



# SIGURNOST U RUDNICIMA

IX·1974·4

IX GODIŠTE  
4. BROJ  
1974. 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**

**Štampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad**

**GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK**

*Dipl. ing. IVO TRAMPUŽ, profesor univerziteta, Beograd*

**ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA**

*ABRAMOVIĆ prof. ing. VLADIMIR, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb*

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

*ČATOVIĆ dipl. ing. MAHMUT, Rudnik uglja, Kakanj*

*ČURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd*

*DURHA dipl. ing. KAVAJA, Rudarski inspektorat, Priština*

*GUCUNJA dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarsko-energetsko-industrijski kombinat „Kolubara“, Vreoci*

*HRASTNIK dr ing. JOŽE, Rudnik lignita, Velenje*

*JOVANOVIĆ prof. dr ing. GVOZDEN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd*

*JOVIČIĆ doc. dr ing. VESNA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd*

*KALUĐEROVIĆ dipl. ekon. TOMA, Rudarski institut, Beograd*

*KOHNE dipl. ing. EMIL, Zasavski premogovniki, Trbovlje*

*KOMNENOV dipl. ing. MILIVOJE, Rudarski inspektorat SR Srbije, Beograd*

*KOVĀČEVIĆ dipl. ing. VJEKOSLAV, Projektni biro srednjobosanskih rudnika, Sarajevo*

*MAJBORODA dipl. ing. ROSTISLAV, Rudarsko-topioničarski basen, Bor*

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

*MORAVEK dipl. ing. JOVAN, Rudarski institut, Tuzla*

*MUMINI dipl. ing. FADILJ, Rudnici »Kišnica« i »Novo Brdo«, Priština*

*NEDELJKOVIĆ dipl. ing. VLASTA, Naftagas, Novi Sad*

*OSTOJIĆ dipl. ing. MIRA, Rudarski inspektorat SR Crne Gore, Titograd*

*SAVIĆ dipl. ing. MILAN, Rudarski inspektorat, Novi Sad*

*SIMONOV dipl. ing. JOVAN, Rudarski inspektorat SR Makedonije, Skopje*

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

<b>PROF. DR ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ</b>	
Problemi sigurnosti i zaštite na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji SFRJ i zadaci Jugoslovenskog komiteta za sigurnost i zaštitu na radu — — —	5
Probleme der Arbeitssicherheit und schutzes im Bergbau, Geologie und Hüttenwesen in der SFRJ und die Aufgaben des Jugoslavischen Aus- schusses für die Arbeitssicherheit und — schutz — — — — —	9
<b>PROF. DR ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ</b>	
Problemi ventilacije u rudnicima — — — — —	10
Probleme der Grubenbeweterung — — — — —	11
Prikaz diskusije — — — — —	12
<b>DIPLO. ING. ŠTEFAN ZAGORIČNIK</b>	
Nevarnost plinskih izbruuhov v rudniku lignita Velenje — — — — —	16
Gasausbruchgefahr in der Lignitgrube Velenje — — — — —	24
<b>DR MR ING. ŽIVOJIN NIKOLIĆ</b>	
Karakter zaprašivanja vazduha u jamskim prostorijama tipa hodnika — — —	25
Character of Air Dustiness in Underground Mine Drives — — — — —	30
<b>DIPLO. ING. VLADIMIR IVANOVIĆ</b>	
Značaj postupka orosavanja za smanjenje zaprašenosti u rudnicima metala —	31
Importance of the Spraying Process for Reducing Dustiness in Metal Mines —	37
<b>PROF. ING. VLADIMIR ABRAMOVIĆ — DIPLO. ING. JOSIP KRSNIK</b>	
Poboljšanje sigurnosti rada na kamenolomima dolomita projektiranjem minira- nja s usmjerenim dubokim minskim bušotinama — — — — —	38
Verbesserung des Arbeitsschutzes in der Dolomit-steinbrüchen durch Projek- tierung der Sprengung mit gerichteten Tiefbohrlöchern — — — — —	44
<b>DR MR ING. DIMITRIJE DIMITRIJEVIĆ</b>	
Samozapaljivost ugljene materije u funkciji koeficijenta drobljivosti strukturo- loških elemenata »banovičkog uglja« — — — — —	44
Auto-allumage des matières houillères dans la fonction des coéfficiens struc- turologues des houilles de banovitchi — — — — —	48
<b>DOC. DR ING. JOZEF WANAT</b>	
Uticaj svesti o opasnosti na smanjenje broja nesrećnih slučajeva na radu i usa- vršavanje ljudskog faktora u rudarstvu — — — — —	49
Einfluss des Gefahrenbewusstseins auf die Verminderung der Zahl der Un- glücksfälle bei Arbeit und die Vervollkommnung des menschlichen Fak- tors im Bergbau — — — — —	56
<b>PROF. DR ŽIVKO STOJILJKOVIĆ</b>	
Preventivni aspekt stresa i straina u optimiranju sistema »čovek-mašina-radna- -sredina« — — — — —	57
Preventive aspect of Stress and Strain States in the Optimization of the System »Man-Machine-Working Environment« — — — — —	68
<b>DIPLO. ING. MILENKO ČUZOVIĆ</b>	
Podzemno radno mjesto, njegov uticaj na zdravstveno stanje rudara i produk- tivnost rada — dimenzije invalidnosti — — — — —	69
Underground Job, Its Influence on Miner's Health and Work Productivity — Dimensions of Invalidity — — — — —	73
<b>DIPLO. ING. MIHAJLO JOVIĆ</b>	
Kočenje transportnih i izvoznih postrojenja u rudnicima — — — — —	74
Braking of Haulage and Hoisting Units in Mines — — — — —	78
<b>DIPLO. ING. VIDO MARTINOVIĆ</b>	
Kvantitativna analiza jamskog vazduha pomoću analičke interferometrije — —	79
Quantitatitivanalyse der Grubenluft mit Hilfe analytischer Interferometrie— —	84
B i b l i o g r a f i j a — — — — —	85
STATUT Jugoslovenskog Komiteta za sigurnost i zaštitu na radu u rudarsvu, geologiji i metalurgiji — — — — —	89

# Problemi sigurnosti i zaštite na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji SFRJ i zadaci Jugoslovenskog komiteta za sigurnost i zaštitu na radu

Prof. dr ing. Gvozden Jovanović

*U nastojanju da se još više pokrenu i uključe u ostvarenje razvoja Jugoslavije i ciljeva za koje se jugoslovensko društvo zalaže radi izgradnje socijalističkog samoupravnog društva, Savez inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije odvija svoju aktivnost u stručnim komitetima za specijalne oblasti i delatnosti pojedinih struka, koji se unutar organizacije saveza ostvaruju sa zadatom da podstiču naučnu i stručnu aktivnost u pomenutim strukama u cilju daljnjega razvijanja rudarstva i unapredjenja tehnologije, sigurnosti proizvodnje i prerade mineralnih sirovina, kao i afirmacije stručnjaka u njihovim specijalnostima. Osnovani su i već uspešno deluju komiteti za inženjersku geologiju, hidrogeologiju i geofiziku, za pripremu mineralnih sirovina, za površinsku eksploataciju, i za rudarsku merenja.*

16. V 1973. godine održana je Osnivačka skupština Komiteta za sigurnost i zaštitu na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji, koji je posle osnivanja svoju aktivnost započeo održavanjem Simpozijuma o ventilaciji u rudnicima\*).

Prof. dr ing. Gvozden Jovanović, kao predsednik inicijativnog odbora za osnivanje Komiteta, održao je na Osnivačkoj skupštini uvodni referat, u kome su izloženi problemi u pomenutim delatnostima i objašnjeni ciljevi i zadaci Komiteta, a koji se u ovom članku u celosti objavljuju.

Eksploracija mineralnih sirovina, a dobrom delom i geološki radovi i metalurgija, predstavljaju specifične oblasti ljudske aktivnosti, u kojima i priroda i tehnički procesi, ispoljavaju vrlo širok spektar ugrožavanja, kako na radnike, direktnе učesnike u ovim aktivnostima, tako i na čovekovu sredinu i društvena dobra u opštem smislu reči.

Ugrožavanje radnika i društvenih dobara, bez sumnje najviše dolazi do izražaja u rudnicima sa podzemnom eksploracijom mineralnih sirovina. Složeni prirodni uslovi, stalno povećanje dubine eksploracije, forsirano uvođenje tehničkih inovacija, i orientacija na sve veću koncentraciju i masovnost proizvodnje, osim poznatih klasičnih vrsta ugro-

žavanja, uzrokuje kod nas u ovoj delatnosti intenzivno iskršavanje novih problema u oblasti bezbednosti rada, među kojima se naročito ističu: veliki podzemni pritisak, veliki prinos u radnu okolinu opasnih gasova i prašina, prisustvo u radnoj okolini produkata radioaktivnih raspada, veliki prinos topote, buka, vibracije, primena mašina velikih gabarita i velikih brzina kretanja, mašina pogonjenih visokim električnim naponom ili motorima sa unutrašnjim sagorevanjem i drugo.

Neki od ovih aspekata ugrožavanja radnika javljaju se u velikoj meri i u površinskoj eksploraciji, pri eksploraciji tečnih i gasovitih sirovina kao i u geološkim i metalurgijskim delatnostima. Iz ovih izvora, međutim,

\* ) Prikaz rada Osnivačke skupštine i Simpozijuma o ventilaciji u rudnicima objavljen je u broju 1/1974. »Sigurnosti u rudnicima«.

znatno je ispoljenje ugrožavanje čovekove sredine, a pre svega, za biološki opstanak čoveka, njenih najvažnijih komponenti: podzemnih i površinskih voda, vazduha i ziratnog zemljишta.

Industrijska eksploatacija čovekovog zdravlja i ugrožavanje njegovog života uopšte, u modernom potrošačkom svetu, sve više postaje simptom dubokih socijalnih protivrečnosti. Svođenje radnika na robu, na sredstvo za oplodnju kapitala, redukcija njegovih duhovnih i fizičkih snaga, i bezobzirno ugrožavanje čovekove životne sredine, odvijaju se po istoj logici.

Intenzivirajući industrijski razvoj, a u okviru njega i proizvodnju i preradu mineralnih sirovina, ni mi u Jugoslaviji nismo posvetili odgovarajuću pažnju, da ispoljeni materijalni progres bude propraćen najmanje mogućim čovekovim ugrožavanjem i ugrožavanjem sredine u kojoj živi.

Neznanje, a naročito oskudno prethodno upoznavanje pojave koje bi sa stanovišta zaštite mogle da prate uvođenje novih tehnologija, kao i neodgovorno ponašanje prema čoveku-radniku i njegovoj radnoj okolini uopšte, važni su razlozi što su proizvodnja i prerada mineralnih sirovina u nas, u posleratnom periodu bile propraćene teškim katastrofama, velikim brojem povreda i profesionalnih oboljenja i ogromnim materijalnim štetama.

Komercijalizacija proizvodnje je faktor koji, takođe, ozbiljno doprinosi stanju zaštite na radu u našim industrijskim granama. Ona se učestalo potencira i od nekih rudarskih i geoloških stručnjaka, iako u nauci i svim sferama humanih ljudskih odnosa, odavno nije sporno, da se društveno-ekonomičnom, tj. društveno opravdanom može smatrati samo ona proizvodnja, koja uz najveću društvenu produktivnost najmanje bioenergetski iscrpljuje čoveka.

Povrede na radu, a naročito profesionalna oboljenja, kao posledica komercijalizovane proizvodnje, svode se u nekim slučajevima na nivo poslovne tajne radnih organizacija i sve manje su pod lupom naučne i društveno-ekonomске kritike i društvenog angažovanja u njihovom otklanjanju.

Smrtnе nesreće, povrede na radu, profesionalna oboljevanja radnika i učestale indu-

strijske havarije, nastale zbog raznih uzroka, stoje u vrlo nepovoljnoj razmeri, prema ulaganjima izvršenim u proizvodnu tehnologiju, odnosno prema ulaganjima koja se u društveno-materijalnom bilansu vode kao troškovi zaštite na radu.

Radna snaga rудarstva učestvuje u ukupnom broju zaposlenih u rудarstvu i industriji Jugoslavije sa 9,5 odsto. U ukupnom povredivanju radnika rудarstvo međutim učestvuje sa 17,5 odsto, a sa smrtnim povredama sa oko 45 odsto.

Samo u periodu 1966-1970. godine u rudnicima uglja smrtno je nastradalo 194, a povredeno 65.266 radnika. Zbog povreda na radu u ovim rudnicima u tome periodu izgubljeno je oko 1.240.000 radnika — dana. Broj, vrsta i posledice profesionalnih oboljenja, nažalost još ni približno nisu utvrđeni, ali se ocenjuje, da je u ovoj proizvodnji, zbog njih u istom periodu izgubljeno oko 712.000 nadnica.

Posledice uslova rada i stanja zaštite na radu u rudnicima uglja samo su prividno najaktuellerije i najakutnije. U ovoj proizvodnoj delatnosti one su najurednije statistički evidentirane, i stoga javnoj analizi najdostupnije. Tvrdimo, na osnovu izučavanja reprezentativnih slučajeva, da je u nekim oblicima ugrožavanja čoveka i njegove sredine, a naročito u sferi profesionalnog oboljevanja i profesionalnih smrtnosti, situacija u mnogim rudnicima metala i nemetala i pojedinim pogonima za obogaćivanje i metaluršku preradu mineralnih sirovina, daleko teža i ljudskim, socijalnim i materijalnim posledicama bremenitija.

Koncentracija radona, i njegovih potomaka u okolini nekih rudarsko-metalurških preduzeća je za 10-1000 puta veća od njegovih prirodnih vrednosti u slobodnoj atmosferi.

Integrисани rudarsko-metalurški kombinat bakra, pri proizvodnji i preradi 12 miliona tona rude bakra, u životnu sredinu godišnje unosi:

- oko 60.000 tona aerosoli, različito škodljivog dejstva na čoveka i njegovu životnu sredinu,
- oko 75 miliona tona eksplatacione i flotacijske jalovine, zgure i drugih otpadnih materijala,
- oko 16 milijardi kubnih metara škodljivih gasova nastalih kao produkt rudske eksplatacije i metalurške prerade rude.

Dimnjaci rafinacije olova kapaciteta oko 100.000 tona emituju u atmosferu 40 — 50 tona clevne prašine godišnje.

Termoelektrana, u kojoj se godišnje sago-reva 1 milion tona uglja, emituje u životnu sredinu od 20 — 40 miliona kilograma sumpor-dioskida, zavisno od sadržaja sagorivog sumpora. Koje će sve opasnosti ispoljavati nuklearne elektrane, ni razvijenim zemljama još nije poznato.

Pretpostavljamo da se samo iz naših delatnosti, tj. iz proizvodnje, obogaćivanja i tehnološke prerade mineralnih sirovina, u vodene tokove godišnje ispušta preko 1,8 miliardi kubnih metara otpadnih voda, zagadenih raznim mehaničkim nečistocama, flotacijskim reagensima, fenolima, produktima radioaktivnih raspadanja i drugim.

Prema objavljenim rezultatima istraživanja Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu pri Rudarskom institutu u Beogradu, u nekim rudnicima metala čija radna sredina sadrži slobodan silicijum dioksid, prosečna starost radnika pri odlasku u invalidsku penziju zbog silikoznih oboljenja iznosi 43—45 godina. Radni staž ovih radnika na poslovima za koje su se okvalifikovali iznosi svega 8 — 10 godina, a do invalidskog penzionisanja „uteha“ im je što se kao već oboleli prevode na lakše poslove.

Nemamo razloga da situaciju u drugim delatnostima, naročito onima u vezi sa obradom, drobljenjem, mlevenjem, klasiranjem i aglomeriranjem mineralnih sirovina smatramo u ovom pogledu manje teškom i manje značajnom.

Uslovi rada i življenja u našim industrijskim delatnostima i posledice ovih uslova su jedan od retkih domena u kojima nema dileme, da li možemo da budemo zadovoljni postojećim stanjem. Samo aktivan odnos svih društvenih struktura prema ovom problemu, može eliminisati posledice zaostalosti u ovoj oblasti, neodgovoran odnos prema sigurnosti rada i naglašenu eksploataciju ljudskog zdravlja.

U protivurečnosti, da čovek u današnjem stepenu razvoja civilizacije ne može da se liši rudnog blaga i da uslovi njegovog iskorišćavanja i pretvaranja u materijalna dobra predstavljaju neizbežne potencijalne izvore čovekovog ugrožavanja i stalnu pretnju njegovoj sredini, sadržan je značaj našeg naučno-stručnog okupljanja.

Pri rešavanju prisutnih problema u zaštiti čoveka-radnika, njegove radne okoline i životne sredine, neosporno je da nauka i tehnologija mogu da odigraju značajnu ulogu. Krajnji je trenutak da se njihov doprinos potrošačkom razmahu ove generacije počne da usmereno koristi kako radi njenog spasavanja tako i radi zaštite generacija koje izrastaju, u prvom redu radi otkrivanja, a zatim suzbijanja i otklanjanja opasnosti koje su tu ili se vizionarski naziru. Na nas, okupljene na ovoj Skupštini, otpada ne mali ideo u rešavanju ovih problema, a na tehnologizma velika odgovornost za krajnje efekte ovog angažovanja.

Oko 6.000 rudarskih, geoloških i metalurških stručnjaka, koliko je samo u posleratnom periodu diplomiralo na našim visokim i srednjim školama, trebalo je da u našim kvantitativnim proizvodnim odnosima, predstavlja solidnu kvalitativnu osnovu za već davno prevazilaženje ovih nagomilanih teškoća. Zašto to nije slučaj i zašto smo sve ozbiljnije suočeni sa ovim problemima?

Od mnogih uzroka, kao najbitniji ističu se sledeći:

- Nerešen društveno-ekonomski položaj rudarstva, geologije i metalurgije u opštedruštvenom sistemu, a naročito onih komponenti, koje regulišu materijalni položaj ovih grana u društvu, i dugoročno planiranje njihovog razvoja.
- Koncipiranje objekata i tehnologije i izbor opreme u ovim industrijskim grana ma, isključivo na tehno-ekonomskim osnovama i zaštiti zasnovanoj uglavnom na čoveku, kao odlučujućem faktoru u obezbeđenju sigurnijih radnih uslova.
- Tehnika i tehnologija zaštite su u našoj proizvodnoj tehnologiji nesumnjivo najzaostalije faze, kako integralnih, tako i pojedinačnih proizvodno-tehnoloških procesa.
- Potpuno odsustvo sistematske pripreme, obuke i permanentne nadgradnje radnika, naročito onih zaposlenih u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom.
- Dekoncentracija kadrovskih snaga i materijalnih sredstava u naučno-istraživačkom stvaralaštvu i spora, često i potpuno uskraćena, razmena stručnih i naučnih informacija i iskustava između

- naučno-istraživačkog stvaralaštva i proizvodnje i unutar same proizvodnje.
- Statičnost, nepotpunost i neusklađenost tehničkih propisa sa napretkom u tehnici zaštite i društveno tolerisanje posledica nedovoljne zaštite.

Mnogi od nas, okupljeni na ovom skupu, podsticani entuzijazmom i ljubavlju prema ovoj problematici, doprineli su da sigurnost i zaštita na radu u poslednjih nekoliko godina i kod nas počne da izrasta u važnu naučnu i tehničku disciplinu. Za oko 300 rudarskih, geoloških i metalurških inženjera i tehničara koliki broj smo uspeli da do sada evidentiramo, ova oblast je postala životni poziv. Specijalizacije, magistrature i izrade doktorskih disertacija po tematici iz ove oblasti, sve više privlače pažnju, ne samo stručnjaka ove naučne oblasti već i drugih naučnih i stručnih disciplina. Na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, naučna oblast ventilacije i tehničke zaštite ima najveći broj studenata III stepena. Na ovom Fakultetu formirana je za redovne studije samostalna Katedra za ventilaciju i tehničku zaštitu u rудarstvu. Pri Rudarskom institutu u Beogradu, razvijen je snažan istraživački centar za izučavanje u ovoj oblasti.

Slična jezgra razvijena su ili se razvijaju i pri Institutu za rudarska, hemijska i tehnološka istraživanja u Tuzli, pri Rudarskom institutu u Skoplju, pri službi razvoja u Rudarsko hemijskom kombinatu Trepča, pri Rudarskom institutu „Hasan Brkić“ u Zenici, u Saveznom centru za obrazovanje rudarskih kadrova u Tuzli i drugim industrijskim istraživačkim centrima u zemlji.

Sve ovo, uz prisustvo stručnjaka našeg poziva u privredi i interdisciplinarno sprezaњe sa drugim istraživačkim i stručnim institucijama, pruža mogućnost da u jednom organizovanijem pristupu nego do sada, ne samo odgovorno i stručno rešavamo probleme u oblasti zaštite na radu, već i da ubedljivije utičemo na one društvene sfere, koje su zadužene da u ime našeg socijalističkog samoupravnog društva Ustavom proklamovanu zaštitu čoveka i osiguranje njegove budućnosti u praksi potvrđuju.

Upravo zbog toga i radi toga, na prvom sastanku našeg Inicijativnog odbora, kome je prisustvovalo 25 stručnjaka iz raznih preduzeća, instituta i fakulteta iz svih krajeva naše zemlje, ideji našeg udruživanja u Komitet data je puna i bezrezervna podrška. Ovaj skup i vaše prisustvo na njemu je još snažniji dokaz opravdanosti podstaknute ideje i garantija da ćemo u solidarnoj i kolegijalnoj atmosferi stvaralački raditi u rešavanju ove naglašeno akutne problematike u našim industrijskim granama.

Ciljevi i zadaci Komiteta bliže su sadržani u Nacrtu statuta\*), koji se ovoj Skupštini predlaže na usvajanje. U okviru ovog izlaganja mogu se kao bitni izdvojiti sledeći momenti:

- Aktivno angažovanje na problemima rešavanja dugoročnog materijalnog položaja rudarskih, geoloških i metalurških radnika, i dugoročnog planiranja razvoja ovih industrijskih grana, kao osnova za celishodno rešavanje optimalne sigurnosti i zaštite na radu.
- Aktivno angažovanje na doslednoj primeni principa permanentnog obrazovanja radnika i stručnjaka, kao bitnog preduslova za pravovremeno otkrivanje izvora uzroka ugrožavanja, suzbijanja ugrožavanja i ponašanja ugroženih u fazi ispoljenih opasnosti.
- Afirmisanje sigurnosti rada, kao naučne i stručne discipline, i svih drugih naučnih i stručnih disciplina, koje u interdisciplinarnoj naučnoj i stručnoj saradnji mogu da doprinose unapređenju sigurnosti i zaštite na radu i životne sredine uopšte.
- Uvođenje tehničkih inovacija, unapređenje organizacije zaštite na radu i usavršavanje tehnike sigurnosti, a pre svega one od preventivnog značaja rukovođeni narodnom poslovicom „da je bolje sprečiti nego lečiti“.

\*) Statut Jugoslovenskog komiteta za sigurnost i zaštitu na radu u rудarstvu, geologiji i metalurgiji, koji je donela Osnivačka skupština Komiteta, održana 16. V 1973. g. u Zenici objavljen je u prilogu ovoga broja časopisa.

- Ostvarivanje prava, da se sigurnost i zaštita na radu priznaju, kao polazni tehnički a i ekonomski kriterijumi za koncipiranje proizvodno-tehnološkog modela pogona i odvijanje tehnološkog procesa proizvodnje.
- Aktivno angažovanje na dezavuisanju uzurpirane institucije „više sile“ kao sve češćeg uzročnika nesreća na poslu i pogonskih havarija i nasuprot tome vođenje aktivne borbe za dosledno naučno i stručno obrazovanje svih ispoljjenih pojava i posledica.
- Aktivno angažovanje za široku razmenu svih naučnih i stručnih saznanja, dostignuća i iskustva, putem specijalizovanih domaćih i međunarodnih naučnih skupova, simpozijuma i saveto-
- vanja, javnih naučnih i stručnih publikacija.
- Jugoslovenski simpozijum o ventilaciji u rudarstvu i industriji kojim je propraćena ova Skupština je prvi doprinos ovom angažovanju.
- Aktivno angažovanje na usavršavanju tehničkih propisa i propisa o zaštitnim merama i očuvanju jedinstvene jugoslovenske tehničke regulative, kao osnova jedinstvenog jugoslovenskog tržišta.

Verujemo, da ćemo u ostvarivanju postavljenih ciljeva i njihovoj daljoj nadgradnji, naići na punu podršku članova Komiteta i našeg strukovnog Saveza u celini, a posebno na podršku svih samoupravnih, upravnih i informativnih struktura u našoj zemlji.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### **Probleme der Arbeitssicherheit und -schutzes im Bergbau, Geologie und Hüttenwesen in der SFRJ und die Aufgaben des Jugoslavischen Ausschusses für die Arbeitssicherheit und — schutz**

Prof. Dr. Ing. G. Jovanović\*)

Anlässlich der Versammlungsabhaltung des Jugoslavischen Ausschusses für die Arbeitssicherheit und -schutz im Bergbau, Geologie und Hüttenwesen sind die Probleme in den einleitenden Ausführungen die im Zusammenhang mit rascher Entwicklung des jugoslavischen Bergbaues und Hüttenwesens stehen, d. h. die Probleme der Gewinnung minderwertiger Kohlen und ärmerer Erze, die in grösserer Tiefe und unter ungünstigeren Arbeits- und Gesundheitsbedingungen abgebaut werden, dargestellt. Im Zusammenhang damit wurde das Ziel und die Aufgaben des neugegründeten Ausschusses für Arbeitsschutz- und -sicherheit ausgelegt.

---

\* Prof. dr ing. Gvozden Jovanović, Rudarsko-geološki fakultet — Beograd

# Problemi ventilacije u rudnicima

Prof. dr ing. Gvozden Jovanović

*Simpozijum o ventilaciji u rudnicima, održan je 16. i 17. maja 1973. godine u Zenici, otvorio je prof. Jovanović uvodnim izlaganjem o problemima ventilacije u rudnicima, koje se u celosti objavljuje u ovom članku.*

„Nije slučajno, koleginice i kolege, što smo za prvu manifestaciju rada i delovanja Komitea uzeli temu — ventilacija u rudarstvu, geologiji i industriji. Dugi niz godina u dosadašnjem razvoju rudarstva i vrlo dugo u njegovom daljem razvoju, ventilacija će predstavljati i označavati osnovni element bezbednosti rada u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom i u podzemnom radu uopšte. U novije vreme iskrasavaju i sve složeniji problemi, vezani za provetranje naših površinskih kopova, kao i za provetranje industrijskih objekata uključenih u proizvodni proces rudarsko metalurških pogona.

Mislim da delim vaše mišljenje, ako povdučem, da ventilaciji kao značajnoj naučnoj i stručnoj disciplini, kao značajnom sigurnosnom i ekonomskom elementu proizvodnje moramo u programiranju rekonstrukcije i izgradnje novih objekata da izborimo pravu vrednost.

U vezi sa tim želim da na ovom simpozijumu prvo razjasnimo neke vrlo prisutne pojave i ponašanje u našoj projektanskoj i proizvodnoj praksi. Najteži slučaj tog ponašanja bez sumnje je, da se najjednostavnije izrazim, kalemjenje ventilacije na tehnološki već oblikovane i uglavnom potreбama transporta predodređene modele rudnika. Jasno je, da tu nastaju veliki problemi i to ne samo vezani za obezbeđenje zadovoljavajuće sigurnosti rada, već i oni koji se odnose na investicije i ekonomiku rudarske proizvodnje u opštem smislu te reči. Obično, oni do izražaja dolaze nekoliko godina kasnije, tj. u formiranju i razvoju rudarskog kapaciteta.

Sve češći je slučaj, da nam upravo zbog takvog odnosa proizvodni modeli rudnika vrlo brzo postaju proizvodno ograničeni u prvom redu zbog uskih grla u ventilaciji, i problema zbog kojih je i kojima je ventilacija namenjena.

Mnogi od vas znaju da upravo ventilaciona situacija limitira proizvodni kapacitet stare jame u Zenici. Za jedan od brojnih navodim i primer rudnika Stari Trg — RMHK Trepča, za koji su osnovni problemi današnjeg kapaciteta, a i budućeg, upravo ventilacioni problemi. Hteli ili ne, da bi se proizvodnja ne samo povećala već i održala u rešenje ventilacije i ventilacionih problema morale su se sada u ovom rudniku uložiti nove milijarde dinara, znatno više nego da su ti problemi pravovremeno sagledani i pravovremeno uzeuti u obzir.

Drugo, u području ventilacije sve češće se susrećemo sa novim problemima. Tu je pre svega problem uvođenja velikih količina vazduha u jame sa velikim protočnim brzinama, zatim problem provetranja tzv. brdskih rudnika, problem provetranja dubinskih kopova, a već se ispoljavaju i ozbiljni problemi provetranja industrijskih pogona. Oprema pogonjena pomoću motora sa unutrašnjim sagorevanjem, nalazi sve češću primenu u rudarstvu razvijenih zemalja. Ovaj proces sigurno neće mimoći ni rudarstvo naše zemlje. Pred ventilaciju i gasnu dinamiku taj proces će isturiti nove zadatke, posebno iz razloga što će upotreba dizel-opreme zahtevati rudničke prostorije velikih profila.

Ako već sagledavamo nove probleme, a nismo u potpunosti savladali postojeće — jer na primer, još uvek imamo rudnike u kojima je ventilacija zasnovana na prirodnoj depreziji — onda su stručni problemi koji stoje pred ventilacijom vrlo značajni, vrlo obimni i vrlo složeni. Sigurno da se ti problemi i razrešavanje te problematike ne može i neće razrešiti na ovom Simpozijumu.

U tom pogledu posebna odgovornost leži na našoj naučnoj aktivnosti, koja može postići svoj cilj samo ako prethodi praktičističke potrebe industrije, što će reći, ako svojim pravovremenim saznanjima i otkrićima utire put projektantskim rešenjima i njihovim realizacijama.

Verujem da će ovaj skup naći puteve da odgovorno radi na ovim suštinskim najznačajnijim problemima sigurnosti i zaštite na radu".

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### **Probleme der Grubenbewetterung**

Prof. Dr. Ing. G. Jovanović\*)

In diesem Artikel hat in seinen einleitenden Ausführungen Prof. Dr. Ing. G. Jovanović anlässlich der Abhaltung des I. Jugoslavischen Symposiums über Grubenbewetterung, in dem die Wetterführungsprobleme jugoslavischer Bergwerke ausgelegt werden, einige Richtlinien zur Lösung dieser Probleme gegeben.

---

\*) Prof. dr ing. Gvozden Jovanović, Ruda rsko — geološki fakultet — Beograd.

ventilacije prof. Teply u celosti podržava uvodne konstatacije prof. dr Jovanovića, da je prilikom projektovanja ventilacija prilično zanemarivana. Optimalizaciju ventilacije mora rešavati projektant tehnologije eksploatacije mineralnih sirovina istovremenim usklajivanjem sa projektom ventilacije, dok se ne pronade varijanta sa najpovoljnijim rešenjem ekonomičnosti eksploatacije i optimalizacije ventilacije kako je napred izloženo. — Povezujući projektovanje sa planom odbrane, nagašava da se projekat mora proučavati s obzirom na havarije koje se mogu u ventilaciji desiti, i metodama kompjuterskog obračunavanja, kako u svom referatu predlaže dr Vujec, pronaći kritične tačke u projektu. Na osnovu toga moraju se izvršiti odgovarajuće ispravke u samom projektu, ili prilikom izvođenja radova. U planu odbrane mora biti određeno, koje se mere u pojedinim kritičnim slučajevima moraju preduzeti. — U vezi referata doc. ing. V. Jovičić „Primena virtualnih temperatura“ prof. Teply smatra da se gubitak topotne depresije ne može računati po termodinamičkom zakonu stanja gasova sa gasnom konstantom 29,2 za suvi vazduh, jer bi isti važio samo kad bi svi faktori u ovom zakonu bili konstantni od ulaza vazduha u jamu do njegovog izlaza. Pošto se sastav i stanje vazduha, a time i njegova gasna konstanta, na prolazu kroz jamu stalno menja do njegovog izlaza iz jame, to se pri računanju gubitka depresije mora računati sa gasnom konstantom kao funkcijom promena vazduha na prolazu kroz jamu. Iz istih razloga u referatu o „Uslovima ventilacije u rudniku Blagodat“ mr. ing. A. Čović određivanje prirodne depresije, po dijagramu visina — temperatura Goropajeva, samo je približno.

Po iznesenim, kao i po primedbama i pitanjima koja su postavili ing. Kovačević i prof. dr Jovanović na neke referate, autori su u diskusiji objasnili svoje postupke i stavove. Dipl. ing. S. Šešović u diskusiji u vezi sa svojim referatom „O poboljšanju uslova u Staroj jami u Kaknju“ problem je rešavao rekonstrukcijom ventilacione mreže i ublažavanjem dodatnih otpora u smislu izlaganja prof. Teply-a, a osim toga (prof. Jokanović) i ugradnjom na postojeći još jednoga ventilatora kao hitno privremeno rešenje pitanja smanjenja sadržaja metana u izlaznoj vazdušnoj struci, da ne bi Rudarska inspekcija obustavila rad odnosno zatvorila jamu. Rekonstrukcijom i ugradnjom ventilatora kapacitet ventilacije je povećan za 33 odsto. Trajno

definitivno rešenje problema provetrvanja zapadnog revira Stare jame u vezi sa perspektivnim razvojem jame i kriterijuma za određivanje depresije i količine vazduha predmet je narednog projekta koji izrađuje Rudarski institut.

Ventilacija u jamama rudnika Kreka Banović (ing. Selić) projektovana je kriterijumima za određivanje količine vazduha i depresije, priznatim u našoj i stranoj literaturi, i to s obzirom na broj ljudi, sprečavanje trovanja požarnim gasovima, razređivanje i odvođenje gasova posle miniranja, odnosno metana gde se pojavljuje. Prof. dr Jovanović napominje da se u uslovima ovih rudnika mora izići iz rutinskih okvira.

Plan odbrane koji se zasniva na brzom obračunu vetrenih mreža u slučaju havarije u ventilaciji, a koji u svom referatu predlaže dr. ing. Slavko Vujec, u praksi nije isprobان, a u jugoslovenskoj literaturi niti obrađen. Autor je pri obradi svoga predloga koristio podatke o toplinskoj depresiji iz poljske stručne literature. Što se tiče tačnosti određivanja požarnih parametara, čija veličina zavisi od veličine i intenziteta požara, u svetskoj literaturi a naročito američkoj, mogu se dobiti prilično pouzdani podaci o veličini depresija, temperature na izvoru požara, a na osnovu toga može se analitički izračunati tačan raspored specifičnih težina vazduha te dalje i topotna depresija. U referatu obrađen metod može se jednostavno primeniti, jer obračun sa malim kompjuterom za jedan slučaj simulirane havarije traje dve minute a troškovi za to iznose oko 2000 st. din., — dok bi 50 simuliranih varijanti na ventilacionoj mreži 10 m<sup>2</sup> po starim metodama morao računati jedan inženjer oko jedne do tri godine, pa je zato takav metod praktično bio nemoguć. Cilj je referata bio da ukaže na to da postoje aparati, jednačine i literatura, ali da se ni jedan plan odbrane ne zasniva na takvom metodu proračuna. Zato autor predlaže da Komitet za sigurnost i zaštitu pri radu pokrene uvođenje u referatu predloženog metoda.

Mr. ing. A. Čović u diskusiji napominje da je pri obradi referata merila samo temperature, dok je količina vazduha, u uslovima prirodnog provetrvanja rudnika brdskoga tipa, vrlo promenljiva, naročito između zime i proleća, pa se nije mogla izmeriti. Količina vazduha iznosi nekoliko stotina kubnih metara u minutu.

Doc. ing. V. Jovičić je u vezi svoga referata napomenula da je prilikom obrade računala sa molekularnom masom azota 28,016 po Mendeljejevu i Njegovantu, a koja se navodi u svim klasičnim udžbenicima, jer su joj se sa ovom svi rezultati složili. Zato nije prihvatile ni molekularnu masu po Ošenduškom — koji razlikuje, prema izlaganju ing. Kovačevića, molekularnu masu azota 28,13 i molekularnu masu vazdušnog azota 28,16. Autor argon posebno obračunava i to sa molekularnom masom 38,944 po Mendeljejevu i Njegovantu, a ne po Bistroru i Ošenduškom 39,9948 za koju ne zna izvor. Iako razlike nisu velike, one mogu doći do izražaja u greškama kod računanja sa 6,8 ili deset decimala. U vezi sa pomenutim računima autor iznosi svoje iskustvo u računanju virtualnih temperatura kompjuterom, pri čemu može doći do većih grešaka, naročito sa stonim računarima, ako nije usvojena odgovarajuća metodika.

Dipl. ing. R. T a n a s k o v i c prilikom projektovanja „Zagrevanja ulaznog vazduha u oknu Plandište u Kaknju”, kada rešavajući problem, da vazduh usled uzgona ne izđe iz jame polazi od toga, — s obzirom na specifičnost ušća okna nulte depresije i s obzirom na činjenicu da uzgon vazduha nije tako velik jer se temperatura kreće oko  $10^{\circ}\text{C}$ , — da postavljanjem vazdušne zavesa sa recirkulacijom, brzine vazduha oko  $12 \text{ m/sec.}$ , praktično onemogućuje da topli vazduh prodre gore, jer usled delovanja zavesa vazduh dospeva u polje sve većeg uticaja depresije glavnog ventilatora i odlazi u jamu. Za vazdušnu zavesu sa recirkulacijom opredelio se, jer kod iste ne nastaju vrtlozi kao kod otvorene zavesa, pa se zato postižu veći efekti, i sprečava da se u određenim situacijama stvara uzgon prema atmosferi. Detaljni proračuni, za koje postoji literatura, nisu izvršeni, ali su zavesa i ventilator dimenzionisani na osnovu literaturnih podataka. Razmotrena su i druga rešenja zagrevanja vazduha, ali s obzirom na specifičnost ušća, na primer izolacija okna prema atmosferi limom stvarala bi u oknu probleme u vezi sa kontrolom koša, — ili rešenjem sa zgradom oko ušća okna sa dvostrukim vratima ne bi se mogao održati vazdušni režim zbog prolaza radnika, dok spuštanje mlaza vazduha na niže u okno preko perforifane cevi, takođe, ne predstavlja neko bolje rešenje

od usvojenoga. Ing. Kovačević smatra, da je rešenje ing. Tanaskovića interesantno, jer traži malo energije (oko  $3 \text{ kW}$ ), a osim toga ovo rešenje je bezbednije od zagrevanja dela ulaznoga vazduha na visoku temperaturu, — kako je to video u Poljskoj — i koje se mora oprezno sprovoditi da ne bi vrući mlaz vazduha udario na radnike u košu. Ing. Majboroda u svojoj diskusiji, takođe, podržava rešenje ing. Tanaskovića, jer se istim obezbeđuje odgovarajuća temperatura vazduha koja sprečava zaledivanje okna i poboljevanje radnika od hladnoće. To je dokazalo i rešenje zagrevanjem vazduha u Boru uređajem sa tangencijalnim sistemom zagrevanja pomoću grejnih tela, izrađenim prema ruskoj literaturi, a koji je uz relativno niske troškove izrađen 1968. godine vlastitim sredstvima rudnika, sa stručnjacima fakulteta i rudnika. Napominje da postoje i druga rešenja, koja predstavljaju prelaz kondicioniranju, kao npr. u Kanadi: ulazni hladni vazduh se zimi uvodi u velike komore sa vodenim tuševima u blizini okana u kojima se voda smrzava, a kroz iste komore se leti uvodi topao vazduh da bi se rashadio. Taj sistem u Kanadi je moguć, jer leto traje 6 meseci kao i zima, dok bi se u našim klimatskim uslovima teško mogao primeniti.

Dipl. ing. Pejčinović u dopuni svoga referata informiše u diskusiji da prva faza uređenja ventilacije kako je prikazano u njegovom referatu nije ostvarena, ali na principu istoga rešenja, originalnim teoretskim pristupom razmatranjima problema u više varianata i preračunavanjem pomoću kompjutera rešena je ventilacija jame Sasa za 6 meseci, dok bi ranijim metodama takvo rešavanje trajalo i više od 2 godine. Dužina hodnika celog vetrenog sistema iznosi  $19\text{--}24 \text{ km}$ , a najduži krak  $3,8 \text{ km}$ . Vrednosti koeficijenta otpora pojedinih provodnika određene su, s obzirom da se jama prirodno provetrava, merenjima gde je to bilo moguće, inače su korišćeni podaci približnih merenja.

Na pitanje prof. Jovanovića da li proširenje hodnika u referatu\* obuhvata i paralelovanje, a to pitanje postavlja zato, jer su aerodinamike jedne prostorije sa velikim profilom i dve prostorije sa malim profilom, razlike, a materijal u kojemu su prostorije izrađene nije bez uticaja na aerodinamiku — dipl. ing. Lepojević objašnjava da je u refera-

\*) „Optimalizacija raspodele vazduha u ventilacionoj mreži — matematski model”

tu pod proširenjem obuhvaćeno i paralelovanje. Napominje, da se pri računanju najpre do kraja traže mogućnosti rešenja proširenjem hodnika, a ako to nije moguće, odnosno ako nije izvodljivo s obzirom na veličinu profila i dr., tada se prelazi na paralelovanje, o čemu uvek sve odlučuju specijalisti za ventilaciju. U poslednjem slučaju treba ceo račun da se ponovi za paralelne deonice. — U vezi sa ovom diskusijom, polazeći od toga da oko 30—40 odsto svih investicionih troškova rudnika otpada na ulaganja za uređenje ventilacije, prof. Teply smatra da je na ovom simpozijumu postignut veliki uspeh u pogledu ventilacije, kada je pitanju optimalizacije, naročito sa aspekta broja i izgradnje paralelnih jamskih prostorija, dato vidno mesto. Posebno priznanje daje ekipi Rudarskog instituta, koja je pristupajući rešavanju toga problema već u prvoj etapi razvijanja ovog metoda rešavanja dala model i pokazala postupak obračunavanja optimalizacije. Međutim, on smatra da dipl. ing. Lepojević nije u svom referatu ni diskusiji problem razmotrio sa aspekta tehničkih mogućnosti i opravdanosti u vezi sa radom kroz korisnu supstancu, sa održavanjem, dimenzijama, obimom i površinom preseka, odnosno trenjem jamske prostorije. Prof. Teply naglašava, da se računom sa svih aspekata moraju odrediti granice do koje se može ići sa proširivanjem hodnika, odnosno

granice od koje treba problem rešavati paralelovanjem. Paralelni hodnik treba računati, takođe, sa elementima na kojima se izrađuje paralelni hodnik. Prilikom rešavanja mreža protok razvođenja vazduha između ulaza i izlaza jame u skladu sa potrebama rudarskih rada mora se regulisati tako da se smanje otpori u području ulaznih struja što predstavlja jedan, zbog mnogobrojnih nepoznanica, vrlo složen naredni zadatak ekipe instituta koja se bavi ovom problematikom. — Posebnu primedbu daje prof. Teply na koeficijent otpora  $\alpha$  koji autor preuzima iz literature, jer on nije stalan, bilo da se uzima po literaturi, bilo da se odredi merenjem, jer se Reynoldsov broj menja proporcionalno brzini vazduha odnosno profilu provodnika, — a koeficijent otpora je direktno proporcionalan vrednosti. Kod malog Reynoldsovog broja,  $\delta$  veoma naglo raste, što se mora uzeti u obzir kod malih brzina strujanja vazduha. Sa toga aspekta, računi u referatu su samo okvirni, jer nedostaju neki detalji čiju je zavisnost, sa svim ekonomskim posledicama, prof. Teply objasnio na dijagramu.

Pregled zaključaka donetih na Simpoziju mu objavljen je na kraju prikaza u br. 1/74 „Sigurnosti u rudnicima”.

Ovaj prikaz priređen je prema magneto-fonskom snimku diskusije.

I. T.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Aufsatz berichtet über die Diskussion während des I. Jugoslavischen Symposiums über die Grubenbewetterung, in welchem die Gesichtspunkte aller Referenten erklärt und übereinstimmend waren und einige theoretische Probleme der Wetterführung einer Betrachtung unterzogen waren.

# Nevarnost plinskih izbruhanj v rudniku lignita Velenje

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Štefan Zagoričnik

*Ugalj i gas prilikom izrade hodnika u rudniku Velenje izbijaju uz tektonske poremečaje. Sa porastom dubine rudarskih radova opasnost postaje veća, ali je relativno mala u poređenju sa ostalim jamama u svetu. Aktivna metoda za suzbijanje ove opasnosti je predvrtavanje, a prikazane su i ostale zaštitne mere. Potrebno je daljnje proučavanje problema u cilju zaštite.*

Avtor v članku opisuje pojave plinov v jami Velenje in med drugim podaja glavne parametre za 7 vodorovnih plinov z drobnim premogom pri izdelavi jamskih prostorov in se je v 3 primerih smrtno ponesrečilo 7 rudarjev. Dosedanja iskustva so pokazala, da je potencialna nevarnost plinskih izbruhanj in vodorovnih plinov v območju aktivnih prelomnic. Izbruhe oziroma vdore plina se skuša preprečiti z varnostnimi predvrtavanji vrtin večjega profila. Za varnost zaposlenih na delovišču in v ogroženem području so izdelani posebni poostreni varstveni ukrepi. Z nadaljevanjem študije o pojavih in vodorovnih plinov pri podzemeljskih delih in zavarovanje pred njimi na rudniku lignita Velenje, se bo iskalo rešitev za strojno izdelavo jamskih prostorov, ki bo zagotovila optimalno varnost zaposlenih.

Določilo se bo najustreznejše število vrtin večjega profila, ki bodo služile kot razbremensilne in istočasno za odplinjevanje ugotovljene morebitne aktivne prelomnice.

## Uvod

Sloj lignita, katerega poprečna debelina znaša okrog 65 do 78 m, se odkopava v etazah z zaruševanjem krovnine. Eksploatacija se vrši v jami Škale v globini okrog 90 do 150 m in v jami Prelog v globinah od 170 do 395 m; končna globina odkopavanja pa bo znašala okrog 470 m. Eksploatacija se vrši na odkopnem polju, dolžine okrog 4300 m in širine do okrog 1400 m.

Razen rednega izločanja plinov iz premogovnega sloja in krovinskih plasti pri znani velenjski širokočelnici odkopni metodi, katerega jakost moremo v glavnem že vnaprej dovolj točno oceniti, imamo v velenjski jami tudi pojave plinov  $\text{CO}_2$  in  $\text{CH}_4$ , ko v določenih pogojih le-ti izločijo nenadoma in v takih količinah, da predstavljajo življensko nevarnost za zaposlene v jami. Te pojave smemo označiti z nenadnimi vdori plinov, povezani so pa istočasno tudi z izmečkom drobnega premoga.

Iz dosedanjih raziskav in ovrednotenja po kazateljev pojavov in sproščanja ogljikovega dvokisa in metana v rudniku lignita Velenje, moremo le-te razdeliti v naslednje štiri skupine in so v strokovnem članku obravnavani le nenadni izbruhi jamskih plinov z drobnim premogom.

— Pojavi ekshalacije so običajna sproščanja jamskih plinov pri odpiralnih delih, ožji pripravi etaže in pri odkopavanju debelega sloja lignita s širokočelno odkopno metodo v etažah višine do 10 m; ekshalacija pri zadostnem zračenju ni tako velika, da bi bila ogrožena varnost zaposlenih. Izhajanje ogljikovega dvokisa in metana se pojavlja tudi pri jamskih kontrolnih vrtinah te zunanjih raziskovalnih vrtinah.

— Puhači se pojavljajo nepričakovano pri vrtanju jamskih kontrolnih vrtin v območju tektonskih porušitev. Pri varnostnem predvr-

tavanju se včasih pojavi tudi izmeček drobnega premoga.

— Plinski vdor iz krovnine se lahko pojavi nepričakovano pri odkopavanju pod nenačetimi plinonosnimi krovinskimi plastmi, pri jamskih kontrolnih vrtinah in pri zunanjem globinskom vrtanju. Ti pojavi so vezani na kontakt krovnina-premog oziroma na območje prelomnic. Pojavijo se velike količine CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub> pod velikim pritiskom.

— Nepričakovani plinski vdori z drobnim premogom — izbruhi se pojavljajo v območju aktivnih plinonosnih tektonskih porušitev v bližine sveže krovnine; pojavi se zračni udar, sličen rezkemu grmenju z veliko količino jamskih plinov, kjer prevladuje koločina ogljikovega dvokisa. Plin je pod visokim pritiskom. Pri tem še nastane tudi izmeček zdrobljenega premoga. V stropu oziroma boku jamskega prostora ostane vidna odprtina — kaverna spačene valjaste oblike. Le nekatera območja prelomnice so aktivna in so potencialna nevarnost za zaposlene; pri ostalih nastopa le nekoliko povečano izhajanje plinov in se razredčenje na dopustno koncentracijo doseže z normalnim separatnim zračenjem. Nastopi pa tudi primer tako velike koncentracije, da se morajo rudarji z aktiviranimi sa-moreševalci takoj umakniti v sveži zračilni tok.

Tako je pri nenadnih petih plinskih izbruhih dosedaj izgubilo življenje 12 rudarjev. Trije plinski izbruhi so bili brez žrtev. Pri zaruševanju komornega odkopa na 4. etaži kote + 191,0 pod svežo krovnino v Vzhodnem polju so izgubili življenje 4 rudarji v letu 1950; v letu 1951 pa se je smrtno ponesrečil en rudar na isti odkopni etaži pod nezarušenim „starim delom“. V Zahodnem polju jame Preloge pa je v letu 1962 pri izdelavi smerne proge na k. — 25,0 pod svežo krovnino prišlo do nenadnega plinskega izbruha, kjer so 4 rudarji izgubili življenje. Leta 1968 sta se 2 rudarja smrtno ponesrečila v Vzhodnem polju, kjer je pri napredovanju proge pod svežo krovnino na k. + 51,0 prišlo do nenadnega plinskega izbruha. V letu 1972 se je smrtno ponesrečil en rudar, ko se je izdelovala proga na k. + 30,0 pod že odkopano etažo na k. + 50,0.

