



SIGURNOST U RUDNICIMA

IV·1969·4

IV GODIŠTE
4. BROJ
1969. GOD.

SIGURNOST U RUDNICIMA

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

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

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

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 Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

ČLANOVI REDAKCIJSKOG ODBORA

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

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

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

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

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

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

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

JOVANOVIĆ dr ing. GVOZDEN, Rudarski institut, Beograd

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

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

KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana

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

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

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

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

PETROVIĆ dipl. ing. VERA, Rudarski institut, Beograd

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

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

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

S A D R Ž A J

DIPL. ING. NENAD MARINOVIĆ

<i>Automatizacija odbrane rudnika sa podzemnom eksploatacijom</i> — — — — —	5
<i>Automation of defence in underground mines</i> — — — — —	15

PROF. ING. IVO TRAMPUŽ

<i>Štetnosti i zaštita od vibracija u rudarstvu</i> — — — — —	15
<i>Die Vibrationsbeschädigungen im Bergbau</i> — — — — —	23

DR ING. LIBOR SUCHAN

<i>Problemi klimatizacije i fiziologije rada u dubokim jamama</i> — — — — —	23
<i>Probleme der Klimatisierung und Physiologie der Arbeit in tiefen Gruben</i>	30

DR ING. PETAR JOVANOVIĆ

<i>Određivanje racionalne veličine profila poprečnog preseka podzemnih horizontalnih prostorija kod nekih složenih oblika</i> — — — — —	31
<i>Determination of the rational size of cross-section profile of underground horizontal rooms for some complex patterns</i> — — — — —	42

DIPL. ING. MATIJA CEROVAC

<i>Predlog uvođenja efikasnijeg načina evidentiranja telesnih povreda i nesreća pri rudarskim radovima te profesionalnih oboljenja</i> — — — — —	43
<i>Vorschlag zur Einführung einer wirksamer Evidenz der Betriebsunfälle und Berufserkrankungen bei den Arbeiten im Bergbau</i> — — — — —	55

DIPL. ING. BOŽIDAR SIMONOVIĆ

<i>Zaštita pri podzemnom radu u Borskoj jami</i> — — — — —	56
<i>Safety at underground work in Bor pit</i> — — — — —	75
<i>Kongresi i savetovanja</i> — — — — —	76
<i>Bibliografija</i> — — — — —	76

Automatizacija odbrane rudnika sa podzemnom eksploatacijom

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Nenad Marinović

Uvod

Savremeno mehanizirano dobivanje rudne supstance postavlja mnogo oštrije zahtjeve na odbranu od udesa nego što je bio slučaj, kad se tehnologija rudarenja bazirala isključivo na ljudskom radu. Uporedo sa razvojem sredstava za eksploataciju razvijala su se i sredstva odbrane tako da nam danas stoji na raspolaganju cijeli niz sistema, sredstava, instrumenata kojima se može povjeriti i odbrana od udesa, bilo da se radi o požaru, eksploziji ili nekoj drugoj havariji u podzemnim prostorima.

U cilju realizacije jedne efikasne odbrane često je korisnije provesti preventivnu odbranu u predskazivanju neke štetne pojave koja direktno ili indirektno može prerasti u nezgodu.

U tu svrhu nam služe razni mjerni sistemi i signalni uređaji koji nas upozoravaju na abnormalnost pojedinih pojava i omogućavaju sprečavanje veće nezgode ili nesreće.

Ako je došlo do nekog udesa bez obzira na njegov učinak od neobične je važnosti brzo upoznati stvarno stanje stvari, odnosno čim prije doći do pouzdanih informacija u koju svrhu moramo imati na raspolaganju pouzdane uređaje za signalizaciju, lokaciju udesa i dojavu činjeničnog stanja.

Samo ako nam je tačno poznata situacija, možemo organizirati efikasnu odbranu, ako smo unaprijed pripremljeni za brzo donošenje odluka. Međutim, veoma je teško biti siguran da je doneta odluka upravo i optimalna, pogotovo ako odluku treba donijeti brzo, bez obzira na ovlaštenja. Upravo u ovom posljednjem može presudnu ulogu odigrati automatizacija mjera odbrane, tako da ne ovise o ničijoj odluci, raspoloženju, hrabrosti, odlučnosti i spremnosti. Štab stručnjaka može unaprijed solidno prostudirati sve mogućnosti i posljedice, a automatizirani sistem će stupiti u dejstvo upravo prema unaprijed pripremlje-

nom planu odbrane, kojemu, u slučaju automatizacije, stoji na raspolaganju neograničen broj kombinacija.

Za ovakvo prilaženje odbrani rudnika od udesa potrebno je svakako provesti određene pripreme i prilagođenja rudarske tehnologije, posebno sistema ventilacije, kako bi sistem ispunio svoju svrhu.

Sistemi dojave i signalizacije

Uzroke havarije možemo podijeliti na izazvane nepredviđenim poremećajima u ambijentu i izazvane ulaskom tehnike u rudnik. Svakako, da svaki od ovih uzroka ima nepoželjne posljedice kako u pogledu sigurnosti ljudi, koji su zaposleni u rudniku, tako i u pogledu smetnji u normalnom radnom ciklusu.

Poremećaji u okolnom ambijentu, kao provala vode, plina, zarušenja i dr., više-manje su van dometa naših mogućnosti sigurnog predskazivanja njihove pojave, a obično su onda opasni kada dolaze iznenada s velikom žestinom.

Ako se pojedini poremećaj odvija brzinom koja je veća od normalne, ali nema karakter suviše naglog udara, na današnjem stupnju tehnike moguće je mjerenjem ustanoviti nadolazak pojave, odnosno unaprijed registrirati pojavu poremećenja i poduzeti potrebne predradnje, kako bi se poremećaj uklonio ili bar ublažio. Svakako da o brzini nadolaska pojave zavisi i potrebna brzina reagiranja, tj. poduzimanje potrebnih mjera, a ta brzina ponekad prelazi mogućnosti i brzinu reagiranja čovjeka, odnosno njegove mogućnosti donošenja svih potrebnih odluka koje će osigurati najbolje efekte u datoj situaciji.

Današnje stanje tehnike omogućava mjerenje manje-više svih fizikalnih pojava i to na zavidnoj visini u pogledu točnosti i sigurnosti, bilo da se mjerenje vrši direktno, bilo pretvorbom jedne fizikalne veličine u drugu, s tim da se mjeriti može na licu mjesta, odnosno da

se mjerenje može vršiti putem prijenosnih sistema s udaljenosti nekoliko desetina kilometara.

Današnja tehnika poznaje metode mjerenja svih važnijih fizikalnih pojava i veličina; prijenos rezultata mjerenja nije problem (ni tehnički ni ekonomski). Rezultati se mogu obrađivati brže i cjelishodnije pomoću elektronskih uređaja nego li da ih obrađuje sam čovjek, a dojavni uređaji su na zavidnom stupnju razvoja. Tako dolazimo do zaključka, da je za siguran rad (u slučaju havarije) u rudniku odlučan faktor naša umješnost kako vršiti kontrolu uzroka opasnosti, kako rezultate mjerenja obraditi i pretvoriti ih u izvršne radnje u smislu uklanjanja opasnosti, i signalizacije, odnosno donošenja pravilnih mjera u smislu zaštite ljudi, i ako je potrebno spašavati ljude i opremu. U tom smislu razrađeni su sistemi protuhavarijske odbrane koji baziraju svoj rad na poluvodičkoj tehnici (logički sklopovi pomoću tranzistora i dioda), a koji u svom radu isključuju čovjeka, kao onog, koji u datom momentu mora dati podatak i uputu što da se radi. Kao nadopuna ovakovih sistema služi sistem dovođenja podataka mjerenja najvažnijih fizikalnih veličina na jedno mjesto, kako bi se u svakom trenutku znalo što se u jami događa, odnosno poduzeti potrebne mjere da se spriječe neželjene posljedice zadate poremećajem.

Skupljeni podaci putem mjerenja i kontrole mogu se koristiti pojedinačno na licu mjesta ili prenositi na jedno centralno mjesto, gdje se na dispečerskom pultu može kontrolirati stanje cijele jame, obraditi podatke, izvršiti potrebne radnje, ručno ili automatski, već prema tome na kojem se stupnju nalazi protuhavarijska zaštita. Podaci, koji se ne prenose na dispečerski pult, obično su vezani za pojedini uređaj (za kontrolu njegovog stanja), ili kontroliraju stanje u pojedinom dijelu jame. Važnost opsežnog mjerenja u svim dijelovima jame, dolazi do izražaja onda, ako se mjerenjem obuhvati cijela jama, a podaci usredotoče na jedno mjesto, jer se tako može dobiti slika o stanju jame u svim prilikama.

U svrhu prijenosa podataka danas stoje na raspolaganju tri sistema prijenosa podataka i to:

— sistem mreže vodova, u kojem se za prijenos svakog podatka koristi po jedan par vodova i to od mjernog mjesta do centralnog mjesta;

— vremenski multipleks sistem, u kojem se podaci dovode s mjernog mjesta na centralno mjesto u jami, a koje je s dvije žile povezano s centralnim mjestom izvan jame i svi podaci se prenose samo pomoću te dvije žile. Na oba mjesta se nalazi »vremenska sklopka«, koja se istovremeno pomiče na oba mjesta i

time spaja pojedino mjerno mjesto s odgovarajućim instrumentom ili signalnom sijalicom na centralnom mjestu. U ovom se slučaju podaci prenose diskontinuirano;

— treći sistem je frekventni multipleks sistem, kojim se prenose svi podaci istovremeno i kontinuirano preko dvije žile, s tim da se za svaki podatak koristi druga frekvencija s odgovarajućim modulatorom na prednjoj strani s filtrom na prijemnoj strani.

Direktni prijenos pomoću dvije žice od jednog mjesta do centralnog mjesta (dispečerskog pulta) ima dva nedostatka o kojima treba voditi računa, a to su velika cijena kabla i mali domet ovakovog sistema.

Prijenos podataka pomoću vremenskog multipleks sistema traži neobično precizan sistem sinhronizacije između predajnog i prijemnog mjesta, kao i sistem neprekidnog ispitivanja sinhronizma te eventualnog koregiranja. Nadalje, budući da to nije kontinuirani prijenos, treba svaki kanal malo vremenski zategnuti, tj. da se izmjerena vrijednost zadrži do ponovnog spajanja pripadnog mjesta s prijemnim sistemom, odnosno ako se želi da to vrijeme bude što manje, moraju se sinhronne vremenske sklopke izvesti bez pomičnih dijelova, dakle na bazi poluvodičkih elemenata (tranzistora). Prema raspoloživim podacima ovakav sistem se isplati koristiti tek kod prijenosa 100—1000 podataka, što je čak i kod vrlo modernih rudnika velik broj, koji bi se prenosio na dispečerski pult.

Frekventni multipleks sistem, kojim se podaci prenose kontinuirano i samo preko dvije žile pruža možda najpogodnije rješenje za prijenos podataka u rudarstvu (iz jame na dispečerski pult i obratno). Princip sistema se sastoji u tome, da se pomoću mjerene električne veličine modulira generator frekvencije, koji je za svaku mjerenu veličinu drugi i s drugom frekvencijom. Svi podaci (odnosno frekvencije) dovode se paralelno na jednu paricu, recimo postojećeg telefonskog kabla, i pomoću te parice dovode se na prijemno mjesto.

Na prijemnoj strani nalaze se tonfrekventni filtri s vrlo strmim bokovima, a svaki je podešen na drugu frekvenciju, tako da se na taj način iz cijele skupine frekvencija izdvaja samo ona karakteristična za pojedini kanal.

Sistem ima obično 24 kanala (dakle mogu se primjeniti 24 podatka). Ovakvim sistemom mogu se prenositi komande: uključiti — isključiti, mjerenje neke električne veličine ili ako se koristi pretvarač i neelektrične veličine.

Sistem sadrži u sebi i daljinsko napajanje, koje se sastoji u tome, da se izvor napajanja postavi izvan jame, uz dispečerski pult, a putem iste parice, kojom se prenose podaci, šalje se energija za napajanje uređaja u jami. Dakle, ubacivanjem napajanja ne povećava se

broj žila potrebnih za prijenos. Kolika je to prednost može se zaključiti, ako se uzme u obzir činjenica, da bi kod lokalnog napajanja bilo potrebno da je za svako mjernu ili upravljačko mjesto izvor riješen u odgovarajućoj zaštiti. Osim navedenog, od posebne je važnosti napajanje uređaja iz vana, da se kod isključene električne energije u jami, može provoditi mjerenje na primjer metana, provoditi bilo kakvo daljinsko upravljanje i sl.

