame. Kao dopunski krite-

rijum trebalo bi da posluži stepen opasnosti od eksplozije ugljene prašine. Kako je za eksploziju ugljene prašine najčešće upaljač (inicijator) mala eksplozija metana, jame sa eksplozivnom ugljenom prašinom zahtjevale bi strožiji kriterijum. Napredak tehnike imperativno nameće potrebu za vođenje većeg obima kontrolnih mjera, čime se stvara mogućnost oslobođenja slabometanskih jama od kompletnog sistema protiveksplozivne zaštite i omogućuje rentabilnije poslovanje. Za ovaj korak potrebna je izmjena tehničkih propisa, koji će regulisati dopunske kontrolne mjere za jame oslobođene protiveksplozivne zaštite. U ove svrhe mogu veoma korisno da posluže francuski tehnički propisi.

U cilju sagledavanja situacije u praksi, daju se karakteristični tehničko-tehnološki montan-geološki i gasni parametri za neke jame u SFRJ, kod kojih se javljaju izrazito različite gasne karakteristike, a jame obezbjeđuju istu protiveksplozivnu zaštitu, što je svakako ekonomski neopravdano.

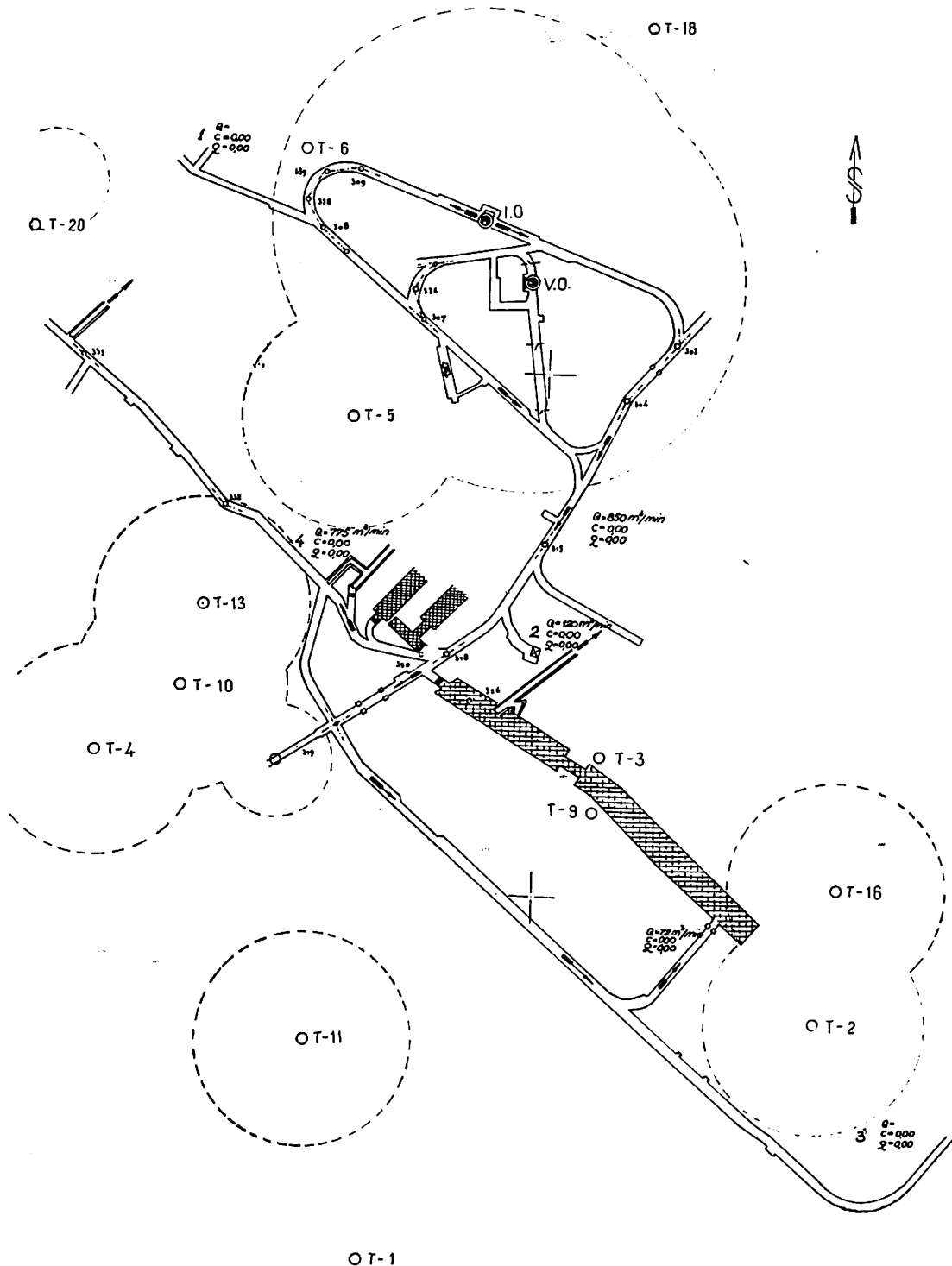
Sada se jame sa stepenom sigurnosti od formiranja eksplozivnih koncentracija metana 1:100, stavljaju u isti kriterijum kao i jame sa stepenom 1:5, što svakako zaslužuje detaljnije razmatranje i veće interesovanje tehničke javnosti, s obzirom na ekonomske momente sa ovim u vezi.

IZLOŽENI MOMENTI I ODREĐENO PRAKTIČNO ISKUSTVO KOD REALIZACIJE »KATEGORIZACIJE« JAMA PO STEPENU OPASNOSTI OD METANA, NAVELI SU AUTORE DA INICIRAJU OVU PROBLEMATIKU I PODSTAKNU PREKO OVOG ČASOPISA ŠIRU TEHNIČKU DISKUSIJU O OVOJ TEMATICI.

Kao primjer iznosimo karakteristiku parametara i rezultata četiri rudnika i to:

Rudnik kamene soli »Tušanj« — Tuzla

Izgradnja rudnika kamene soli »Tušanj« započeta je 1948. godine dubljenjem izvoznog okna. To okno je završeno tek 1967. godine. U periodu od 1952. do 1964. godine izrađeno je ventilaciono okno. Sada se rudarski radovi izvode na horizontima — 250 i — 190 m. Do sada je izrađeno 5.500 m hodnika u kosim jamskim prostorijama i 1.152 m okna. Eksploatacija se vrši na dubini od oko 500 m komornom metodom otkopavanja. Dimenzije komore iznose 100 × 10 m. Odmirani materijal se utovara ručno ili pomoću mehamačkih utovarača.



SI. 4 — Situacioni prikaz horizonta 250 m u rudniku kamene soli — Tušanj.

Fig. 4 — Situational display of horizon 250 m in rock salt Mine Tušanj.

Primjenjuje se centralni sistem provjetravanja. Svježa vazдушna struja se kreće niz izvozno okno do horizonta — 250 m odakle se razvodi po tom horizontu i preko uskopa dovodi na horizont — 190 m. Preko ventilacionog okna vazдушna struja izlazi na površinu kao izlazna. Količina vazduha iznosi oko 1.200 m³/min. Kapacitet glavnog jamskog ventilatora je 1.800 m³/min, a depresija 80 mm vodenog stuba.

Metan se javlja samo u listastim bitumiziranim i anhidričnim škriljcima.

U jami »Tušanj« do sada je vršena tri puta kategorizacija jamskih prostorija po stepenu opasnosti od metana. Prilikom sprovođenja kategorizacije uvijek je u jami pronađeno samo po jedno radilište na kojem je izdvajanje metana bilo iznad propisima dozvoljene koncentracije i radi toga je jama proglašena metanskom. Prilikom posljednje kategorizacije koja je izvršena u februaru i martu 1970. godine, mjerenje koncentracije metana je vršeno na 10 mjernih mjesta kojima su obuhvaćene sve jamske prostorije i to kako one sa konstantnom gasnom i ventilacionom karakteristikom, tako i ostale posebno provjetravane. Prilikom kategorizacije jedino je na pripremnom radilištu br. 251 M₁ (na sl. 1 označeno mjerno mjesto 2) i to nakon 24 — časovne obustave rada separatnog ventilatora utvrđena koncentracija metana od 1,5%. Na osnovu tog podatka pet pripremnih radilišta je razvrstano u III, dok su ostale jamske prostorije razvrstane u I stepen opasnosti od metana.

Kod svih protočno provjetravanih jamskih prostorija, kod normalnog rada glavnog jamskog ventilatora, nijesu ustanovljene pojave metana.

Kompleksni bilans metana za jamu dao je u svim protočno provjetravanim prostorijama vrijednost metanonsnosti »0«.

Jama »Omazići« Titovih rudnika uglja Kreka — Banovići

U jami »Omazići« eksploatiše se mrki ugalj. Jama je locirana u centralnom dijelu banovičkog ugljenog bazena. Debljina ugljenog sloja se kreće od 12 do 15 m. Pad sloja je 6—10°. Ugljeni sloj je jako poremećen sa izrazitom pokretnom strukturom.

Jama je otvorena sa dva niskopa, a naknadno je izrađeno i ventilaciono okno. Sada se otvara južni revir sa dva paralelna niskopa, nakon čega će prilikom prelaska na eksploataciju biti likvidiran sjeverni revir. Ugljeni sloj je prelomnica podijeljen u otkopna polja. Dubina eksploatacije je 120—150 m. Otkopna metoda je širokočelna sa zarušavanjem krovine i postavljanjem vještačkog poda između etaža. Po toj tzv. »Radinskoj metodi« otkopavanje se vrši u dva pojasa. Između čela se postavlja drveni patos. Ugalj se dobiva miniranjem, a utovara se ručno u grabuljaste transportere. Na čelima se koristi čelična podgrada. Jama ima dva vjetrena odjeljenja. Svježa vazдушna struja za IV otkopno polje ulazi glavnim transportnim niskopom, a za južni revir ventilacionim oknom br. 1. Izlazna vazдушna struja je zajednička. Glavni jamski ventilator ima kapacitet od 1000 m³/min., depresiju 80—120 mm VS.

U jami »Omazići« do sada je tri puta vršena kategorizacija i prekategorizacija prostorija po stepenu opasnosti od metana.

Tablica 1

Broj mjernih mesta	Naziv prostorije	Količina vazduha m ³ min.	Koncentracija metana %	Apsolutna metanoobil. m ³ /min.
1.	Transportne prostor. glav. ulazne vazd. struje sjevernog revira	446	0,00	0,00
2.	Otkopna radil. sjev. revira	460	0,00	0,00
3.	Prostorije ulazne vazdušne struje južnog revira	359	0,00	0,00
4.	Pripremno radilište br. 7	90	0,15	0,14
5.	Pripremno radilište br. 5	119	0,20	0,24
6.	Prost. izlaz. vazd. struje južnog revira	315	0,16	0,50
7.	Niskop br. 9 izlazne vazd. struje južnog revira	371	0,25	0,93
8.	Pripremno radilište br. 4	95	0,15	0,14
9.	Pripremno radilište br. 6	109	0,20	0,22
10.	Glavna izlazna vazдушna struja jame	888	0,20	1,78

Metan se uglavnom pojavljuje kod otvaranja novih otkopnih polja, a naročito kod približavanja pripremnih radilišta rasjednim zonama. Na osnovu dobivenih rezultata mjerenja metana sve jamske prostorije provjetravane protočnom vazdušnom strujom razvrstane su u I, ili II, a pripremna radilišta u III stepen opasnosti od metana.

Do sada za ovu jamu nije izrađivan bilans metana. U svrhu izrade bilo je organizovano mjerenje metana jedanput nedeljno na svim pripremnim radilištima, vjetrovim stanicama ulazne i izlazne vazdušne struje, otkopima i drugim karakterističnim mjestima. Tim mjerenjima je obuhvaćen period od tri poslednje godine. Osnovni podaci dobiveni mjerenjima i hemijskim analizama uzoraka jamskog vazduha navedeni su u tablici 1.

Podaci prikazani u tablici 1 omogućavaju izradu bilansa metana za čitavu jamu, s tim što ne mogu biti uključeni jer na istim mjerenjima nije utvrđeno izdvajanje metana.

Kompleksni bilans metana za jamu »Omazići« iznosi:

	m ³ /min.	%
Pripremna radilišta južnog revira	0,38	21
Sve otvorene jamske prostorije južnog revira	0,12	8
Niskop br. 9	0,43	24
Prostorije glavne izlazne vazdušne struje	0,85	47
Ukupno:	1,78	100

Iz izloženog je vidljivo da se najviše metana izdvaja u prostorijama glavne izlazne vazdušne struje, niskopu br. 9 i pripremnim radilištima.

Šematski prikaz jame »Omazići« dat je na sl. 2. Na istom su označena mjerna mjesta sa osnovnim parametrima gasnog stanja.

Jama »Sretno« rudnika mrkog uglja Breza

U jami »Sretno«, koja je otvorena sa dva okna, eksploatiše se glavni ugljeni sloj mrkog uglja debljine 4,5—5,5 m. Ugljeni sloj je jako poremećen. Za dobivanje se primenjuje širokočelna dvoetažna otkopna metoda sa postavljanjem veštačkog poda od čelične mreže između etaža. Samo dobivanje uglja se vrši mašinskim putem pomoću bubnjastih podsjekačica.

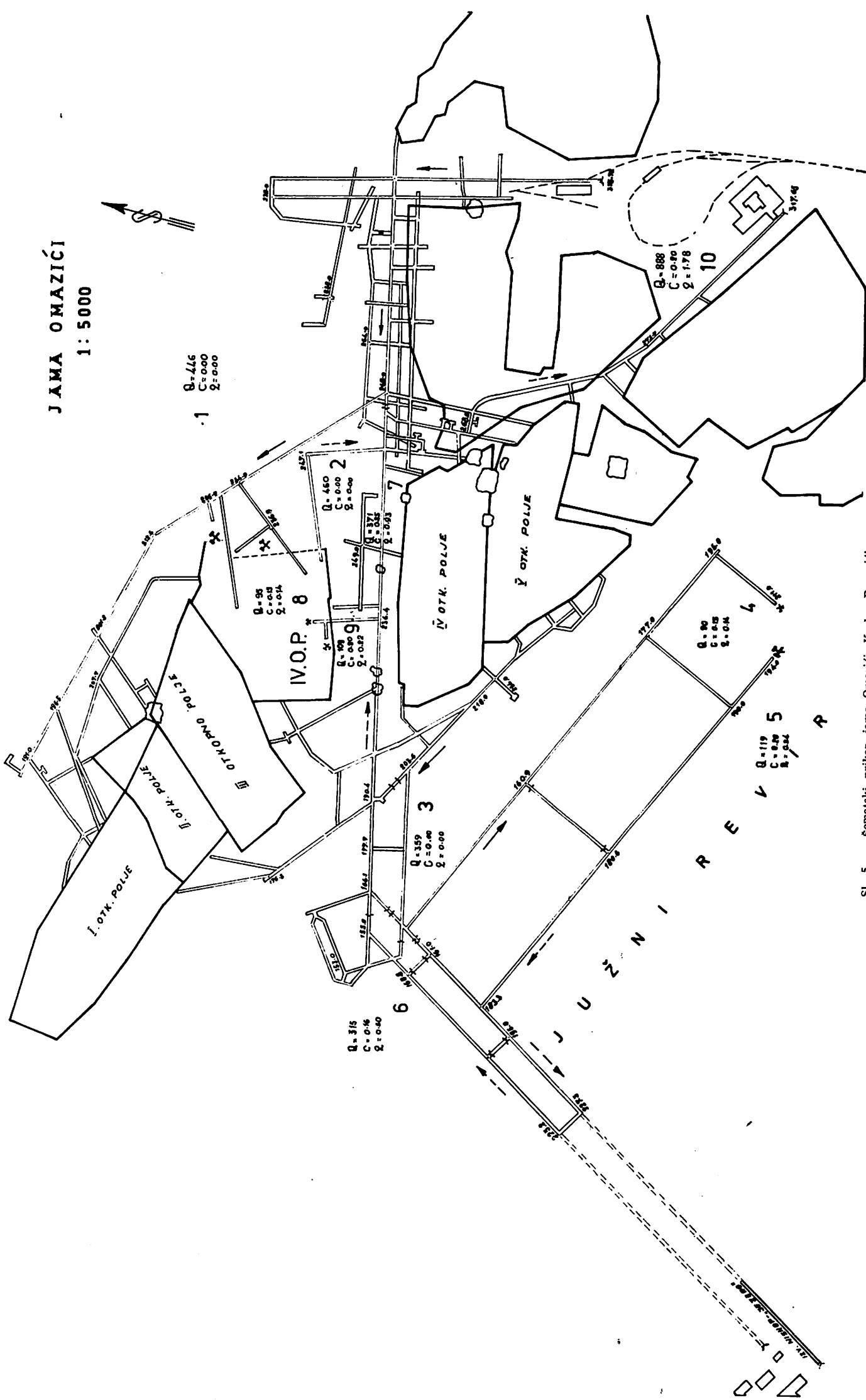
Provjetravanje jame je centralno, kapacitet glavnog jamskog ventilatora se kreće oko 1.800 m³/min, a depresija 150 mm vodenog stuba. Eksploatacija se vrši na dva otkopna polja P₁ i P₂. Dubina eksploatacionih radova se kreće između 200 i 300 m.

Pojave metana u jami »Sretno« vezane su za prve radove na otvaranju i pripremanju revira za eksploataciju. Osim ugljenog sloja koji je glavni nosilac metana i čija se gasonosnost povećava sa povećanjem dubi-

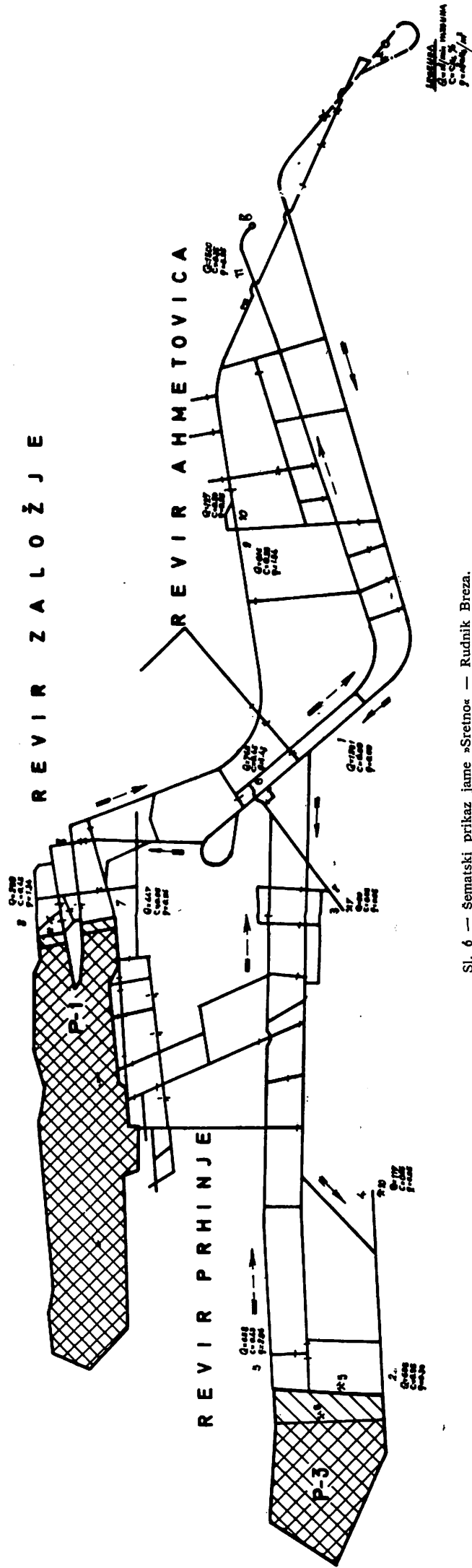
Tablica 2

Broj mjernog mesta	Naziv jamske prostorije	Količ. vazd. m ³ min	Konc. CH ₄ %	Apsolut. metanoob. m ³ min
1.	Glavni transportni hodnik	1.291	0,00	0,00
2.	Transp. hodn. polja P—3 do ulaza u otkop	605	0,05	0,30
3.	Pripremno radilište br. 7	90	0,05	0,05
4.	Pripremno radilište br. 10	117	0,05	0,05
5.	Otkopno radilište br. 5 i 6	658	0,45	2,96
6.	Prostorije izlazne vazdušne struje polja P—3	762	0,45	3,43
7.	Prostorije ulazne vazdušne struje polja P—1	477	0,05	0,24
8.	Otkopna radilišta br. 1, 2, 3 i 4	477	0,05	0,24
9.	Prostorije izlazne vazdušne struje	298	0,45	1,34
10.	Izlazna vazdušna struja revira »Ahmetovica«	616	0,25	1,54
11.	Ukupna izlazna vazdušna struja jame	1.500	0,35	5,25

JAMA OMAZIĆI
1:5000



Sl. 5 — Šematski prikaz jame Omazići—Kreka—Banovići.
Fig. 5 — Schematic display of mine Omazići—Kreka—Banovići.



Sl. 6 — Sematski prikaz jame »Sretno« — Rudnik Breza.
 Fig. 6 — Schematic display of pit »Sretno« — Breza Mine.

ne, metan se javlja i u podinskoj seriji ugljenog sloja. Kod razrade otkopnih polja na pripremnom radilištima opaženi su samo pojedini slučajevi prekoračenja dozvoljenih koncentracija metana i to kada su se ove nalazile u blizini prelomnica ili kod pojave »puhača«. Na širokim čelima polja P—1 nije dolazilo do pojave većih koncentracija metana, a u polju P—3 radi intenzivnog izdvajanja metana na širokim čelima 5 i 6 dolazilo je, u više navrata, do obustave proizvodnje.

Do sada su izvršene tri kategorizacije jamskih prostorija po stepenu opasnosti od metana.

Mjerenjima i hemijskim analizama dobiveni su podaci koji se navode u tablici 2.

Iz podataka prikazanih u tablici 2 izrađen je kompleksni bilans metana za cijelu jamu:

Sematski prikaz jame »Sretno« rudnika mrkog uglja Breza sa ucertanim mjernim mjestima dat je na slici 6.

Jama »Raspotočje« rudnika mrkog uglja Zenica

U jami »Raspotočje« vrši se eksploatacija mrkog uglja. Otkopava se glavni sloj. Ugljeni sloj je dosta poremećen. Debljina sloja iznosi 7,5 m. Neposrednu krovinu glavnog ugljenog sloja čine krečnjački laporci ukupne moćnosti 60—80 m, dok je podina sastavljena od peskovitih i laporovitih gлина. Jama je otvorena sa dva paralelna niskopa, od kojih jedan služi kao izvoznik, a drugi kao ventilacioni. Ugalj se otkopava na dubini od 400 m. Otkopavanje se vrši metodom dvoetažnih širokih čela na padu sloja sa zarušavanjem krovina. Ugalj se dobiva miniranjem, a utovar se vrši ručno u

— Otkopna radilišta polja P—3	2,66 m ³ /min	50,67%
— Otkopna radilišta polja P—1	1,10 m ³ /min	20,93%
— Pripremna radilišta	0,10 m ³ /min	1,90%
— Transportne prostorije polja P—3	0,20 m ³ /min	3,81%
— Transportne prostorije polja P—1	0,24 m ³ /min	4,58%
— Vjetrene prostorije polja P—3	0,47 m ³ /min	8,96%
— Vjetrene prostorije polja P—1	0,20 m ³ /min	3,81%
— Jamske prostorije revira »Ahmetovica«	0,25 m ³ /min	4,77%
— Prostorije glavne izlazne vazdušne struje	0,03 m ³ /min	0,57%
Ukupno:	5,25 m³/min	100,00%

Tablica 3

Broj mjernog mjesta	Naziv prostoriije	Količ. vazd. m ³ /min	Koncent. metana %	Apsolutna metanoobilnost m ³ /min
1	Prostorije glavne ulazne vazdušne struje	1.950	0,00	0,00
2	Prostorije ulazne vazdušne struje istočnog revira	700	0,00	0,00
3	Prostorije izlazne vazdušne struje istočnog revira	1.100	0,60	6,60
4	Prostorije ulazne vazdušne struje proizvodnog revira	600	0,10	0,60
5	Otkopi	600	0,30	1,80
6	Proizvodni revir	600	0,60	3,60
7	Prostorije izlazne vazdušne struje proizvodnog revira	1.250	0,50	6,25
8	Prostorije izlazne vazdušne struje zapadnog revira	1.500	0,60	9,00
9	Glavna izlazna vazdušna struja jame	2.600	0,60	15,60

grabuljaste transportere. Na čelima je u primjeni čelična podgrada. Jama ima centralni sistem provjetravanja pomoću glavnog jamskog ventilatora kapaciteta 2000 m³/min i depresije h = 80 mm VS. Otkopi se provjetravaju protočno.

Prva pojava metana registrovana je 1961. godine prilikom izrade glavnih niskopa. Na koti + 293 m, kod prolaska kroz povlatni sloj, opaženo je značajno izdvajanje metana iz sloja i kontaktnih stijena.