Pri strojni izdelavi prog, kakor tudi s odstreljevanjem, so se vsi nenadni plinski izbruhi pojavili v območju tektonskih porušitev.

Skupno je bilo registriranih v jami Velenje pri izdelavi jamskih prostorov:

a) plinskih izbruhov,	7
od tega v Vzhodnem polju 2 in Zahodnem polju 5;	
b) plinskih vdorov,	9
od tega v Vzhodnem polju 8, 1 v južnem krilu Zahodnega polja;	
c) večjih ekshalacij jamskih plinov,	52
od tega 13 primerov v Vzhodnem polju, v severnem krilu Zahodnega polja 12 primerov in v južnem krilu Zahodnega polja je bilo 27 pojavov.	

Plinski izbruh označujemo s plinskim vdrom, ki ga spreminja izmeček drobnega premoga.

V letu 1950 se je sestala komisija za proučitev pojavov plinov v jami rudnika lignita Velenje in podala strokovno mnenje, ki je vsebovalo varnostne mere in ukrepe.

Ko se je v letu 1958 pojavil nenaden plinski izbruh pri izdelavi smerne proge na k. + 27,5 v območju prelomnice, se je sestala komisija in razpravljala o plinskom izbruhu in predlagala posebne varstvene ukrepe. Plinski izbruh ni zahteval smrtnih žrtev.

Zaradi nenadnega močnega plinskega izbruha, ki se je pojavil v letu 1962, se je na rudniku vršila komisijsko tehnična razprava o varnostnih ukrepih proti vdoru plinov pri izkopu proge na k. — 25,0 v Zahodnem polju jame Velenje in podobnih jamskih prostorih.

Izdelana so bila varnostna navodila za napredovanje prog v neraziskana področja in pod svežo krovnino s predvrtavanjem vrtin Ø 75 mm, dolžine do 30 m in odstreljevanjem in navodila za varno delo s PK-3 strojem za izdelavo jamskih prostorov.

#### Karakteristični pojavi plinskih izbruhov pri izdelavi jamskih prostorov

Prvi plinski izbruh se je nepričakovano pojavil dne 23. 6. 1958 pri ročni izdelavi smerne proge na k. + 27,5 v severnem krilu Zahodnega polja. Nastale so večje količine CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub> z okrog 105 m<sup>3</sup> zdrobljenega pre-

moga. Višina kaverne ob prelomnici je znašala okrog 10 m. Ob plinskem izbruhu je bila proga zaplinjena v dolžini okrog 40 m; proga je bila zasuta s premogom v dolžini okrog 11 m. Okrog 15 m pred deloviščem je bil iztirjen jamski voziček. Izbruh je nastal pri odstreljevanju. Pri vrtanju odstrelilnih vrtin ni bilo nobenih znakov pojave jamskih plinov.

Drugi plinski izbruh je nastal prav tako pri ročnem napredovanju smerne proge na k. + 27,5 dne 13. 3. 1959. Proga je bila oddaljena 11 m od krovnine. Izbruh je nastal pri odstreljevanju. Kaverna ob prelomnici je imela prostornino okrog 65 do 70 m<sup>3</sup>. Varnostno predvrtavanje je bilo izvršeno z „Craelius“ strojem in pri tem ni bilo nobenega znaka „puhača“ oziroma izhajanja večjih količin plinov. V obeh primerih ni bilo žrtev.

Kako nastane tak plinski izbruh, moremo videti na primeru iz leta 1962. pri izdelavi smerne proge na k. — 25,0; izbruh z dne 10. 8. 1962. S strojem PK-3 se je napredovalo okoli 20 m pod krovnino. Ker se s predvrtavanjem ni ugotovila nobena posebnost, se je strojno napredovalo. Ko se je stroj z rezanjem približal na okoli 50 cm do prelomnice, se je iz nje vsula velika količina zdrobljenega premoga. Plina CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub>, ki sta bila zajeta v tem zdrobljenem premogu v nadprtisku, sta ekspandirala in zapolnila odprte jamske prostore v količini okrog 3000 m<sup>3</sup>. Izvajaste oblike kaverne v stropu proge pa se je vsulo okrog 110 ton zdrobljenega premoga. Zaplinjenost je bila v dolžni okrog 290 m in proga je bila zasuta s premogom na dolžni okrog 16 m. Odprtina je bila visoka 15 do 16 m in premera 3,0 do 3,5 m. Kot že omenjeno, so bili 4 rudarji mrtvi, 19 pa ogroženih.

Pri izdelavi smerne proge na k. — 25,0 je prišlo dne 18. 3. 1963. v območju druge aktivne prelomnice do nenadnega plinskega izbruha, ki pa ni zahteval smrtnih žrtev. Odprtina v stropu proge je bila visoka okrog 12 m, količina plinov CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub> je znašala okrog 1200 m<sup>3</sup> in izvrženega premoga okrog 38 m<sup>3</sup>; droben premog je bil nasut okrog 7,5 m od delovišča. Jamski prostor je bil zaplinjen v dolžino okrog 180 m. Pri varnostnem predvrtavanju ni bilo opaziti znakov plina, prav tako ne pri vrtanju odstrelilnih vrtin. Varnostne vrtine so bile dolžine 5,0 m in pre-

mera 42 mm. Dolžina razstrelilnih vrtin, po številu 17 je znašala 2,0 m. V obratovanju je bil žlotni ventilator Q = 260 m<sup>3</sup>/min z depresijo h = 96 mm V. S. Po 40 minutah je bilo na delovišču še 0,7 % CO<sub>2</sub>.

Podobno je prišlo do nepričakovanega izbruha na pripravi k. + 51,0 v Vzhodnem polju dne 29. 6. 1968. Tu je prišlo do izbruha v času odstreljevanja. Količine izvrženega premoga in plina so bile podobne kot na kotti — 25,0. Pri tem izbruhu sta izgubila življenne dva delavca, ki sta bila v trenutku odstrela sicer oddaljena od mesta odstreljevanja že okoli 60 m, vendar to ni bilo dovolj. Do svežega zračilnega toka je bilo še okoli 30 m. Ekspandirani plin z mesta odstreljevanja je bil hitrejši in je ujet delavca na uniku. Celo delovišča je napredovalo v smeri proti prelomnici, katera pada proti njemu po predvidenem verjetnem kotu 55°. Izvršeno je bilo varnostno predvrtavanje, kakor jih zahtevajo navodila. Navedena navodila zahtevajo vrtanje ene vrtine, izvrtni pa sta bili dve vrtini in to: ena vodoravno, dolga v začetku vrtanja 26 m, od katere pa je ostalo v trenutku odstrelitve še vedno 7 m v celini. Iz istega mesta je bila skladno z navedenimi navodili izvrtna vrtina pod kotom 15° v dolžini 32 m. Premer vrtin je znašal 58 mm. Podatki so vzeti iz knjige tektonsko-geološkega in varnostnega predvrtavanja, iz katerega je razvidno, da pri vrtanju ni bilo opaziti nikakih znakov, ki bi dali slutiti na grozec nevarnost plinskega izbruha. Delovišče se je zračilo z žlotnim ventilatorjem Q=128 m<sup>3</sup>/min. Zračenje je bilo pihajoče, ventilator je bil vgrajen v svežem zračilnem toku, skladno s predpisi.

Sesti plinski izbruh se je nepričakovano dogodil 18. 4. 1972. na pripravi etaže k. + 30 v Vzhodnem polju. Izdelava smerne proge se je vršila s strojem za napredovanje. Skladno z navodili je bila izvrtna varnostna vrtina dolžine 25,0 m. Do izbruha je prišlo v prelomnici. Zgoraj je bila predhodno odkopana etaža k. + 50,0; mesto plinskega izbruha je bilo 20,0 m pod odkopano etažo. En rudar je izgubil življenje.

Po analizi števila prečkanj preko raznih prelomnic v jami Preloge je bilo ugotovljeno, da znaša število približno 486, v obdobju od 23. 6. 1958. do leta 1973, pri čemer je prišlo 7-krat do plinskega izbruha. Iz podatkov sledi, da nastopa izbruh pri približno 1,44% pre-

čkanj priprav na odpiranju in pripravi odkopnih etaž.

V času 14 let je bilo izdelano skupno v jami Preloge 186.076 m jamskih prostorov in se je pripetilo na 10.000 m prog le 0,33 plinskega izbruha. Torej je stopnja nevarnosti pojavne nenadnih plinskih izbruhan v jami Preloge, v primerjavi z inozemskimi pojavi, zelo majhna.

Slika 1 prikazuje dosedanje pojave plinskih izbruhan v jami Preloge. Na osnovi podatkov moremo sklepati, da se aktivne prelomnice nahajajo severno od šahta Preloge. Smer prelomnic je JV — SZ in znaša razdalja:

- a) med 1. in 2. prelomnico okrog 180 m,
- b) med 2. in 3. prelomnico okrog 130 m.

V tabeli 1 so zbrani parametri pojavorov nenadnih plinskih izbruhan na odpiranju oziroma priprava.

Iz podatkov je razvidno, da so se začeli nepričakovano pojavljati plinski izbruhi v območju prelomnic v globini večji od 300 m in v oddaljenosti okrog 10 do 25 m od sveže krovnine; zadnji primer pa se je dogodil vkljub že odkopani zgornji etaži. Število in

intenziteta izbruhan je po količini jamskih plinov in izvrženega premoga daleko pod tovrstnimi pojavi v Franciji, Madžarskem, Belgiji, Poljski, Sovjetski zvezi in Japonski.

#### Vzroki izbruhan premoga in plina

Izsledki večletnega raziskovalnega dela in na osnovi obširne tozadevne inozemske strokovne literature in izkustev se je izkazalo, da mehanizem plinskih izbruhan oziroma vodorov v velenjskem lignitu ni enak izbruham oziroma vodorom v premogovnikih črnega oziroma rjavega premoga, ki so poznani po izbruhih ogromnih količin CO<sub>2</sub> oziroma CH<sub>4</sub> ali skupno CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub> in premogovoga prahu.

Že od pojavov prvih izbruhan premoga in plina so se v svetu pričele raziskave o vzrokih na številnih mestih. Teorije, ki pridejo v poštev, so različne in poskušajo iz več strani osvetliti vzroke. Številne teorije moremo združiti v 3 skupine. Prva skupina, ki je posebno v prvih letih imela svoje zagovornike, pripisuje vzrok nastanka izbruha plinu, ki

Tabela 1

#### Parametri pojavorov plinskih izbruhan od leta 1958. do leta 1973.

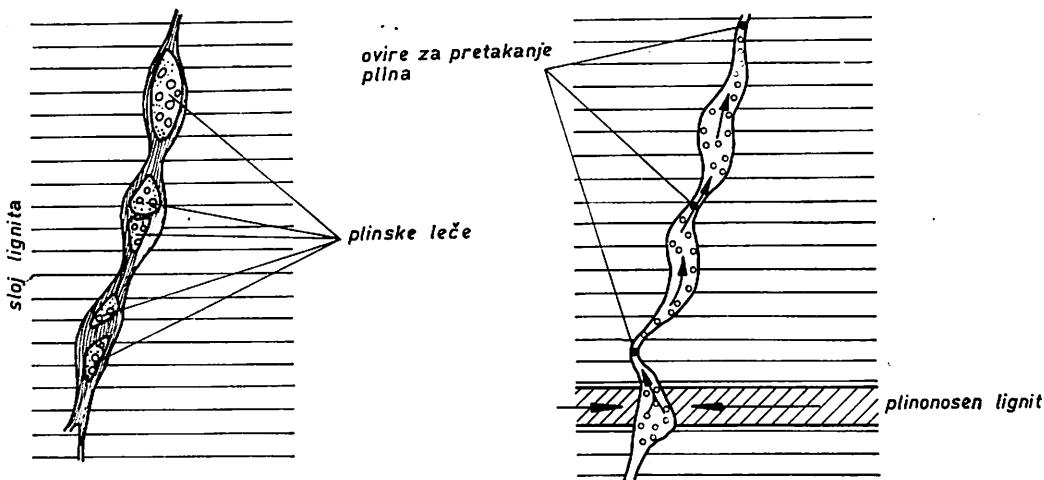
Zap. št.	Mesto izbruha datum	Globina m	Oddalje- nost od krovn. m	Količina plinov m <sup>3</sup>	Količina premoga m <sup>3</sup>	Faza dela
1.	k. + 27,0 23. 6. 1958	344,0	11,0	večja količina	ca 105	odstrelitev
2.	k. + 27,0 13. 3. 1959	344,0	11,0	velika količina	ca 68	odstrelitev
3.	k. — 25,0 10. 8. 1962	495,0	24,0	okrog 3000	ca 110	rezanje s strojem PK-3
4.	k. — 25,0 18. 3. 1963	495,0	12	okrog 1200	ca 38	odstrelitev
5.	k. + 50 29. 7. 1968	319,0	20	velika količina	ca 70	odstrelitev
6.	k. + 30 18. 4. 1972	339,0	20 m pod odkopano etažo			rezanje s strojem PK-3

se nahaja v premogu. Druga skupina pa navaja kot vzrok v glavnem hribinsko-mehanske pogoje. Tretja skupina pa je mnenja, da so izbruhi kot posledica hribinsko-mehanskih vplivov in vsebnosti plina v premogu.

Sedanje teorije pa bazirajo na zbranih statističnih podatkih v številnih premogovnih revirjih, kakor tudi na poizkusih v jami in laboratorijih ter na teoretičnih premislekih. Poseben vpliv so v zadnjih 20 letih imela na razvoj teorije o vzrokih izbruhih nova spoznanja na področju hribinske mehanike.

bruhoval v velenjskem premogovnem bazenu in potrjena domneva, da so vzrok le-teh aktivne prelomnice.

Na osnovi raziskovalne naloge „Študija pojavov in vodorov plinov pri podzemeljskih delih in zavarovanje pred njimi v rudniku lignita Velenje“ in strokovnega mnenja dr. ing. Szirtesa in prof. dr. Gimma se je ugotovilo, da more biti potencialna nevarnost nenašnih plinskih izbruhih oziroma vodorov plina le območje prelomnic, ki temelji na osnovi modelnih preizkusov fizikalno-kemičnih



Sl. 2 — Koncentracija plinov  $\text{CO}_2$  in  $\text{CH}_4$  v prelomniči (po dr. ing. Szirtesu)

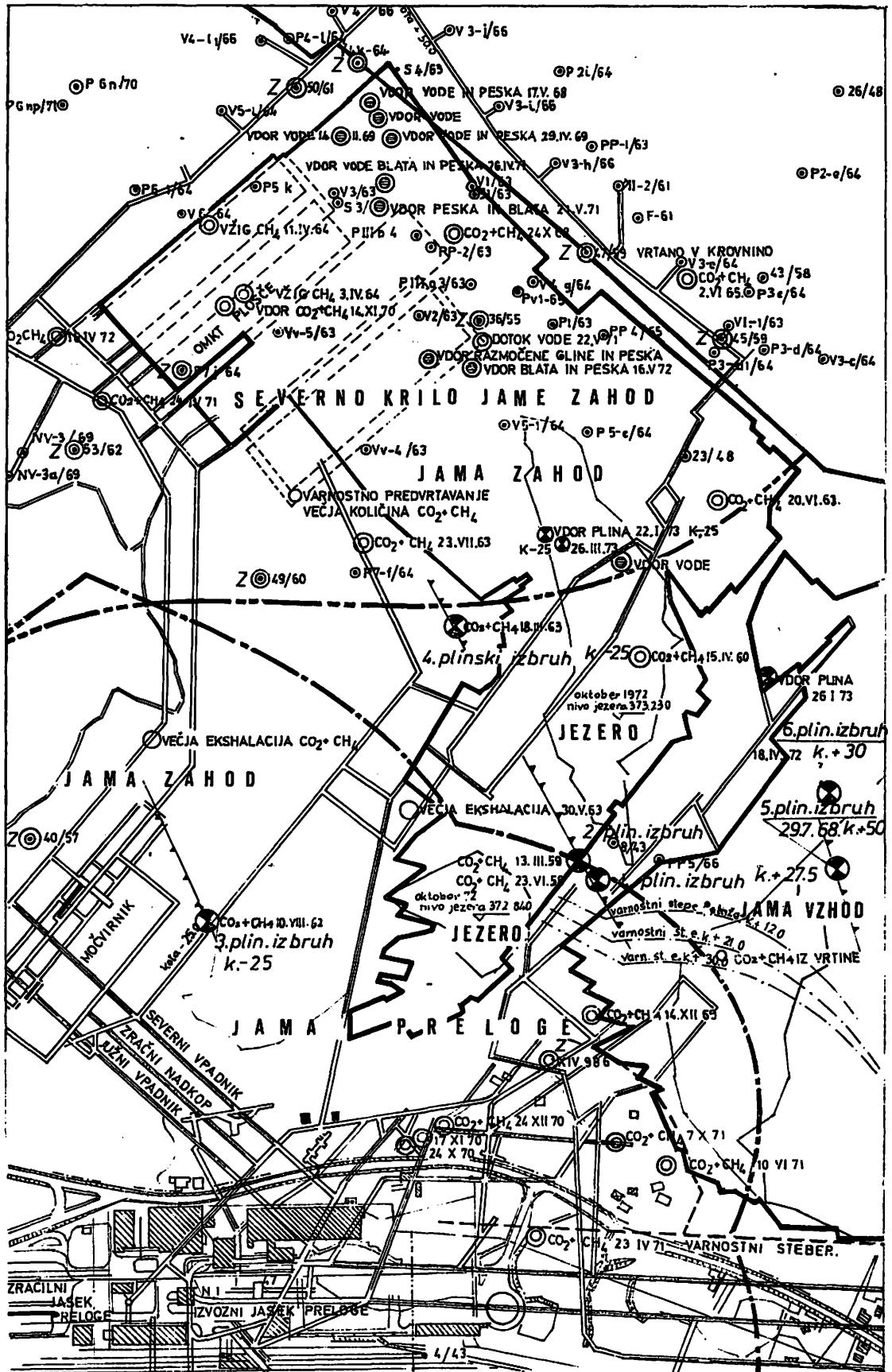
Abb. 2 — Gasansammlungen von  $\text{CO}_2$  und  $\text{CH}_4$  in tektonischen Störungen (nach Dr. — Ing. Szirtes)

Znanstveniki različnih dežel so soglasno dokazali, da sloji premoga, ki nagibajo k izbruhom, ni nujno potrebno, da so bogatejši na plinu, kot pa sloji, ki niso nevarni za izbruhe. Bistvena razlika je bolj v različnih sposobnostih hitrosti oddajanja plina (desorbičska hitrost), ki je v premogu, katera nagiba k izbruhom, mnogo večja, kot pa v slojih, ki niso nevarni za izbruhe.

Struktura in vlažnost premoga igra v procesu oddajanja plina v neporušenem sloju, kakor tudi pri mehanizmu plinskega izbruha, zelo veliko vlogo. Dr. ing. Szirtes je v laboratoriju ugotovil, da je sorbcijska in desorbičska sposobnost velenjskega lignita minimalna in zato moremo pričakovati večje koncentracije le v področjih, kjer je sloj naknadno tektonsko porušen in kjer je zaradi tega nastal prostor za zbiranje plina. Ta ugotovitev pa je v skladu s pojavi plinskih iz-

lastnosti lignita. Modelne preizkave je izvedel dr. ing. Szirtes in potrdil hipotezo „prostega plina“, kot je to prikazano v sliki 2.

Dosedanji nenašni plinski izbruhi v Velenju, ki so vezani na prelomnice ali njihovo neposredno okolico, poudarjajo odločilno vlogo prelomnic. Prelomnice niso pravilno potekajoče ravne površine, ampak so hrapave in v njih so se zaradi premikanja plasti nabrali zdrobljeni kosi lignita. Polnilna masa prelomnic, ki se nahaja med obema krili, je včasih obsežnejša, včasih spet zelo tanka ali je pa splohni. V prostoru more biti izvedena kot žila ali pa kot leča. Zdrobljenemu premogu moramo pripisati, da je prelomnica dober prevodnik in sprejemnik plina. Zaradi neenakomerne poteka mejnih ploskev, more biti izpostavljen najrazličnejšim obremenitvam. Če naletimo pri izdelavi jamskega prostora na prelomnico, more biti le-ta manj-



Sl. 1 — Situacija nenadnih vdorov plina z drobnim premolenausbrüche in der Grube Velenje

Abb. 1 — Situationsplan der plötzlichen Gas — und Kohlgassentwicklung in der Grube Velenje

še ali večje širine. Odvisno od tega more v njej vsebovani plin in tudi zdrobljen premog oddati svojo energijo na najrazličnejše načine. Plin, ki se je sprostil pritiska „struji — se zlige“ v jamski prostor z veliko hitrostjo in potegne s seboj zdrobljen polnilni material. Obseg pojave je odvisen od lastnosti polnila prelomnice in tako se more zgoditi, da pojav vdora sploh izostane ali pa pride do plinskega izbruha različne intenzitete. Trajanje poteka pojave je pa odvisen od vpliva pritekajočih količin plina iz sosednjih odsekov prelomnice.

V južnem krilu Zahodnega polja se od leta 1969. sistematično zasleduje pojave večjih ekshalacij jamskih plinov; koncentracija plinov se giblje od okrog 2% do nad 6%  $\text{CO}_2$  in okrog 1,4 do nad 6%  $\text{CH}_4$ . Vzroki zaplinitve so predvsem območja prelomnic ob času sproščanja primarnega hribinskega pritiska oziroma pojave zruška na delovišču. Po zbranih podatkih delovišče v teh primerih ni bilo obloženo od okrog 15 do okrog 180 minut, kar pa zavisi od stopnje zaplinjenja delovišča.

### Varstveni ukrepi

#### Varnostno predvrtavanje in varstveni ukrepi

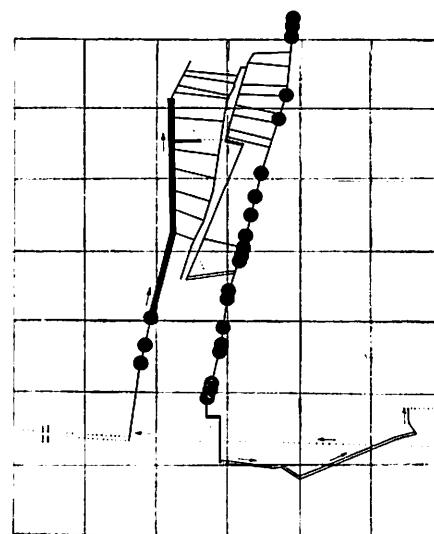
Preden uporabimo varstvene ukrepe, je naša prva naloga, da poiščemo prelomnice. Na odkopanih področjih je potek prelomnic poznan in z ekstrapoliranjem moremo sklepati na potek sosednjih prelomnic. Ekstrapolacijo smemo smatrati kot neke vrste regionalno prognozo. Tačno mesto prelomnice moramo pa tudi v tem primeru še posebej določiti.

Najpreprostejše sredstvo za to je predvrtavanje; varnostno predvrtavanje vrtin večjega profila je dalo v inozemstvu zadovoljive rezultate. Za primerjalni podatek nam služi neki premogovnik v Belgiji, kjer so imeli pred uvedbo aktivne borbe 1 izbruh na 25 m izdelane proge z odstreljevanjem. Pri izdelavi 550 m dolge proge so imeli 21 izbruhov, kot je to razvidno iz slike 3. Pri uvedbi varnostnega predvrtavanja večjega števila vrtin  $\phi 115$  mm, pa pri izdelavi 380 m dolge proge na istem območju ni bilo nobenega izbruha več (slika 3). Skupno z raziskovalno

skupino in na osnovi strovoknega poročila prof. dr. Szirtesa, je Rudarski institut iz Ljubljane izdelal strokovno mnenje o varnostnem predvrtavanju.

Vrtine večjega profila istočasno služijo kot razbremenilne in odplinjevalne v primeru aktivne prelomnice.

Izvrta se v smeri strojnega napredovanja po 2 vrtini, dolžine 25 do 30 m, premera 110 mm; ena vrtina ima naklon 5°, druga pa 15°. Vrtini morajo biti vsak čas daljše za 5 m



Sl. 3 — Preprečevanje plinskih izbruhov s pomočjo vrtin večjega profila v nekem Belgijskem premogovniku  
■ — plinski izbruh; — izdelana dolžina proge z varnostnim predvrtavanjem vrtin večjega profila.

Abb. 3 — Beherschung der Ausbrüche von Kohle und Gas in einer belgische Grube.

od trenutnega stanja proge. Po potrebi se za odplinjenje izdela še dodatne vrtine. V boku proge se ročno izvrta še po 2 vrtini, premera 42 mm in dolžine 5,0 m. V levem in desnem boku proge se izvrta po ena divergentna vrtina. Vse vrtine se morajo opazovati na ekshalaciji  $\text{CH}_4$  in  $\text{CO}_2$  in potrebno je zasledovati podatke vrtanja. V kolikor se pojavi „puhač“ iz vrtine ali razpoke na delovišču, se morajo zaposleni takoj umakniti v sveži zračilni tok. Varnostne vrtine se sproti riše v operativno jamsko karto in vse podatke tekoče vpisuje v „Knjigo varnostnega predvrtavanja“. Na osnovi podatkov vrtanja se tekoče izdeluje geološki profil z ozirom na strukturo lignita.

V času obratovanja stroja za napredovanje in v času predvrtavanja dolgih vrtin morajo imeti vsi delavci na sebi samoreševalce SK-4, v času podgrajevanja pa na dosegu roke. Ko se vrši rezanje premoga, mora strojnik opazovati ponašanje premoga na delovišču; kot npr. drobljenje premoga, pojav kapljanja vode, sproščanje pritiska, povečanje ekshalacije plinov, kar more biti znak za morebitno tektonsko porušitev. V času obratovanja stroja F-6A oziroma PK-3M, pa tudi ob času varnostnega predvrtavanja morata obratovati oba separatna ventilatorja, tipe WLE. Naučna kapaciteta ventilatorja je  $260 \text{ m}^3/\text{min}$ , z depresijo 96 mm; premer plastičnih zračilnih cevi je 600 mm. Moštvo se redno seznanja s potmi umika in vodi hitro nameščanje SK-4 samoreševalcev. Na delovišče je vstop nezaposlenim prepovedan.

V izstopnem zračilnem toku so nameščene akustična in svetlobna varnostna signalizacija, ki v primeru nenadnega plinskega izbruha oziroma vdora plina opozori zaposlene, da se takoj umaknejo v sveži zračilni tok.

V kolikor se z varnostnim predvrtavanjem ugotovi prelomnico, je po odločbi Rudarskega inšpektorata potrebno ustaviti strojno izdelavo. Ročna izdelava z odstreljevanjem se začne 5 do 10 m pred in konča 5 do 10 m za tektonsko porušitvijo po vsakokratni presoji tehničnega vodstva.

Med drugim navajamo nekatere poostrene varstvene ukrepe, kijih je izdal Rudarski inšpektorat ob raziskavi skupinske nesreče leta 1968:

- Vsako prebijanje prelomnic s pripravami ali drugimi progami, izdelavo prog pod svežo krovnino in napredovanje vseh prog v neznano, se mora izvajati v stanju pripravljenosti celotnih, na teh deloviščih zaposlenih posadk. Izvajati stalno.
- Pod stanjem pripravljenosti se razume s projektom določeno predvrtavanje, oprema vseh zaposlenih v ogroženih področjih z izolacijskimi samoreševalci, umik vseh oseb, ki niso zaposlene na delovišču v ogroženem področju na varno mesto, ko se odstreljuje in predvrtava, postavitev baze z reševalnimi aparati v taki bližini ogroženih področij, da je možna takojšnja intervencija v primeru vdora plina, seveda s stalno prisotnimi reševalci, vrt-

organizacija signalizacije in obveščanja v slučaju vdora, upoznavanje ljudi s stanjem pripravljenosti, poostreni nadzor s strani nadzornega osebja, s poudarkom na njihovi polni odgovornosti za izvajanje vseh varnostnih ukrepov in disciplinsko pridržavanje vseh navodil in izpolnjevanja varnostnih predpisov, katera so bila zaposlenim izdana in s katerimi morajo biti seznanjeni. Urjenje umikov in uporabe samoreševalnih aparatov.

- Pri projektiranju predvrtavanja je treba upoštevati najnovejše izsledke glede profila predvrtanih vrtin in drugih tehnoloških procesov za pravočasno ugotavljanje morebitnih nastopajočih ogroženj zaradi vdora plinov. Pri klasičnem načinu predvrtavanja premer vrtin ne sme biti manjši od 100 mm. Izvajati stalno. Vsako približevanje porušnim conam je treba predhodno v projektih analitično obdelati, napraviti potrebne profile in zastaviti predvrtavanje tako, da bo predvrtavanje zanesljivo v še varni razdalji prebilo rušno cono odnosno, da se pri širših porušnih conah v njih prodre do meje tehnične zmogljivosti. Stogo je prepovedano ustavljati predvrtavanja v bližini pred porušnimi conami. Izvajati stalno.

Če upoštevamo, da znaša pri-strojni izdelavi dnevni napredek okrog 12 m/dan in dolžina varnostne vrtine je npr. 30 m, je potrebno vsaki tretji dan pristopiti k varnostnemu predvrtavanju. Varnostno vrtanje traja poprečno eno izmeno, včasih v primera večjega števila vrtin celo dve izmeni.

Tabela 2

Skupne dolžine varnostnih vrtin Q 110 mm po odkopnih poljih za 4-letno obdobje

Leto	Jama Preloge				Skupno m
	vzhod. polje m	zahodno sev. krilo m	polje juž. krilo m	Jama Skale m	
1970	5179	4756	2928	1784	14647
1971	4898	4688	3140	8676	21402
1972	4980	3477	10844	3320	22621
1973	3929	4926	11186	3550	23591
Skupno	18986	17847	28098	17330	82261

V tabeli 2 so zbrani podatki dolžin varnostnega predvrtavanja vrtin  $\phi$  110 mm; niso upoštevane divergentne vrtine  $\phi$  42 mm, dolžine  $\geq 5,0$  m.

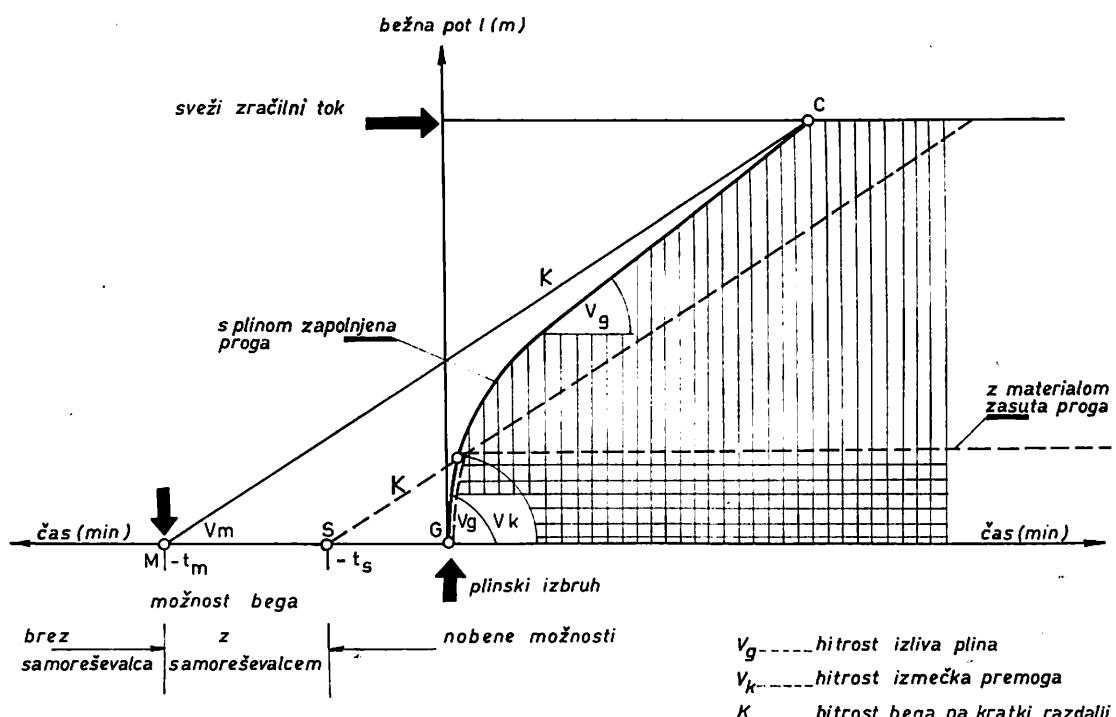
V letih 1970 do 1973 je znašala skupna dolžina varnostnih vrtin preko 82 km.

Iz zbranih podatkov je razvidno, da je z ozirom na regionalno prognozo pojave prelomnic najintenzivnejše varnostno predvrtavanje v južnem krilu Zahodnega polja, ki je v fazi razvoja in se vsa odpiralna dela, kakor tudi priprave etaž vršijo pod svežo krovnino.

čelo postopka geoelektričnega merjenja upora temelji na različni prevodnosti električnega toka pri različnih plasteh. Različne vrste kamnin imajo različne specifične upore.

Iskanje tektonskih porušitev s pomočjo izotopov Po — Be bi z ozirom na različno gostoto lignita doprineslo k izpopolnjeni metodi sigurnega ugotavljanja prelomnic.

Rezultati poizkusov bi se občasno ovrednotili, da bi se mogli uporabljeni ukrepi proti nenadnemu plinskemu izbruhu, razvijati po morebitnem izboljšanem načinu.



Sl. 4 — Določitev časa bega v zavisnosti od časa zasutja in zaplinjenja proge (po dr. ing. L. Szirtesu).  
Abb. 4 — Bestimmung der Fluchtzeit in der Abhängigkeit von der Zeit das Überstromen der Strecke durch material und Gas (Dr. — Ing. L. Szirtes).

#### Ostali načini ugotavljanja prelomnic

Študija o vdorih plinov pri prehodu preko prelomnic se bo nadaljevala še z drugimi metodami ugotavljanja tektonske porušitve.

Prelomnice pa moremo ugotoviti tudi brez dolgih vrtin velikega premera.

Obstoj prelomnic bi se skušalo dokazati s pomočjo geoelektričnih merjenj, kajti to ne bi bil ole varno, ampak tudi gospodarno. Na-

#### Zaključek

Na področju dosedanjih varstvenih ukrepov proti nenadnim plinskim izbruhom oziroma vdorom plina, dosedanji dosežki še ne zagotavljajo popolne varnosti pred pojavi le-teh. Osnova varnosti rudarjev je v tem, da se s pomočjo aktivnih metod prepreči plinski izbruh in moramo k temu z vsemi sredstvi težiti. Vendar je praksa pokazala, da se

vkljub aktivnim ukrepom pojavijo nenadni izbruhi.

Pravočasno spoznanje bega moštva v svezji zračilni tok in delavci se sami odločijo za beg z ali brez samoreševalcev, bi doprineslo k povečani varnosti zaposlenih. Temu odgovarjajoče bi bilo potrebno po možnosti za primer Velenja ovrednotiti hitrost izliva plina in hitrost izmečka premoga, da bi se na osnovi teh podatkov določil čas bega rudarjev (slika 4).

Na osnovi ovrednotenja dosedanjih izkušenj aktivne borbe z varnostnim predvrtavanjem vrtin večjega profila, je potrebno nadaljevati študijo o pojavih in vdorih plinov pri podzemeljskih delih in zavarovanje pred njimi. Obstojeci poostreni varstveni ukrepi se po potrebi tekoče izpopolnjujejo oziroma dopolnijo.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Gasausbruchgefahr in der Lignitegrube Velenje

Dipl. Ing. Š. Zagoričnik\*)

Die Ausbruchgefahr des Lignitebergbaues in Velenje ist ohne Beispiel in der Welt. Kohlen — und Gasausbrüche sind beim Streckenvortrieb an tektonische Störungen gebunden. Mit der Teufe ist die Ausbruch-gefahr immer grösser, jedoch im Vergleich zu ausländischen Gruben sehr klein und waren bisherige Gasausbrüche von geringer Intensität. Bei drei von sieben Ausbrüchen haben sich in letzten 15 Jahren 7 Bergleute tödlich verunglücht.

Die in den ganzen Welt am meisten verbreitete aktive Methode ist die Anwendung von Entspannungsbohrungen, welche ist auch in Velenje eingeführt. Im Artikel sind die sichereitliche Vorkenrungen und andere Sicherheitsmassnahmen beschrieben. Die am Gebiete der Bekämpfung unerwarteter Kohlen — und Gasausbrüche erreichten Erfolge reichen noch nicht zu einem vollständigen Ausbleiben der Ausbrüche.

Die Art der bisher angewandte Bekämpfung scheint richtig zusein. Es muss mittels weiteren Untersuchungen die Zahl, der Durchmesser und die Verteilung der erforderlichen Bohrlöcher und die Bemessung der Sicherheitsvorgabe bei maschinellen Vortrieb bestimmt werden.

## Literatura

1. Študija o pojavih in vdorih plinov pri podzemeljskih delih in zavarovanje pred njimi na Rudniku lignita Velenje. Rudarski institut Ljubljana, junij 1971; prof. dr. Slokan, K. s sodelavci.
2. Strokovno mnenje o vprašanjih varnostnih ukrepov pri napredovanju prog v južnem krilu Zahodnega polja RLV s strojem PK-3 brez odstreljevanja, s shemo varnostnega predvrtavanja. Rudarski institut Ljubljana, 26. 1. 1967.
3. Stellungnahme zu den Ursachen und den möglichen Massnahmen zur Beherrschung der plötzlichen Ausbrüche von Kohle und Gas in der Lignitegrube Velenje. Prof. dr. inž. Gimm, W. in sodelavci iz Instituta za rudarstvo in geomehaniko rudarske akademije Freiberg, junij 1968.
4. Fachbericht über die Gasausbrüche der Grube Velenje. Dr. Inž. L. Szirtes, kand. tehn. znanosti, direktor raziskovalnega instituta v premogovnem revirju Mecseki, Pecs, sept. 1968.

\*) Dipl. ing. Štefan Zagoričnik, Rudarsko-elektroneferski kombinat Velenje, Tehničko-razvojni sektor, Velenje.

5. Dr. Inž. L. Szirtes; Gutachten über die Gasausbruchgefahr des Lignitbergbaues und den Stand ihrer Bekämpfung, okt. 1972.
6. P. Stasen in R. Vandeloise: La lutte contre les dégagements instantanés de gaz dans les mines de la Communauté Européenne du Charbon. Extrait des annales des mines de Belgique, okt. 1963.
7. Navodila za varno delo v nevarnih in ogroženih območjih pri napredovanju prog. Marec 1964.
8. Zapisniki Republiškega rudarskega inšpekto-rata o raziskavah smrtnih nezgod pri pojavih nenadnih plinskih izbruhoval.
9. Zapisniki komisijsko-tehničnih razprav o varnostnih ukrepih proti vdoru plinov pri izdelavi jamskih prostorov.

## Karakter zaprašivanja vazduha u jamskim prostorijama tipa hodnika

(sa 3 slike)

Dr mr ing. Živojin Nikolić

*U članku koji predstavlja prvo poglavje autorove disertacije iznete su karakteristike rasprostiranja polidisperznog aerosola. U jamskim hodnicima, a koje uslovjavaju i odgovarajući izbor metode i metodologije uzorkovanja rudničke prašine, u cilju utvrđivanja stepena zaprašenosti jamskog vazduha koji su bili predmet članka istoga autora objavljenog u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 2/74.*

### Uvodne napomene

Jamski vazduh na svom putu od ulaza do izlaza iz jame biva stalno ili povremeno zagađivan raznim fizičko-hemijskim primesama. Prašina koja se stvara pri tehnološkom procesu dobijanja, najčešći je zagađivač vazduha i u metalnim i u ugljenim rudnicima. Poznavanje procesa zagađivanja vazduha i karaktera raspodele prašine u vazduhu predstavlja bazu u iznalaženju odgovarajućih mera u borbi protiv prašine. Verodostojnost kontrole zaprašenosti jamskog vazduha, takođe je neposredno zavisna od prirode zaprašivanja, mehanizma širenja prašine u vazdušnoj struji neposredno kod izvora stvaranja prašine i karaktera raspodele prašine u već zaprašenoj vazdušnoj struji. U postojećim jamama, pri rutinskoj kontroli zaprašenosti, a i pri eksperimentalnim ispitivanjima, kojih je kod nas još uvek malo, uzorkovanje vazduha na zaprašenost, po pravilu se vrši bez obzira na stepen, način i mehanizam zaprašivanja vazduha, pa su dobijeni pokazatelji nedovoljno tačni.

Problem rasprostiranja prašine i karakter raspodele prašine u jamskom vazduhu, do sada je dosta istraživan. Međutim, još uvek

nema dovoljno podataka o prirodi kretanja čestica u jamskom vazduhu — turbulentnim strujanjima. Qsnovna teškoća je u još uvek nedovoljno razjašnjrenom rachanizmu povlačenja čestica turbulentnim pulzacijama. Osim toga, u jamskim prostorijama, s obzirom na njihove dimenzije i raspored, susreću se najčešće turbulentna strujanja vazduha, ograničena površinama jamskih prostorija — ograničena strujanja, ili slobodna strujanja, potpuna ili nepotpuna, u jamskim komorama i sl.

Problematika izučavanja zaprašenosti vazduha biće različita za svaku vrstu strujanja.

U jamskim prostorijama tipa hodnika koje se karakterišu ograničenim strujanjima vazduha, u mnogim slučajevima odvijaju se razne faze tehnološkog procesa dobijanja rudne supstance, pri čemu dolazi do dispergovanja stenske mase i stvaranja mineralnih čestica počev od submikronskih dimenzija, pa do čestica prečnika i preko 100 mikrona. Pri određenim uslovima strujanja vazduha one mogu da lebde. Cilj ovoga rada je da se odrede kriterijumi lebedivosti i sedimentovanja čestica prašine u uslovima turbulentnih strujanja vazduha u jamskim prostorijama tipa hodnika. Kako se pak u svakoj jami susreću različiti

uslovi, počev od prirode prašine pa do klimatskih prilika, to se u ovom članku uočena problematika konkretno razmatra za uslove koji vladaju u Borskoj jami.

### Osnovne karakteristike mineralne prašine i režim provetrvanja

Rudarski radovi u Borskoj jami se izvode u hidrotermalno izmenjenim andezitima sa zonama silifikovanih, piritisanih i kaolinisanih stena. Rudna tela koja su nastala pri hidrotermalnoj metasomatozi su kompaktnog oblika ili u vidu rudnih žica ili impregnacija. Karakteristična je bakarna parageneza: enargit, halkopirit, bornit, halkozin i kovelin. Fizičko-mehaničke osobine rudnih tela: prosečna specifična težina  $2,8 \text{ g/cm}^3$ , tvrdoća  $50-60 \text{ HS}$ , pritisna čvrstoća  $1000-2000 \text{ kp/cm}^2$ .

Mineralna prašina koja se stvara u tehnoškom procesu u proseku ima sledeće karakteristike:

- specifičnu težinu  $2,9 \text{ g/cm}^3$
- slobodni  $\text{SiO}_2$  od  $20-30\%$
- disperznost od 0 do preko 100 mikrona

Izvori stvaranja prašine predstavljaju sva mesta gde dolazi do dispergovanja stenske mase.

U jami Rudnika Bor mahom su zastupljene jamske prostorije malog poprečnog preseka u odnosu na svoju dužinu — hodnici poprečnog preseka od 6 do  $12 \text{ m}^2$ .

Vrste podgrada koje se primenjuju su: betonska, gvozdena, drvena, a u čvrstoj steni jamska prostorija nije podgrađena.

Režim provetrvanja u jamskim hodnicima zavisi od njihove namene:

- u istražno-pripremnim hodnicima je separatno provetrvanje,
- u podetažnim ili drugim otkopnim hodnicima, separatno ili difuzno, što zavisi od dužine hodnika,
- u transportnim i izvoznim hodnicima, protočno. Brzina strujanja vazduha u pripremno-istražnim i podetažnim hodnicima ne prelazi vrednost od  $1,5 \text{ m/s}$ . U transportno-izvoznim hodnicima moguće su i veće vrednosti brzine vazdušnog strujanja.

### Raspodela prašine u jamskim hodnicima

Na osnovu dosadašnjih dostignuća u problematici rasprostiranja prašine u jamskim

prostorijama tipa hodnika (3, 4, 5, 6, 7), može se konstatovati da u zavisnosti od prirode disperzne faze i karaktera strujanja disperzne sredine, a sa udaljavanjem od izvora stvaranja prašine, opravdano treba izdvojiti dve karakteristične zone:

— sedimentacionu zonu kojoj pripada deo jamskog hodnika neposredno uz izvor prašine u kome je raspodela čestica prašine vrlo neravnomerna, i u kome — u odnosu na druge efekte — dominiraju sedimentacioni efekti pod uticajem sile teže, i

— zonu lebdećih čestica koja se nadovezuje na zonu sedimentacije u pravcu strujanja vazduha. U ovoj zoni se procesi sedimentacije pod uticajem sile teže praktično mogu zanemariti. Raspodela čestica u vazduhu je relativno ravnomerna, a u vazduhu zatečene čestice u celoj zoni nalaze se samo u stanju lebdenja — naravno, ukoliko ne dođe do promene brzine strujanja vazduha u tom delu hodnika.

Prostiranje sedimentacione zone, koje je od posebnog interesa, može se utvrditi na bazi kriterijuma lebdivosti (4, 7), i dužine puta sedimentovanja čestica duž ose hodnika pod uticajem sile teže.

### Lebdivost čestica mineralne prašine

Čestice mineralne prašine u turbulentnoj vazdušnoj struji, po Voroninu (4), lebdeće ako je postignuta ravnoteža između uzdužnih pulzacionih brzina i brzine padanja čestice — Štoksove brzine. Ovaj uslov važi samo onda, ako je brzina padanja čestica ravna ili manja od srednje kvadratične poprečne pulzacione brzine, odnosno

$$w_s \leq \sqrt{v'^2} \quad (1)$$

gde je  $w_s$  — brzina padanja čestica  
 $v'$  — pulzaciona poprečna brzina

Na bazi ove postavke, a uz definisanje pulzacione brzine po Minskom (5) izvedena je jednačina

$$d < 4,36 \sqrt{\frac{w}{a} \frac{v}{\rho} \frac{\rho_0}{\rho} \frac{a}{r_1}} \left[ 1 + 1,72 \left( \frac{R}{r_1} \right)^{1,8} \right] \quad (2)$$

po kojoj se određuje granična krupnoća lebdećih čestica u celom poprečnom preseku po-

smatranog jamskog hodnika, ili jednostavniji oblik gornje jednačine, koji se najčešće daje u obliku:

$$\bar{w} = \frac{g \rho}{d^2} \frac{\alpha}{187 \cdot 90} a \sqrt{\frac{r_1}{\alpha}} \quad (3)$$

gdje je:

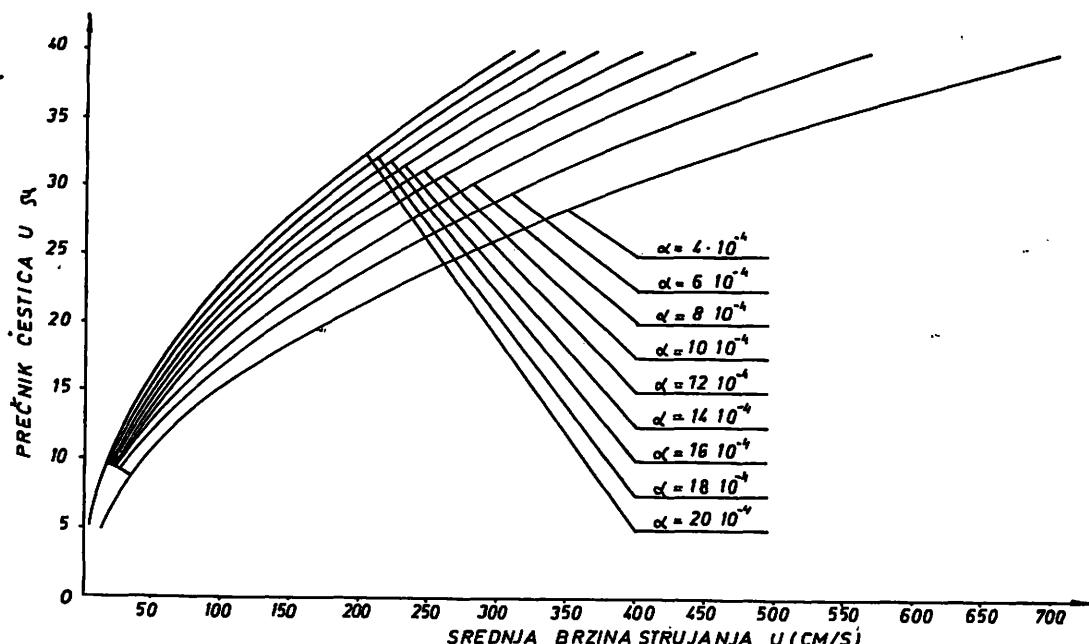
- $d$  — prečnik čestica
- $\nu$  — kinematska viskoznost
- $\rho_0$  — gustina vazduha
- $\rho$  — prosečna gustina čestica
- $a = 1,5$  — eksperimentalna konstanta
- $r_1 = 0,5$  — koeficijent korelacije
- $\alpha$  — koeficijent aerodinamičkog otpora
- $R$  — rastojanje određene tačke od ose hodnika
- $R_0$  — hidraulični radijus hodnika

Za mineralnu prašinu Borske Jame čije su karakteristike date u poglavlju (Osnovne karakteristike mineralne prašine i režim provetrvanja) i za vrednost kinematskog viskoziteta.

$v = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  zavisnost između srednje brzine strujanja i krupnoće čestica prašine, pri različitim koeficijentima aerodinamičkog otpora jamskih hodnika, određena po jednačini (3), prikazana je na slici 1.