Osnovni nedostatak svih ovih sistema je potreba sigurne jamske saobraćajnice za polaganje glavnih komunikacionih kabela. Naime, ne može se isključiti mogućnost havarije saobraćajnice u kojoj je položen glavni kabel za prenos informacija što može u presudnom trenutku onesposobiti sistem prenosa informacija ili upravljanja.

Primjena dvostrukog napajanja ili prenosa vijesti komplicira izvedbu i nije prilagodljiv za dinamiku razvoja jamskih saobraćajnica.

Automatska protupožarna zaštita

Osnovni uvjeti za automatizaciju

Pokazalo se da su posljedice mnogih udesa u rudnicima mogle biti bitno manje da su u trenutku nesreće bile poduzete odgovarajuće mjere. Činjenica je da svaka nesreća zahtjeva čitav niz brzih odluka i rješenja, koje ako nisu prije predviđene teško da mogu biti donete u trenucima potpunog kaosa koji vlada u momentu nesreće. Često, odluke zatečenog osoblja mogu biti pogrešne, što povlači za sobom čitav niz kobnih posljedica. Zbog toga svaka jama u eksploataciji, rekonstrukciji ili izgradnji mora imati razrađen plan odbrane i spasavanja za slučaj havarije.

U planu odbrane mora biti obuhvaćeno slijedeće:

- mjere koje treba poduzeti u cilju spasavanja ljudi, koji se u momentu opasnosti nalaze u jami,
- mjere koje treba poduzeti u cilju što brže likvidacije udesa, po mogućnosti u njegovoj početnoj fazi,
- dužnosti rukovodećeg tehničkog osoblja i radnika pri nastanku udesa,
- djelovanje spasilačkih ekipa.

Pri razradi plana odbrane za čitavu jamu treba imati na umu da svaki požar ili eksplozija imaju svoju karakteristiku koje moraju biti uzete u obzir kod pravilne organizacije radova za spasavanje ljudi i likvidacije požara.

Osim toga, mjere koje treba poduzeti u momentu nesreće ovise o mjestu nastanka požara ili eksplozije. Dobar plan odbrane mora biti razrađen za sve moguće karakteristične sluča-

jeve nastanka udesa. To dovodi na logičan zaključak da čitava jama mora sa stanovišta odbrane biti podijeljena na sekcije. Pod jednom sekcijom podrazumjevat će se onaj dio jame koji podliježe istom planu odbrane.

Drugim riječima, sekcija je dio rudnika u kojem, bez obzira u kojem dijelu jame je došlo do nesreće, unutar jedne sekcije su mjere odbrane uvijek strogo unapred definirane i jednake u cijeloj sekciji.

U planu odbrane za svaku sekciju moraju biti propisani zahvati koje je potrebno provesti na sistemu vjetrenja koji će omogućiti najsigurniji i najlakši način povlačenja ljudi. Planom odbrane za pojavu požara ili eksplozije u svakoj od sekcija mora biti određen operativni plan prvog reda koji se kasnije može korigovati zavisno o razvoju situacije.

Takav plan treba predvidjeti slijedeće osnovne probleme:

- način spasavanja ljudi
- stabilizaciju željenog pravca vjetrenih struja u cijeloj jami i u požarnom polju
- način likvidacije požara
- osiguranje dostave neophodnih materijala i pribora
- organizaciju jamske i površinske spasilačke baze i liječničke službe
- kontrolu stanja zraka u požarnom polju i u jami kao cjelini
- osiguranje normalnog i sigurnog rada u poljima izvan zone požarne opasnosti.

U pogledu spasavanja ljudi najvažnije su prve dvije tačke; u tom pogledu nameće se slijedeće:

- koje puteve za povlačenje treba odrediti za ljude iz ugroženih mjesta i izvlačenje na površinu, za svaku od ovih predviđenih pozicija,
- način obavještanja ugroženih ljudi,
- određivanje odgovornih osoba za povlačenje ljudi sa opasnih mjesta,
- određivanje varijanti vjetrenja jame za vrijeme požara.

Sva nastojanja da se ovi složeni zahtjevi protivpožarne zaštite, definirani planom odbrane, provedu u momentu nesreće brzo i efikasno, na klasičan način u kojem je čovjek bio isključivi organ za prijem i obradu podataka, kao i donošenje zaključaka, nisu imali naročito uspjeha ni rezultata, što se pokazalo kod nastalih udesa kod nas, a i u svijetu.

Naime, treba imati na umu da ljudi u tim trenucima gube prisutnost duha i da pri tom mogu napraviti krupne greške. Zato je logičan zaključak, da bi samo automatizacija tj. električni prijem i obrada informacija, te dono-

šenje zaključaka mogle dati bitno bolje rješenje protivpožarne zaštite, iz slijedećih razloga:

- eliminirana je nakon udesa neodlučnost, koja u takvim slučajevima redovno nastupa ili je svedena na minimum isključenjem čovjeka iz procesa donošenja odluka,
- automatski se i momentalno u čitavoj jami može uspostaviti unaprijed određeni režim povlačenja ljudi pomoću zvučnih ili svjetlosnih signala, kao i režim ventilacije unaprijed određen prema lokalizaciji havarije,
- logički sklop u slučaju automatskog sistema protivpožarne zaštite prima podatke, vrši obradu podataka i donosi zaključke po unaprijed određenim programima upisanim u njegovu memoriju. Broj i sadržaj programa jasno ovisi o broju prije spomenutih protivpožarnih sekcija na koje je jama podjeljena.

Definiranje programa zahtjeva detaljnu razradu svakog mogućeg slučaja havarije. To zahtjeva vrlo rigorozan studij postavljanja protupožarnih vrata, način njihovog djelovanja, zatim studij stabilizacije vjetrovih puteva i što je najvažnije za uspješno provođenje plana odbrane zahtjeva sistem ventilacije sa ispravno izgrađenim vjetrovnim odjeljenjima bez dijagonalnih međusobnih veza. Pored toga automatizacija zahtjeva od tehničkog rukovodstva da svaku promjenu tehnološkog procesa koji je vezan sa sistemom vjetrenja detaljno proučava i uklopi u postavljene sistem. Osim toga, uvođenje automatizacije bitno pojednostavljuje obuku i organizaciju ljudi za slučaj havarije, jer se na vrlo jednostavan način omogućuje povlačenje ljudi.

Na ovakav složen sistem automatike bilo je nemoguće pomišljati prije nekoliko godina. Tek je najnoviji razvoj na području poluvodičke tehnike, a posebno razvoj mikrolozičkih sklopova, stvorio nužan preduslov za gradnju sistema višeg stupnja organiziranosti u koje se može uključiti i sistem automatske protivpožarne zaštite. Nove elektroničke tehnologije olakšavaju projektiranje sistema, a visoka pouzdanost elemenata garantira vrlo veliku pogonsku sigurnost što je u ovom slučaju neophodno. Niske cijene elemenata čine gradnju složenih sistema ekonomski prihvatljivom. Osim toga, složeni logički automati mogu imati sa svim male dimenzije i neznan potrošak električne energije, što takođe primjenu novih tehnologija čini privlačnom. Zbog vrlo niskih energija moguće je čitav sistem automatike sagraditi na bazi samosigurnosti strujnih krugova. To znači, da nam prisustvo eksplozivnih plinova ne predstavlja nikakvu zapreku, jer je ti-

me sistem eksplozivno zaštićen. Održavanje je vrlo jednostavno unatoč složenosti sistema, jer se redovito sistem gradi, koristeći standardne elemente koji su vrlo brzo izmjenjivi u slučaju kvara, a mjesta kvara lako se mogu odrediti. Zalijevanje standardnih elemenata u epoksidne smole čini sistem otpornim na agresivne atmosfere, što je od velikog značaja za primjenu u rudnicima.

Iz prethodnog izlaganja uočljivi su zahtjevi koje u pogledu funkcionalnosti automatski sistem protivpožarne zaštite mora zadovoljavati. Na ovom mjestu je još potrebno istaknuti da sistem treba biti tehnički riješen što je moguće jednostavnije, sa što manjim brojem sastavnih elemenata i spojnih vodova, jer manji broj sastavnih elemenata i spojnih vodova osigurava veću pouzdanost sistema kao cjeline. U vezi s tim provedena je studija alternativnih rješenja, a rezultat rada je razvoj sistema koji će u nastavku biti opisan.

Princip razrade protupožarnog plana je u podjeli cijele jame na posebne sekcije, koje se uglavnom oslanjaju na osnovne pravce kretanja ventilacije.

Cijela jama može biti razdijeljena na nekoliko sekcija. Sistem projekta plana počiva na slijedećim postavkama:

- u svakoj od tih sekcija predviđen je požar ili neka havarija,
- posebno je prikazano kakav uticaj ima pojava požara u jednoj od tih požarnih sekcija na ventilacioni režim cijele jame,
- u vezi sa tim prikazana je varijanta koja predstavlja što se sve može desiti sa ventilacionim režimom jame radi pojave te havarije, -
- s obzirom na predviđeno stanje ventilacije nakon havarije označeno je kretanje dimnih plinova u slučaju požara koji u ovom slučaju predstavlja i osnovnu opasnost za ljude.

Kako su na svim važnim križištima jame locirani semafori, oni se prema unaprijed dobro proučavanom varijacijama koje mogu nastati na ventilacionom režimu jame nakon pojave požara u određenoj sekciji pale bilo crveno ili zeleno, te prema tome označavaju smjer, koji bi trebalo da bude najpovoljniji za povlačenje ljudi iz ugroženog dijela jame.

Ove puteve je potrebno prema konkretnoj situaciji kretanja eksploatacije i prema predviđenom mjestu havarije vrlo rigorozno proučavati za svaki pojedini slučaj. Isto tako, označeno je što treba raditi u vezi sa glavnim ventilatorom i sa određenim protupožarnim vratima na pojedinim lokacijama samostalnih vjetrovnih odjeljenja.

Sve sekcije povezane takozvanom protupožarnom petljom čiji je zadatak da odmah utvrdi sekciju u kojoj je nastao kvar i da prema prostudiranoj i pretpostavljenoj najsigurnijoj varijanti odredi puteve povlačenja ljudi, te prema tome aktivira semafore za tu varijantu i na takav način ukazuje odmah puteve povlačenja zaposlenog osoblja, koji predstavlja siguran izlaz iz rudnika.

Na taj način zadovoljeno je ono što je najvažnije:

- brzo utvrđivanje lokacije havarije
- istodobno za tu lokaciju havarije određivanje puteva za izlaz iz jame prema unaprijed proučenoj situaciji
- istog momenta kada je došlo do havarije dežurna služba izvan jame zna mjesto havarije, i može da poduzme mjere spasavanja, jer vrlo lako može biti obavještena o obimu i veličini havarije.

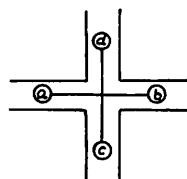
dira redosljed eksploatacije, kao i sistem provjetravanja jame te utvrdi njegov stabilitet i na temelju toga da se odredi odgovarajući broj sekcija u kojima može nastati havarija. Jedanput utvrđen broj sekcija bolje da se ne mijenja, bez obzira koliko se dužina petlje skraćuje ili produžuje u toku eksploatacije, prema tome da li je predviđena nastupajuća ili odstupajuća eksploatacija. Međutim, ako je potrebno, može se broj sekcija mijenjati i u toku eksploatacije.

Stanje ventilatora, ventilacionih otvora, protupožarnih vrata i semafora za slučaj havarije u svakoj pojedinoj od pet sekcija može se lijepo prikazati tablično kao što je, radi primjera, prikazano na sl. 1.

Nešrafirani kružići (zeleno svjetlo) — označavaju smjer povlačenja, a šrafirani kružići (crveno svjetlo) — zabranjen smjer kretanja ljudi.

SEKCIJE	GRANICE	VENTILAT. OTVOR	P. POŽARNA VRATA	SEMAFORI																								OPASKA											
				A	B ₁	B	C	D	a		b		d		a		b		d		a		b		d		b		c		d		b		c		d		
I	1-2	I	O	O	Z	Z	O	O	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Ako nema opasnosti od CH ₄ ili CO ₂ obrnuti smjer vjetrove struje.			
II	2-3	I	O	O	Z	O	Z	Z	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-II-		
III	3-4	U	O	O	O	O	O	O	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
IV	4-5	U	R	O	O	O	O	Z	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
V	5-6	U	O	O	O	O	O	O	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		

- Z - ZATVORITI VEN. OTVOR
- O - OTVORITI -II- -II-
- R - REDUCIRATI -II- -II-
- I - VENTILATOR ISKLIJUČEN
- U - -II- UKLJUČEN
- - ZELENO
- - CRVENO



KRIŽANJE JAM. SAOBRAĆAJNICA
I POLOŽAJ SEMAFORA

Sl. 1 — Sema povlačenja ljudi. Tablični prikaz rada semafora, ventilatora i protupožarnih vrata.