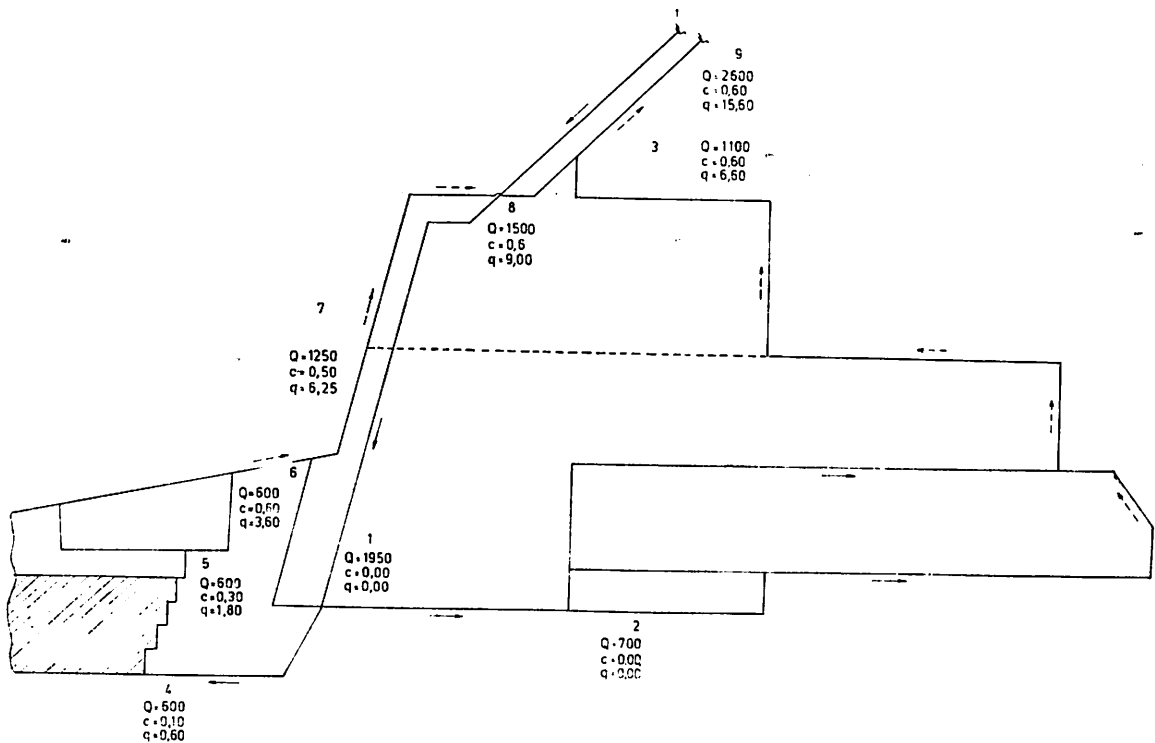
Kod izrade osnovnog hodnika na koti + 181 m, prema zapadu, naišlo se na pukotine u krovu hodnika kroz koje je na više

mjesta izdvajan metan pod pritiskom. Do sličnih pojava je došlo i kod izrade hodnika na kotama + 55 i + 86 m. Te pojave su povremeno bile veoma intenzivne.

Na osnovu podataka iz elaborata »Kategorizacija jame »Raspotočje« po stepenu opasnosti od metana« izrađenog 1968. godine od strane Rudarskog instituta Beograd, navode se u tablici 3 osnovni podaci o količini vazduha, koncentraciji metana i apsolutnoj metanoobilnosti.

Iz tih podataka izrađen je kompleksni bilans metana za cijelu jamu:

— prostorije istočnog revira jame	6,60 m ³ /min	42,40%
— prostorije ulazne vazdušne struje proizvodnog revira	0,60 m ³ /min	3,85%
— otkopi	1,20 m ³ /min	7,70%
— proizvodni revir	1,80 m ³ /min	11,50%
— prostorije izlazne vazdušne struje proizvodnog revira	2,65 m ³ /min	17,00%
— prostorije izlazne vazdušne struje zapadnog revira	2,75 m ³ /min	17,55%
Ukupno:	15,60 m³/min	100,00%



Sl. 7 — Linearna šema razvođenja vazduha u jami »Raspotočje« — Zenica.

Fig. 7 — Linear scheme of air dilution in mine »Raspotočje« — Zenica.

Linearna šema glavnog razvođenja vazdušne struje u jami »Raspotočje« data je na slici 7.

Na slici su dati i podaci o količinama vazduha, procentualnom sadržaju metana i apsolutnoj metanoobilnosti za svako mjerno mjesto.

SUMMARY

Theoretical Basis for Mine Categorization According to the Degree of Hazard Due to Firedump and some Experience Regarding their Practical Application

M. Vukić, min. eng. — J. Jakovac, min. eng. — I. Ahel, min. eng.*)

The article deals with the problems of categorization of mines with low methane content. Cases of ignition and explosion of firedump in mines with a negligible content of this gas are quite frequent owing to unacquaintance with the mechanism of methane separation from their seams.

Frequently we are faced with the dilemma whether to declare mines with low methane content as gassy ones. In order to explain the dilemmas, the article gives theoretical basis for the categorization of mines according to the degree of hazard due to firedump.

Literatura

1. Ćurčić, A., Vujović, V., Jakovac, I., 1967: Privremena instrukcija za kategorizaciju jamskih prostorija po metanu »Sigurnost u rudnicima« br. 4/1967.
2. Ćurčić A., Ahel I. i dr. 1968: »Elaborat o kategorizaciji jame Raspotočje RMU Zenica po stepenu opasnosti od metana« Beograd.
— Fond stručne dokumentacije Srednjobosanskih rudnika uglja Zenica.
3. Vukić M., Jakovac I., 1968: Privremena instrukcija za prognozu metano-
- obilnosti u rudnicima uglja SSSR-a — prevod
— Fond stručne dokumentacije Rudarskog instituta, Beograd.
4. Ksenofontova, 1968: Spravočnik po rudničnoj ventiljaci, Moskva.
5. Ćurčić, A., Ahel, I., Vukić, M., 1970: Rezultati izučavanja povoda za formiranje eksplozivne smeše metana i vazduha u jami »Sretno« — Breza i mogućnost učešća ugljene prašine u eksploziji »Sigurnost u rudnicima« br. 4, Beograd.

*) Dipl. ing. Milutin Vukić, glavni rudarski inspektor BiH — Sarajevo.

Dipl. ing. Ivan Jakovac, rudarski inspektor BiH — Sarajevo.

Dipl. ing. Ivan Ahel, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

Opasnosti od eksplozija ugljene prašine u našim rudnicima

(sa 4 slike)

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

Upoređenje laboratorijskih i poluindustrijskih ispitivanja eksplozivnih prašina rudnika uglja sa posebnim osvrtom na mogućnosti inicijalnog paljenja pod uticajem metana. Rudnicima sa pojavama metana pretilatentna opasnost i od eksplozija prašina.

Uvod

Česte pojave upala i eksplozija metana u našim rudnicima rezultat su nedovoljne kontrole radne sredine, pri malim pojavama metana koje se smatraju bezopasnim. Najskorije upale u rudniku Vrška Ćuka i na radovima odvodnjavanja površinskog kopa Kosovo 1971. god., to najbolje potvrđuju.

Prema rezultatima ispitivanja prašine naših ugljeva su uglavnom eksplozivno opasne. Druga važna karakteristika naših ležišta uglja je da sadrže male količine metana.

Metanonošnost po toni u sadašnjim uslovima eksploatacije je relativno niska. Oba ova faktora udružena zajedno vrlo često prouzrokuju katastrofe velikih razmera (Raša 1947, Kakanj 1934, Kakanj 1965, Breza 1970. god.).

Zadnjih 10 godina u proseku je bila po jedna upala ili eksplozija godišnje. Kako su prašine svih naših ugljeva izuzev rudnika Vrška Ćuka eksplozivno opasne, svaka upala metana može da uzviti i upali i ugljenu prašinu i izazove katastrofu velikih razmera.

Cilj ovog rada je da ukaže na rezultate poluindustrijskih ispitivanja prašine koji potvrđuju da prašina naših ugljeva aktivirana sa 10—15 m³CH₄ pri koncentraciji od 6÷9% daje izrazite eksplozivne karakteristike, te kao takva predstavlja potencijalnu opasnost za naše rudnike uglja.

Ovim putem želimo da zahvalimo kolegama iz Instituta Mecseki Szénbányák Ku-

tatási Osztálya — Pécs, Mađarska dr ing. Szirtes Lajos-u i dr ing. Mihály Bánhegyi-u na ukazanoj pomoći kod poluindustrijskih ispitivanja eksplozivnosti ugljene prašine, što nam je omogućilo da brže upoznamo predmetnu problematiku i sa uspehom izvršimo ispitivanja.

Rezultati poluindustrijskih ispitivanja eksplozivnosti prašine iz rudnika Raspočje — Zenica

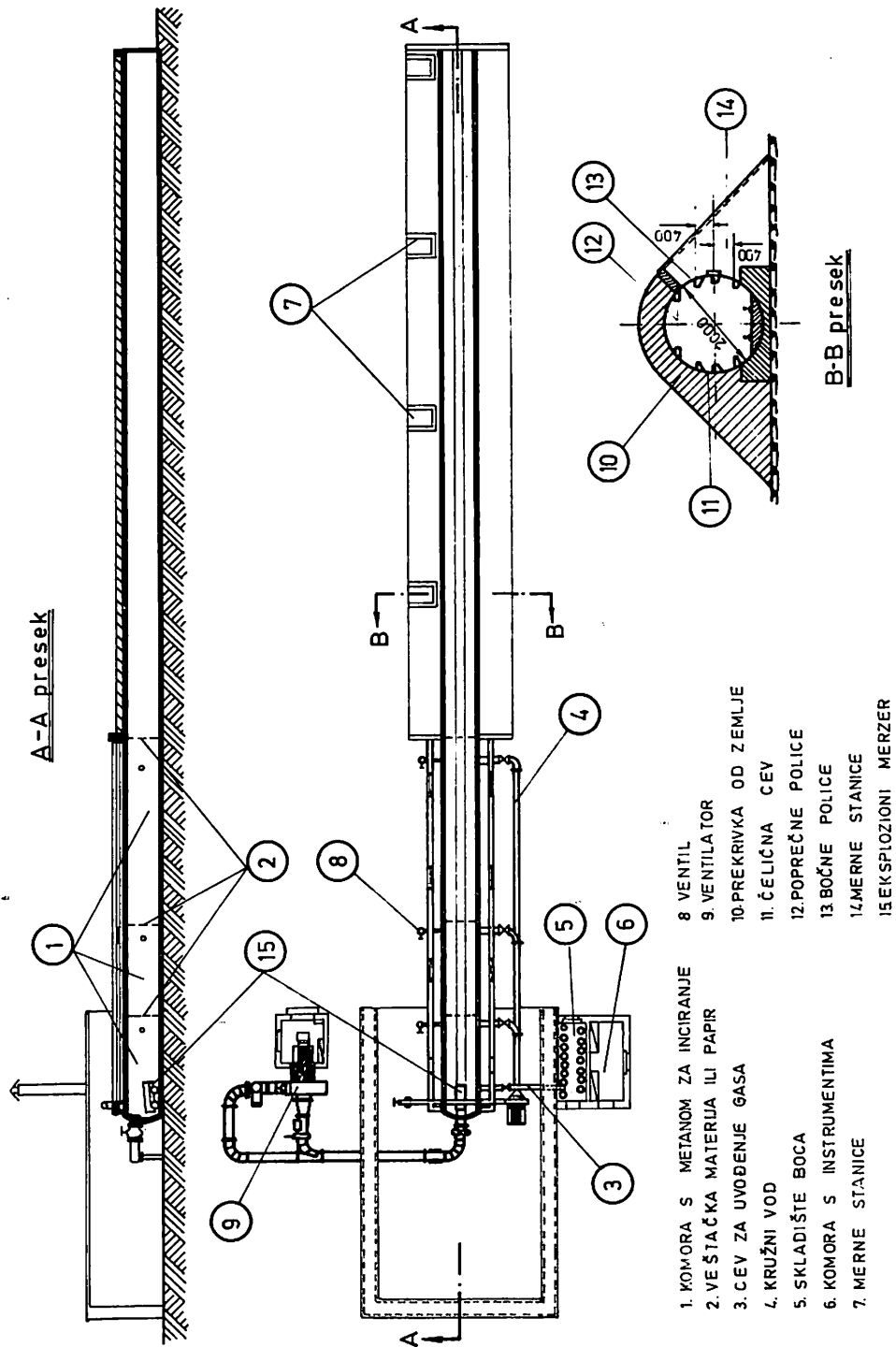
Na primeru uzoraka prašine iz jame »Raspotočje« rudnika Zenica izvršena su poluindustrijska ispitivanja eksplozivnosti u opitnom rovu MECSEK (Mađarska). Metodologija ispitivanja odgovara ispitivanjima koja se vrše u ispitnom rovu u Dortmund — Derne-u.

Ispitni rov Mecsek — Mađarska

Ispitni rov se sastoji od čelične cevi duge 60 m kružnog profila 3 m², pokrivena zemljom. Na jednom kraju čelična cev je zatvorena.

Na unutrašnjem zidu cevi prečnika 2 m pričvršćene su sa obe strane tri police širine 12 cm.

Od zatvorenog kraja rova (vidi sl. 1) na 5 odnosno 10 i 20 m može se smestiti pregrada od veštačke materije ili papira, te se time mogu odvojiti komore sa metanom za inicijalno paljenje, i to od 15, 30 i 60 m³ zapremine. Metan se dovodi u komoru cevovodom



Sl. 1 — Rov za poluindustrijska ispitivanja eksplozivnosti.
 Fig. 1 — Trench for semi-industrial explosibility investigations.

iz posebnog rezervoara. Eksplozione komore zajedno sa priključnim kružnim cevovodom i ventilatorom obrazuju kružni tok u kojem se cirkulacijom mešaju metan i vazduh.

Registrowanje parametara eksplozije vrši se preko mernih stanica koje su izrađene na svakih 20, 30, 40, 50 i 60 m rova s njegove spoljašnje strane.

Dim i gasovi, koji se u rovu stvaraju u toku eksplozije, kao i zaostala prašina, udaljuju se pomoću ventilatora kapaciteta 400 m³/min., koji je priključen na zatvoreni deo rova.

Metodologija ispitivanja

Za paljenje mešavine prašina — vazduh služi 15 m³ metana pri koncentraciji od 9—10% (u prvom delu rova dužine 5 m, sl. 1). Mešavina metana dovodi se do eksplozije sa 300 g paksita, trenutnim milisekundnim upaljačem.

Prilikom eksplozivnih proba uzima se metan kao izvor paljenja, jer ima karakteristike podesne za ocenu eksplozivnosti ugljene prašine. Eksplozija metana brzinom od oko 300 m/sec uzvitla i zapali ugljenu prašinu u susednom delu rova i, ukoliko je prašina eksplozivna, ona prenosi eksploziju po celoj dužini rova sa pojavom plamena izvan rova.

Pripremljena ugljena prašina postavlja se jednakomerno na police sa obe strane rova. Prašinom posipani deo rova zahvata od 5 do 60 metara dužine rova (u komori za metan nema prašine).

Nominalna koncentracija ugljene prašine za ispitivanje eksplozivnosti iznosi 400 g/m³ slobodnog prostora rova.

Eksplozivnom se smatra ona ugljena prašina kod koje eksplozija daje plamen koji dopire izvan usta rova. U ovom slučaju prašina je sposobna da jedanput pokrenutu eksploziju samostalno prenosi. Ukoliko se utvrdi da je ispitivana prašina eksplozivna, pristupa se utvrđivanju donje granične koncentracije eksplozivnosti.

Određivanje donje granične koncentracije (g/m³) postiže se smanjenjem količine prašine u rovu i to do granice, kada se dužina plamena eksplozije poklapa sa dužinom rova, odnosno sa 60 m.

Određivanje donje koncentracije vrši se pomoću dijagrama dužine plamena eksplozije.

Osim donje granične koncentracije eksplozivnosti prašine rovnog uglja (Pa) određuje se i granica eksplozivnosti svedena na prašinu čistog uglja (Pa⁰ g/m³) bez vlage i pepela preko sledeće relacije:

$$Pa^0 \text{ g/m}^3 = \frac{[100 - (h\% + n\%)] Pa}{100}$$

gde je:

h% — sadržaj pepela u rovnom uglju
n% — sadržaj vlage u rovnom uglju.

Opažanja, merenja i interpretacija

U toku ispitivanja meri se brzina plamena eksplozije, trajanje plamena i njegova dužina. Merenje brzine i trajanja plamena vrši se između 20—60 metara rova, na svakih 10 m pomoću ugrađenih germanijum fotodioda. Signali koji dolaze od fotodioda preko pojačivača registruju se na oscilografu.

Prostiranje plamena unutar rova određuje se na osnovu oscilograma, a dužina plamena koji se javlja na ustima rova, na osnovu interpretacije snimaka koji su snimljeni bočno automatskom foto kamerom.

Tok eksplozije se utvrđuje na osnovu filmskog snimka i dijagrama dobivenog na oscilogramu.

Na osnovu ovih rezultata i prethodnih ispitivanja izrađuje se list za interpretaciju koji sadrži sledeće podatke:

a) Uslovi ispitivanja eksplozije

- vazdušni udar
- inicijali paljenja
- količina ugljene prašine g/m³
- ostali uslovi

b) Karakteristike uzorka prašine

- broj probe
- poreklo probe
- oznaka probe
- hemijske karakteristike (pepeo i isparljivi sastojci na rovni ugulj i čistu ugljenu supstancu)
- fizičke karakteristike (analiza sejanja)
- tačka paljenja po G-G

c) Ostali uslovi ispitivanja

d) U toku eksplozije izvršena merenja

- dužina plamena (m)
- vreme eksplozije (t/sec)
- priraštaj vremena (Δt /sec)
- brzina (m/sec)
- vreme trajanja plamena
- ostala zapažanja

Rezultati ispitivanja

Ispitivanja su izvršili: dr ing. Bánhegyi, dipl. ing. Čurčić i hem. Vukanović.

U opitnom rovu izvršeno je 6 proba sa različitim koncentracijama prašine. Maksimalna koncentracija iznosila je 200 g/m³. Sa većim koncentracijama nismo mogli da vršimo ispitivanja pošto je radi jakih detonacija sa 200 g/m³ došlo do oštećenja na stambenim objektima u blizini rova.

U ovom izveštaju prikazujemo rezultate od dve probe, i to:

— Rezultati eksplozije 15 m³CH₄ kod koncentracije od 10,2% bez ugljene prašine, i

— Rezultati eksplozije 15 m³CH₄ sa koncentracijom od 9,7% i 200 grama ugljene

prašine po m³ rova, rovnog uglja jame »Raspotočje« rudnika Zenica.

Probe bez ugljene prašine

Cilj ispitivanja: utvrđivanje parametara eksplozije 15 m³ CH₄ u koncentraciji od 10,2% bez ugljene prašine.

Uslovi ispitivanja eksplozivnosti

Inicijal: vazdušni udar 15 m³ 10,2% CH₄
inicijal paljenja: 300 g paksita i trenutni milisekundni upaljač.

Količina ugljene prašine: bez prašine

Ostali uslovi:

Prvi deo rova u dužini od 5 m napunjen je sa 10,2% CH₄, a ostali deo rova je čist.

Ostali uslovi ispitivanja

Opažanja sa instrumentima: merenja brzine plamena, filmski snimak.

Ostala zapažanja: plamen nije izbio iz rova. U rovu je maksimalna dužina plamena iznosila 27,5 m.

Proba sa ugljenom prašinom

Cilj ispitivanja: utvrđivanje donje granične vrednosti pri kojoj nastaje eksplozija.

Merenja izvršena u toku eksplozije

Tablica 1

Rastojanje mernih tačaka u metrima	9,0	8,3	10	10	10	10
Dužina plamena metara	10	20	30	40	50	60
t sec.	0,0315	0,1038				
Δt sec.	0,0315	0,0723				
V m/sec.	268	115				
Vreme trajanja plamena	0,258	0,171				

Uslovi ispitivanja eksplozivnosti

Inicijal: vazdušni udar 15 m³ 9,7% CH₄
 inicijal paljenja: 300 g paksita i trenutni
 milisekundni upaljač.

Količina ugljene prašine: 200 g/m³

Ostali uslovi: Po celoj dužini rova na boč-
 nim policama posuto 200 g/m³ ugljene
 prašine

Karakteristike prašine

Broj probe: 9157

Poreklo probe: Jugoslavija, jama »Ras-
 potočje«

Oznake probe: Pripremljena prašina iz
 šlic probe.

Hemijske karakteristike:

Pepeo = 8,10%

Isparljivi sastojci = 39,16%

Vlaga = 9,26%

Isparljivi sastojci na čistu
 ugljenu supstancu = 47,38%

Fizičke karakteristike:

— analiza sejanja

0,500 — 0,200 mm 0,08%

0,200 — 0,125 mm 0,52%

0,125 — 0,063 mm 9,35%

< 0,063 mm 90,35%

Eksplozione karakteristike:

— tačka paljenja po G-G 552°C

Ostali uslovi ispitivanja

Opažanja sa instrumentima: merenje br-
 zine plamena, filmski snimak.

Ostala zapažanja:

Dužina plamena izvan rova bila je 16,5 m.

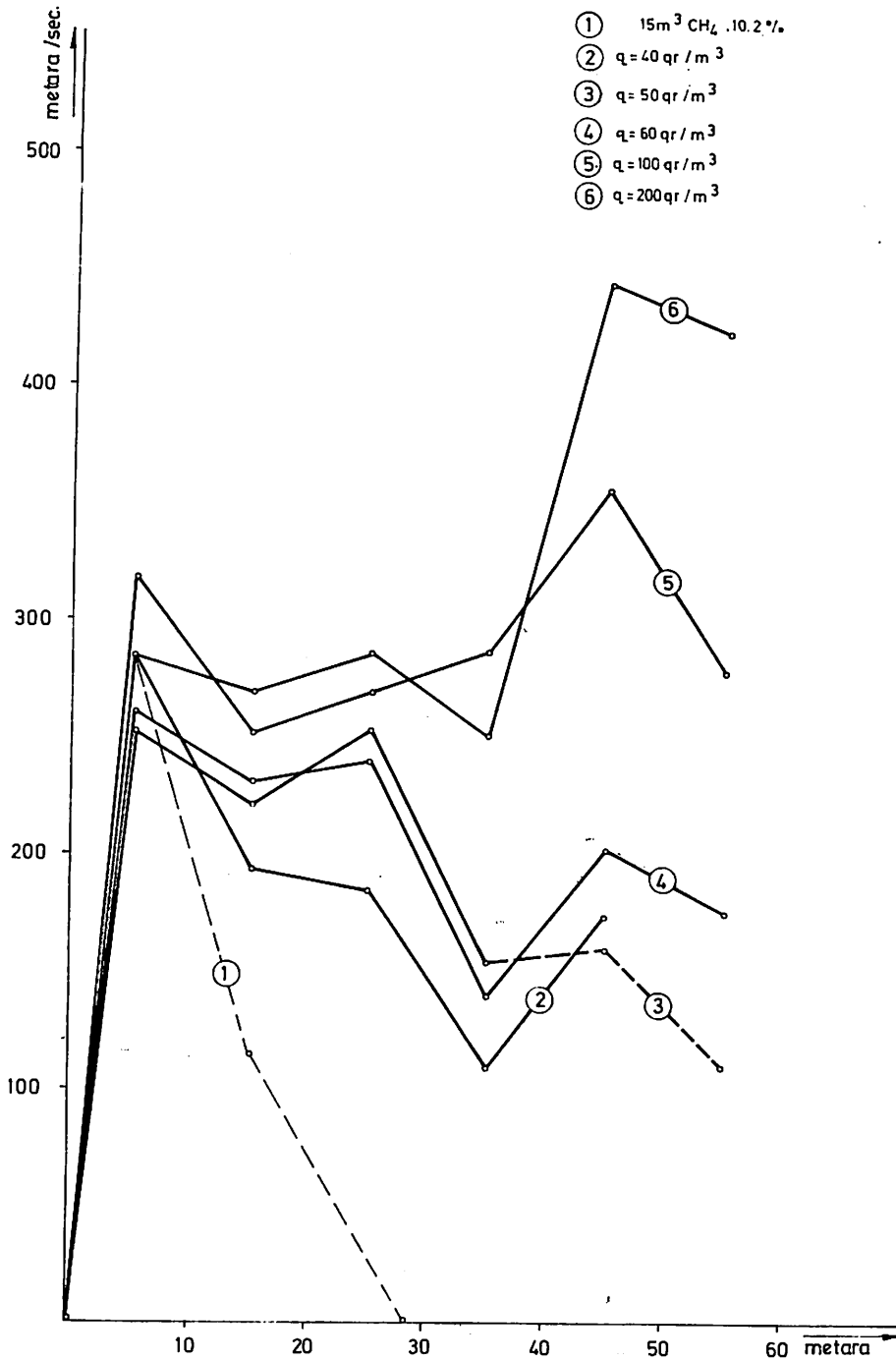
Rezultati eksplozije prve probe sa me-
 tanom pokazali su:

— Maksimalna brzina širenja eksplozije iz-
 nosila je 286 m/sec.

— Vreme trajanja plamena na pojedinim
 odsecima rova iznosilo je od 0,0315—0,0723
 sec, i to samo na dužini od 27,5 m

Merenja izvršena u toku eksplozije**Tablica 2**

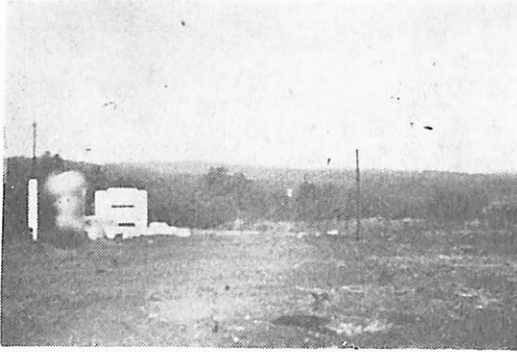
Rastojanje mernih tačaka, m	9	8,3	10	10	10	10
Dužina plamena metara	10	20	30	40	50	60
t sec.	0,0317	0,0626	0,0975	0,1373	0,1598	0,1834
Δt sec.	0,0317	0,0309	0,0349	0,0398	0,0225	0,0236
V m/sec.	284	269	286	251	444	423
Vreme trajanja plamena	0,0817	0,0174	0,143	0,112	0,129	0,106



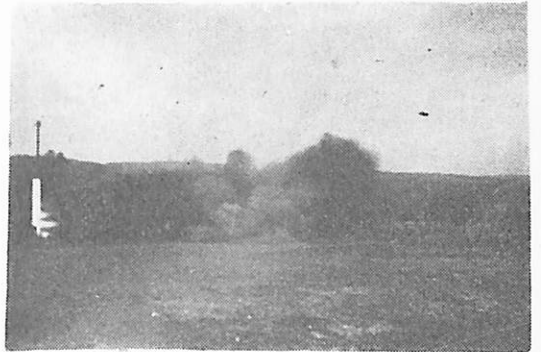
Sl. 2 — Dijagrami brzina širenja plamena eksplozije za razne koncentracije ugljene prašine g/m^3 .