Veličina  $d_{gr}$ , sračunata po jednačini (4), iznosi 42 mikrona.

Iz dijagrama na slici 1 zaključuje se da gornja granična krupnoća lebdećih čestica



Slika 1

Jednačina (3) je primenljiva samo za čestice prašine čiji prečnik ne prelazi vrednost

$$d_{gr} = 60 / \sqrt{\gamma} \quad (4)$$

raste sa povećanjem brzine strujanja vazduha i sa porastom koeficijenta aerodinamičkog otpora. Zavisnost gornje granične krupnoće lebdenja čestica od hrapavosti površina jamskog hodnika pri malim brzinama strujanja

vazduha je slabije izražena, nego što je slučaj kod većih vrednosti.

Primenjeni kriterijum lebdivosti čestica u principu važi na celoj dužini prostiranja jamskog hodnika. Međutim, u delu hodnika gde se još sedimentuju čestice prašine pod uticajem sile teže, u vazduhu će se naći i čestice većih dimenzija od proračunatih po ovom kriterijumu. One će ipak biti istaložene na nekoj udaljenosti od izvora prašine. Od ove udaljenosti, pa dalje duž ose hodnika, ukoliko je  $w = \text{const.}$ , nalaziće se u stanju lebdenja samo one čestice čiji je prečnik manji od prečnika čestica gornje granične krupnoće. Ovo znači, da prethodno utvrđivanje lebdivosti čestica prašine predstavlja i osnovu za određivanje dužine sedimentacione zone u hodniku.

#### Sedimentovanje čestica mineralne prašine

Problematika sedimentovanja mineralne prašine u funkciji udaljavanja od izvora stvaranja prašine duž ose jamskog hodnika, na primeru mineralne prašine Borske Jame, obradivana je u magistarskom radu autora (6).

Osnovna postavka problema zasniva se na sledećem:

— sa udaljavanjem od izvora stvaranja prašine, krupnije čestice, zavisno uglavnom od prečnika i specifične težine, taložiće se na različitim odstojanjima od izvora prašine, i

— pošto za izračunavanje puta taloženja čestica polidisperznih aerosola još uvek nema tačnih matematičko-analitičkih rešenja, već samo približnih, to su za rešavanje problema odvođenja prašine ventilacijom u uslovima Borske Jame, uzeta u obzir samo dva dominantna uticaja na sedimentovanje prašine: brzina taloženja pod uticajem sile teže i brzina usmerenog kretanja vazdušne struje u jamskim hodnicima. Ovakvo uprošćavanje ima za posledicu dobijanje samo orientacionih podataka, koji su ipak za praktične svrhe upotrebbivi.

Brzina sedimentovanja pod uticajem sile teže računata je po Štoksovom zakonu, jer se radi o česticama koje vertikalno sedimentuju. Za jamsku prašinu Borskog rudnika, a za čestice krupnoće iznad 1,5 mikrona, vrednosti Štoksove brzine sedimentovanja, primenom

$$\rho \frac{gd^2}{18 \eta} \quad \text{jednačine } W = \frac{\rho gd^2}{18 \eta}, \quad \text{prikazane su u tablici 1.}$$

Tablica 1

d (μ)	50	30	20	10	5	4	3	2
w (cm/s)	22,50	8,10	3,60	0,90	0,23	0,14	0,08	0,04

Uticaj brzine usmerenog kretanja vazdušne struje karakteriše se srednjom brzinom strujanja i neposredno se meri, a smer uticaja poklapa se sa osom hodnika. Kod izračunavanja uzete su srednje vrednosti brzina usmerenog kretanja vazduha u granicama od 0,05 do 1,00 m/s.

Rezultujuća brzina  $\vec{w}_r$  sedimentovanja čestica ravna je vektorskom zbiru:

$$\vec{w}_r = \vec{w}_{st} + \vec{w}$$

gde je  $\vec{w}_{st}$  — vertikalna komponenta, a  $\vec{w}$  — horizontalna komponenta kretanja čestica.

Ako je, pak, prosečna visina jamskog hodnika 2,5 m, i ista se uzme za početnu visinu sedimentovanja u vremenu  $t = 0$ , onda po Štoksu potrebno vreme sedimentovanja čestica krupnoće iznad 1,5 mikrona, pomnoženo sa veličinom rezultujuće brzine, daje i dužinu puta koju treba čestice određene krupnoće da pređu prilikom sedimentovanja.

Ta zavisnost između krupnoće čestica, izražene u mikronima, i dužine puta taloženja, izražene u metrima, a pri različitim brzinama usmerenog kretanja, prikazane su u grafiku na slici 2.

Očigledno je, da ukoliko se povećava srednja brzina strujanja vazduha u hodniku, dolazi do promene raspodele istaloženih frakcija prašine. Na primer: pri  $w = 0,1$  m/s, čestice prašine prečnika 5 mikrona se talože na oko 100 m od izvora prašine; pri  $w = 0,7$  m/s, put taloženja istih čestica je mnogo duži i iznosi 778 m. Sa daljim povećanjem brzine usmerenog kretanja, dužina puta sedimentovanja postaje znatno duža.

Iz dosadašnjeg izlaganja o uslovima lebdivosti i sedimentacije mineralne prašine u jamskim hodnicima, dokazana je opravdanost izdvajanja dveju karakterističnih zona u problematiči rasprostiranja prašine u jamskim hodnicima, pa je zato opravdana i potreba utvrđivanja opsega tih zona, odnosno, utvrđivanje opsega prostiranja sedimentacione zone.

### Utvrđivanje opsega prostiranja sedimentacione zone

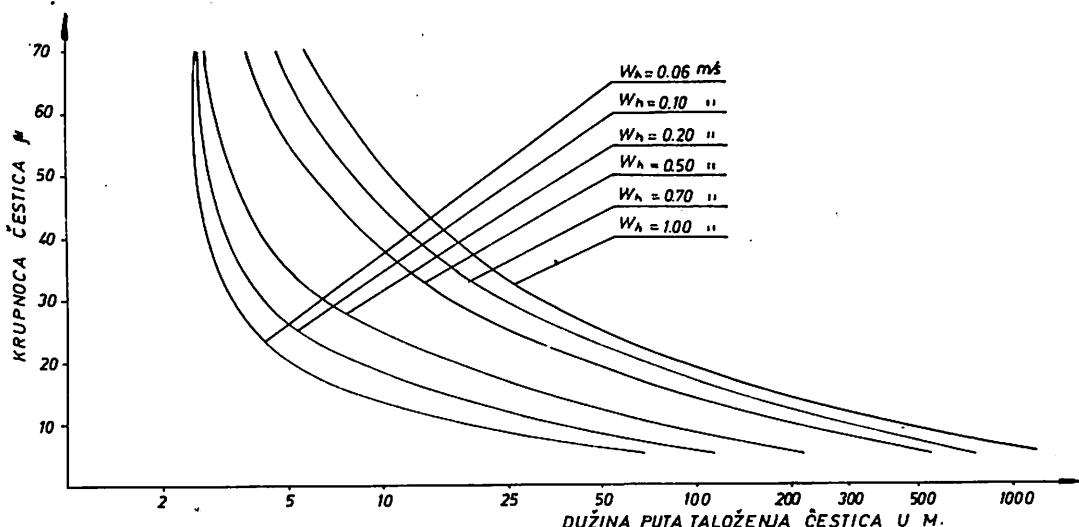
Opseg prostiranja sedimentacione zone u jamskim hodnicima uglavnom zavisi od dva osnovna činioца:

- od fizičkih karakteristika mineralne prašine (disperznost i specifična težina), i
- od karaktera vazdušnog strujanja i stepena hrapavosti površina jamskog hodnika.

Fizičko-mehaničke karakteristike prašine Borske lame date su u poglavlju. (Osnovne karakteristike mineralne prašine i režim protvretavanja).

Koeficijenti aerodinamičkih otpora hodnika u Borskoj jami mahom se kreću u granicama od 16 do 20 kp.  $s^2/m^4$ , pa se za proračun opsega prostiranja sedimentacione zone usvaja  $\alpha = 16 \cdot 10^{-4}$ , jer pri tom, greška koja nastaje u određivanju granične krupnoće lebdećih čestica u proseku iznosi 4,5 odsto, što je u dozvoljenim granicama (dijagram — sl. 1).

Za izračunavanje opsega prostiranja sedimentacione zone, polazi se od postavki:



Slika 2

Brzine strujanja vazduha u hodnicima Borske lame mahom se kreću u granicama od 0,05 do 1,5 m/s, izuzev pojedinih hodnika skupne izlazne vazdušne struje i ventilacionih okana, gde je brzina strujanja vazduha veća. Međutim, kako su ove prostorije, u kojima je veća brzina strujanja vazduha, locirane daleko od izvora prašine, to je proces taloženja čestica prašine mnogo ranije završen u prostorijama sa manjom brzinom vazdušne struje. Određivanje opsega sedimentacionih zona izvršiće se za vrednosti brzina strujanja vazduha od 0,05 do 4 m/s, mada su u konkretnom slučaju relevantne brzine do 1,5 m/s.

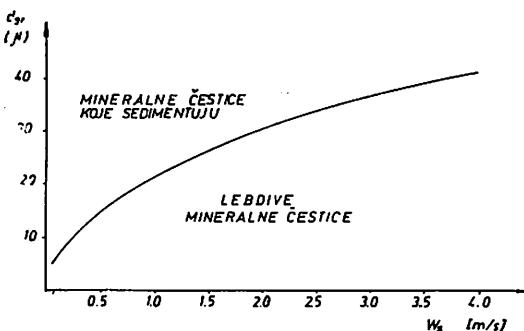
— da se pri određenoj srednjoj brzini strujanja vazduha u jamskim hodnicima nalaze u stanju lebdenja samo čestice mineralne prašine, čiji je radijus manji od radijusa dobijenog po kriterijalnoj jednačini (3);

— da sve čestice većeg radijusa od radijusa čestica dobijenog po jednačini (3) sedimentuju na određenoj dužini  $L_{gr}$ , računatoj u odnosu na izvor prašine. Ta dužina, dakle, predstavlja i dužinu prostiranja zone na kojoj je završeno taloženje čestica pod uticajem sile gravitacije. Na većim dužinama od  $L_{gr}$ , pri  $w = \text{const.}$ , u vazduhu će biti samo čestica manjeg prečnika od  $d_{gr}$ .

Shodno ovim postavkama, izvršen je proračun karakterističnih prametara sedimentacione zone ( $d_{gr}$  i  $L_{gr}$ ). Zavisnost  $d_{gr} = f(w)$  za navedene uslove, prikazana je na slici 3.

Na osnovu ovih rezultata, zaključuje se sledeće:

— Pri određenoj brzini strujanja vazduha u lebdećem stanju nalaziće se samo one čestice prašine, čija je krupnoća manja ili ravna  $d_{gr}$ .



Slika 3

— Sa povećanjem brzine strujanja vazduha, povećava se i gornja granična krupnoća, lebdenja čestica, i obrnuto. Dobijena parabolična zavisnost za posmatrane uslove na grafiku slike 3, omogućava iznalaženje  $d_{gr}$  u funkciji brzine  $w$ , i izdvajanje lebdećih frakcija prašine od frakcija koje sedimentuju pod uticajem sile teže.

— Opseg prostiranja sedimentacione zone sa udaljavanjem od izvora prašine duž ose

hodnika u pravcu strujanja vazduha, za određenu mineralnu prašinu, je konstantna veličina. Za mineralnu prašinu Borske jame, dužina sedimentacione zone iznosi 62,6 m. Prema tome, na odstojanjima većim od 62,6 m od izvora prašine, u vazduhu će se nalaziti samo frakcije prašine koje praktično ne sedimentuju.

— Na disperznost mineralne prašine u vazduhu jamskih hodnika, pored niza uticajnih faktora o kojima je bilo reči, mesto izvora prašine u hodniku, disperznost prašine na tom mestu i brzina vazdušnog strujanja, imaju odlučujući uticaj. Tako:

— U hodnicima gde nema primarnih izvora stvaranja prašine, ili u delovima hodnika van sedimentacione zone, efekat taloženja može se zanemariti, i u vazduhu se nalaze samo čestice prašine manjeg prečnika od  $d_{gr}$ .

— U hodnicima, u kojima su mesta izvora prašine, evidentne su sve frakcije prašine koje nastaju dezintegracijom stenske mase. Sa udaljavanjem od izvora prašine njena disperznost se menja u zavisnosti od efekata taloženja, i po osi hodnika i u poprečnom preseku.

Iznete karakteristike rasprostiranja aerosola u jamskim hodnicima uslovjavaju i odgovarajući izbor metoda i metodologija uzorkovanja aerosola u cilju utvrđivanja koncentracije disperzne faze u disperznoj sredini, kao i izbor odgovarajućih mera zaštite u borbi protiv jamske prašine, koji je bio predmet autorovog članka objavljenog u „Sigurnosti u rudnicima” br. 2/1974.

## SUMMARY

### Character of Air Dustiness in Underground Mine Drives

Dr. Ž. Nikolić, min. eng.\*)

By theoretic consideration of mineral dust spreading in underground mine drives in Mine Bor, the author arrived to the following conclusions:

— With moving away from dust source, two characteristic zones may be distinguished in the drive: the sedimentation zone of constant range containing particles of different sizes; and the zone containing only suspended particles below the bottom size limit. The bottom size limit is in parabolic dependence with air stream velocity. In drives without primary dust sources, or in drive sections outside the sedimentation zone, the precipitation effect may be neglected, and the air contains particles below the bottom size limit. In drives with dust sources, all fractions produced by rock mass fragmentation are present. The outlined characteristics are decisive for the selection of the sampling method and methodology of sampling dealt with in the paper of the same author in „Sigurnost u Rudnicima” No. 2/1974.

\*) Mr ing. Živojin Nikolić, Rudarsko-geološko-metalurški fakultet — Beograd — Bor.

## L iter a t u r a

1. F u k s, N. A., 1955: Mehanika aerozolej. Izdat. Akademiji nauk SSSR, Moskva
2. Burčakov, A. S. i Moskalenko, E. M., 1965: Dinamika aerozolej v gornyh vyrobokah. — Nauka.
3. Klebanov, F. S. i dr., 1972: Analiticheskoe issledovanie pyli v šahtnom ventilacionnom potoke. — IGD im. Skočinskogo.
4. Voronin, V. N. i dr. 1960: Rukovodstvo po proektirovaniyu protivpylevyh ventila-
- cionnyh režimov v metaličeskih rudnikah, Moskva.
5. Minskij, E. M., 1940: O pulzacijah skorosti pri vpolne ustanoovyvšemsja turbulentnom potoke. Ž. T. F., 10 vyp. 19.
6. Nikolić, Ž., 1971: Magistarski rad. Arhiv Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.
7. Nikolić, Ž., 1974: Doktorska disertacija. Arhiv Rudarsko-geološkog fakulteta.

## Značaj postupka orošavanja za smanjenje zaprašenosti u rudnicima metala

(sa 8 slika)

Dipl. ing. Vladimir Ivanović

*Suština kompleksne zaštite od prašine sastoji se u smanjenju koncentracije agresivne lebdeće prašine u radnoj okolini. Ranije je konstatovano da je u metalnim rudnicima mogućnost primene ventilacionog postupka ograničena, pa je primena kompleksne zaštite neophodna. U takvoj situaciji se postupci za smanjenje količine lebdeće prašine u radnoj okolini pojavljuju kao bitan elemenat u kompleksnoj zaštiti.*

U cilju sprečavanja prinosa lebdeće prašine u radnoj okolini u principu moguća je primena dva postupka: suvi (odsisavanje) i mokri (orošavanje). Postupak orošavanja i pored nešto slabijih efekata daje povoljnije uslove za praktičnu primenu zbog čega je usvojen u većini zemalja pa i u Jugoslaviji. Njegove prednosti su jednostavnost konstrukcije i mali gabariti uređaja za orošavanje, zatim širo-

ka primena automatike i mogućnost priključka na postojeću vodovodnu mrežu, i najzad znatno je jeftiniji.

Postupkom orošavanja primenjuju se dva načina za smanjene količine lebdeće prašine u radnoj okolini i to:

— sprečavanje izdvajanja frakcije lebdeće prašine prethodnim orošavanjem rudnih i stenskih masa,

— obaranje izdvojene lebdeće prašine dispergovanjem vode u vazdušnoj sredini.

Umanjenje koncentracije lebdeće prašine primenom orošavanja može se prikazati diferencijalnom jednačinom (1):

$$dN = -\alpha \cdot N \cdot dt$$

gde je:

$N$  — umanjena koncentracija prašine u vazduhu,  $\text{mg/m}^3$

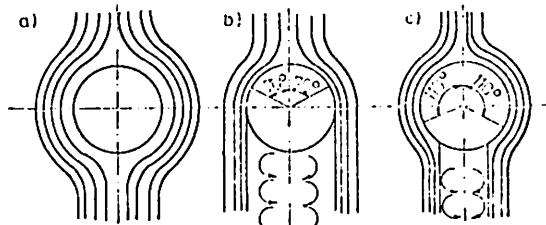
$t$  — vreme orošavanja, sec

$\alpha$  — koeficijenat proporcionalnosti kojim se određuje količina oborene prašine u zoni orošavanja.

Posle integriranja u granicama  $N_0-N$ , gde je  $N_0$  početna koncentracija, dobija se:

$$N = N_0 \cdot e^{-\alpha \cdot t} = \frac{N_0}{e^{\alpha t}}$$

Koeficijent  $\alpha$  je u funkciji sledećih parametara: potrošnje vode, ugla i dužine vodenog mlaza, strukture mlaza, veličine kapljice vode i njihovih električnih i hidrauličnih svojstava. Određuje se eksperimentalno.



Sl. 1 — Tri moguća slučaja opticanja kapljice vode oko čestice prašne (1).

Fig. 1 — Three possible case of water drops circulation around dust particles (1)

Proces obaranja prašine u vazdušnoj sredini nastaje pri sudaru a zatim obuhvatanju čestica prašine kapljicama vode. Efekat obaranja je u zavisnosti od većeg broja faktora, a može se izraziti odnosom efekta sudara  $E$  i efekta opticanja  $K$  (1). Veličina  $K$  se određuje iz jednačine (1):

$$K = \frac{2}{9} r^2 \frac{\rho}{\mu} \cdot \frac{v}{R}$$

gde je:

$r$  — prečnik čestica prašine, mikron (mK)

$\rho$  — specifična težina čestica prašine,  $\text{g/cm}^3$

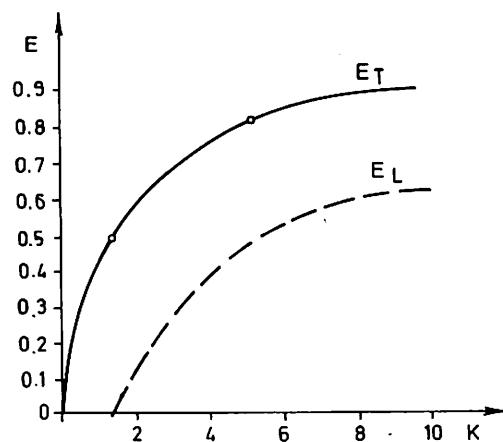
$\mu$  — viskoznost vazduha,  $\text{kg/sec}$

$m^2$

$v$  — brzina protoka vazduha,  $\text{m/s}$

$R$  — prečnik vodene kapljice, mikron (mK)

Sa dodavanjem kvašitelja vodi znatno se ubrzava razbijanje vazdušne opne formirane oko čestica prašine, povećava se disperznost raspršenog vodenog mlaza, odnosno broj sudara, a što ima uticaja na poboljšanje kinetike kvašenja. Pri tome se mora obratiti pažnja na činjenicu da spajanje čestica prašine i kapljica vode ne znači uvek i izdvajanje iz vazdušne sredine, ukoliko kapljice ispare pre



Sl. 2 — Zavisnost između efekta sudara ( $E$ ) i efekta opticanja ( $K$ ).  $E_T$  — pri turbulentnom strujanju;  $E_L$  — pri laminarnom strujanju.

Fig. 2 — Correlation between impact effect ( $E$ ) and circulation effect ( $K$ ).  $E_T$  — with turbulent flow;  $E_L$  — with laminar flow.

potrebnog vremena taloženja. Zavisnost vremena isparavanja od uticajnih faktora data je sledećom jednačinom (1):

$$t = \frac{R}{8 K (P_o - P)}, \text{ sec}$$

gde je:

$R$  — prečnik kapi vode, mK

$K$  — koeficijent srazmernosti 0,15—0,26

$P_o$  — parcijalni pritisak vodene pare na površini kapljice  $\text{kg/m}^2$ ,

$P$  — parcijalni pritisak vodene pare u vazdušnoj sredini  $\text{kg/m}^2$ .

Kao što se vidi, jedan od prvih ograničavajućih faktora u tehnologiji orošavanja je veličina kapljica u raspršenom mlazu vode. Velikim brojem ispitivanja je ustanovljeno da se efikasno obaranje prašine postiže kada je prečnik kapljica  $R = 30\text{-}100$  mikrona (1).

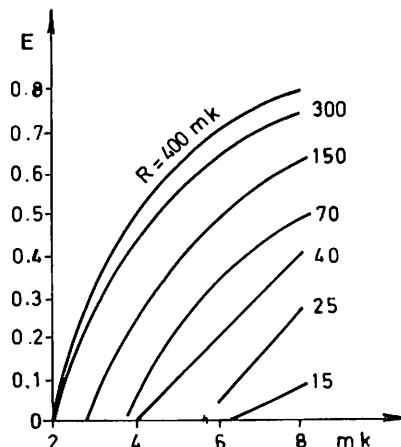
Teškoće vezane za postupak obaranja lebdeće prašine ukazuju na važnost orošavanja usmerenog na sprečavanje izdvajanja prašine i stvaranja lebdeće frakcije. Ovaj postupak bazira na stvaranju vodenog filma oko komada rude, ili stenskorudne površine sa kojim se sprečava emitovanje čestica prašine u radnu okolinu. Debljina vodenog filma treba da

ređene granice povećanja potrošnje vode, kao što se vidi na slici 4. Tu kritičnu količinu ograničava ekonomski faktor zbog povećanja cene razvoda vode u jamskoj mreži.

Gornja granica potrošnje vode se mora eksperimentalno odrediti za svaki konkretni slučaj. Prema ispitivanjima u nekim našim rudnicima (5) maksimalna količina vode za orošavanje iznosila je  $250 \text{ l/min}$ .

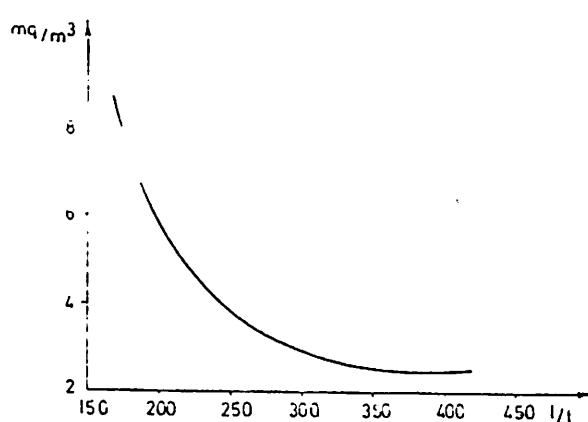
Vrlo značajan hidraulični parametar u procesu orošavanja je pritisak vode u raspršivaču.

Zavisnost podataka na slici 5 pokazuje da optimalnoj veličini kapljica vode  $30\text{-}100$  mikrona, sa kojom se efikasno obara lebdeća prašina, odgovara pritisak 3-6 atmosfera.



Sl. 3 — Zavisnost efekta sudara (E) od prečnika kapi vode (R) i čestica prašine (r).  
Fig. 3 — Dependence of impact effect (E) on water drop diameter (R) and dust particles (r).

se kreće oko veličine  $0.1 \text{ mm}$  da bi se obezbeđilo efikasno sprečavanje izdvajanja prašine ali i slivanje suviše vode i povećanje vlažnosti. Na osnovu praktičnih ispitivanja, (5) zaključeno je da za uslove u našim rudnicima najviše odgovara primena oba postupka. Količinu vode za orošavanje ograničava faktor poremećaja fizičko-mehaničkih karakteristika rude pri čemu dolazi do nepovoljnog uticaja na normalno odvijanje tehnologije eksploatacije (otezan utovar i transport) i pripreme. Potrošnju vode u izvesnom smislu ograničava i efekat orošavanja. Karakteristično je da se izraziti efekti postižu samo do od-



Sl. 4 — Zavisnost efekta orošavanja od potrošnje vode.  
Fig. 4 — Dependence of spraying effect on water consumption.

U nekim slučajevima, kao što su obaranje prašine u vazdušnoj struji posle miniranja ili vlaženje površina sa nataloženom prašinom, potrebno je postići veću specifičnu zbijenost kapljica vode. To se postiže povećanjem stepena raspršenosti vode pomoću komprimiranog vazduha. Pri tome se primenjuju kombinovani raspršivači koji rade na vodu i komprimirani vazduh. Na osnovu izvršenih istraživanja (5,6), pri čemu su pored efekata orošavanja uzeti u obzir ukupna energija i ograničeni kapaciteti, usvojeno je da količina vazduha po jednom raspršivaču ne prelazi 2

$\text{m}^3/\text{min}$ . Za postizanje potrebnih hidrauličnih karakteristika vodenog mlaza pritisak komprimiranog vazduha u raspršivaču treba da bude za 15 odsto veći od pritiska vode. U zavisnosti od konstruktivnih karakteristika raspršivača pritisak komprimiranog vazduha je takođe ograničen na interval 4-7 ata.

Za formiranje odgovarajućeg vodenog mlaza, koji će obezbediti tražene efekte smanjenja zaprašenosti odlučujući uticaj imaju konstruktivne karakteristike raspršivača. U praktičnom radu se upotrebljavaju dve vrste raspršivača:

- hidropneumatski raspršivači sa dispergovanjem vode komprimiranim vazduhom i
- hidraulični raspršivači.

Pozitivne karakteristike hidropneumatskih raspršivača su u velikoj dužini raspršenog mlaza i visokom stepenu raspršivanja vode. Nedostaci su: potrošnja skupog komprimiranog vazduha, neophodnost kontinualnog nadzora i regulacije zbog kolebanja pritiska vode i komprimiranog vazduha u mreži, prekidi u radu kompresora i dr.

Hidraulični raspršivači su jednostavne konstrukcije i postojani su u radu. U poređenju sa hidropneumatskim raspršivačima isti efekti mogu se postići sa znatno većom potrošnjom vode.

Efektivnost rada raspršivača se ocenjuje na osnovu sledećih hidrauličnih karakteristika:

- potrošnja vode.
- srednja brzinā izbacivanja kapljica
- dimenzije vodenog mlaza (ugao i dužina)
- disperzni sastav raspršene vode.

Potrošnja vode hidrauličnih rašpršivača se može odrediti iz jednačine (7):

$$Q = \gamma \cdot d \cdot p^n \quad (\text{l/čas})$$

gde je:

- d — prečnik otvora raspršivača, mm
- p — pritisak vode u raspršivaču, atm
- $\gamma$  i n — konstantne veličine za odgovarajuće karakteristike raspršivača.

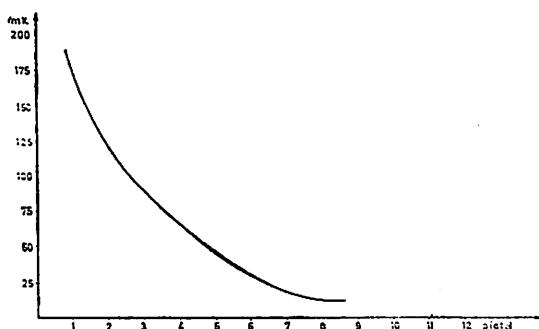
Srednja brzina isticanja vode iznosi 10-30  $\text{m/s}$  a određuje se iz obrasca:

$$v = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot d^2} \quad (\text{m/s})$$

gde je:

- q — potrošnja vode u raspršivaču,  $\text{m}^3/\text{s}$
- d — prečnik otvora raspršivača, mm

Kod hidropneumatskih orošivača srednja brzina izbacivanja kapljica vode je znatno veća, što je slučaj i sa gustom raspršenog vodenog mlaza.



Sl. 5 — Zavisnost prečnika kapljica vode (R) od pritiska u raspršivaču (P).  
Fig. 5 — Dependence of water drop diameter (R) on the pressure in the spraying device (P).

Tablica 1

Povećanje broja sumarne površine kapljica vode u zavisnosti od brzine komprimiranog vazduha u raspršivaču

Brzina vazduha m/s	Broj kapljica u $1 \text{ cm}^3$	Sumarna površina kapljica (mm $^2$ ) u $1 \text{ cm}^3$
10	$10^3$	60
20	$10^4$	130
50	$10^5$	280
100	$10^6$	500
150	$10^7$	1000

Oblak i dimenzije vodenog mlaza su veoma značajni kod izbora i konkretne primene raspršivača. Na primer, u jednom slučaju je neophodna primena raspršivača sa kratkim mlazom u obliku kupe, a u drugom je potreban pljosnati mlaz veće dužine, itd.

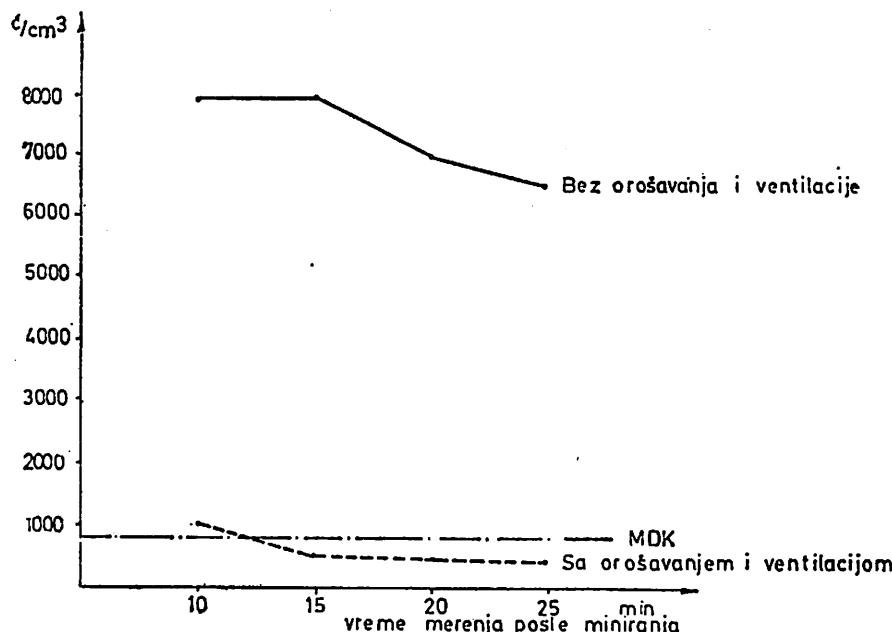
Predmet naših istraživanja je bio da se definise tehnologija orošavanja pri odvijanju pojedinih radnih operacija. Zaključeno je da u eksplotacionim uslovima rudnika, na otkopno-pripremnim i istražnim radilištima, posred bušenja vodom, orošavanjem treba obuhvatiti izvore prašine koji nastaju pri miniranju i utovaru, a u sistemu transporta sva pretovarna mesta.

Za operaciju bušenja je prihvaćen uobičajeni postupak bušenja vodom sa sledećim dopunskim elementima:

- Uspostavljanje normalizovanog režima bušenja (5).

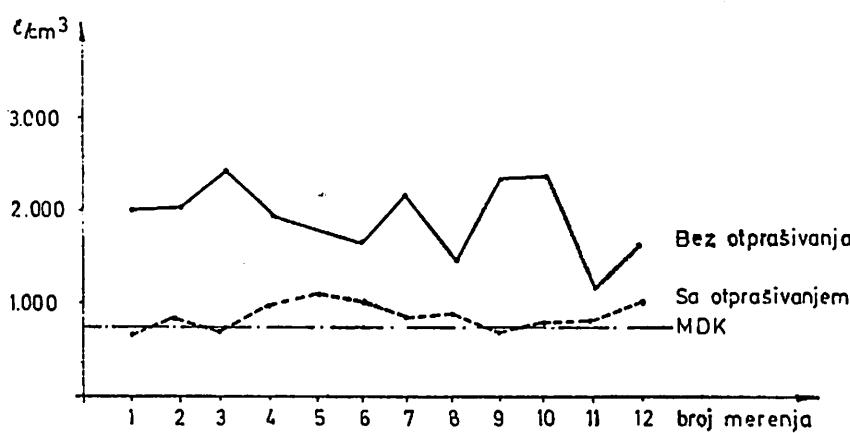
— Sprečavanje podizanja nataložene prašine kvašenjem podova, bokova i stropa hidropneumatskim raspršivačem.

— Sprečavanje izdvajanja prašine primiraju začepljivanjem minskih bušotina vodenim patronama.



Sl. 6 — Efekat smanjenja koncentracije prašine kod miniranja postignut kombinovanom primenom orošavanja i ventilacije na otkopnom radilištu u jami Stari Trg.

Fig. 6 — The effect of the reduction of dust concentration during blasting achieved by combined application of spraying and ventilation at a working face in Mine Stari Trg.



Sl. 7 — Efekat otprašivanja postignut orošavanjem kod utevora utovaračem T<sub>2</sub> GH na otkopnom radilištu u jami Stari Trg.

Fig. 7 — Dedusting effect achieved by spraying during loading by T<sub>2</sub> GH loader at a working face in Mine Stari Trg.

- Sprečavanje podizanja nataložene prašine orošavanjem hidropneumatskim raspršivačem.
- Obaranje lebdeće frakcije prašine hidropneumatskim raspršivačem.

- Obaranje izdvojene lebdeće prašine u vremenu provetrvanja posle miniranja, pomoću hidropneumatskih raspršivača.

Efekti ovako postavljene tehnologije orošavanja u kombinaciji sa ventilacijom ispitivani su u nekoliko rudnika (5). Na slici 6 su grafički prikazani postignuti efekti kod

Za fazu miniranja je predviđen sledeći postupak orošavanja:

komornog tipa prostorije na primeru jame „Stari trg”.

Za operaciju utovara je predviđen postupak orošavanja:

- Sprečavanje podizanja nataložene prašine hidropneumatskim kvašenjem obořene rude ili stene, a zatim podova, bojkova i stropova prostorija.
- Sprečavanje izdvajanja prašine pri mehaničkom utovaru hidrauličkim kvašenjem sa automatskim radom raspršivača.
- Obaranje lebdeće prašine u radnoj sredini pomoću hidropneumatskih raspršivača.

Ovaj postupak je takođe ispitivan u nekoliko naših rudnika i dobijeni su zadovoljavajući rezultati.

Da bi se sa sigurnošću obezbedile potrebne hidraulične i higijenske karakteristike raspršivača neophodno je da u rudniku postoji centralna mreža razvoda vode. Za orošavanje se može koristiti pitka voda ili tehnička voda, koja se u slučaju potrebe prečišćavanjem mora neutralizovati do sledećih sanitarnih normi (8):

- sadržaj mehaničkih primesa max 50 mg/l
- aktivna reakcija 6-9,5 pH
- titr kolibacila max 300 cm<sup>3</sup>

Sl. 8 — Efekat otpaćivanja postignut orošavanjem kod utovara rude u vagonu iz rudne šipke.

Fig. 8 — Dedusting efficiency achieved by spraying during ore loading into rail cars by ore chutes.

Ovaj postupak otpaćivanja je dao zadovoljavajuće rezultate u ispitivanim rudnicima, kao što se vidi iz primera datog na slici 7.

Na pretovarnim mestima u sistemu transporta predviđa se postupak orošavanja:

- Sprečavanje izdvajanja nataložene prašine hidropneumatskim kvašenjem bojkova, podova i stropova prostorija.
- Sprečavanje izdvajanja prašine pri pretovaru sa automatskim radom raspršivača.
- Obaranje lebdeće prašine u radnoj okolini pomoću hidropneumatskih raspršivača.

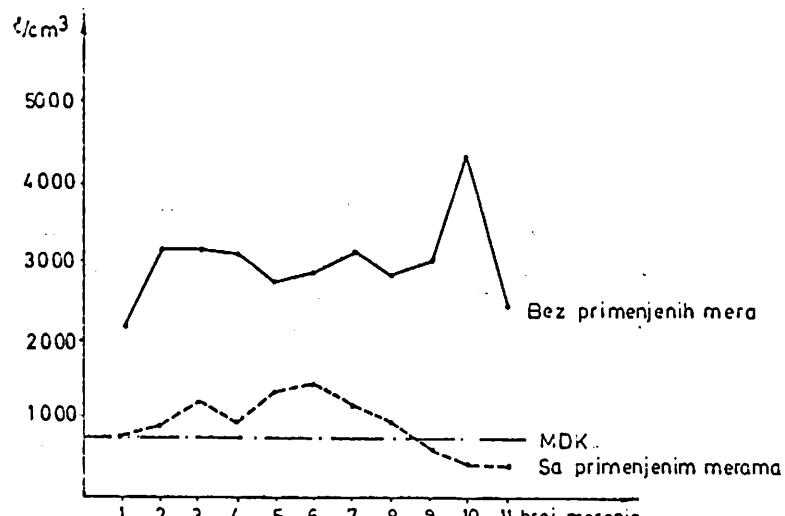
Jugoslovenskim standardom i tehničkim propisima nije još regulisano pitanje kvaliteta tehničke vode u rudnicima, što bi u najskorije vreme trebalo učiniti, s obzirom da zaštita od agresivne mineralne prašine bazira na orošavanju.

Dnevni, smenski ili časovni kapacitet vodovodne mreže se određuje po formuli (8):

$$Q = K \cdot n \cdot g \cdot N \cdot t \text{ (m}^3\text{)}$$

gde je:

- K — koeficijent gubitka vode u mreži
- n — koeficijent jednovremenosti rada potrošača istog tipa
- Q — potrošnja vode pojedinih potrošača
- N — broj potrošača u jednovremenom radu
- t — srednje vreme rada pojedinih potrošača.



U slučaju da se primeni aktivator za povećanje efekata kvašenja vodom, preporučuje se primena centralne stanice za mešanje kvašitelja i vode i doziranje kvašitelja u mrežu razvoda vode.

Izvršena ispitivanja (5,6) su pokazala da se prethodno objašnjениm postupkom orošavanja mogu očekivati smanjenja prinosa lebdeće prašine, odnosno zaprašenosti za 50-60 odsto.

Ukupno potreban efekat za sniženje koncentracije prašine konstatovane u sadašnjim radnim uslovima u rudnicima metala iznosi:

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 = \frac{(N_0 - N_d) \cdot 100}{N_0} = 90 - 95\%$$

gde je:

$\eta$  — efekat smanjenja koncentracije prasine koji se postiže primenom kompleksnog

otprašivanja (orošavanje i ventilacija), %

$\eta_1$  — efekat smanjenja koncentracije koji se postiže orošavanjem, %

$\eta_2$  — efekat smanjenja koncentracije koji se postiže ventilacijom, %

$N_0$  — koncentracija prasine u postojećim radnim uslovima, mg/m<sup>3</sup>

$N_d$  — maksimalno dozvoljena koncentracija, mg/m<sup>3</sup>

Pošto je efekat orošavanja  $\eta_1 = 50-60\%$ , znači da je za razređivanje preostale lebdeće prasine u radnoj okolini potrebno ventilacijom postići efekat  $\eta_2 = 30-45\%$ .

Adekvatnom i paralelnom primenom postupaka orošavanja i ventilacije i u metalnim rudnicima sa agresivnom mineralnom prasnom moguće je postići značajne rezultate na rešavanju problema smanjivanja velike zaprašenosti u postojećim uslovima eksploracije.

## SUMMARY

### Importance of the Spraying Process for Reducing Dustiness in Metal Mines

V. Ivanović, min. eng.\*)

The paper presents the concept of complex application of different protective measures, in particular of spraying for the purpose of reducing air dustiness under MDK. After explaining the theoretic grounds of the process of dust spraying and dust dampability increase by adding activators and the presentation of the results of investigations into the dustiness in Mine Stari Trg (Trepča), the author gives a practical and theoretic interpretation of the advantages and disadvantages and economy of hydraulic and hydro-pneumatic spraying devices. In addition, an analysis is presented, including required diagrams, of the effects of the reduction of dustiness by spraying with various operations in the process of metal ore mining in Mine Stari Trag.

\* ) Dipl. ing. Vladimir Ivanović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

# Poboljšanje sigurnosti rada na kamenolomima dolomita projektiranjem miniranja s usmjerenim dubokim minskim bušotinama

(sa 5 slika)

Prof. ing. Vladimir Abramović — dipl. ing. Josip Krsnik

*Prikazano je rešenje sanacije kamenoloma u vrlo teškim tektonskim uslovima, zbog kojih je kao i zbog nepravilno primjenjene tehnologije dobivanja radi ekstenzivne proizvodnje kamena, došlo do takve opasnosti koja je dovela u pitanje sigurnost ljudi i ekonomiku poslovanja kamenoloma.*

Kamenolom „Gradna”, poduzeća „Samoborka” iz Samobora, razvijen je u podnožju visokog i izduženog dolomitnog grebena. Stijena je čista i bez glinenih primjesa te ima:

$\text{SiO}_2$	0,11%
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	0,15%

Primjena ovog kvalitetnog dolomita u građevinarstvu je raznolika — za plemenite žbuke, kao agregat za betonske elemente, u granulatu služi za posipavanja, a kao fini mlin za punila u industriji.

Neposredno uz kamenolom izgrađeno je postrojenje za drobljenje i mljevenje. Povoljna lokacija kamenoloma u blizini velikih potrošača u Samoboru i Zagrebu omogućila je godinama stalno povišenje proizvodnje.

Geološki prikaz užeg područja obradio je prof. dr D. Šikić. Ovaj dolomit bio je primarno uslojen, no danas se to ne zapaža radi jake tektonske razdrobljenosti uslijed koje je dolomit postao sipak; trijaske je starosti i ukupne debljine na površini preko 300 m. Postoje zone sa sitnom razdrobljenošću mase i one grublje izlomljene, što daje posebno oblike masiva s obzirom na projektiranje, otvaranje i kasnije eksploataciju u etažama.

U svom početnom radu ovaj kamenolom sa proizvodnjom od oko  $50.000 \text{ m}^3$  razvijao se

kao i mnogi takvi objekti izvan rudarskog inspekcijskog nadzora, tj. bez one potpunije tehničke dokumentacije s kojom mora raspolažati svaki rudarski objekt.

Kamenolom je otvoren sa bočne strane u donjem dijelu grebena. Miniranjem, te utovarom, i odvozom sa mehaničkim utovaračem do usipnog mjesta u drobilanu vršila se ekonomična eksploatacija.

Višegodišnji rad doveo je kamenolom u 1970. god. u stanje u koje obično dolaze tzv. pozajmišta, tj. privremeni objekti za eksploataciju kamena. Obično se napadni masiv potkopava, stalno se sve više ugrožava sigurnost rada na jedinoj osnovnoj etaži, a u nekim slučajevima se oštećeće i narušava priroda.

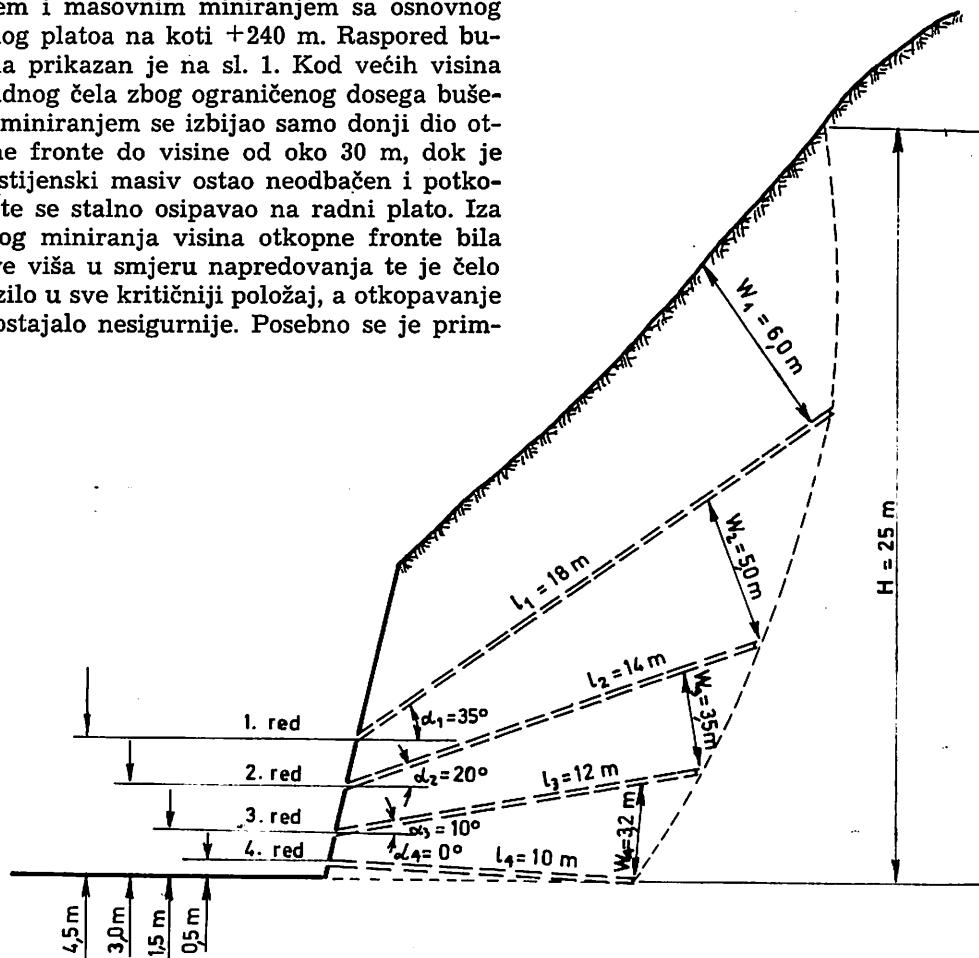
Potreba na granulatima dolomita koja raste i nastojanja da se eksploatacioni objekt solidno razvije u tehničkom i sigurnosnom pogledu ponukala je tadašnje rukovodstvo poduzeća da se pronađe trajnije projektno rješenje za sigurnu i visoku proizvodnju kamena, a time i za racionalni razvoj pogona drobilane. U toku 1970. god. proizvedeno je oko  $70.000 \text{ m}^3$  kamena u rastresitom stanju, od čega je preradeno i isporučeno u raznim granulatima  $60.000 \text{ m}^3$ .

Nestabilan položaj kosine napadnog čela i visina grebena od  $30 - 60 \text{ m}$  nametala je ponajprije potrebu saniranja čela radilišta. S

obzirom na svojstva masiva i grebenasti oblik, nije se moglo u sanacionoj fazi pomišljati na razvoj gornje etaže. Tome se u osnovi još suprotstavlja i ekonomski motiv, tj. težnja za jeftinom proizvodnjom kamena, odn. obaranje iskopine što bliže mjestu prerađe.

Dobivanje dolomita vršilo se natkopno bušenjem i masovnim miniranjem sa osnovnog radnog platoa na koti +240 m. Raspored bušotina prikazan je na sl. 1. Kod većih visina napadnog čela zbog ograničenog dosegaa bušenja, miniranjem se izbijao samo donji dio otkopne fronte do visine od oko 30 m, dok je viši stijenski masiv ostao neodbačen i potkopan te se stalno osipavao na radni plato. Iza svakog miniranja visina otkopne fronte bila je sve viša u smjeru napredovanja te je čelo dolazilo u sve kritičniji položaj, a otkopavanje je postajalo nesigurnije. Posebno se je prim-

pate  $1,35 \text{ m}^3$  i snage pogonskog motora 95/135 KS koji tovari i otprema iskopinu te služi i za utovar finalnog proizvoda u kamione), jer se bušenje i miniranje povjerava uslužnom stručnom poduzeću, razrađena je projektna osnova za ove mogućnosti rada i to kako slijedi:



Sl. 1 — Šematski prikaz dosadašnjeg načina bušenja i

Abb. 1 — Schematische Darstellung der gegenwärtigen  
Bohrungss und Sprengweise.

jećivalo da u kraćem periodu iza miniranja i nakon većih kiša dolazi do promjene pojedinih dijelova strukture masiva i to posebno onih potkopanih i u pukotinskim pojavama na površini grebena nastalih miniranjem. Na dva snimljena poprečna profila vidi se stanje otkopnog čela — sl. 2.

S obzirom na vlastitu utovarnu mehanizaciju (utovarna lopata, odn. mehanički traktorski utovarivač Allis-Chalmers tip 545, lo-

— priroda masiva i oblik grebena zahtijevaju originalan projektantski pristup i to tako, da se ne razvijaju etaže već koriste usmjerene minske bušotine sa kojima se oblikuje stabilna kosina radnog čela;

— načinu utovara i otpremi kamena odgovara rad na jednom osnovnom platou, koji treba odrediti i radi kasnijeg rada;

- s obzirom na neposredni položaj drobilane, a pomalo i na izgradnju manjih kuća koje u okolini rastu, te na izrazitu konfiguraciju terena, trebalo je pomicati i na mogućnost pojave šteta s obzirom na zračni i seizmički efekt masovnog miniranja;
- masiv dolomita u najnižem dijelu grebena nije po kvaliteti prikladan za eksploataciju pa je trebalo kop razvijati u sredini grebena.