Fig. 1 — Scheme of men withdrawal. Tabular demonstration of action of semaphores, fans and fire-emergency doors.

Sušтина ovog sistema odbrane počiva upravo na tome da se uništenje ili oštećenje petlje upravo koristi za utvrđivanje mjesta havarije, a time se ne dovodi u pitanje sigurnost sistema odbrane koji se tek nakon takvog oštećenja aktivira. Ova petlja je vrlo fleksibilna i može, a i treba da bude takva da prati redosljed eksploatacije, i da obilazi upravo sva opasna mjesta. Poželjno je, da se dobro prostu-

Na osnovu ovako razrađene studije p. p. odbrane sa tablično izrađenim programom odbrane može se pristupiti razradi projekta sistema za dotičnu jamu ili njen dio.

Opis sistema

Principijelni shematski prikaz jame dat je na sl. 1 sa osnovnim elementima. Protivpožar-

ne sekcije ograničene su takozvanim protivpožarnim stanicama (p. p. stanicama), koje su međusobno povezane trožilnim (duplim koaksijalnim) kablom. U dispečerskom centru nalazi se centralna p. p. stanica u kojoj se prikupljaju i određuju svi podaci o stanju u jami.

Protivpožarne stanice povezane kablom i centralna protivpožarna stanica čine kontrolnu petlju automatskog sistema protivpožarne zaštite. Kabl kontrolne petlje izveden je tako, da ga je lako oštetiti, jer je osnova čitavog sistema u ideji i da se na osnovu stanja ispravnosti kontrolnog kabla (odnosno oštećenja, prekid ili kratki spoj žile kabla), zaključuje o stanju u jami. Zato kabl treba da prolazi kroz sva potencijalno opasna mjesta u jami.

Pretpostavlja se da će u slučaju požara, eksplozije ili zarušenja kabl biti oštećen ili će ga osoblje koje primjeti havariju prekinuti. Presjecanje kabla je dozvoljeno, jer njime prolazi tzv. samosigurna struja, tj. struja koja ne predstavlja opasnost za ljude, niti može izazvati paljenje eksplozivne smjese plina ili prašine. Zbog toga je važno da kabl bude montiran na pristupačno mjesto. Kabl kontrolne petlje ulazi u jamu iz dispečerskog centra, kroz ulaznu zračnu struju, obilazi najvažnije saobraćajnice, prolazi kroz radilišta i vraća se u dispečerski centar kroz izlaznu zračnu struju.

Ispitivanje stanja kontrolne petlje u jami vrši se na slijedeći način:

Iz centralne p. p. stanice najprije se u beznaponskom stanju ispituje ispravnost kabla kontrolne petlje do slijedeće p. p. stanice. Ovo ispitivanje vrši se istovremeno u oba smjera. Tek nakon provjerene ispravnosti kabla pušta se kontrolni napon do slijedeće p. p. stanice. Ispitivanje se ponavlja za narednu sekciju, dok se lanac ne zatvori u centralnoj p. p. stanici. S obzirom da je princip ispitivanja identičan za oba smjera, očito je da svaka p. p. stanica dobiva kontrolnu energiju u normalnom stanju iz oba smjera.

To je jedan od važnih principa, jer je na taj način onemogućeno da bilo koja stanica, bez obzira na mjesto havarije, ostane bez napajanja.

Pomenuti princip prethodnog ispitivanja naredne sekcije kontrolne petlje u beznaponskom stanju predstavlja vrlo važan kvalitet ovog sistema, jer se na taj način sprječava puštanje električne energije u havariranu sekciju.

Uz pretpostavku havarije na jednoj od sekcija postavljeni normalni režim se ruši prekidanjem napajanja čitave petlje u centralnoj p. p. stanici. Trenutak kasnije (oko 1 sek) proces ispitivanja se ponavlja i energija napajanja p. p. stanica se pušta postepeno iz sekcije u sekciju sve do onih protupožarnih sta-

nica koje ograničavaju protupožarnu sekciju u kojoj se havarija desila.

Budući da se u momentu havarije u centralnoj protupožarnoj stanici daje komanda za isključenje kompletne električne energije iz jame, potrebno je da se energija za upravljanje elementima signalizacije i elementima uključenim u sistem protupožarne zaštite dovodi iz centra. To je riješeno tako, da kontrolnu petlju prati posebna energetska petlja. Ova petlja je u normalnom stanju jame bez energije. Po nastanku havarije i završenom ispitivanju u lancu u centralnoj p. p. stanici daje se komanda za puštanje energije u energetsku petlju sa obe strane i to do p. p. stanica koje ograničavaju sekciju u kojoj je došlo do havarije.

Svaka protupožarna stanica mora zaključiti na kojoj strani se desila havarija, i da li su joj susjedne sekcije havarirane. Ukoliko je plan odbrane (što jasno ovisi o složenosti jame) moguće napraviti takav, da režim rada semafora isključivo ovisi o tome, da li je havarija nastupila lijevo ili desno od p. p. stanice koja njima upravlja, opisani sistem bi bez dodatnih elemenata mogao potpuno zadovoljiti.

S obzirom da često režim rada semafora ovisi ne samo o smjeru (lijevo ili desno) već se režim mjenja nastankom havarije, u istom smjeru, ali u različitim sekcijama, potrebno je protupožarne stanice opremiti još jednim dodatnim uređajem za određivanje mjesta havarije. U slučajevima tih višerežima semafora komanda semaforima formira se na osnovu podataka iz uređaja za određivanje mjesta havarije, a ne samo u odnosu da li je havarija desno ili lijevo od razmatrane p. p. stanice.

Ovaj uređaj ugrađen je u p. p. stanicu ukoliko u njenoj okolini ima više režima semafora, a obavezno je sastavni dio centralne p. p. stanice. Naime, nužno je u centralnoj stanici imati informaciju o mjestu havarije, jer to olakšava posao oko organizacije protupožarnih mjera i sanaciju jame. Ovaj uređaj ispituje mjesto gdje se havarija desila preko kontrolne petlje i to opet u oba smjera iz centralne p. p. stanice.

Informaciju o mjestu havarije šalje centralna stanica na dispečerski pult.

Potrebno je napomenuti na kraju ovog općenitog opisa principa rada automatskog sistema p. p. zaštite da se sa stanovišta ovog sistema havarirana sekcija smatra uništenom, pa se u njoj ne provodi nikakva signalizacija. Zatečeno osoblje u havariranoj sekciji treba da se što prije probije do prve najbliže p. p. stanice ili semafora, što se može postići zvučnim signalima sa krajnjih p. p. stanica.

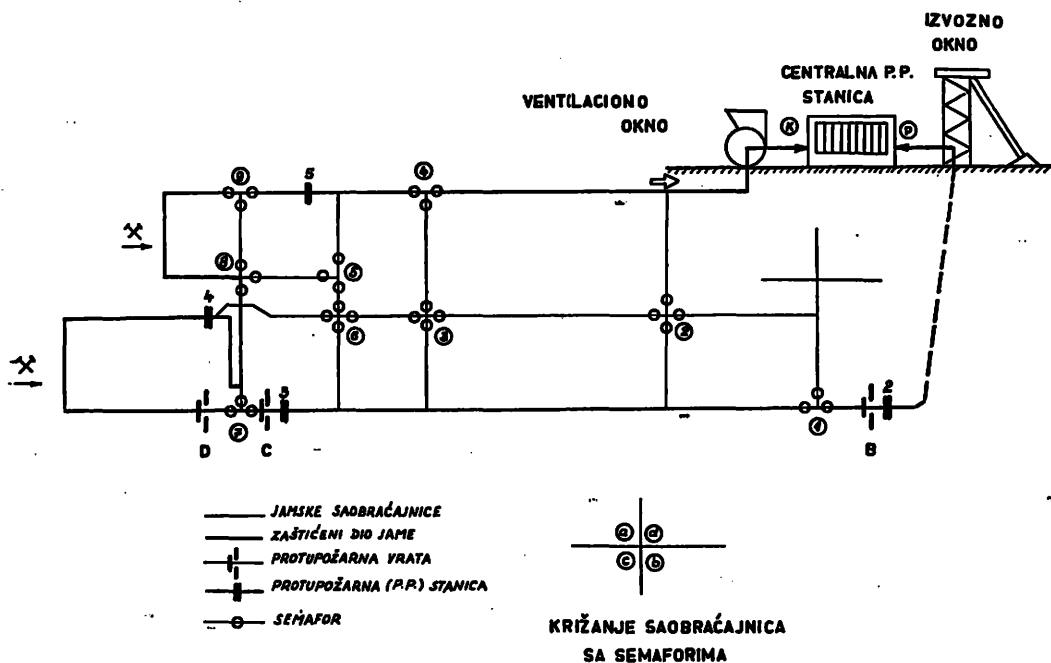
Iz ovoga proizlazi i jedna od najvažnijih odlika ovog sistema da u havariranoj sekciji ne računamo ni na kakve vodove ili kablove i da oni mogu biti prekinuti, izgoreli ili zatrpani bez utjecaja na predviđene mjere odbrane koje prepuštamo samom sistemu.

U ovaj sistem uključen je sistem interfona koji služi za sporazumjevanje ljudi u jami sa centralnim dispečerom. Ovi signali šalju se preko kontrolne petlje isto kao i zvučni signali uzbune.

Iz prethodnog se može zaključiti da su osnovni elementi automatskog sistema p. p. zaštite:

- protupožarna stanica
- centralna protupožarna stanica
- kabl kontrolne petlje
- kabl energetske petlje
- elementi za signalizaciju i upravljanje
- uređaj za indikaciju mjesta havarije
- dispečerski pult.

mjesta havarije (L). Iz slike je vidljivo da stanica dobiva napajanje iz mjesta a (žile a) i iz smjera b (žila b). Nulti vod je zajednički za oba smjera. Sklop A, spojen između a žile i nultog voda, služi za ispitivanje u smjeru linije a, do susjedne stanice. On mora biti tako projektiran da razlikuje prekid ili kratki spoj od ispravnog stanja. Jedini način da se to postigne je realizirati takav sklop koji će pozitivno reagirati (linija je u redu) samo onda kada je linija u narednoj stanici zaključena određenim otporom. Ukoliko su ispitivanja prethodnih stanica bila pozitivna napon napajanja aktivira sklop A i on ispituje liniju do sljedeće p. p. stanice. Ako nađe liniju zaključenu sa potrebnim električnim otporom, u sklopu A se formira komanda za uključivanje kontakta a_1 i a_3 , dok a_2 ostaje otvoren. Na taj način se prekida put ispitnom naponu u havariranu sekciju, a istovremeno se omogućava centralno ispitivanje mjesta kvara po liniji



Sl. 2 — Automatizacija protuhavarijske odbrane u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom.
Fig. 2 — Automation of anti-accident defence in underground mines.

Protupožarna stanica

Principijelna blok šema dviju susjednih p. p. stanica prikazana je na slici 2. Stanica se sastoji iz dva sklopa za ispitivanje linije (A i B), logičkog sklopa za upravljanje energetskog dijela i po potrebi uređaja za indikaciju

koja uslijed havarije ostaje bez napona (zatvaranje kontakta a_2) i uključuje uređaj za ispitivanje mjesta kvara (L) vlastite stanice, ukoliko je on ugrađen u stanicu (zatvaranjem kontakta a_3). Osim upravljanja pomenutim kontaktima, sklop A šalje odgovarajuće informacije o stanju linije u logički sklop, u kojem

se, kao što je prikazano simbolički na slici 2, formiraju komande za upravljanje semaforima, p. p. vratima, ventilatorima i ostalim elementima signalizacije. Sklop B vrši istu ulogu samo u smjeru b, pa je zato i priključen između b žile i multog voda.

Sklopovi A i B su sagrađeni od elektroničkih elemenata koji za svoj rad zahtijevaju minimalne energije, pa je unatoč prilično velikog broja ovakvih sklopova priključenih za centralni izvor napajanja (ima ih na jednoj liniji koliko i p. p. stanica), moguće postići da kontrolnom petljom teku samosigurne struje, što čitav sistem čini jednako efikasnim bez obzira na jamske uvjete, (da li u jami ima zapaljivih plinova i prašine ili ne i sl.).