Fig. 2 — Diagrams of explosion flame spread velocities for various coal dust concentrations gr/m^3 .

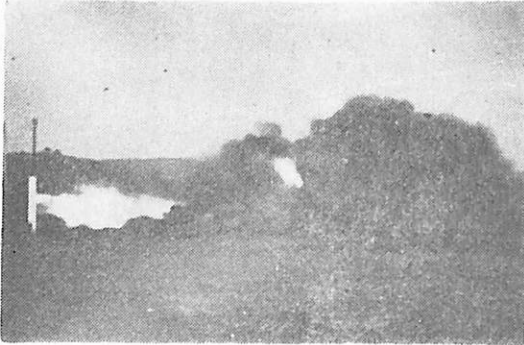
a.



b.



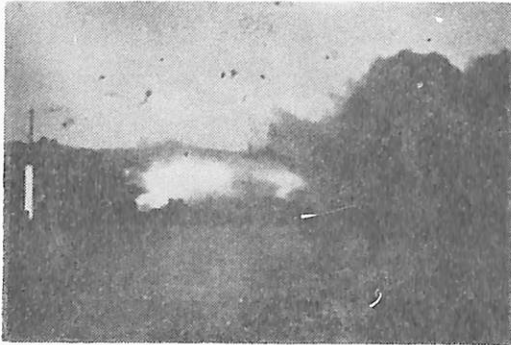
c.



d.



e.



f.



g.



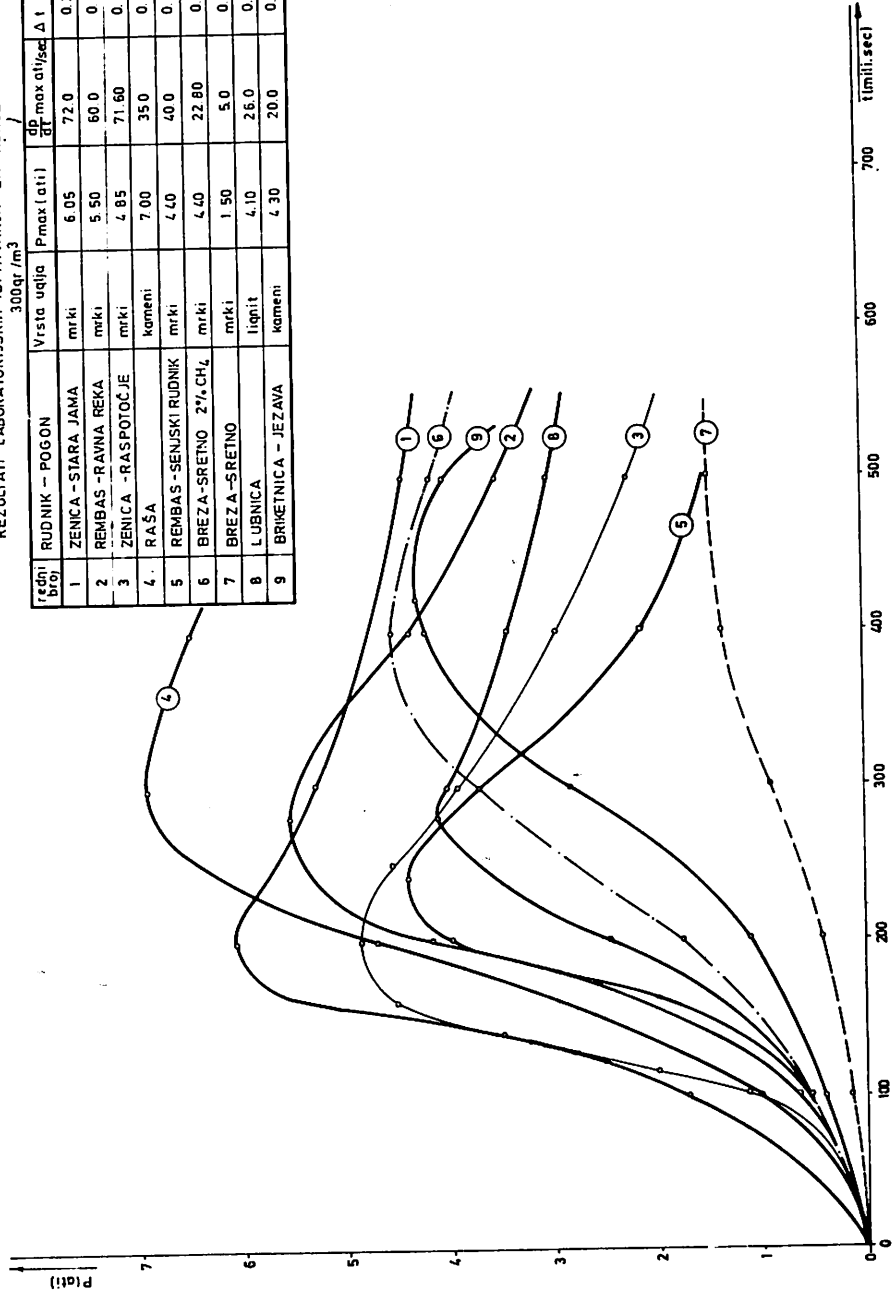
h.



Sl. 3 — Proba sa koncentracijom prašine od 200 g/m³. Maksimalna dužina plamena izvan rova iznosi 16,5 m.
Fig. 3 — Test with dust concentration 200 gr/m³. Maximum flame length above the trench 16.5 m.

REZULTATI LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA ZA KONCENTRACIJU OD 300 gr / m³

redni broj	Vrsta uglja	Pmax (at)	$\frac{dp}{dt}$ max at / sec	Δt (sec)	Ek
1	RUDNIK - POGON	6.05	72.0	0.200	2.174.4
2	ZENICA - STARA JAMA	5.50	60.0	0.280	1.178.0
3	REMBAS - RAVNA REKA	4.85	71.60	0.200	1.736.3
4	ZENICA - RASPOTOČJE	7.00	35.0	0.320	765.5
5	RAŠA	4.40	40.0	0.240	734.0
6	REMBAS - SENJSKI RUDNIK	4.40	22.80	0.400	244.0
7	BREZA - SRETNO 2% CH ₄	1.50	5.0	0.500	15.0
8	BREZA - SRETNO	4.10	26.0	0.280	380.0
9	LUBNICA	4.30	20.0	0.420	204.7
	BRICETNICA - JEZAVA				



Sl. 4 — P-t Dijagram za razne vrste uglja.

Fig. 4 — P-t diagram for various kinds of coal.

— Ukupna dužina plamena u rovu iznosila je 27,5 m.

Parametre koje daje eksplozija 15 m³ CH₄ u smeši sa vazduhom kod koncentracije od 9—10% kao što se iz prethodnih rezultata vidi, ne treba uzimati u obzir na dužini rova od 20—30 m pošto su oni rezultat inicijalnog paljenja.

Rezultati probe sa 200 g/m³ pokazali su:

- Maksimalna brzina eksplozije iznosila je 444 m/sec na 45 m' rova.
- Vreme trajanja plamena na pojedinim odsecima rova iznosilo je od 0,0225—0,0398 sec.
- Dužina plamena izvan rova iznosila je 16,5 m.

Rezultate ispitivanja svih šest uzoraka prikazali smo na dijagramu sl. 2, maksimalnu dužinu plamena izvan rova za koncentraciju prašine od 200 g/m³ na sl. 3, i to u osam slika od pojave plamena na ustima rova (sl. a) pa do završnog procesa eksplozije (sl. h).

Upoređenje laboratorijskih rezultata ispitivanja sa ispitivanjima u opitnom rovu

Upoređenjem rezultata ispitivanja na primeru uzoraka uglja iz jame »Raspotočje« u tvrdeno je da je:

— Donja granična koncentracija ugljene prašine sposobna da prenese eksploziju prema rezultatima laboratorijskih ispitivanja iznosi 69 g/m³, a prema poluindustrijskom 54 g/m³. Razlika između ova dva ispitivanja je neznatna i iznosi svega 13 g/m³.

— Metodologija laboratorijskih ispitivanja koja se primenjuje u Rudarskom institutu — Beograd, a koja je objavljena u časopisu »Sigurnost u rudnicima« — br. 2 od 1970. god. daje dobre rezultate, te nije potrebno vršiti skupa poluindustrijska ispitivanja.

Ovde posebno želimo da uporedimo rezultate date na dijagramu sl. 4 na kome su prikazani rezultati laboratorijskih ispitivanja iz više rudnika koji eksploatišu kameni, mrki i lignitni ugalj sa rezultatima dobijenim za jamu »Raspotočje« rudnika Zenica.

Na ovom dijagramu uočljivo je sledeće:

Neki mrki ugljevi kao Stara jama — Zenica (1), Raspotočje Zenica (3), Ravna Reka — Rembas (2), Senjski rudnik — Rembas (5) u sistemu ugalj-prašina-vazduh, pokazuju izrazite eksplozivne karakteristike kod koncentracije prašine od 300 g/m³. Eksplozivne karakteristike ovih ugljeva pokazuju veću opasnost kod ove koncentracije od uglja i rudnika Raša (4).

— Prašina iz uglja u rudniku Breza — jama Sretno (7) u koncentraciji: vazduh-prašina ne pokazuje eksplozivne karakteristike, a u koncentraciji: vazduh — prašina — 2,0% CH₄ (6) pokazuje eksplozivne osobine srednjeg intenziteta. U ovoj jami došlo je do upale metana koji je bio koncentrisan u slepom kraku širokog čela (14. april 1970. god.) i to oko 75 m³ u koncentraciji od 10% i izazvao podizanje, paljenje i eksploziju ugljene prašine u ventilacionom hodniku. Rezultati izučavanja ove eksplozije objavljeni su 1970. g. u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 4.

Zaključak

Upoređenje rezultata ispitivanja svih rudnika sa rezultatima iz rudnika Zenica — jama Raspotočje i rudnika Breza jama Sretno može se zaključiti da ukoliko bi došlo do aktiviranja prašine eksplozijom metana, prozurokovala bi se katastrofa velikih razmera.

SUMMARY

Coal Dust Explosion Hazards in Our Mines

Ćurčić, A. min. eng., Vukanović, B. grad. Chemist*)

Comparison of laboratory and pilot-plant investigations on coal mine explosive dusts, with a particular review on the possibility of initial ignition under the effect of methane. Mines with methane occurrences are threatened by latent danger also in regard with dust explosion.

Literatura

1. Cybulski, W., 1966: Osnovna ispitivanja rasprostiranja eksplozije ugljene prašine. Arch. gorn. No 2.
2. Eisner, H. S., 1965: Eksplozije u rudniku. New Scientist, 13.
3. Bánhegyi, M., 1969: Ispitivanje opasnosti od eksplozije ugljene prašine. — Bányászati lapok.
4. Jovanović, G., Bánhegyi, M., Ćurčić, A., Vukanović, B., 1970: Opasnost od eksplozivnih prašina i metode istraživanja njihove eksplozivne sposobnosti. — »Sigurnost u rudnicima« br. 2.
5. Ćurčić, A., Vukanović, B., 1970: Rezultati laboratorijskih ispitivanja eksplozivnih osobina karakterističnih ugljenih prašina iz naših rudnika i pratećih industrijskih pogona. — Deset godina Rudarskog instituta, Beograd.

*) Dipl. ing. Aleksandar Ćurčić, upravnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.
Dipl. hem. Branka Vukanović, viši stručni saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

Primena metode kvašenja toplom vodom za smanjenje prašine pri minerskim radovima na pripremnim radilištima

(sa 5 slika)

Dipl. ing. D. Petrov

Prikazani su rezultati ispitivanja efekta smanjenja koncentracije prašine koja su priilikom bušenja minskih rupa za razne uslove izvršena u opitnoj jami Instituta S. Vladaja i u eksploatacionim uslovima u nekim bugarskim rudnicima, u kojima se došlo do zaključka, da je suzbijanje prašine toplom vodom efikasnije, nego hladnom vodom.

U cilju smanjenja prašine u rudnicima najviše se koriste mokre metode, jer su konstruktivna rešenja jednostavna i ne zahtevaju velike troškove. Konstruisan je veći broj uređaja za raspršivanje, aparata za stvaranje magle i mokrih prečistača vazduha, koji se koriste za uklanjanje prašine pri različitim proizvodnim procesima. Iako su konstruktivna rešenja ovih uređaja dobra, ipak u većini slučajeva efekat istih ne obezbeđuje potrebne sanitarne norme, a naročito pri procesima kod kojih se intenzivno stvara prašina (minerski radovi, pretovar i dr.).

Da bi pri minerskim radovima došlo do smanjenja prašine pomoću stvaranja magle i kvašenja za 95%, potrebno je utrošiti 75 l/min. vode. Veliko povećanje utroška vode dovodi do pogoršanja sanitarno-higijenskih uslova rada, kao i do nekih bolesti usled prehlade. Tendencija usavršavanja mokrih metoda za smanjenje prašine u rudnicima usmerena je u pravcu povećanja pritiska vode (2,9 i 10), korišćenja površinski aktivnih materija (5, 6, 3), veštačkog elektro-nabijanja vodenih kapljica i aerozola prašine (7) i korišćenja kondenzacionih metoda (1, 4).

Mi smo izvršili istraživanja za povećanje efekta kvašenja u cilju taloženja prašine po-

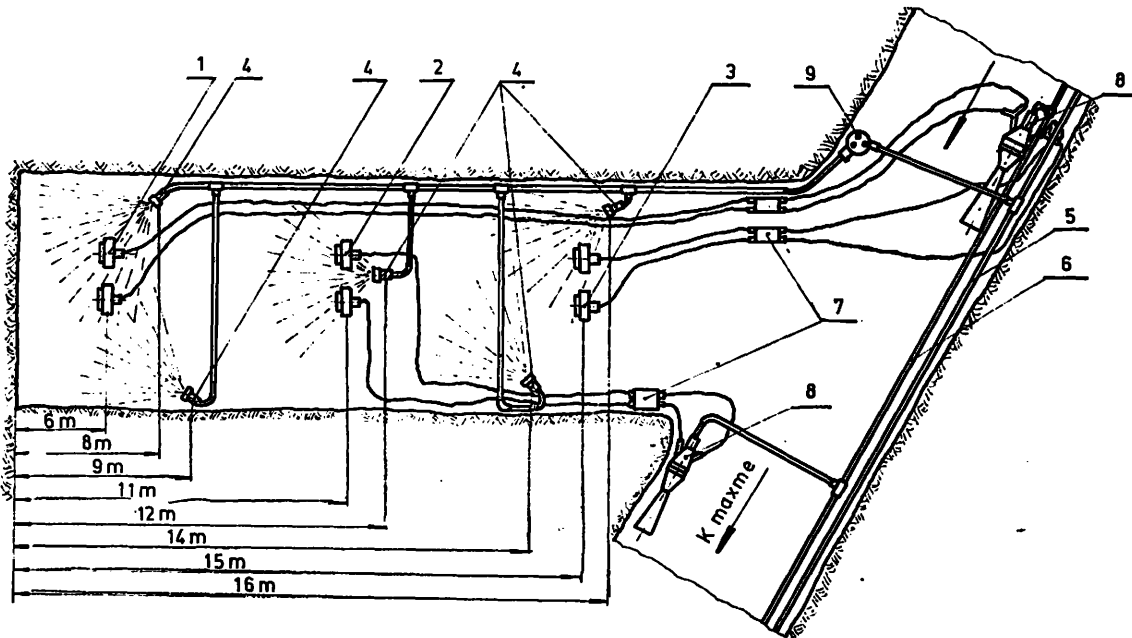
moću tople vode koja je dispergovana u rudničkoj atmosferi. Prva ispitivanja su izvršena u opitnoj jami Instituta S. Vladaja, sa zadatkom da se utvrdi efekat ovog postupka kvašenja u borbi protiv prašine.

Sema opitnog postrojenja data je na sl. 1. Pomoću zavese od šatorskog platna (8) stvorena je komora zapremine oko 40 m³. Prašina u komori stvorena je bušenjem rupa za miniranje pomoću bušaćeg čekića PM—508. Da bi se utvrdila koncentracija prašine u vazduhu, uzeti su odmah posle bušenja i pre kvašenja (20-25 minuta posle bušenja) probni uzorci.

Prvo se vršilo kvašenje toplom, a zatim hladnom vodom, i to istim uređajima za raspršivanje koji su bili razmešteni u komori kako je to prikazano na sl. 1. Raspršivači koji su korišćeni za dispergovanje tople i hladne vode konstruisani su specijalno za ova istraživanja (Raspršivač OVK—3 konstruktora Ag. Vodeničara — sl. 2). Njihove tehničke karakteristike navedene su u tablici 1, a uređaj je prikazan na sl. 3.

Kako se vidi iz tablice 1, ugao mlaza raspršivača prilično je veliki, što dopušta da se direktno deluje na veliki deo otkopnog prostora. Efekat od 90% dobijen pri pritisku od 0,7 MH/m² i početnoj koncentraciji od 72 mg/m³, pokazuje da se disperzijom vode postižu dobri rezultati.

P A R A M E T R I	Pritisak vode, MH/m ²					
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
1. Utrošak vode, l/min.	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,0
2. Dužina mlaza, m	1,8	2,4	2,8	3,0	2,8	2,7
3. Ugao mlaza, stepeni	40	52	55	60	65	50
4. Početna koncentracija prašine, mg/m ³	77	18	17	9	14	72
5. Preostala koncentracija prašine, mg/m ³	38	9	3	4,6	6,9	7,7
6. Efekat protiv prašine %	51	49	82	50	58	90
7. Oblik mlaza	konusni					
8. Struktura mlaza	pun konus					



Sl. 1 — Šema opitnog uređaja.

Abb. 1 — Schema der Versuchseinrichtung.

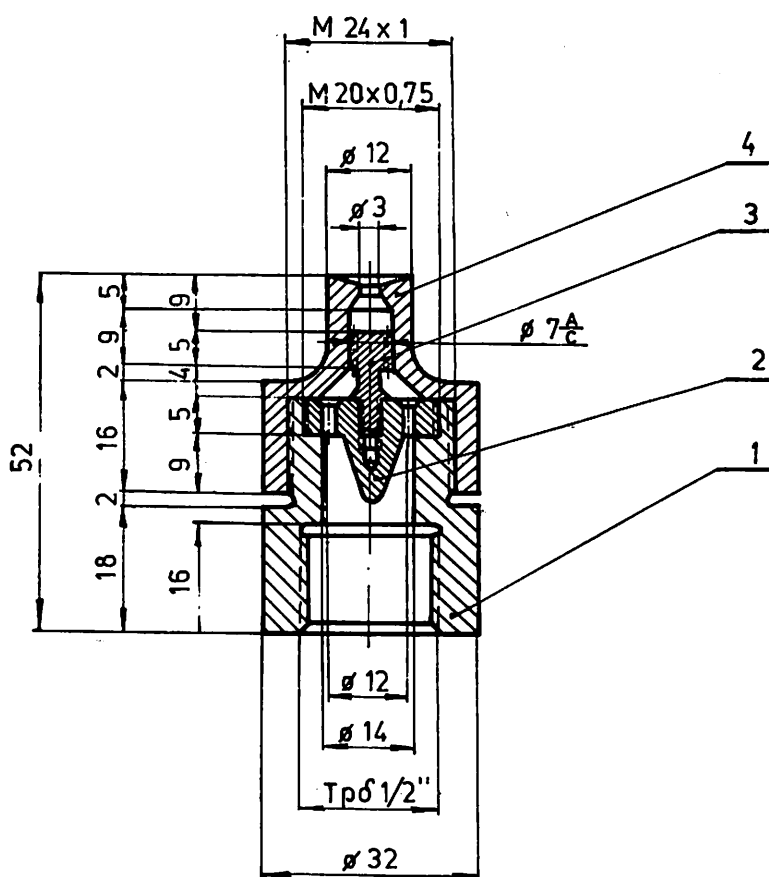
Voda se do temperature 80°C zagreva u električnom bojleru 4 (sl. 1) od 40 litara. Bojler je montiran na razdaljini 40-50 m od raspršivača. Temperatura vode kojom se kvasi, u početku iznosi 12°C, a posle toga se povećava do 30°C. Kvašenje vodom od 30°C obično traje 1-2 minuta, jer se veći deo toplote utroši na zagrevanje cevovoda, priključka i raspršivača. Posle toga temperatura

vode se postepeno snižava do temperature vazduha, jer se potiskivanje tople vode vrši hladnom vodom, kao što je to slučaj kod svih bojlera. Kvašenje traje 12 minuta, a ukupna količina utrošene vode za opit iznosi 114 litara. Pri kvašenju toplom vodom temperatura vazduha u komori se povećava za 3 do 5°C. U početku kvašenja hladnom vodom temperatura vazduha brzo opada do normalne temperature otkopa.

Rezultati promena koncentracije prašine u komori

Tablica 2

Srednja koncentracija prašine posle bušenja mg/m ³	Broj uzoraka	Srednja koncentracija prašine						Srednji efekat E %
		Pre kvašenja			Posle kvašenja			
		C _g Mg/m ³	mg/m ³	KV mg/m ³	C _{sr} mg/m ³	mg/m ³	KV mg/m ³	
92	10	45,8	6,7	14,6	1,21	0,29	24,0	97,36
85,0	30	55,1	3,8	7,0	1,40	0,35	25,0	97,46
120,0	13	73,5	7,5	10,2	1,50	0,30	20,0	97,96
141,0	12	93,1	5,2	5,6	1,10	0,20	18,2	98,82
123,0	11	113,5	6,2	5,5	1,80	0,45	25,0	98,41
132,0	13	124,6	4,5	3,5	2,3	0,50	21,6	98,15
205,0	10	168,2	7,8	4,6	2,60	0,40	15,4	98,46

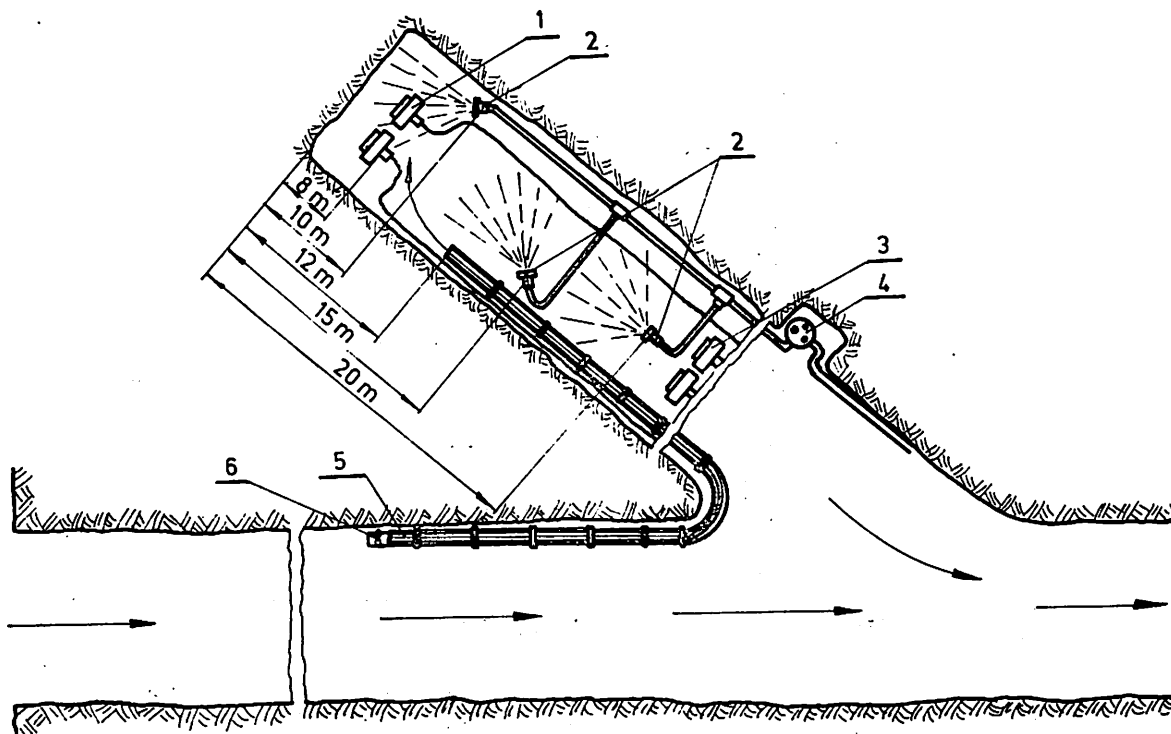


Sl. 2 — Raspršivač OVK-3.
Abb. 2 — Zerstäuber OVK-3.

Uzorci za određivanje prašine u vazduhu u komori bili su uzeti 10-15 minuta posle kvašenja da bi se nataložile stvorene kapljice. Obično uzimanje uzoraka trajalo je 20

minuta pri razmeštanju alonža 1, 2 i 3, kao što je dato na sl. 1.