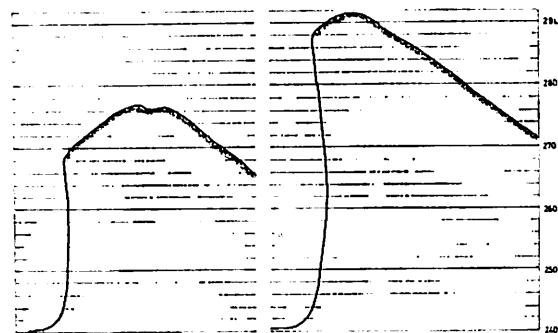
#### **Projektna koncepcija za veću proizvodnju i sigurniji rad na visokom napadnom čelu**

U periodu proučavanja karakteristika stijene i efekata miniranja te samog masiva u eksploatacionom polju, došlo se do nekih zaščita koja su bila važna za razvoj projektnе koncepcije:

- Dolomit se u tehnici dobivanja znatno razlikuje od drugih vrsta stijena, posebno ovaj sipki dolomit. Njegova svojstva se mijenjaju i u ovisnosti od nivoa podzemne vode, a tada je otežano bušenje i miniranje.
- Radove na bušenju i miniranju izvodilo je ugovorno specijalizirano poduzeće „Geotehnika“. S obzirom na raspumljenost i drobljivost stijene, uspješno je primjenjen udarno-rotacioni sistem bušenja sa ispuhanjem bušotine, uz primjenu spiralnih bušaćih šipki, koje pospješuju iznošenje detritusa iz bušotine. Vrlo iskusna i dobro vođena radna grupa za bušenje i miniranje bila je sposobna da ulazi u komplikiranije sheme bušenja i da se prilagodi i odgovarajuće zaštiti prilikom provođenja sanacije. Od velike važnosti bilo je postizavanje usmjerenih bušotina dužine preko 20 m i njihovo punjenje eksplozivnim sredstvima.
- Plitki pokrovni humus ne zahtjeva posebnu otpremu sa grebena već se bez poteškoća skida i povlači na niže sa druge strane grebena. Pristup sa ove strane moguće je kao i event. zasjecanje staze za bušilicu uzduž grebenskog pojasa.
- Odbacivanje stijene kod miniranja nije bilo daleko, iako je trebalo paziti na red paljenja mina i na smjer odbacivanja iskopine zbog blizine drobilane.

Stoga je trebalo predviditi promjenu smjera napredovanja čela u velikom masivu te taktičko smanjenje visine napadne kosine da se manje ugrožava ne samo drobilana već i okolina.

- Projektiranju se pristupilo uz pretpostavku da će se prilikom eksploracije dolomita provoditi rad prema rudarskim važećim propisima.
- Stalno visoka i jeftina proizvodnja može se postići tako da se sva iskopina obara miniranjem na osnovni plato i da se na ovom dolomitnom grebenu ne razvijaju etaže.



Sl. 2 — Karakteristični poprečni profili kamenoloma „Gradska“  
Abb. 2 — Charakteristische Steinbruchquerschnitte des Steinbruchs „Gradna“.

- Rezerve dolomita unutar granice eksploatacionog polja iznose preko 2.000.000 m<sup>3</sup> u stijeni, a praktički su neograničene.

Za realiziranje navedene zamisli morala se izraditi osnovna geodetska podloga i geološki prospektirati teren radi ograničenja rezervi za eksploraciju i za otkup zemljišta.

Kapacitet kamenoloma s obzirom na širinu napadnog čela i mogućnosti proširenja, je praktički za ove potrebe neograničen. Dinamika proizvodnje prilagođuje se potražnji, da bi se izbjeglo deponiranje prevelike količine gotovih granulata. Pošto se pretežni dio gotovih proizvoda koristi kao građevinski materijal u visokogradnji, visina proizvodnje mijenja se zavisno od intenziteta građenja i od trajanja građevinske sezone. Prema tome je trebalo elastično podešiti radove u kamenolomu za mogućnost davanja visoke proizvod-

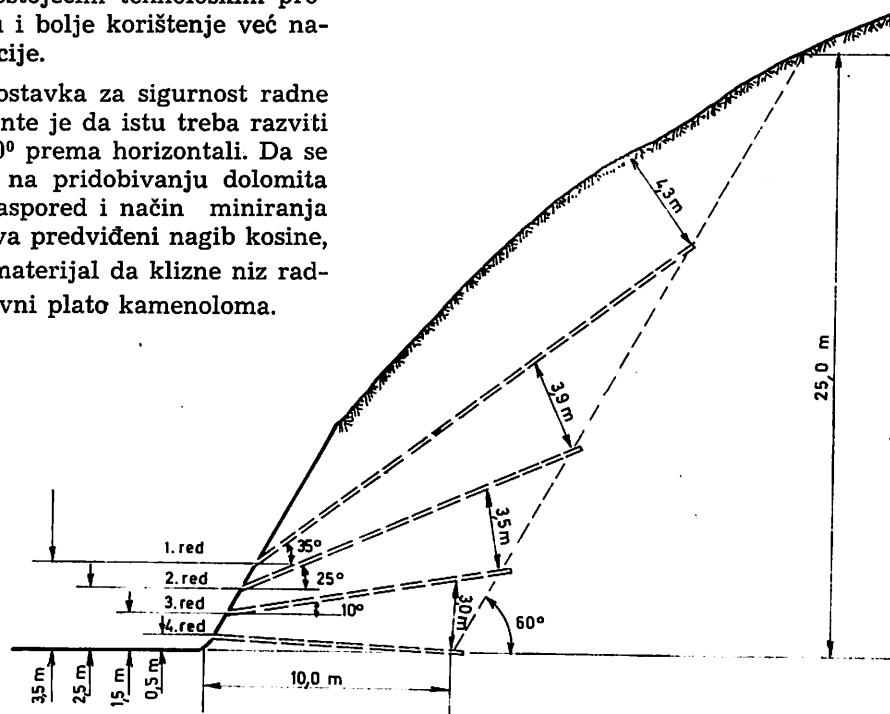
nje kada je to potrebno. Godišnju proizvodnju iz kamenoloma treba stoga planirati na 100 — 150.000 m<sup>3</sup> miniranog materijala godišnje.

Prema ocjeni radne sredine i montan-geoloških faktora, te raspoloživih postrojenja dробилane, koncepcija buduće eksplotacije uskladjuje se sa postojećim tehnološkim procesom uz upotrebu i bolje korištenje već nabavljene mehanizacije.

Kao osnovna postavka za sigurnost radne kosine otkopne fronte je da istu treba razviti pod nagibom od 60° prema horizontali. Da se to postigne, treba na pridobivanju dolomita primjeniti takav raspored i način miniranja da se stalno održava predviđeni nagib kosine, a sav odminirani materijal da klizne niz radnu kosinu na osnovni plato kamenoloma.

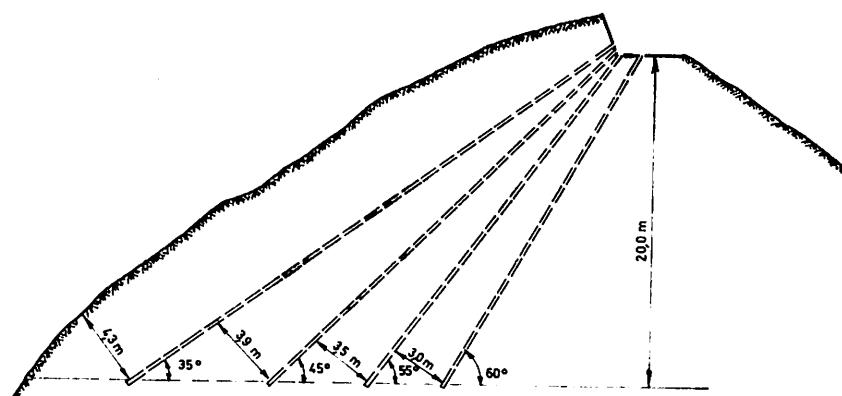
#### Izbor metode miniranja za saniranje i bubrežnu eksplotaciju kamenoloma

Uvjjeti saniranja i razvoja kamenoloma mogu se ispuniti dirigiranim miniranjem pomoću usmjerenih kosih minskih bušotina koje



Sl. 3 — Konstrukcija podnožne minskе lepeze.

Abb. 3 — Konstruktion des Sohlen-Sprengfächers.



Sl. 4 — Konstrukcija vršne minskе lepeze.

Abb. 4 — Konstruktion des Kopfsprengfächers

Zbog nepovoljnih vremenskih prilika računa se sa 200 efektivnih radnih dana i sa radom kroz sve 3 smjene.

se u obliku lepeza mogu bušiti sa podnožja i sa vrha otkopne fronte. S tim u vezi razlikuju se podnožne ili usponske lepeze, te vršne ili

silazne lepeze. Kod većih visina otkopne fronte miniranje se izvodi kombinacijom podnožnih i vršnih minskih lepeza, kako je prikazano na slikama 3 i 4.

Ovim rasporedom mina izbjegava se formiranje etaže i izrada pristupnih cesta na etaže, a otpada i vertikalni transport materijala, jer sva odminirana stijena klizne niz radnu kosinu na osnovni nivo otkopne fronte kamenoloma.

Postavljanje minskih lepeza i potreban broj redova mina podešava se prema visini otkopne fronte, a raspored i nagib minskih bušotina u pojedinim redovima određuje se na osnovu geometrijskih parametara miniranja i predviđenog nagiba radne kosine otkopne fronte.

#### Proračun geometrijskih parametara miniranja

Prema postavkama suvremene tehnike miniranja, koje su razradili U. Langefors i B. Kihlström, geometrijski parametri miniranja zavise uglavnom od:

- promjera minskih bušotina (D)
- gustoće eksplozivnog punjenja (g)
- relativne težinske snage eksploziva (E)
- faktora miniranosti stijene (podobnosti stijene za miniranje) (s)
- koeficijenta uklještenosti stijene (v)

Kod lepezastog rasporeda mina, linija najmanjeg otpora je maksimalna pri dnu minske bušotine, te taj dio bušotine treba puniti sa jačim eksplozivom, dok se gornji dio bušotine puni sa slabijim eksplozivom. S tim u vezi eksplozivno punjenje pri dnu bušotine je glavni naboј, a eksplozivno punjenje gornjeg dijela bušotine naziva se pomoći naboј.

Zbog raspucanosti i drobljivosti dolomitne stijene, prilikom punjenja može doći do zarušavanja minskih bušotina i do prekidanja eksplozivnog punjenja. Radi toga se za punjenje minskih bušotina upotrebljavaju praškasti eksplozivi u patronama promjera 70 mm i to:

- za glavni naboј: amonal ojačani
- za pomoći naboј: nitrol I.

Važnije minersko-tehničke karakteristike odabralih eksploziva navedene su u tablici 1.

Tablica 1

Minersko-tehnička osobina	Oznaka	Amonal ojačani	Nitrol I
Gustoća u patroni (kg/l)	G	1,10	1,00
Gustoća punjenja (kg/l)	g	0,9	0,8
Detonaciona brzina (m/s)	v <sub>d</sub>	4.500	3.300
Relativna težinska snaga	E	0,9	0,8

Faktor miniranosti stijene (S) ocjenjuje se na osnovu specifičnog utroška esploziva koji se za dolomitnu stijenu bez izrazite slojevitosti kreće u granicama od 0,28 do 0,35 kg/m<sup>3</sup>.

Koeficijent uklještenosti (v) zavisi od položaja mine u odnosu na slobodnu plohu i od nagiba minske bušotine prema liniji odloma pri dnu minske bušotine. Vrijednosti koeficijenta uklještenosti za razne nagibe minskih bušotina prema liniji odloma navedene su u tablici 2.

Tablica 2

Nagib minskih bušotina prema liniji odloma	Koeficijent uklještenosti stijene (v)
50° — 55°	0,75
55° — 60°	0,80
60° — 65°	0,85
65° — 70°	0,90

Linija najmanjeg otpora izračunat će se za slučaj jednorednog miniranja prema formuli Langeforsa:

$$W = \frac{D}{33} \sqrt{\frac{g \cdot E}{S' \cdot v.a/W}} = \frac{85}{33} \sqrt{\frac{0,9 \cdot 0,8}{0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,8}} = 4,3 \text{ m}$$

- D = 85 mm — promjer minskih bušotina  
g = 0,9 — gustoća eksplozivnog punjenja pri dnu minske bušotine, tj. kod glavnog naboјa;  
E = 0,8 — relativna težinska snaga eksploziva A ojač za glavni naboј;

$$S' = S + 0,05 = 0,35 + 0,05 = 0,4 \text{ kg/m}^3$$

S = 0,35 kg/m<sup>3</sup> — faktor miniravosti za dolomitnu stijenu;

- $v = 0,8$  — koeficijent uklještenosti stijene za nagib minskih, bušotina od  $60^\circ$ ;
- $a/W = 0,8$  — odnos razmaka između minskih bušotina prema liniji najmanjeg otpora za jako raspućane stijene.

Razmak između minskih bušotina obračunava se iz odnosa

$a/W = 0,8$  te proizilazi da je:

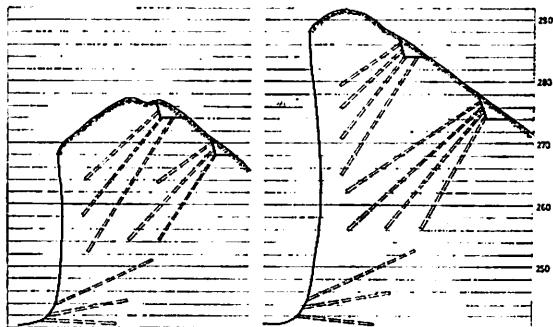
$$a = 0,8 \cdot W = 0,8 \cdot 4,3 = 3,44 = 3,5 \text{ m}$$

#### Konstrukcija minskih lepeza

Miske lepeze sastoje se od više redova mina, te se uklještenost stijene i otpor miniranju povećavaju od vanjskih redova prema unutrašnjim. Radi toga treba računatu veličinu linije najmanjeg otpora reducirati za pojedine redove mina kako slijedi:

- drugi red  $W_2 = 0,9 \cdot 4,3 = 3,9 \text{ m}$
- treći red  $W_3 = 0,8 \cdot 4,3 = 3,5 \text{ m}$
- četvrti red  $W_4 = 0,7 \cdot 4,3 = 3,0 \text{ m}$

Radi trokutnog rasporeda, razmak između minskih bušotina u svim redovima bit će konstantan, tj.  $a = 3,5 \text{ m}$ .



Sl. 5 — Saniranje i daljnje otkopavanje kamenoloma primjenom vršnih i podnožnih minskih lepeza.  
Abb. 5 — Sanierung und weiterer Steinbruchbetrieb durch Anwendung der Kopf — und Sohlensprengfächer.

Na osnovu predviđenog nagiba radne kosine otkopne fronte i izračunatih parametara miniranja konstruirane su podnožne i vršne miske lepeze na slikama 3 i 4.

Sanacija nestabilne otkopne fronte kamenoloma izvedena je pomoću vršnih minskih

lepeza kako je prikazano na sl. 5. Miske bušotine su bušene sa pomoćnog zasječka koji je izrađen pozadi otkopne fronte.

Daljnje otkopavanje predviđeno je kombinacijom podnožnih i vršnih minskih lepeza, što je također prikazano na sl. 5.

Primjenjuje se milisekundno paljenje grupe mina sa različitim retardacijama u ovisnosti od masiva i uklještenosti mina.

#### Osvrt na neke mjere zaštite

Lepezasti raspored minskih bušotina mora biti precizno proveden na kamenolomu i moraju biti ispunjeni neki preduvjeti:

- geodetski premjer otkopne fronte mora omogućiti unašanje sheme bušenja i miniranja; premjer mora biti ažuran i treba obuhvatiti i snimanje smjera većih pukotina;
- posebno se moraju zaštiti bušači i bušilica odgovarajućom branom;
- u dnevniku bušenja treba registrirati dužinu i nagib eksploatacionih bušotina kao i ev. sakupljenu vodu;
- prije punjenja bušotine treba kontrolirati da nije došlo do njihovog zarušavanja;
- ušća bušotina, ako su u rastresitom dolomitu treba odgovarajuće zacjeviti (cijevima iz plastične mase).

#### Zaključne napomene

U ovom kamenolomu uspješno se primjenjuje modificirana metoda kosih minskih bušotina, kao što se to čini u čvrstim vapnencima u alpskoj konfiguraciji.

U pokusnom periodu eksploatacije u 1970. i 1971. god. detaljno je praćen rad na sanaciji, a od 1972. do 1974. povremeno je pregledan kamenolom i upoznata dinamika razvoja. Prema tome, protekli period od oko 5 godina potvrđio je projektne postavke u odnosu na sigurnost u radu i na uspješnost u eksploataciji.

Valja napomenuti da je uz stručan rad u kamenolomu značajni doprinos na modificiranom bušenju i miniranju dalo poduzeće „Geotehnika“. U taktičkom pogledu prema radnom čelu moralo se često prilagoditi neposrednoj situaciji i potrebi.

Značajno je za minuli period rada u grebenskom masivu da je uslijed učestalih masovnih miniranja došlo u strukturi masiva do znatnog razlabavljenja.

Može se konstatirati da je otvoreni grebenasti masiv bio reološki minerskim radom promjenjen, što, osim samoga izgleda stijene, dokazuju normativi primarnog miniranja i olakšano dobivanje dolomita.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Verbesserung des Arbeitsschutzes in den Dolomitsteinbrüchen durch Projektierung der Sprengung mit gerichteten Tiefbohrlöchern.

Prof. Ing. V. Abramović — Dipl. Ing. J. Krsnik<sup>a)</sup>

Es wurde eine Lösung der Steinbruchsanierung unter sehr schweren Bedingungen dargelegt, wegen welcher sowie wegen falsch angewandter Gewinnungstechnologie wegen extensiver Steinproduktion zu solchen Gefahren gekommen ist, dass die Sicherheit der Arbeiter und Steinbruchwirtschaftlichkeit in Frage gestellt wurde.

<sup>a)</sup> Prof. ing. Vladimir Abramović — dipl. ing. Josip Krsnik, Rudarsko-geološko-naftni institut — Zagreb.

## Samozapaljivost ugljene materije u funkciji koeficijenata drobljivosti strukturoloških elemenata „banovićkog uglja”

(sa 5 slika)

Dr mr ing. Dimitrije Dimitrijević

*Samozapaljivost ugljene materije, naročito prilikom jamske eksploatacije, javlja se kao stalno prisutan faktor, na koga je potrebno računati u procesima otkopavanja ugljene materije.*

Savremena nauka o ugljevima je dokazala da je on veoma heterogenog sastav te da mu strukture nisu jednostavne, već dosta složene, jer se sastoje od više strukturalnih elemenata, čije asocijacije predstavljaju pojedine strukturalne celine — mikrolitotipove. Svaka od ovih »celina«, s obzirom da je izgrađena od različitih mikroelemenata (macerala), ima svojstvene karakteristike, pa i fizičko-mehaničke prirode. Zbir tih osobina izraženih kroz vrednosti dobijenih ispitivanjem pojedinih strukturalnih celina-mikrolitotipova predstavlja svodni koeficijenat vrednosti ugljene materije.

Posmatrajući samozapaljivost ugljene materije u funkciji drobljivosti prisutnih petroloških elemenata, dobijeni su kompleksni parametri koji su identifikovali mesta u okviru ugljenog sloja koja se odlikuju labilnošću u pogledu mogućnosti samozapaljenja.

#### Kratak prikaz ležišnih prilika

Paleorelief, preko koga tranzgresivno leži kontinentalni tercijar je heterogen, kako u petrografskom tako i u stratigrafском smislu.

Serpentin, koji je u ovom području dominantan, najstariji je član paleoreljeфа.

Tercijarni sedimenti produktivnog karaktera banovićkog ugljenog basena po postanku su isključivo jezerski. Tranzgresija, tj. poče-

tak stvaranja jezerskih sedimenata označena je bazalnim konglomeratima. Oni su izgrađeni od serpentina, krečnjaka i rožnjaca, i to u komadima različitog oblika. Preko bazalnih konglomerata, nalazi se peščarsko-krečnjačka serija u kojoj su sinhrono nataloženi pesak, peščar, peskoviti lapori i slatkovodni krečnjači. Preko toga leže sivi i zelenkasti jako glijonoviti lapori.

Povlatna ili gornja serija sedimenata kongordantno leži preko donje i izgrađena je od laporanih različitih varieteta. Iznad ugljenog sloja leže sivožuti i sivi lapori.

Tranzgresivno preko ugljenih naslaga leže naslage konglomerata, aglomerata, ilovačastih šljunaka i peskova, naročito u središnjem delu basena.

Ugljeni sloj, označava određenu promenu načina sedimentacije i pretvaranja jezera u močvaru. S obzirom na njegovu debljinu, akumulacija biljnog materijala u nekadašnjem tresetištu bila je vrlo velika, a sama faza tresetizacije dugačka.

Ugljeni sloj nije homogen, niti je jednako razvijen na čitavom području, jer mu debljina i građa varira u širokom rasponu. U prvom redu debljina mu varira i vezana je za debljinu tresetnih naslaga od kojih je nastao ugljeni sloj. Ostali faktori koji su uticali na prirodu sloja su dinamika nivoa vode u tresetištu, uticaj tektonskih pokreta po formiranju basena i dr. Usled nejednakog pritiska, na pojedinim delovima nastala su istanjenja u okviru sloja.

#### Petrološki sastav ugljene materije

Ispitivanja su obuhvatila ugljenu materiju u okviru ugljenog sloja od neposredne podine do neposredne povlate po vertikalnom prostiranju i to na svaki 1 m rastojanja. Probe su uzete na površinskom kopu rudnika „Banovići”, gde se ugljeni sloj eksplorativno, a debljine je cca 21 metar.

Ugljene probe su zatim podvrgnute tretmanu sa aspekta ustanavljanja kvalitativno-kvantitativnih petroloških elemenata koji predstavljaju ugljenu materiju. Mikroskopskom analizom utvrđivani su parametri, a ona je vršena pod mikroskopom u odbijenoj svetlosti, sa uvećanjem od 360 puta.

U pogledu upotrebe petroloških termina za ispitivane mikrolitotipove, uvažavajući činjenicu da u ovom momentu ne postoji opšte

prihvaćena (od međunarodne Komisije za petrologiju ugljeva) klasifikacija za mrke ugljeve, u radu smo primenili klasifikaciju koja se primenjuje u Demokratskoj Republici Nemačkoj, koja je u stvari proistekla radovima M. Teichmuller. U pogledu makroskopske podele na litotipove, kao osnovu smo uzeli sjajnost. Ovo tim pre što prisustvo mikrolitotipova u kvalitativnom pogledu utiče na ovu fizičku osobinu ispitivanog uglja.

Ispitivanja su pokazala da se u okviru vertikalnog profila ugljenog sloja, na različitim njegovim nivoima, nalaze akumulirani u različitim količinama karakteristični mikrolitotipovi: tekstit-gelo koji izgrađuje sjajan ugalj, detrit-gelo koji izgrađuje polusjajan ugalj, detrit-teksto predstavlja mat ugljenu materiju i fuzit.

Detrit-teksto, negelificiran predstavlja mat i heterogen ugalj. Sastoje se od osnovne ugljene mase i macerala koji su uklopljeni u njoj (sl. 1). U okviru ovoga mikrolitotipa preovladaju macerali iz grupe egzinita i inertinita. Količinska zastupljenost detrit-tiksta u pojedinim partijama uglja prouzrokuje specifične fizičko-mehaničke parametarske vrednosti.

Fuzit se u okviru ispitivanog uglja nalazi u vidu manjih proslojaka ili sočiva (sl. 2), kao i fragmenata rasutih po ugljenoj materiji. Naročito se zapaža njegova veća koncentracija na površinama naslojavanja. On ima veoma karakteristične osobine koje se ogledaju i u dobijenim vrednostima drobljivosti.

Detrit višeg ranga, tj. višeg stepena gelifikacije (gelo), je mikrolitotip koji izgrađuju polusjajni ugalj i sastavljen je od osnovne gelificirane mase i macerala u manjoj količini (sl. 3).

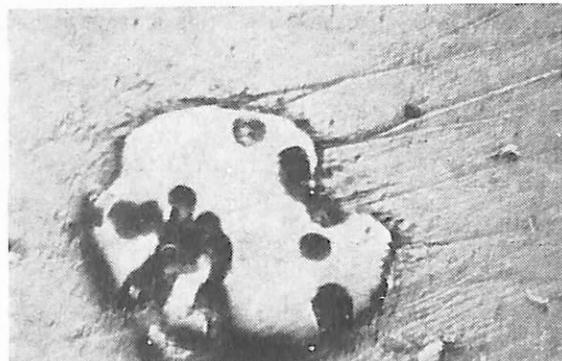
Tekstit-gelo mikrolitotip u suštini predstavlja sjajan ugalj, koji je izrazito homogen. Javlja se u proslojcima od nekoliko santimetara debljine (sl. 4), pa i više, na različitim nivoima ugljenog sloja. Njegov prosečan sadržaj u okviru celokupnog ugljenog sloja je dosta visok.

Iz tabličnog prikaza (tab. 1) vidi se procentualna zastupljenost pojedinih mikrolitotipova, koja varira po vertikalnom profilu ugljenog sloja, što mu daje neujednačene fizičko-mehaničke osobine.



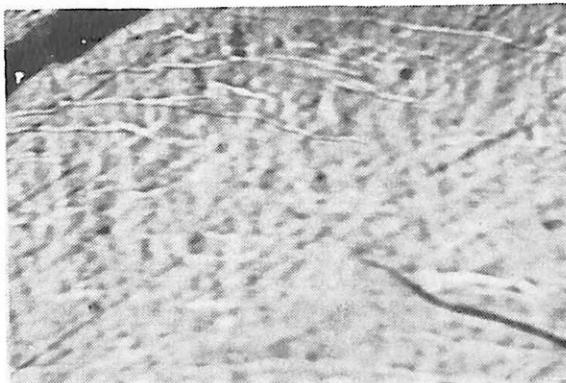
Sl. 1 — Mikroskopski izgled detrit-teksta. Odbijena svetlost. Povećanje 360 × ulje.

Fig. 1. Vue microscopique du détritus — texte Lumière réfléchie, agrandissement × 360, l'huile



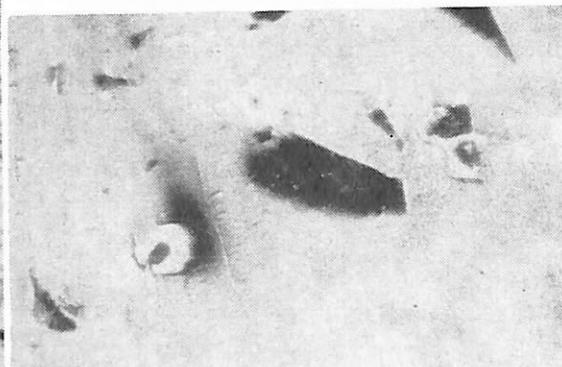
Sl. 2 — Fragmenat fuzita uklopljen u osnovnu ugljenu masu. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 2. Les fragments du fusain qui sont creuser dans le moule du charbon. Lumière réfléchie, agrandissement × 360, l'huile



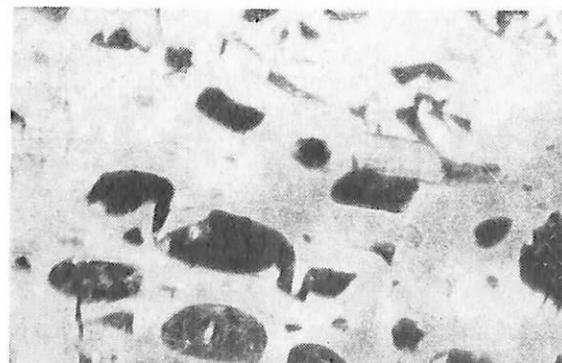
Sl. 3 — Mikroskopski izgled detrit-gela. Odbijena svetlost. Povećanje 360x, ulje.

Fig. 3. Vue microscopique du détritus-gelé Lumière réfléchie, agrandissement × 360, l'huile



Sl. 4 — Mikroskopski izgled tekstite-gela u okviru koga su uklapljene neorganske inkluzije. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 4. Vue microscopique du textite-gelé en quelle cadre sont creuser les inclusions neorganiques Lumière réfléchie, agrandissement × 360, l'huile



Sl. 5 — Karakteristični izgled fuzita. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, imerzija.

Fig. 5. Vue caractéristique du fusain. Lumière réfléchie, agrandissement × 360, l'huile

Tablica 1

**Petrološki sastav ugljenog sloja po vertikalnom pružanju**

Oznaka pro- be od podj- ne ka povla- ti (odstojanje nje 1 m)	Petrološki sastav %			
	detrit-teksto	detrit-gelo	tekstit-gelo	fuzit
P 1	40,00	20,00	27,02	4,98
P 2	49,10	21,00	26,15	3,81
P 3	46,19	15,00	35,00	3,81
P 4	57,20	10,40	30,40	2,00
P 5	69,00	5,00	92,70	—
P 6	2,30	3,70	94,00	—
P 7	51,40	7,00	25,60	16,00
P 8	60,20	—	26,60	13,20
P 9	58,60	7,00	28,20	6,20
P10	60,90	20,00	19,10	—
P11	64,60	10,00	20,20	—
P12	74,60	—	20,20	5,20
P13	75,00	—	22,00	3,00
P14	83,30	10,00	4,70	2,00
P15	74,70	11,00	12,60	1,70
P16	93,30	—	4,70	2,00
P17	70,00	13,00	11,20	5,80
P18	89,20	—	10,30	0,50
P19	90,90	9,90	—	—
P20	70,90	—	10,10	1,00
P21	30,10	5,60	50,00	14,30

**Drobljivost u funkciji petrološkog sastava**

Pre nego što se pristupilo ispitivanju drobljivosti, makroskopsko-mikroskopskim putem izdvojene su partie uglja koje predstavljaju detrit-teksto, tekstit-gelo, detrit-gelo i fuzit.

Posle izdvajanja, svaki mikrolitotip je posebno ispitivan. Za određivanje parametara drobljivosti, tj. koeficijenta „f”, primenjena je metoda M. M. Protođakonova (1) koja je pouzdano utvrđena u teoriji i praksi. Način dobijanja ovih koeficijenata za „banovički ugalj” prikazan je u radu D. Dimitrijevića (2).

Tablica 2

**Koeficijenti drobljivosti petroloških mikrolitotipova**

Mikrolitotipovi	Litolipotipovi	Koeficijenat „f”
Detrit-teksto	mat	1,54
Detrit-gelo	polusajan	1,39
Tekstit-gelo	sajan	1,11
Fuzit	Fuzen	0,40

Laboratorijski rezultati koji su prikazani u tablicama 1 i 2 pokazali su da su fizičko-mehaničke osobine ugljenog sloja „banovičkog uglja” u tesnoj vezi sa procentualnom zastupljenosti pojedinih petroloških mikrolitotipova.

Koeficijenat drobljivosti „f” je različit za svaki od utvrđenih mikrolitotipova i kreće se od 0,40 kod fuzita do 1,54 kod detrit-teksta mikrolitotipa, te prema njihovoj količinskoj zastupljenosti raste ili opada vrednost „f”.

Najmanji koeficijenat drobljivosti poseduje fuzit, koji je samim tim najviše sklon usitnjavanju, jer se odlikuje visokom krtošću. Najmanju drobljivost ima detrit-teksto, jer poseduje koeficijenat drobljivosti 1,54.

**Samozapaljivost ugljene materije u funkciji koeficijenata drobljivosti strukturoloških elemenata**

Dokazano je da drobljivost uglja utiče na povećavanje mogućnosti ka samozapaljenju ugljene materije. Laboratorijska ispitivanja koja su vršena u pravcu utvrđivanja strukturološkog sastava ugljene materije, kao i koeficijenata drobljivosti, pružila su relevantne pokazatelje, na osnovu kojih se mogu interpretirati zaključci koji baziraju na materijalizovanim činjenicama, te se sa sigurnošću mogu prihvati.

Mikroskopska petrološka analiza pružila je kvalitativno-kvantitativne vrednosti petroloških mikrolitotipova, čije prisustvo u raznim asocijativnim odnosima utiče na oblikovanje konačnih osobina ugljene materije. Pošto su ova ispitivanja vršena detaljno po vertikalnom pružanju ugljenog sloja, omogućila su svojim rezultatima da se dobije kompletni sastav u petrološkom smislu ugljenog sloja od neposredne podine do neposredne krovine. Pokazalo se da postoji vrlo velike razlike u pogledu prisutnih vrednosti na veoma kratkim odstojanjima u okviru sloja.

Petrološke vrednosti i koeficijenti drobljivosti pojedinih mikrolitotipova ukazali su na veoma različiti stepen drobljivosti pojedinih partie uglja u okviru ugljenog sloja. Sa povećanjem stepena drobljivosti, povećava se broj dodirnih površina ugljene materije sa vazduhom, a samim tim intenzivnije se razvija proces apsorpcije kiseonika od strane ugljene materije i povećava mogućnost njenih paličenja (3).

Rezultati dobijeni ispitivanjem profila ugljenog sloja su pokazali, da se ugljena materija prva četiri metra od neposredne podine ka krovini ne odlikuje velikim razlikama u pogledu petrološkog sastava. Uglavnom prevladjuje detrit-teksto koji sa koeficijentom drobljivosti od 1,54 umanjuje drobljivost ove partie uglja. Tekstit-gelo ispoljio je najveću prisutnost u probi P3 (tab. 1), čija je debljina cca 1 m, pa imajući ovo u vidu može se konstatovati da u okviru kompleksa od 4 metra ovaj deo probe P3 ima povećanu drobljivost. Što znači da bi se to mesto moglo sa sigurnošću da označi kao mesto sa povećanim mogućnostima za razvijanje procesa oksidacije ugljene materije.

Šesti i sedmi metar ugljenog sloja (ukupno 2 metra ugljenog sloja po vertikali) karakteriše se izvanredno visokom zastupljenosti tekstit-gela, koji se odlikuje vrlo visokim stepenom drobljivosti ( $f = 1,11$ ). Ova činjenica nesumnjivo evidentira ovaj lokalitet o okviru profila sa vrlo velikim sklonostima za razvijanje procesa oksidacije.

Sedmi, osmi i deveti metar, takođe su mesta koja mogu biti osetljiva u pogledu samozapaljenja ugljene materije. Ovu osobinu inicira prisustvo u većim količinama fuzita ( $f = 0,40$ ), koji se odlikuje izvanrednom krtošću (sl. 5). Pored toga, vrlo često u njegovim strukturalnim otvorima nalaze se impregnacije pirita, koji se u procesu oksidacije

ugljene materije javlja kao jedan od aktera ovoga procesa.

Ostali deo ugljenog sloja karakteriše se promenama, ali ne tolikim da bi se javile ekstremne vrednosti u pogledu prisutnosti pojedinih petroloških mikrolitotipova. To je razlog što nema ni velike razlike u pogledu stepena drobljivosti ovog ugljenog kompleksa. Može se izdvojiti kao karakterističan, deo ugljenog sloja koji je predstavljen kroz probu P21, a koja se nalazi uz neposrednu krovinu. Ovaj ugalj se sastoji iz tekstit-gela u najvećoj masi, što mu daje visok stepen drobljivosti.

Iz napred navedenog može se zaključiti da u okviru ispitivanog ugljenog profila, moguće je na osnovu dobijenih rezultata petroloških ispitivanja i ispitivanja koeficijenata drobljivosti petroloških mikrolitotipova, ustanoviti labilne ugljene partie u smislu posedovanja najvećih sklonosti ka samozapaljenju. Kod „banovičkog uglja“ to su probe P5, P6, P7, P8, P9 i P21, koje ukupno predstavljaju oko 6 metara ugljene materije.

Može se zaključiti, da dobijeni rezultati ukazuju da postoji puna naučna opravdanost posmatranja samozapaljenja ugljene materije u funkciji petroloških osobina ugljene materije i koeficijenata drobljivosti petroloških mikrolitotipova, jer su ova dva faktora bitni elementi od velikog uticaja na intenzitet, procesa oksidacije ugljene materije.

## RESUME

### Auto-allumage des matières houillères dans la fonction des coefficients structurologiques des houilles de banovitchi

Dr mr D. Dimitrijević, chargé de cours à la Faculté des mines\*

Auto-allumage des matières des houilles pendant exploitation des fosses houillères apparaît le facteur présent permanent sur lequel on doit compter dans les processus de l'exavation des matières des houilles.

La science comptaporain des houilles a prouvée que le facteur dit est d'un composé très interrogé et par conséquent que sa structure n'est pas simple, mais très compliquée se composant la plupart des éléments structurels dont les associations présentent des certains structures microlitotypes intégrals. Chaque de ces intégralités en vue qu' elles sont

\*) Dr mr ing. Dimitrije Dimitrijević, van. profesor univerziteta i pomoćnik republičkog sekretara za obrazovanje i nauku SR Srbije

formés des différents microéléments, possèdent leurs propres caractéristiques ainsi que le caractère mécanophristique. La somme de tous ces propriétés exprimées par la valeur obtenues examinant certaines intégrales microlitotypes présentent le plus haut degré de coefficients de valeur des matières houillères.

Considérant l'allumage auto-allumage des matières houillères dans la fonction de morcellement des éléments petrologiques présents, ils sont obtenus les paramètres complexes qui ont identifiés les lieux dans le cadre des conches houillères qui se distinguent d'une manière labile en vue de possibilité de l'allumage auto-allumage.

#### L i t e r a t u r a

1. T e d e r, R. L. — B a t o l i n, E. C. 1965: Metody opredelenja fiziko-mehaničkih svojstv gornih porod. — Institut gornjego dela, Moskva.
2. D i m i t r i j e v ić, D., 1974: Drobljivost podinskih, središnjih i povlatnih partija uglja ugljenog sloja rudnika »Đurđevik« u funkciji petrološkog sastava. — Tehnika, br. 3., Beograd.
3. D i m i t r i j e v ić, D., 1974: Mogućnost apsorpcije kiseonika uglja rudnika »Đurđevik« u funkciji petrološkog sastava. — Sigurnost u rudnicima, sveska 1, Beograd.

## Uticaj svesti o opasnosti na smanjenje broja nesrećnih slučajeva na radu i usavršavanje ljudskog faktora u rudarstvu

Doc. dr ing. J o z e f W a n a t

*U ovom članku autor raspravlja o uticaju svesti radnika o opasnosti na radu, o suštini ove svesti, o izvorima informacija o stanju opasnosti i njihovom prenošenju, a koji treba da budu osnova preventiva nesrećnih slučajeva.*

### U v o d

Ispitivanje uzroka nesrećnih slučajeva na radu u rudnicima kamenog uglja pokazalo je da svaki činilac u rudnicima može da postane izvor opasnosti od nesrećnih slučajeva, ukoliko ne ispunjava zahteve koje mu postavlja HTZ.

Međutim, glavni izvor opasnosti od nesrećnih slučajeva je čovek koji, uopšte uez, obavlja svoje funkcije na radu protivno važećim principima i propisima HTZ. Nedovoljne

kvalifikacije, psihički i fizički nedostaci, zamor, sklonost ka riziku, nedostatak osećanja odgovornosti za svoje ponašanje i druge negativne odlike i osobine čoveka — to su posredni, ali vrlo važni uzroci nesrećnih slučajeva povezani sa ljudskim faktorom.

Od svih objektivnih (materijalnih) i subjektivnih (organizaciono-ljudskih) faktora koji učestvuju u nastajanju svih nesrećnih slučajeva na radu u rudnicima kamenog uglja, ljudski faktor učestvuje sa oko 50%.

Pod ljudskim faktorom podrazumevaju se u ovom slučaju svi oni radnici koji svojim ponašanjem i držanjem na radu prouzrokuju, kako vlastita, tako i tuđa unesrećenja. Ako prihvatimo 100 kao indeks za učešće čoveka u nastajanju nesrećnih slučajeva, utvrđeno je da 77% ovog učešća otpada na one radnike koji su već stradali u nesrećnim slučajevima (povredeni), a ostatak od 23% su tzv. treće osobe (krivci za nesrećni slučaj).

Poznavanje uzroka nesrećnih slučajeva na radu u rudarstvu ukazuje na to da se dalje smanjenje učešća ljudskog faktora u nastajanju nesrećnih slučajeva može postići uglavnom:

- usavršavanjem i svakodnevnom primenom principa racionalnog izbora i adaptacijom ljudi za rad u rudarskim preduzećima,
- stalnim poboljšanjem stručnih kvalifikacija radnika,
- poboljšanjem discipline na radu i sve-snim pridržavanjem HTZ — propisa i prin-cipa kulture rada od strane svakog radnika, i
- smanjenjem fluktuacije radnih kolek-tiva.

Jedan od glavnih ciljeva stručnog obučavanja i vaspitanja radnih kolektiva na području HTZ jeste:

- formiranje potpune svesti o uzrocima opasnosti koje proističu iz njihovog rada,
- njihovo upoznavanje sa načinima sprečavanja opasnosti, kao i njihovo blagovremeno otkrivanje i otklanjanje, i
- mobilisanje radnika da aktivno učestvuju u suzbijanju opasnosti.

Od ova tri pomenuta načina obučavanja na području HTZ, relativno se najmanje pažnje posvećuje obično problemu pravilnog formiranja svesti radnika o opasnosti na radu. To je, međutim, jedan od veoma važnih faktora koji pomažu u suzbijanju opasnosti na radu. Postoji, naime, „nepisani zakon sigurnosti na radu” da se nesrećni slučajevi relativno najmanje dešavaju onde gde svi znaju da je naj-opasnije.

Zato opšte objašnjenje sadržaja i obima pojma formiranja svesti o opasnosti pri radu, kao i ukazivanje na uticaj ove svesti na smanjenje nesrećnih slučajeva, treba da ispunи, makar delimično, onu prazninu koja postoji u dosadašnjem našem znanju o HTZ.

#### Suština svesti o opasnosti na radu u rudnicima

Potpuna svest o opasnosti na radu zasniva se na dovoljnom poznavanju, od strane svih zainteresovanih radnika struke, uzroka i posledica opasnosti od nesrećnih slučajeva i bolesti u vezi sa njihovim radom.

U okviru poznavanja opasnosti svaki radnik treba da zna:

- koje od dinamičkih opasnosti, koje se javljaju kod nesrećnih slučajeva (na primer u obliku požara, eksplozije gasova i prašine, odronjavanja stena, padanja predmeta i sl.) prouzrokuju najviše nesrećnih slučajeva,

- koje od statičkih opasnosti, koje se javljaju u obliku nedostataka, mana a i u obliku drugih štetnih osobina ljudi, kao i u materijalnim i organizacionim faktorima, čine najčešće uzroke nesrećnih slučajeva i oboljenja povezanih sa radom,

- koji faktori u preduzeću predstavljaju glavne izvore opasnosti, tj. koji od tih faktora u sebi najčešće kriju uzroke nesrećnih slučajeva i oboljenja,

- na kojim se radnim mestima dešava relativno najveći broj nesrećnih slučajeva i na kojima od njih se najčešće javljaju opasnosti od oboljenja,

- koji radnici i na kojim funkcijama najčešće podležu nesrećnim slučajevima i bolestima,

- koji su delovi tela najčešće izloženi povredama od kontuzija, i

- koji je vremenski period najkarakterističniji po najvećem intenzitetu nesrećnih slučajeva i oboljenja.

Međutim, u težnji da radnici zaposleni u industrijskim preduzećima postanu svesni negativnih posledica opasnosti, trebalo bi ih sistematski informisati o broju i težini nesrećnih slučajeva, o broju oboljenja nastalih na radu, koliko je odsustvovanje zbog nesrećnih slučajeva i bolesti, koliki su troškovi i gubitci koje preduzeće i nacionalna privreda snose zbog nesrećnih slučajeva i profesionalnih oboljenja i drugih bolesti povezanih sa radom.

Upoznavanje uzroka opasnosti pomaže u njihovom ranom otkrivanju, ali shvatanje posledica opasnosti predstavlja važan faktor koji mobilise radnike da suzbijaju opasnosti, tj. da ih blagovremeno otkrivaju, savlađuju i otklanaju.

Ako je reč o upoznavanju uzroka opasnosti u vezi sa radom u rudarstvu, onda se ovaj problem najbolje može sagledati u odnosu na opasnosti od nesrećnih slučajeva. Međutim, nedovoljno smo upoznati sa uzrocima oboljenja u vezi sa radom. Zbog toga odgovarajuće poboljšanje dosadašnjih informacija o uzrocima oboljenja kod rudara treba shvatiti kao jedno od hitnih zadataka na području HTZ. Ovaj zadatak dobija poseban značaj onda kada se uzme u obzir činjenica da je odsustvanje zbog bolesti, u proseku, skoro 10 puta veće od odsustvovanja zbog nesrećnih slučajeva.

#### Izvori informacija o stanju i uzrocima opasnosti od nesrećnih slučajeva i forma njihovog prenošenja

Glavni izvor informacija o stanju i uzrocima opasnosti od nesrećnih slučajeva u rudarskim preduzećima, među ostalim su:

— rezultati ispitivanja posle nesrećnih slučajeva, koja su sprovedena, po hitnom postupku, od strane fabričkih komisija i ekipa,

— mesečna statistika nesrećnih slučajeva u rudarstvu,

— kompleksna analiza uzroka nesrećnih slučajeva (sistem EAW) nastalih u dužim vremenskim periodima u okvirima pojedinih rudnika, zajednica i celokupne rudarske industrije,

— bilteni koji sadrže opise karakterističnih nesrećnih slučajeva,

— članci o opasnostima na radu u rudarstvu, objavljeni u tehničkim časopisima, i

— publikacije instituta kao i drugih naučno-istraživačkih i konstrukciono-projektanskih zavoda iz oblasti HTZ.

Treba istaći da neobično važnu ulogu u pravilnom formiranju svesti o opasnosti od nesrećnih slučajeva kod rudarskih kolektiva igraju važne informacije karakteristične za stanje, uzroke i posledice opasnosti na radu, koje se brzo i sistematski dostavljaju zainteresovanim radnicima rudnika i rudarskih preduzeća.

Kada je reč o dostavljanju rezultata ispitivanja posle nesrećnih slučajeva i rezultata analize uzroka nesrećnih slučajeva, onda to treba da rade po hitnom postupku odgovarajući radnici sektora HTZ, i to u obliku:

— kratkih i interesantnih obaveštenja koja se daju preko fabričkih radio veza,

— pismenih informacija koje se uručuju rukovodstvu preduzeća, rukovodiocima zainteresovanih organizacionih jedinica, kao i društvenim inspektorima rada i funkcionerima HTZ,

— predavanja održanih na kursevima fabričke obuke unutar preduzeća, a naročito periodične obuke na području HTZ,

— referata saopštenih na savetovanjima posvećenih problemima HTZ.

Naročito važne zadatke u oblasti formiranja svesti rudarskih radnika o opasnosti imaju ona lica iz nadzora kretanja koja neposredno kontrolisu uslove HTZ i sigurno obavljanje rada na mestima i radnim mestima koja su pod njihovom kontrolom. Ovo se može izvesti, između ostalog, prilikom:

a) davanja uputstava članovima kolektiva o HTZ jedanput nedeljno,

b) uvodne instrukcije radnika dodeljenih na nova radna mesta,

c) svakodnevne kontrole stanja HTZ na radnim mestima koja su pod njihovom kontrolom.

Veoma važnu ulogu u formiranju svesti o opasnosti kod rudarskih kolektiva imaju takođe i društveni inspektori rada i funkcioneri HTZ. Međutim, da bi oni pravilno izvršili ovaj važan i ujedno težak zadatak, treba da budu dobro pripremljeni. Jedan od načina za postizanje ovog cilja mogao bi da bude organizovanje posebne periodične obuke iz oblasti HTZ za funkcionere HTZ i društvene inspektore rada u svakom rudarskom preduzeću. Na ovoj obuci pretresali bi se, u širim okvirima nego što je to uobičajeno, problemi formiranja svesti članova kolektiva o opasnosti i njihova mobilizacija za blagovremeno otkrivanje i oticanje postojećih opasnosti. Nezavisno od ovoga, funkcioneri HTZ i društveni inspektori rada, kao i lica koja prate kretanje, treba da dobiju iz sektora HTZ sažete i jasno formulisane izveštaje o aktuelnom stanju opasnosti.

#### Primeri uticaja svesti na smanjenje broja nesrećnih slučajeva

Postoji mnogo konkretnih primera o tome da opšte mišljenje rudarskih kolektiva o obimu nekih opasnosti, o mestima, radnjama i periodima radnog vremena karakterističnim

po većoj učestalosti opasnosti, utiče na aktiviranje zainteresovanih radnika u rudnicima u suzbijanju opasnosti i smanjenju broja ovih opasnosti u nastajanju nesrećnih slučajeva na radu, kao npr.:

a) Najvažnijim i najvećim opasnostima, koje se javljaju na radu u podzemnim rudnicima, smatraju se, sasvim pravilno: podzemni požari, eksplozije gasova i prašine, prodor vode u podzemna radilišta, nagla izbijanja gasova iz stena, gorski udari, a i opasnosti od električne struje i minerskih radova. U vezi s tim, programi za suzbijanje objektivnih opasnosti relativno su najbolje obrađeni u svakom zainteresovanom rudniku, a zatim su konsekventno i savesno realizovani.

Zahvaljujući ovome, učestalost ovih opasnosti se svake godine smanjuje, a broj nesrećnih slučajeva, koje ove opasnosti izazivaju, stalno se smanjuje, što prema podacima iz 1973. god. čini oko 0,5% svih nesrećnih slučajeva I—V kategorije, i oko 12% ukupnog broja smrtnih slučajeva.

Iz ovoga se izvodi zaključak da na sličan način treba tretirati i ostale vrste opasnosti koje su izvor za preko 99% svih nesrećnih slučajeva na radu u rudnicima kamenog uglja.

b) Upoređujući uslove sigurnosti na radu na širokim čelima i na ostalim otkopima, treba objektivno konstatovati da su na poslednjima oni nepovoljniji. Sledеći faktori, između ostalog, utiču na uslove sigurnosti na ostalim otkopima:

— teški geološki uslovi (sistemom sa odvaljivanjem uglja otkopavaju se, po pravilu, ostaci ugljenih slojeva koji se nalaze u raspuštanim potpornim stubovima ili među rasedlima),

— veća visina nego na širokim čelima, koja iznosi za otkope prosečno oko 3,5 m, za široka čela 1,8 m,

— relativno nizak stepen mehaničke eksploracije, koji je prema podacima iz 1972. god. iznosio:

— za otkope — 42,48%; za široka čela — 91,66%,

— otežana ventilacija otkopa koja se obavlja isključivo pomoću ventilacionih cevi.