Logički sklop, kao što je spomenuto, dobiva potrebne podatke za upravljanje i signalizaciju od A i B sklopova. On se napaja iz energetske petlje. Budući da energetska petlja ostaje mrtva (vidi opis C. p. p. stanica), uz pretpostavku normalnog stanja u jami, logički sklop je u tom slučaju bez napajanja. Jasno da tada nema niti akustičke niti svjetlosne signalizacije u jami. Tek ukoliko je sistem konstatirao havariju u nekoj sekciji energija se pušta u energetske petlje i to iz centralne stanice u oba smjera. Komandu za uključivanje sklopovnika u energetske petlje, a na taj način i puštanje energije u slijedeću sekciju, daju također A i B sklopovi. To je sasvim logično, jer su to jedini elementi koji se napajaju (aktiviraju) neovisno o energetske petlje. Svi ostali elementi p. p. stanice aktiviraju se tek dolaskom energije kroz energetske petlje do dotične p. p. stanice. Ranije je spomenuto da se uređaj za identifikaciju mjesta havarije (L) ugrađuje u p. p. stanicu samo po potrebi i to u slučaju da p. p. stanica upravlja višerežimnim elementima. S obzirom da je princip ispitivanja i sam L sklop detaljnije opisan u okviru Centralne protupožarne stanice spomenuti ćemo samo to, da se i on napaja iz energetske petlje i da ga u slučaju havarije na liniju ispitivanja priključuju sklopovi A ili B ovisno o smjeru ispitivanja.

Ako rezimiramo očito je da se s obzirom na mjesto nastanka havarije u protupožarnoj stanici mogu formirati četiri stanja prema sl. 2 i to:

Smjer ispitivanja P. P. S. 1 prema P. P. S. 2:

1. Sklop A je dobio napajanje i na osnovu ispitivanja unaprijed zaključio da je naredna sekcija u redu, a sklop B je ostao bez napajanja. Ovo stanje je siguran dokaz da se havarija desila u smjeru ispitivanja A sklopa, ali ne u susjednoj sekciji. Za P. P. S. 1 oštećenje desno.

2. Sklop A je dobio napajanje, a ispitivanje je pokazalo prekid linije u narednoj sekciji, dok je sklop B ostao bez napajanja. U tom slučaju havarija se desila u susjednoj sekciji, a u smjeru ispitivanja A sklopa, odnosno između P. P. S. 1 i P. P. S. 2.

Smjer ispitivanja P. P. S. 2 prema P. P. S. 1:

3. Sklop A nije dobio napajanje, a sklop B je ispitivanjem zaključio na ispravnost susjedne sekcije u smjeru B. Havarija se desila u smjeru b, ali ne u susjednoj sekciji. Za P. P. S. 2 oštećenje lijevo.
4. Sklop A nema napajanja, a sklop B je ustanovio prekid linije u susjednoj sekciji. Havarija je u sekciji između P. P. S. 1 i P. P. S. 2.

Ulogu sklopova A i B u slučaju oštećenja između P. P. S. 1 i P. P. S. 2 promatrajući P. P. S. 1 vidimo iz slijedećeg:

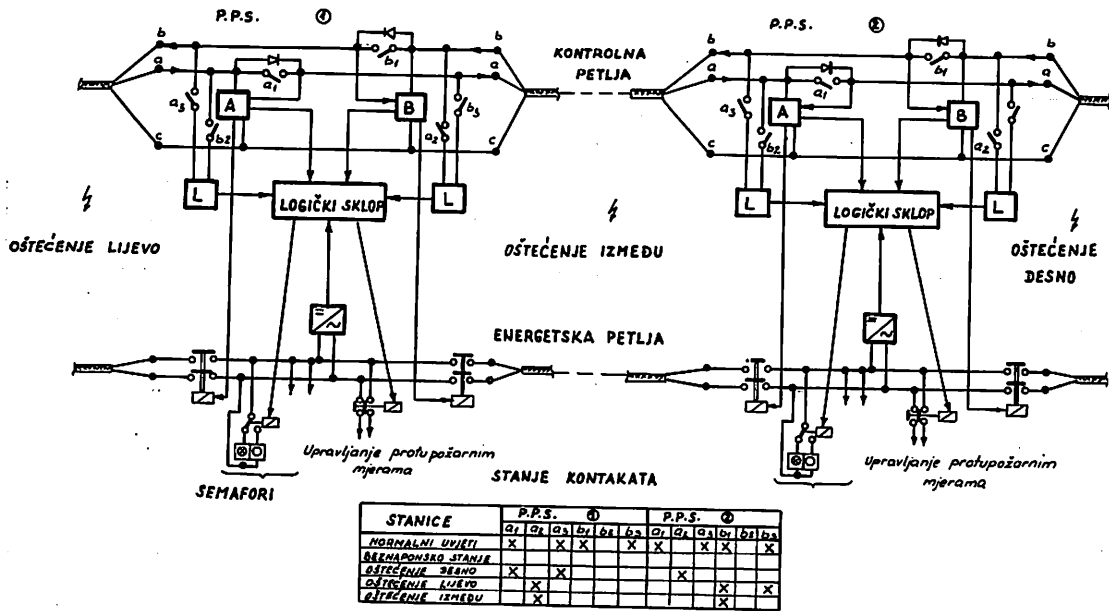
S obzirom da je sklop A dobio napajanje i konstatirao ispravnu liniju, dao je komandu za zatvaranje kontakta a_1 , preko kojeg se ispitni napon pušta u slijedeću sekciju. Kontakt a_2 ostaje otvoren, ukoliko je u stanicu ugrađen uređaj L, kontakt a_3 na komandu iz A preklopa priključuje L na b liniju koja je bez napajanja. Svi kontakti kojima upravlja B su otvoreni (beznaponsko stanje). A sklop je dobio napajanje, ali zbog neispravne linije u narednoj sekciji ne dozvoljava zatvaranje kontakta a_1 . Kontakt a_2 , međutim, uklapa pripremajući na taj način krug ispitivanja lokacije havarije iz centralne p. p. stanice, kratko spajajući žilu bez napajanja (b) na zemlju. Napon energetske petlje spaja za P. P. S. 1 ali ne propušta dalje u oštećenu sekciju.

Za suprotni smjer ispitivanja je situacija ista samo su zamjenjene uloge sklopova A i B, naime sklop B vrši ulogu sklopa A.

Centralna protupožarna stanica

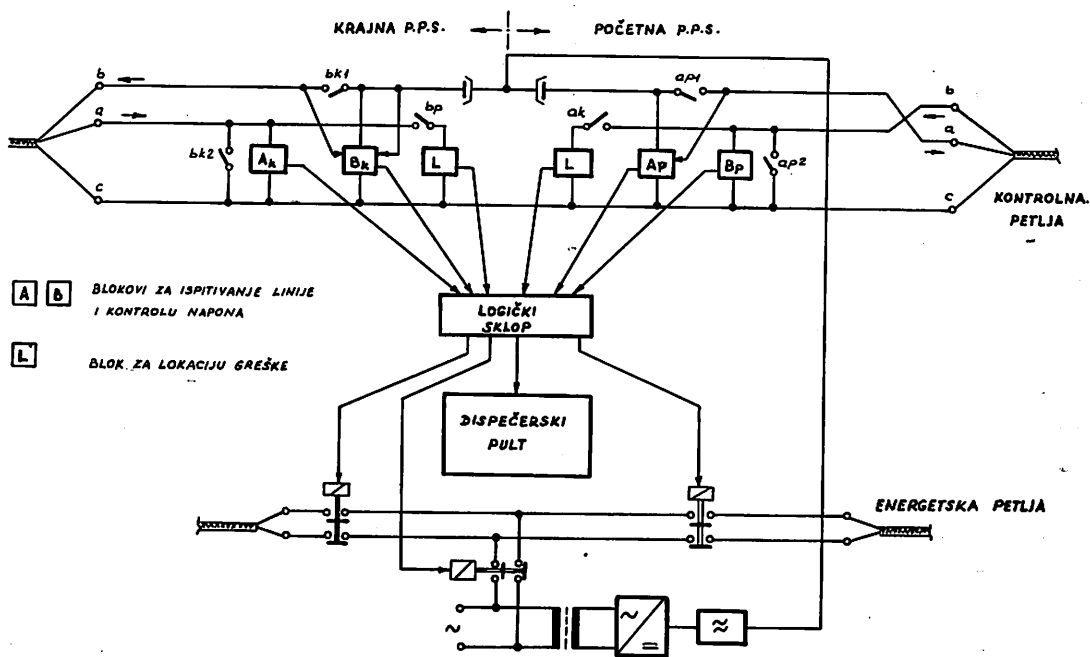
Centralna p. p. stanica u osnovi je slična opisanoj p. p. stanici. U stvari, ona se sastoji od dvije takve stanice koje figuriraju kao početna i krajnja u kontrolnoj petlji. Principijelna blok šema centralne stanice prikazana je na slici 3. Sastavni dijelovi stanice su:

- dva sklopa za ispitivanje linije (na slici su označeni A_p i B_k)
- dva sklopa za registriranje napona (označeni A_k i B_p)
- logički sklop za obradu podataka
- uređaj za određivanje mjesta havarije
- izvor za napajanje kontrolne i energetske petlje.



Sl. 3 — Protupožarna stanica PPS.

Fig. 3 — Fire-brigade station FBS.



Sl. 4 — Centralna protupožarna stanica CPPS.

Fig. 4 — Central fire-brigade station SFBS.

Uključivanjem sistema p. p. zaštite preklopom u dispečerskom centru, sklopovi A_p i B_k ispituju istovremeno u oba smjera ispravnost kabla prve i posljednje sekcije. Ukoliko su ove sekcije ispravne prosljeđuje se napon napajanja kontrolnoj petlji do p. p. stanice, koja nastavlja ispitivanje sve dok se ne zatvori krug ispitivanja s jedne i druge strane u centralnoj stanici.

Podatak o ispravnosti čitave petlje registriraju sklopovi A_k i B_p . U slučaju havarije jedan od tih sklopova ne dobiva napon i čitav uspostavljeni režim ruši. Logički sklop za obradu podataka registrira havariju. Cim je havarija registrirana isključuje se električna energija iz čitave jame. Nakon jedne do dvije sekunde logički sklop naređuje ispitivanje kontrolne petlje opet sekciju po sekciju sve dok se ne dođe do granice havarirane sekcije. Logički sklop u ovom slučaju daje komandu za uključivanje na izvor energetske petlje. Paralelno sa priključenjem napona na kontrolnu petlju do naredne p. p. stanice stavlja se pod napon taj dio energetske petlje da bi se omogućilo upravljanje elementima signalizacije i odbrane. Zadatak logičkog sklopa je, pored navedenog, da priključuje na kontrolnu petlju generator koji daje zvučne signale uzbune u jami. Podatak o mjestu havarije logički sklop dobiva od uređaja za ispitivanje mjesta kvara i na bazi tih podataka prema prije dobivenom programu upravlja režimom ventilacije u jami.

Uređaj L namijenjen je za identifikaciju havarirane sekcije. Ispitivanje se vrši po liniji koja je uslijed havarije ostala bez napajanja. Ta se linija u stanici iza koje je došlo do kvara kratko spaja na zemlju. Kontakti koji prosljeđuju napajanje od stanice do stanice premješteni su u p. p. stanicama diodama. Na E liniju bez napajanja u centralnoj stanici priključuje se izvor konstantne struje koji izaziva karakterističan pad napona na svakoj diodi.

Napon ulazne točke ovisi o broju uključenih dioda odnosno o broju sekcija do havarirane. Veličinu toga napona registriraju posebni sklopovi priključeni na ulaznu točku. Havarirana sekcija ustanovljava se po kontrolnoj petlji s jedne i s druge strane.

Ovi podaci daju se logičkom sklopu koji na osnovu toga upravlja signalizacijom, ventilacijom i označava na dispečerskom pultu havariranu sekciju.

Ekonomsko tehničko obrazloženje automatizacije

Primjena ovakvog jednog sistema potpune automatizacije protupožarnih mjera predstavlja i izvjesna dodatna investiciona ulaganja u

opremu. U ovu dodatnu opremu uključujemo cjelokupni sistem upravljanja sa pripadnom signalizacijom za povlačenje ljudi kao i sa ostalom signalizacijom o potrebnim mjerama u režimu odbrane kao npr. za otvaranje ili zatvaranje protupožarnih vrata ili ventilacionih vrata, kao i potvrdni signal da je zahtjevana operacija izvršena.

Cistu ekonomsku korist ili učinak ovakve jedne instalacije vrlo je teško ocijeniti, jer je ona prvenstveno namjenjena za spasavanje ljudskih života, a svakako da brza intervencija na osnovu točnih informacija može umnogom ubrzati sanaciju a time znatno smanjiti troškove nesreće.