Dobijeni rezultati promena koncentracije prašine u komori i efekta kvašenja toplom vodom dati su u tablici 2.



Sl. 3 — Plan uređaja u rudniku Gjuševo.

Abb. 3 — Plan der Einrichtungen im Bergwerk »Gjuševo«.

Da bi se odredila koncentracija prašine sa tačnošću do 15% pri koeficijentu varijacije od 25%, potrebno je uzeti oko 10 uzoraka. Prema tome, dobijeni rezultati koncentracije prašine u komori, koji su dati u tablici 2, mogu se smatrati tačnim. Dobi-jeni efekat protiv prašine je znatno veći nego pri kvašenju hladnom vodom, ali ipak nije maksimalan, kao što je to dato u literaturnim podacima (99,9%) (4).

Da bi se postigao još veći efekat obaranja prašine, potrebno je odrediti parametre sistema za kvašenje koji odgovaraju konkretnim uslovima.

Da bi se utvrdio efekat obaranja prašine kvašenjem toplom vodom pri miniranju, izvršena su istraživanja u proizvodnim uslovima u rudnicima »Gjuševo«, IMP »G. Dimitrov«, »Spoluka« i DMP »Gorubso«.

Ogledi u rudniku »Gjuševo« vršeni su na dva radna mesta: na čelu otkopa i u ventilacionom hodniku površine preseka 5 m² na horizontu 1200 (slika 3).

Čelo otkopa preseka 8m² bez podgrade probijalo se kroz žicu. Šema razmeštaja raspršivača, bojlera, kao i mesta sa kojih su uzeti uzorci, data je na sl. 1. Za kvašenje

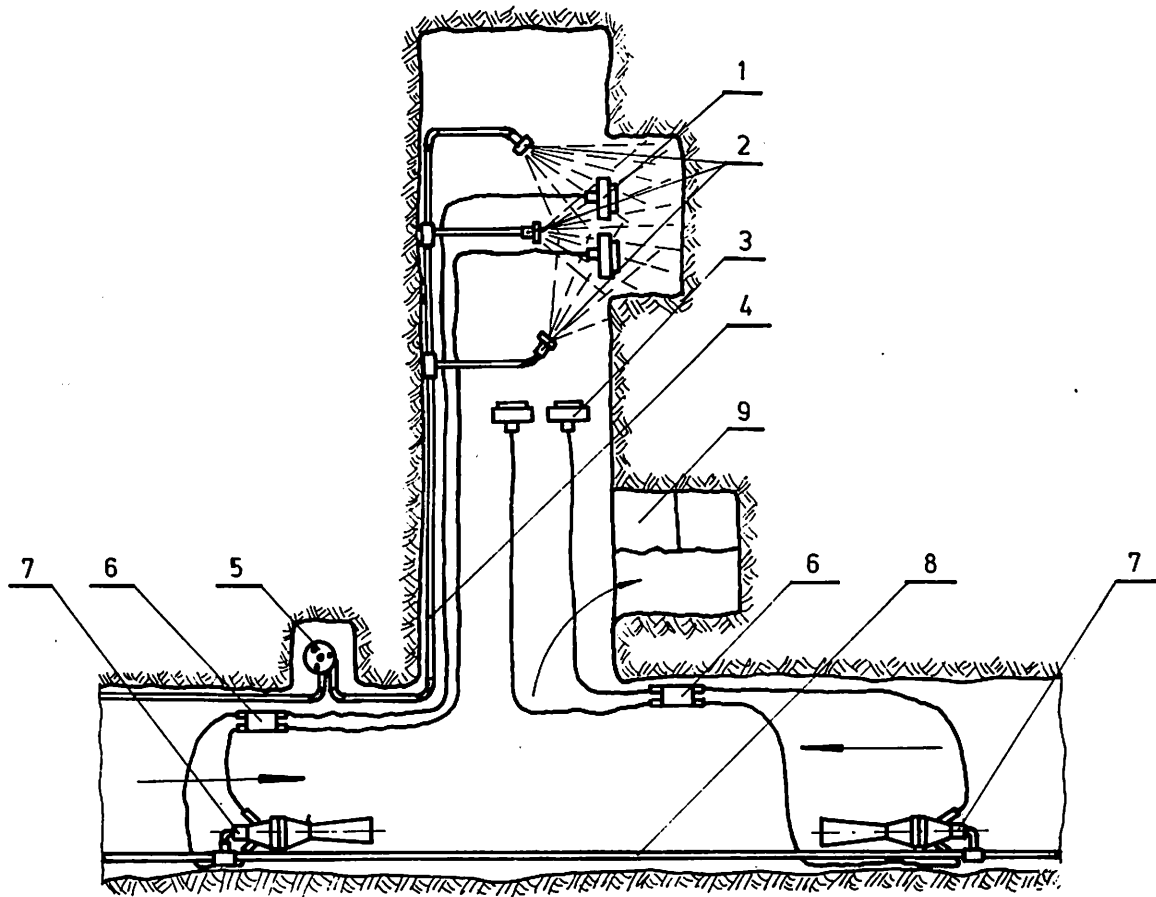
korišćena je rudnička voda pod pritiskom 0,15-0,20 MH/m². Zapremina bojlera bila je —80 l. Iz tehničkih razloga sa kvašenjem se počinje odmah posle miniranja, a ne, kao što je potrebno, 2-3 minuta ranije. Miniralo se sa različitim količinama eksploziva amonita N^o6 i različitim brojem rupa za miniranje. Mine su pakjene plamenom.

Površina preseka ventilacionog hodnika bez podgrade je 5 m². Šema razmeštaja raspršivača data je na sl. 4.

Voda se zagreva do temperature 80°C, ali se kvašenje u stvari vrši vodom niže temperature zbog intenzivnog gubitka toplote u cevovodima. Ukupna količina vode koja se troši za jedan opit kreće se od 114 do 262 litra, a navedena je u tablici 3.

Dobijeni rezultati istraživanja koncentracije prašine u otkopnom prostoru posle 11 miniranja dati su u tablici 3.

Potrebno je bilo da se izvrše ispitivanja bez provetravanja, ali prva miniranja su pokazala da je koncentracija gasova usled miniranja znatna i da bez provetravanja nije bilo moguće uklanjanje gasova iz otkopnog prostora. Zbog toga se moralo pristupiti delimičnoj ventilaciji.



Sl. 4 — Plan ventilacionog odeljenja rudnika Gjuševo.
 Abb. 4 — Wetterabteilungsplan des Bergwerks »Gjuševo«.

Tablica 3

Radno mesto	Količina eksploziva (kg)	Broj rupa (kom.)	Kvašenje (min.)	Srednja koncentracija prašine			Vreme posle miniranja	
				U kup. količina vodel	I tačka C, mg/m ³	II tačka C, mg/m ³		Srednja C, mg/m ³
Čelo otkopa	11	13	35	262	5,17	5,41	5,26	65
	10	13	20	152	5,26	9,70	7,48	70
	10	11	32	243	2,38	2,18	2,28	60
	10	12	22	167	4,66	5,70	5,18	75
	5	12	20	152	—	4,96	4,96	45
Ventilacioni presek	5	9	15	114	5,00	1,80	3,40	50
	5	8	15	114	4,70	1,65	3,15	65
	8	8	23	114	3,85	1,85	2,42	65
	8	11	20	152	1,00	6,35	2,35	45
	9	11	20	152	1,96	1,40	1,68	85
	9	12	20	152	5,00	3,65	4,32	55

Provetravanje čela otkopa vršeno je ventilatorom »Spartak 200« koji je bio montiran na horizontu 1200 u čistoj vazdušnoj struji. Kod samog ventilatora prečnik gumenih ventilacionih cevi iznosio je 504 mm, dčk je na kraju cevovoda iznosio 200 mm. Na taj način količina vazduha koja se ubacivala u otkop bila je znatno snižena ($75 \text{ m}^3/\text{m}^{\text{m}}$), a brzina strujanja vazduha bila je $0,15 \text{ m}/\text{sek}$. Za vreme prvog opita kraj ventilacionog cevovoda nalazio se približno 25 m od čela otkopa, ili van zone kvašenja i uzimanja uzoraka. Za vreme prvog ogleada ventilator je radio 20 minuta, a kod drugog — 30 minuta, posle isključenja raspršivača. Zbog promene pravca prirodne promaje doiazilo je do zastoja vazduha, i ventilator je ubacivao u otkop zagađen vazduh, čime se i može objasniti veća koncentracija prašine u drugoj tački.

Kod trećeg i četvrtog opita ventilacioni cevovod je bio produžen, tako da je kraj cevovoda bio 10-12 m od čela otkopa. Kod trećeg ogleada ventilator je bio uključen 7 minuta posle miniranja. Kvašenje i provetranje ukupno je trajalo 32 minuta, posle čega su uzeti uzorci. Kod opita N^o4 zbog prestanka struje ventilator je radio 40 minuta i to posle prestanka kvašenja. Kao što se vidi iz tablice 3, ovo je uticalo na dobijene rezultate.

Najniža koncentracija prašine ($2,30 \text{ mg}/\text{m}^3$) dobijena je u 60. minuti posle miniranja pri istovremenom kvašenju i provetranju. Koncentracija prašine kod ostala tri opita je znatno veća bez obzira na to, što su uzorci uzeti u 65., 70. i 75. minuti posle miniranja. Po svoj prilici istovremeno kvašenje i provetranje stvaraju povoljne uslove za intenzivno povećanje i taloženje vodenih kapljica.

Uslovi eksperimenata u ventilacionom preseku bili su znatno drukčiji u odnosu na uslove, koji su bili pri radu na čelu otkopa. Minirana je znatno manja količina eksploziva, presek je bio manji, delimičnog provetranja nije bilo.

Provetravanje je bilo ostvareno putem difuzije. Karakteristično je za ove oglede, da je razlika koncentracija prašine u I i II tački znatna. Ovo se može objasniti blizinom II tačke u ventilacionom uskopu, zbog čega je izmena vazduha bila intenzivnija.

Bez obzira na teškoće i promene uslova ispitivanja, na osnovu dobijenih podataka može se izvesti zaključak da kvašenje toplom vodom kod svih opita znatno smanjuje koncentraciju prašine pri izvođenju minerskih radova, u proseku za $4,07 \text{ mg}/\text{m}^3$. Pri delimičnoj ventilaciji koncentracija prašine u otkopnom prostoru smanjuje se do sanitarne norme.

Da bi se još bolje ocenio postupak kvašenja toplom vodom, potrebno je bilo u otkopnom prostoru izvršiti opite kvašenjem hladnom vodom, stvaranjem magle i upotrebom drugih sredstava u borbi protiv prašine kao što su potisno provetranje i vodeni ro-vovi.

Istraživanja su vršena u rudniku »Spoluka« na horizontu 50, na radilištu »Pečinsko«, pri izvođenju galerije koja se nalazila oko 50 metara od ulaza u jamu. Površina preseka galerije — 5 m^2 , otkop suv. Galerija je izrađena u granitu sa mnogo silikata i delimično sa kvarcom. U početku opita čelo otkopa nalazilo se 10-12 metara od etažne galerije. Galerija se provetravala u toku izvođenja svih ogleada difuzno. Provetravanje se prelaženjem u unutrašnjost otkopa postepeno pogoršavalo. Osim toga u jamu je ulazio zagađen vazduh, a da bi se izbeglo hlađenje iste, glavni ventilator, koji obično radi kao usisni, za ovaj slučaj radio je kao potisni, — ali pošto je prirodna promaja bila znatna, to je dovodilo ponekad do zastoja vazduha oko ulaza u jamu, a ovo je uticalo na koncentraciju prašine.

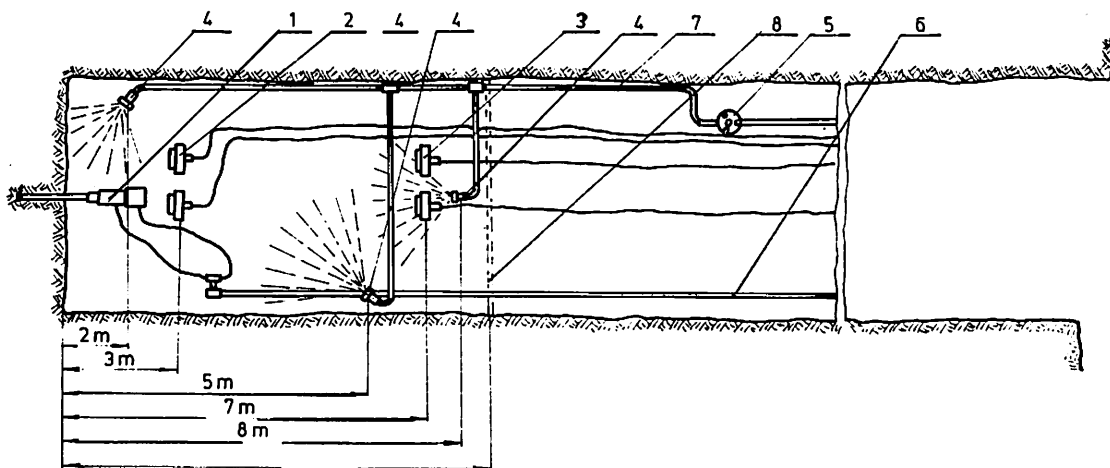
Minerski radovi izvođeni su na isti način: eksploziv amonit N^o6 12 kg, broj rupa od 12 do 15, u proseku 1,5 m dužine. Paljenje je bilo ekektrično usporenim sekundnim elektrodetonatorom. Šema razmeštaja raspršivača i mesta sa kojih su uzeti uzorci data je na sl. 5.

Uzorci su, pri ispitivanju, kako u ogleadnom oknu tako i u rudniku »Gjuševac« uzeti standardnom metodom sa filtrom FPP—15. Koncentracija prašine u otkopnom prostoru bila je merena u tri tačke, koje su prikazane na sl. 5. U toku izvođenja svih opita uzorci su bili uzeti za vreme punjenja, neposredno pre miniranja, i 20-30 minuta posle miniranja. Pri potisnoj ventilaciji uzimanje uzoraka se produžavalo do 60 minuta.

Pri svim ogleadima raspršivači su uključivani 2-3 minuta pre paljenja i radili su 20 minuta. Na taj način bila je do početka mi-

niranja u otkopnom prostoru stvorena zona magle. Voda u bojleru se zagrevala do 80°C, ali se kvašenje zbog gubitaka toplote vršilo vodom temperature oko 45°C. U cilju realnog ocenjivanja efekta kvašenja toplom

vodom izvršena su ispitivanja i sa hladnom vodom po istoj šemi. U toku prvih pet miniranja otkopni prostor je kvašen hladnom vodom, a nakon toga sledećih pet miniranja toplom vodom. Dobijeni rezultati dati su u tablici 4.



Sl. 5 — Plan hodnika rudnika »Spoluka«.

Abb. 5 — Streckenplan im Bergwerk »Spoluka«.

Tablica 4

Rezultati ispitivanja efekta kvašenja hladnom i toplom vodom

Vreme uzimanja uzoraka do i posle miniranja od—do (min.)		Konzentracija prašine u otkopnom prostoru C, srednje kvadratno odstupanje i koeficijent Kv									
		I tačka			II tačka			III tačka		Srednja vredn. I, II i III	
		Csr mg/m ³	Kv mg/m ³	%	Csr mg/m ³	Kv mg/m ³	%	Kv mg/m ³	%	Csr mg/m ³	%
Kvašenje hladnom vodom	punjenje	17,30	3,70	26,6	10,30	2,60	25,0	15,1	4,5	29,8	14,20
	20—30	32,30	8,60	26,6	18,50	3,60	19,4	24,8	7,0	28,2	25,20
	30—40	20,30	5,10	25,2	14,70	4,10	27,8	14,0	2,9	21,0	16,30
	40—60	10,50	—	—	10,30	—	—	6,30	—	—	9,30
Kvašenje toplom vodom	punjenje	12,30	3,30	26,8	13,10	3,00	23,1	13,0	3,2	24,2	12,8
	20—30	3,77	0,66	17,4	3,3	0,27	8,0	2,9	0,45	15,5	3,32
	30—40	2,95	0,72	24,0	2,30	0,45	18,4	2,25	0,53	29,6	2,5
Smanjenje koncentracije prašine u poređenju sa kvašenjem hladnom vodom	20—30	86,50	—	—	82,30	—	—	88,40	—	—	86,80
	20—40	85,50	—	—	84,40	—	—	93,80	—	—	84,80

Koncentracija prašine u vazduhu neposredno pre miniranja za vreme punjenja relativno je visoka, jer se rupe čiste komprimovanim vazduhom, usled čega se uzvrtava velika količina prašine. Srednja vrednost koncentracije prašine pri punjenju, neposredno pre kvašenja hladnom vodom, je 14,2 mg/m³; dok je u 25. minutu posle miniranja srednja koncentracija prašine u otkopnom prostoru 25,2 mg/m. Za vreme izvođenja svih opita na svakoj tački koncentracija prašine je veća u odnosu na koncentraciju pri punjenju.

Tek 50 minuta posle miniranja, koncentracija se smanjuje na 9,3 mg/m³. Pri kvašenju toplom vodom koncentracija prašine u toku punjenja iznosi 12,8 mg/m³ ili je za 1,4 mg/m³ manja u odnosu na koncentraciju pri kvašenju hladnom vodom. 20—30 minuta (25 min.) posle miniranja koncentracija prašine je u svim tačkama manja u odnosu na koncentraciju kada se vrši kvašenje hladnom vodom kao i u odnosu na koncentraciju za vreme punjenja.

Srednja vrednost koncentracije prašine u 25. minutu posle miniranja je za 70,4% manja u odnosu na koncentraciju za vreme punjenja, i za 86,8% pri kvašenju hladnom vodom.

Pri kvašenju hladnom vodom najviše se smanjuje zaprašenost u zoni neposrednog kvašenja, tj. tačka II, dok je u ostalim zonama (tačka I i III) koncentracija prašine veća i to za 13,8 i 6,3 mg/m³ 20—30 minuta nakon miniranja. To je uočljivo i za 35. i 50.

minut posle miniranja, ali je razlika znatno manja. Pri kvašenju toplom vodom prašina se u otkopnom prostoru relativno podjednako smanjuje u svim tačkama (razlika u koncentraciji prašine u pojedinim tačkama iznosi oko 0,4 mg/m³). Pri disperziji tople vode veći broj malih kapljica ispari, i stvara se magla u obliku jastuka koji potpuno ispuni otkopni prostor. Na taj način prašina, koja se stvara prilikom miniranja, taloži se ravnomerno i gotovo u svim mestima otkopnog prostora. Pri kvašenju hladnom vodom postoje zone kvašenja, kod kojih dolazi samo do taloženja prašine, a u slučaju da se ne provetrava, dolazi do znatne razlike u koncentraciji prašine na pojedinim mestima otkopnog prostora.

Pri strujanju vazduha, tj. pri delimičnom provetravanju moguće je koncentraciju prašine u otkopnom prostoru smanjiti do sanitarne norme.

Zbog obustave radova u galeriji na neodređeno vreme, ostala ispitivanja su izvršena u opitnoj jami Instituta.

Površina preseka prostorije bila je 5,5 m². Izbušene su 22 minske rupe, u proseku dužine 1,2 m, upotrebljeno je 12 kg eksploziva amonita N^o6, paljenje je bilo električno sa usporenim sekundnim elektrodetonatorom. U cilju stvaranja magle montirani su aparati za stvaranje magle »Borijeva« i »Udaren«. »Privremeno uputstvo za borbu protiv prašine u podzemnim rudnicima opasnim zbog silikoze« preporučuje da se ovi aparati

Tablica 5

Koncentracija prašine u uslovima stvaranja magle i upotrebe vodenih tampona

Vreme uzimanja uzoraka (min)	Srednja vrednost koncentracije prašine	Mere protiv prašine					
		Stvaranje magle			Kompleks mera protiv prašine		
		I tačka	II tačka	Srednja	I tačka	II tačka	Srednja
Punjenje	C, mg/m ³	3,80	3,90	3,35	2,45	2,62	2,55
	mg/m ³	0,45	0,45		0,61	0,46	
	Kv, %	11,80	15,50		25,00	17,40	
20—30 min. posle miniranja	C, mg/m ³	17,90	19,50	18,70	10,30	8,75	9,52
	mg/m ³	1,86	3,10		1,12	1,26	
	Kv, %	10,30	15,90		10,90	14,14	

koriste za suzbijanje zaprašenosti pri minerskim radovima. Za vreme izvođenja ovih ispitivanja ventilator nije radio, a minske su rupe začepljene peskom-glinom.

Kompleks mera protiv prašine preporučuje da se glina zameni vodenim tamponom. U svaku rupu stavlja se po jedan vodeni tampon zapremine 250 cm³ vode. Prečnik ventilacionog cevovoda bio je 300 mm, a količina vazduha koja se dovodi u otkop, iznosila je 90 m³/min. Dobijeni rezultati istraživanja dati su u tablici 5.

Srednja vrednost koncentracije prašine, kako za vreme stvaranja magle, tako i pri korišćenju kompleksa mera, bez obzira na to što je koncentracija prašine pri punjenju veoma mala (3,35 i 2,25 mg/m³) — znatno je veća nego pri kvašenju toplom vodom.

U tablici 6 dati su dobijeni rezultati ispitivanja u rudniku »Spoluka« i u oglednom oknu.

Kao što se vidi iz tablice 6, najmanja koncentracija prašine je u otkopnom prostoru kada se koristi topla voda za kvašenje — 3,32 mg/m³.

Prema tome, na osnovu izvršenih ispitivanja, možemo izvesti zaključak da se u borbi protiv prašine pri minerskim radovima zagrevanjem vode njena moć u stanju disperzije povećava.

S obzirom na veliku vlažnost u rudnicima, naročitu teškoću čini samo zagrevanje vode. Ovo zahteva da kod konstruisanja uređaja za zagrevanje treba uzeti u obzir zahteve RTB u odnosu na rudnike.

Eksploatacioni troškovi pri kvašenju toplom vodom su manji u poređenju sa troškovima pri stvaranju magle, jer je električna energija jeftinija od komprimovanog vazduha, tako da korišćenje ovog metoda ne bi izazvalo znatno povećanje cene koštanja rude.

Tablica 6

Rezultati ispitivanja zaprašenosti u rudniku »Spoluka«

MERE PROTIV PRAŠINE	Količina uzoraka (kom.)	Srednja vrednost koncentracije prašine			Smanjenje koncentracije u poređenju sa kvašenjem hladnom vodom i 20—30 min. posle miniranja puta %
		pri punjenju Csr/mg/m ³	20—30 min. posle miniranja mg/m ³ /Csr	30—40 min. posle miniranja Csr/mg/m ³	
Kvašenje toplom vodom	24	12,80	25,20	16,30	
Kvašenje hladnom vodom	40	14,20	3,32	2,50	7,60
Stvaranje magle	16	3,35	18,70	—	1,35
Kompleks: potisna ventilacija, stvaranje magle, vodeni tamponi	24	9,52	9,52	—	2,64

ZUSAMMENFASSUNG

Die Anwendung des Warmwassernassbohrverfahrens zur Staubherabsetzung bei Sprengarbeiten auf Vorrichtungsörtern

Dipl. Ing. D. Petrov*)

Untersuchung der Wirkung bei der Bekämpfung der Staubkonzentration unter verschiedenen Bedingungen der Sprenglochbohrung in der Versuchsgrube des Instituts S. Vladaja wurde festgestellt, dass durch Warmwasserbenetzung viel grössere Wirkung in der Herabsetzung der Staubkonzentration als mit der Kaltwasserbenetzung erzielt wird, die aber nach Literaturangaben nicht maximal ist.

Um die Wirkung unter den Produktionsverhältnissen festzustellen, wurden unter verschiedenen Bedingungen entsprechende Untersuchungen »Gjuševo, DMP G. Dimitrov, Spoluka« und DMP »Gorubšo« mit verschiedenen Sprengstoffmengen und verschiedener Sprenglöcher anzahl, durchgeführt; durch diese Untersuchungen ist man ebenfalls bis zum Schluss gekommen, dass durch Wassererwärmung die Staubbekämpfung erhöht wird.

Die Betriebskosten bei der Warmwasserbenetzung sind geringer im Vergleich mit den Kosten bei der Besprühung mit dem Kaltwasser, weil die Stromkosten niedriger von den Pressluftkosten sind, so dass Warmwasserbenetzungsverfahren keine nennenswertere Erzkostenerhöhung hervorrufen würde.

*) Dipl. Ing. D. Petrov, Naučno istraživački institut za higijenu i zaštitu na radu — Sofija.

Ispitivanje naleganja maske za zaštitu od prašine

Dipl. ing. František Doležal

U članku su prikazani način i iskustva u ispitivanju hermetičnosti naleganja maski za zaštitu od štetnih prašina.

U ovom kratkom izlaganju govoriću o našim iskustvima kod ispitivanja potpunosti naleganja maski za zaštitu od prašine na ljudima različitog oblika lica.

Svuda gde se primenjuju sva moguća zaštitna sredstva, ali sa kojima se ne može postići dalje smanjivanje koncentracije prašine s obzirom na propisanu normu, u mnogim granama industrije, a naročito u rudarstvu, potrebna je zaštitna maska ili polu-masku za zaštitu od prašine, koja ljude izoluje od prašine u njihovoj radnoj sredini.

Zdravlje i život onih koji ovu masku upotrebljavaju, zavisi od besprekornog funkcionisanja ovog sredstva za zaštitu organa za disanje (npr. maska ili polu-masku treba da ima filter sa što je moguće većim učinkom i sa najnižim otporom prilikom udisanja), i zato je vrlo važno da isto potpuno nalegne na lice (zaptiva). Potpunost tesnog naleganja (zaptivanja) na različitom obliku lica može se ustanoviti naročitim ispitivanjem.