Pošto je skoro svaki rudar svestan ovih problema i duboko uveren da su otkopi opasniji od širokih čela, radeći u otkupu on pozkujuje, po pravilu, povećanu opreznost i bud-

nost prema opasnostima i pridržava se rudarskih pravila i propisa HTZ savesnije nego na širokim čelima. Pored toga, za rad u otkopima određuju se, po pravilu, najiskusniji radari.

Zahvaljujući ovome, učestalost nesrećnih slučajeva na 100.000 određenih nadnica manja je za 40% u otkopima nego na širokim čelima.

c) Sličan primer može se navesti i kod probijanja hodnika. Prema mišljenju rudara, koje se zasniva na poznavanju geološko-tehničkih uslova rada, relativno najopasnija su čela hodnika u kamenu, i uglju i kamenu, a najpovoljnija su čela na uglju. Međutim, uprkos ovom opštem mišljenju, i upravo zahvaljujući tome, najveći intenzitet nesrećnih slučajeva zabeležen je u rudnicima kamenog uglja za vreme probijanja hodnika u uglju, a najmanji na čelima hodnika u kamenu. Pri tome je karakteristično tvrdjenje da je odnos pokazatelja učestalosti svih nesrećnih slučajeva na 100.000 odradenih nadnica na čelima hodnika u kamenu, uglju i kamenu, i uglju 1:3:7.

d) Drugi karakterističan primer uticaja svesti o opasnosti na smanjenje broja nesrećnih slučajeva na radu, predstavlja formiranje intenziteta nesrećnih slučajeva u pojedinim mesecima u toku godine.

Kako je poznato, skoro svi radnici u rudnicima kamenog uglja s pravom smatraju da je najopasniji, u pogledu broja nesrećnih slučajeva, mesec decembar. Na ovo utiču, kako prirodni faktori — uglavnom klimatski, tako i organizaciono-ljudski faktori.

Sneg, kiša i mrazevi koji izazivaju klizavost puteva, predmeta i materijala, česte promene temperature i pritiska, relativno najkraci dani, kao i mala kolicina sunčeve svetlosti, primeri su prirodnih faktora koji utiču na pogoršanje uslova rada u mesecu decembru, a naročito na površini rudnika.

Međutim, ako je reč o organizaciono-ljudskim faktorima, koji se s posebnom oštrinom mogu javiti u mesecu decembru, trebalo bi, pre svega, navesti previšok porast tempa rada i broja prekovremenih časova koji su diktirani težnjom da se nadoknade eventualni gubici u godišnjim planovima proizvodnje.

I pored ovih nepovoljnih okolnosti s tačke gledišta HTZ, broj nesrećnih slučajeva u mesecu decembru, u odnosu na ostale mesece u godini, ipak je povoljniji.

Ispitivanje broja nesrećnih slučajeva, koje obuhvata petnaestogodišnji period vremena, pokazalo je, naime, da koeficijent opasnosti od nesrećnih slučajeva, izračunat za pojedine mesece, ima sledeće vrednosti:

januar	—	0,44	juli	—	0,46
februar	—	0,62	avgust	—	0,40
mart	—	0,59	septembar	—	0,46
april	—	0,35	oktobar	—	0,34
maj	—	0,53	novembar	—	0,44
juni	—	0,53	decembar	—	0,35

Nema sunje, jedan od najvažnijih uzroka što mesec decembar spada u mesece koji su karakteristični po relativno najmanjem intenzitetu nesrećnih slučajeva na radu, leži u tome što su svi zainteresovani radnici u rudnicima kamenog uglja potpuno svesni veoma velikog stepena opasnosti od nesrećnih slučajeva u mesecu decembru. Prirodna reakcija na ovu svest o opasnosti jeste povećana aktivnost rudarskih kolektiva u suzbijanju opasnosti. Ona dolazi do izražaja uglavnom u obliku pojačane opreznosti na radu, kao i u bezuslovnom pridržavanju pravila i propisa HTZ.

Izneseni primeri ukazuju na potrebu da se intenzivira rad rukovodstava i nadzora radnika, a naročito službe HTZ na pravilnom upoznavanju stanja i uzroka opasnosti na radu u radarstvu svih zainteresovanih rudarskih radnika. To će biti u skladu sa principom da, ako želimo neprijatelja što pre savladati, treba ga najpre što je moguće bolje upoznati.

### Preventiva nesrećnih slučajeva

Analiza izvora opasnosti od nesrećnih slučajeva na radu u radarstvu, ukazuje na potrebu da se sprovodi višestruki rad na preventivi. Preventiva nesrećnih slučajeva treba uvek da obuhvati, između ostalog, sledeće smernice:

a) sistematsko usavršavanje rudarskih kolektiva racionalnim izborom ljudi za rad, obuhvatom i vaspitanjem,

b) stalno popravljanje stanja HTZ na putevima, u postrojenjima, i na drugim radnim mestima i mestima zadržavanja ljudi,

c) stalno poboljšanje, kroz tehnički napredak, mašina i energomehaničkih uređaja, kao i opreme i alatki,

d) primena odgovarajućih materijala i njihovo pravilno uskladištenje, naročito na radnom mestu,

e) dalje poboljšanje i racionalna primena sredstava koja osiguravaju radnike od opasnosti koje se trenutno još ne mogu potpuno eliminisati,

f) dalji razvoj mehanizacije i automatizacije radova sa ciljem, između ostalog, da se smanjeni broj ugroženih radnika, da se smanje njihovi napor, kao i da se uklone od glavnih faktora opasnosti,

g) stalno poboljšanje u pogledu HTZ organizacije procesa proizvodnje i sistema organizacije rada na mestima i na radnim mestima,

h) stvaranje povoljnijih uslova za stalno izdizanje kulture rada i stvaranje pravilnih međuljudskih odnosa,

i) obezbeđenje odgovarajućeg snabdevanja kolektiva neophodnim sredstvima za proizvodnju i sredstvima HTZ,

j) racionalna organizacija i primena medicinske preventive koja se odnosi na opasnost od nesrećnih slučajeva i bolesti.

U težnji da se smanji učešće ljudskog faktora u nastajanju nesrećnih slučajeva na radu, treba savremenim sredstvima informisanja sve rudarske radnike informisati o uzrocima nesrećnih slučajeva na radu, a naročito o uzrocima zbog kojih su se desili i okolnostima u kojima su nastali oni slučajevi za koje su bili krivi radnici koji nisu postupali u skladu sa pravilima i propisima HTZ.

U vezi sa tim, svaki zainteresovani rudarski radnik dužan je da zna:

a) koji nesrečni slučajevi na radu izazivaju najviše povreda,

b) koji su glavni uzroci nesrećnih slučajeva i koji faktori na radu predstavljaju glavne izvore za njihov nastanak,

c) na kojim radnim mestima u jami i na površini rudnika se nesrečni slučajevi najviše dešavaju,

d) koji rudarski radnici najčešće podležu nesrećnim slučajevima, i

e) na kojim operacijama najčešće podležu nesrećnim slučajevima radnici koji pripadaju pojedinim radnim kategorijama.

O gornjim temama treba na jednostavan i razumljiv način informisati kolektiv rudnika.

Ove informacije mogu se prenositi: obaveštenjima preko radio veza, uputstvima iz oblasti HTZ koja daju lica iz službe nadzora,

predviđanjima na uvodnoj periodičnoj obuci HTZ, kao i tabelicama i grafikonima u obliku dijagrama.

Prenošenje informacija o uzrocima nesrećnih slučajeva kolektivu ima za cilj da kod članova kolektiva pobudi interesovanje za probleme HTZ, i da ih mobilise da blagovremeno otkriju i otklone opasnosti na radu.

U borbi sa nesrećnim slučajevima, čiji je uzročnik ljudski faktor, naročito naglasak treba staviti na pravilan izbor ljudi za rad. Prinципe racionalnog izbora treba primenjivati, između ostalog, za vreme:

- a) primanja novih radnika na rad u rudnik,
- b) bodovanja radnika za kandidate za stručnu obuku u cilju sticanja novih ili usavršavanja već stečenih stručnih kvalifikacija,
- c) popunjavanja teških i odgovornih radnih mesta koja zahtevaju od radnika visoke kvalifikacije i odgovarajuće psihofizičke karakterne kvalitete,
- d) određivanja radnika za obavljanje konkretnih zadataka na radu.

Neobično važnu ulogu u sprečavanju nesrećnih slučajeva ima pravilno izvršen izbor radnika za obavljanje određenih zadataka. Ovaj oblik izbora primenjuje se najčešće, a rezultati rada i siguran način njegovog obavljanja u velikoj meri zavise od toga ko ovaj rad obavlja. Stoga, svako lice iz službe nadzora koja organizuje izvršenje određenog zadataka, a posebno teškog i opasnog zadataka, treba da utvrdi:

- a) šta treba da se uradi,
- b). u kakvim će se uslovima sredine odvijati realizacija postavljenog zadatka,
- c) kakva sredstva za proizvodnju (na primer maštine, oprema i alatke, kao i materijal) i u kom broju su potrebna za pravilno i sigurno izvršenje zadatka, i
- d) kakve se eventualne teškoće i opasnosti mogu javiti za vreme izvršenja planiranog zadatka.

Imajući na umu gornje okolnosti, lice iz službe nadzora utvrđuje koji radnik, može planirani zadatak izvršiti najbolje i najsigurnije.

Prilikom predviđanja teškoća i opasnosti koji mogu nastupiti za vreme izvršenja određenog rada, treba uzeti u obzir, između ostalog, sledeće okolnosti:

- a) složenost rada (na primer da li je rad kolektivan i u više smena, da li je rad komplikovano opsluživanje maština, i sl.),

b) teški uslovi sredine (na primer mali radni prostor, loše osvetljenje, prekomerna buka, nedovoljna ventilacija, pojava vode i sl.),

c) težina rada (na primer, prekomerni fizički napor, stalno naprezanje vida i sluha, i sl.),

d) mogućnost pojave dinamičkih opasnosti (na primer mogućnost obrušavanja, eksplozije gasova i prašine, požara i sl.).

Ukoliko se predviđaju izvesne teškoće i opasnosti na radu, organizator rada dužan je da utvrdi sredstva i način da se one savladaju i da izda zainteresovanim radnicima potrebne instrukcije i naređenja.

Međutim, izvršavanje naročito opasnih zadataka treba stalno da kontroliše odgovarajuće lice iz službe nadzora.

Da bi se pravilno izvršio izbor radnika za obavljanje određenih zadataka na radu, svako lice iz službe nadzora treba nastojati da upozna svoje radnike tako da za svakog od njih zna, pored ostalog:

- a) kakve kvalifikacije ima (opšte i stručno obrazovanje, kao i dužina radnog staža u rudarstvu i na datom radnom mestu),

- b) koliko ima godina i kakvog je bračnog stanja,

- c) kakvo je njegovo aktuelno zdravstveno stanje,

- d) kakve su njegove odlike i psihofizičke osobine (na primer visina, fizička snaga, inteligencija, moć zapažanja, i sl.),

- e) kakve su njegove karakterne osobine koje imaju uticaj na ponašanje i tok izvršenja rada (na primer da li oseća obaveze, da li je saveštan i tačan, da li oseća odgovornosti, da li voli da radi u kolektivu, da li ima autoriteta kod drugova, da li ima sklonosti za uživanje alkohola, i sl.),

- f) kakav je njegov društveni i politički stav koji se odražava, između ostalog, na odnos prema radnoj organizaciji, porodici, državi i društvenom i političkom uređenju,

- g) za što se interesuje i kakve sklonosti ispoljava posle radnog vremena i kako provodi slobodno vreme,

- h) kakvi su njegovi socijalno, egzistencijalni uslovi života, a pre svega gde i kako stane i koliko članova porodice izdržava,

- i) kakvi su njegovi uslovi dolaska na rad u radnu organizaciju i povratka kući.

Prikupljajući ove informacije o radnicima svaki rukovodilac je dužan da ima na umu da se sa vremenom one mogu menjati kako u pozitivnom, tako i u negativnom smislu.

Zbog toga se ove informacije ne mogu sakupiti odjedanput, na primer u obliku jednokratne ankete, već je potrebno da se one stalno popunjavaju, proveravaju i aktualizuju.

Izvori za upoznavanje radnika od strane njihovih rukovodilaca jesu:

1. kratki, iskreni i prijateljski razgovori lica iz službe nadzora i rukovodstva sa svojim radnicima koji se vode, na primer, za vreme inspekcije radnih mesta, dok radnici obavljaju razne poslove sa svojim rukovodicima, i sl.,
2. posmatranjem ponašanja radnika na radu i u važnim životnim situacijama,
3. mišljenja o radnicima njihovih drugova i dosadašnjih rukovodilaca,
4. obaveštenja koja se nalaze u personalnim dokumentima, kao na primer u školskim svedočanstvima, uverenjima koja sadrže rezultate lekarskih i psiholoških ispitivanja, i sl.

Glavni faktori koji otežavaju rukovodioci da pravilno upoznaju svoje radnike i koji slabe efekte ovakvog upoznavanja jesu fluktuacija radnih kolektiva i česte promene na rukovodećim i nadzornim mestima.

Zbog toga, u nastojanju da se stabilizuje rudarski kolektiv, treba imati na umu da je to, pored ostalog, neophodan uslov za pravilno izvršenje racionalnog izbora ljudi za rad u rudarstvu. Da bi se izbegle suviše česte promene nadzornih i rukovodećih mesta, treba što savesnije primenjivati kriterijume racionalnog izbora kandidata za ovo mesto.

Za vreme kontrole uslova HTZ, koju vrše na pojedinim radnim mestima lica iz službe nadzora i rukovodstva rudnika, treba obratiti pažnju ne samo na stanje HTZ samog mesta i radne sredine, kao i na stanje sredstava za proizvodnju, koja se tamo nalaze (mašine, oprema, alatke i materijal), već, pre svega, na kvantitativno i kvalitativno stanje radnika koji su tamo zaposleni. Kontrolišući ljudski faktor, treba između ostalog, proveriti:

- a) broj radnika dovoljan za sigurno izvršenje postavljenog zadatka,
- b) da li radnici imaju potrebne kvalifikacije, a naročito da li među njima ima onih koji su ovlašćeni da opslužuju mašine i energo-mehaničke uređaje,

c) da li su svi radnici prošli tzv. uvodno podučavanje i da li su upoznati sa upustvima i propisima HTZ koji su obavezni na njihovom radnom mestu.

Posebnu proveru znanja propisa HTZ i uputstava, koji su obavezni na radnim mestima, treba da vrši, između ostalih, inženjer-sko-tehničko osoblje HTZ, pripremljeno za ovaj težak i odgovoran zadatak. Ova provera treba da se odvija sistematski i planski.

U nastojanju da se svaki radnik bezuslovno pridržava važećih instrukcija na radu i propisa HTZ, onda, pre svega, treba postići to da ih svaki radnik dobro upozna, tj. da svaki radnik zna čega treba da se pridržava i šta ga obavezuje.

Važnu ulogu u mobilizaciji radnika da poštju pravila i propise HTZ treba da odigra tzv. uvodna instruktaža HTZ, koju izvode lica iz službe nadzora sa onim radnicima koji počinju rad na novom radnom mestu. Glavni cilj ove instruktaže jeste da upozna radnike sa uslovima rada i sa instrukcijama i propisima HTZ koji važe na njihovom novom radnom mestu, da skrene pažnju obučanim radnicima na mogućnost da se na njihovom novom radnom mestu mogu javiti opasnosti od nesrećnih slučajeva i bolesti, kao i da objasni načine kako da se te opasnosti blagovremeno otkriju i likvidiraju.

U cilju daljeg usavršavanja ove jednostavne i važne forme obuke HTZ trebalo bi prihvati princip da kroz uvodnu instruktažu treba da prođe svaki radnik koji je dodeljen na novo radno mesto i kome je povereno obavljanje nekih poslova ( na primer transport mašina i materijala, kontrola nepropustljivosti protivpožarnih pregrada i sl.), kod kojih može doći do opasnosti od nesrećnih slučajeva i bolesti.

Svaki radnik koji je prošao kroz uvodnu instruktažu HTZ, dužan je da ovu činjenicu potvrdi svojim potpisom u knjizi evidencije za uvodnu instruktažu. Međutim, svako zainteresovano lice službe nadzora dužno je da vodi računa o tome da se potvrđivanje ove uvodne instruktaže odvija u takvoj atmosferi u kojoj će radnici pokazati svu ozbiljnost i značaj ove činjenice. Lice iz službe nadzora dužno je ovom prilikom da podseti obučenog radnika da svojim potpisom ne potvrđuje samo činjenicu da je upućen u eventualne opasnosti koje se mogu pojaviti na njegovom novom radnom mestu i u načine kako da ih ot-

kloni, već da se obavezuje da izvršava svoj novi posao oprezno i pažljivo i u skladu sa važećim instrukcijama i propisima HTZ.

To je važan psihološko-vaspitni momenat koji služba nadzora treba pravilno da oceni i iskoristi u mobilisanju radnika da aktivno učestvuju na području HTZ.

Kod mnogih radnika postoji pogrešno uverenje da ne bi na vreme izvršili postavljene proizvodne zadatke kada bi svoj rad u potpunosti izvršavali u skladu sa važećim pravilima i propisima HTZ. Ovo pogrešno mišljenje ima svoj koren, između ostalog, u tome što se u kolektivnom i višesmenskom radu u rudarstvu, koji se odvija na radnim mestima koja se stalno pomeraju (na čelima) i na kojima se radni uslovi menjaju usled prirodnih faktora, sreću mnogi radnici koji ne odgovaraju svojim zadacima u pogledu HTZ.

Zbog toga sva lica službe nadzora kroz svoj stalni i sistematski rad na obuci, vaspitanju i kontroli, treba da teže da svaki radnik uvek i svuda izvršava svoj rad u skladu sa važećim pravilima i propisima HTZ. Ako se zahtevi HTZ raspodele na sve radnike, to će dovesti do toga da oni neće biti teški. A svest radnika o tome da se njihov rad odvija u što je moguće sigurnijim uslovima utičće, između ostalog, na jačanje samopouzdanja i zadovoljstva radom, a u daljem planu i na porast produktivnosti rada i zarada. U vezi s tim treba takođe usavršavati sisteme stimulisanja koji utiču na motiv sigurnog izvršavanja rada (na primer nagrade, premije, pohvale, avansi, kazne, i sl.), kako bi se svakom radniku uvek i svuda isplatilo da se bezuslovno pridržava pravila i propisa HTZ.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### **Einfluss des Gefahrenbewusstseins auf die Verminderung der Zahl der Unglücksfälle bei der Arbeit und die Vervollkommenung des menschlichen Faktors im Bergbau**

Dozent Dr. Ing. J. Wanat<sup>\*)</sup>

Beim Studium des Arbeitsschutzproblems wird dem Problem der Bewusstseinsbildung über die Gefahr bei der Arbeit, welche heute unter die bedeutendsten Faktoren-Ursachen der Verletzung bei der Arbeit, die geringste Aufmerksamkeit geschenkt. Der Autor behandelt in seiner Arbeit das Wesen des Gefahrenbewusstseins bei der Arbeit in den Gruben, der Informationsquelle über den Gefahren- und Ursachenstand und ihre Übertragung und den Einfluss des Bewusstseins auf die Verminderung der Zahl der Unglücksfälle, behandelt, auf der die Präventive der Unglücksfälle beruhen soll.

<sup>\*)</sup> Doc. dr ing. Jozef Wanat, Rudarski institut (GIG), Katowice.

# Preventivni aspekt stanja stresa i straina u optimiranju sistema „čovek—mašina—radna sredina”

(sa 2 slike)

Prof. dr Živko Stojiljković

## Stres

Za pojam „stresa” (što znači: opterećenje, pritisak, preterani zahtevi i sl.) vezan je od strane kanadskog endokrinologa Selyea (1953) razvijeni psihofiziološki (neurohumoralni) model koji je doživeo veliku primenu u okviru opšteg sindroma adaptacije ljudskog organizma.

Stres je poremećaj homeostatske ravnoteže organizma koji teži da se adaptira i na taj način da se ova ravnoteža opet uspostavi. Ljudski organizam teži da se adaptira na sve agense ili situacije koje prete da razore ovu homeostatsku ravnotežu. Danas se govori o adaptaciji ljudi u radnoj sredini na niz agenasa kao što su: termički uslovi sredine, buka i vibracije, povećanje koncentracije CO i CO<sub>2</sub>, intenzivna fizička naprezanja i dr., odnosno na niz agenasa koji u manjoj ili većoj meri predstavljaju sastavni deo tehnološkog procesa proizvodnje. Međutim, potrebno je razlikovati u okviru stanja stresa odnosno psiho-fiziološkog stanja opterećenja organizma još i proizvodni faktor ili nadražaj, odnosno stresor i odgovor organizma na to stanje, odnosno stres — reakciju. Efekat specifičnog pojedinog stresora (CO + CO<sub>2</sub>, težak rad, temperatura i sl.) modificiran je promjenjnim uslovima sredine i individualnim specifičnostima.

Sindrom adaptacije organizma deli se u tri stadijuma:

1. stadijum „alarmne reakcije” sa fazama šoka i protivšoka;

2. stadijum „odbrambene reakcije” ili stadijum „prilagadavanja” nazvan još i stadijum „rezistencije” i

3. stadijum „iscrpljenja” organizma.

Stadijum „alarmne reakcije” predstavlja sumu nespecifičnih fenomena izazvanih dejstvom stimulansa na veće površine ili delove tela na koje organizam nije kvalitativno i kvantitativno adaptiran. Izvesni fenomeni su pasivni i predstavljaju oštećenja, a drugi su manifestacija aktivne odbrane organizma protiv tog oštećenja. Zbog toga se i ovaj stadijum deli na faze šoka i protivšoka — koje se provi manifestuju hipotenzijom, hipotermijom, depresijom, acidozom, hipoglikemijom i dr., da bi se u drugom delu faze pojavilo povećano lučenje hormona kore nadbubrežne žlezde, i to: mineralkortikoida (Desoksikortikosterona) i glukokortikoida (17 — Hydroxi i 11 — Dehydro-kortikosterona).

Stadijum „odbrambene reakcije” organizma se manifestuje oslobođanjem hormona kore nadbubrežne, tj. intenzivnim oslobođavanjem mineralkortikoida i glukokortikoida. Povećana produkcija i smetnje u ravnoteži između obe te grupe hormona, prema eksperimentima Selyea (1953) vode ka oštećenjima koja se mogu nazvati „adaptacionim oboljenjem”. On ovde ubraja arterisklerozu, hipertenziju, ulkus peptikum itd. Osim toga, u ovaj stadijum spada većina psihosomatickih bolesti, kao što su: bronhijalna astma, ulkus, razna neurostenična stanja itd.

Stadijum „iscrpljenja” organizma nastaje posle dugog delovanja stresora,

tj. dolazi do stanja sličnog fazi šoka koje organizam sada nije u stanju da savlada. U ovom stadijumu su opisana različita stanja slična mentalnom šoku (gubitak svesti, stupor, panika, strah i sl.), mentalnom zamoru, neuskladenosti sa vegetativnim funkcijama i sl.

Selye (1953) je istakao sličnost između dejstva prekomernog mišićnog rada na organizam sa dejstvom koja izazivaju reakciju alarme inicijalne faze opšte adaptacije. Promene koje prate prekomerni mišićni rad koji dovodi do zamora, opisane su kao relativni deficit u kortikoidima, koji se može uporediti sa deficitom usled infekcije, traumatizma ili iradijacije.

Prekomerni mišićni rad povlači manjak u kortikoidima praćen fenomenom reduciranog šoka i karakterističnim kontra šokom praćenim oslobođenjem glukokortikoida. Smanjenje kortikoida povlači za sobom fenomen hipoadaptacije, a njihovo povećanje predstavlja osnovu odbrane protiv stresa i protiv reakcije alarme koju izaziva prekomerni rad. Tako nalazi nekih autora (Veanning-a, Müller-a i dr.) koji su ispitivali efekat intenzivnog rada na ekskreciju kortikoida na grupi od 14 ispitanika pokazuje, da u toku 48 časova postoji karakteristično uvećanje eliminacije 17-OH — ketosteroida u mokraći. Ako se ekspozicija nastavi, dolazi do iscrpljenja i vrednosti padaju ispod normale. Ova pojava se može koristiti kao test za ispitivanje intenzivnog mišićnog rada.

Mišići trebaju za svoju funkciju hormone kore nadbubrega — koji se u manjem ili većem stepenu oslobadaju za vreme mišićnog rada. S druge strane, težak mišićni rad izaziva stress. Zbog toga su vršena ispitivanja na 12 studenata od 20 do 27 godina, kako bi se odredili metodom po Nelson-u i Samuels-u plazmakortikoidi radi objašnjenja ponašanja hormona nadbubrega pod uslovima standarnog mišićnog rada od 1 časa na biciklergomtru pri opterećenju od 100 Watt-i. (23). Pomenutim metodama obuhvaćeni su u plazmi 17-21 Dihydroxi — 20 Ketesteroidi (Hromotografskom metodom); 17 — Hydrosteroidi određivani po Porter-u i Silber-u (modifikacija po Redely) u 4-ro časovnoj porciji mokraće pre, za vreme i posle ogleda, i na kraju određivan je adrenalin po Euler-u i Hellner-u i naradrenalin u skupljenoj mokraći dvočasovnog ogleda.

Na osnovu ovih ispitivanja, došlo se do rezultata koji ukazuju da mišićni rad prvo vodi do inicijalnog porasta pa zatim do pada hormona nadbubrega u krvi. Posle mišićnog rada ne dolazi do povećanog izlučivanja 17-hydroxisteroida u mokraći. Ali zato, mišićni rad povećava petostruko izlučivanje adrenalina i noradrenalina.

Psiho-fiziološke manifestacije stanja s tressa su: cirkulatorne, respiratorne, metaboličke, biohemiske i psihološke. Emocionalna narađljivost praćena je adreno-kortikalnom sekrecijom, pa se može merenjem ove sekrecije izračunati kvanitet stresa. Inače, stres se biološki manifestuje u porastu frekvencije srca, disanja, promenama krvnog pritiska, temperature tela i dr. Osetljivi pokazatelji stanja s tressa su porast kateholamina (adrenalin, noradrenalin i dopamin) u mokraći i eozinofilija u krvi. Emocionalni stres sam ili u kombinaciji sa mišićnom aktivnošću predstavlja maksimalni stimulus s tressnog mehanizma. Poseban značaj imaju ove promene kod starijih ljudi i srčanih bolesnika (20) zbog promena u krvnom pritisku, udarnom volumenu, viskozitetu krvi i dr., jer mogu favorizirati intravaskularnu trombozu i oštećenja mišića srca.

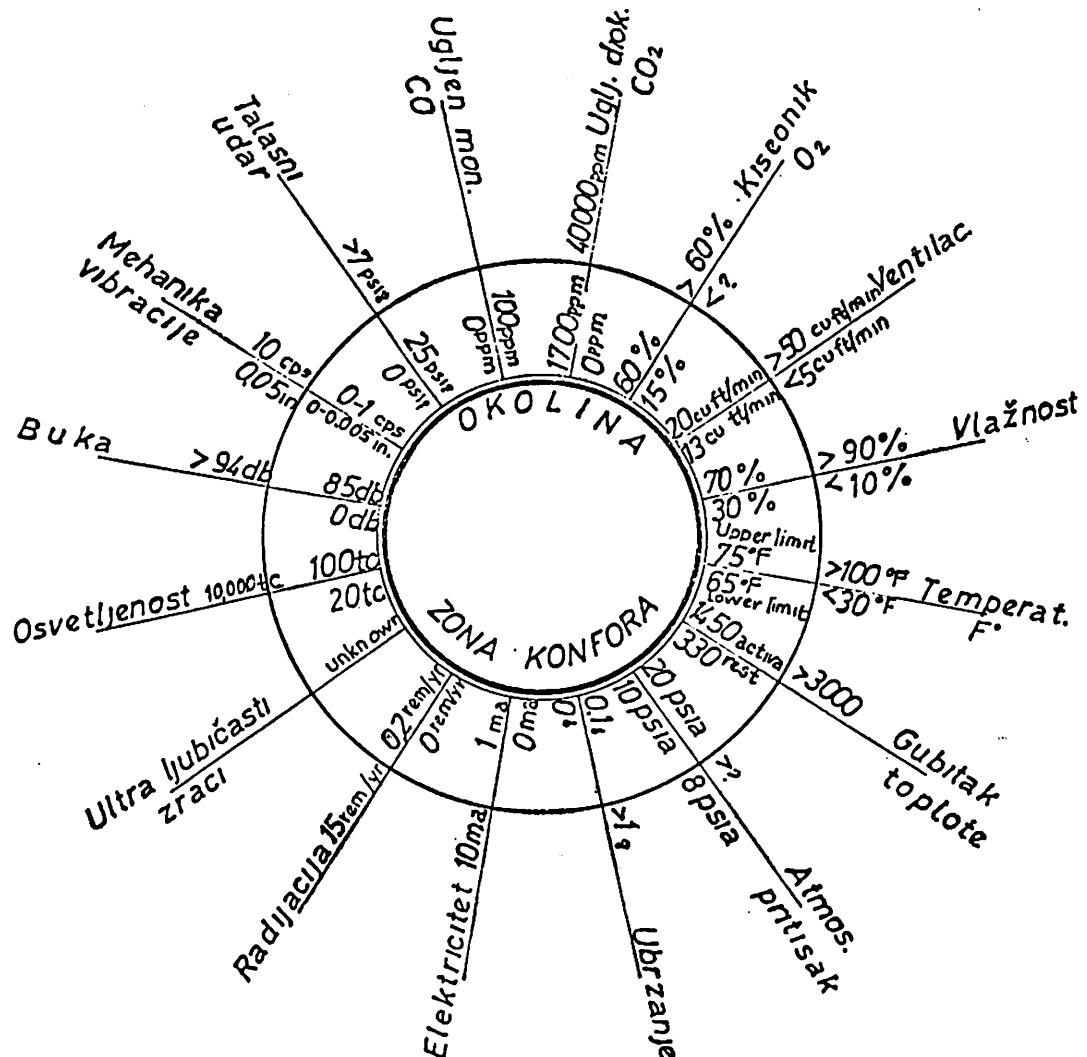
#### Strain

Strain (što znači: naprezanje ili napor) je vezan za promene u plućnoj ventilaciji, frekvenciji srca i telesnoj temperaturi koje predstavljaju izraz fiziološkog naprezanja organizma izloženog radu u određenim uslovima sredine.

Svaki pojedinačni stresor kao što su npr. povišena temperatura radne sredine, mišićni napor ili fizički rad, dehidratacija i dr. mogu se pomoću frekvencije srca izraziti kao odgovarajuće fiziološko naprezanje organizma. Za ovaj način procene potrebno je da čovek vrši standardni rad različitog intenziteta, da boravi u različitim temperaturnim sredinama i da je izložen različitim stepenima dehidratacije organizma od (0-7 odsto pada telesne težine). Činjenica je, da je frekvencija srca proporcionalna kvantitativnom porastu svakog od ovih stresora ponaosob. Tako npr. za 1 udar se povećava frekvencija srca za svaki porast temperature radne sredine od 0,67°. Ovo važi samo za temperaturu tela iznad 32°C, jer od ove temperature frekvencija srca linearno raste sa porastom temperature. Za

svakih 9,5 mkg opterećenja radom raste frekvencija srca za 1 udar kao i za svakih 0,15 odsto dehidratacije. Na osnovu ovih podataka može se predvideti fiziološko naprezanje ili strain organizma. Pošto se dva, tri ili više stresora superponiraju, to se za prosečnog čoveka mogu sumiranjem na ovaj način empiri-

srca smatraju ekvivalentima drugog. Tako, npr., porastu temperature tela za  $1^{\circ}\text{C}$  iznad temperaturu od  $32^{\circ}\text{C}$ , ekvivalentna je vrednost opterećenja radom od 14 mkg ili dehidratacija organizma od 0,22 odsto. Ovaj način prikazivanja straina u zatvorenim prostorijama industrije vrlo je pogodan, jer se ste-



Sl. 1 — Fizičke promenljivosti okoline koje utiču na konfor, efikasnost i bezbednost.  
Fig. 1 — Physical environmental variations influencing comfort, efficiency and safety.

rički odrediti. Osim ovog, postoji i drugi vid tumačenja fiziološkog naprezanja, odnosno straina koji se zasniva na činjenici da se stresori koji daju isti porast frekvencije

pen fiziološkog naprezanja može izračunati zavisno od variranja intenziteta mnogih obeležja sredine. Međutim, teško je u istraživačkom radu simulirati sve kombinacije uslova

radne sredine kao što su na primer: temperatura, vлага, koncentracija zaprašenosti, gasova, dimova i dr., zatim sam intenzitet rada i sl. (22).

Poznato je, da je svaki radnik u industriji u manjoj ili većoj meri izložen različitim nepovoljnim faktorima (stresorima), a samim tim i njihovom uticaju na njegovo psihofizijološko stanje. Najčešći od tih faktora prema R. H. Mc Farland-u su: klimatske prilike, buka i vibracije, aerozagađenja, radijacije, osvetljenost i dr. (slika 1). Osim toga, od posebnog su značaja faktori vezani za antropotehničku podobnost mašina kompatibilnost signalno-komandnih uređaja, vizuelnost i sl., zatim režim rada i odmor, način života i sl. koji imaju velikog uticaja na psihofiziološku adaptaciju radnika.

Navedeni faktori svojim nepovoljnim delovanjem na psihofiziološko stanje radnika mogu dovesti do stresa, a samim tim i do ograničenja radne sposobnosti i produktivnosti na radu. Za vreme optimalnog dejstva ovih faktora vezanih za fiziološko naprezanje organizma dolazi do pojave zamora, sa svim svojim negativnim posledicama koje direktno utiču na sigurnost postupka radnika u industriji.

### Antropotehnika

Vrlo važan ergonomski aspekt u konstrukciji i eksploataciji opreme u industriji (nepokretne i pokretne mašine, razna oruđa, aparati i sl.) u vezi sa pojmom stresa odnosi se na raspored radnog prostora i njegov sadržaj, tj. ergosferu koja je u direktnoj vezi sa statičkim i dinamičkim dimenzijsama tela i varijacijama u okviru fizičkih sposobnosti radnika. Međutim, pošto još uvek nemamo sređenih i potpunih domaćih antropotehničkih podataka, prnuđeni smo, da se poslužimo stranim izvornim podacima ili da u istraživačkom radu na reprezentativnom uzorku kod grupe radnika u industriji, saobraćaju, rудarstvu, poljoprivredi i sl. sami dodemo do njih. Pre svega, potrebno je definisati i odrediti neophodne antropometrijske parametre, koji obuhvataju sledeće:

— Obim ljudskog tela, koji je od posebnog značaja da bi se putem specifičnih statičkih i dinamičkih antropometrijskih mera odredile dimenzijske opreme u industriji, saobraćaju i dr. Tako su npr. potrebna tri os-

novna merenja tela da bi se odredile dimenzijske sedišta i obezbedio odgovarajući komfor na motornom vozilu. A to su: za visinu sedišta — mere „potkolenične visine ili visine od poda do bedara”, za dužinu sedišta — mere za „bedro — leđa i dužine kolena” i za širinu sedišta — mere za „širinu bedara, odnosno „H — tačku”. Podaci o visini pri sedenju koriste se da bi se odredio razmak od sedišta do krova kabine, dok je lokacija potiljačnog predela glave potrebna radi postavljanja nasiona na vozilu.

— Lokacija oka kod radnika, a naročito kod vozača je neophodno potrebna zbog određivanja položaja same mašine ili sedišta i dr. i podešavanja u okviru vidnog polja radnika, odnosno vozača — kako bi se obezbedila maksimalno moguća vizuelnost kod radnika za vreme rukovanja mašinama, a kod vozača za vreme upravljanja motornim vozilom.

— Funkcionalni dohvati ruku mora biti poznati kod najmanjih članova ispitivanog ljudstva pre nego što se odrede spoljne granice radnog prostora za lokaciju komandi i instrumenata.

— Veličina sile pri rukovanju komandnim uređajima sastoji se u primeni potrebne snage koja je u skladu sa kineziologijom ljudskog tela, tj. telesnog kretanja kao posebnog slučaja mehaničke sile. Od naročitog je značaja ispitati ove veličine u odnosu na najslabije radnike u predviđenom reprezentativnom uzorku ljudi.

— Brzina pokreta tela, tj. kako i kojom brzinom reaguje radnik u odnosu na vreme opečanja signala i kako preduzima odgovarajuće akcije za vreme rukovanja alatom, mašinom, motornim vozilom, i sl. je od posebnog značaja za normalno odvijanje tehničkog procesa.

Većina ovih ljudskih osobenosti je međusobno vrlo usko povezana, pa ukoliko dođe za vreme radnog procesa do poremećaja ovih odnosa, radnik će ući u stresnu situaciju. Naiime, brzina pokreta varira sa stepenom zahtevane preciznosti, a iznos snage, odnosno jačine koja se može primeniti na komandne uređaje u znatnoj meri zavisi od lokacije tih komandi u okviru dimenzijskih i pokreta tela. Stoga se svaka ludska radna sposobnost pri optimiranju sistema „čovek-mašina-radna sredina” treba definisati i opisati kao jedan elemenat u integrisanom uzorku fizičke aktivnosti.

nosti. Prema tome, da bi se najefikasnije primenile statičke i dinamičke antropometrijske dimenzije u industriji, rudarstvu, poljoprivredi, saobraćaju i sl. potrebno je, da budu prikazane kao osnovne osobine ljudi i veličine njihovih radnih sposobnosti, a ne samo kao prosečne vrednosti. Ovo je od posebnog značaja za očuvanje radne efikasnosti i psihofizčkog stanja radnika, jer u protivnom, usled stalnog dejstva stresa u okviru sistema „čovek — mašina — radna sredina”, koji su posledica nerešene antropotehničke problematike, može doći do pojave zamora, a samim tim do opadanja radne sposobnosti kod radnika.

**Preventiva** — Ergonomski aspekt prevencije stresa i streina u antropotehnički za vreme optimiranja sistema „čovek-mašina-radna sredina” — u odnosu na opremu vezan je počev od projektovanja, konstrukcije, puštanja u probni pogon pa sve do njenog korišćenja u normalnom tehnološkom procesu proizvodnje u industriji, saobraćaju, rudarstvu, poljoprivredi i dr. Ukoliko se ovaj put ne bude sledio, sigurno će radnici zbog nerešene antropotehničke problematike ulaziti u stressnu situaciju, a što će u krajnjem delovati na njihovu radnu sposobnost i zdravstveno stanje.

#### Kompatibilnost signalno-komandnih uređaja

U poslednje vreme osnovni zadatak ergonomije je da u okviru projektovanja i konstrukcije mašina, mehanizacije, motornih vozila i sl. postigne što veću usklađenost između rukovaoca i signalno-komandnih uređaja.

Brzina, tačnost i bezbednost rukovanja značajno su uslovjeni samom konstrukcijom mašine, odnosno motornog vozila. Tako, npr. rukovalac mašine lako može da se povredi pa i da nastrada ako su mu teško dostupne komande ili ako se teško snalazi među instrumentima. Prema tome, signalno-komandni uređaji tako treba da budu konstruisani, locirani i oblikovani da se rukovalac saživi sa njima i da lako upozna osnovne principe njihovog funkcionisanja i delovanja.

Signalno-komandna kompatibilnost u optimiranju sistema „čovek-mašina-radna sredina” sastoji se u usklađenosti između pokreta koji se izvode na nekoj komandi i efekta koji se tim pokretima postiže — a koji se inače manifestuje u pokretima signalnih i komand-

nih uređaja uz istovremenu promenu stanja maštine.

Prema nekim autorima (8, 16, 18) postoje tri vrste grupacije signalno — komandne kompatibilnosti i to:

- Signalno-komandna usklađenost uz pomoć sličnosti između signala i komandi. Npr., na signal u vidu svetlećeg trougla treba reagovati polugom koja je označena simbolom trougla;
- Prostorna signalno-komandna usklađenost sastoji se u tome da između signala i komandi postoji prostorni odnos iz kojeg se može zaključiti koji se komandni uređaj odnosi na koji signal, i
- Usklađenost signalno-komandnih uređaja sa pretežno ustaljenim pokretima u nekim situacijama (stereotipna). Tako, npr., ako nekog vozača postavimo za volan motornog vozila i kažemo mu da volanom okreće točkove udesno, ispravno će okrenut volan u smeru kazaljke na satu. Ovo pokazuje, da okretanje volana u smeru kazaljke na satu doživljava kao okretanje udesno, iako za to nema opravdanja, jer se istovremeno donja ivica volana okreće uлево.

Kompatibilnost signalno-komandnih uređaja u optimiranju sistema „čovek-mašina-radna sredina” bi mogla da se definiše kao usklađenost između nekog nadražaja (signala) i neke očekivane ili nameravane reakcije (komande). Drugim rečima, odnos između signalno-komandnih uređaja mašine i rukovaoca treba da bude takav, da određeni signal izazove željenu reakciju (komandu) bez razmišljanja, tj. istovremeno sa pojavom signala mora da postoji i reakcija komandi. Na taj način instrumenti će se smatrati produžetkom nervnog i perceptivnog sistema rukovaoca, a komande kao produžeci ruku i nogu.

**Preventiva** — Ergonomski aspekti prevencije stresa i straina u okviru kompatibilnosti signalno-komandnih uređaja mašina još uvek predstavljaju problem izučavanja odnosa u sistemu „čovek-mašina”. Zbog toga je ova problematika vrlo aktuelna i na njoj se mnogo radi, kako bi se putem još bolje usklađenosti signalno-komandnih uređaja poboljšala radna efikasnost rukovaoca i izbeglo stanje stresa koje neminovno prati svaku situaciju inkompakabilnosti.

## Fizikalni faktori radne sredine

### Aerozagadjenja

Eerozagadjenja (gasovi, dimovi, pare i prah) zbog svoje rasprostranjenosti i toksičnog dejstva na organizam u mnogim privrednim granama delatnosti predstavljaju poseban problem na radnom mestu i u radnoj sredini ljudi. Ona uglavnom deluju udisanjem toksičnih supstanci kroz pluća na celokupan organizam ljudi. Zbog toga je neophodno potrebno sa ergonomskog aspekta prvo proceniti fiziko-hemijučke osobine, koncentraciju toksičnih supstanci i dužini ekspozicije u odnosu na telesno naprezanje radnika u okviru sistema „čovek-mašina-radna sredina”, pa zatim odrediti individualna sredstva za zaštitu organa za disanje. Prilikom procene dejstva toksičnih supstancija na organizam radnika mora se, osim maksimalno dozvoljenih koncentracija — MDK, istovremeno voditi računa i o težini rada, mikro — kiimatskim faktorima, higijenskim prilikama na radnim mestima i dr., radnim uslovima koji predisponiraju osetljivost radnika i zahtevaju smanjenje stvarne koncentracije toksičnih supstanci ispod MDK, ili upotrebu individualnih zaštitnih sredstava bez obzira na MDK.

**P r e v e n t i v a** — od aerozagadjenja sa aspekta ergonomije u industriji, rudarstvu, poljoprivredi i dr. granama delatnosti vezana je za kolektivnu zaštitu počev od projektovanja, konstrukcije i razrade tehnološkog procesa proizvodnje pa sve do izbora individualnih zaštitnih sredstava za zaštitu disajnih organa (zaštitne polu-maske, gas-maske, samospasoci i izolirajući aparati). Osim toga, ona obuhvata prve i periodične sistematske zdravstvene preglede radnika, učestvuje u ergonomskoj organizaciji rada na radnom mesta, tako i samog rada, posebno pri optimiranju sistema „čovek — mašina — radna sredina” u odnosu na režim rada i efekat odmora.

Ergonomski zahtevi u pogledu korišćenja individualnih zaštitnih sredstava (sistem: „čovek, zaštitno sredstvo-radna sredina”) su od vrlo velikog značaja i moraju se uzeti u obzir u respiratornoj zaštiti prilikom projektovanja, isprobavanja i upotrebe ovih zaštitnih sredstava. Odabiranje zaštitnih sredstava, usled ergonomskih zahteva, mora se prvenstveno zasnivati na njihovim važnim karakteristikama prilikom projektovanja. Tu dolaze u obzir

antropotehnički i fiziološki kriterijumi kojima zaštitna sredstva treba da udovolje, uzimajući u obzir individualna odstupanja i uticaj starosti i pola osoba.

Ergonomski zahtevi u respiratornoj zaštiti su najošttriji kad su u pitanju zaštitne maske sa cedilom, kod kojih se udiše kroz zaštitni filter ili adsorbent (ili njihovu kombinaciju) a izdiše kroz ventil za izdisanje bilo kog tipa. Kod tih zaštitnih maski, na osnovu antropotehničkih i fizioloških kriterijuma, mora biti optimalno rešena konstrukcija same obrazine, mrtvog prostora i okulara — kako ne bi za vreme rada došlo do neželjenog dejstva toksičnih materija s jedne strane, i do neugodnosti pri nošenju koja utiče na ograničenje radne sposobnosti i dovodi do zamora, s druge strane. Tako, na primer, prema našim istraživanjima (1968, 1969 i 1970) na 50 ispitanika, starosti od 21 do 25 godina, pri kontinuiranim opterećenjima na ergociklu i treadmillu u uslovima „Non Steady State” — nadeno je, da se zaštitne maske (M-53-M i M-65-MZ) mogu nesmetano koristiti za vreme lakog i osrednje teškog rada na ergociklu (od 50 W — 170 W odnosno 306-1040 mkg/min) i delimično za vreme teškog rada na treadmillu (od hoda 5,5 km/h po ravnom do 4° nagiba, odnosno 688 — 1136 mkg/min) posle čega počinje da nastupa poremećaj funkcionalne adaptabilnosti kardio-respiratornog sistema ispitanika, da bi na opterećenju od 200 W, odnosno 1224 mkg/min i na 6° nagiba, odnosno 1360 mkg/min došlo do prekida rada usled stanja hipoksije u koju su ušli naši ispitanici za vreme maksimalnih opterećenja radom. Na osnovu ovih nalaza, može se zaključiti, da je korišćenje individualnih zaštitnih sredstava za zaštitu disajnih organa moguće samo u radnoj sredini gde je zastupljen lak i srednje — težak fizički rad, jer u protivnom može doći od stresne situacije koja će uticati na radnu sposobnost i zdravstveno stanje radnika.

Međutim, postoji mogućnost korišćenja sredstava respiratorne zaštite i pri optimalnim i maksimalnim opterećenjima radom u kratkom vremenskom periodu (npr. čete za spasavanje u rudarstvu), ali samo u slučaju kontinuiranog specifičnog treninga sa zaštitnim sredstvima — od strane radnika koji ih upotrebljavaju.

Iz pređnjeg izlaganja proizilazi, da je ergonomski aspekt profilakse od aerozagadjenja

u industriji vrlo kompleksan i da obuhvata kako zdravstvenu, kolektivnu i individualnu zaštitu, tako i organizaciju rada — kako bi se izbegle stresne situacije u radnoj sredini a sačuvalo zdravlje i psihofizička kondicija radnika. Da bi se realizovali ovi ergonomski zahtevi, neophodno je učešće tima stručnjaka (antropolozi, fiziolozi, psiholozi, lekari medicine rada i dr. specijalnosti, inženjeri različitih specijalnosti, ekonomisti i statističari) koji će proučavati, ispitivati i rešavati ovako kompleksnu problematiku vezanu za razne grane privredne delatnosti.

#### Buka i vibracija

Buka i vibracije spadaju u najrasprostranjenije štetne faktore životne i radne sredine čoveka. Pored toga, postoji svakodnevni porast ovih štetnosti koji ide paralelno sa uvođenjem novih tehnoloških procesa u industriji, saobraćaju, mehanizaciji u poljoprivredi, rудarstvu, građevinarstvu i dr. privrednim granama delatnosti.

Najčešće oštećenje koje nastupa pri dejstvu buke jeste oštećenje čula sluha. Kad čovek nenaviknut na buku dode u radnu sredinu gde intenzitet buke iznosi oko 100 dB, on odmah dobije bolan osećaj u glavi i jak pritisak u ušima. Taj neugodan osećaj posle 20-30 min. popušta i javlja se osećaj nekih nedređenih bolova, opšte malaksalosti i psihofizičke klonulosti. Sve se ove stresne situacije u radnoj sredini opet javljaju. To traje 15-20 dana, a onda polako dolazi do adaptacije uha i čitavog organizma na buku i tada radnik relativno dobro podnosi buku i ne primećuje posle rada nikakve smetnje. Ukoliko radnik nastavi da radi u buci posle izvesnog vremena (što zavisi od individue), počinje da se razvija tipična slika oštećenja sluha. Početak profesionalne nagluvosti je vezan za asimptomatski period, usled činjenice da je nastalo oštećenje lokalizovano u području 3000—4000 Hz koje je izvan govorne zone. Ovaj skotom je u početku uzak i plitak i odgovara po svom izgledu skotomu zamora sluha na kraju prvog dana provedenog u buci. Ali kada se skotom, tj. slušni deficit spusti ispod 2000 Hz, zahvatajući govornu zonu, tada radnici nailaze na potешkoće da prate sagovornika.

Na pojavu akustičke traume utiče veći broj faktora u koje prvenstveno spadaju intenzitet i visina buke, koji zavise od vrste alata, maštine i sl., odnosno od izvora buke

kojoj je radnik izložen, pa zatim od dužine ekspozicije buci.