U svakom slučaju, troškovi ulaganja u odnosu na ukupna osnovna sredstva rudnika tj. na ukupna investiciona ulaganja u rudnik ovisi svakako o veličini objekta. Kod manjih objekata troškovi će biti nešto veći, dok se kod većih objekata smanjuju na neznatne odnose. Ako procijenimo troškove uređaja instalacija za automatizaciju bez dispečerskog pulta kojemu nije jedina namjena protupožarne mjere onda možemo prosječno ocijeniti slijedeće troškove ulaganja uključujući montažu:

— centralna protupožarna stanica	50.000.— Nd
— pojedina protupožarna stanica	50.000.— Nd
— po jednom km štice saobraćajnice prosječno	20.000.— Nd
— prosječna jama koja se već može svrstati u ozbiljnije objekte može se riješiti sa cca pet sekcija i ako dužina zaštićenih saobraćajnica iznosi 3 km to će nam investiciona ulaganja za automatizaciju iznositi:	
1 × CPPS	50.000.— Nd
3 × PPS	150.000 Nd
3 km saobraćajnica	60.000.— Nd
Ukupno	260.000.— Nd

Ova instalacija bi odgovarala rudničkom objektu, čija se vrijednost ukupnog ulaganja može ocijeniti na 50.000.— Nd, a što znači da bi na jednu ovakvu automatizaciju otpalo svega 0,5% od ukupnih investicionih ulaganja. Ako bi se ovom uređaju dodala automatska protupožarna vrata, kao i automatska vjetrova vrata, obim ulaganja bi se nešto uvećao. Međutim, konačnu ocjenu o ekonomičnosti ovakvih sistema može dati samo analiza sadašnjih nesreća i nezgoda, kao i sa kojim

procentom bi ovakav sistem utjecao na smanjenje troškova sanacije i gubitaka u proizvodnji.

Na kraju treba ipak napomenuti i skrenuti

pažnju na osnovnu namjenu ovog sistema, a to je spasavanje ljudskih života nakon nesreće, te sa te tačke gledišta obrazložena ulaganja ne predstavljaju značajne iznose.

SUMMARY

Automation of Defence in Underground Mines

N. Marinović, min. eng.*)

Team of experts of Mining-Geological-Petroleum Institute, Zagreb, and »Rade Končar« Electrotechnical Institute, Zagreb, has studied the possibility of automation of salvation of a mine after accident, fire, break-down, explosion etc.

The material presented is an extract from a comprehensive study and project elaborated by the team headed by the author.

The basic intention of the proposed system consists in quick and efficient localization of accident and intervention of retreat of people independently of anybody's decision and possible wrong information that regularly accompany the panic occurring after accidents. Parallely with this automation there is a possibility of communication and transmission of information between the responsible person outside the mine and the damaged underground part of the mine with the purpose to follow the events and to make preparations for sanation of the mine.

Štetnosti i zaštita od vibracija u rudarstvu

(sa 6 slika)

Prof. ing. Ivò Trampuž

U broju 3/69 ovog časopisa u članku »Zaštita od buke u rudarstvu« razmatrane su štetnosti i mere zaštite od buke u rudarstvu. U predmetnom napisu razmatraju se fizičke karakteristike i štetnosti vibracija, kao i mere za zaštitu radnika od vibrooboljenja.

Sve većom primenom pneumatskog alata, ventilatora, kompresora, drobilica, vibratora, dezintegratora i drugih rotacionih mašina velikog kapaciteta za dobijanje, pripremu i preradu mineralnih sirovina, kao i mašina radilica u remontnim rudarskim radionicama, rudarski radnici su, pored buke, sve više izloženi štetnom dejstvu vibracija. Ne raspoložemo podacima na osnovu kojih bi moglo da se oceni

kretanje vibrooboljenja i štete koje su posledica vibracija, ni njihov štetan uticaj na sigurnost — produktivnost rada. Taj nedostatak dokazuje da se još ne posvećuje dovoljna briga sistematskom proučavanju štetnog dejstva vibracija, čije štetne posledice nisu ništa manje od posledica buke. Uzrok tome je taj, što radnici ne poznavajući štetno dejstvo vibracija koje najčešće prate buku, naročito u početku, za-

*) Dipl. ing. Nenad Marinović, Elektrotehnički institut pod. »Rade Končar«, Zagreb.

menjuju smetnje usled vibracija sa dejstvom buke, pa zato i ne traže uvek na vreme medicinsku pomoć, a tehničko osoblje već u samom početku ne preduzima odgovarajuće zaštitne mere.

Iako u vezi sa zaštitom od vibracija ima još nerešenih problema, poznavanjem fizičkih karakteristika vibracija, načina kontrolisanja odnosno merenja vibracija, normi maksimalno dozvoljenog intenziteta vibracija pri radu raznih alata i mašina, poznavanjem dosad uspešno primenjenih tehničkih mera za suzbijanje vibracija odnosno izolaciju od vibracija, kao i drugih organizacionih zaštitnih mera postići će se sigurno značajni uspesi u smanjivanju štetnog dejstva vibracije i u rudarstvu. Cilj je ovog članka, da se rudarski stručnjaci поближе upoznaju sa štetnostima i problemima zaštite od vibracija.

Karakteristike vibracija

Kao fizička pojava vibracije su oscilacije složenog tipa, čije frekvencije su često ispod najniže čujne frekvencije u oblasti infrazvuka. Vibracije su ili propratna pojava buke ili su izazvane oscilacijom neke čvrste materije. One se manifestuju kao kretanje u vidu potresa konstrukcije mašina i zgrada ili delova njihovih konstrukcija ili drugog čvrstog tela, koje je izazvano nekom promenljivom silom, a meri se u kilogrammetrima. Pojava promenljive sile može biti posledica nepotpunog centriranja prilikom montaže, tj. razbalansirane rotativne mašine ili ritmičkog kretanja, kao i udara pneumatskih perkusivnih mašina alatljika. Ova promenljiva sila može prouzročiti, da vibrira ne samo izvor vibracija, već i konstrukcija na koju je izvor postavljen odnosno na koju se vibracije prenose. Isto tako se vibracije prenose na organizam čoveka, koji drži vibrirajući alat, ili stoji na konstrukciji koja vibrira. Sa izvora vibracije se prenose kroz materijal konstrukcije odnosno kroz mišiće i kosti čovečjeg tela.

Osim oscilacijom posebnog izvora, vibracije mogu biti izazvane bukom određene frekvencije rezonancijom konstrukcije.

Isto tako i vibracije u granicama čujnih frekvencija između 18 i 20.000 Hz mogu izazvati buku, koja se po fizičkim karakteristikama ni u čemu ne razlikuje od buke bilo kakvog izvora buke, osim po tome da se zbog mogućnosti prostiranja vibracija iz jedne prostorije, kroz konstrukcije, buka može izazvati odnosno prenositi u druge prostorije. Vibracije infrazvučnih frekvencija mogu, takođe, proizvoditi buku, bilo zbog propratnih vibracija (harmonika) na višim (čujnim) frekvencijama, bilo zato, jer neki deo zgrade odnosno konstrukcije pobuđen vibracijama — u zavisnosti

od karakteristika materijala — oscilira na čujnim frekvencijama.

Izvor izaziva vibracije i oscilira sa više frekvencija, od kojih se jedna obično najviše ističe — to je tzv. pobudna frekvencija. Ako izvor stvara više frekvencija, onda se kod proučavanja u cilju suzbijanja vibracija posmatra najniža frekvencija, ali se i o ostalim frekvencijama mora voditi računa.

Vibracije mogu biti vertikalne (mehanički pneumatski čekić), horizontalne (kod nekih vrsta čekića sa horizontalnim udarcima), a kod komplikovanijih mašina nastaju vibracije u dva pravca, ili su u pravcu između horizontalnih i vertikalnih vibracija.

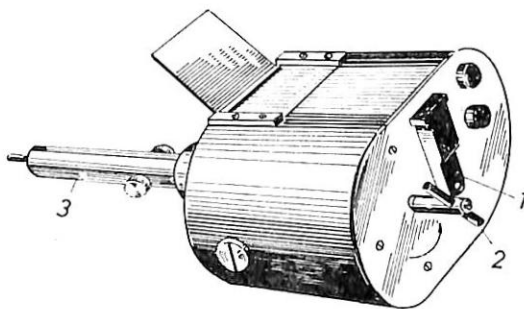
U praksi su vibracije mašina najčešće vertikalne, a kod pneumatskog klipnog alata paralelne sa osovinom alata.

S obzirom na prostranstvo, vibracije mogu biti lokalne i opšte. Lokalne su one, koje se pojavljuju na manjem ograničenom mestu ili deluju samo na pojedine delove tela. Opšte vibracije izazivaju potrese na većem prostoru, pa i cele zgrade.

Merenje vibracija

Merenje vibracija sa amplitudama od 0,05 do 6 mm i frekvencije od 5 do 100 Hz se vrši ručnim vibrografom (1), tako da se vibracije predmeta koje se posmatraju, preko posebnog nastavka na vibrografu, prenesu na uređaj vibrografa koji te vibracije registruje. Frekvencija se određuje uređajem, koji na traci ucrtava vibracije u toku 1 minuta. Na slici 1 prikazan je ručni vibrograf VR-1.

Za merenje vibracija potrebno je ručicu 1 postaviti u položaj »isključeno« i okretanjem ručice 2 u smeru strelice otkočiti oprugu. Zatim se među valjke umetne traka. Tom prilikom se iz tela aparata mora izvaditi mehanizam. Kada je tako aparat pripremljen za merenje, nastavak vibrografa se prisloni na površinu predmeta čije se vibracije ispituju, i istovremeno



Sl. 1 — Spoljni izgled vibrografa VR-1.

Fig. 1 — Aussenansicht des Vibrographes.

meno se ručica 1 okrene u položaj »uključeno«. Posle toga, pošto su vibracije obeležene, ručicu treba staviti u položaj »isključeno« i traku sa vibrogramom izvući iz pribora.

Štetnosti usled vibracija

Oštećenje organizma i zdravlja radnika

Vibracije dejstvuju na organizam čoveka lokalno na pojedine delove tela (npr. pri radu sa ručnim pneumatskim alatom vibracije se prenose na ruke) ili celo telo, ako čovek stoji na površini koja vibrira. Na osnovu dosadašnjih osmatranja ustanovljeno je, da je čovečiji organizam osetljiviji prema opštim nego prema lokalnim vibracijama.

Jačina dejstva vibracija na čovečiji organizam zavisi od frekvencije i amplitude vibracija. Ispitivanjima je ustanovljeno, da kod frekvencije 30 Hz kratkotrajni slabi potresi celoga tela i pojedinih organa mogu prijatno i umirujuće delovati. Najopasnijim se smatraju vibracije čije su frekvencije veće od 45 do 120 Hz sa amplitudama iznad 100 mikrona, koje proizvode ručni lakši i srednje teški alati (8).

Štetno dejstvo vibracija na čoveka ispoljava se u vibrooboljenjima (7, 8) kao što su glavobolja, šum i teškoće u glavi, povećana razdražljivost, porast i opadanje krvnog pritiska, skupljanje želuca itd.

Vibracije koje se prenose direktno na šake, izazivaju bolove u mišićima, a posle dužeg vremena rada dolazi do upale tetiva. One oštećuju meko tkivo i kosti šake, izazivaju promene u zglobovima ruke, usled čega su pokreti ograničeni i izazivaju bolove. Najobjektivniji simptom oboljenja je spazam krvnih sudova, usled kojeg se poremeti ishrana krvnih sudova i dolazi do atrofije tkiva. Posledice toga su osećaj obamrlosti prstiju i hladnoća, kao i pojave izrazitog bledila prstiju (»mrtvi prsti« ili »beli prsti«). Ako dođe do ovog oboljenja, prekid rada može samo prividno da poboljša stanje, jer bolest ima tendenciju napredovanja.

Do promena u kostima zglobova dolazi kod vibracija nižih frekvencija (oko 17 do 33 Hz) i velikih amplituda (od nekoliko mm do 2,4 cm). Neurovaskularne promene nastaju kod dejstva vibracija viših frekvencija (od oko 33 do 177 Hz) i malih amplituda (od desetinke do stotinke santimetra).

Smetnje pri radu

Vibracije mogu i psihološki i fiziološki negativno uticati na radnika, donekle analogno smetnjama usled buke (11); ovi štetni uticaji

manjuju koncentraciju radnika pri radu, zbog čega se povećava opasnost od povređivanja i smanjuje produktivnost rada.

Smetnje u funkcionisanju aparata i instrumenata

Smetnje u funkciji mernih instrumenata i aparata za kontrolu tehnološkog procesa usled vibracija mogu izazvati ozbiljne štete i ugroziti zaposlene radnike.

Oštećenje mašina i zgrada

Dejstvom vibracija može doći do prekida integriteta materijala, naročito premorenog, usled čega može doći do pucanja delova mašina (npr. osovine rotacionih kompresora), ili do pucanja konstrukcija (zidova). Vibracije, međutim, retko prouzrokuju takvu štetu, jer pre nego postanu razorne, one postaju za čoveka nepodnošljive (9), pa već ta nepodnošljivost upozorava na potrebu da se blagovremeno preduzmu odgovarajuće tehničke zaštitne mere. Tako npr. za čoveka postaju vibracije mašine nepodnošljive već kod frekvencije 10 Hz i amplitude 0,05 mm, dok manja šteta može nastati na zgradama (npr. pucanje maltera) tek kod dva puta većeg intenziteta vibracija.