Za ovu svrhu postoje u NDR uređaji za ispitivanje br. 481 i br. 481A, a sličan se uređaj upotrebljava i u SRN. Ovi uređaji za ispitivanje omogućuju da se vidljivo utvrdi da li maska čvrsto prijanja uz lice onoga koji je proba. Ovaj primenjeni metod zasniva se na reakciji indikacione tečnosti na površini maske sa amonijakom i smešom vazduha, koja

se nalazi unutar maske pod pritiskom od 900—100 mmVS. Vreme ispitivanja traje jedan minut.

Nedovoljno tesno naleganje maski, koje se izračuju za zaštitu protiv kiselih gasova, organskih sredstava za otapanje i toksičkih gasova, može se ispitivati na ljudima u ispitnoj komori. Mesta gde maska ne naleže potpuno, na ovaj se način ne mogu tačno utvrditi.

U ČSSR se čvrsto naleganje maski, koje se upotrebljavaju protiv fibroplastične i neugodne prašine, ispituje na ljudima. Za ova ispitivanja odaberu se oni ljudi koji rade sa zaštitnim maskama, a to su pripadnici ekipa za spasavanje sa odgovarajućim oblikom lica (uzano, normalno ili široko) tako da odgovaraju ispitivanom sredstvu za zaštitu organa za disanje. Lice na kome se ispituje maska treba da provede 30 minuta u ispitnoj komori, u atmosferi sa ugljenom prašinom, i za to vreme treba da se kreće kao za vreme svog normalnog rada. Koncentracija ugljene prašine iznosi otprilike 500 mg/m³, a dimenzije komore za ispitivanje su 1 × 1 × 2 metra. Posle ispitivanja u komori, čovek sa maskom na licu se fotografiše u svrhu dokumentacije, a zatim nagnut napred vrlo pažljivo skida masku, njegovo se lice pregleda i ponovo slika. Mesta gde maska dovoljno ne naleže

vide se na licu. Dobro naleganje maske karakteriše se oštrom konturom, tj. koža izvan maske poornu od ugljene prašine, a unutar maske koža je čista. Nedovoljno naleganje maske primećuje se naročito oko nosa. I unutrašnjost maske se brižljivo ispituje s obzirom na ugljenu prašinu. Na ovaj način utvrđuje se i nedovoljno zaptivanje ventila, i to pomoću vizuelnog posmatranja, kao i pomoću analize pljuvačke i sluzi iz nosa onih lica, na kojima se ova ispitivanja vrše. Besprekorna zaštitna maska koja se pravilno namesti, ispitana s obzirom na dobro naleganje u komori na gore opisani način, odgovaraće utvrđenim zahtevima.

Ispitivanje potpunosti naleganja maski za zaštitu od prašine neposredno na licu, sprovodi se na ovaj način već duže vremena, i može se reći, da je usled svoje jednostavnosti u pogledu utvrđivanja mesta nedovoljnog naleganja, dobilo prednost.

Dokazi za ovo tvrđenje su dokumentarne fotografije, koje su veoma važne i za protokol (zapisnik) o potpunosti naleganja maske:

1. Prednji izgled nameštene maske protiv prašine posle ispitivanja u komori za zaštitu od prašine.

2. Prednji izgled posle skidanja maske — odlično potpuno naleganje — granična linija je karakteristična.

3. Izgled sa strane posle skidanja maske.

4. Izgled maske koja je pokrivena prašinom.

5. Prednji izgled lica posle skidanja maske — linija nataložene prašine je dobro vidljiva.

6. Prednji izgled posle odlaganja maske — nedovoljno naleganje oko nosa.

7. Prednji izgled posle skidanja maske — nedovoljno čvrsto naleganje oko korena nosa.

8—11. Prednji izgled posle skidanja maske — nedovoljno naleganje između nosa i obraza.

12. Prednji izgled posle skidanja maske — nedovoljno naleganje oko nosa. Maska ima jedan jedini zatezni kaiš i reljef je suviše visok (maska je bila suviše visoko postavljena).

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchung des Anliegens von Staubschutzmasken

Dipl. Ing. F. Doležal*)

Es wurden die Arten und Mittel für die Dichtheitsprüfung des Anliegens der Atemschutzmasken gegen schädliche Stäubedargestellt und die auf der Reaktion der Indikationsflüssigkeit auf der Maskenoberfläche mit Ammoniak und Luftmischung, die sich innerhalb der Maske befindet, beruhen. Ungenügend dichtes Anliegen wird durch Stellenfärbung des unvollständigen Maskenanliegens aufs Gesicht festgestellt. Es wurden Prüfverfahren und charakteristische Prüffälle beschrieben.

*) Dipl. ing. František Doležal, Institut za istraživanje uglja — Ostrava — Radvanice, ČSSR.

Uticaj rekonstrukcije priključka ventilatora na povećanje količine vazduha i poboljšanje ventilacionih parametara u Staroj jami rudnika Kakanj

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Vaso Elezović — dipl. ing. Luka Sučević — dipl. ing. Jovan Pejčinović

Kod većine naših rudnika priključak ventilacionih postrojenja je tehnički nepravilno izveden i kao takav u ventilacionom sistemu jame predstavlja »usko grlo«, čiji uticaj dolazi do naročitog izražaja u periodu eksploatacije na većim dubinama i povećane proizvodnje. Pored tehničkih nedostataka to predstavlja i nepravilno povećanje troškova ventilacije.

Uvod

Pre deset—petnaest godina pri projektovanju otvaranja i eksploatacije novih, kao i razvoja postojećih rudnika uglja, a naročito rudnika metala, ventilacija je predstavljala sporedan problem i u većini slučajeva istoj se prilazilo bez detaljnih analiza i sagledavanja.

Daljnim razvojem rudnika — povećanjem eksploatacione dubine i kapaciteta proizvodnje, neminovno su se pojavili i ventilacioni problemi, vezani za povećanje koncentracije metana, temperature vazduha i zaprašenosti radne sredine iznad propisima dozvoljenih vrednosti, koji su doveli u pitanje nastavljanje daljne proizvodnje. Takođe je karakteristično za pojedine rudnike metala slabo i neefikasno provetravanje otkopnih i pripremnih radilišta, tako da se nakon miriranja čeka često jedna do dve smene da bi se radilišta provetrala. Sve to u procesu proizvodnje predstavlja velik i nenadoknativ gubitak.

Sve ovo uslovljava da se sada ventilaciji rudnika mora pokloniti velika pažnja i da

njenom rešenju prethode detaljna ispitivanja ležišta i pratećih stena.

Kao jedan od takvih ventilacionih problema čije će se rešenje tretirati u ovom članku, je pojava takozvanih »uskih grla« u ventilacionom sistemu i sadržaja metana u glavnoj izlaznoj vazdušnoj struji. Stare jame — Kakanj koji prekoračuje propisima dozvoljenu koncentraciju.

Rešenje ovoga problema delimično je postignuto rekonstrukcijom priključka ventilatorskog postrojenja br. 1 na ventilacionom oknu VO—3, koji je u postojećem ventilacionom sistemu jame predstavljao glavno »usko grlo«.

Analiza postojećeg priključka ventilatora br. 1 na VO—3

Na osnovu ranijih projekata za spoj ventilatora broj 1 i 2 sa ventilacionim oknom VO—3 izrađen je ventilacioni kanal kružnog profila $D = 1,90$ m, dužine $l = 26$ m u betonskoj podgradi.

Veza između ventilacionog kanala i ventilatora izvedena je pomoću račvastog limenog priključka, u kome su ugrađeni zasuni (šiberi) ventilatora br. 1 i 2. Dispozicioni crtež priključka ventilatora na ventilacioni kanal okna VO—3 prikazan je na sl. 1.

Detaljnim merenjima askanija minimetrom i baroluxima u maju 1970. god. vrednost pada depresije od ventilacionog okna do otvora na ventilatoru iznosila je $h = 75,50 \text{ kp/m}^2$, odnosno 41% od ukupne depresije ventilatora ($h = 185 \text{ kp/m}^2$), a pri količini vazduha $Q \approx 30 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Vrednost otpora ovog sistema, izračunata na osnovu izmerene depresije i količine vazduha iznosi $R = 58,3 \mu$. Ovako visoka vrednost otpora uslovljena je tehnički i aerodinamički nepravilno izvedenim spojem ventilatora sa ventilacionim kanalom (dupli lom pod uglom od $\sim 90^\circ$) što onemogućava povećanje količine vazduha kojom se provetrava ova jama.

Osim toga, faktor iskorišćenja postojećeg ventilatora iznosi $\eta = 0,55$, a što znači da se za provetravanje ove jame troši godišnje 171.696 din. ili 0,429 din/tku.

Mere za povećanje količine vazduha

Sadašnji, a naročito projektovani obim rudarskih radova u neposrednom periodu zahteva veću količinu vazduha za provetravanje jame od sada raspoložive.

U tom cilju predviđene su sledeće mere za otklanjanje ventilacionih uskih grla:

— Rekonstrukcija priključka ventilacionog postrojenja na VO—3,

— Rekonstrukcija ventilacionog hodnika IX-og sprata istok,

— Rekonstrukcija ventilacionih uskopa u istočnom krilu jame od VII od V sprata,

— Izrada novog ventilacionog uskopa i izolacija postojećih uskopa od V do III sprata jame,

— Rekonstrukcija ventilacionog okna VO—3.

U sklopu ovih mera predviđena je i nabavka novog ventilatorskog postrojenja sledećih konstruktivnih karakteristika:

$$\begin{aligned} Q &= 55 - 78 \text{ m}^3/\text{sec} \\ h &= 180 - 250 \text{ kp/m}^2 \\ \eta_{\text{min}} &= 0,82. \end{aligned}$$

S obzirom na način i uticaj problema na sigurnost rada u jami, kao i potrebnog vremena za realizaciju navedenih mera i uticaja uskih grla na povećanje potrebne količine vazduha najpre se je pristupilo rekonstrukciji priključaka ventilatorskog postrojenja na VO—3.

Sadržaj metana u vazdušnoj struji jame

Na osnovu rezultata izvršenih merenja pre rekonstrukcije priključka na VO—3, ukupna količina vazduha kojom se provetrava jama iznosila je $Q = 1750 \text{ m}^3/\text{min}$.

Procentualni sadržaj metana u vazdušnoj struji ventilacionih odeljenja i jame je iznosio:

— Izlazna vazdušna struja VIII sprat — istok 0,6 — 0,7% CH_4 pri količini vazduha $Q = 425 \text{ m}^3/\text{min}$. Apsolutna metanoobilnost sprata iznosi $q_a = 2,76 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$

— Izlazna vazdušna struja IX sprat — istok 1,1 — 1,3 % CH_4 pri $Q = 655 \text{ m}^3/\text{min}$. Apsolutna metanoobilnost iznosi $q_a = 7,86 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$

— Izlazna vazdušna struja VIII i IX sprata — istok 1,0 — 1,1% CH_4 pri količini vazduha $Q = 1120 \text{ m}^3/\text{min}$, na osnovu čega je $q_a = 11,76 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$.

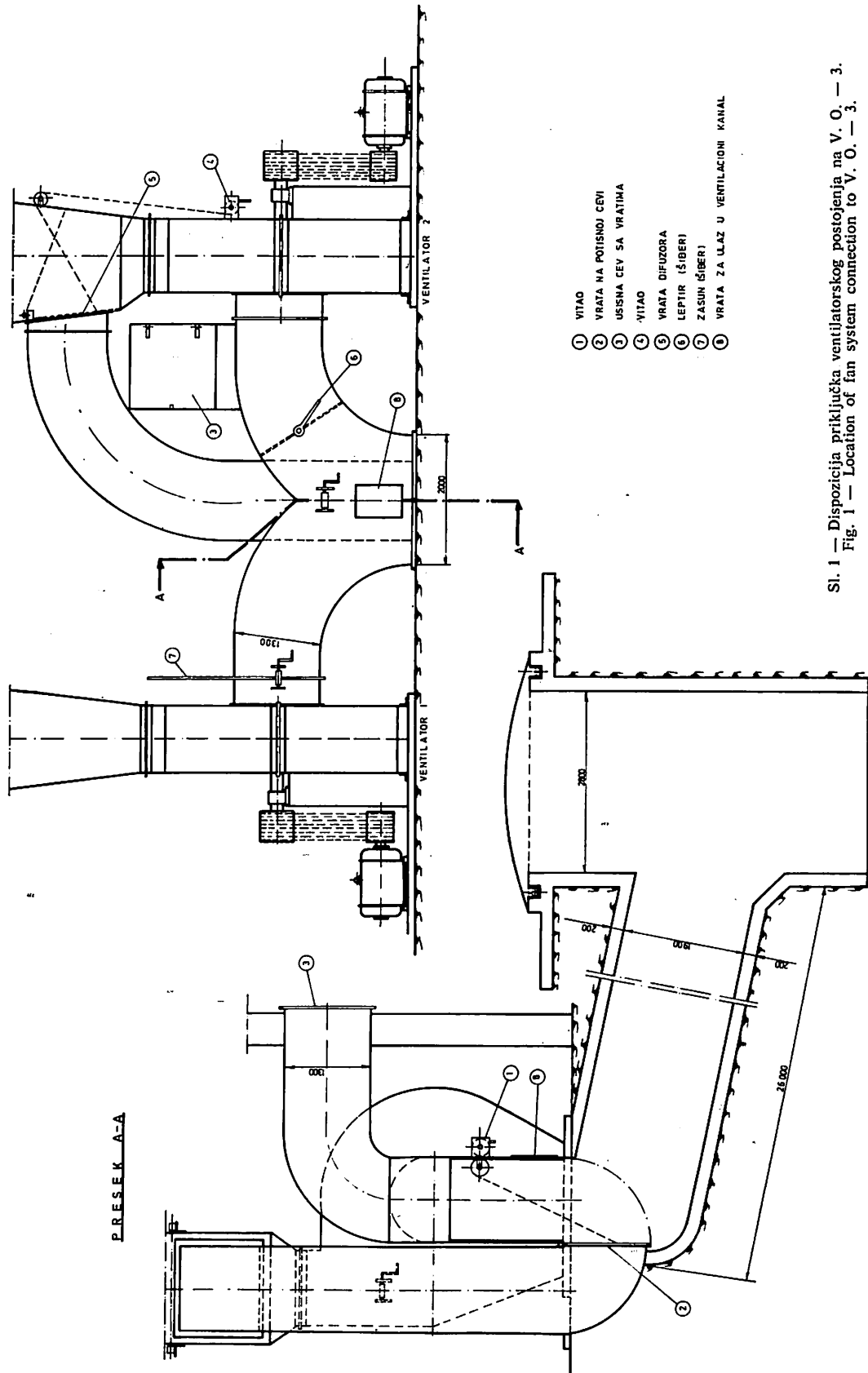
— Izlazna vazdušna struja istočnog dela jame mereno na V spratu (VS—17) 1,15 — 1,20% CH_4 pri $Q = 1450 \text{ m}^3/\text{min}$. Apsolutna metanoobilnost iznosi $q_a = 16,67 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$

— Izlazna vazdušna struja zapadnog dela jame 0,2% CH_4 pri $Q = 168 \text{ m}^3/\text{min}$, a apsolutna metanoobilnost je $q_a = 0,33 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$

— Izlazna vazdušna struja jame 0,9 — 1,1% CH_4 pri $Q = 1750 \text{ m}^3/\text{min}$, na osnovu čega ukupna metanoobilnost jame iznosi $q_a = 17,50 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$.

Prema datim vrednostima apsolutne metanoobilnosti može se zaključiti da dotok metana iz starih radova istočnog dela jame od VIII sprata do pod VO—3 iznosi $q = 5,41 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$. Dotok metana iz starog rada u izlaznu vazdušnu struju je naročito intenzivan na deonici od VIII—V sprata i iznosi $q = 4,91 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$.

Za vreme vršenja ovih merenja u jami su radila samo dva široka čela, dok su radovi na otvaranju IX-og sprata — istok K — 35 m i VIII-og sprata — zapad bili obustavljeni.



Sl. 1 — Dispozicija priključka ventilatorskog postojenja na V. O. — 3.
 Fig. 1 — Location of fan system connection to V. O. — 3.

Tehnička rešenja rekonstrukcije priključka ventilatora br. 1

U sadašnjim uslovima, pre rekonstrukcije s obzirom na izvedeni priključak ventilatora br. 1 i 2 na ventilacioni kanal (sl. 1), jama se provetrava naizmeničnim radom oba ventilatora.

Ovim tehničkim rešenjem rekonstrukcije ventilator br. 1 je odvojeno povezan na VO—3 i služiće kao glavni, dok će ventilator br. 2 ostati priključen na starom ventilacionom kanalu i služiće za reverziju vazdušne struje i kao rezervni za slučaj kvara glavnog ventilatora.

Na spoju postojećeg ventilacionog kanala i VO-3 ugrađena je limena cev pod uglom od 12°, koji je uslovljen visinskom razlikom između otvora ventilatora i ušća okna. Ova cev povezuje ventilator br. 1 i VO—3. Profil cevi je kružni, prečnik $D = 1,90$ m i izrađen je od čeličnog lima debljine 4 mm.

S obzirom na lokaciju priključka limene cevi na VO—3, koja vrši ulogu novog ventilacionog kanala, i ventilatora br. 1 spoj cevi sa ventilatorom izvršen je jednom krivinom sastavljenom od osam segmenata.

Pošto je krivina istog prečnika kao i cev a usisni otvor ventilatora 1,40 m prelazni deo kojim se vrši spajanje je konusnog oblika dužine 0,4 m.

Da bi se izbegle turbulencije i udari vazdušne struje na spoju postojećeg i novog ventilacionog kanala (limene cevi) ugrađen je usmerivač u obliku elipsastih metalnih vrata (sl. 2 pozicija 6). Usmerivač je izrađen od lima debljine 5 mm, dijagonalno ojačan sa dva zavarena L profila $50 \times 50 \times 5$. Pored navedenih funkcija usmerivač donekle vrši i izolaciju sa spoljnom atmosferom preko ventilatora br. 2, pri radu ventilatora br. 1.

Da bi se usmerivač mogao postaviti u osu postojećeg kanala pri eventualnom radu ventilatora br. 2, odnosno da ne bi delimično zatvorio ulaz u novi ventilacioni kanal pri radu ventilatora br. 1 njegov položaj se fiksira sa jednim vitlom i graničnikom.

U slučaju provetravanja jame ventilatorom br. 2 ili pri reverziji vazdušne struje, izolacija ventilatora br. 1 se vrši pomoću za-

suna — šibera dimenzija $2,00 \times 2,00$ m koji je ugrađen na spoju limene cevi i krivine. Dizanje i spuštanje zasuna vrši se ručno pomoću vitla. Kao što je već rečeno nakon rekonstrukcije priključka ventilatora br. 1 na VO—3, ventilator br. 2 ostaje priključen na postojećem ventilacionom kanalu kao rezerva i za reverziju smera kretanja vazdušne struje. Njegova izolacija prema ventilatoru br. 1 vrši se pomoću ugrađenog zasuna u priključnoj cevi (sl. 1 pozicija 6), kao i usmerivačem vazdušne struje (sl. 2 pozicija 6).

Dispozicioni crtež rekonstrukcije priključka ventilatora br. 1 prikazan je na sl. 2.

Prikaz postignutih efekata rekonstrukcije

Nakon izvedene rekonstrukcije izvršena su merenja ukupne količine vazduha, vrednosti depresije ventilatora, snage elektromotora i utroška depresije na novom priključku.

Merni podaci radnih karakteristika ventilatora br. 1 pre i posle rekonstrukcije dati su u tablici 1.

Tablica 1

Parametri	Pre rekonstrukcije	Posle rekonstrukcije
Q (m ³ /min)	1750	2200
h (kp/m ²)	185	161
N (kW)	98	94
n (°/min)	490	490
η (%)	55	61

Ukupan otpor jame pre rekonstrukcije iznosio je $R = 216 \mu$, a nakon izvršene rekonstrukcije 120μ .

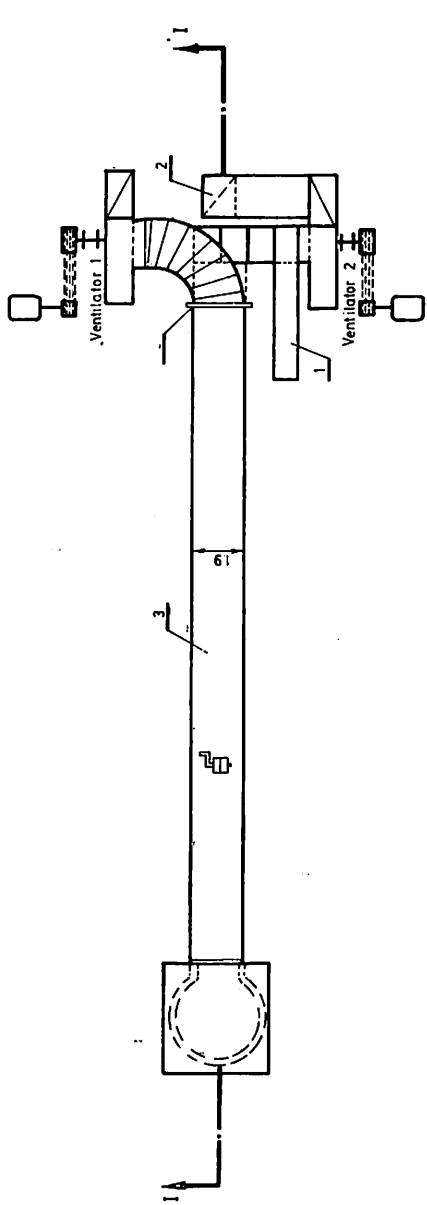
Na osnovu ovih vrednosti vidi se da je rekonstrukcijom postignuto sledeće:

— Ukupna količina vazduha povećana je za $450 \text{ m}^3/\text{min}$.

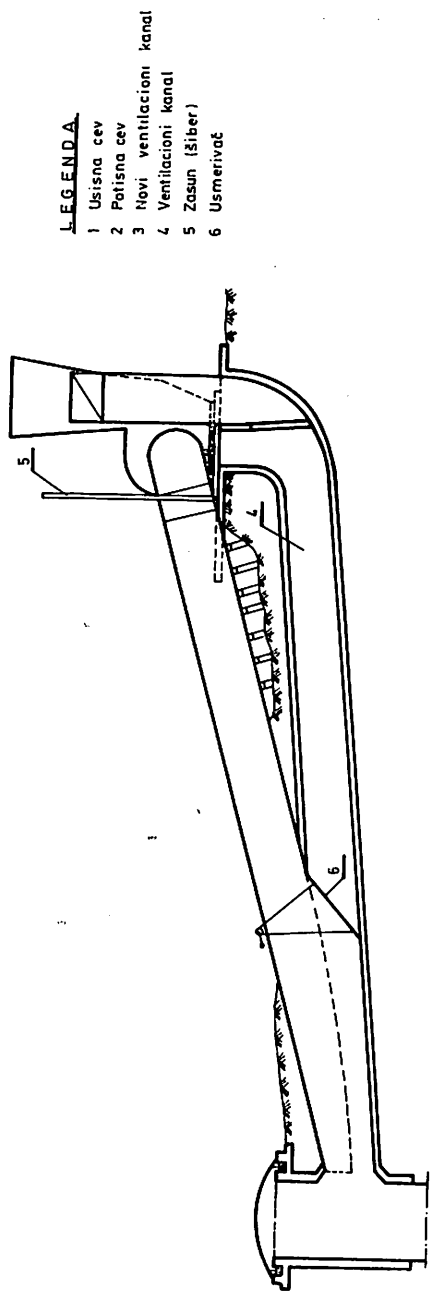
— Ukupna depresija jame smanjena je za 24 kp/m^2 , odnosno otpor jame je smanjen za 96μ .

— Ekvivalentni otvor jame povećan je za $0,28 \text{ m}^2$ i iznosi $A = 1,09 \text{ m}^2$.

Snaga elektromotora i pored povećane količine za $450 \text{ m}^3/\text{min}$ vazduha, smanjena je za 4 kW .