Buka, osim dejstva kao specifični stresor na čulo sluha, ima i nespecifične stresorne efekte na druge organe i sisteme čoveka, kao što su nervni sistem, kardiovaskularni sistem, gastro-intestinalni sistem, endokrinološki i sl. Tako se npr., opšti poremećaji u psihičkoj sferi koji su apsolutni izraz stresne situacije nastale usled bučnovibracionih izvora, teško mogu definisati — pošto se manifestuju stanjem depresije, razdražljivosti, blokiranjem pažnje, smetnjama u psihomotornoj sferi i na kraju pojmom zamora. Tako su, npr., u svojim ispitivanjima neki autori našli da počevanje buke od 75 dB na 95 dB dovodi do sniženja produktivnosti rada za 25 odsto i povećanja broja grešaka za 12,5 odsto, dok je, prema drugim autorima, broj grešaka u grupi eksponiranih radnika iznosio 52,7 odsto, a u kontrolnoj grupi svega 19,9 odsto (23, 24). Osim toga, buka kao izvanredno važan stresor deluje na čulo vida (100 dB) u vidu poremećaja akomodacije na daljinu i mrak, kao i na smanjenje oštchine vida za gledanje na blizinu. Veoma intenzivna buka (110-130 dB) deluje na vestibularni aparat, izazivajući vrtoglavicu i gubitak ravnoteže. Dejstvo buke na kardiovaskularni sistem se manifestuje povišenjem krvnog pristiska, zatim u lakom ubrzaju ili usporenju frekvencije srca, kao i u morfološkim izmenama na EKG-u, EEG-u, pletozmagranu i oscilogramu.

Vibracije kod mašina motornih vozila, aparata i sl. nalaze se u direktnoj zavisnosti od konstrukcije i starosti dotične opreme. Dejstvo mehaničkih vibracija, koje se mogu prenositi na rukovaoca maštine, motornog vozila i sl., može biti različito, od običnih smetnji pa sve do psihofizioloških promena usled dejstva ovog stresora koje se manifestuju audio-vizuelnim, neuro-vegetativnim i loko-motornim poremećajima.

Postoje mnogi istraživački radovi o frekventno-zavisnom dejstvu vibracija na ljude, mada je manje poznato dejstvo mehaničkih vibracija na rukovaoca maštine, motornog vozila i sl. Tako su, npr. ispitivanja nekih autora (25) pokazala da postoji kod vozača traktora, dampera, buldožera i skrepera mnogo veći procenat oštećenja kičme vezan za odgovarajuće subjektivne tegobe u odnosu na druga slična zanimanja. Iz tih razloga se smatra,

da bi ispitivanja spektralne raspodele mehaničkih vibracija kod mehanizacije u rudarstvu, građevinarstvu i poljoprivredi i njihovo dejstvo na organizam bilo od posebnog značaja za smanjenje invaliditeta i očuvanje psihofizičke kondicije vozača.

O dejstvu translatorynih i stohastičkih tokova vibracija kod mašina za mehanizaciju koje se odlikuju kolebanjima amplitude i frekvencije u zavisnosti od vremena i njihovog uticaja na stanje stresa i streina kod vozača, stvara vrlo delikatan problem vezan za optimiranje sistema „čovek-mašina-radna sredina”, koji zahteva timski način rešavanja.

Preventiva u nastajanju stresa od bučno-vibracionih izvora, koji usled svoje rasprostranjenosti i čestog delovanja u okviru sistema „čovek-mašina-radna sredina” dovode do psihofizioloških poremećaja, sa ergonomskog aspekta obuhvata zdravstvene, tehničke i organizacione mere zaštite.

U okviru zdravstvenih mera najveći značaj imaju prvi i periodični sistematski zdravstveni pregledi, sa obaveznim učešćem audiologa. Na ovim pregledima posebnu važnost predstavljaju kontraindicacije za rad u buci kojima treba obuhvatiti, sem oboljenja srednjeg i unutrašnjeg uha, takođe i bolesti neurohumoralnog i endokrinog porekla, zatim kardiovaskularnog sistema i psihosomatska oboljenja.

Kontrola radne sredine je od izuzetnog značaja radi donošenja potrebnih tehničko-tehnoloških i organizacionih zaštitnih mera u cilju poboljšanja uslova rada.

Tehničke mere zaštite obuhvataju niz mera prevencije, počevši od usavršavanja i izmene pri konstruisanju mašina, motornih vozila i sl. u cilju sniženja bučno-vibracionih izvora pa sve do upotrebe individualnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha od buke (antifoni, školjke i sl.) i od vibracija (amortizujuća sedišta, pojasevi, rukavice i sl.).

Od organizacionih mera zaštite smatra se neophodnim pravilno sproveđenje režima rada i efektivnog odmora pri optimiranju sistema „čovek-mašina-radna sredina”.

Svi ovi činioci sa ergonomskog aspekta mogu doprineti mnogo u smanjenju stresnih situacija kod radnika ako se, pre svega, blagovremeno primene, dosledno realizuju i stalno sprovode u radnoj sredini.

## Klimatski faktori

Uticaj klimatskog faktora (temperatura, vлага, brzina strujanja vazduha i barometarski pritisak) radne sredine na zdravstveno stanje i radnu sposobnost ljudi u industriji, saobraćaju, rudarstvu i dr. je znatan, jer se pod nepovoljnim klimatskim uslovima u organizmu radnika razvija čitav niz regulacionih mehanizama, čije narušavanje dovodi organizam u stanje stresa.

## Dejstvo topote

Visoka temperatura radne sredine utiče na termoregulaciju radnika utoliko više ukoliko je taj rad praćen većim fizičkim naporom. Još su gori uslovi za termoregulaciju ako je pored visoke temperature spoljašnje sredine i vazduh vlažan, bez strujanja, što otežava gubljenje topote isparavanjem.

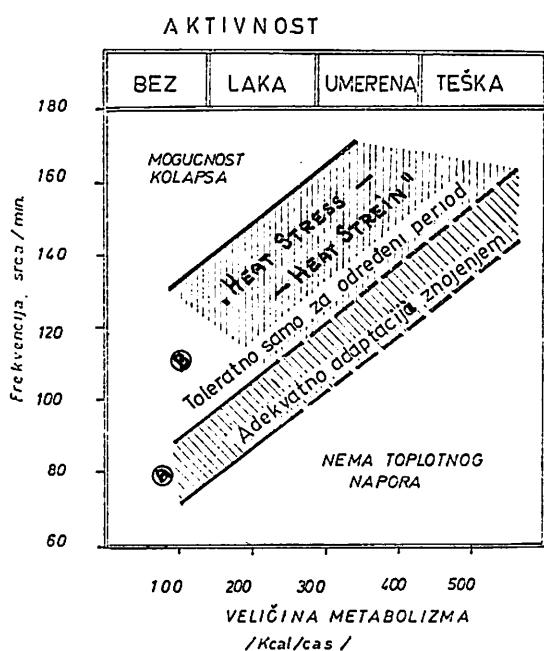
Porast temperature sredine dovodi do promena u organizmu, čiji je krajnji cilj zaštita od patoloških topotnih opterećenja:

- porast zamora, sa padom intelektualne i radne sposobnosti,
- tahikarija praćena aritmijom,
- hipertenzija,
- smanjenje aktivnosti digestivnih organa,
- povećanje unutrašnje — telesne temperature, srazmerno intenzitetu fizičkog rada;
- jako povećanje temperature površine kože do 36-37°C, srazmerno veličini topotne sredine,
- znatno povećanje protoka krvi u koži (od nekoliko milimetara po cm tkiva do 20-30 ml/min).
- povećanje lučenja znoja, naročito počev od momenta porasta temperature kože od 34°C.

Sve ove promene uglavnom imaju za cilj da što veću količinu topote transportuju iz jezgra tela ka površini kaže, a to ide na račun protoka krvi kroz mišiće, što dovodi do smanjenja fizičkog radnog kapaciteta.

Na slici 2 prikazana je frekvencija srca u okviru radne sposobnosti mlađih ljudi pri različitim nivoima potrošnje energije uz pojavu topotnog napora „stresa” organizma ili bez njega. Vrednosti za frekvenciju srca i klasifikaciju stepena aktivnosti iznete su po Christensen-u (1964).

Ovde je dat prikaz na dva primera, i to: Primer A radnika koji vrši lakši rad sa frekvencijom srca od oko 100/min. Na slici on se nalazi u području kompenzacije i ovaj rad neće izazvati štetne efekte ako se radi o zdravom licu. Primer B radnika koji vrši srednje težak rad u toploj sredini sa frekvencijom srca od oko 142/min. On spada u zonu gde se ova kombinacija dejstva rada i toplove može tolerisati nekoliko minuta. Duže izlaganje dovodi do porasta temperature jezgra tela sa svim posledicama i opasnostima. U cilju prevencije akumulacije toplotnog „stresa” su periodi oporavka.



Sl. 2 — Efekat toplotnog napora u odnosu na opterećenje radom i frekvenciju srca.  
Fig. 2 — Effect of thermal strain in regard with work load and heart frequency.

Na osnovu ponašanja telesne temperature, mogu se dati sledeći normativi graničnih vrednosti temperature sredine za određeni intenzitet rada.

Vrsta rada	Kcal/kg/h	CET <sup>0</sup>
— sedeći rad (lak rad)	2,6	30°
— srednje — težak rad	4,3	28°
— težak rad	6,0	26°

Granicu tolerancije temperature za vreme rada u toploj sredini nije moguće tačno izračunati i odrediti, s obzirom na mnogobrojne faktore koji mogu na nju uticati.

Tako, npr., Wyndham i saradnici (1965) predlažu sledeće kriterijume za procenu toplotnog opterećenja: ako rektalna temperatura ne prelazi 38°C uslovi se ocenjuju lakšim; ako prelazi 39,2°C uslovi se ocenjuju prekomerno teškim, a ako se nalaze između ove dve vrednosti (od 38° — 39,2°C) ocenjuju se kao rastuće teško opterećenje. Ako se koristi količina znoja kao pokazatelj toplotnog opterećenja (Index P<sub>4</sub> SR) onda se kao granica podnošljivosti za zdrave ljudi smatra vrednost od 4,5 lit. (max. 5-6 lit. za 4 časa), za ljudi preko 45 godila ili pak netrenirane, neaklimatizirane i gojazne ona iznosi 3 lit. P<sub>4</sub> SR.

Pod dejstvom toplotnog stresa, kada temperatura radne sredine prelazi 30° — 35°C, zapaženi su poremećaji psihofizičke kondicije i radne sposobnosti kod ljudi, koji se manifestuju smanjenjem preciznosti manipulacije koja zahteva veština — spretnosti i koordinaciju, sposobnost da se zapaze nepravilnosti, ograničenu vidljivost i sposobnost da se donešu brze odluke.

Ovi podaci jasno ukazuju na značaj povišene temperature okoline na mentalnu i fizičku sposobnost, na efikasnost i preciznost rada — i učestalost poboljevanja, povredivanja i ranog invaliditeta kajti je usko vezan za stanje toplotnog „stresa” i „straina”.

D e j s t v o h l a d n j a č e — Prema izlaganju nekih autora (21, 22), veličina metabolizma u miru raste kada temperatura Hipothalamus-a padne ispod 37°C, receptori za hladnoću kože menjaju reakciju termoregulacionog centra i što je temperatura kože niža, metabolizam više raste. Istovremeno nastaje drhtanje i vazokonstrukcija krvnih sudova kože sa smanjenjem odavanja toplote. U ovom slučaju za organizam postoji problem kako se pomoći očeće i obuće zaštiti od dejstva hladnoće.

Kod teškog fizičkog rada koji podrazumeva angažovanost celokupne muskulature tela, ako je vazduh suv i bez velikog strujanja, niska temperatura radne sredine lako se podnosi, zbog velike proizvodnje toplote u organizmu. U takvim uslovima podesnim odevanjem i regulisanjem dužine trajanja rada, kao i sa eventualnim pauzama u zagrejanim prostorijama, obično se sprečava veće rashlađenje

organizma. Međutim, kod lako fizičkog rada, znatno se teže podnosi temperatura radne sredine i najveći problem predstavlja zaštita ekstremiteta, posebno ruku i nogu. Tako se, npr., specifičnosti problema zaštite šake pri radu u hladnoj sredini ogledaju u sledećem: posebne fizičke karakteristike šake predstavljaju kombinaciju ravnih, cilindričnih i sferičnih površina koje se različito ponašaju pri fizičkoj razmeni toplotne; — fiziološka specifičnost koja se ogleda u velikom rasponu protoka krvi (od maksimalne vazokonstrukcije do maksimalne vazodilatacije); važna uloga šake pri mnogobrojnim radnjama, a ne tako često ona predstavlja i glavni faktor radne sposobnosti.

Ruke mogu održati toplotu i pri vrlo niskim spoljnim temperaturama ako je protok krvi kod njih veliki, što je obično slučaj kod teškog fizičkog rada.

Najčešća oboljenja u vezi sa niskim temperaturama radne sredine — koja mogu uticati na zdravstveno stanje i radnu sposobnost ljudi jesu: oboljenja gornjih disajnih puteva i disajnih organa, reumatoidna oboljenja zglobova i mišića, zatim promrzline, neuriti i sl.

**Vlažnost vazduha** — Usvojenih normativa za vlažnost vazduha još nema, pa se oni obično izražavaju različito pri srednjim temperturnim uslovima. Tako, npr., u Francuskoj oni iznose oko 50 odsto, u SAD iznose 35-65 odsto, a u SSSR-u iznose 40-60 odsto itd.

Pošto okolni vazduh nikada nije suv, već uvek sa izvesnom relativnom vlažnošću, ako ona iznosi 50 odsto, tada  $1 \text{ m}^3$  vazduha može da primi vodene pare još samo za  $1/2$  od označene vrednosti na dotičnu temperaturu — pošto je ona upola zasićena vodenom parom. Ukoliko dođe do većeg zasićenja vazduha vlagom (preko 90 odsto), tada se znoj sa površine tela ne isparava već curi, pa znojenje ne koristi za termoregulaciju. Ovakvo stanje dovodi do stresa i deluje nepovoljno na radnu sposobnost pa i zdravlje radnika.

Ako je temperatura radne sredine  $35 - 40^\circ\text{C}$ , a u njoj vazduh vrlo suv, radnik može obavljati i teže radove, bez većih neugodnosti, bez veće štete po zdravlje.

Međutim, ako je temperatura radne sredine svega  $20^\circ\text{C}$  sa velikom relativnom vlažnošću vazduha ( $90 - 100$  odsto), isti radnik će se osećati vrlo nelagodno, a radna sposob-

nost i učinak će mu biti znatno smanjeni — pošto znojenje nije više korisno, jer znoj ne može da isparava zato što je vazduh zasićen vodenom parom. — A što u krajnjem deluje kao stresor na radnika.

**Brzina strujanja vazduha** — igra znatnu ulogu u evaporaciji znoja sa površine tela, pa prema tome i u termoregulaciji. Pri strujanju vazduha povećava se odavanje toplotne putem konvekcije, jer se zasićeni sloj vazduha oko tela stalno menja, što utiče na sniženje temperature kože. Ako su temperature radne sredine iznad  $35^\circ\text{C}$ , strujanje vazduha može uticati na odavanje telesne toplotne samo putem evaporacije znoja sa površine tela. Pri niskim temperaturama vazduha, strujanje vazduha je nepovoljan faktor, jer se u hladnom ambijentu povećava odavanje toplotne.

Najzad, možemo konstatovati, da na stanje toplotnog stresa kod radnika utiču manje ili više svi klimatski faktori radne sredine, tj. temperatura, vlaga i brzina strujanja vazduha. Od njihovog odnosa zavisi efektivna temperatura (ET) kao toplotni indeks udobnosti, odnosno zona komfora u kojoj se toplotna ravnoteža između ljudskog organizma i njegove okoline uspostavlja bez znatnijeg fiziološkog opterećenja (streina).

**Preventiva od dejstva toplotne** — na organizam radnika, tj. od toplotnog stresa je sledeća:

— Poznavanje fiziološkog opterećenja „streina” koje zavisi od veličine metabolističke toplotne i mikroklimatskih uslova;

— Ako u radnim prostorijama prema tehničkom procesu ne mogu da se otklone velika temperatura i konstantna vlaga, to se moraju ubaciti vazdušni tuševi, otparivači i koristiti ventilirajuća odela, sa upotrebom lakena obuće. Drugim rečima, kombinovati kolektivnu sa individualnom zaštitom u okviru sistema „čovek — mašina — radna sredina”.

— Toplotni stres kod radnika koji rade u zatvorenim prostorijama sa visokom temperaturom, može se pratiti i kontrolisati pomoću:

- korigovane skale efektivne temperaturе (CET),
- određivanjem predviđajuće količine znoja (P<sub>4</sub> SR — index)
- Belding-Hatch-ov index toplotnog stresa (HIS).

— Index termalnog stresa Givoni (ITS).

— Izbor ljudi je vrlo važan i zahteva preodređivanja radnika za rad u tople pogone kompletan sistematski zdravstveni pregled. Mogu u ovim uslovima raditi mlađi ljudi koji nisu gojazni i koji imaju posebno zdrav kardiovaskularni sistem.

— Aklimatizacija pre početka rada kod novih radnika smatra se neophodnom i treba da traje 6—7 dana pre definitivnog otpočinjanja rada u topлом pogonu.

Preventiva od dejstva hladnoće na organizam radnika je sledeća:

— Poznavanje kvaliteta (preciznost, spremnost i sl.) i kvantiteta rada (metabolička, odnosno energetska potrošnja).

— Poznavanje vrste materijala sa kojim se radi, s obzirom na opasnost od kontaktnih smrzonotina;

— Obezbedenje zaštitne sposobnosti rukavica, tj izolacione sposobnosti kako bi temperatura kože prstiju ostala u zoni komfora (oko 28°C);

— Individualna i kolektivna zaštita od hladnoće u okviru sistema „čovek-mašina-radna sredina” mora da obezbedi sledeće:

— zaštitu od direktnog udisanja hladnog vazduha,

— zaštitu od promrzlinama otkrivenih delova lica,

— zaštitu od rashlađenja celokupnog tela,

— Aklimatizacija pre početka rada kod novoprimjenjenih radnika smatra se neophodnom i treba da traje 6 — 7 dana pre definitivnog početka rada u hladnom pogonu;

— Izbor ljudi za rad u hladnom pogonu zahteva kompletan sistematski zdravstveni pregled, uz obavezno ispitivanje reakcije na hladnoću (Test po Ipsenu).

## Zamor

Zamor u optimiranju sistema „radnik-mašina-radna sredina” predstavlja izvanredno važnu komponentu kako po svom uticaju na sposobnost upravljanja mašinom, aparatom, motornim vozilom i sl., tako isto i na produktivnost i bezbednost pri radu. On u suštini predstavlja opštu psihofiziološku pojavu, koja se može definisati kao smanjenje adaptacione — radne sposobnosti zbog izvršenog rada. Inače, zamor može nastupiti pod uticajem

množstva faktora, između kojih se ističu nefiziološki i nehigijenski uslovi života i rada, koji se manifestuju ograničenjem psihofizičke kondicije radnika usled dužeg dejstva, stresa.

Pri razmatranju problematike zamora u okviru industrije sa aspekta ergonomije, potrebno je imati na umu širok dijapazon zahteva za očuvanje psihofizičke kondicije radnika u odnosu na njihovu produktivnost i bezbednost. Međutim, u industriji se obično ne mogu obezbediti maksimalni zahtevi, već samo neophodan minimum, pa otuda i mnoge fiziološke higijenske norme moraju biti različite. Ovi se normativi vrlo često kreću od uslova relativnog komfora pa sve do graničnih uslova oštećenja organizma radnika — što se manifestuje stresom.

Poznato je, da je svaki radnik u manjoj ili većoj meri izložen različitim stresorima, koji obično deluju na režim rada i odmora, a samim tim i na njegovo psihofiziološko stanje.

Navedeni faktori svojim nepovoljnim delovanjem na psihofiziološko stanje radnika mogu dovesti do poremećaja koordinacije pokreta, povećane nervne razdražljivosti, toplotnog opterećenja organizma, indoksikacije gasovima, poremećaja čula vida, slušne osjetljivosti i dr., a samim tim i do ograničenja radne sposobnosti i produktivnosti na radu. Za vreme optimalnog dejstva ovih stresora može se pojaviti zamor, sa svim svojim negativnim posledicama, koje mogu direktno uticati na sigurnost postupka radnika.

Na žalost moramo konstatovati, da pored dosadašnjih relativno ograničenih istraživanja, koja se odnose na problematiku optimiranja sistema „čovek — mašina — radna sredina”, još uvek nemamo praktičnih rešenja u pogledu međusobnog odnosa vremenske dužine rada — i promena kod radnika u okviru njegove adaptacione sposobnosti za rad. Neosporna je činjenica, da je još uvek jedan od važnih problema nedostatak pouzdanog načina merenja ovih mnogobrojnih parametara, ili određivanje psihofizičke adaptacije na rad kod ljudi u industriji. S obzirom na tu činjenicu, mišljenja smo, da je problematika „prevencije stresa i straina u radnoj sredini” koju smo izneli od velikog praktičnog značaja za zdravstveno stanje i radnu sposobnost radnika, te je potrebno obezbediti ergonomski i straživoj koja će kompleksno razmotriti problematiku vezanu za industriju, saobraćaj, rudarstvo i dr. kako bi se našla adekvatna rešenja za naše uslove.

## SUMMARY

### Preventive Aspect of Stress and Strain States in the Optimization of the System „Man — Machine — Working Environment”

Prof. Dr. Ž. Stojiljković\*)

The author gives a brief outline of the effect of machines anthropotechnical suitability, compatibility, of signaling and control devices, as well as of the influence of physical and microclimatic factors of the working environment on the onset of stress and strain states and preventive protective measures aimed to remove such states.

Finally, a particular emphasis is made on the problems of „Stress and Strain Prevention in the Working Environment” which is of great importance for the state of health and working capability of workers — indicating the need for securing ergonomic research including complex consideration of the problems connected with mining, transport and industry in order to find adequate solutions for our conditions.

## Literatura

1. Diamond, H., Stoudt, H. W. Mc Farland, 1966: *The Human Body in Equipment Design*, Harvard University Press, Cambridge — Massachusets.
2. Dukes-Dobos, F. N. 1970: *The Place of Ergonomics in Science and Industry*, American Ind Hygien. Assoc. Journ, Vol. 31.
3. Forssman, S. and al., 1971, *The Human Work Environment, Swedish Experiences Trends and Future Problems*, A contribution — to the UN Conference on the Human Environment, Stockholm.
4. Kirk, E., 1971: *Making Design More Human*, London Pres, Servise.
5. Keller, G.. 1972: *Ergonomija i dizajn nameštaja*. Industrijsko oblikovanje, NO. 3-4.
6. Grieco, A., 1969: *L' ergonomia, »La Medicina del Lavoro«* Vol 60, NO. 2.
7. Murrel, K. F. H., 1965: *Ergonomics*, Chapman and Holl, London.
8. Petz, B., 1966: *Kompatibilnost signalnih i komandnih uređaja*, Savetovanje psihologa u Vukovaru.
9. Parin, V. V. i Baljevski R. M., 1967: *Uvod u Medicinsku kibernetiku* (prevod), Zavod za ekonomsku ekspertizu, Beograd.
10. Scherrer, J., 1967: *Physiologie du Travail — Ergonomie*, Masson & Cie, Paris (VI).
11. Singleton, W. J., 1972: — *Introductions to Ergonomics*, WHO, Geneva.
12. Stojiljković, Ž., 1970: — *Ergonomija industrijskih zaštitnih maski*, preduzeće »M. Zakić« — Kruševac.
13. Stojiljković, Ž. i Milosavljević Ž. — *Ergonomija u rудarstvu, Sigurnost u rudnicima*, god. V, sv. VI, 1-70.
14. Stojiljković, Ž. i Savić S., 1971: — *Adaptacija na rad sa pokretnim mašinama*. III Jugoslovenski kongres za medicinu rada, Ljubljana.
15. Stojiljković, Ž. i Adum O., 1972: — *Antropotehnika u upravljanju motornim vozilima*, I Jugoslovenski kongres saobraćaja i veza, Beograd.
16. Venda, V. F., 1971: *Ergonomika* (prevod sa poljskog) Izdatelstvo »Mir«, Moskva.
17. Winsemius, W., 1965: — *Source Ergonomics Aspects of Safety Ergonomics*, NO. 2.
18. Wissner, A., 1968: — *La Physiology du Travail par Ergonomie* (Skripta), Paris.

\*) Prof. dr Živko Stojiljković, naučni savetnik Instituta »Kirilo Savić« — Beograd.

19. Kogi, K. — Saito, Y., 1971: — Assessment Criteria for Menthol Fatigue A. Factor — Analytic Study of Phase Discrimination in Mentha Thigue, Ergonomics p. 119-127, vol 14, NO. 1.
20. Bräutigam, W. — Christian, P., 1973: — Psychosomatische Medizin Georg Thieme Verlog, p. 56-60, Stuttgart.
21. Leithead, C. S. — Dind, A. R., 1964: — Heat Stress and Heat Disorders — Cassell and Co, London.
22. Report of a WHO Scientific Group NO. 412 — Health Factors Involved in Working under Conditions of Heat Stress — Geneva, 1969.
23. Müller, A., 1955: Comparison of some commonly used indices of Adrenal Cortico — Function, Journ. Appl. Physiol. Vol. 7.
24. Andreeva — Galanina, E. C. i sаradn. 1969: Vestnik Akadem. Medicin. Nauk. SSSR, 3 11.
25. Andreeva — Galanina, E. C. i sаradn., 1964: Borba s šumom v. Gor. Leningrade (Materijali seminara), Leningrad. a 4Tp7sL6i-m 9aain
26. Dupuis H. Sjoflot, L. — Rehschuh, 1969: Frequenzspaltren, der auf den Fahrer Einwirkenden Mescjanischen — Schwingungen bei Ackerschlepper und Mähdreschern (Prevod).
27. Davis, P. R. 1970: Proceedings of the Symposium on Performance under Sub — Optimal Conditions, Taylor, & Francis, London.
28. Hashimoto, K. Kogi, K. — Grandjean, E. 1971: Methodology in Human Fatigue Assessment, Proceedings of the Symposium Held in Kyoto (Japan — 1969), Taylor & Francis, London.

## Podzemno radno mjesto, njegov uticaj na zdravstveno stanje rudara i produktivnost rada — dimenzije invalidnosti

Dipl. ing. Milenko Čuzović

*Eksplozija metana odnosi odjednom desetine života, ali uslovi i ambijent u kojem žive rudarski radnici dovodi do njihovog permanentnog biološkog uništavanja.*

*Izloženi prekomjernim koncentracijama prašine, štetnih gasova, vlage i buke, rudari rade i žive u uslovima u kojima je potencijalna opasnost znatno veća nego na standardnim mjestima u industriji.*

### Uvod

U članku „Neki faktori u radnoj sredini koji utiču na fiziologiju i produktivnost rada („Sigurnost u rudnicima” II 1967. 1) prof. ing. B. Jokanović i ing. Ivan Ahel su koncizno i stručno definisali radnu sredinu i predložili jezgrovitu metodologiju njene ocjene i praktične primjenljivosti.

Ovdje će, pak, biti izneseni neki podaci iz jamskih ugljenokopa koji potenciraju aktualnost ove tematike i stavljaju je u granice vremenske neodložnosti.

Radnom čovjeku se mora obezbijediti maksimalna sigurnost na radu, jer samo siguran rad može da bude istodobno produktivan i ekonomičan.

U rudnicima uglja skoro da nema rudara koji odlazi u starosnu penziju, podzemni rad je naporan — iscrpljujući — potrebni radni vijek (staž) je dugačak, starosnu penziju je teško dočekati. Radno mjesto je osnovna jedinica svakog proizvodnog procesa. Uslovi rada, na radnom mjestu, određuju sigurnost zaposlenih i njihovu produktivnost.

Podzemno radno mjesto sadrži: mrak, prašinu, buku, vlažnost, skučen prostor, kolebljive temperature, opasnosti od požara i eksplozija, gasove, trovanja, prorušavanja itd.

Rudnik je za sve zaposlene fizički svijet sa grubim i teškim radnim uslovima — čitav niz opasnih štetnosti dejstvuje istovremeno.

Podzemni radnici masovno oboljevaju; liječe se, boluju, prave izostanke sa posla — rade sa umanjenom produktivnošću, postaju invalidi, odlaze u prijevremenu penziju. Sve ovo je veoma skupo a ne predstavlja nikakvo rješenje.

Primjena bogatih iskustava medicine rada i njeni rezultati, kod podzemnog rada, za sada su neznatni.

Ljekar zdravstvene stanice pregleda i liječi rudare, pravi izvještaje (analize) o zdravstvenom stanju kolektiva. On nema vremena za direktnu prevenciju. On ne poznaje (nije rudar) sklop podzemnih radnih mesta i prateća štetna ugrožavanja.

I tako, ostaje se bez one najvažnije sponne: analiza zdravstvenog stanja — uticaj štetnosti — tehnološka prevencija zaposlenih.

Kroz višegodišnju rudarsku praksu (iskustvo) svjedok sam činjenice da se u rudnicima uglja vrlo malo pridaje značaja i brige uslovima i ambijentu u kojem žive i rade rudari i koji ih, istinski, biološki uništava.

Službe ventilacije i HTZ djeluju, najčešće, jednostrano — šablonski, sve se, obično, svodi na registrovanje količina vazduha, koncentracije gasova; udovoljava se dosta skučenim kriterijumima važećih propisa o provjetravanju i klimatskim prilikama jamskih prostorija.

Akcenat se daje kvalitetu izvođenja pojedinih faza i operacija te izgradnji tehničko-organizacionih uslova koji će dovesti do smanjenja i ograničenja prirodnog stanja ugroženosti. Stoga, intenzitet povređivanja W, (ukupno izrađene nadnice: ukupan broj povreda) uglavnom, bilježi tendenciju opadanja, a što je rezultat poboljšanja tehnologije poslovanja, bolje uhodanosti radnih operacija te ef-

kasnijih mjera kontrole pozitivnih propisa, odnosno opremljenosti radnog mjeseta i zaposlenih sa HTZ sredstvima i opremom. Ovako jednostran rad kontrole skoro u potpunosti zapostavlja analizu i poboljšanje štetnosti uslova i ambijenta života i rada podzemnih radnika.

Navedene činjenice se, u potpunosti, argumentuju analizama zdravstvenog stanja zaposlenih od strane medicinskog osoblja.

U jednoj od jama preduzeća registrirano je:

— Svega 8% zdravih od broja pregledanih.

— Svi ostali radnici su bili sa jednim ili više hroničnih oboljenja.

— Za grupu starosti do 20 godina, na svakog od pregledanih je (prosječno) bilo 1,6 hroničnih oboljenja.

— Za grupu od 21 do 30 godina starosti 1,7 hroničnih oboljenja po pregledanom.

— Svega 21% od pregledanih je imalo normalnu tjelesnu težinu.

— 79% pregledanih je sa deficitom tjelesne težine.

— 34%, od ovih, ima deficit težine preko 6,0 kg.

U drugoj jami (od broja pregledanih):

— 70,5% imalo je deficit tjelesne težine

— 63,8% imala oboljenje zuba

— 47,1% imala hronični gastritis

— 43,1% imala oboljenje sinusa i krajnika (povezano je)

— 35% imalo je hronični bronhitis

— 28,6% imalo je obolele udove

— 13,9% imalo je oboljenje krvnih sudova

— 13,1% imalo je hronična oboljenja kože

— 10,6% imala oštećen vid, dok oboljenje očnih kapaka ima skoro svaki drugi rudar

— 9,6% je bilo sa oštećenim sluhom (oboljenje srednjeg uha)

— 9,4% imalo je povišen krvni pritisak

— 8,5% bolesti srca

— 8,5% urogenitalna oboljenja

— 7,5% bolesti kičme

— 6,5% bolest jetre

— 3,6% pojava bruha

U trećoj jami (od broja pregledanih):

- 23% je zdravo
- grupa od 20 do 30 godina starosti ima 50% zdravih
- grupa od 30 do 40 godina starosti ima 31% zdravih
- grupa od 40 do 50 godina starosti ima svega 9% zdravih.

U četvrtoj jami (od broja zaposlenih):

- U toku 1968. godine u pogonu je bilo 10% invalida rada.
- Prosječni rashod raspoloživih nadnica 1969. godine je iznosio 26%, a 1970. godine 31%.

#### U petoj jami:

- Za prvo polugodište 1971. godine bilo je 5.120 dana bolovanja (40.960 radnih časova) te je izgubljeno cca 86.590 t uglja.
- Na ime bolovanja (do 30 dana) isplaćeno je 65 miliona dinara. Ovdje se isključuju bolovanja zbog ozleda na poslu.
- U odnosu na prethodne godine, broj bolovanja je porastao za 3%. Svakodnevno, na bolovanju je, prosječno, bilo 175 zaposlenih.

— S druge strane, 1970. godine, na svakih 2000 tona proizvodnje bila je po jedna ozleda na poslu. U 1971. godini, tek na svakih 3.200 tona imali su po jednu ozledu. Učinak se sa 2.857 kg/nad. povećao na 3.241 kg/nadnicu. Ovo su veliki uspjesi.

Skoro u svim jama rudari oboljevaju od nekoliko vodećih bolesti:

- Hronični bronhitis i nespecifična oboljenja pluća.
- Oboljenje organa za varenje (ulkusna i ostala stomačna oboljenja).
- Oboljenja organa za kretanje (koštano-zglobna oboljenja i mišićni reumatizam).
- Bolesti srca i krvnih sudova (proširenje vena-povećan krvni pritisak).
- Uvećani krajnici, oboljenje zuba.
- Nervna i duševna oboljenja.
- Kožna oboljenja.

**Analiza o stanju, problemima zapošljavanja i profesionalnoj rehabilitaciji u OOUR-u sa 1779 zaposlenih (31. 12. 1973. godine)**

Ovaj OOUR ima jamu, kop, separaciju i upravu sa radničkim domom u kojima je zaposleno 134 invalida II i III kategorije (7,5% od broja zaposlenih):

- |                  |                     |
|------------------|---------------------|
| — EJ jama:       | 74 invalida (12,4%) |
| — EJ kop:        | 31 invalid ( 4,5%)  |
| — EJ separacija: | 18 invalida ( 4,7%) |
| — EJ uprava-Dom: | 11 invalida ( 7,0%) |

Cinjenica je da EJ jama „fabrikuje“ invalide i da oni ostaju u njoj ili odlaze u druge EJ OOUR-a.

Od ukupno 134 invalida rada, 112 invalida (83,6%) je proglašeno takvim zbog oboljenja na poslu. U ovoj OOUR, u 1973. godini je, zbog običnog bolovanja, izgubljeno 38.202 radna dana, a na ime bolovanja nastalog kao posledica povreda na poslu izgubljeno je 2.897 radnih dana.

Invalidi (134) stanuju, uglavnom, na tri područja. Ovo je interesantno iz razloga što sa udaljenosću od mjesta rada raste broj invalida.

- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| — udaljenost 1-8 km:   | 6,4% invalida  |
| — udaljenost do 15 km: | 13,7% invalida |
| — udaljenost do 35 km: | 20,6% invalida |

#### GODINE STAROSTI INVALIDA

- |                      |             |
|----------------------|-------------|
| — od 20 do 25 godina | 6 invalida  |
| — od 25 do 30 godina | 24 invalida |
| — od 30 do 35 godina | 35 invalida |
| — od 35 do 40 godina | 31 invalida |
| — od 40 do 45 godina | 29 invalida |
| — od 45 do 50 godina | 6 invalida  |
| — preko 50 godina    | 3 invalida  |

#### RADNI STAŽ INVALIDA

- |                      |             |
|----------------------|-------------|
| — do 5 godina        | 13 invalida |
| — od 5 do 10 godina  | 33 invalida |
| — od 10 do 15 godina | 44 invalida |
| — od 15 do 20 godina | 30 invalida |
| — od 20 do 25 godina | 10 invalida |
| — od 25 do 30 godina | 3 invalida  |
| — preko 30 godina    | 1 invalid   |

#### ŠKOLSKA SPREMA INVALIDA

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| — nepismenih     | 11 invalida  |
| — sa 4 razreda   | 104 invalida |
| — sa 4-6 razreda | 1 invalid    |

— sa 8 razreda	4 invalida
— ŠUP	5 invalida
— STŠ	1 invalid
— nadzornička	1 invalid

#### KVALIFIKACIJA INVALIDA

— PK 70 invalida	(52,2%)
— KV 52 invalida	(38,8%)
— VK 11 invalida	( 8,2%)
— SS 1 invalid	

12,4% invalida rada II i III kategorije, u bilo kojoj ekonomskoj jedinici udruženog rada, je rđava i balasna realnost.

Sa godišnjim porastom broja invalida od 0,3% do 0,5%, a u situaciji totalne stagnacije njihovog odliva, rehabilitacije i osposobljenja za korisnu djelatnost — slika stanja zaštite i brige o ljudima dobija negativne dimenzije.

#### Analiza uzročnosti (uticaj štetnosti) oboljenja podzemnih radnika i osnovne preventivne mјere

Zaista, oboljenja podzemnih radnika postoje. Dakle, postoje i štetnosti — uzročnici oboljenja.

Postoji, znači, i neobaviještenost o štetnostima ili pomanjkanje njihove kontrole.

Podzemni rudarski rad traži potpunu zdravstvenu (fizičku) i umnu sposobnost zaposlenog s obzirom na visok stepen prirodnih i tehničkih ugrožavanja na radnom mjestu.

Rudarske radnike treba odabrati, pripremiti i usavršiti u poznavanju posla. Ovo se postiže detaljnim specijalističkim ljekarskim pregledima, psihološkim ispitivanjima te provjerom znanja i vještine, uz potrebnu nadopunu (škola — seminari).

Sa ovim i sa pravilno odabranim poslom (radno mjesto) imamo veoma važan faktor zaštite zaposlenog i garantovanu produktivnost.

Napredna tehnologija poslovanja (mehanizovanost procesa) poboljšava životne i radne uslove zaposlenih — vodi ka produženju njihovog radnog i životnog vijeka. Sa današnjim stanjem podzemnih ugljenokopa teško je biti zadovoljan — prijeti im nestaćica radne snage. Poboljšanje životnih uslova (veća zarada) podzemnih radnika vodi ka većem stepenu zdravstvene i kulturne opšte prosvjećenosti. Anahroničan je i apsurdan, u

današnje vrijeme, nizak nivo tehnološkog procesa sa prenaglašenom manuelnošću.

Mladi i pismeni ljudi, uz loše zarade, neće raditi u ambijentu koji ih biološki uništava i iscrpljuje.

Fizički napor iscrpljuje, ali se to nadoknade dobrom ishranom i pravilnim odmorom. Radnici koji žive u rudnčkim naseljima, a ne bave se drugim djelatnostima sem rудarstva, su daleko izdržljiviji i zdraviji. No, većna njih su poluseljaci — sa mnogo djece, putuju daleko, slabo se hrane, neuredno se odmaraju, piju alkohol, bave se poljoprivredom — iscrpljenost se ne sanira, bolest u jamskim ušlovima brzo dolazi.

— Najpovoljniji klimatski uslovi podzemnog radnog mjesta su od 12-14 katastepeni, što prostranije, svjetlijie i sa  $t = 17-21^{\circ}\text{C}$ .

— Jamski vazduh treba da bude ni hladan ni suv — umjerene vlažnosti, bez pare i prašine. Suv i topao vazduh umanjuje učinak, a topao i sa cca 80% vodene pare daje minimalan učinak.

Najbolji je umjereno zagrijan vazduh, sa relativnom vlagom oko 20%.

— Skučenost dimenzija radnog mjesta traži neprirodan (prinudan) položaj tijela zaposlenog. Ovim se, osjetno, zamaraju mišići zglobo-koštanog sistema.

— Stojeci položaj (duži) pod povremenim i težim teretom izaziva deformacije tvrdih i mekih tkiva organizma (bolovi, otok, premorenost). Veća i duža opterećenja deformišu kičmu.

— Stojeci i sagnuti položaj tijela dovodi do poremećaja cirkulacije krvi, otoka, grčeva u udovima.

— Rad u vlažnom i hladnom izaziva bolove u krsno-bedrenim mišićima, nazeb, kijavici, bronhitis, šteti nervnom sistemu.

— Konstantno zamaranje nekog organa dovodi do njegove deformacije i oštećenja.

— Slabo i monotono osvjetljenje radnog mjesta dovodi do naprezanja čula vida (glavobolja, otok, zapaljenje očnih kapaka, kratkovidost).

— Buka (80-100 decibala) oštećuje sluh za kratko, a kod one preko 120 decibala za najkraće vrijeme javlja se nagluvost, neuroza.

— Ako je toplo, a radi se težak posao, čovjek se znoji. Sa znojenjem organizam gubi soli, ovo traži veće uzimanje vode pa se odnos soli — voda mijenja što uzrokuje zgrušavanje krvi — ubrzava rad srca, smanjuje

broj krvnih zrnaca, smanjuje želudarčnu kiselinu, dovodi do gubitka apetita, poremećaja u varenju; tromosti, zamora, smanjenja koncentracije, slabljenja refleksa i čula. Pojačano znojenje ometa rad bubrega, dolazi do izbacivanja malih količina krvi i bjelančevina.

— Jamska prašina napada organe za disanje (nos, ždrijelo, pluća). Ako čovjek i puši, hronični bronhitis (katari disajnih puteva) nije daleko.

— Rudari se hrane neredovno, suva i jednolična hrana ugljenohidratnog porijekla — oskudna i nedovoljna. Malo je bjelančevina, životinjske masti — puno je skroba. Voda i hrana se uzimaju nehigijenski; uz slabo stanje zuba, oboljenja probavnog sistema su česta.

— Tokom rada u III smjeni rudar izgubi 1,5 do 2,0 kg pa to nadoknađuje tokom I i II smjene.

— Spavanje (i najkraće) i duže sjedenje u jami je najbrži i siguran put do oboljenja. Budan (i u pokretu) čovjek lakše uočava štetnosti i opire im se.

— Azotni gasovi pri sagorijevanju eksploziva (otpucavanje mina) izazivaju povraćanje, grčeve u stomaku, oštećenje bubrega i disajnih organa.

#### Zaključak

— Profesionalna oboljenja rudara čine neriješen problem, malo praćen i kontrolisan od strane rudarskih organizacija, zavoda za socijalno osiguranje i drugih ustanova.

Ne treba dozvoliti stvaranje invalida. Profesionalna rehabilitacija i ponovno zapošljavanje invalida su naporne, skupe i neekonomične stvari.

— Statistički podaci registruju ovakav redoslijed broja povreda na radu i broja profesionalnih oboljenja na 10.000 radnika po

granama industrije i djelatnostima (1966. godine):

#### Obojenja:

1. Obojena metalurgija,
2. Metalna industrija,
3. Hemiska industrija,
4. Proizvodnja i prerada uglja,
5. Elektroindustrija,
6. Drvna industrija,
7. Crna metalurgija,
8. Tekstilna industrija,
9. Industrija građevinskog materijala.

#### Povreda na radu:

1. Proizvodnja i prerada uglja,
2. Metalna industrija,
3. Obojena metalurgija,
4. Industrija građevinskog materijala,
5. Crna metalurgija,
6. Drvna industrija,
7. Hemiska industrija,
8. Elektroindustrija,
9. Tekstilna industrija.

Prvo i četvrto mjesto ugljarstva je loš bilans ove industrijske grane. Do danas, odnosi su se izmjenili — ugljenokopi se i po broju oboljenja bliže prvom mjestu.

— Zdravstveno stanje kolektiva treba konstantno pratiti i analizirati da bi se uticalo na njegovo poboljšanje.

— Pogonski ljekar treba da posjećuje jamska radna mjesta kao stalni član službe zaštite na radu (utvrđuju zajedničku djelatnost, predlažu mјere za poboljšanje uslova rada).

— Neko bi morao da aktivira praćenje, poboljšanje i inspekcijsko ocjenjivanje faktora koji uzrokuju profesionalna oboljenja rudara.

#### Literatura

1. Članci prof. B. Jokanovića, Beograd
2. Pogonska dokumentacija

#### SUMMARY

#### Underground Job, Its Influence on Miners' Health and Work Productivity — Dimensions of Invalidity

M. Ćuzović, min. eng.\*)

The paper gives a precise outline of the reasons of injuring, and in more detail presents the improvements and professional diseases regarding five different coal mine pits. An analysis is made regarding the causes (harmful effect) of underground miners illnesses and basic preventive measures, including the comparison of statistical data on the number of work injuries and number of professional deseases.

\* ) Dipl. ing. Milenko Ćuzović, jama »Omazići« — Banovići

# Kočenje transportnih i izvoznih postrojenja u rudnicima

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Mihajlo Jović

*Bezbednost u rudnicima u velikoj meri zavisi od efikasnog, sigurnog i preciznog kočenja transportnih i izvoznih postrojenja, bilo pri prevozu rude i drugog materijala ili ljudi. Otkazivanje kočnica pri ma kakvom prevozu predstavlja veliku opasnost za ljudstvo i može da izazove znatne materijalne gubitke*

U rudnicima se već odavno primenjuju mehaničke kočnice čije se dejstvo sastoji u pritiskivanju kočionih obloga (papuča) na rotirajući deo, kao što su, na primer, manevarske i sigurnosne kočnice izvoznih mašina. Razlika između ovih dve vrste kočnica je u tome, što se u sigurnosnim kočnicama pritisak papuča na rotirajući deo izaziva utegom preko jednog mehanizma, dok se to u manevarskim kočnicama postiže pomoću vazdušne ili hidraulične kočnice. Pritisak vazduha ili ulja prenosi se na klip kočionog cilindra i, dalje, preko jednog mehanizma i kočionih papuča na rotirajući deo. Međutim, poslednjih decenija sve se više primenjuju razne vrste električnih kočenja za transportna i izvozna postrojenja u rudnicima. Sve te vrste električnih kočenja dele se u dve grupe:

Korisno električno kočenje pri kojem pogonski elektromotor prelazi iz motorskog u generatorsko radno stanje, usled čega se kinetička energija zaletelog motora, koji pri kočenju radi kao generator, pretvara

ra u električnu energiju, te nastaje kočenje, a električna energija se korisno vraća natrag u mrežu;

Nekorisno električno kočenje pri kojem pogonski elektromotor takođe prelazi u generatorsko radno stanje, usled čega se kinetička energija motora, koji pri kočenju radi kao generator, pretvara u električnu energiju, te nastaje kočenje, ali se električna energija u dodatim otporima nekorisno pretvara u toplotu. U nekorisno kočenje može se svrstati i takozvano kočenje sa „kontra strujom”, sa kojim se pri kočenju nagni promeni smer struje u pogonskom elektromotoru, koji usled toga dobije suprotan smer obrtanja i nastaje kočenje. Ovaj način kočenja, pored neekonomičnosti, nepogodan je i zbog znatnih „udara struje”, usled čega nastupa jače naprezanje i habanje kako elektromotora, tako i kočionih delova postrojenja.

Električni pogon izvoznih mašina većih snaga u rudnicima najčešće se vrši po sistemu

mu Leonarda, kojim se postiže kontinuelna promena broja obrta u širokim granicama, sa malim gubicima električne energije. Sem toga, električno kočenje u Leonardovom sistemu može se sprovesti, pri raznim brzinama, uz vraćanje električne energije natrag u mrežu, štedeći pri tome mehaničke kočnice. Isto tako, svakom položaju ručice za upravljanje odgovara jedna sasvim određena brzina, koja skoro ne zavisi od opterećenja. Međutim, nedostatak Leonardovog sistema je u tome, što su potrebne znatne investicije za nabavku četiri električne mašine koje sačinjavaju Leonardov sistem. Stoga se za postrojenja manje snage u rudnicima upotrebljava pogon samo sa jednim trofaznim motorom, kao što su, na primer, postrojenja vitlova za slepa okna i druga transportna postrojenja. Prednost ovog pogona je u malim investicijama, jer treba nabaviti samo jednu električnu mašinu-trofazni motor. Zbog toga se poslednjih godina teži, da se vrši pogon i izvoznih mašina većih snaga neposredno samo trofaznim motorom, ne samo zbog manjih investicija nego i zbog toga što u izvesnim slučajevima Leonardov sistem ne troši bezuslovno manje električne energije od neposrednog pogona trofaznim motorom. Na primer, izvozne mašine koje ne rade sa velikim brojem vožnji, ali moraju uvek, pa i za noćnu smenu, biti spremne za pogon, bilo radi pregleda užeta, bilo za pojedine vožnje ljudi ili opravke u oknu. U tom slučaju mora usmaračka grupa-motor-generator-Leonardovog sistema trajno da radi. Usled čega se povećava potrošnja električne energije. Međutim, primena pogona sa neposrednim trofaznim motorom, naročito za veće snage izvoznih mašina, nepovoljna je zbog velikog naprezanja i habanja kočionih postrojenja. Najveće naprezanje kočnica nastupa pri spuštanju sa neopterećenim košem na suprotnoj strani ako se vožnja mora usporiti od maksimalne brzine do zaustavljanja. U takvim slučajevima ranije se kočilo samo mehaničkom kočnicom, pomoću kočionih papuča na bubenju, ili sa „kontra strujom” u trofaznom motoru izvozne mašine, ili kombinacijom obe vrste kočenja.

Ako izvozna mašina mora da vrši vožnju kroz celu smenu sa praznim košem, što se često dešava kod sporednih okana, tada nastupaju teška opterećenja delova za kočenje. Slične su teškoće pri kočenju kad se mora sprovoditi vožnja ljudi sa neizjednačenim te-

retom i smanjenom brzinom. Sem toga, za pogon izvoznih mašina većih snaga direktno sa trofaznim motorom obično se primenjuje visoki napon od 3000 V ili 6000 V. Ali to ne predstavlja naročiti problem, jer se već duže vremena u rudnicima uspešno primenjuju motori i razvodna postrojenja visokog napona za pogon mašina radilica, kao što su na primer kompresori i veliki ventilatori.