Pri tome treba napomenuti da se na zgradama štete javljaju usled dilatacije i kontrakcije zbog promena temperature i promena vlažnosti koje su manje nego štete usled vibracija, i obično se ustanove onda, kad se istražuju štete prouzrokovane vibracijama.

Smetnje usled buke

Kako je već pomenuto, vibracije frekvencija u oblasti čujnosti mogu izazvati buku sa svim štetnostima ako se intenzitet buke ne snizi ispod maksimalno dozvoljenog nivoa.

Zaštita od štetnog dejstva vibracija

Opšti osvrt na zaštitu od vibracija

Osnovne mere za zaštitu od vibracija moraju svakako u prvom redu biti usmerene u pravcu otklanjanja izvora vibracija, kao što je debalansiranost mašina, zatim tačno centriranje rotirajućih delova mašina, kontrolom centriranosti u toku pogona i pravilnim održavanjem mašina.

Kod alata čiji se rad zasniva na udarcima, pa se zbog toga vibracije ne mogu otkloniti, štetnost vibracija može se sprečiti ili smanjiti sprečavanjem direktnog dodira tela sa tim alatom.

Vibracije koje proizlaze od mašinskih agregata ili mašina sa perkusivnim dejstvom (kao što su parni ili pneumatski čekići), a koje se

na čoveka prenose preko materijala konstrukcija ili njenih delova, ili vibracije koje izazivaju buku, mogu se sprečiti ili ublažiti odgovarajućom izolacijom.

Cilj je izolacije da se spreči prenos štetnih vibracija na čovečji organizam, odnosno da se njihove frekvencije smanje do te mere, da štetno ne deluju.

Granične veličine frekvencija i amplituda, kod kojih vibracije nisu štetne, određene su sanitarnim propisima pojedinih zemalja. U našoj zemlji još nisu propisane odgovarajuće norme.

U tablici 1 iskazane su norme maksimalno dozvoljenih amplituda, brzine oscilatornog kretanja i ubrzanja oscilatornog kretanja za frekvencije od 0,3 do 100 Hz, koje su u SSSR sanitarnim propisima određene (13) u cilju sprečavanja profesionalnih štetnosti radne sredine, izložene u toku rada opštim vibracijama. Ove se norme ne odnose samo na transportna sredstva, za koja se zbog specifičnih uslova normiranje vrši posebno.

Tablica 1

Maksimalno dozvoljene amplitude i veličine opštih vibracija

Frekvencija, Hz	Amplituda, mm	Brzina oscilatornog kretanja, cm/sek.	Ubrzanje oscilatornog kretanja, cm/sek
03	0,6 — 0,3	1,12—0,76	22—14
od 3 do 5	0,4 — 0,15	0,76—0,46	14—15
„ 5 „ 8	0,15 — 0,05	0,46—0,25	15—13
„ 8 „ 15	0,05 — 0,03	0,25—0,28	13—27
„ 15 „ 30	0,03 — 0,009	0,28—0,16	27—32
„ 30 „ 50	0,009—0,007	0,16—0,22	32—70
„ 50 „ 75	0,007—0,005	0,22—0,23	70—112
„ 75 „ 100	0,005—0,003	0,23—0,19	112—120

Za ostale amplitude veličine se određuju linearnom interpolacijom.

Normativi izneti u tablici 1 odnose se na vertikalne i horizontalne vibracije, koje kontinualno deluju u toku celog radnog dana.

Ako dejstvo vibracija traje 10 do 15% radnog vremena, amplitude iskazane u tablici 1 i njima odgovarajuće brzine i ubrzanja se povećavaju, ali ne više od tri puta.

U tablici 1 iskazane amplitude predstavljaju maksimalno odstojanje od srednjeg položaja.

Pošto se u rudarstvu rad sa pneumatskim i električnim alatlikama ne obavlja kontinualno u toku radnog vremena već isprekidano, to se dozvoljene amplitude odgovarajuće povećavaju.

Vibracije pneumatskih ili električnih alata i instrumenata dele se u pet grupa, koje su iskazane (7) u tablici 2.

Tablica 2

Podela vibracija pneumatskog i električnog alata

Grupa	Karakteristika vibracija	Broj udara (okretaja) u min.
I	Vibracije bušačkih, otkopnih, klepalnih i drugih čekića	1200
II	Vibracije abrazionih kotura i strugova kod politiranja kamena	1500
III	Vibracije bušačkih, klepalnih čekića, bušačkih svrdla i dr.	1950—3000
IV	Vibracije klepalnih čekića, mašina za brušenje	4000—5000
V	Vibracije svih ostalih alata i instrumenata	6000 i više

Tehničke i lične zaštitne mere

a) Tehničke mere za zaštitu od vibracija pneumatskog alata

U cilju sprečavanja štetnog uticaja vibracija na čovečji organizam potrebno je u prvom redu tehničkim merama neprijatne i nepodnošljive svesti na bezopasne vibracije:

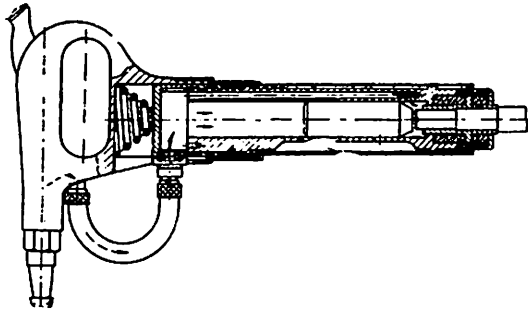
— redovnim održavanjem pneumatskog alata i druge opreme koji stvaraju štetne vibracije kao i kontrolom vibracionih karakteristika, utvrđenih tehničkom dokumentacijom opreme; ili

— usavršavanjem konstrukcije pneumatskog alata, odnosno ugrađivanjem elemenata ili uređaja koji amortizuju ili prigušuju vibracije na izvoru, ili pomoću kojih se sprečava odnosno ograničava prenos vibracija na radnika.

Kod pneumatskog čekića MRV-16 zaštita od vibracija, koje nastaju protivudarom dleta, postiže se ugradnjom opruge između držača (ručice) i cilindra (13), koja se jednim krajem oslanja na gumeni podložak (sl. 2).

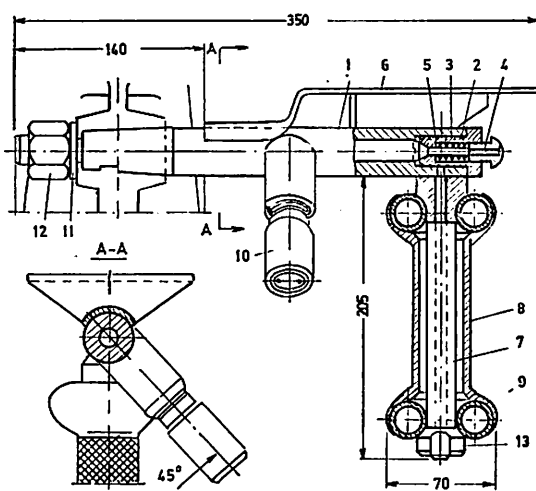
Pri radu sa visokofrekventnim perforatorima primenom antivibracionih držača omogućuje se da se, preko pneumatskih oslonaca (noga), frekvencija i amplituda vibracija snize na maksimalno dozvoljeni nivo.

Na slici 3 prikazana je konstrukcija (7) takvog prigušnog držača (rukohvata). Za vreme rada držač je u kontaktu sa perforatorom preko amortizacionog prstena koji prigušuje oscilacije.



Sl. 2 — Pneumatski čekić MRV-16 sa oprugom za prigušivanje vibracija.

Abb. 2 — Luftdruckhammer MRV-16 mit Vibrations-Dämpfungsfeder.



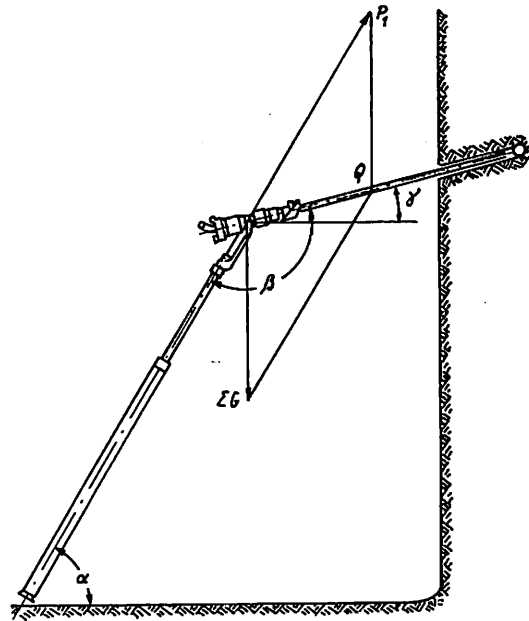
Sl. 3 — Ručica za prigušivanje vibracija
1 — ručica; 2 — telo izduvnog ventila; 3 — izduvni ventil; 4 — dugme izduvnog ventila; 5 — opruga izduvnog ventila; 6 — zaštitni oklop; 7 — jezgro držača; 8 — šuplji cilindar prigušne ručice; 9 — amortizacioni koluti; 10 — ventil; 11 — podložnica; 12 — zavrtanj ručice perforatora; 13 — gajka jezgra.

Abb. 3 — Hebel für Vibrationsdämpfung.

Štetno dejstvo vibracija može se prilikom bušenja sprečiti i pravilnim izborom parametra pneumatskog oslonca i perforatora. Na slici 4 prikazana je šema dejstva sile lakog bušačkog pribora (7). Nagibni ugao α izabere se tako, da se pritisak potreban za bušenje postigne dejstvom sopstvene težine konstrukcije, bez ikakvog dodatnog pritiska od strane bušača. U ovom slučaju brzina se ne smanjuje ispod 0,9 maksimalno moguće brzine.

Bušač se efikasno može zaštititi od vibracija prilikom bušenja horizontalnih rupa sa pneumatskim osloncem pomoću kolevke za prigušivanje vibracija (slika 5).

Vibracije perforatora amortizuju opruge smeštene u cevi kolevke. Ova vibroamortiza-



Sl. 4 — Šema dejstva sile lakog bušačkog pribora.

Abb. 4 — Leistungsschema der leichter Bohrausrüstung.

ciona kolevka zaštićuje od habanja i pneumatski oslonac, čime se produžuje vek njegovog trajanja.

Kolevka za zaštitu bušača prilikom bušenja strmih rupa slična je opisanoj kolevki u slici 5, s tom razlikom da kolevka ima dva držača gornji i donji, za koje bušač drži prema potrebi, da li mora perforator držati visoko ili nisko.

Prenosom držača sa čekića na kolevku izoluje se bušač od neposrednog dodira sa čekićem i time zaštićuje od štetnog dejstva vibracija.

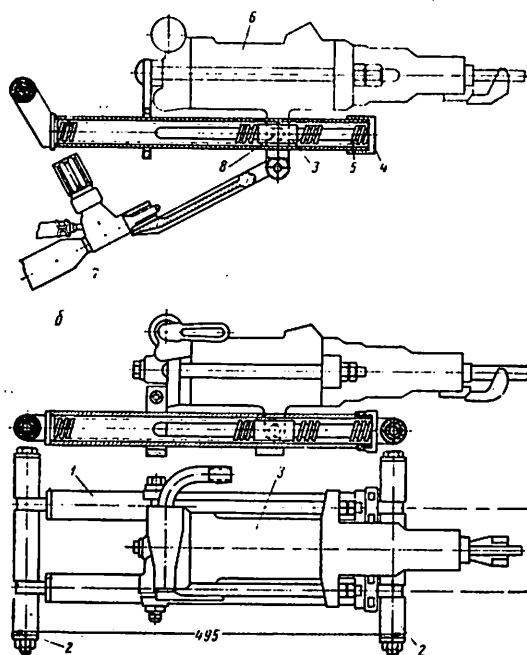
Pored svih pomenutih tehničkih zaštitnih mera držači (ručice) kao i svi delovi koji pri radu proizvode vibracije, a s kojima je radnik u toku rada duže vreme u kontaktu, moraju biti obloženi mikroporoznom gumom. Osim toga, u cilju sprečavanja, odnosno ublažavanja vibracija, potrebno je, ako je moguće, pneumatski perkusivni alat zameniti električnim rotativnim mašinama.

b) Lične zaštitne mere

Da bi se sprečio štetni uticaj i onih vibracija koje se pomenutim tehničkim merama ne mogu potpuno sprečiti, radnici ne smeju golim

rukama držati pneumatski čekić, već moraju biti zaštićeni standardnim toplim mekim rukavicama, sa dvostrukom postavom na dlanovima, koje do izvesne mere amortizuju vibracije. U najnovije vreme sve se više uvode amortizacione rukavice od porozne (penaste) gume.