PRESEK I-I

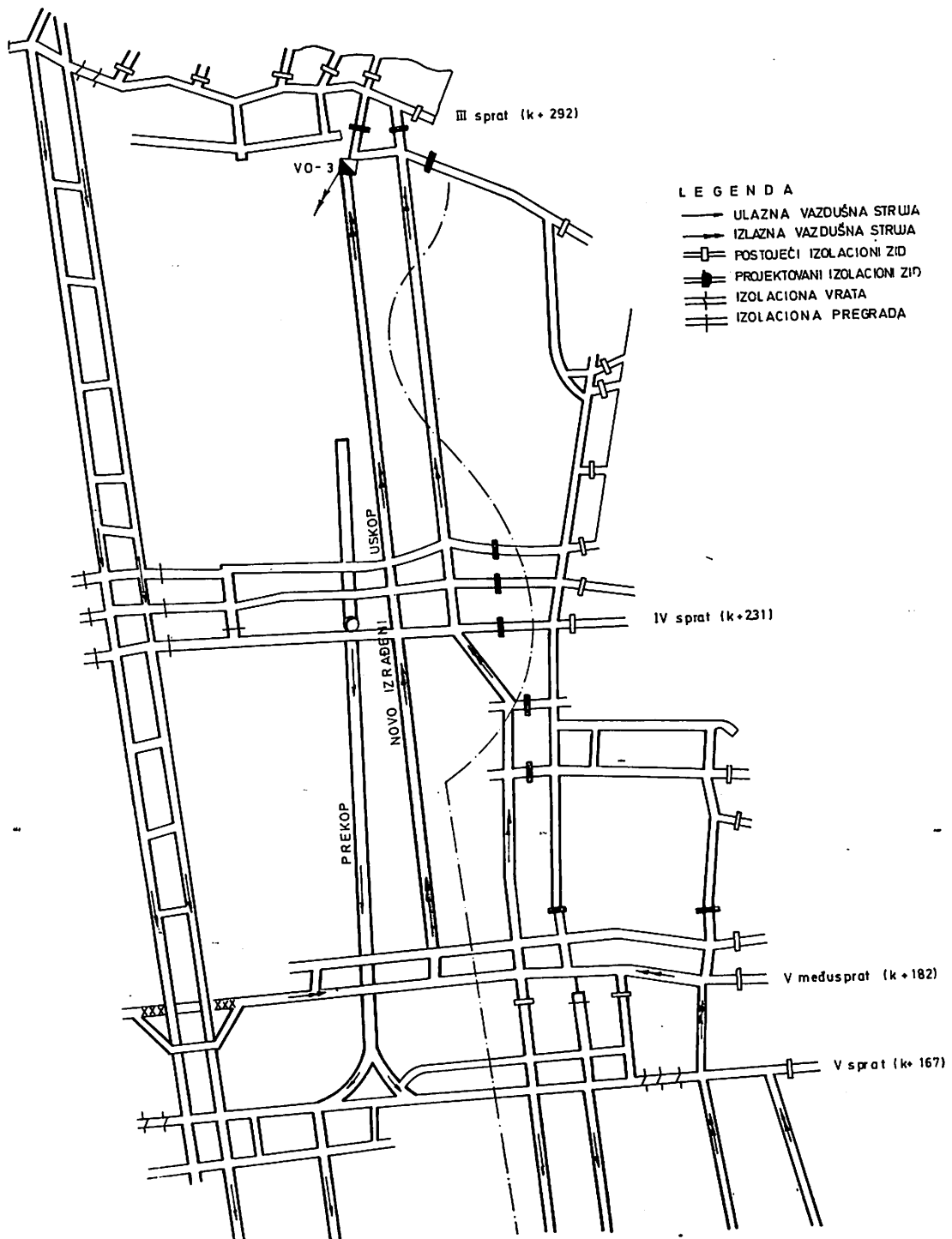


LEGENDA

- 1 Usisna cev
- 2 Potisna cev
- 3 Novi ventilacioni kanal
- 4 Ventilacioni kanal
- 5 Zasun (šiber)
- 6 Usmerivač

Sl. 2 — Tehničko rešenje priključka ventilatorskog postrojenja.

Fig. 2 — Technical solution of fan system connection.



Sl. 3 — Situacija magistralnih ventilacionih prostorija.

Fig. 3 — Arrangement of principal ventilation lines.

— Da se je išlo za povećanjem ove količine vazduha od 450 m³/min preko povećanja broja obrtaja ventilatora, pri ranijem otporu jame, potrebna snaga elektromotora iznosila bi:

$$N_2 = \frac{N_1 \cdot n^3_2}{n^3_1} = \frac{98 \cdot 616^3}{490^3}$$

$$N_2 = 194 \text{ kW}$$

što bi za rudnik značilo povećanje troškova ventilacije za 168.192 din. godišnje.

— Vrednost utroška depresije na novom priključku ventilatora br. 1 prema izvršenim merenjima iznosi $h = 29 \text{ kp/m}^2$.

Povećanjem količine vazduha od 450 m³/min sa aspekta zadovoljenja potreba jame postignuti efekti u odnosu na koncentracije metana su sledeći:

— U izlaznoj vazdušnoj struji VIII sprata istok procentualni sadržaj metana iznosio je od 0,48 — 0,65%, pri količini vazduha $Q = 660 \text{ m}^3/\text{min}$.

— U izlaznoj vazdušnoj struji IX sprata istok, procenat metana se kretao od 0,85 — 0,90%, pri količini vazduha $Q = 790 \text{ m}^3/\text{min}$.

— Sadržaj metana u izlaznoj vazdušnoj struji istočnog dela jame iznosio je 0,80%, pri količini vazduha $Q = 1900 \text{ m}^3/\text{min}$.

— Sadržaj metana u izlaznoj vazdušnoj struji jame iznosio je 0,70 — 0,85%, pri količini vazduha $Q = 2200 \text{ m}^3/\text{min}$.

Na osnovu prethodnih analiza, dotok metana u izlaznu vazdušnu struju jame iz starih radova istočnog krila iznosi 5,41 m³CH₄/min, što uglavnom utiče na povećani procentualni sadržaj metana (0,85%).

Smanjenje sadržaja metana u glavnoj izlaznoj vazdušnoj struji jame može se postići smanjenjem obima proizvodnje, radova na otvaranju i pripremanju novih otkopnih polja ili poboljšanjem izolacije starog rada. Od ova tri uslova smanjenja metana najopravdanije i najlogičnije je poboljšanje izolacije starog rada. Za slučaj smanjenja dotoka iz starog rada za 50% pri količini vazduha od

2200 m³/min sadržaj metana u izlaznoj struji bi iznosio 0,67%. Te prema tome kao prva i najefikasnija mera smanjenja procentualnog sadržaja metana u vazdušnoj struji, nakon rekonstrukcije priključka ventilatora, je zamuljivanje izolacionih zidova starog rada istočnog krila jame.

Mere daljeg povećanja količine vazduha

Nakon rekonstrukcije priključka ventilatora br. 1 na VO—3 i detaljnih merenja gasnog sastava u jami, pristupilo se izradi ventilacionog uskopa od V sprata do pod VO—3 i izolaciji ventilacionog uskopa pored starog rada sa ciljem postizanja što manjeg dotoka metana. Prema izvršenim proračunima propusne sposobnosti i pada depresije na navedenom pravcu usvojen je profil ventilacionog uskopa od $F = 18 \text{ m}^2$. Lokacija uskopa prikazana je na slici 3.

Nakon izrade uskopa ukupna količina vazduha jame je $Q = 2460 \text{ m}^3/\text{min}$, a depresija ventilatora $h = 136 \text{ kp/m}^2$. Ovim povećanjem vazduha procentualni sadržaj metana u glavnoj izlaznoj vazdušnoj struji jame je bio ispod propisima dozvoljenih koncentracija do aktiviranja pripremnih radova na otvaranju IX-og sprata — istok kota k-35 m, pošto se rekonstrukcijom priključka ventilatora nije postigla znatna rezerva vazduha.

Za dalje povećanje količina vazduha u sadašnjim uslovima do ugradnje novog ventilatorskog postrojenja, je jedino moguće povećanjem broja obrtaja ventilatora.

Povećanje broja obrtaja ventilatora br. 1 može se izvršiti tek nakon skidanja prolaznog odeljenja u VO—3, proboja prekopa Bosna okna i poboljšanja izolacije starih radova istočnog krila jame.

Kao posebna mera za smanjenje procentualnog sadržaja metana u izlaznoj vazdušnoj struji jame, je sprečavanje dotoka metana iz starih radova zamuljivanjem izolacionih zidova istočnog krila jame.

U cilju daljeg poboljšavanja ventilacionih uslova jame je u toku nabavka novog ventilatorskog postrojenja koje će biti montirano na VO—3 ili oknu Plandište.

SUMMARY

Effect of Fan Connection Reconstruction on the Increase of Air Volume and Improvement of Ventilation Parameters in Mine Kakanj Old Pit

Elezović V. min. eng. — Sučević L. min. eng. — Pejčinović J. min eng.*)

Owing to the continuous development of mining, mine ventilation represents, from day to day, one of the principal tasks and problems in the exploitation of mineral materials. This also indicated that the approach to mine ventilation must be made upon completely clear natural conditions of exploitation and ore body, so that it should not be a main reason for the decrease of production, or its complete interruption. This is the only way of enabling full safety at work, favourable working environment climatic conditions, increase of production and prolongation of the working life of men engaged in mines.

The article presents the possibility of increase of air volume by 25 per cent by 15 per cent depression decrease and approximately identical driving power consumption in Mine Kakanj New Pit. If this problem was solved by an increase of fan rotation per minute, ventilation costs would be higher for about 16.800,00.— din.

Literatura

1. Komarov, V. B. 1969: »Rudničnaja ventilacija«, Moskva.
2. Jokanović, B., 1960.: »Provetravanje rudnika« — Beograd.
3. Ksenofontovoj, A. I., 1962: »Spravočnik po rudničnoj ventilaciji«, Moskva.
4. Separat projekta ventilacije »Stare jame« Kakanj — RI Beograd 1971. god.

*) Dipl. ing. Vaso Elezović — dipl. ing. Luka Sučević — dipl. ing. Jovan Pejčinović, saradnici Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

I z p r a k s e

U ovoj rubrici objavljiivaće se iskustva naših rudnika u sprovođenju zaštite na radu i prikazivati praktična rešenja i ostvarenja kojima se otklanjaju posebne opasnosti, unapređuje zaštita i povećava sigurnost pri izvođenju rudarskih radova. U kratkim prikazima objasniće se opasnosti i nepravilni postupci, zbog kojih dolazi do teških i smrtnih nesreća, i kakve se pouke iz takvih nesreća izvode da bi se sprečilo ponavljanje istih.

Osim toga, ovakvim prikazima u ovoj rubrici, časopis »Sigurnost u rudnicima« želi da upozna našu rudarsku stručnu javnost sa onim vrednim i požrtvovanim operativnim kadrovima, nadzornicima, poslovođama, rudarskim tehničarima i inženjerima, koji zaštitu sprovode na radnim mestima gde se vodi bitka za ostvarenje radnih planova i planova proizvodnje, sa onima koji se krajnjim pregalaštvom ističu u intervencijama za spasavanje rudnika i rudara prilikom velikih nesreća i u sanacijama havarija, kao i sa onima koji mnogo brige i pažnje posvećuju unapređenju zaštite vaspitavanjem i poučavanjem radnika.

GLAVNI UREDNIK

Zaštita galerije brane HE — Zvornik od nakupljanja eksplozivno opasnih gasova

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Radoš Tanasković

Pojava eksplozivnog gasa u galerijama brana hidroelektrana je relativno retka pojava, koja pod određenim okolnostima može da postane izvor havarija sa neželjenim posledicama. Određivanje stepena ugroženosti i način zaštite od ove opasnosti u galeriji brane HE — Zvornik je predmet razmatranja u ovom članku.

Uvod

Prema geološkom profilu masiva (sl. 1) i ostaloj dokumentaciji poznato je da leva polovina brane gravitacionog tipa HE — Zvornik leži na bankovima, delimično poremećenim i mestimično kaveroznim krečnjacima, a desna polovina na glinovitim škriljcima.

Na kontaktu ovih raznorodnih materijala smatra se da postoji rased čiji elementi, prema raspoloživoj dokumentaciji, nisu poznati. Iz profila strukturne bušotine G-1 koja je u neposrednoj blizini raseda, poznato je da ispod krečnjaka, na dubini oko 26 m, leži proslojak smeđe gline debljine 2,2 m, a ispod nje crni glinoviti škriljac.

U temelju brane izgrađena je galerija profila $F = 6,0 \text{ m}^2$, ukupne dužine 263 m, koja služi za kontrolna merenja oscilacije brane, kontrolu kvaliteta betona i odvodnjavanje temelja brane.

Galerija je prema mašinskim salama na levoj i desnoj obali Drine hermetički izolovana vodnim vratima, a sa tri bušotine prečnika 300 mm, na međusobnom rastojanju od oko 20 m, galerija je povezana sa površinom. Ove bušotine se nalaze u centralnom delu galerije i služe za spuštanje viskova do kontrolnih bunara u temelju brane.

Projektnim rešenjem galerije nije omogućeno protočno provetravanje iste.

U galeriji, pored elektro mreže za osvetljenje i priključke mernih instrumenata, nalaze se u kontrolnim bunarima i na desnoj obali instalacije i elektromotori za pogon pumpi koje povremeno izbacuju nakupljenu vodu. Rad ovih pumpi je automatizovan, a u galeriji samo povremeno borave radnici i stručno osoblje koje vrši tekuće održavanje i kontrolna merenja. Elektro instalacija i oprema u galeriji brane nisu protiveksplozivno zaštićeni.

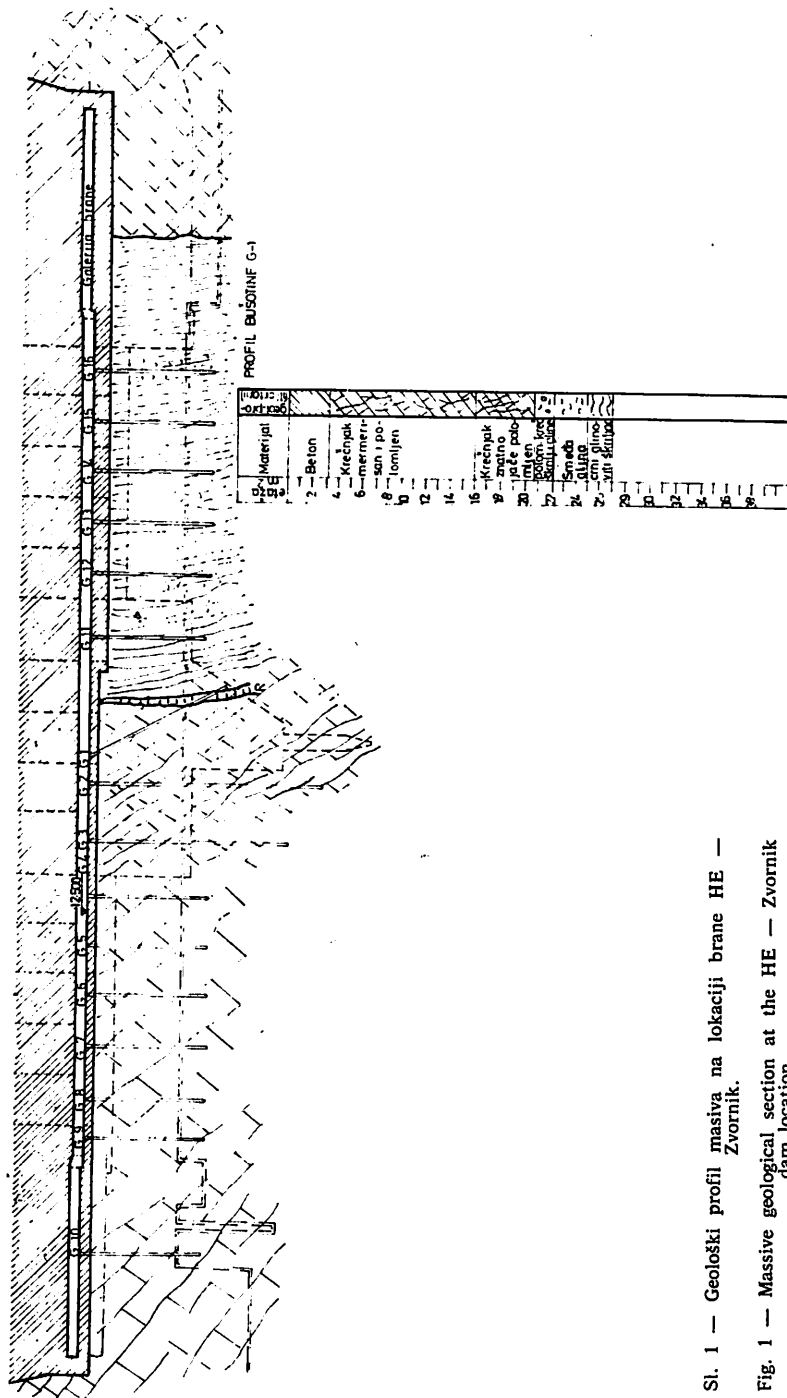
Iz galerije brane, na rastojanju oko 2 m, izbušene su drenažne bušotine u masivu dužine do 8,0 m, prečnika od 75 do 200 mm, koje služe za zaštitu temelja brane od pritiska uzgonske vode.

Pre nekoliko godina zapažena je pojava da se na pojedinim drenažnim bušotinama, a naročito na bušotinama 27, 28, 93, 112 i 113 izdvajaju mehuri zapaljivog gasa, u različitim vremenskim intervalima.

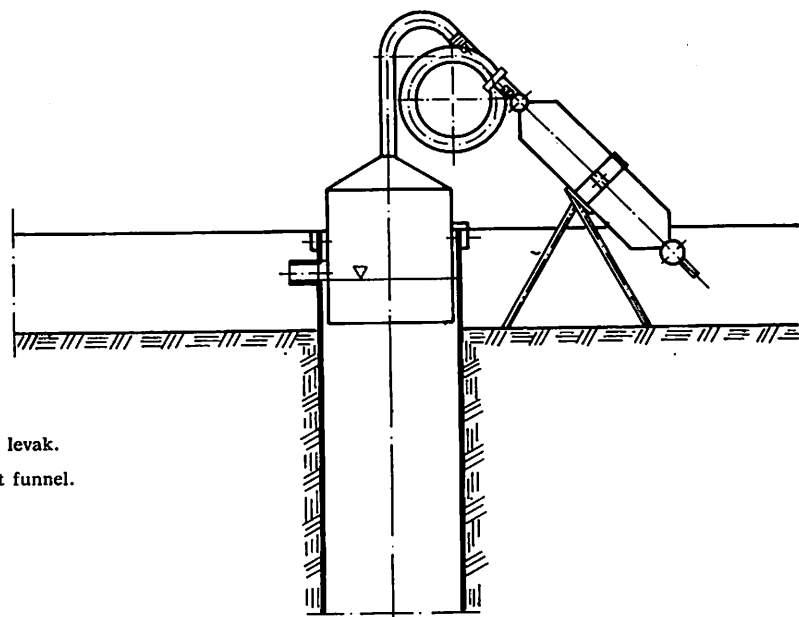
Kako sastav, poreklo i količina dotoka ovog gasa nisu ranije proučavani, nastala je bojazan da nakupljanje eksplozivno opasnih koncentracija gasa u galeriji može da ugrozi objekat kao i u njemu zaposleno osoblje.

Iz literature poznati su slučajevi (SSSR, Kanada i druge zemlje) nakupljanja metana u galerijama sličnih hidroelektrana podignutim na ugljunosnim terenima.

Problem koji je trebalo rešiti u galeriji brane HE-Zvornik sastojao se u sledećem:



Sl. 1 — Geološki profil masiva na lokaciji brane HE — Zvornik.
 Fig. 1 — Massive geological section at the HE — Zvornik dam location.



Sl. 2 — Kaptažni levak.

Fig. 2 — Catchment funnel.

- odrediti dotok gasa u galeriji brane,
- odrediti sastav gasa,
- utvrditi poreklo gasa, a zatim

na osnovu ovih elemenata rešiti na adekvatan način zaštitu galerije brane od eventualnog nakupljanja opasnih koncentracija gasa.

Rešenje ovog problema daje se u daljem izlaganju.

Određivanje količine dotoka gasa

Za sagledavanje stepena opasnosti od nakupljanja eksplozivno opasnih koncentracija gasa u galeriji brane kao i za iznalaženje rešenja adekvatne zaštite, osnovni parametar koji je trebalo utvrditi bio je količina dotoka gasa.

Određivanje količine dotoka gasa vršeno je u dva različita vremenska perioda 1966. god. na sledeći način:

— Bušotine br. 27, 28 i 93 u centralnom i bušotine br. 99, 112 i 113 u levom delu galerije, koje su u vreme opažanja pokazivale stalnu aktivnost, kaptirane su pomoću aparature prikazane na sl. 2.

— Ovim kaptiranjem postignuto je da gas iz bušotine, polazeći kroz vodu aparature, potiskuje vodu iz aspiratora i sakuplja se iznad nje.

— Registrovanjem vremena nakupljanja gasa u aspiratoru tokom više časova, na opažanim bušotinama uočeno je sledeće:

- da minimalni, maksimalni i prosečan dotok gasa na opažanim bušotinama iznosi kao što je prikazano na tablici 1.

Tablica 1

Bušotina	Ukupan dotok gasa (ml/h)			Prosek bez sekundarnog vazd. (ml/h)
	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost	Prosek	
br. 27	792	1860	1167	896
br. 28	164	264	198	185
br. 93	278	546	480	480
br. 99	21	26	23	21
br. 122	61	128	67	14
br. 113	97	102	99	90
Ukupno:	1413	2926	2248	1686

- da količina dotoka gasa po opažanim bušotinama varira u različitim vremenskim intervalima,
- da se povremeno povećavanje količine dotoka gasa vrši dotokom tzv. »sekundarnog vazduha« koji ne ulazi u bilans gasa,

- da je u vreme opažanja bila najaktivnija bušotina br. 27,
- da se izdvajanje gasa vrši povremeno i sa promenljivim intenzitetom,
- da količina dotoka gasa opada od desne prema levoj obali Drine,
- da količina dotoka gasa u vreme opažanja na navedenim bušotinama ima skoro zanemarljivu vrednost.

U kasnijem periodu 1968. i 1969. god. vršena su po istom postupku ponovna opažanja količine dotoka gasa na bušotinama koja su pokazala približno iste rezultate. Ovom prilikom je zapaženo da se broj drenažnih bušotina u centralnom delu galerije po kojima se povremeno izdvajaju mehuri gasa povećao, ali je merenjem utvrđeno da dotok gasa na ovim bušotinama ima zanemarljivu vrednost.

ne uzetim u različitim vremenskim intervalima,

— da se ugljen-dioksid i vodonik ne javljaju zajedno u istom uzorku,

— da je na bušotini br. 27 a i ostalima, dotok metana prilično konstantan u odnosu na variranje ukupnog dotoka gasa, jer je sadržaj metana u gasu obrnuto proporcionalan dotoku gasa, što potvrđuje da na opažanim bušotinama povremeno dolazi do dotoka vazduha — sekundarni vazduh,

— da je dotok vodonika konstantan analogno metanu a da se ugljen-monoksid na bušotini br. 27 javio samo u jednom uzorku i to u neznatnoj količini,

— da prosečan dotok eksplozivno opasnih i otrovnih komponenta gasa u galeriji brane iznosi kao što je prikazano na tablici 3.

Tablica 2

Bušotina	27	28	93	99	112	113
Prosečan dotok gasa (ml/h)	1167	198	480	23	67	99
Dotok gasa bez sekund. vazd. (ml/h)	896	185	480	21	14	90
Kiseonik O ₂ (vol. %)	0,18	0,31	0,10	0,00	0,00	0,20
Azot N (vol. %)	23,70	27,44	34,00	41,75	50,60	52,89
Metan CH ₄ (vol. %)	72,08	70,38	63,50	57,40	49,40	46,06
Ugljen-dioksid CO ₂ (vol. %)	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ugljen-monoksid CO (vol. %)	0,23	0,37	0,00	0,20	0,00	0,45
Vodonik H ₂ (vol. %)	3,77	1,50	2,40	0,65	0,00	0,40
Viši i nezasićeni ugljovodonici C ₂ — C ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Određivanje sastava gasa

Tablica 3

Za definisanje stepena ugroženosti galerije pored količine dotoka bitan je i sastav gasa po eksplozivno opasnim i otrovnim komponentama.

Prema rezultatima hemijskih analiza laboratorije Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu RI-a Beograd, prosečan sastav gasa po opažanim bušotinama prikazan je u tablici 2.

Iz tablice 2 vidi se da gas na svim opažanim drenažnim bušotinama sadrži pretežno metan, zatim azot, kiseonik, vodonik i ugljen-monoksid, dok prisustvo viših i nezasićenih ugljovodonika nije konstatovano ni u tragovima.

Određivanjem sastava gasa uočeno je:

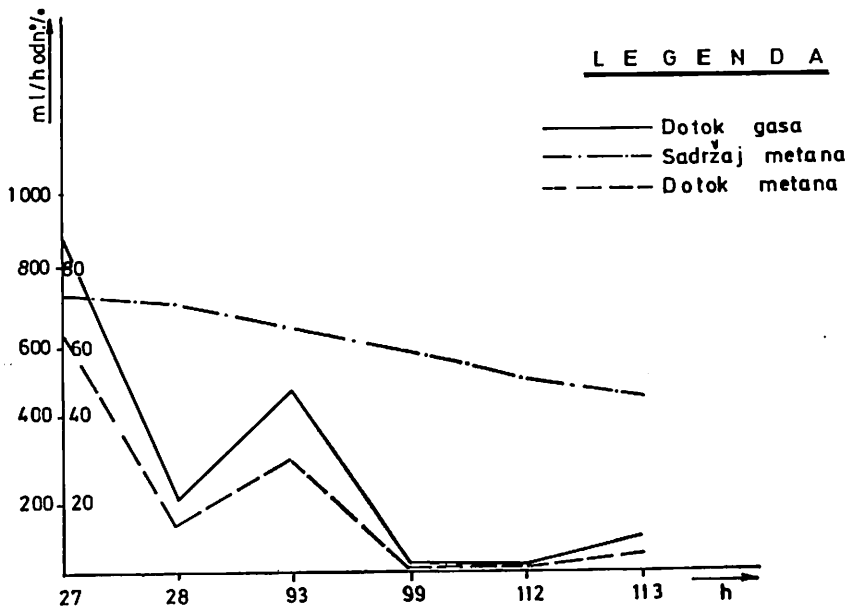
— da koncentracija pojedinih sastojaka gasa nije konstantna u uzorcima iste bušoti-

Bušotina	Dotok (ml/h)			
	gas*	CH ₄	H ₂	CO
27	896	646	36	1,8
28	185	130	3	0,6
93	480	302	—	11,5
99	21	12	0,12	0,15
112	14	7	—	—
113	90	42	0,36	0,44
Ukupno:	1686	1139	39,48	14,39

Iz tablice 3 vidi se da je učešće metana u dotoku gasa najveće, a da ostale komponente imaju zanemarljivu vrednost.