Raci što uspešnijeg i ekonomičnijeg sprovođenja kočenja velikih trofaznih motora, kojima se vrši direktni pogon izvoznih mašina većih snaga, primenjuju se poslednjih decenija neki novi načini električnih kočenja. Jedan od tih načina je kočenje pogonskog trofaznog motora pomoću jednosmerne struje. Princip ovog kočenja sastoji se u tome što se stator trofaznog motora na početku kočenja odvoji od trofazne mreže jednim rastavljačem, dok su prethodno uključeni otpori u kolu rotora trofaznog motora. Zatim se namotaj statora dvofazno priključi na neki izvor jednosmerne struje niskog napona. Pri spuštanju izvozne mašine pod dejstvom tereta rotor motora se sad obrće u jednom stalnom magnetnom polju, koje potiče od jednosmerne struje, na koju smo priključili namotaj statora. Usled toga se sad rotor trofaznog motora ponaša kao rotor generatora jednosmerne struje sa uključenim otporima u kolu rotora, pri čemu se kinetička energija zaletelog rotora pretvara u električnu energiju, koja se u otporima u kolu rotora pretvara u toplost i nastaje kočenje.

Ovaj sistem kočenja u praksi se pokazao kao dobar, jer je energetski ekonomičniji i znatno nadmoćniji od kočenja „kontra strujom”. Zbog toga je ovaj način kočenja za izvozne mašine većih snaga, čiji se pogon vrši direktno trofaznim motorom, primjenjen u nekim engleskim i nemačkim rudnicima.

Razume se, da se pri vožnji, na primer, za pregled užeta ili pri manevru koša na navozištu vožnja može obaviti na raniji poznat način, samo sa promenom otpora (promenom klizanja) u kolu rotora trofaznog motora.

Iz tablice firme AEG navodimo sledeće podatke dobivene merenjem potrošnje energije i gubitaka u otporima u kolu rotora pri kočenju „kontra strujom” i jednosmernom strujom, pogonskog trofaznog motora izvozne mašine snage 800 kW, korisnog tereta 8000 kp, nominalne brzine 10 m/sek i ubrzanja, odnosno usporenja 1 m/sek<sup>2</sup>.

Tablica 1

	Spuštanje tereta	Normalan izvoz	Statički izjednačen izvoz			
Po-tro-šnja ener-gije	Gubi-ci u otpo-rima ro-to-ra	Po-tro-šnja ener-gije ro-to-ra	Gubi-ci u otpo-rima ro-to-ra	Po-tro-šnja ener-gije ro-to-ra	Gubi-ci u otpo-rima ro-to-ra	
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
Polazak	0,74	0,37	4,0	2,0	2,4	1,2
Kočenje kontra strujom	2,86	4,17	0,75	1,1	1,0	1,48
Kočenje jedno-smernom strujom	0,11	1,31	0,7	0,35	0,08	0,48

Kad se analizira tablica, očigledno se vidi da postoje najveći gubici energije za vreme jedne vožnje, pri kočenju „kontra strujom” za vreme spuštanja tereta. Oni iznose 4,17 kWh, to jest više nego dvostruki gubici na polasku pri dizanju (izvoz) istog tereta koji iznose 2,0 kWh. Dalje se iz tablice vidi, da pri kočenju jednosmernom strujom opadaju gubici kočenja na približno trećinu gubitaka pri kočenju „kontra strujom”.

Međutim, za sistem kočenja trofaznog motora jednosmernom strujom potrebne su povećane investicije za nabavku još jednog manjeg trofaznog motora i glavnog pobudnog generatora jednosmerne struje koga pokreće taj motor, kao i još jedne manje pobudne mašine za stvaranje promenljivog pobudnog polja.

Ako se od pogonskog trofaznog asinhronog motora zahteva da privremeno smanji broj obrta na 1/10 od nominalnog broja obrta, kao što je na primer slučaj pri umirivanju vožnje na mestu zaustavljanja dizalice, to se može postići sa uključivanjem otpora u kolo rotora, ali sa vrlo velikim gubicima električne energije. U takvom slučaju oko 9/10 su gubici, a svega 1/10 korisna snaga. Osim toga, pri uključenju jedne određene vrednosti otpora u kolo rotora, postignuti broj obrta nije stabilan, nego se menja sa promenom opterećenja motora. Da bi se navedeni nedostaci otklonili, primenjena je još jedna vrsta električnog kočenja trofaznog asinhronog motora, sa napajanjem strujom niske frekvencije pri kočenju motora, na osnovu poznate zavisnosti broja obrta u motora od frekvencije f i broja pari p magnetnih polova:

$$n = \frac{60 f}{p}$$

Trofazni asinhroni motor pri normalnom pogonu radi sa normalnom frekvencijom od 50 per/sek, a pri potrebnom smanjenju broja obrta isključuje se iz mreže od 50 per/sek i uključuje na izvor niske frekvencije.

Međutim, i ovaj način kočenja, pored svojih dobrih strana, zahteva povećanje investicija za nabavku i generatora niske frekvencije, kao i njegov pogonski motor i asinhronu komutatorku. Drugim rečima, i ovaj sistem upravljanja trofaznim asinhronim motorom, kao i sistem kočenja jednosmernom strujom i Leonardov sistem, pored svojih vrlo dobrih strana, zahtevaju povećane investicije. Zbog toga su se poslednjih decenija tražila i našla još savršenija i ekonomičnija rešenja za upravljanje trofaznim asinhronim motorom pomoću jonsko-elektronskih aparata.

Radi utvrđivanja veličine energije potrebne za kočenje izvesne izvozne mašine, navodimo jedan primer iz prakse, za koji je firma Simens izvršila odgovarajuća merenja i analize:

Glavni podaci za izvoznu mašinu su sledeći:

Vožnja pri izvozu produkata	
9. horizont	1045 m
Vožnja pri spuštanju tereta	
8. horizont	965 m
Koristan teret N	7000 kp
Izvozna brzina v	16,5 m/sek
Izvozna brzina pri vožnji ljudi	10 m/sek
Ubrzanje i usporenje $\text{P}_a$ , $\text{P}_v$	1 m/sek <sup>2</sup>
Prečnik pogonskog Kepe kotura d	6,5 m
Prenos pogona ü	11,9
Ukupna masa m reducirana na uže	7100 kg sek <sup>2</sup> m <sup>-1</sup>
Nominalna snaga trofaznog motora $L_n$	1500 kW
Nominalan broj obrta trofaznog motora $n_n$	590/obr/min
Nominalan napon i frekvencija	5000 V, 50Hz
Stepen korisnog dejstva okna i prenosa $V_n$	0.9
Stepen korisnog dejstva motora pri punom opterećenju $\eta_m$	0.95

Iz toga se mogu izračunat važni momenti u slučaju kočenja pri pogonskom spuštanju:

$$\text{Momenat usporenenja (dinamički)} \quad M_v = \hat{m} \cdot p_v \cdot \frac{d}{2} = 7100 \cdot 1 \cdot \frac{6,5}{2} = 23000 \text{ mkp}$$

$$\text{Momenat statički} \quad M_s = -N \cdot \frac{d}{2} = -7000 \cdot \frac{11,9}{1} = -3650 \text{ mkp}$$

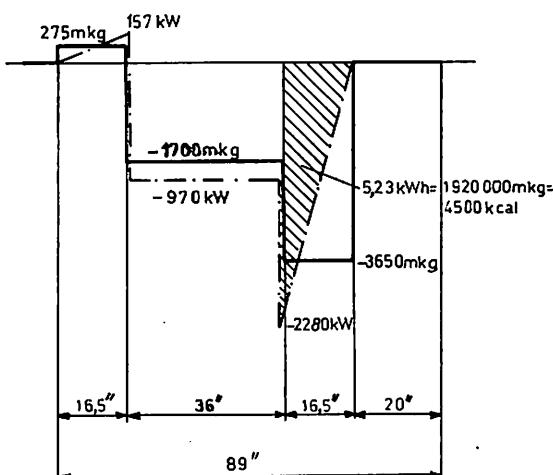
$$\text{Momenat trenja } M_r = \left( \frac{N}{\eta} - N \right) \frac{d}{2} = \left( \frac{7000}{0,9} - 7000 \right) \frac{6,5}{2} = 2600 \text{ mkp}$$

Ukupni momenat za vreme kočenja na vratilu motora iznosi:

$$M_3 = (M_s - M_v + M_r) \cdot \frac{1}{\dot{\nu}} = -43400 \cdot \frac{1}{11,9} = 3650 \text{ mkp}$$

Vrhunska snaga motora u početku kočenja je:

$$L_3 = M_3 \cdot n_n \cdot 0,00103 = -3650 \cdot 605 \cdot 0,00103 = -2280 \text{ kW.}$$



Sl. 1 — Dijagram vožnje pri spuštanju (put vožnje 865 m; koristan teret  $N = 7000$  kp; brzina  $V = 16,5$  m/sec).  
Fig. 1 — Descending travel diagram (travel depth 865 m; useful load  $N = 7000$  kp; speed  $V = 16,5$  m/sec).

Ova vrednost se može očigledno takođe izračunati iz dijagraama vožnje pri spuštanju (slika 1).

Pošto momenat za vreme celog trajanja kočenja ostaje konstantan, a broj obrta se postepeno smanjuje do nule, to će biti od tereta koji ide na niže odata sledeća energija kočenja, koja se pretvara u toplotu na kočionim papučama pri mehaničkom kočenju:

$$E_B = \frac{2280 \cdot 16,5}{2 \cdot 3600} = 5,23 \text{ kWh} \approx 4500 \text{ kcal}$$

Ako se bude sprovedeo kočenje izvozne mašine sa „kontra strujom”, bez pomoći mehaničkog kočenja, tada moraju otpori u kolu rotora biti tako odmereni da mogu, pored postojećeg

iznosa energije oduzetog od tereta koji se koči, još i oduzeti energiju „kontra strujom” iz mreže odvoditi kao toplotne gubitke.

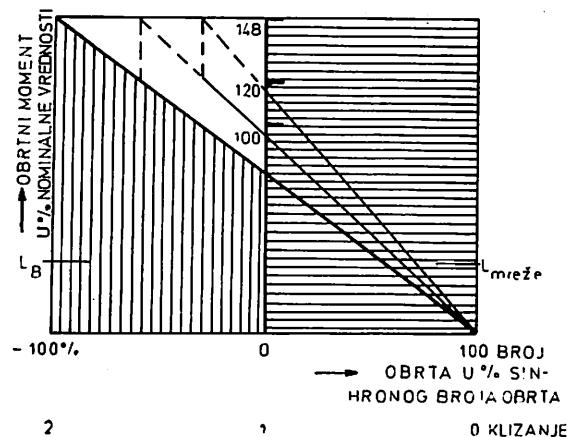
Budući da motor sve do usporenenja, pri kočenju kao generator ide nešto nad sinhrono, to rotor ima u početku kočenja „kontra strujom” klizanje prema obrtnom polju statora koje iznosi 2.

Sa vremenom usporavanja  $t_v = 16,5$  sek energija uzeta iz mreže dostići će vrednost:

$$E_{\text{mreža}} = \frac{M_3 \cdot n_s \cdot 0,00103 \cdot t_v}{\eta_m \cdot 3600} = \\ = \frac{3650 \cdot 600 \cdot 0,00103 \cdot 16,5}{0,95 \cdot 3600} = 10,9 \text{ kWh}$$

gde  $n_s$  predstavlja sinhroni broj obrta.

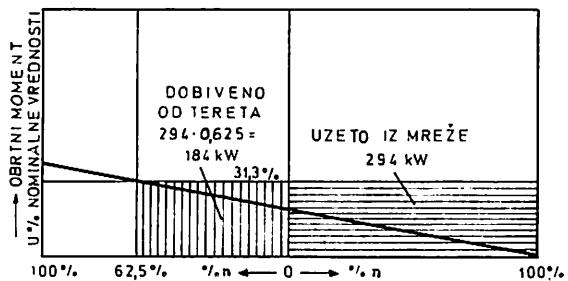
Pošto je od tereta odata energija kočenja  $E_B = 5,23 \text{ kWh}$ , to će biti ukupna energija koja se odvodi kao toplota na otporima rotora:  $E_{\text{mreža}} + E_B = 10,9 + 5,23 = 16,13 \text{ kWh}$ . Na karakterističnoj liniji slike 2 je predstavljeno ovo pogonsko stanje, pri čemu ukupni momenat  $M_3$  u početku kočenja odgovara 148% momenta motora. Šrafiranim površinama snage označen odnos važi za trenutak



Sli. 2 — Snaga u otporima rotora pretvorena u jedinicu vremena u toplotu.  
Fig. 2 — Rotor resistance power converted to heat for time units.

kada počinje kočenje „kontra strujom”. Da bi se dejstvo električnog kočenja pri smanjivanju broja obrta motora održalo, potrebna su oko dva do tri stepena otpora, što daje crtasto označen tok kočenja. Vidi se da uzimanje snage iz mreže, bez obzira na skok momenata pri stepenima otpora, ostaje isto za celo vreme kočenja, dok se energija kočenja tereta sa brojem obrta smanjuje.

Slično će biti nepovoljni uslovi ako se spuštanje ljudi bude moralo vršiti sa kočenjem „kontra strujom”, kao što se to dešava kod jutarnje smene (prve smene). Snage koje se u otporima u kolu rotora budu morale odvoditi prikazane su šrafiranim površinama na slici 3.



Sli. 3 — Podela snage pri spuštanju ljudi sa kočenjem „kontra strujom“. N = 3750 kp; V = 10 m/sec;  $\mu = 0,8$ ; mehanička snaga = 294 kW; nominalna snaga motora = 1500 kW; obrtni momenat motora = 31,3%  $M_n$ ; brzina užeta = 62,5%  $n_n$ :  
Fig. 3 — Power distribution during descending men with „counter current“ braking. N = 3750 kp; V = 10 m/sec;  $\mu = 0,8$ ; mechanical power = 294 kW; nominal motor power = 1500 kW; motor torque = 31,3%  $M_n$ ; rope speed = 62,5%  $n_n$ .

#### Literatura

1. Rodevald, E: Der Asynchronmotor bei Betrieb mit kleiner Frequenz. ETZ H. 63.
2. Feith, E., und Skiba, H. 1954: Neuzeit-
- liche Drehstrom-Fördermaschinen Siemens-Zeitschrift.
3. Technische Mitteilungen AEG—Telefunken 1971 i 1972.

#### SUMMARY

#### Braking of Haulage and Hoisting Units in Mines

M. Jović, min. eng.\*)

The paper gives a brief outline of the types of braking of haulage and hoisting heavy-duty machines in mines, directly driven by three-phase motors. In regard with safety, economy and efficiency, three types of three-phase motors braking systems are compared: by DC; by counter current and by low frequency current. Due consideration is paid to Leonard's system, as well as to mechanical braking. Finally, a practical example is given for a hoisting machine with power consumption calculations during braking and an analysis of losses.

\*.) Dipl. ing. Mihajlo Jović, asistent Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

# Kvantitativna analiza jamskog vazduha pomoću analitičke interferometrije

(sa 2 slike)

Dipl. ing. Vido Martinović

*Metoda analitičke interferometrije je veoma malo primenjivana kod nas, kao metoda određivanja sastava jamskog vazduha. Želja nam je da se za potrebe kvantitativnog određivanja jamskog vazduha što bolje prilagodi u rudarskim laboratorijama.*

## Uvod

Za analizu jamskog vazduha koriste se različite metode, a njihova primena zavisi uglavnom od toga koji nas gasovi interesuju i sa kojom tačnošću želimo da ih odredimo. Kada se radi o rudničkim gasovima, onda moramo da pravimo razliku između neposrednog određivanja pojedinih gasova na licu mesta tj. u jami i laboratorijskih analiza.

Kod nas prihvaćene metode određivanja sastava jamskog vazduha su:

- a) metoda hemijske analize
- b) metoda gasnih indikatora
- c) metoda gasne hromatografije i
- d) metoda analitičke interferometrije.

Metoda hemijske analize uglavnom se koristi za utvrđivanje kvalitativnog sastava gasova u jamskom vazduhu. Ona ne daje zadovoljavajuće rezultate za ocene stvarne ugroženosti radne okoline od otrovnih, zagušljivih i eksplozivnih gasova (npr. koncentracije manje od 0,01%).

Indikatorska metoda je danas znatno usavršena u pogledu tačnosti registrovanja učešća pojedinih gasova u jamskom vazduhu. Problem indikacije metana, ugljen-monoksida i drugih je rešen tako da se sa sigurnošću

može konstatovati njihovo prisustvo u koncentracijama manjim od 0,01%. Osim toga ova metoda ima i tu prednost što se pomoću nje sadržina otrovnih, zagušljivih i eksplozivnih gasova ustanavljava na licu mesta.

Metoda gasne hromatografije, razvijena je u novije vreme i spada u grupu laboratorijskih metoda. Dosta je pouzdana za određivanje učešća pojedinih gasova u jamskom vazduhu. Ona, međutim, iziskuje visoke materijalne troškove, a i dobro osposobljene stručne kadrove za analize. Poteškoće pričinjava gas, nosilac probe po određenim kolonama. Taj gas je najčešće vodonik koji u gasnoj probi ne otkriva prisustvo vodonika, već ga pripisuje ugljovodoniku C<sub>1</sub>.

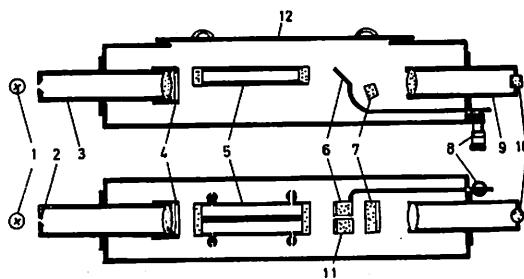
Jedna od laboratorijskih metoda koja se ne koristi dovoljno u rudarstvu jeste metoda gasne interferometrije. Glavna prednost ove metode, uprkos njenoj velikoj osetljivosti, jeste njena velika tačnost, a zatim mogućnost uspešne diferencijacije pojedinih gasova kako u vazduhu, tako i u vodi.

Teoretske osnove gasne interferometrije dovoljno su poznate, pa se ovde na njih nećemo osvrtati. Ono što želimo da istaknemo jesu praktični problemi sa kojima se susrećemo prilikom rada sa laboratorijskim interferometrom.

## Opis laboratorijskog interferometra

Poznati su mnogi tipovi interferometra, koji se primenjuju za analizu materijala, a posebno za analizu gasova i gasnih smeša. U okviru ovog članka biće opisan samo laboratorijski interferometar konstruisan po načelima lorda Rayleigha LI 3 (slika 1).

Pojava interferencije svetla, koja se uzima za merenja razlike prelamanja u gasovima, nastaje usled sledeće konstrukcije aparata.



Sl. 1 — Šematski prikaz laboratorijskog interferometra.  
1-izvor svetla; 2-slit; 3. kolimator; 4-dvostruka blend; 5-gasna komora; 6.pokretna kompenzatorska ploča; 7-pomoćna ploča; 8-merni bubanj; 9-dubina; 10-okular; 11-fiksna kompenzatorska ploča; 12- poklopac.

Abb. 1 Schematische Darstellung des Laborinterferometers  
1. Lichtquelle; 2. Schlitze; 3. Kollimator; 4. Doppelblende;  
5. Gaskammer; 6. bewegliche Kompressionsplatte; 7. Hilfplatte;  
8. Messstromel; 9. Tiefe; 10. Okular; 11. Fixierte  
Kompressionsplatte; 12. Deckel.

Svetlosni izvor prenosi se putem jednog kondenzator sočiva na uzani pojas, koji se nalazi u ravni žiže kolimatorskog objektiva. Iz kolimatore izlazi paralelan snop svetlosti. Od ovog dvostruka blenda propušta samo dva snopa svetlosti koja su međusobno koherentna. Ova dva paralelna snopa svetlosti prolaze kroz kompenzatorski sistem dokle god se putem objektiva durbina ne sjedine u ravni žiže. Ova interferencijska slika, pokazuje ravne pruge koje su vertikalne, dakle, vertikalno se prostiru u odnosu prema ulaznom razdvajajuću. Interferencijske pruge leže toliko blizu međusobno da se golinjokom ne mogu prepoznati.

Optičkim sistemom interferometra postiže se veoma velika tačnost. O tome ćemo se najbolje osvedočiti ako uzmemo primer rada sa komorom dužine 1 m. U tom slučaju postiže

se diferencija indeksa prelamanja od  $1,8 \cdot 10^{-8}$ , a tačnost merenja ide do 0,00006.

## Jačina prelamanja i faktor korekcije

Indeksi prelamanja gasova koje analiziramo interferometrom kreću se u intervalu od 1,00003 do 1,003. Pošto se ovde radi o velikom broju decimala, što postaje nezgodno kod praktičnog rada, da bi se olakšalo razlikovanje gasova prema indeksima prelamanja, uveden je pojma „jačine prelamanja”.

Jačina prelamanja za određeni gas izražena je obrascem:

$$m = (n - 1) \cdot 10^6 \quad (1)$$

gde je:

$m$  — jačina prelamanja

$n$  — indeks prelamanja

Koliko to olakšava raspoznavanje gasova, vidi se iz sledećeg primera:

Uместо da kažemo da metan ima indeks prelamanja  $n = 1,0004433$ , dovoljno je reći da je jačina prelamanja metana  $m = 443,3$ .

U tablici 1 date su jačine prelamanja za najvažnije rudarske gasove i sastojke vazduha.

Tablica 1

Gas	Jačina prelamanja (m)
Suv atmosferski vazduh	293,246
Argon	283,140
Neon	67,200
Helijum	34,950
Kripton	428,700
Ugljen dioksid	450,600
Ugljen monoksid	336,000
Azot	299,140
Azot suboksid $\text{N}_2\text{O}$	510,000
Azot monoksid NO	295,500
Azot dioksid $\text{NO}_2$	508,700
Vodonik	139,370
Metan	443,300
Etan	764,800

Jačina prelamanja nekog gasa direktno je proporcionalna pritisku kojem je taj gas izložen, a obrnuto proporcionalna apsolutnoj temperaturi. To znači da postoji sledeća zavisnost:

$$m(t;B) = \frac{B}{760} \cdot \frac{273,15}{T} \cdot m(0;760) \quad (2)$$

Ovde znači:

$m(t;B)$  — jačina prelamanja kod proizvoljne temperature i pritiska

$m(0;760)$  — jačina prelamanja kod temperature  $t = 0^\circ\text{C}$  i pritiska  $B = 760 \text{ Tr}$

$B$  — barometarski pritisak za vreme merenja  
 $T$  — apsolutna temperatura za vreme merenja

Ako stavimo da je  $T = 273,15 + t$ , jednačine (2) i izrazimo je po  $m(0;760)$  dobijemo:

$$m(0;760) = \frac{760}{B} \cdot \left(1 + \frac{t}{273,15}\right) \cdot m(t;B) \quad (3)$$

Dalje, ovu jednačinu možemo da napišemo u obliku:

$$m(0;760) = F \cdot m(t;B) \quad (4)$$

gde je:

$$F = \frac{760}{B} \cdot \left(1 + \frac{t}{273,15}\right) \quad (5)$$

Faktor  $F$  poznat je pod nazivom faktor korekcije i mora se odrediti kod svake analize na osnovu konkretnih laboratorijskih uslova.

Da bismo olakšali posao oko izračunavanja faktora  $F$ , u laboratoriji za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu, izradili smo program za računar IBM — „Lugabax” — 3200.

Na osnovu ovog programa dobijamo vrednosti faktora  $F$  za bilo koju temperaturu u laboratoriji, ako se ona kreće u dijapazonu  $18\text{--}25^\circ\text{C}$ , ubacujući samo vrednosti pritiska koji vlada u momentu izrade analize.

Za slučaj da ne raspoložemo računaram, možemo koristiti i gotove nomograme. Logično je da se korišćenjem računara postiže veća tačnost.

### Baždarenje instrumenta

Kod upotrebe laboratorijskog interferometra naročito važnu ulogu ima baždarenje. Svakog korišćenje instrumenta, ako ne postoji kriva baždarenja, neće dati zadovoljavajuće rezultate.

Postoje dve tehnike baždarenja: empirijska i računska.

Ovde se nećemo upuštati u empirijsko baždarenje pošto je ono znatno nepogodnije, zahteva dodatnu aparaturu i tačno definisan sastav komparacionog gasa. Poteškoće se dalje sastoje i u tome što se za svaki gas mora izraditi odgovarajuća kriva baždarenja i to za onaj pritisak i temperaturu koji vladaju za vreme izrade analize.

Kod računskog baždarenja interferometra radi se u suštini o tome da se pročitane vrednosti, koje zavise od dužine komore sa kojom se radi pri analizi, pretvore u vrednosti koje su nezavisne od dimenzije te posude.

Ovo baždarenje vazi se na bazi osnovne interferometrijske formule:

$$1 (n_p - n_v) = \lambda \cdot h \quad (6)$$

gde je:

$1$  — dužina komore (mm)

$n_p$  — indeks prelamanja probe

$n_v$  — indeks prelamanja komparativnog gasa

$\lambda$  — talasna dužina ( $546,1 \text{ nm}$ ,  $1 \text{ nm} = 10^{-6} \text{ mm}$ )

$h$  — broj interferentnih pruga.

U radu polazimo od poznatih vrednosti: dužine komore ( $1$ ), diferencije indeksa prelamanja ( $n_p - n_v$ ), talasne dužine gasa koji analiziramo ( $\lambda$ ) pa nam se kao jedina nepoznata pojavljuje  $h$ . To je ujedno i jedina bitna veličina kod određivanja procentualnog učešća neke komponente u gasnoj smeši.

Postupak za dobijanje tablice baždarenja u kojoj figuriše ova vrednost  $h$ , u laboratoriji je sledeći:

— Iz interferometra se izvade komore tako da na putu svetlosnog zraka ne postoje nikakve prepreke.

— Iz kolimatora se izvadi svetlosni izvor.

— Na udaljenosti  $30\text{--}40 \text{ cm}$  od kolimatora, postavlja se monohromatski filter čija je talasna dužina  $\lambda = 546,1 \text{ nm}$ .

— Monohromatski filter se osvetli pomoću živine lampe.

Posle ove pripreme, u okularu se posmatraju interferencione linije istog intenziteta. Laganim okretanjem mernog bubenja pokreće se kompenzatorska pločica koja prouzrokuje da paralelan snop monohromatske svetlosti preko objektiva durbina dođe u vidno polje okulara. Tada treba vrlo pažljivo brojati pruge na taj način što se za svaku upisuje vrednost pročitana na mernom bubenju.

Na ovaj način sastavljamo tablicu koja nam daje vezu između broja pruga i stanje u kompenzatoru, to jest interferometrijske vre-

dnosti i za celokupnu mernu oblast interferometra.

Ovakvo baždarenje potrebno je češće ponavljati, a naročito je važno ako se preduzima izrada većeg broja analiza koje treba obaviti u kraćem vremenskom roku.

#### Baždarna tablica za laboratorijski interferometar

Baždarenje je vršeno sa monohromatskim filtrom talasne dužine  $\lambda = 546,1 \text{ nm}$ .

Tablica 2

$h$	$i$	$\Delta i$	$i$	$h$	$\Delta h$
0	35,0		0	0,000	0,029
1	65,8	30,8	1	0,029	0,028
2	95,0	29,2	2	0,057	0,029
3	125,0	30,0	3	0,086	0,028
4	154,9	29,9	4	0,114	0,029
5	185,0	30,1	5	0,143	0,028
6	214,5	29,5	6	0,171	0,029
7	244,8	30,3	7	0,200	0,029
8	274,3	29,5	8	0,229	0,028
9	305,0	30,7	9	0,257	0,029
10	335,0	30,0	10	0,286	0,028
11	364,9	29,9	11	0,314	0,029
12	394,0	31,0	12	0,343	0,028
13	425,0	30,0	13	0,371	0,029
14	455,0	29,6	14	0,400	0,029
15	484,6	29,4	15	0,429	0,028
16	514,0	30,0	16	0,457	0,029
17	544,0	31,0	17	0,486	0,028
18	575,0	30,0	18	0,514	0,029
19	605,0	30,0	19	0,543	0,028
20	635,0	30,0	20	0,571	0,029

Tablica baždarenja izrađena u laboratorijski za ventilaciju i tehničku zaštitu RG fakul-

teta prilikom jedne serije analiza prikazana je u tablici 2 sa ciljem da se pokaže koje se sve vrednosti njome obuhvataju.

#### Izbor dužine komore i potrebna tačnost merenja

Poznato je da laboratorijski interferometar ima čitav niz komora čija dužina varira od 0,1 m do 1 m. Ukoliko se želi postići veća tačnost, potrebno je odabrati dužu komoru. Prema tome, vrlo je važno da znamo sa kolikom tačnošću radimo ako nam je poznata dužina komore. Naravno da pri tom tačnost za različite gasove neće biti uvek ista, čak i ako upotrebimo komoru iste dužine.

U tu svrhu služi nam dijagram prikazan na slici 2.

Na primer, ako radimo sa komorom čija je dužina 50 cm i vršimo analizu metana, postupaćemo ovako:

Jačina prelamanja suvog vazduha, koji se nalazi u komparativnoj komori, iznosi  $m_v = 293,2$  (tablica 1), a metana koji analiziramo  $m_p = 443,3$ . Prema tome, na apscisnoj osi tražimo vrednost:

$$m_p - m_v = 443,3 - 293,2 = 150,1$$

Tačka preseka ordinate povučene iz tačke 150,1 na apscisi sa krivom 50 cm, pokazaće da će tačnost biti 0,025 (vrednost se čita na ordinatama). Ovo važi za velike koncentracije metana (oko 70 odsto).

Ako, međutim, analiziramo sa komorom dužine 1 m, možemo dovoljno tačno utvrditi i znatno manje koncentracije.

Prethodno izlaganje se objašnjava konkretnim primerom. U serijskim analizama izabrali smo dva uzorka jamskog vazduha, sa posebnim osvrtom kvantitativnog utvrđivanja ugljen-dioksida i metana.

Za vreme analize vladao je pritisak od  $B = 759,6 \text{ Tr}$  i temperatura  $t = 20,8^\circ\text{C}$ . Korekcioni faktor  $F = 1,07618$ . Analiza je vršena sa komorom od 1 m, a kao komparativni gas nam je poslužio suvi vazduh.

Na osnovu tablice 1, jačina prelamanja će biti za:

sivi vazduh	293,2
metan	443,3
ugljen-dioksid	450,6

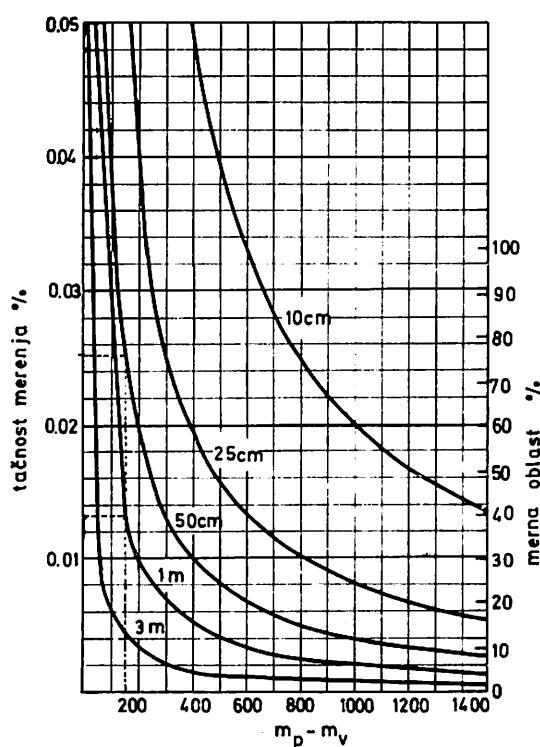
Procentualno učešće pojedinih komponenti u jamskom vazduhu određuje se po formuli (7).

$$P = \frac{10^8 \cdot \lambda \cdot F}{l (m_p - m_v)} \cdot h \quad (7)$$

gde je:

$m_p$  — jačina prelamanja gasne probe  
 $m_v$  — jačina prelamanja komparativnog gasa

Naš prvi primer određivanja sadržaja  $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}_2$  u datom uzorku jamskog vazduha pomoću gasne interferometrije obuhvata sledeće radnje:



Sl. 2 — Dijagram za izbor dužine komore.

Abb. 2 — Diagramm zur Kamerlängenwahl.

a) Uzorak jamskog vazduha prvo propuštamо preko natronazbesta u komoru instrumenta, где se ugljen-dioksid apsorbuje. Na mernom dobošu interferometra se pročita vrednosti  $i_1 = 189$ , što prema baždarnoj tablici 2 daje vrednost  $h_1 = 5,4$ .

$$P_{\text{CH}_4} = \frac{10^8 \cdot \lambda \cdot F}{l (m_{\text{CH}_4} - m_v)} \cdot h_1 = 2,114\%$$

b) Ponovo propuštamо nepromjenjeni jamski vazduh u posudu interferometra, a na mernom dobošu očitavamo vrednosti  $i_2 = 159,5$ , što odgovara  $h_2 = 4,54$ . Jačina prelamanja ove gasne smeše je:

$$m_1 = m_v + \frac{P_{\text{CH}_4}}{100} (m_{\text{CH}_4} - m_v) = 296,4$$

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{10^8 \cdot \lambda \cdot F}{l (m_{\text{CO}_2} - m_1)} \cdot h_2 = 1,730\%$$

Drugi primer odnosi se na uzorce jamskog vazduha sa relativno niskom koncentracijom ovih gasova.

Kod ovog primera smo išli istim redosledom. Posle odstranjivanja ugljen-dioksida, dobili smo vrednosti  $i_1 = 12$ ;  $h_1 = 0,343$ .

$$P_{\text{CH}_4} = \frac{10^8 \cdot \lambda \cdot F}{l (m_{\text{CH}_4} - m_v)} \cdot h_1 = 0,1343\%$$

Ponovo se mora tražiti jačina prelamanja za ovaj uzorak po formuli:

$$m_2 = m_v + \frac{P_{\text{CH}_4}}{100} (m_{\text{CH}_4} - m_v) = 293,4$$

Na mernom dobošu pročitana je vrednost  $i_2 = 18,5$ ;  $h_2 = 0,529$ .

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{10^8 \cdot \lambda \cdot F}{l (m_{\text{CO}_2} - m_2)} \cdot h_2 = 0,2027\%$$

## ZUSAMMENFASSUNG

### Quantitativanalyse der Grubenluft mit Hilfe analytischer Interferometrie

Dipl. Ing. V. Martinović\*)

Der Artikel wurde ausdrücklich der Methode der analytischen Interferometrie gewidmet, weil sie unserer Meinung nach ungenügend im Bergbau genutzt wird. Die Methode gibt neben grosser Genauigkeit auch die Möglichkeit schneller Massenbestimmung der Grubenluftzusammensetzung. Es ist vor allem die Aufmerksamkeit einer guten Ausbildung in der Eichtechnik zu widmen, sonst werden keine erforderliche Präzision erhalten. In der Messtechnik mittels Interferometers die einzige Grösse, die uns unbekannt ist, ist der Werh. Die Grösse  $h$ , welche wir durch Eichung erhalten, stellt auch die einzige Grösse der prozentuellen Zusammensetzung einer Komponente in der Gasmischung dar.

## L iter a t u r a

1. Nebe, W., 1970: Analytische Interferometrie, Lajpcig.
2. Kinder, W., 1955: Das Zeiss-Grubengas-Interferometar s Siess-Werkz.
3. Nebe, W., 1957: Interferometrische Gasanalyse, Industriebetrieb 5.
4. Jokanović, B., 1964: Proveravanje rudnika, Beograd.
5. Jovičić, V.: Predavanja na Rudarsko-geološkom fakultetu.

---

\*) Dipl. ing. Vido Martinović, Rudarsko-geološki fakultet — Beograd.

## B i b l i o g r a f i j a

Vylegžanin, V. N.: **Algoritam prognoze izdvajanja metana u pripremni hodnik** (Algoritm prognoza gazovydelenija v podgotovitel' nuju vyrabotku)

»Fiz.-tehn. probl. razrabortki polezn. iskopaemyh«, (1973) 5, str. 80—84, (rus.)

Karpov, A. M., Geršun, O. S. i dr.: **Osobenosti metanskog bilansa u otkopnim revirima dubokih jama** (Osobennosti gazovog balansa vyemočných učastkov глубоких шахт)

Uzb. »Tehnol. dobyči uglja podzemn. sposobom«, (Don UGI, Nr. 52), M., 1973, str. 137—142, (rus.)

Poljakov, E.M. i Skljarov, V.A.: **Eksplozije metana pri izradi i produbljuvanju okana** (Vzryvy metana pri prohoždenii i uglubke stvolov)

»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1973) 10, str. 30—32, (rus.)

Kulnig, H.: **Katalizator za izduvne gasove kod rada u jamskim uslovima** (Exhaust gas cataly-sens for underground use)

»Mining Mag.«, 129 (1973) 4, str. 351, 353, (engl.)

Bondarenko, V.N., Popova, A.S. i dr.: **Toksični gasovi kod eksplozije novih sigurnosnih eksploziva** (Jadovitie gazy pri vzryve novyh pre-dohranitel'nyh veščestv)

Uzb. »Bezopasnost' vzryvnyh rabot v ugoł'n. šahtah«, Vyp. 4, Makeevka, Donbass, 1973, str. 13—16, (rus.)

Galadžij, F.M. i Vajnštejn, B.I.: **Po-pitanju mehanizma paljenja metansko-vazdušne smeše detonirajućim punjenjem eksploziva** (K voprosu o mehanizme vospalmenenija metano-vazdušnoj smesi detonirujuščim zarjadom VV)

Uzb. »Bezopasnost' vzryvnyh rabot v ugoł'n. šahtah«, Vyp. 4, Makeevka-Dombass, 1973, str. 89—99, (rus.)

Grekо, S.P., Žadan, V.M. i dr.: **Određivanje temperature požarnih gasova u početnom periodu razvoja egzogenog požara** (Opredelenie temperatury požarnyh gazov v načal'nyj period razvitiya ekzogenogo požara)

Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 10—12, (rus.)

Egorov, V.A. i Brusencev, G.K.: **Uticaj dubine otkopavanja na utrošak radne snage kod spasičkih radova na gašenju požara** (Vlijanie glubiny razrabortki na trudoemnost' gornospasatel'nyh rabot pri tušenii požarov)

Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 30—31, (rus.)

Orlov, N.V., Čarkov, V.P. i dr.: **Lokalizovanje i gašenje požara vazdušno-mehaničkom pe-**

**nom u slepim hodnicima** (Lokalizacija i tušenje požarov vozdušno-mehaničeskoj penoj v tupikovyh vzrabitkah)

Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 16—19, (rus.)

Ivčenko, A.I. i Grin', G.V.: **Određivanje maksimalne brzine kretanja vrelih gasova u uređaju za hlađenje sa penom** (Opredelenie maksimal'noj skorosti potoka gorjačih gazov v pennyh ohladiteľjah)

Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 21—24, (rus.)

Maevskaja, V.M., Rapcevič, A.P. i Belavencev, L.P.: **Povećanje efikasnosti otkopavanja ugljenih slojeva ispodugašenih žarišta požara** (Povyšenie effektivnosti otrabotki ugoł'nyh plastov pod potušennymi požarami)

Uzb. »Vopr. ekon. dobyči uglja v Kuzbasse«, Vyp. 6, Kemerovo, 1973, str. 97—102, (rus.)

Bolbat, I.E. i Lebedev, V.I.: **Sprečavanje prekretanja smera strujanja kod požara u nagnutim otkopnim poljima** (Predotvraščenie oprokidivanija struj pri požarah v uklonnyh poljakh)

Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 47—51, (rus.)

Markovič, Ju.M., Kušnarev, A.M. i dr.: **Proučavanje procesa hlađenja gasne struje pomoću vodenih zavesa kod jamskih požara** (Issledovanie processov ohlađenija gazovogo potoka vodjanimi zavesami pri podzemnom požare)

»Razrabortka mestorožd. polezn. iskopaemyh Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, 1973, vyp. 34, str. 99—103, (rus.)

Romančuk, A.L., Kaljusskij, A.E. i dr.: **Proračun parametara ispuštanja ugljendioksida u izolovani slepi hodnik** (Rasčet parametrov vypuska uglikisloga gaza v izolirovannuju tupikovuju vyrabotku)

Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 45—46, (rus.)

Kozljuk A.I. i Rabalko, S.F.: **Eksperimentalna istraživanja o gojenju uljno-ugljenih smesa kod požara na otkopnim radilištima opremljenim hidrauličnom podgradom** (Eksperimental'nye issledovaniya gojenija masljano-ugol'nyh smesej pri požarah v očistnyh zaborajah, oborudovannyh hidroficirovannymi kompleksami)

Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 27—30, (rus.)

Kudrjavceva, E. M., Gluzberg, E. I. i dr.: **Iskustvo u sprečavanju samopaljenja uglja u otkopanom prostoru** (Opty predupreždenija samovozgoranija uglja v vyrabotannom prostranstve)

»Ugol'«, (1973) 12, str. 50—51, (rus.)

Miller, Ju.A., Svetlov, V.M. i dr.: **Način otkrivanja žarišta samozagrevanja uglja** (Sposob obnaruženija očagov samonagrevanja uglja)

Av. sv. SSSR, kl. E 21 f 5/00, Nr. 362929, prij. 9.06.70, objav. 13.03.73.

**Horoškij, V.T. i Semenij, Ja.M.: Oparnost od požara u jamskim hodnicima** (Požarnaja opasnost' vyrobok)  
Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 3—6, (rus.)

**Stitt, Th.: Pneumatsko crevo namesto električnih vodova u novom sistemu za otkrivanje požara** (Air hose replaces electric circuit in new fire detection system)  
»Goal Age«, 78 (1973) 10, str. 88—89, (engl.)

**Stikachev, V.I., Megerja, V.M. i dr.: Rezultati ispitivanja uređaja za raspršivanje vode namenjene za stvaranje vodenе zavesе** (Rezul'taty issledovanij raspyslitel'noj ustanovki dlia sozdaniija vodanoj zavesy)  
Uzb. »Bezopasnost' vzryvnih rabot v ugol'n. šahtah«, Vyp. 4, Makeevka-Donbass, 1973, str. 45—51, (rus.)

**Rae, D.: Eksperimentalno proučavanje eksplozije ugljene prašine u jamskom hodniku. VII. proučavanje zavesa u obliku žljebova sa vodom** (Experimental coal-dust explosions in the Buxton full-scale surface gallery. VII. An examination of water-through barriers)  
»Resp. Rept. Safety Mines Res. Estab.«, (1973) 284, 46 str., (engl.)

**Rosinskij, N.L. i Matjulin, V.S.: O sadržaju prašine na čelima hodnika kod milisekundnog miniranja i u uticaju dodatka metana na opasnost eksplozije prašine** (O soderžanju pyli v zaborajah vyrabotok pri korotko-zamedlennom vzruyvaniu i vlijanii dobavok metana na opasnost' ee vosplamenenija)  
Uzb. »Bezopasnost' vzryvnih rabot v ugol'n. šahtah«, Vyp. 4, Makeevka-Donbass, 1973, str. 54—59, (rus.)

**Sajtan, I.A., Lysenko, E.P. i dr.: Verovatnoća nastajanja endogenih požara u otkopanom prostoru aktivnih širokih čela** (Verojatnost' vozniknovenja endogenih požarov v vyrabotannom prostranstve dejstvujuščih lav)  
Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 13—16, (rus.)

**Horoškij V.T., Ejner, F.F. i dr.: Zavisnost samopaljenja uglja od količine vazduha koji se dovodi na otkopno radilište** (Zavisimost' samovozgoranija uglja ot kolicestva vozduha, podavaemogo v očistnoj zaboroj)  
Uzb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 7—9, (rus.)

**Osiopovskij, L.F., Šipov, S.V. i dr.: Pribor za uzorkovanje gasova** (Probostbornik gazov)  
Avt. sv. SSSR, kl. G ol n 1/22, Nr. 371473, prij. 6. 02. 68, objav. 8. 05. 73.

**Dzamashvili, N.A.: Uredaj za uzimanje uzorka prašine** (Ustrojstvo dlia otbora prob pyli)  
Avt. sv. SSSR, kl. G ol n 1/20, Nr. 371473, prij. 11. 10. 71, objav. 22. 07. 73, (rus.)

**Boltz, C.L.: Prenosni merač prašine engleskog porekla** (Tragbares Staubmessgerät aus England)

»Bergbau«, 24 (1973) 11, str. 268, (nem.)

**Nierop, J.A. van: Uzorkovanje prašine** (Routine dust sampling)  
»J. Mine Vent. Soc. S. Afr.«, 26 (1973) 8, str. 101—112, (engl.)

**Moroz, W.J. Anderson, G.W. i dr.: Prenosni uređaj za analizu prašine** (Portable dust analyzer)

Patent SAD, kl. 356-102 (G ol n 15/02, G ol n 21/06), Nr. 3740148, prijav. 8. 12. 70, objav. 1. 06. 73.

**Bitkolov, N.Z. i Ivanov, I.I.: O topotnom režimu i putevima intenzifikacije cirkuacije vazduha na dubokim površinskim otkopima** (O teplovom režime i putjah intensifikaciji vozduhoobmena glubokih kar'erov)

Uzb. »Vsес. nauč. — tehn. konf., posvjašč, 200-letiju Leningr. gorn. in-ta, 1973. Problemy gorn. teplofiz. Teplovoj režim šaht i rudnikov«, L., 1973, str. 38—39, (rus.)

**Levin, E.M. i Suslin, Ju.V.: Izbor proračunskih aerodinamičkih parametara pokretnih ventilacionih postrojenja za stvaranje slobodnih ventilacionih strujanja na površinskim otkopima** (Vybor računtyh aerodinamičeskikh parametrov peredvižnyh ventiljatornyh ustyanovok dlja sozdanija svobodnyh ventilacionnyh struj v kar'erah)

»Gorn. elektromeh. i avtomatika. Resp. mežved. temat. nauč. — tehn. sb.«, 1973, vyp. 2, str. 146—151, (rus.)

**Akataev, S., Lavrent'ev, N. i dr.: Smanjujemo zaprašenost na površinskim otkopima** (Snižaem zapylennost' v kar'ere)

»Nar. h-vo Kazahstana«, (1973) 11, str. 23—24, (rus.)

**Sylvestre, J.: Borba sa prašinom na površinskim otkopima** (Le dépoissierage des carrières. Une prise de conscience actuelle)

»Equip. mec. Carrières e mater.«, 52 (1973) 125, str. 44—53. (franc.)

**Grange, G-H.: Kontrola zaprašenosti usled rudničkih jalovnika** (The control of dust from mine dumps)

»J. S. Afr. Inst. Mining and Met.«, 74 (1973) 2, str. 67—73. (engl.)

**Beresnevič, P.V., Borod'ko, V.Ja. i dr.: Proučavanje nekih tehnoloških načina za smanjenje zagadivanja atmosfere gasovima kod masovnih miniranja na površinskim otkopima** (Issledovanie nekotoryh tehnologičeskikh sposobov sniženija zagazovanosti atmosfery pri massovyh vzryvah v kar'eraх)

»Gornij ž.«, (1973) 11, str. 77—78, (rus.)

**Dolinskij, V.A. i Krivcun, G.P.: Ocena poteškoća kod provetrvanja jama Zapadnog Donbasa** (Ocenka trudnosti provetrvaniya šaht Zapadnog Donbassa)

Uzb. »Rasp. nauč.-tehn. konf. »Soverš. tehnol. i poviš. effektivn. razrab. mestorožd. uglja Zap. Donbassa, 1973, Tezisy dokl.«, Dnepropetrovsk, 1973, str. 57—59, (rus.)

Alehićev, S.P., Kalabin, G.V. i dr.: **Pri-mena hidrauličnog modeliranja za iznašaženje efikasnih šema vetrenja otkopnih radilišta** (Pri-menjenie gidromodelirovanija dlia izyskanija effektivnyh shem provetrvaniya očistnyh zaboev) U zb. »Probl. soverš. tehnol. dobyči rud«, L., »Nauka«, 1973, str. 77—83, (rus.)

Bolbat, I.E., Lebedev, V.I.: **Stabilnost pro-vetrvanja magnutih otkopnih polja u jamama pri požarima** (Ustočiost' provetrvaniya uklo-nnyh polej saht pri požarakh) »Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. naučno-tehn. sb.«, 1973, vyp. 34, str. 89—93, (rus.)

Starikov, M.A., Turgelja, A.K. i dr.: **Provjetrvanje otkopnih revira u uslovima požara** (Provjetrvanie vyemočnyh učastkov v avarijnyh uslovljajah) U zb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 41—44, (rus.)

Homenko, N.P.: **Metode prirodnog rasporedi-vanja vazduha u ventilacionim mrežama proiz-voljne složnosti** (Metody estestvennogo raspore-delenija vozduha v ventilacionnyh stjah proiz-vol'noj složnosti) »Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1973, vyp. 34, str. 42—46, (rus.)

Novikov, I.S., Kločkov, V.G. i dr.: **Uticaj dužine širokog čela na gubitke vazduha kroz otkopani prostor** (Vlijanie dliny lavy na utečki vozduha čerez vyrabotanne prostranstvo) U zb. »Gornospasatel'noe delo«, Vyp. 6, Doneck, 1973, str. 61—63, (rus.)

Zeljanskij, A.Š., Kaufman, L.L. i dr.: **Proračun optimalnih preseka jamskih hodnika kod projektovanja i rekonstrukcije ventilacionih mreža aktivnih rudnika uz pomoć računara »Minsk-22»** (Račun optimal'nyh sečenij gornyh vyrabotok pri projektovanii i rekonstrukciji ventilacionnoj seti dejstvujućih šaht na ECVM »Minsk-22») U zb. »Tehnol. dobyči uglja podzemn. sposobom«, (Don UGI, Nr. 52), M., 1973, str. 23—31, (rus.)

Grigorjev, J.V.: **Proračun količine vazduha potrebnog za provjetrvanje slepih hodnika** (Calculation of the air requirement for ventilating development drivages) »Bull. El. — Tabbin Met. Inst. Higher Stud.« (1973) 3, str. 35—43, (engl.)

Tjan, R.B., Potemkin, V.Ja. i dr.: **Uvo-denje toplotnog faktora kod proračunavanja raspodele vazduha u ventilacionim mrežama podzemnih rudnika** (Učet teplovog faktora pri rasčete vozduhoraspredelenija v ventilacionnyh setjih šaht) U zb. »Vses. nauč. — tehn. konf. posvjašč. 200 — letiju Leningr. gorn. in-ta, 1973, Probl. gorn. teplofiz. Teplovoy režim šaht i rudnikov«, L., 1973, str. 52—53, (rus.)