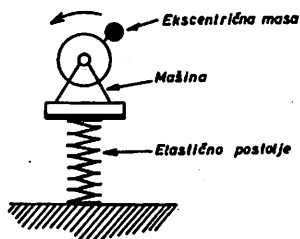
Temperatura vazduha pri radu sa pneumatskim otkopnim čekićem ne sme biti ispod +14° do +16° C, jer niska temperatura pogoršava štetno dejstvo vibracija čekića. U vezi s time preporučuje se da se donekle zagrejan komprimirani vazduh dovodi u pneumatski alat. Osim



Sl. 5 — Kolevka za prigušivanje vibracija
a — perforator PR-24L (ili PR-24LB) sa kolevkom za prigušivanje vibracija KB-1: 1 — dve međusobno sastavljene cevi; 2 — radne opruge; 3 — klizač; 4 — kapak cevi; 5 — pomoćne opruge; 6 — perforator; 7 — pneumatska kolona; 8 — osovina klizača;

b — perforator PR-30 LS sa kolevkom za prigušivanje vibracija KVS-1: 1 — kolevka; 2 — ručica za pridržavanje perforatora; 3 — perforator.

Abb. 5 — Vibrationsdämpfungsbett.



Sl. 6 — Sema izolacionog postolja za izolaciju od vibracija.
Abb. 6 — Das Schema des Isolationsständers für die Isolation der Vibration.

toga radno vreme (7) radnika koji rade sa pneumatskim alatom ne sme biti više od 6 sati dnevno.

Pri radu sa alatom sa 1.200 udaraca u minutu preporučuje se, da se svakih 1 do 1,5 sata radnici odmore po 10 minuta, a kod 400 udaraca u minutu i više, radnicima treba posle svakog sata rada dati po pola sata odmora.

Postoje i preporuke, da rad kod kojeg se pojavljuju vibracije ne traje više od jedne trećine radnog vremena, i da se radnicima na takvim radovima daje poseban napitak i vitamini. Osim toga se za takve radnike preporučuje i posebna industrijska gimnastika.

Zaštita od štetnog uticaja vibracija koje se indirektno prenose preko konstrukcije

Rešenje ovog problema od posebne je važnosti za sprečavanje štetnosti vibracija koje se stvaraju u kompresorskim halama, kod ventilacionih postrojenja ili postrojenja za pripremu mineralnih sirovina, u sušarama uglja, velikim remontnim radionicama, pri transportu i slično.

a) Općenito

Izolacija radnika od lokalnih vibracija pada, kod stabilnih uređaja, može se postići primenom podnožne daske sa proslojcima grubog tkanja, impregnisanog bitumenom.

Izolacija celokupne zgrade od vibracija, koje su prouzrokovane vibracijama izvora van zgrade npr. prolazom voza ili od mehaničkog čekića obližnje radionice nije praktična. Međutim, izolacija pojedinih prostorja u toj zgradi može se uspešno izvršiti, ali i u tome ima još nerešenih pitanja (16).

Uspešnije se može izvesti izolacija neke zgrade od izvora vibracije (npr. neke mašine) koji se nalazi u toj zgradi — ili izolacija nekog predmeta (npr. osetljivog instrumenta) od vibracija zgrade u kojoj se taj predmet nalazi, a koje vibracije potiču od izvora izvan ove zgrade (npr. željeznice i dr.).

Izolacija zgrade od izvora vibracije u zgradi

Da bi se sprečio prenos vibracija na temelj zgrade, oko temelja instalacije koja izaziva oscilacije preporučuje se da se izrade akustični šavovi — razdelnice, kojima se između temelja i tla ostavlja vazdušni izolator; ova se razdelnica ispuni zvukoizolacionim materijalima kao što su: grubo tkanje impregnisano bitumenom, šljaka, građevinski otpaci i dr.

Na isti način se i predmeti, koji se nalaze u zgradi, izoluju od vibracija same zgrade.

Ponekad se prenos vibracija manjih mašina sprečava montažom na teške betonske ploče položene preko izolacionih materijala.

Velike dizalice, kompresorske drobilice, vibratore i drugu opremu, koja je izvor vibracija i potresa, potrebno je postaviti na posebne temelje, najmanje 1 m udaljene od zidova, sa vibroizolacijom uređenim akustičnim šavovima ili razdelnicama. Kod zgrada na više spratova, vibroizolacija opreme se postiže pomoću opružnih postolja, elastičnih opruga ili vešalica, o čemu će još biti govora.

U cilju vibroizolacije podova na spratovima pogonskih zgrada nosači podova moraju se oslanjati na zidove preko gumenih podložaka i podložaka od platnenih uložaka.

Izolacija pomoću elastičnog postolja

Vibracije jednoga smera ili sa »jednim stepenom slobode«, izazvane od izvora koji se nalazi u zgradi, odnosno izolacija nekog predmeta od vibracija zgrade izazvanih nekim izvorom izvan zgrade (npr. kretanjem željezničkog voza), uspešno se može izolovati pomoću elastičnog postolja. Izolacija se ostvaruje tako da se izvor buke u zgradi, odnosno predmet koji se mora zaštititi, postavi na neku vrstu elastičnog postolja, koji u šemi na slici 6 ima oblik opruge.

U praksi mogu ova postolja imati i drugi oblik. U šemi je debalansiranost mašine, usled koje se pojavljuje promenljiva sila koja izaziva vibracije, šematski prikazana kao kuglica, ekscentrična u odnosu na osu rotacije.

Elastično postolje sa težinom mašine ima svoju prirodnu rezonantnu frekvenciju oscilacije, tj. frekvenciju sa kojom će postolje oscilovati ako mu se saopšti neki određeni ugib, odnosno ako se na njega prenese treptaj nekoga drugoga tela, pa se onda pusti postolje da se dalje samo kreće.

Izvor vibracija, kako je već ranije pomenu- to, ima svoju pobudnu frekvenciju.

Veličina izolacije koja se postiže pomoću postolja tj. smanjenje sile koja se od izvora prenosi na postolje, a to je isto što i smanjenje kretanja odnosno vibriranja tla, zavisi od odnosa prirodne rezonantne frekvencije postolja i pobudne frekvencije izvora vibracija.

Nikakva se izolacija neće postići, ako je prirodna frekvencija postolja viša od pobudne frekvencije. Ako su one približno jednake, preneće se veća sila, pa u tom slučaju može elastično postolje u smislu izolacije negativno delovati, tj. pogoršaće se izolacija.

Izolaciona postolja mogu biti od koristi jedino kada je prirodna rezonantna frekvencija niža od pobudne frekvencije. Ovakvim elastičnim postoljem rešavaju se istovremeno dva problema:

— izolacija od vibracija u cilju sprečavanja opšteg neugodnog osećanja, a posebno čula opa i

— smanjenje buke, prouzrokovane predmetom koji vibrira, ili smanjenje buke u zgradi ili nekoj prostoriji, koja je prouzrokovana prenosom vibracija preko osnove odnosno poda ili drugih delova zgrade, ili

— ova se dva problema, pomoću postolja istovremeno rešavaju jer su međusobno povezana.

Pošto vibracije, pre nego postanu razorne, postaju za čoveka nepodnošljive, a posebno ako proizvode buku, to se već i otklanjanjem štetne buke smanjenjem vibracija pomoću odgovarajuće konstruisanog elastičnog postolja, postiže donekle i izolacija, kojom se sprečava opšte neugodno osećanje.

Ne postoji način za izračunavanje kolika se buka stvara usled vibracija koje izaziva npr. u podrumu neke zgrade montirana rotaciona mašina, čije se vibracije prenose na konstrukciju zgrade, pa preko nje šire na ostale zgrade i njihove delove (na zidove, podove i druge površine) (10).

Međutim, može se izračunati smanjenje nivoa buke R, upotrebom elastičnog postolja za mašinu koja stvara buku. Ovo smanjenje je približno (9)

$$R = 40 \log \left(\frac{f}{f_0} \right) \text{ db} \quad (1)$$

gde je:

f — frekvencija pobudne sile

f₀ — sopstvena rezonantna frekvencija postolja.

Ovaj izraz vredi, ako je odnos $\frac{f}{f_0} \gg 1$, da-

kle mnogo veći od 1. Ako taj odnos nije mnogo veći od 1, izraz ne važi. Ako je f = f₀ — vibracije koje se prenose, a time i sama buka koja se stvara, povećavaju se zbog elastičnog postolja »f₀« — zavisi od statičkog ugiba u opterećenom stanju.

Kod računanja smanjenja nivoa buke mora se uzeti u obzir koeficijent dinamičke krutosti »k«, kao razlika između statičke krutosti postolja i dinamičke krutosti.

Vrednosti »k« su malo poznate. Za gumu vrednost koeficijenta »k« iznosi oko 2, a za plutu oko 4, dok je za idealno elastični materijal jednak 1.

Sopstvena frekvencija postolja određuje se pomoću izraza

$$f_0 = \frac{25,4 k}{h} \quad (2)$$

gde je:

h — statički ugib u santimetrima.

Ako vrednost f_0 iz jednačine (2) uvrstimo u jednačinu (1) dobije se

$$R = 20 \log \left(\frac{f^2 \cdot h}{25,4 k} \right) \text{ db} \quad (3)$$

Potrebno je naglasiti da svaka buka, koja se stvara u nekoj prostoriji udaljenoj od izvora, sadrži pobudnu frekvenciju, a verovatno i nje-ne prateće frekvencije — harmonike. Harmonike može stvarati sama mašina koja je izvor vibracija, a mogu ih stvarati i delovi konstrukcije zgrade. Harmonici mogu zbog psihofizičkih karakteristika čula sluha biti subjektivno jači od uzbudne frekvencije. U svakom slučaju elastično postolje treba tako izabrati da odgovara najnižoj pobudnoj frekvenciji mašine. Ta-da će i harmonici, koje stvara mašina, sami po sebi biti manji i to za onoliko, koliko iznosi smanjenje nivoa buke, računato po izrazu (3), povećano za 12 db za svaku oktavu, za koju se harmonik nalazi iznad najniže uzbudne frekvencije. Harmonici koji se stvaraju u konstrukciji zgrade biće smanjeni samo za R.

Primer: koliko mora da je statički ugib postolja pod opterećenjem mašine koja se obrće brzinom 2000 obr/min. da bi se buka nivoa 60 db, koju ta mašina stvara u nekoj udaljenoj prostoriji, smanjila na 20 db, ako je $k = 2$?

$$60 - 20 = 40 = 20 \log \left(\frac{f^2 \cdot h}{25,4 k} \right) \quad f = \frac{3000}{60} \text{ Hz} = 50 \text{ Hz}$$

$$\frac{h}{k} = 2,3 \text{ cm, a iz toga } h = 4,6 \text{ cm}$$

Pošto vibracije infrazvučnih frekvencija mogu izazvati buku bilo zbog harmonika na višim — čujnim — frekvencijama, bilo jer neki deo konstrukcije počinje vibrirati na čujnim frekvencijama, ponekad je potrebno da se izoluju i vrlo niske frekvencije.

Zato se izolacija vibracija čujnih frekvencija mnogo bolje postiže postoljima za izolaciju vibracija infrazvučnih frekvencija i to sa manjim ugibom. Međutim, ni u tome se još nema mnogo iskustva da bi se takvim postupkom mogli sigurno postići rezultati, kakve želimo.

Za grubu procenu najboljeg tipa postolja mogu se koristiti i veličine statičkog ugiba iskazane u tablici 4.

Tablica 4

Statički ugib za razne vrste postolja (9)

Vrsta postolja	Brzina mašine (ob/min)	Korisni ugib
Čelične ili gumene opruge	do 700	više od 2,5 cm
Guma u košuljici	700 do 1200	od 2,5 mm do 5 cm

Guma, pluto i komercijalno zaštićene mešavine	preko 1200	ispod 6 mm
---	------------	------------

Zbog nedovoljnog iskustva u izboru postolja i načinu izolacije, projektovanje takvih vibroizolacija odnosno postolja treba poveriti organizaciji specijalizovanoj za ove probleme.

Ostale organizacione mere za smanjenje štetnog dejstva vibracija

U cilju zaštite od štetnog dejstva vibracija, kod radova kod kojih se ne mogu sprečiti vibracije, ne sme se zapošljavati omladina ispod 18 godina starosti, lica koja boluju od bolesti srca i krvnih sudova, od otvorene tuberkuloze i od gnojnih rana kao ni lica sa funkcionalnim poremećajima vegetativnog i nervnog sistema, i oboljenjima srednjeg i unutrašnjeg uha.

Radna mesta, koja su vezana s mašinama i uređajima koji vibriraju, a parametri njihovih vibracija prelaze dozvoljene norme, moraju biti opremljena uređajima, kojima se vibracije sigurno mogu sniziti na dozvoljene norme.