Na dijagramu sl. 3 prikazani su sadržaj i dotok metana po opažanim bušotinama.

*) bez sekundarnog vazduha



Sl. 3 — Dotok gasa, dotok metana i koncentracija metana na aktivnim buštinama
 Fig. 3 — Gas inflow, methane inflow and methane concentration in active boreholes.

Sastav vazduha u galeriji brane

Za utvrđivanje sastava vazduha u galeriji brane uzimani su više puta uzorci na karakterističnim profilima i to:

- profil kod drenažnih bušotina 27—28 (U₁)
- profil kod drenažnih bušotina 112—112 (U₂)
- desni ugao galerije (U₃)
- kod bunara br. 2 (U₄)
- u bunaru br. 2 (U₅).

Prema rezultatima analiza ovih uzoraka sastav vazduha u galeriji koja se protočno ne provetrava, prikazan je u tablici 4.

Tablica 4

Uzorak	Sastav vazduha u vol. %				
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Kiseonik O ₂	20,70	20,51	20,40	20,60	20,50
Azot N ₂	79,13	79,22	79,56	79,20	79,80
Metan CH ₄	0,13	0,23	0,00	0,00	0,00
Ugljen-dioksid CO ₂	0,04	0,04	0,04	0,20	0,30
Ugljen-monoksid CO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vodonik H ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C ₂ —C ₄	0,00	0,00	propan u 0,00		0,00
			tragu		

Iz tablice 4 se vidi da u profilu galerije osim metana nema ostalih eksplozivno opasnih i štetnih komponenata gasa.

Poreklo gasa

Ispitivanja sprovedena u cilju određivanja stepena ugroženosti galerije brane nisu obuhvatila i potrebne radove na određivanju porekla gasa.

Za rešenje ovog problema potrebna su obimna i skupa ispitivanja koja sa aspekta rešenja zaštite galerije brane ne bi bila opravdana, a drugih razloga za ova ispitivanja nema.

Međutim, o poreklu gasa moguće su dve pretpostavke i to:

— gas koji dotiče u galeriju brane vodi poreklo iz humusnih nanosa Drine u kojima se vrši razlaganje organskih materija,

— gas putem raseda dolazi iz dubljih delova masiva što se može povezati sa prisustvom nalazišta zemnog gasa ili nafte na širem području lokacije brane. Rezultati istražnih radova na naftu u rejonu Zvornik—Tuzla ne isključuju mogućnost ove nepovoljnije pretpostavke.

Stepen verovatnoće navedenih pretpostavki ne može se definisati, ali je bitno da za rešenje zaštite galerije brane poreklo gasa ima drugorazredni značaj.

Određivanje stepena ugroženosti galerije brane

Kao merilo ugroženosti galerije brane uzeto je vreme potrebno za nakupljanje eksplozivno opasne koncentracije metana u galeriji jer se dotok ostalih opasnih komponenta gasa u odnosu na metan može praktično zanemariti.

Galerija brane ima zasvođen profil preseka $F = 6,0 \text{ m}^2$ i dužinu $L = 263 \text{ m}$ tako da zapremina galerije iznosi $V = 1578 \text{ m}^3$.

Dotok metana u galeriju brane, prema prethodnom izlaganju, u vreme opažanja iznosio je:

$$q_{\text{GH}_4} = 1139 \text{ ml/h} = 1,139 \text{ l/h} = \\ = 0,001139 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Pod pretpostavkom da se galerija ne provetrava protočnom vazdušnom strujom, vreme potrebno za nakupljanje nedozvoljenih i eksplozivno opasnih koncentracija metana u profilu galerije iznosi:

— Koncentracija 1% CH_4 (MDK)

$$t_1 = \frac{1578 \times 10^{-2}}{1139 \times 10^{-6}} = 13854 \text{ časa} = 577 \text{ dana}$$

— Koncentracija 5,5% CH_4 (donja granica eksplozivnosti)

$$t_2 = \frac{1578 \times 5,5 \times 10^{-2}}{1139 \times 10^{-6}} = 67.418 \text{ časova} = \\ = 2809 \text{ dana}.$$

Vreme potrebno za nakupljanje ovih koncentracija metana pokazuje da je stepen ugroženosti galerija sadašnjim dotokom metana veoma mali, ali se ne može u potpunosti zanemariti.

Sa ovim u vezi potrebno je imati u vidu i sledeće:

— U neprovetravanoj galeriji može veoma lako doći do raslojavanja gasova pri čemu nastaju u gornjim delovima profila veće koncentracije metana tzv. metanske trake. Za formiranje ovih traka potrebno je znatno kraće vreme od vremena potrebnog za na-

kupljanje eksplozivno opasne koncentracije u čitavom profilu galerije.

— Od ukupno 136 drenažnih bušotina opažano je samo 6 koje pokazuju stalnu aktivnost.

— Pored opažanih, primećeno je i na još nekoliko bušotina u centralnom delu galerije povremeno izdvajanje mehura gasa.

— Poreklo gasa je nepoznato, tako da se njegovo izdvajanje u budućnosti ne može pouzdano prognozirati. Ako je gas vezan za postojeći rased, u slučaju eventualnih seizmičkih pokreta na širem području brane mogućnost povećanja dotoka gasa se ne može isključiti. Stoga se nameće zaključak da dotok metana i pored toga što je sada veoma mali, predstavlja opasnost koju treba eliminisati adekvatnim rešenjem zaštite galerije brane.

Rešenje zaštite galerije brane

U principu za zaštitu ovakve vrste objekta od nakupljanja opasnih koncentracija eksplozivnih gasova postoje dve mogućnosti i to:

- protočno provetravanje ili
- kaptiranje izvora gasa.

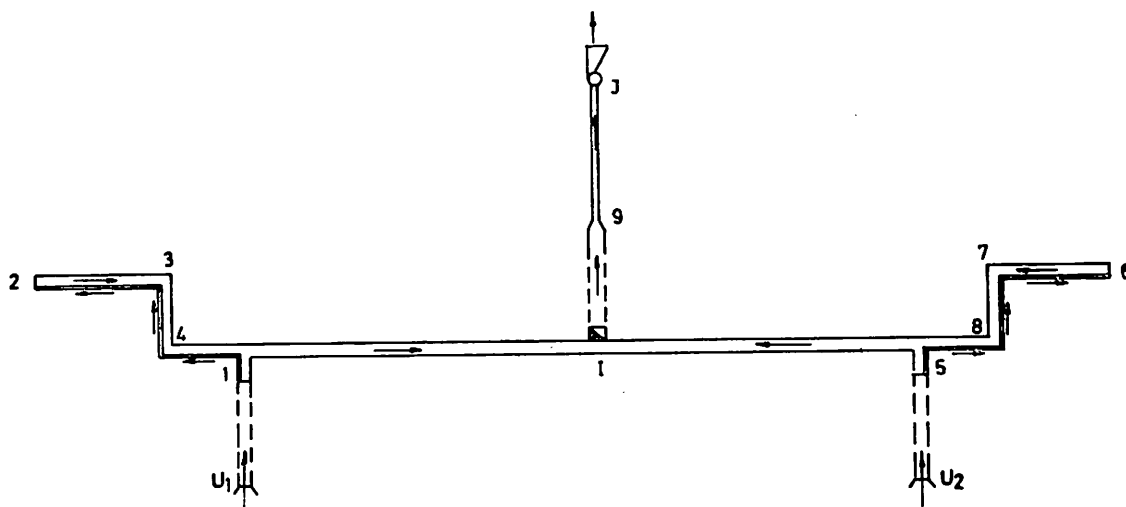
Razmatranjem ove dve mogućnosti za konkretne izvore pojavljivanja gasa na drenažnim bušotinama, (koje se zbog oticanja vode ne mogu nepropusno zatvoriti, vidi se da kaptiranje izvora gasa ne predstavlja adekvatno rešenje zaštite galerije brane.

Nasuprot tome, protočno provetravanje galerije, pored zaštite od nakupljanja eksplozivne koncentracije metana, poboljšava i mikroklimatske uslove u galeriji u kojoj relativna vlažnost vazduha iznosi $\phi = 100\%$.

Rešenje protočnog provetravanja

Vazduh se u galeriju brane uvodi stepeništem iz mašinskih sala na levoj i desnoj obali Drine, a iz galerije, pomoću ventilatora, izvodi kroz bušotine kontrolnog bunara br. 1 koji se ne koristi za merenja.

Dotok vazduha do krajnjih tačaka galerije, koje su od spoja stepeništa sa galerijom udaljene oko 57 m, postignut je time što su na spojevima stepeništa sa galerijom ugrađena metalna izolaciona vrata, a od vrata do krajnjih tačaka galerije metalne cevi prečnika 400 mm.



Sl. 4 — Sema provetranja galerija.

Fig. 4 — Gallery ventilation flow sheet.

Na taj način vazduh koji ulazi niz stepenište cevima dolazi do krajnjih tačaka galerije i u povratku prema izlaznoj bušotini (sl. 4) provetrava galeriju u celini.

Opisani način ventilacije primenjen je iz sledećih razloga:

— količina vazduha potrebna za provetranje galerije, zavisno od količine dotoka gasa, je relativno mala,

— za protočno provetranje trebalo je koristiti postojeće veze galerije sa površinom jer bi izrada novih otvora (na krajevima galerije) kroz beton bila relativno skupa

— veličina depresije potrebne za protočno provetranje galerije u konkretnom slučaju nije ograničena drugim uslovima sem troškova za pogon ventilatora koji u konkretnom slučaju nisu od naročitog značaja.

Šema ventilacije za opisani način provetranja galerije prema sl. 4 predstavlja prost paralelan sistem sa dva ulaza i jednim izlazom vazdušne struje.

Proračun potrebne količine vazduha

S obzirom na mali dotok metana i nizak stepen ugroženosti galerije eksplozivnom smešom, potrebna količina vazduha može se jedino odrediti iz uslova da se povremeno zamenjuje ukupna zapremina vazduha u galeriji brane.

Broj ovih zamena može biti različit što zavisi od količine dotoka metana u galeriju brane i od kapaciteta ventilatora.

Ukupna zapremina galerije brane iznosi $V = 1578 \text{ m}^3$ a prema sadašnjem dotoku metana u galeriju usvojeno je da se u toku 24 h izvrši osam zamena vazduha u galeriji, i to dve zamene vazduha u toku jednog časa. Zamena vazduha u galeriji treba da se vrši svakih 5 časova, odnosno u intervalima od 00—01, 06—07, 12—13 i 18—19 časova.

Iz ovoga proizilazi da količina vazduha potrebna da se u vremenu od 60 minuta izvrše dve zamene vazduha u galeriji iznosi:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{1578}{30} = 52,3 = \sim 60 \text{ (m}^3/\text{min)}$$

Ova količina vazduha u odnosu na razređivanje sadašnjeg dotoka metana obezbeđuje znatnu rezervu što je i opravdano s obzirom na mogućnost povećanja dotoka ovog gasa.

Pored toga, znatna rezerva postoji u povećanju broja zamena vazduha u galeriji, sve do stalnog rada ventilatora, što pokazuje da se protočnim provetranjem problem zaštite galerije rešava u potpunosti.

Izbor ventilatora

Proračunom parametara ventilacione mreže prikazane na sl. 4 dobijene su vrednosti da ukupan otpor mreže iznosi $R = 92,25 \text{ k}\mu$. Takođe je proračunato da prirodna depresija s obzirom na temperaturne razlike vazduha u galeriji i atmosferskog vazduha, kao i visinu vazdušnog stuba od 40 m, koliko iznosi razlika kota galerije i vrha brane, iznosi u zimskom periodu $h_{p\max} = -3,5 \text{ kp/m}^2$, a u letnjem $h_{p\max} = +2,7 \text{ kp/m}^2$.

Depresija potrebna da se količina vazduha od $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{sec}$ provede kroz galeriju prema vrednosti otpora ventilacione mreže $R = 92,25 \text{ k}\mu$, iznosi $H = RQ^2 = 92,25 \times 1,0^2 = 92 \text{ kp/m}^2$ što pokazuje da se galerija ne može provetravati prirodnom depresijom kao i da se prirodna depresija u odnosu na potrebnu depresiju može zanemariti.

Prema proračunatim parametrima

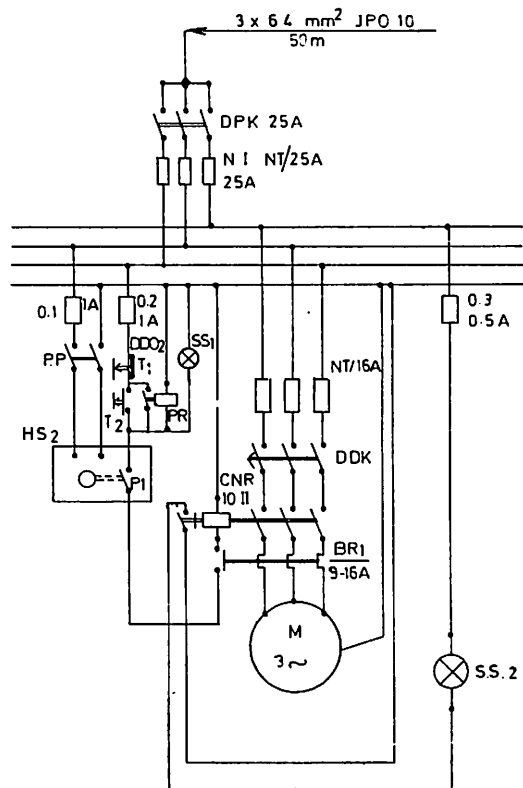
$Q = 60 \text{ m}^3/\text{min}$ i $H = 92 \text{ kp/m}^2$, imajući u vidu eventualno povećanje dotoka metana u galeriju, a s tim u vezi i potrebu za intenzivnijim provetravanjem galerije, izabran je cevni ventilator tipa DVT — 2013—2 proizvođača »Varnost« Zagorje sa sledećim konstruktivnim karakteristikama:

$$\begin{aligned} Q &= 135 \text{ m}^3/\text{min} \\ H &= 135 \text{ kp/m}^2 \\ N &= 5 \text{ kW} \\ D &= 0,4 \text{ m} \\ \mu &= 0,63 \end{aligned}$$

Navedeni ventilator ugrađen je na bušotini kontrolnog bunara br. 1.

Puštanje u rad ovog ventilatora, s obzirom da se galerija protočno provetrava u određenim vremenskim intervalima, vrši se pomoću automatskog uređaja čija je šema delovanja prikazana na sl. 5.

Nakon realizacije opisanog načina protočnog provetravanja galerije u 1969. god. izvršena kontrolna merenja su pokazala da u profilu galerije nema metana ni u tragovima, a time se potvrđuje opravdanost primenjenog rešenja zaštite galerije brane.



Sl. 5 — Šema delovanja.

Fig. 5 — Operation flow sheet.

Kontrola dotoka gasa i ostale mere zaštite

Opisano rešenje protočnog provetravanja galerije sa znatnom rezervom u količini vazduha, za sadašnji dotok gasa predstavlja pouzdano rešenje zaštite od eventualnog nakupljanja eksplozivno opasnih koncentracija metana.

Međutim, u okviru ovog rešenja nije obovhaćen problem u celini jer su poreklo gasa i zakonitosti njegovog dotoka i dalje ostali nepoznati.

Utvrđivanje porekla gasa sa aspekta zaštite, kao što je napomenuto, nema poseban značaj, dok poznavanje zakonitosti njegovog dotoka povećava nivo zaštite galerije, jer isključuje mogućnost iznenadnih promena u količini dotoka gasa.

Pored toga, opažanjima i merenjima u cilju određivanja zavisnosti promena u količini dotoka gasa, obezbeđuje se za duži vremenski period kontrola količine dotoka, što takođe predstavlja značajnu meru tehničke

zaštite koja isključuje mogućnost eventualnih iznenađenja.

U vezi faktora koji utiče na promene količine dotoka i sadržaja gasa na opažanim bušotinama, a koje su konstatovane dosadašnjim ispitivanjima, moguće su pretpostavke da te promene zavise od veličine uzgonskog pritiska i promena barometarskog pritiska na užem području brane.

Na ovim pretpostavkama zasnivana su metodološka opažanja za naredni period, koja imaju za cilj da utvrde zavisnost promena količine i sadržaja gasa od navedenih elemenata. Metodologija određivanja ovih zavisnosti sastoji se u sledećem:

— da se tokom jedne godine jedanput mesečno, a kasnije kvartalno, na aktivnim bušotinama meri količina dotoka gasa u toku 24 h,

— da se tokom ovih merenja registruje veličina uzgonskog pritiska vode i barometarskog pritiska u nivou galerije brane,

— da se hemijskim analizama uzoraka dobijenih merenjem količine dotoka gasa odredi sadržaj CH_4 i ostalih komponentata u gasnoj smeši i

— da se dijagramski, za duži period vremena, prati zavisnost promena količine dotoka i sadržaja gasa od uzgonskog pritiska vode i barometarskog pritiska u nivou galerije brane.

Kako su ova opažanja u toku, to se ovom prilikom ne mogu prikazati dobijeni rezultati niti doneti pouzdaniji zaključci. Opažanja u narednom periodu treba da pokažu opravdanost navedenih pretpostavki.

Ostale mere zaštite kao: povremena kontrola sastava vazduha u profilu galerije, merenje količine vazduha kojom se provetrava galerija, baždarenje mernih instrumenata i dr. imaju za cilj da se blagovremeno uoče i otklone tekući propusti i obezbedi pouzdanija zaštita ovog značajnog objekta.

SUMMARY

Solution of the Protection of HE — Zvornik Dam Gallery Against the Collection of Explosively Hazardous Gases

R. Tanasković, min. eng.*)

The article presents the results of investigations on the amount of inflow and content of gas in active drainage boreholes, the determination of the degree of gallery imperilment, as well as the solution of protection by use of stream ventilation.

For the solution of stream ventilation providing an adequate degree of gallery protection in accordance with the current amount of gas inflow, calculation results are presented, and finally, the methodology is given for observations required for the determination of change of gas inflow and content in dependence with water uplift pressure and barometric pressure at the dam gallery level.

*) Dipl. ing. Radoš Tanasković, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

Prikazi ruskih knjiga iz oblasti zaštite u rudarstvu koje će izaći u 1972. godini

Balaganskij, P. A. i Jalymov, N. G.: **Izolacija podzemnih šupljina na rudnicima** (Izolacija podzemnih pustot na rudnikah), (09), »Ilim« (KirgSSR), 225 str., 28 k., II kvartal 1972. g., NK No. 42—71 g. (72).

U knjizi se opisuju načini likvidacije podzemnih šupljina; navedeni su rezultati ispitivanja u eksploataciji i argumenti za jedan od načina likvidacije podzemnih šupljina — izolaciju otkopanog prostora (starog rada) pri eksploataciji rudnih ležišta Kirgizije; rezultati istraživanja stanja podzemnih šupljina i karaktera zašavanja krova komora.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u rudarstvu.

Radovi Glavne geofizičke opservatorije. Sveska 310. **Problemi mikroklimе površinskih otkopa** (Trudy Glavnoj geofizičeskoj observatorii. Vyp. 310. Voprosy mikroklimata kar'eroev), (09), u redakciji Dr Pa. A. Voroncova, Gidrometeoizdat., 160 str., 90 k., II kvartal 1972. g., NK No. 40—71 g. (67).

Priručnik je posvećen izučavanju meteorološkog režima na površinskim otkopima i sadrži materijale laboratorijskih i proizvodnih eksperimenata ispitivanja prirodne razmene vazduha, strukture vazдушnih tokova, specifičnosti termičkog i radijacionog režima, uslova rasprostranjenosti i prikupljanja primesa u granicama površinskog otkopa.

Priručnik je namenjen naučnim radnicima, meteorolozima, rudarskim stručnjacima i studentima.

Satilov, V. A.: **Iznenadna podizanja i izvale stena u rudnicima** (Vnezapnye podnjatija i vybrosy porod na šahtah), (09), »Tehnika« (USSR), 130 str., 70 k., II kvartal 1972. g., NK No. 27—71 g. (96a).

U knjizi su opisane pojave iznenadnih podizanja i izvala stena, koje se zapažaju pri eksploataciji dubokih horizonata u rudnicima Donjeckog basena, i razjašnjene su karakteristične osobine uslova njihovog nastajanja. Na osnovu specijalnih osmatranja i istraživanja, utvrđene su izvesne zakonitosti nastajanja iznenadnih podizanja i izvala stena, data je ocena postojećih metoda borbe sa ovim pojavama i prognoziranje zona, opasnih u pogledu dinamičkih pojava (iznenadne provale uglja, gasa, stena, jamski udari).

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju na rudnicima i u naučno-istraživačkim institutima, a može korisno poslužiti i studentima rudarstva.

Fizičko-tehničke osnove upravljanja u izdvajanju gasa, zaštite od gasova i suzbijanja zaprašenosti u rudnicima (Fiziko-tehničeskie osnovy upravlenija gazovydeleniem, gazovoj zaščity i pylepodavlenija v šahtah), M., »Nauka«, 1972. (II kvartal), 160 str. (Institut fizikj Zemli im. O. Ju. Šmidta. Sektor fiziko-tehničeskih gornyh problem), 1 r., plan 1972. g., SK No. 1—1972 g. (1032).

U zborniku se tretiraju rezultati istraživanja pojavljivanja gasova u rudnicima pri eksploataciji čvrstih mineralnih sirovina, degazacije visoko-gasonosnih ugljenih slojeva, kao i problemi zagađivanja rudnika i površinskih otkopa gasovima i prašinom. Izučene su zakonitosti paljenja složenih gasno-paro-vazдушnih smeša električnim upaljačima. Predložena su sredstva za gasnu zaštitu i date praktične preporuke za korišćenje rezultata do kojih su došli autori zbornika. Pokazani su putevi daljeg razvoja rudničke aerologije.

Izdanje je namenjeno istraživačima, projektantima, graditeljima, inženjersko-tehničkom osoblju na rudnicima, studentima i nastavnom osoblju rudarskih fakulteta.

Fiziko-hemija gasno-dinamičkih pojava u rudnicima (Fiziko-himija gazodinamičeskih javlenija v šahtah), M., »Nauka«, 1972. (II kvartal), 190 str., (Institut gornogo dela im. A. A. Skočinskogo), 1 r. 20 k., plan 1972. g., SK No. 1—1972 g. (1033).

Autori: Hodot, V. V., Janovskaja, M. F., Premysler, Ju. S. i dr.

U monografiji se razmatraju: osobine stena koje utiču na sposobnost stena da budu kolektori gasa i tečnosti; napregnuto stanje stena; stabilnost i uticaj ovih osobina na izradu jamskih prostorija. Istraživanje procesa je obavljano na osnovu teorije gasno-dinamičkih pojava; pri ovome su uzimane u obzir specifične karakteristike ugljenih slojeva sklonih gorskim udarima i efikasnost izvesnih metoda, koje se danas primenjuju, u borbi sa iznenadnim prodorima uglja i gasa.

Izdanje je namenjeno istraživačima, inženjerima i tehničarima u rudarstvu, koji se specijalizuju u oblasti rudničke aerologije i borbi sa iznenadnim prodorima uglja i gasa; kao i naslavinicima i studentima rudarstva.

Sprečavanje prodora gline u jamske prostorije (Predupreždenie proryvov gliny v gornye vyrobotki), (09), »Nedra«, 210 str., u pretplati, 89 k., II kvartal 1972. g., NK No. 47—71 g. (149).

Opisane su fizičko-mehaničke osobine gline i pulpe, uzroci njihovog nagomilavanja u otkopanim prostorima rudnika i karakteristični slučajevi prodora gline i pulpe u aktivne jamske prostorije. Izložena su iskustva u sprečavanju prodora gline i pulpe u jamske prostorije u Kuzbasu. Date su preporuke za usavršavanje postupaka za borbu sa iznenadnim prodorima gline i pulpe.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u rudarstvu.

Provetravanje rudnika severa (Provetrivanie rudnikov severa), L., »Nauka«, 1972 (III kvartal), 95 str., (Kol'skij filijal im. S. M. Kirova), 60 k., plan 1972. g., SK No. 1—1972 g. (1026).

U knjizi se izlažu rezultati teoretskih i eksperimentalnih istraživanja specifičnosti provetravanja rudnika u severnim rejonima Sovjetskog Saveza; tretiraju pitanja normalizacije toplotno-ventilacionog režima; razmatraju putevi optimizacije provetravanja otkopnih i pripremnih jamskih prostorija i materijali o utvrđivanju pouzdanosti ventilacionih sistema.

Knjiga je namenjena stručnjacima naučno-istraživačkih, projektantskih i proizvodnih organizacija rudarskog profila.

Užov, V. N. i Val'dberg, A. Ju.: Prečišćavanje gasova mokrim filtrima (Očistka gazov mokrymi fil'trami), (09), »Himija«, 80 str., u pretplati, 1 r. 4 k., II kvartal 1972. g., NK No. 43—71 g. (154).

Izložene su osnove mokrog prečišćavanja gasova, metode izbora i proračuna aparata za mokrno hvatanje lebdećih čestica iz industrijskih gasova; opisane su tipske konstrukcije aparata za mokrno prečišćavanje vazduha, njihovi eksploatacioni podaci i preporuke za primenu u raznim granama industrije.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju industrijskih preduzeća, projektantskih i istraživačkih instituta, koje se interesuje za prečišćavanje industrijskih gasova.

Pravila tehnike sigurnosti za preduzeća automobilskeg transporta (Pravila tehniki bezopasnosti dlja predprijatij avtomobil'nogo transporta), (09), »Transport«, 130 str., 40 k., I kvartal 1972. g., NK No. 42—71 g. (90).