Ermolaev, P.N., Ponomarev, P.T. i dr.: **Uredaj za regulisanje količine vazduha u jam-**

**skim ventilacionim mrežama** (Ustrojstvo dlja regulirovanija količestva vozduha v rudničnyh ventilacionnyh setjaj)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 1/10, Nr. 354151, prijav. 17. 12. 70, objav. 18. 10. 72.

Kozlov, V.G., Krotenko, B. N. i dr.: **Automatsko upravljanje ventilacijom rudnika posle masovnog miniranja** (Avtomatičeskoe upravlenie ventilacijey rudnikov posle massovyg vzryvov)

U zb. »Vopr. gorn. dela Gorn. elektromeh. i gorn. mašiny«, Kemerovo, 1973, str. 26—27, (rus.)

Medvedev, B.I. i Kondrackij, V.L.: **O provjetrvanju slepih hodnika velike dužine** (O provetrvanii tupikovyh vyrabotok bol'soj protjažennosti)

»Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč.-tehn. sb.«, 1973, vyp. 34, str. 17—20, (rus.)

El'čaninov, E.A., Šor, A.I. i dr.: **O formiranju temperaturnog polja stena oko jamskog hodnika** (O formirovani temperaturnogo polja porod vokrug vyrabotki)

U zb. »Vses. nauč. — tehn. konf. posvjašč. 200-letiju Leningr. gorn. in-ta, 1973. Probl. gorn. teplofiz. Teplovoy režim šaht i rudnikov«, L., 1973, str. 50—51, (rus.)

Černjak, V. P.: **O metodici termičkih proračuna jamskog vazduha** (K metodike teplovyh rasčetov rudničnogo vozduha) U zb. »Vses. nauč. — tehn. konf. posvjašč. 200-letiju Leningr. gorn. in-ta, 1973. Probl. gorn. teplofiz. Teplovoy režim šaht i rudnikov«, L., 1973, str. 14—15, (rus.)

Andreev, G. G.: **Toplotna izolacija jamskih hodnika za normalizovanje toplovnog režima i oblast njene primene** (Teploizolacija gornih vyrabotok dlja normalizaciji teplovog režima i oblast'ee primenjenija)

U zb. »Vses. nauč. — tehn. konf. posvjašč. 200-letiju Leningrad. gorn.. in-ta, 1973. Probl. gorn. teplofiz. Teplovoy režim šaht i rudnikov«, L. 1973, str. 78—79, (rus.)

Stukalo, V. A. Tel'noj, A. P.: **Uticaj različitih faktora na izdvajanje topote kod transpor-tovanja stenske mase u dubokim rudnicima** (Vlijanje različnyh faktorov na teplovyydelemija pri transportirovani iskopaemogo v glubokih šahtah)

»Razrabotka mestorožd. polezn. iskopaemyh. Resp. mežved. nauč. — tehn. sb.«, 1973, vyp. 34, str. 108—113, (rus.)

Šerban, A. N., Černjak, V. P. i dr.: **Kon-dicioniranje vazduha u dubikm rudnicima** (Kon-dicionirovanie vozduha v glubokih rudnikah)

U zb. »Vses. nauč. — tehn. konf. posvjašč. 20-le-tiju Leningr. gorn. in-ta, 1973. Probl. gorn. teplofiz. Teplovoy režim šaht i rudnikov«, L., 1973, str. 65—67, (rus.)

Malov V. G. i Pirogov, G. G.: **Matematičko-statistička metoda prognoziranja temperatura vazduha na dubokim horizontima** (Matematiko-

-statističeskij metod prognoziranija temperatur vozduha na glubokih gorizontah)  
U zb. »Vses. naučn. — tehn. konf. posvjašč. 200-letiju Leningr. gorn. in-ta, 1973. Probl. gorn. teplofiz. Teplovoj režim šaht i rudnikov«, L., 1973, str. 17-18, (rus.)

Kremnev, O. A., Žuravlenko, V. Ja i dr.: Regulisanje topotnog režima veoma dubokih rudnika (Regulirovanie teplovogo režima sverhglubokih šaht)

U zb. »Vses. naučn. — tehn. konf. posvjašč. 200-letiju Leningr. gorn. in-ta, 1973. Probl. gorn. teplofiz. Teplovoj režim šaht i rudnikov«, L., 1973, str. 71-73, (rus.)

Fife, W. E.: Problemi sigurnosti kod konstruisanja opreme za široka čela. Borba sa prašinom (Designing safety into underground mining equipment-dust control)

»Mining Congr. J.«, 59 (1973) 9, str. 44-48, (engl.)

Čulakov, P. Č. i Karabekov, N. N.: Efikasnost prečišćavanja vazduha od fino-disperznih čestica prašine pomoću stepenastih hvatača prašine (Effektivnost' očistki vozduha ot vysokodispersnyh čestic pyli stupenčatymi pyle-uloviteljami)

»IVUZ. Gornij ž.«, (1973) 12, str. 45-49, (rus.)

Jako pokretljivi uredja za hvatanje prašine (Highly mobile dusting unit)

»Mining J.«, 281 (1973) 7209, str. 323, (engl.)

Uredaj za hvatanje prašine (Dust removal unit)

»Mining Mag.«, 129 (1973) 3, str. 271, (engl.)

Sastav kortosecl za obaranje prašine (Dust suppressants)

»Mining Mag.«, 129 (1973) 3, str. 276, (engl.)

Kossov, P. A., Kosova, R. A. i dr.: Postupak čišćenja jamskog vazduha (Sposob očistki rudničnog vozduha)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 5/00, Nr. 382821. 7. 07. 69, objav. 30. 08. 73.

Geršun, O. S., Belinskij, M. L. i dr.: Delovanje vode na ugljeni sloj u cilju povećanja efikasnosti degazacije (Vozdejstvie na ugol'nyj plast vodoj dlja povyšenija effektivnosti degazacii)

U zb. »Tehnol. dobyči ugla podzemn. sposobom«. (DonUGI, Nr. 52). M., 1973, str. 131-135, (rus.)

Rudnička ventilacija i sigurnost na radu (otkopavanje ležišta mineralnih sirovina) (Rudnična ventilacija i tehniku bezopasnosti. (Razrabotka mestoroždenij poleznyh iskopaemyh) Resp. mežved. nauč. — tehn. sb., Vyp. 34, Kiev, »Tehnika«, 1973, 152 str., (knjiga na rus.)

Kosicyna L. V. i Petrosjan, R. E.: Borba sa bukom ventilatora za lokalno provetranje (Borba s šumom prohodčeskikh ventilatorov)

»Prom-st' Armenii«, (1973) 11, str. 54-55, (rus.)

Vyšlov, G. P. i Babkin, V. M.: O nekim sredstvima borbe sa vibracijama kod bušenja ručnim pneumatskim čekićima (O nekotoryh sredstvah bor'by s vibracijei pri burenii špurov rudnymi perforatorami)

»Kolyma«, (1973) 9, str. 29-31, (rus.)

Holvenstot, C.: Povećanje sigurnosti jamske opreme. Borba sa bukom (Designing safety into underground mining equipment-noise abatement)

»Mining Congr. J.«, 59 (1973) 9, str. 39-43, (engl.)

Dankov, E.: Kompleksna procena opasnosti od udara električne struje kod rada jamskih električnih sistema sa niskim naponom (Kompleksnaja ocenka na opasnostu ot poraženie ot električeski tok pri eksploracijata na rudničnite električeski sistemi za nisko napreženie) »V glišča«, 28 (1973) 9, str. 24-28, (bugar.)

Smith, R. H.: Jamski sistemi za vezu (Colliery communication systems)

»Mining Technol.«, 55 (1973) 636, str. 438-440, (engl.)

# STATUT

## JUGOSLOVENSKOG KOMITETA ZA SIGURNOST I ZAŠTITU NA RADU U RUDARSTVU, GEOLOGIJI I METALURGIJI

### I. OPŠTE ODREDBE

Čl. 1.

Jugoslovenski komitet za sigurnost i zaštitu na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji, u daljem tekstu »Komitet«, je samostalna stručna društvena organizacija Saveza inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurske struke Jugoslavije, kojeg na osnovu Statuta Saveza inženjera i tehničara sačinjavaju obrazovne, naučne, stručne i privredne organizacije i pojedinci zainteresovani za naučno-stručnu problematiku sigurnosti i zaštite na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji.

Čl. 2.

Pun naziv Komiteta glasi:  
**„JUGOSLOVENSKI KOMITET ZA SIGURNOST I ZAŠTITU NA RADU U RUDARSTVU, GEOLOGIJI I METALURGIJI.“**

Čl. 3.

Na teritoriji pojedinih socijalističkih republika i autonomnih pokrajina mogu se formirati republički komiteti sekocije sa nazivima koji su na tim područjima u upotrebi, kao članovi Jugoslovenskog komiteta.

Čl. 4.

Pečat Komiteta je okrugao i nosi natpis: »Jugoslovenski komitet za sigurnost i zaštitu na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji« — Beograd.

Sedište Komiteta je u Beogradu.

Čl. 5.

Komitet ima sledeće zadatke i delatnosti:

Organizuje i pomaže stručno usavršavanje kadrova iz oblasti ventilacije, tehničke zaštite na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji.

— Saradjuje sa zainteresovanim institucijama i organizacijama u zemlji i inostranstvu, a u cilju razmene naučnih dostignuća i iskustava iz oblasti stručne aktivnosti Komiteta.

— Prati razvoj i utvrdjenja naučnih i tehničkih dostignuća kod nas i u svetu iz oblasti stručne aktivnosti Komiteta.

— Daje inicijativu i predloge po pitanju unifikacije nomenklature, terminologije, standardizacije i kodifikacije iz oblasti stručne aktivnosti Komiteta.

— Organizuje izradu naučno-stručnih publikacija, prevoda, predavanja, izložbe i sl. iz oblasti stručne aktivnosti Komiteta.

— Održava po pravilu jedan put godišnje simpozijume ili stručna savetovanja u zemlji i delegira svoje predstavnike na međunarodnim skupovima i savetovanjima koja se odnose na aktivnost Komiteta.

— Svojom delatnošću omogućuje afirmaciju ventilacije, tehničke zaštite i zaštite na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji, kao naučno-stručnih tehničkih disciplina.

### II — ČLANOVI KOMITETA

Čl. 6.

Članovi Komiteta mogu biti:

— radne i društvene organizacije koje se bave naučnim i stručnim kao i operativnim istraživanjima iz oblasti ventilacije, tehničke zaštite i zaštite na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji ili su korisnici tih rezultata istraživanja.

— Stručna i naučna lica koja se bave ventilacijom, tehničkom zaštitom i zaštitom na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji.

Čl. 7.

Prava i dužnosti članova Komiteta su:

— Učestvovanje na skupštinama sa pravom da biraju i da budu birani u organe Komiteta,

— Učestvovanje na svim skupovima i akcijama koje organizuje Komitet,

— Davanje predloga i traženje stručnih i drugih objašnjenja iz delokruga rada Komiteta,

— Pridržavanje odredaba Statuta odnosno odluka Skupštine i izvršnog odbora Komiteta.

### III — ORGANI KOMITETA

Čl. 8.

Organji Komiteta su:

- Skupština
- Izvršni odbor
- Nadzorni odbor

Čl. 9.

Skupština je najviši organ Komiteta. U delokrug rada Skupštine spada:

- Donošenje i menjanje Statuta,
- Biranje izvršnog i nadzornog odbora,
- Utvrđivanje osnovnih godišnjih programa rada,
- Donošenje odluka o učlanjenju Komiteta u druge sroдne organizacije,
- Po potrebi imenovanje posebne komisije radi izvršenja odluka Skupštine,
- Odobravanje prihoda i rashoda Komiteta.

Čl. 10.

Redovne skupštine održavaju se svake godine, i to po pravilu svaki put u drugoj socijalističkoj republici, odnosno autonomnoj pokrajini.

Vanredne skupštine održavaju se po potrebi. One se sazivaju na zahtev izvršnog odbora ili najmanje 20 članova Komiteta.

Redovnu skupštinu saziva Izvršni odbor i podnosi predlog dnevног reda članovima Komiteta najkasnije 30 dana pre održavanja skupštine.

Primedbe na dnevni red dostavljaju se izvršnom odboru 15 dana pre održavanja skupštine. Zaključci skupštine su punovažni ako se za iste izjasni više od polovine prisutnih.

Radom skupštine rukovodi radno predsedništvo, koje skupština bira iz svoje sredine.

Čl. 11.

Izvršni odbor je sastavljen od 13 članova. Iz svake socijalističke republike i autonomne pokrajine treba da bude zastupljen bar po jedan član.

Biranje članova vrši se na jedan od načina koji usvoji skupština većinom glasova.

Od izabranih 13 članova Izvršnog odbora, skupština bira predsednika, 2 potpredsednika i jednog sekretara. Izbor se vrši javnim glasanjem, a može i tajnim glasanjem, ako se za to izjasni većina prisutnih članova.

Članovi izvršnog i nadzornog odbora biraju se na dve godine, s tim što se svake godine bira jedna polovina novih.

Čl. 12.

Izvršni odbor rukovodi poslovima Komiteta između redovnih skupština. Sednice ovog odbora se održavaju dva puta godišnje.

Delokrug rada izvršnog odbora je:

- Sazivanje redovne i vanredne skupštine Komiteta,
- Pripremanje predloga prihoda i rashoda,
- Izvršavanje odluka Skupštine,
- Organizovanje simpozijuma, stručnih savetovanja, stručnih predavanja, saradnja sa jugoslovenskim, inostranim i međunarodnim sroдnim organizacijama, podnošenje skupštini predloga o izmenama i dopunama Statuta, kao i drugih predloga koji su od interesa za Komitet.

Odluke izvršnog odbora su punovažne ako je prisutno najmanje 6 članova i ako za iste glasa najmanje 2/3 prisutnih.

Čl. 13.

Predsednik izvršnog odbora rukovodi radom odbora i predstavlja Komitet pred državnim organima i svim pravnim i fizičkim licima u zemlji i inostranstvu. Predsednik saziva sednice Izvršnog odbora, brine se o izvršenju odluka skupštine i odbora, i odobrava materijalne i druge izdatke. U odsustvu predsednika i po njegovom ovlašćenju, predsednika može zameniti jedan od potpredsednika. Izvesne maličnosti predsednik može preneti i na sekretara. Zapishici sa sednica izvršnog odbora su javni za članove Komiteta.

Čl. 14.

Nadzorni odbor se sastoji od tri člana, koje bira skupština, aklamacijom ili tajnim glasanjem. Članovi nadzornog odbora biraju predsednika iz svoje sredine. Nadzorni odbor vrši nadzor nad finansijskim poslovanjem izvršnog odbora i u svom radu podnosi izveštaj skupštini.

### IV — MATERIJALNO POSLOVANJE

Čl. 15.

Komitet može imati svoju pokretnu i nepokretnu imovinu.

Čl. 16.

Prihodi Komiteta potiču od doprinosa i donacija, koje pojedine političke, društvene ili privredne organizacije dobrovoljno uplate, kao i od kamata uložene gotovine kod banaka, i drugih vrsta prihoda.

Čl. 17.

Prihodi Komiteta služe za pokriće troškova stručne aktivnosti izvršnog odbora i skupštine.

## NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1975. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata	400,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata	400,00

U k u p n o: 800,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br.  
60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd  
(Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtnati

\_\_\_\_\_ (mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

M P

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1975. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata	100,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata	100,00

U k u p n o: 200,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br.  
60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd  
(Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtnati

\_\_\_\_\_ (mesto i datum)

\_\_\_\_\_ (Ime naručioca)

\_\_\_\_\_ (adresa)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Overava preduzeće — ustanova

\_\_\_\_\_

# Časopis „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	10,00 ND
za ustanove i preduzeća	400,00 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, kama

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

- za naučne i stručne članke od 500,00 do 800,00 ND
- za prikaze iz prakse (iskustva u sprovodenju zaštite na radu) od 350,00 do 500,00 ND
- za prikaze savetovanja, kongresa do 350,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 80,00 do 150,00 ND po prvom tabaku

Oглашавајте се у нашем часопису!

Cena oglasa je 1.500,00 ND 1/1 strana strana  
1.200,00 ND 1/2 strane strane

Redakcija časopisa

---

Svim svojim saradnicima želi

*Srećnu Novu 1975. godinu*

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

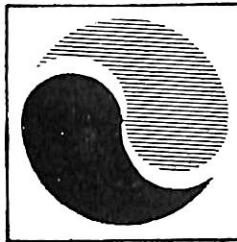
---



*Svim svojim potrošačima  
i rudarima čestitamo*

*Novu 1975. godinu  
i želimo mnogo uspjeha u radu*

*Rudnik – Zenica*



# „NAFTA-GAS”

## RADNA ORGANIZACIJA ISTRAŽIVANJA I PROIZVODNJE NAFTE I GASA NOVI SAD

obavlja sledeće delatnosti

1. Istraživanje na naftu i gas i podzemne vode;
2. Bušenje na naftu i gas i podzemne vode i druga dubinska bušenja,
3. Proizvodnja i transport nafte i gasa i podzemnih voda;
4. Razrada naftnih i gasnih ležišta i ležišta podzemnih voda;
5. Izrada rudarskih projekata, elaborata i studija iz delatnosti istraživanja i proizvodnje nafte i gasa i podzemnih voda;
6. Izrada investiciono-tehničke dokumentacije za izgradnju i rekonstrukciju rudarskih i pratećih objekata, postrojenja za proizvodnju i transport nafte i gasa i podzemnih voda;
7. Vođenje investicionih radova na izgradnji i rekonstrukciji objekata za proizvodnju i transport nafte, gasa i podzemnih voda;
8. Stručni nadzor pri izvodenju radova iz delatnosti istraživanja i proizvodnje nafte i gasa i podzemnih voda;
9. Laboratorijske obrade i analiza iz osnovne delatnosti;
10. Remont i obrada bušotine, elektrokarotažna merenja i napucavanja, cementacija i testiranja, dubinska merenja i druge operacije specijalnim uređajima iz delatnosti istraživanja i proizvodnje nafte i gasa i podzemnih voda;
11. Proizvodnja i montaža uređaja, metalnih konstrukcija i instalacija za objekte iz delatnosti Radne organizacije;
12. Popravka i remont postrojenja, uređaja, instalacija, mašina, motora, drumskih motornih i priključnih vozila, traktora, elektromotora i elektrouredaja;
13. Izvođenje građevinskih radova i rekonstrukcija investicionih objekata;
14. Kupovina, prodaja robe i usluga iz predmeta poslovanja i usklađenja robe i materijala za svoje potrebe i potrebe drugih lica;
15. Prevoz robe i radnika motornim vozilima u drumskom saobraćaju za sopstvene potrebe i potrebe drugih lica;
16. Prevoz robe sredstvima železničkog saobraćaja na svom industrijskom koloseku za svoje potrebe i potrebe drugih lica;
17. Održavanje stambenih zgrada i stanova za potrebe članova Radne zajednice;
18. Pružanje ugostiteljskih usluga i usluga smeštaja za svoje potrebe i potrebe drugih lica i
19. Izrada opeke za sopstvene potrebe.

DELATNOSTI IZ TAČKE 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 i 13 OBAVLJAJU SE ZA POTREBE RADNE ORGANIZACIJE I DRUGIH LICA U ZEMLJI I INOSTRANSTVU.

**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 najeminentniji 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)  
высокосмыливной 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 de dépôt; face (f) vers  
le remblai  
kippenseitig  
со стороны отвала

---

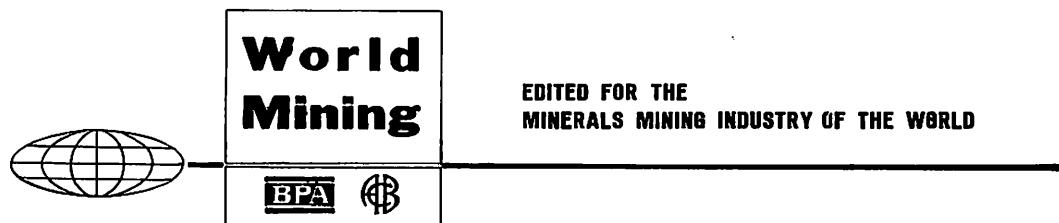
Cena iznosi 300,00.— dinara.

# 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.



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.



... 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 u buduću.

# 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 Wörterbuchs und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleibenden Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmove 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 prevodenje 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 »Abbaufront, stempelfrei«,... 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... Zadivljuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletног termina preko označke. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.



# n i j e VRELI VAZDUH

...održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vreli 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 nadu 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

## *naša delatnost*

### **U OBLASTI INDUSTRIJE I RUDARSTVA**

Istraživanje nafta i gaza  
Bušenje na naftu i gas  
Proizvodnja nafta i prirodnog gaza  
Osnovna prerada nafta i prirodnog gaza  
Proizvodnja i prerada petrohemijskih i hemijskih proizvoda  
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

### **U OBLASTI TRANSPORTA:**

Transport nafta i gaza i njihovih derivata

### **U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:**

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti proizvodnje  
Transporta  
Prerada nafta i gaza  
Petrohemiske  
Hemiske proizvodnje  
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica  
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

### **U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:**

Proizvodnje  
Transporta  
Prerade i distribucije  
Nafta i gaza, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i treća lica

### **U OBLASTI SAOBRAĆAJA:**

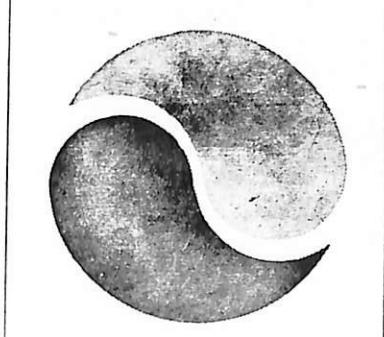
Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za sopstvene potrebe  
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom saobraćaju  
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom industrijskom koloseku

### **U OBLASTI TRGOVINE:**

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gaza 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 nafta i prodaja derivata na veliko i malo, putem sopstvene prodajne mreže  
Uvoz nafta i derivata nafta za potrebe drugih privrednih organizacija  
Reeksport nafta, derivata nafta (uvoz iste robe radi izvoza, direktni reeksport)

### **U OBLASTI USLUGA:**

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istraživanja, proizvodnje i transporta nafta i gaza  
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim radionicama  
Vršenje laboratorijskih usluga  
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva  
Popravak uređaja za gas



**NAFTAGAS**

**NAFTNA INDUSTRIJA**

**NOVI SAD**

P. F. 337, TELEFON 53-322 TELEX 14-196

# Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

Za proizvođače opreme koji žele da oglase svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja  
**GODISNJAK COLLIERY GUARDIAN-a**  
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

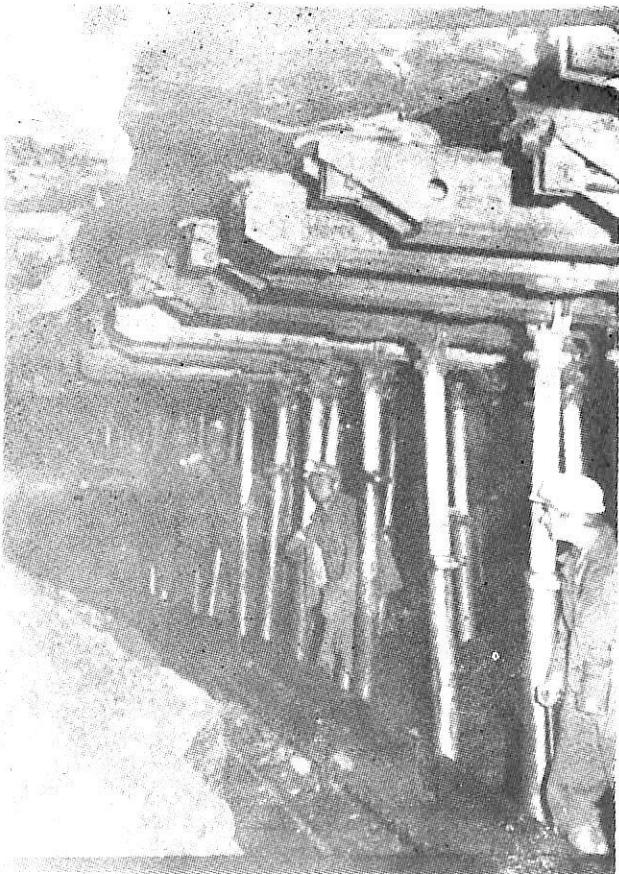
Za besplatan uzorni primerak i  
dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,  
COLLIERY GUARDIAN  
John Adam House  
17-19 John Adam Street,  
London W. C. 2.

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga

---

*Srednjobosanski rudnici*  *čemica*  
OOUR RUDNIK *Kakanj*



Proizvodi mrki ugalj za proizvodnju električne energije i široku potrošnju.

Dobijanje uglja vrši se na najsavremeniji način primenom hidraulične podgrade i kombajnom.

*Rudnik — Kakanj*

---

## UPUTSTVO ZA PRIPREMU ČLANAKA ZA ŠTAMPU

Shodno odluci Redakcionog odbora članak treba da bude iz oblasti primenjene nauke i savremenih dostignuća u rudarstvu.

Članak treba da bude kratak i jecgrovit, po mogućnosti do 16 stranica, kucanih s proredom (1 autorski tabak).

Svaki autor nosi punu odgovornost za originalnost članka. Članak koji je već bio objavljen (u celini ili izvodu) Redakcija neće primiti. Ukoliko autor iznosi rezultate rada neke institucije, obavezan je da pribavi njenu saglasnost za objavljivanje članka.

Strane nazine i imena autor treba da piše izvorno. Ukoliko tekst sadrži grčka slova (u formulama), autor treba da ih ponovi na margini i napiše njihov naziv (α — alfa). U tekstu, tablicama i crtežima treba izbegavati skraćenice.

Neobično je važno da se literatura dostavi potpuna, tj. prezime i ime autora, god. izdanja, naslov članka ili knjige u originalu (ukoliko se radi o članku treba napisati i naslov časopisa u kome je članak objavljen — u originalu), stranu na kojoj počinje članak, tom knjige ili časopisa i mesto izdanja. Literatura treba da bude sredena abecednim redom.

Članak na kraju treba da sadrži kratak rezime na srpskohrvatskom ili jednom od četiri strana jezika (engleskom, nemackom, francuskom ili ruskom), već prema želji autora. Ako autor smatra da ne može sam dati dobar prevod, Redakcija će prevesti srpskohrvatski tekst, a honorar za prevod odbiti od autorskog honorara.

Članak treba predati u dva primerka (original + kopija). Ako je članak neuredan, sa dosta ispravki, Redakcija će izvršiti prepisivanje a troškove snosi autor. Rukopis treba da ima marginu od 3 cm.

Autor je dužan da članak potpiše i dostavi tačnu adresu i broj žiro računa.

Priprema crteža. — Crteži i fotografije treba da se dostave u prilogu članka, nenalepljeni na kucane stranice. Dovoljno je da autor u tekstu označi mesto crteža. Crteži se rade tušem, na pausu ili finoj hartiji, po mogućnosti uvećlani tako da se posle smanjenja (što daje oštrinu slici) mogu uklopiti u format  $15 \times 20,5$  cm, odnosno  $7 \times n$  cm (n može da se kreće od 1 do 20,5 cm) Svaki crtež mora imati redni broj i objašnjenje.

Objašnjenje autor treba da dà posebno, a ne na samom crtežu, jer se objašnjenja štampaju i prevode na jezik, na kome je dat i rezime članka.

Ukoliko crteži nisu dobro tehnički pripremljeni za štampu, Redakcija će ih vratiti autoru na ispravku ili, po njegovoj želji, dati da se ponovo izrade. Troškove u tom slučaju snosi autor.

Svaki članak podleže stručnoj recenziji. Posle izvršene stručne recenzije i eventualnih ispravki autora, Redakcioni odbor odlučuje u kom broju časopisa će članak biti objavljen. Redakcija će o tom obavestiti autora.

Pri stampanju časopisa svaki autor dobija na uvid poslednju reviziju, koju je, zbog kontinuiranog posla u štampariji, obavezan da hitno pregleda i vrati Redakciji.

Autor dobija besplatno 20 separatova svog članka.

Svaki članak treba da sadrži i moto — dve do tri rečenice koje će izneti problematiku članka.

Redakcija

577.47

Bibliografski kartoni članaka štampanih u „Sigurnosti u rudnicima“ u toku 1974. godine.

(Kartoni, isečeni i sredeni po decimalnoj klasifikaciji — prema broju u levom uglu gore — upotpuniće Vašu kartoteku).

Salatić dr ing. Dušan: Ugroženost čovekove sredine i njena zaštita

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 66—69

Sa porastom industrijalizacije i urbanizacije sve više raste ugroženost čovekove sredine. Nauka i tehnika moraju da teže povećanju blagostanja svih ljudi, a da se pri tome ne ugrozi prirodnna sredina u kojoj čovek živi i od koje živi. Autor u članku iscrpno razrađuje ovu temu.

316.9 : 315.2 : 622

Tonković mr ing. Zdenko: Zemljospoj u rudničkoj kabelskoj mreži — opasnosti

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 30—35

U članku se izlažu oblici mogućih opasnosti u rudničkoj kabelskoj mreži: opasnost po ljude uslijed previških dodirnih naponi, mogućnost izbijanja iskre na mjestu kvara, te mogućnost zapaljenja eksplozivne smjese trajnim zagrijavanjem strujom pogreške na mjestu kvara. Naročita pažnja je obraćena pragu opasnosti od dodirnog napona, pa je izloženo više aktuelnih pogleda na tu temu.

613.16

Miljković mr ing. Miodrag: Zapažanja o uticaju temperature i vlažnosti vazduha na koncentraciju mineralne prašine u rudarskoj okolini i rudniku Bor.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 70—74

U predmetnom članku iznose se rezultati istraživanja zavisnosti koncentracije mineralne prašine u funkciji temperature i vlažnosti vazduha u rudniku Bor i njegovoj okolini.

572.5 : 629.1 — 4.001

Stojiljković dr Živko: Antropotehnika u konstrukciji motornih vozila

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 54—58

Prikazana su, najvećim delom, strana iskustva koja se odnose na značaj antropotehnike u okviru bezbednije konstrukcije motornih vozila, kao i analiza velikog broja statičkih i dinamičkih antropometrijskih i antropotehničkih parametara koji zadovoljavaju ergonomске zahteve u pogledu optimiranja sistema: »Čovek-motorno vozilo-radna sredina«.

614 : 622

Wanat doc. dr ing. Jozef: Uticaj svesti o opasnosti na smanjenje broja nesrećnih slučajeva na radu i usavršavanje ljudskog faktora u rudarstvu

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 48—55

U ovom članku autor raspravlja o uticaju svesti radnika o opasnosti na radu, o suštini ove svesti, o izvorima informacija o stanju opasnosti i njihovom prenošenju, a koji treba da budu osnovna preventiva nesrećnih slučajeva.

614.71 : 06/. 3

Vukanović dipl. hem. Branka: Internacionalni simpozijum o kontroli, merenju i propisima emisionih zagađivača, Ženeva, 1973. god.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 107—108

Dat je prikaz ovog internacionalnog simpozijuma sa nazivima tema po kojima su održani referati. Azotni oksidi su ocenjeni kao najveći zagadivači koji se ujedno i najteže otklanjaju.

621.391 : 531.78

Knežević prof. Bogić: Naučna povezanost kibernetike i ergonomije u sistemu radne prevencije

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 88—91

Značaj teme obradene u ovom članku najbolje je izrazio Eliot Hačison rečima: »Kibernetičari su izazov skepticima koji svojim nemarom dovode u iskušenje druge ljude da svoj život uzalud utroše.«

614.8 : 622+55+669

Jovanović prof. dr ing. Gvozden: Problemi sigurnosti i zaštite na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji SFRJ i zadaci Jugoslovenskog komiteta za sigurnost i zaštitu na radu

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 5—9

Iznesen je uvodni referat prof. dr ing. Gvozdena Jovanovića, predsednika Inicijativnog odbora za osnivanje Jugoslovenskog komiteta za sigurnost i zaštitu na radu, održan na Osnivačkoj skupštini Komiteta, u kome su izloženi problemi sigurnosti i zaštite na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji i objašnjeni ciljevi i zadaci Komiteta.

622.235.3

Ivanetić dipl. ing. Jurij: Nesreće pri radu sa eksplozivom u SR Sloveniji u 1972., 1973. i 1974. godini posledica su nepoštovanja osnovnih principa sigurnosti rada pri skladištenju i rukovanju sa njim

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 77—87

Miner može pogrešiti samo jednom. Pri rukovanju eksplozivom ne vrijedi pravilo učenja na greškama. Na greškama nastradalih žrtava pri radu sa eksplozivom mogu se učiti samo preživjeli.

614.843

Koludrović dipl. fiz. hem. Ratimir: Prva iskustva na vježbama sa Light Water-om

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1974), str. 71—75

U članku se iznose rezultati proveravanja osobina »Light Water«-a kao novog sredstva za gašenje požara u industrijskoj primeni.

622.235.3

Lasica mr. ing. Mihailo: Otklanjanje opasnosti od vazdušnih udara kod eksploracije žičnih magnezita

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1974), str. 65—69

U članku se obrađuje problematika sprečavanja udarnih talasa vazduha u otkopanim jāmskim prostorijama kod otkopavanja žičnih magnezita, povezano sa izborom i primenom postojećih metoda otkopavanja.

622.235.3

Veselinović dr. ing. Vesimir: Aktiviranje minskih serija pod uticajem atmosferskog električnog pražnjenja pri izvođenju mineralnih radova na površini, u podzemnim radovima i pod vodom

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 19—42

Autor u članku obrađuje opasnosti od atmosferskog električnog pražnjenja i uzroke prdora disperzionih-lutajućih struja u električnu mrežu minskog polja, kao i značaj primene, u cilju zaštite, posebnih tipova električnih detonatora u područjima sa učestalom i opasnim pojavama atmosferskog elektriciteta.

622.411.5

Golubović dipl. ing. Dragoslav: Opšti kriterijumi kod određivanja srednjih koncentracija prašine

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 49—53

Veliki broj uticajnih faktora deluje na nestabilnost prašine po profilu jamske prostorije, što utiče na tačnost merenja koncentracije koja se u tački merenja menja u funkciji vremena.

622.33—52

Macinkiewicz mr. ing. Andrzej: Kompleksna metodologija elektronskog pretvaranja informacija za potrebe upravljanja u automatizovanom rudniku uglja

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 43—65

Iznesene su osnovne i najvažnije podloge za kibernetiski model rudnika uglja uzimajući u obzir specifične uslove i mogućnosti uvođenja automatizacije u rudarsku tehnologiju.

622.411.5

Ivanović dipl. ing. Marija: Određivanje slobodnog kristalnog silicijum-dioksiда u udvišljivoj lebdećoj rudničkoj prašini sa posebnim osvrtom na fazno-kontrastni postupak

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 75—81

U članku su prikazane postojeće metode koje se danas upotrebljavaju za analizu rudničke lebdeće prašine. O svakoj metodi su dati kratak opis, prednosti i nedostaci. Ukratko je opisan način uzimanja uzoraka potrebnih za analizu i mogućnosti dobijanja takvih uzoraka.

622.35 : 614.8

Abramović prof. ing. V. — Krsnik dipl. ing. Josip: Poboljšanje sigurnosti rada na kamenolomima dolomita projektiranjem minira nja s usmjerenim dubokim minskim buštinama

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 37—43

Prikazano je rešenje sanacije kamenoloma u vrlo teškim tektonskim uslovima zbog kojih je, kao i zbog nepravilno primjenjene tehnologije dobivanja radi ekstenzivne proizvodnje kamena, došlo do takve opasnosti koja je dovela u pitanje sigurnost ljudi i ekonomiku poslovanja kamenoloma.

622.411.5

Nikolić dr. mr. ing. Živojin: Karakter zaprašivanja vazduha u jamskim prostorijama tipa hodnika

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 24—30

U članku koji predstavlja prvo poglavje autorove disertacije, iznete su karakteristike rasprostiranja polidisperznog aerosola u jamskim hodnicima, a koje uslovjavaju i odgovarajući izbor metode i metodologije uzorkovanja aerosola u cilju utvrđivanja koncentracije dispersene faze u disperznoj sredini, kao i izbor odgovarajućih mera zaštite u borbi protiv jamske prašine, a ti problemi su bili obradeni od strane autora i objavljeni u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 2/74.

622.411.5

Stajević dipl. ing. Dušan — Šreder dipl. ing. Branislav: Tačnost merenja koncentracije lebdećih prašina u radnoj okolini

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1974), str. 59—64

Autor ističe, da ako se želi efikasna zaštita ljudi od štetnog dejstva lebdeće prašine na radnim mestima, prvo se mora obezbediti što je moguće više podataka o prašini u vazduhu, te u tu svrhu vazduh uzorkovati, prašinu izmeriti i analizirati. Tačnost merenja koncentracija prašine izuzetno je važna i sagledava se kroz što manju razliku koncentracije i veličine čestica u početnom aerosolu i uzetoj probi.

622.412.2

Nikolić mr. ing. Živojin: Neki kriterijumi u izboru odgovarajućih metoda uzorkovanja zaprašenog vazduha u rudnicima obojenih metala

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 67—76

Za uzorkovanje mineralne prašine u uslovima borske jame, u ovom radu je, na osnovu posebno izabranih kriterijuma, obrađen pristup u izboru parametara gravimetrijske metode uzorkovanja, s aspekta utvrđivanja opšte zaprašenosti jamskog vazduha.

622.411.5

Vučetić dipl. ing. Vukota — Golubović dipl. ing. Dragoslav — Šreder dipl. ing. Branislav — Mihalđić dipl. ing. Nenad: Analiza zaprašenosti radnih okolina u jami »Kišnica« kod prirodnog i mehaničkog provetrvanja

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1974), str. 41—47

Višegodišnje praćenje pokaazatelja koji karakterišu radne okoline jame, omogućilo je uporednu analizu stanja zaprašenosti pri njenoj prirodnom i mehaničkom načinu provetrvanja.

622.413

Martinović dipl. ing. Vido: Kvantitativna analiza jamskog vazduha pomoću analitičke interfverometrije

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 78—83

U članku su objašnjene prednosti laboratorijske metode gasne interfometrije pri određivanju učešća pojedinih gasova u jamskom vazduhu pa i u vodi, a posebno praktični problemi na koje se nailazi prilikom rada sa laboratorijskim interfervometrom.

622.411.5:66.047

Golubović dipl. ing. Dragoslav — Mihalđić dipl. ing. Nenad — Vučetić dipl. ing. Vukota: Zaprašenost radne sredine u procesu sušenja uglja

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1974), str. 48—58

U procesu sušenja uglja dolazi do velikog izdvajanja prašine čije koncentracije štetno deluju na zaposlene radnike. Utvrđivanje stepena opasnosti i zona ugroženosti radnika od previsokih koncentracija prašine, predstavlja složen, ali istovremeno i veoma značajan zadatak kod izbora tehničko-organizacionih mera zaštite.

622.421.46

Jovanović prof. dr. ing. Gvozden: Problemi ventilacije u rudnicima

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 10—14

Simpozijum o ventilaciji u rudnicima, održan 16. i 17. maja 1973. godine u Zenici, otvorio je prof. Jovanović uvodnim izlaganjem o problemima ventilacije u rudnicima, koje se u celosti objavljuje u ovom napisu.

622.42/46:622.411.5

Ivanović dipl. ing. Vladimir: O značaju ventilacije u kompleksnoj zatšiti od prašne u rudnicima

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 59—66

Ventilacija radilišta ima odlučujući uticaj u borbi za suzbijanje zaprašenosti, ali se ona mora posmatrati kao deo kompleksne zaštite u rudnicima sa opasnom prašinom.

622.6:621—59:614

Jović dipl. ing. Mihailo: Kočenje transportnih i izvoznih postrojenja u rudnicima

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 73—78

Bezbednost u rudnicama u velikoj meri zavisi od efikasnog, sigurnog i preciznog kočenja transportnih i izvoznih postrojenja, bilo pri prevozu rude i drugog materijala ili ljudi. Otkazivanje kočnica pri ma kakvom prevozu predstavlja veliku opasnost za ljudstvo i može da izazove znatne materijalne gubitke.

622.43/46:06/3

Trampuž prof. ing. Ivo: I jugoslovenski simpozijum o ventilaciji u rудarstvu

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 108—109

Uz prethodno datu informaciju o Osnivačkoj skupštini Jugoslovenskog komiteta za sigurnost i zaštitu na radu u rудarstvu, geologiji i metalurgiji, prikaz iznosi najvažnije podatke o ovom Simpoziju, koji je održan nakon Osnivačke skupštine. U prikazu su navedena imena autora sa nazivima tema koje su njihovi referati obrađivali.

622.7:061.3

Pejičinović dipl. ing. Jovan: XV međunarodna konferencija naučno-istraživačkih instituta za sigurnost rada u ruderstvu — Karlove Vare, 1973. god.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 105—107

Prikaz daje važnije podatke o Konferenciji, kao i nazive uvodnih referata i koreferata po oblastima: jamska ventilacija, eksplozija metana i ugljene prašine, štetni jamski gasovi, jamski požari, merna tehnika za kontrolu sigurnosti rada u ruderstvu, sigurnosna oprema u ruderstvu, sigurnost minerskih radova u rudnicima i transport i mašinska oprema.

622.44:001.2

Vujec dr ing. Slavko: Proračun utjecaja havarija na stabilnost protoka zraka u vjetrenim mrežama rudnika

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 14—18

U članku se govori kako je posle havarije u rudniku moguće u najkraćem roku utvrditi novi režim provetrvanja i na osnovu toga preduzeti preventivne sigurnosne mjeru. Za to je potrebno poznavanje savremenih naučnih dostignuća iz oblasti ventilacije i primena elektronskih mašina.

622.7:061.3

Salatić dr ing. Dušan: III jugoslovenski simpozijum za pripremu mineralnih sirovina, Skoplje, 1973. god.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 104—105

U prikazu su izneti osnovni podaci o ovom Simpoziju, kao i nazivi važnijih referata koji su na njemu održani sa kratkom sadržinom koju su obrađivali.

622.81

Zagoričnik dipl. ing. Štefan: Nevarnost plinskih izbruhov v rudniku lignita Velenje

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 15—23

Prilikom izrade hodnika u rudniku Velenje, ugalj i gas izbijaju uz tektonске poremećaje. Sa porastom dubine rudarskih radova opasnost postaje veća, ali je relativno mala u poređenju sa ostalim jamama u svetu. Aktivna metoda za suzbijanje ove opasnosti je predvrtavanje, a prikazane su i ostale zaštitne mere.

622.817.2 : 622.271

Ahel dipl. ing. Ivan — Urošević dipl. ing. Dragan: Analiza mogućnosti smanjenja koncentracija prašine na putevima površinskih otkopa

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 5—24

Clanak obrađuje rezultate istraživanja Rudarskog instituta, Beograd i drugih institucija u svetu, koje se bave ovom tematikom, sa posebnim osvrtom na rezultate eksperimentalnih radova na putevima površinskog otkopa RB Majdanpek.

622.81:536.468

Dimitrijević dr mr ing. Dimitrije: Samozapaljivost ugljene materije u funkciji koeficijenta drobljivosti strukturoloških elemenata »banovičkog uglja«

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 43—48

U članku se iznose rezultati posmatranja samozapaljivosti ugljene materije u funkciji drobljivosti prisutnih petroloških elemenata, koje je dovelo do dobijanja kompleksnih parametara koji su identificirali mesta u okviru ugljenog sloja koja se odlikuju labilnošću u pogledu mogućnosti samozapaljenja.

622.82:552+549

Dimitrijević dr mr ing. Dimitrije: Uticaj petrološkog i mineraloškog sastava uglja na sastav jamske ugljene prašine rudnika »Đurđevik«

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 37—42

Izvršena ispitivanja čiji su rezultati prikazani u ovom radu, ukazuju na nesumnjivu funkcionalnu vezu između petrološkog sastava ugljene materije, kolичine pirita i koeficijenta drobljivosti pojedinih mikrolitotipova. Od njihovih odnosa zavisi i njihovo prisustvo u jamskoj prašini, a samim tim i u vazduhu u jamskim prostorijama.

622.817.2

Ivanović dipl. ing. Vladimir: Značaj postupka orušavanja za smanjenje zaprašenosti u rudnicima metala

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 30—36

Suština kompleksne zaštite od prašine sastoji se u smanjenju koncentracije agresivne lebdeće prašine u radnoj okolini. Ranije je konstatovano da je u metalnim rudnicima mogućnost primene ventilacionog postupka ograničena, pa je primena kompleksne zaštite neophodna. U takvoj situaciji se postupci za smanjenje kolичine lebdeće prašine u radnoj okolini pojavljuju kao bitan element u kompleksnoj zaštiti.

622.82 : 66.094.3

Dimitrijević dr mr ing. Dimitrije: Apsorpcione mogućnosti kiseonika ugljene materije u jamskim prostorijama i površinskim deponima mostarskog uglja, posmatrane u funkciji strukturoloških karakteristika

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1974), str. 22—35

Autor u članku, pored ležišnih prilika i petroloških osobina ispitivanog uglja mostarskog ugljenog basena, daje i podatke o apsorpcionoj moći i konstanti brzine apsorpcije mostarskog uglja, o uticaju petrološko-strukturalnog sastava na apsorpcionu moć uglja i u zaključku ističe da su rezultati dobijeni ovim ispitivanjima u mnogome doprineli utvrđivanju naučne metodologije ispitivanja ugljene materije u cilju ustanavljanja njenih apsorpcionih mogućnosti.

622.82 : 66.094.3

628.5 : 614

Dimitrijević dr mr ing. Dimitrije: Mogućnosti apsorpcije kiseonika ugađa rudnička »Đurđevik« u funkciji petrološkog sastava

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 5—13

U članku se, pored ostalog, iznosi da je primena metode određivanja apsorpcionih svojstava pojedinih petroloških mikrolitotipova, omogućila da se sagleda mehanizam oksidacije, počev od inkubacionog perioda kada se vrši upijanje kiseonika, pa sve do samozapaljenja ugljene materije, odnosno da se prati inkubacioni proces u kvantitativnim i kvalitativnim pokazateljima. Ovom naučnom metodologijom omogućeno je da se utvrde izuzetno važni parametri za tehnologiju otkopavanja ugljene materije i ventilaciju rudnika.

Stojiljković prof. dr Živko: Preventivni aspekt stanja stresa i straina u optimiranju sistema »čovek-mašina-radna sredina«

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1974), str. 56—67

Nakon detaljnog objašnjenja pojmova streša i straina, autor razrađuje antropotekniku, aerozagadenja, buku i vibracije, klimatske faktore, dejstvo topote i hladnoće, zamora i naročito prevencije koja treba da spreči ili ublaži njihovo nepovoljno dejstvo na psihofiziološko stanje radnika a time i pojave stresa i straina.

624.002 : 614.82

628.515 »TARA«

Pejčinović dipl. ing. Jovan: Proračun i konstrukcija zaštitnih brana pri produbljivanju okana na primeru izvoznog okna u jami »Ajvalija« — Priština

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1974), str. 5—21

U članku su opisani postupci za proračun i konstrukciju zaštitnih brana pri produbljivanju okana sa praktičnim primerom pri produbljivanju izvoznog okna od VI do IX horizonta u jami Ajvalija rudnika »Kilšnica« i »Novo Brdo« — Priština, sa korišćenjem dela postojećeg okna za izvoz sa VI horizonta za vreme produbljenja okna.

Tomašić dr ing. Stjepan: Zaštita reke Tare od zagadivanja otpadnim vodama rudnika Brskovo

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 25—29

Autor u članku iznosi rezultate istraživanja obavljenih u Rudarskom institutu — Beograd sa ciljem da se obezbedi tehnološki proces flotiranja rude iz rudnika »Brskovo« uz pomoć flotacijskih reagenasa koji ne sadrže fenole i bez cijanida — znači bez materija štetnih za bilo koji sistem eko-sredine.

624.131.537 : 622.271

628.517 : 622

Begić dipl. ing. Jozo: Analize stabilnosti površinskog kopa »Redak II«, rudnik Ljubija, za uslove povećanog završnog ugla eksploracije

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 82—97

Autor je u ovom članku izložio elemente na bazi kojih je izvršen proračun stabilnosti kopa i određeni faktori sigurnosti. Prezentirani su: geološka slika ležišta, način uzimanja uzorka, osvrt na rezultate ispitivanja, analiza stabilnosti završnih kosina, kao i pravci daljih izučavanja.

Feršek dipl. ing. Mladen — Kauzarić dipl. ing. Kazimir: Prilog proučavanju štetnih uticaja vibracija u rudarstvu (II dio)

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1974), str. 43—48

U nastavku ovog članka, čiji je I deo objavljen u broju 2 (1974) ovog časopisa, daju se rezultati merenja fizičkih parametara vibracija kod bušačeg čekića RK-21, kao i odraz štetnih vibracija na zdravlje radnika koji rukuju ovim čekićem.

Kauzlaric dipl. ing. Kazimir — Forsek dipl. ing. Mladen: Prilog proučavanju štetnih uticaja vibracija u rudarstvu

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1974), str. 36—40

U ovom članku prikazane su pojave i uzorci vibracija ručnog alata, i data je analiza štetnog uticaja vibracija na organizam zaposlenih rudara u zavisnosti od fizikalnih parametara vibracija.

Ružanović dipl. ing. Spasoje: Sigurnost teških vozila primenjenih na površinskom otkopu Majdanpeka

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1974), str. 98—103

Cilj članka je da na ovom iskustva na površinskom otkopu Rudnika bakra Majdanpek prikaže uticaj održavanja teških vozila na sigurnost u eksploataciji rude i ukaze na glavne probleme koji su se u tom periodu javljali, a time podstakne dalje rešavanje i povećavanje sigurnosti ljudi i vozila na površinskim otkopima.