»Pravila« sadrže zahteve koji garantuju siguran rad u eksploatacionim i remontnim automobilskim preduzećima.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom i administrativnom osoblju automobilskeg transporta.

Kolosov, Ju. A. i dr.: Mašinisti rudarskih mašina i mehanizama (Mašinisty šahtnyh mašin i mehanizmov), (09), »Donbass«, 160 str., 50 k., II kvartal 1972. g., NK No. 44—71 g. (97).

U knjizi su skupljeni glavni podaci o posluživanju i remontu rudarskih mašina i mehanizama. Opisani su uređaji, princip rada, vrste remonta pokretnih i stacionarnih uređaja i aparatura za napuštanje i zaštitu. Navedene su progresivne metode rada i pravila sigurnosti rada.

Naumkin, I. F.: Tehnika sigurnosti za rudare (Tehnika bezopasnosti dlja gornjakov), 20 plakata, (09), »Vysš. škola«, 1970. g., 4 r. NK No. 45—71 g. (316M).

Nikolin, V. I., Meliksitov, S. S. i dr.: Prodori stena i gasa (Vybrosty porody i gaza), (09), »Nedra«, 1967. g., 82 str., 25 k., NK No. 46—71 g. (396M).

Ponizko, T. A.: Izrada i eksploatacija rudarskih uređaja za osvetljavanje, sigurnih u pogledu eksplozije (Izgotovlenie i ekspluatacija rudničnyh vzryvobezopasnyh svetovyh priborov), (09), »Nedra«, 1968. g., NK No. 46—71 g. (402M).

Potemkin, S. V.: Eksploatacija veštito zamrznutih rasipa (Razrabotka večnomerzlyh ros-sypej), (09), »Nedra«, 1969. g., NK No. 46—71 g. (403M).

Bibliografija

Rogov, E. I.: Prilog teoriji pouzdanosti ventilacionih mreža (K teorii nadežnosti ventilacionnyh setej) »Tr. In-ta gorn. dela. AN KazSSR«, 48(1971), str. 70—73, (rus.).

Sozonov, A. F.: Metodika proračuna recirkulacionog vetrenja uskopa i sipki (Metodika rasčeta recirkulacionnogo provetrivanija vostažuščih i duček) »Sb. tr. Vses. n.-i. gorno-metallurg, in-t cvetn. met.«, (1971)20, str. 197—200, (rus.).

Janov, A. P., Černousov, A. P. i dr.: Određivanje potrebne količine vazduha za vetrenje slepih hodnika (Opređenje neobhodimogo količstva vozduha dlja provetrivanija tupikovyh vyrabotok)

»Razrabotka rudn. mestorožd. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, 1970, vyp. 10, str. 73—80, (rus.).

Ponomarev, E. M.: Automatska kontrola sadržaja kiseonika u jamskoj atmosferi pomoću portativnog analizatora (Avtomatičeskij kontrol' za soderžaniem kislороda v šahtnoj atmosfere posredstvom portativnogo analizatora)

»Gornyj ž.«, (1971)3, str. 65—67, (rus.).

Svjatnyj, V. A., Slepcev, A. I. i dr.: **Matematičko modeliranje prelaznih aerogasodiničких procesa u reviru pri reverziranju vetrene struje** (Matematičeskoe modelirovanie perehodnyh aerogazodinamičeskikh processov na učastke pri reverziranii ventiljacionnoj strui) »Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, 1971, vyp. 22, str. 89—95, (rus.).

Tjan, R. B. i Potemkin, V. Ja.: **Uprošćavanje složenih ventilacionih mreža pri proračunavanju** (Uproščenie složnyh ventiljacionnyh setej pri rasčetah) »Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, 1971, vyp. 22, str. 79—84, (rus.).

Lidin, G. D.: **Problem izbora parametara za proračun ventilacije rudnika u kome nema metana ali se pojavljuje ugljen dioksid** »Ugol'«, M., (1971) juni, str. 55—57, (rus.).

McPherson, M. I.: **Isentropična kompresija vlažnog vazduha u ventilatorima** (The isentropic compression of moist air in fans) »J. of the mine ventilation society of South Africa«, Johannesburg, (1971) juni, str. 74—89, (engl.).

Voss, J., Schnitters, G.: **Predračun klimatizacije za sekundarno provetravanje podzemnih radova i tunela** (Klimavorausberechnung für sonderbewetterte Grubenbaue und Tunnel) »Glückauf Forschungsh.«, 32(1971)3, str. 109—121, (nem.).

Portativni merač prašine (Portable dust indicator) »Mining J.«, 275(1970)7061, str. 552, (engl.).

Jerembaš, I. P. i Sergeev, V. S.: **Proračun nekoliko parametara pri lokalizovanju eksplozije ugljene prašine uz pomoć vodenih zavesa** (Raščet nekotoryh parametrov pri lokalizaciji vzryvov ugl'noj pyli vodjanyimi zaslona-mi) »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1971)1, str. 27—31, (rus.).

Pluta, L. i Bielewicz, T.: **Zavesa od neutralne prašine** (Gornicza zapora pylowa) Patent NR Poljske, kl. 5d, 5/10; (E 21 f), Nr. 59886, prij. 18. 04. 68, publ. 18. 05. 70.

Popović, S. P. i Frenkel, F. Z.: **Borba protiv prašine pri betoniranju jamskih prostora bez oplata** (Bor'ba s pyl'ju pri bezopalu-bočnom betonirovanii gornyj vyrabotok) »Gornyj ž.«, 147(1971)5, str. 72—73, (rus.).

Prijmak, N. A.: **Povećanje efikasnosti suzbijanja prašine pri bušenju minskih bušotina** (Povyšenie effektivnosti pylepodavlenija pri hurenii špurov) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1971)6, str. 32—33, (rus.).

Aksenov, Z. S. i Karataev, A. K.: **Ekspress-metoda za određivanje toksičnih gasova posle minerskih radova** (Ekspress-metod dlja opredelenija jadovityh gazov posle vzryvnyh rabot) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1971)1, str. 29, (rus.).

Bobrov, A. I., Busygin, K. K. i dr.: **O automatskoj zaštiti od metana na bazi aparature AMT-3** (Ob avtomatičeskoj gazovoj zaštite šaht na baze apparatury AMT-3) »Ugol' Ukrainy«, (1971) 2, str. 43—45, (rus.).

Rassolov, N. I. i Trubnikov, E. G.: **Proučavanje elastičnih svojstava šlemova u dinamičkom režimu** (Issledovanie uprugih svojstv kasok v dinamičeskom režime) U sb. Promsanitarija i bor'ba s travmatizmom u ugl' n. šahtah«, Vyp. 2, Makeevka-Donbass, 1970, str. 3—19, (rus.).

Noak, K.: **Nesrećni slučajevi kao oblast primene matematičke statistike** (Das Unfallgeschehen als Anwendungsgebiet der mathematischen Statistik) »Glückauf Forschungsh.«, 32(1971)3, str. 134—142, (nem.).

Kellner: **Neke primedbe o sigurnosti površinskog otkopa na područjima obrtanja odlagališta** (Einige Bemerkungen zur Tagebausicherheit an Kippendrehbereichen) »Sicherheit«, 16(1970)6, str. 123—124, (nem.).

Novi pravni propisi o spasavanju ljudi i zaštita od gasa u rudarstvu (Neue Rechtsvorschriften für das Grubenrettungswesen und Gasschutzwesen in Bergbau) »Sicherheit«, 16(1970)6, str. 135—136, (nem.).

Aleksandrov, V. A. i Glauzberg, E. I.: **Jamska istraživanja procesa samozapaljenja uglja** (Šahtnye issledovanija processa samorazogrevanija uglja) »Ugol'«, (1970)12, str. 47—49, (rus.).

Grekov, S. P. i Gorc. V. Ju.: **Proučavanje oblasti primene inertnih gasova pri izolovanju žarišta požara** (Issledovanie oblasti primenija inertnyh gazov pri izoljaciji požarnyh učastkov) »Ugol'«, (1971)2, str. 69—70, (rus.).

Kuz'minskij, S. P., Taskaev, V. V. i dr.: **Primena antipirogena u rudarskoj praksi** (Primenenie antipirogenov v gornoj praktike) »Kyrgyzstan«, 1970, 120 str., (rus.).

Bouth, B. J.: **Otkrivanje podzemnih požara** (Fire detection) »J. Mine. Vent. Soc. S. Afr.«, 23(1970)10, str. 158—160, (engl.).

Ovčarenko, I. R.: **O uticaju meteoroloških faktora na nastajanje požara od samozapaljenja uglja** (O vlijanii meteofaktorov na vzniknovenie požarov ot samovozgoranija uglja)

»Razработка mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, (1971), vyp. 22, str. 124—128, (rus.).

Pregermain, S., Mile: **Proučavanje eksperimenta primene vode obogaćene kiseonikom za karakterisanje sklonosti uglja k samozapaljenju** (Examen de l'essai a l'eau oxigene pour caracteriser l'aptitude des charbons a L'auto-echauffement)
»Rev. ind. miner.«, 53(1971)1, str. 61—73, (franc.).

Horolskij, V. T. i Semenij, Ja. M.: **Proračun požarne opasnosti za hodnike rudnika uglja u Donbasu** (Rasčet požarnoj opasnosti vyrabotok šaht Donbassa)
»Razработка mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, 1971, vyp. 22, str. 133—135, (rus.).

Meerbach, H.: **Zaštita protiv eksplozije kod izolacije jamskih požara pomoću brana** (Explosionsschutz bei der Abdämmerung von Gruben branden)
»Glückauf-Forschungsh.«, 1971, avg., str. 189—193, (nem.).

Belavcev, L. P. i Miller, A.: **Provera primene aerodinamičke metode za detekciju endogenih požara**
»Bezopasnost' truda v prom-sti«, M., 1971, juli, str. 36—37, (rus.).

Abramov, F. A., Bojko, V. A. i dr.: **Sistem centralizovane kontrole ventilacije automatizovane detekcije jamskih požara**
»Ugol' Ukrainy«, 1971, str. 41—42, (rus.).

Cunther, J.: **Elementi nove teorije iznenadne provale metana** (Elements pour une theorie nouvelle des degagements instantanes)
»Rev. ind. miner.«, 52(1970)11, str. 775—784, (franc.).

Moroh, A. N., Kukul', B. Ja. i dr.: **Analizator gasova po principu toplotne provodljivosti** (Gazoanalizator po teploprovodnosti)
Patent SSSR, kl. 42 l, 4/10, (Goln 25/30), Nr. 277382, prijav. 17. 03. 67, publ. 29. 10. 70, (rus.).

Duz', A. I.: **Proučavanje izdvajanja metana iz odvaljenog uglja pri radu otkopnih mašina u strmim slojevima** (Issledovanie vydelenija metana iz otbitogo uglja pri rabote vyemočnyh mašin na krutyh plastah)
»Ugol'«, (1971)3, str. 56—57, (rus.).

Rudarski radovi u atmosferi metana (Working in methane atmospheres)
»Mining J.«, 276(1971)7069, str. 113, (engl.).

Ionescu, D. I. i dr.: **Korišćenje telemetrije jamskog gasa i drugih aparata za kontrolu metanja kao modernog sredstva za kontrolu i sprečavanje opasnog nagomilavanja gasa u jami** (Folosirea telegrizometri sia lator aparate la controlul metanului, drept mijloace moderne de depistare si prevenire a acumularilor periculoase de gaze in mine)

»Rev. Min«, Bucurest, 22(1971)6, str. 306—315, (rumun.).

Cerny, V., Klan, I. i Lankova, S.: **Uti-caj granulometrijskog sastava uglja na njegovo samozapaljivanje** (orig. na češ.)
»Acta montana«, Prag, (1971)14, str. 26—33.

Cerny, V., Klan, I. i Lankova, S.: **Fi-zički procesi koji se odigravaju u inicijalnom stadijumu samozapaljenja uglja**
»Acta montana«, Prag, (1971)14, str. 34—51, (češ.).

Chavanel, M.: **Otprašivanje uređaja za drobljenje u cilju sprečavanja silikoze** (Depoussierage d'une installation de concassage en service en vue de prevenir la silicose)
»Colloq. part. depoussier. ind.«, Paris, 1966, str. 83—89, diskus. 89, (franc.).

Herg, M. H.: **Hidrootprašivanje tehnološkog procesa drobljenja u rejonu Nanta** (Quelque realisation de depoussierage a l'humide dans des groupes de concasage en carriere de le region nantaise)
»Colloq. part. depoussier ind. Paris, 1966, str. 79—81, (franc.).

Cornides, I. i Sült, T.: **Poslednji rezultati proučavanja izdvajanja CO₂ u rudniku Tiribes** (A Tiribes-aknai CO₂ — gazelo kutatásának újabb megállapításai)
»Bányász, és kohász. lapok. Bányász.«, 103(1970)12, str. 817—824, (mađ.).

Krzoska, T.: **Uslovi dovoda i migracije CO₂ i potencijalna opasnost iznenadne provale CO₂, uglja i stena u Valbžiškom basenu** (Warunki doprowadzania i migracji dwutlenku wegla o potencijalne zagrozenie warzutami CO₂ wegla i skal w Zaglebiu Walbtzyskim)
»Prz. gorn.«, 26 (1970) 12, str. 578—583, (polj.).

Gračev, V. G., Rassolov, N. I. i dr.: **O očni uslova rada rudara po faktoru buke** (K ocenke uslovij truda gornorabočih po faktoru šuma)
U sb. »Promsanitarija i bor'ba s travmatizmom v ugol'nyh šahtah«, Vyp. 2, Makeevka—Donbass, 1970, str. 71—78, (rus.).

Musaev, A. M. i Volohov, M. I.: **Ocena kompleksa sredstava za otprašivanje jamskog vazduha** (Ocena kompleksa sredstv obespylivani-ja rudničkogo vozduha)
»Tr. In-ta gorn. dela. AN KazSSR«, 48, 1971, str. 3—8, (rus.).

Stahanov, A. N. i Širkinbaev, S. N.: **Automatski sistem hidrauličkog otprašivanja za jamske bagere EP-1** (Avtomatičeskaja sistema gidroobespylivani-ja dlja podzemnyh ekskavatorov EP-1)

»Tr. In-ta gorn. dela. AN KazSSR«, 48, 1971, str. 27—30, (rus.).

Kolokvijum o otprašivanju vazduha u industriji, Pariz 18—20. marta 1964. (Colloque sur la pratique du depoussirage industriel. Paris, 18—20 Mars 1964)
Pariz, Inst. Nat. Secur., 1966, 220 strana, (franc.).

Karpekin, V. V., Rybalko, A. P. i dr.: **Skafander za zaštitu od gasova i toplote** (Gazoteplozaštitnyj skafandr)
Patent SSSR, kl. 61a, 29/12, (A 62 b 17/00), Nr. 269707, prijav. 12. 06. 67, publ. 6. 08. 70.

Rech: **Opiti o toku eksplozija ugljene prašine u posudama pod pritiskom u 200 m dugom hodniku od cevi NV 1800** (Versuche über den Ablauf von Kohlenstaubexplosionen in Druckgefäßen und in einer 200 m langen Rohrstrecke NV 1800)
»Staub-Reinhalt. Luft«, (1971)3, str. 101—107, (nem.).

Škuratov, O. G.: **Intenzifikacija procesa taloženja aerozola u električnom filtru pločastog**

tipa (Intensifikacija processa osaždenija aerozolja v elektrofil'tre plastinčatogo tipa)

»Sb. tr. Vses. n.-i. gorno-metallurg. in-t cvetn. met.«, (1971)20, str. 206—209, (rus.).

Rudenko, K. G. i Kalmykov, A. V.: **Otprašivanje i hvatanje prašine pri obradi korisnih minerala. Drugo izdanje, prerađeno i dopunjeno** (Obezpylivanie i pylulavlivanie pri obrabotke poleznyh iskopaemyh. Izd. 2-e, pererabot. i dop.)

M., »Nedra«, 1971, 352 str., (rus.).

Čižkov, E. N. i Golovina, N. I.: **Saponifikovane sintetičke masne kiseline kao sredstva za kvašenje finodispergovane prašine koja sadrži kvarc** (Omylennye sintetičeskie žirnye kisloty v kačestve smačivatelej tonkodispersnoj kvarcsoderžaščej pyli)

»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1971)3, str. 46—47, (rus.).

NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1972. 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 _____

NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1972. 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

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!

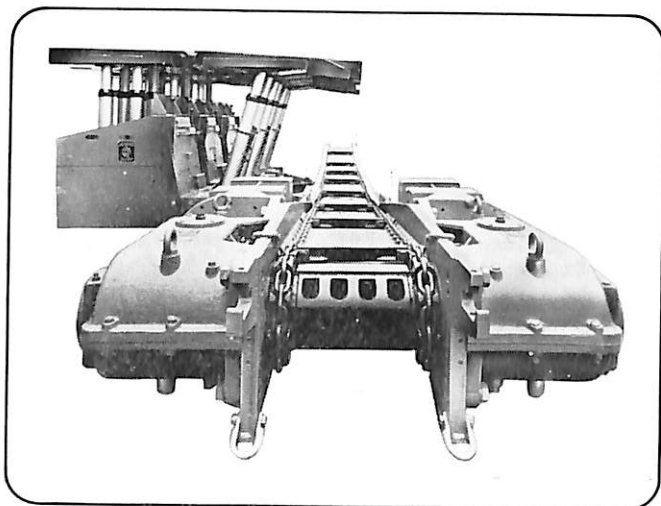
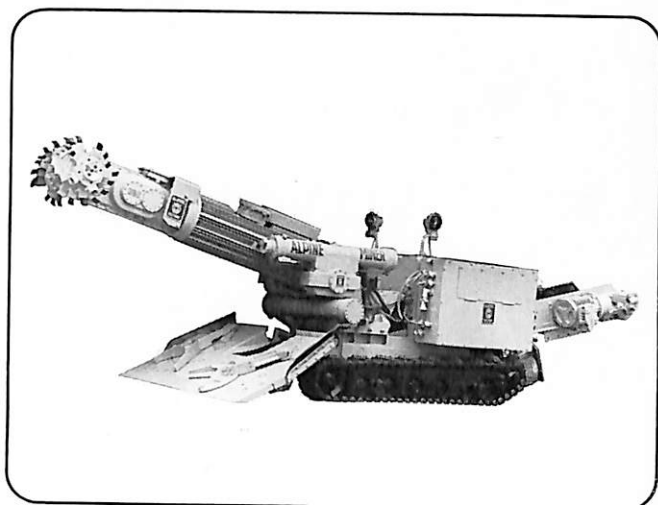
Cena oglasa je 1.200,00 ND 1/1 strana
900,00 ND 1/2 strane

Redakcija časopisa

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/cm² pritiska na čvrstoću



Hidrauličke podgradne okvire sa dvolančanim grabuljarima i svim dodatnim uređajima

Utovarače na pneumaticima od 1,25 m³ do 2,7 m³ 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 Montangesellschaft

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

NOVO!

NOVO!

NOVO!

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

U radu na rečniku učestvovali su najjemenentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

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 ima 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. — Rečnik se može dobiti i na otplatu — 4 rate.



BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H. RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Verständigung in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savlađivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



**World
Mining**

EDITED FOR THE
MINERALS MINING INDUSTRY OF THE WORLD



Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining... congratulations on your publication of this very useful reference work.

Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.

**SCHWERSCHMIEDEN HEUER
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN HAMMER 5868 LETMATHE — UNTERGRÜNE**

SEIT 1893



... teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

... saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.

BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleiben Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literatursauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmova je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obradivanjem.

ERZMETALL

Dieses Bergbauwörterbuch ist das Ergebnis jahrelanger Arbeit. Das ansprechend hergestellte und handliche Nachschlagewerk enthält mehr als 16.500 Fachausdrücke aus dem Bergbau, dem Hüttenwesen... Das erstaunlich vollständige Fachbuch enthält Begriffe wie »Abbaufont, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammenstellung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretan priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.

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.

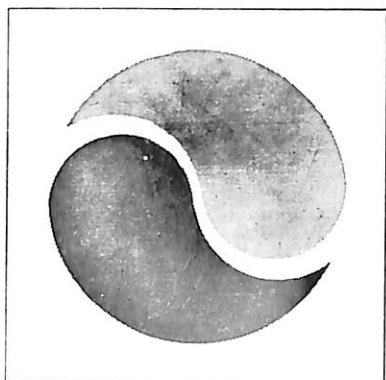
Pored redovnih mesečnih izdanja
GODIŠNJAK COLLIERY GUARDIAN-a
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak i dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,
COLLIERY GUARDIAN
Join Adam House
17-19 John Adam Street,
London W. C. 2.

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga

naša delatnost



NAFTAGAS

NAFTNA INDUSTRIJA

NOVI SAD

P. F. 337, TELEFON 53-322 TELEX 14-196

U OBLASTI INDUSTRIJE I RUDARSTVA:

Istraživanje nafte i gasa
Bušenje na naftu i gas
Proizvodnja nafte i prirodnog gasa
Osnovna prerada nafte i prirodnog gasa
Proizvodnja i prerada petrohemijskih i hemijskih proizvoda
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

U OBLASTI TRANSPORTA:

Transport nafte i gasa i njihovih derivata

U OBLASTI GRADEVINARSTVA:

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti proizvodnje
Transporta
Prerada nafte i gasa
Petrohemijske
Hemijske proizvodnje
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:

Proizvodnje
Transporta
Prerade i distribucije
Nafte i gasa, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i treća lica

U OBLASTI SAOBRAĆAJA:

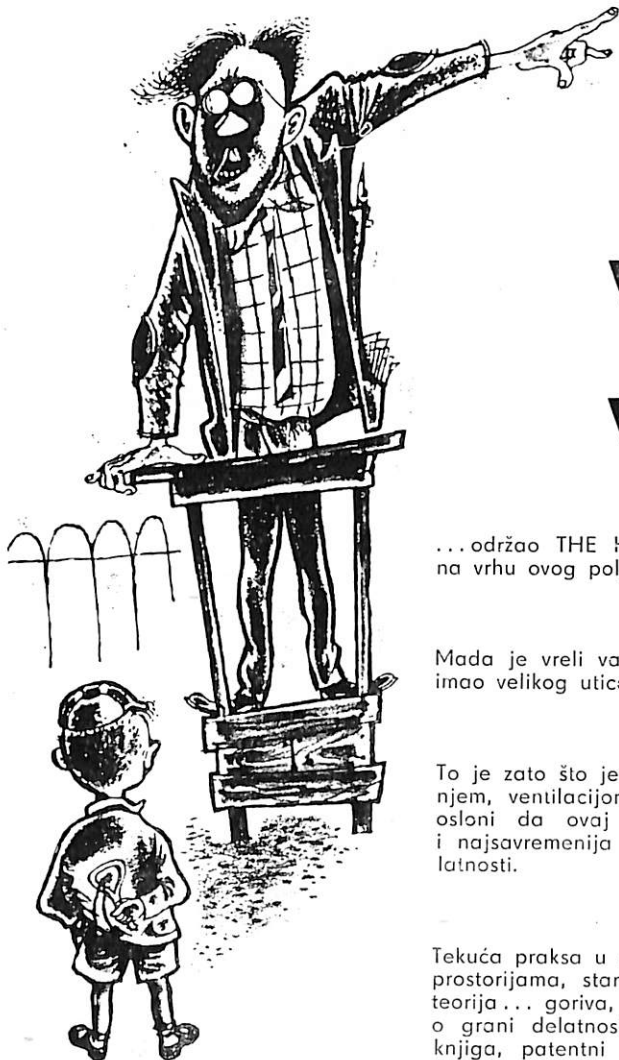
Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za sopstvene potrebe
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom saobraćaju
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom industrijskom koloseku

U OBLASTI TRGOVINE:

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gasa i uređaja za tečni gas (novih i polovnih)
Uvoz za sopstvene potrebe, izvoz sopstvenih proizvoda i vršenje investicionih radova u inostranstvu
Nabavka radi prodaje derivata nafte i prodaja derivata na veliko i malo, putem sopstvene prodajne mreže
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih organizacija
Reeksport nafte: derivata nafte (uvoz iste robe radi izvoza i direktan reeksport)

U OBLASTI USLUGA:

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istraživanja, proizvodnje i transporta nafte i gasa
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim radionicama
Vršenje laboratorijskih usluga
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva i
Popravak uređaja za gas.



nije VRELI VAZDUH

...održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vrela vazduh (i svež, hladan, suv i čist vazduh)
imao velikog uticaja na to!

To je zato što je svako ko ima bilo kakve veze sa grejanjem, ventilacijom i »er condišnom« uvek mogao da se osloni da ovaj časopis pruža najnovija, najpotpunija i najsavremenija obaveštenja o svakom aspektu ove delatnosti.

Tekuća praksa u svim područjima... fabrikama, poslovnim prostorijama, stanovima, rudnicima, brodovima. Principi i teorija... goriva, oprema, naučno-istraživački rad. Novosti o grani delatnosti... ljudima u toj delatnosti. Pregledi knjiga, patentni izvodi, raspoloživa literatura. Počev od vrhunskog praktičara do mladog početnika, svi mogu da nađu interesantne i vredne informacije u svakom mesečnom izdanju.

Slobodni smo da vas pozovemo da pogledate THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER. Uverićete se da se to isplatilo. Pišite za uzorni primerak na adresu:



THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
and Journal of Air Conditioning

11-13 Southampton Row,

London. W. C. 1.

ENGLAND



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD — ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 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 svet-ske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti..

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski Institut izdaje dva kvartalna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 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

-
- 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 691-223 (Teleks 11830 YU RI)
Poštanski fah 116.

RI

-
- 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. 691-223 — telex 11830 YU RI

RI