Kod postrojenja za pripremu mineralnih sirovina, kod zbijanja betona i sl. radnici se ne smeju zadržavati na površinama koje vibriraju.

Radnici, koji su izloženi vibracijama, moraju bar jedanput godišnje biti medicinski pregledani, s time da kod pregleda učestvuju terapeut, neuropatolog, endokrinolog, optičar i ginekolog. Radnici kod kojih se pojavljuju znaci vibrooboljenja moraju se odrediti na drugi rad, kod kojega se ne pojavljuju vibracije.

U projektima pogonskih zgrada i prostorijama u kojima se postavljaju mašine i oprema koje mogu da prenose vibracije na radna mesta, kao i za radna mesta na kojima se pojavljuju vibracije, moraju biti iskazani podaci o vibracijama.

Propisi i norme

U vezi sa štetnim uticajem vibracija na radnike pri radu potrebno je doneti sanitarne norme kojima će se odrediti maksimalno dozvoljeni intenzitet vibracija i propisati obaveze privrednih organizacija o preduzimanju zaštitnih mera za zaštitu radnika od vibracija. Istim se propisima mora odrediti da se mogu upotrebljavati samo oni mehanizovani alati i mašine koji imaju atest odgovarajuće naučno istražne ustanove da ne proizvode vibracije iznad MDN, odnosno kojim se određuju zaštitne mere koje se moraju preduzimati za zaštitu od vibracija prilikom upotrebe takve opreme.

Osim toga, potrebno je doneti i propise o projektovanju i proračunavanju konstrukcija pod mašinama, o vibroizolaciji mašina, kao i o normama i tehničkim uslovima proračuna temelja.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Vibrationsbeschädigungen im Bergbau

Prof. Ing. I. Trampuž*)

Die Vibrationen der pneumatischen Bohr- und Abbauhämmer und verschiedener anderer Maschinen mit drehenden Teilen sind auch im Bergbau Ursache öfterer Professionalbeschädigung.

In diesem Aufsatz ist eine Übersicht über die physikalischen Vibrationscharakteristiken und der Beschädigungen infolge der Vibrationen gegeben. Nach kürzerer Erklärung einiger theoretischen Gründe der Vibroisolation, sind die Hauptmassnahmen um die Arbeitergesundheit von diesen Vibrationsbeschädigungen zu bewahren, erklärt.

Literatura

1. Andreeva-Galanina, E. C., Karpova, N. I., 1963: Materijaly k patogenezu vibracionnoj bolezni. — Gigiena truda i profesional'nye zabolevanija br. 1, Moskva.
2. Butkovskaja, Z. M., Korjukae v, Ju. S., 1963: Primenenie vibracionogo razdražitelja dlja vyjavlenija nekotoryh funkcional'nyh sdvigov u raboči h, podvergajuščih sja v proizvodstvenyh uslovijah vozdeystviju vibraciji. — Gigiena truda br. 1, Moskva.
3. Butkovska, Z. M., 1967/68: Borba sa vibracijama mehanizovani h ručni h alata. — Mašinstroitelj br. 7/1967. Jugoslovenska i inostrana dokumentacija zaštite na radu, br. 12/1968. — Niš.
4. Broadbent, D. E., 1964: Utjecaj buke na radni učinak, referat iz knjige »Kako prilagoditi rad čovjeku«. — Panorama, Zagreb.
5. Coppée, G., 1964: Buka i njeno otklanjanje, Lütich.
6. Gorlecki, A. V., Veksler, E. C., 1965/66: Borba protiv buke i vibracije u industriji. — Jugoslovenska i strana dokumentacija, Zavod za zaštitu rada, Niš.
7. Kokarin, P. I., Tarasov, B. G., Denkevič, G. A., 1967: Osnovy tehniki bezopasnosti, protivpožarnaja tehnika i gornospasatel'noe delo. — Nedra, Moskva.
8. Lakiza, A. Ja., 1957: Tehnika bezopasnosti i protivpožarnaja tehnika na ugleobogatitel'nyh i briketnyh fabrikah. — Ugletehizdat, Moskva.
9. Parkin, P. H., Hamfriz, H. R., 1969: Akustika, buka i zgrade. — Građevinska knjiga, Beograd.
10. Sacharov, P., 1954: Bezpečnost pri praci v sovjetskyh a naši h dolech. — Vydatel'stvo ROH, Praha.
11. Šarić, M., 1962: Medicina rada. — Privreda, Zagreb.
12. Šljivić, S., 1968: Uvod u fiziku. — Naučna knjiga, Beograd.
13. Spravočnik po tehnici bezopasnosti i proizvodstvenoj sanitarii. — Izdatel'stvo Sostroenie, Lenjingrad, 1965.
14. Trampuž, I., 1969: Zaštita od buke u rudarstvu. — Sigurnost u rudnicima br. 3/69, Beograd.
15. Tričković, K., Petrović, D., Kostić, M., Grlja, S., 1969: Vrednost vibracija kod rada s vibrirajućim alatima u metalnoj industriji i amortizujuće svojstvo rukavica od penaste gume. — Jugoslovenska i inostrana dokumentacija zaštite na radu, broj 8/1969, Niš.

Problemi klimatizacije i fiziologije rada u dubokim jamama

Dr. ing. Libor Suchan

U februaru mesecu o. g. održan je u Joahimovu u ČSSR međunarodni simpozijum o ventilaciji rudnika. U predmetnom napisu objavljuje se uvodni referat u kome je dr ing. Libor Suchan pregledno prikazao najnovija dostignuća iz oblasti klimatizacije i najnovija saznanja fiziologije rada u podzemnim rudnicima.

Napredovanje eksploatacije u veće dubine, sve više ističe problem klimatizacije, odnosno potrebe da se stvore takvi vetreni uslovi na radilištu, u kojima bi rudar mogao da da svoj puni radni učinak, bez opasnosti po sopstveno zdravlje. Sa krutom realnošću ovoga, još nere-

*) Dipl. ing. Ivo Trampuž, profesor Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

šenog pitanja, susrele su se već gotovo sve zemlje sa visoko razvijenim rudarstvom. To se, naravno, odnosi kako na rudnike metalinih mineralnih sirovina, tako i na rudnike uglja. U dubokim jamama problem suzbijanja visokih temperatura jamske atmosfere preovlađuje nad problemom izdvajanja jamskog gasa. U vezi sa ovim potrebno je istaći da su mere za normalizaciju klimatskih uslova, ukoliko su potrebni veštački zahvati u jamsko provetranje, skuplje od mera za održavanje sadržaja štetnih gasova u dozvoljenim granicama. Iz ovog je vidljivo da ekonomski razlozi, zajedno sa zahtevima higijene rada, već sada ističu važnost rešenja pitanja rashlađivanja jamskog vazduha.

Istraživanje u ovom ogranku struke zahteva, međutim, obimne teoretske i eksperimentalne radove. Problematika ovog ogranka u celom njenom obimu veoma je široka i može se podeliti u tri glavne oblasti:

— prognoziranje klimatskih uslova, uključujući iznalaženje svih osnova i vrednosti fizikalnih veličina potrebnih za proračun prema odnosnim metodikama;

— mere za poboljšanje klimatskih uslova u jamskim prostorijama, i to kako pogodnim rudarsko-tehničkim radovima, tako i veštačkim rashlađivanjem jamskog vazduha;

— pitanja fiziologije rada.

Referate ovog simpozijuma teško je doduše raspodeliti u tri navedene grupe, jer neki referati obrađuju više problema. Ipak, u daljem izlaganju, pokušaću da pružim pregled sadržaja pojedinih referata prema pomenutoj tematici.

Problemom prve grupe, tj. prognoziranjem klimatskih uslova i određivanjem potrebnih osnova, bavi se u svom referatu akademik Ščerbanj. On navodi da se u jamskim prostorijama u Sovjetskom Savezu pojavio problem prognoziranja i regulisanja toplotnog sistema u vezi sa prelazom eksploatacionih radova u duboke horizonte (900—1.400 m), gde je porast temperature i vlažnosti jamskog vazduha uslovljen visokom temperaturom stene, kompresijom vazdušne struje u ulaznom oknu i dejstvom daljnjih procesa razmene toplote i materije.

Uspešnim istražnim radovima rešeni su osnovni problemi teorije i metoda o prognoziranju toplotnog sistema u jamama, od kojih se mogu naročito navesti sledeće radnje:

— izrađene su osnove teorije i metode za proračunavanja parametara toplote i vlage jamskog vazduha u različitim jamskim prostorijama (ulazna okna, horizontalne i kose prostorije u otvaranju i pripremi, kao i otkopi);

— izrađene su osnove za modeliranje razmene toplote koja se menja po radilištima u jamama, i na osnovu toga ostvarena su laboratorijska istraživanja koeficijenta razmene toplote koja se menja po radilištima u jamskim prostorijama;

— sprovedena su geotermička istraživanja niza ležišta korisnih minerala;

— analitičkim i eksperimentalnim putem dobivene su vrednosti specifičnog razvijanja toplote iz oksidacionih procesa i kod transporta korisnih minerala kroz jamske prostorije u jamskim kolicima i na transportnim trakama;

— eksperimentalnim putem određene su termičke osobine osnovnih grupa stena u nizu ležišta korisnih minerala.

Nabrajanje realizovanih istražnih radova, koje vrši akademik Ščerbanj u svom referatu zaista je veoma obimno, i verovatno je da će učesnici simpozijuma radi bližeg informisanja postaviti pitanja povodom mnogih navedenih tačaka.

Proračunima temperature bavi se u svome referatu gospodin Baratov, koji je započeo rad na srazmerno nekomplikovanim, a pri tom dovoljno tačnim, metodama proračunavanja temperature jamskog vazduha u slepim prostorijama. Prema izračunatim vrednostima mogu se grafički prikazati promene temperature vazduha u slepim prostorijama. Dijagram pokazuje temperature u bilo kojoj tački jamskih prostorija.

Ovom prilikom želeo bih da upozorim da u ovom pregledu predloženih referata ne mogu da navedem bilo koja matematička izvođenja i proračune, jer bi to zahtevalo mnogo vremena, pa stoga moram da ukažem na zbirku referata, koja učesnicima stoji na raspolaganju.

Referat kolektiva autora Ščerbanj—Kremnjev—Baratov sadrži analitičke odnose zavisnosti za određivanje koeficijenta razmene toplote koja se menja po radilištima, i to kako za jamske prostorije provetravane prolaznom vazdušnom strujom, tako i za slepe prostorije. Autori referata napominju da vrednosti, koje su bile dobivene za određivanje koeficijenta razmene toplote koja se menja po radilištima, važe za homogenu sredinu. Svakako, u većini slučajeva (komplikovani geološki uslovi i dr.), pretpostavka da je sredina homogena nije opravdana. Saglasno tome, analitičko rešenje je skopčano sa znatnim teškoćama, i to pri uzimanju u obzir specifičnosti geometrijskih oblika jamske prostorije, uslova ležišta korisnog minerala i stena različite vrste i moćnosti sa različitim termičkim svojstvima.

Pri rešavanju bio je radi toga upotrebljen integrator EGDA. On omogućuje da se napred pomenute specifičnosti obuhvate u jedan je-

dini model iz jedne električno rukovođene matrice. Pojedine zone matrice uz pomoć različitih vrednosti električnog otpora predočavaju nehomogenost stena i korisnog minerala i njihovih položaja oko jamske prostorije. Uz pomoć rezultata modeliranja moguće je zatim da se jednostavno brojčano odredi vrednost koeficijenta K razmene toplote koja se menja po radilištima.

Autori ovog referata skreću dalje pažnju na to, da posebno mesto u toplotnom bilansu jamske vazdušne struje zauzimaju oksidacioni procesi, jer oni prilikom obrazovanja mikroklimе u nizu slučajeva mogu da budu odlučujući. Istovremeno analiza istraživačkih radova o razvoju toplote oksidacionim procesima pokazuje da do danas ne postoji nikakvo jedinstveno shvatanje količinski merljive vrednosti specifičnog razvoja toplote, koja određuje toplotni efekat oksidacione temperature u zavisnosti od dubine.

Na kraju, autori navode da je zavisnost proračuna za prognoziranje toplotnog režima značajno komplikovana i teško merljiva, pri čemu za ostvarenje proračuna toplote jamskog vazduha mora da bude uzet veći broj različitih polaznih podataka. Imajući u vidu ove okolnosti, autori su postavili sebi zadatak da pojednostave poluempirične odnose zavisnosti, što bi projektantima omogućilo da predvide toplotne uslove u jamskim prostorijama sa prolaznom vazdušnom strujom. Za ovu svrhu izvršen je na elektronskom brojčanom računaru »Ural« proračunski kompleks. Proračunate su: promene parametara toplote i vlažnosti jamskog vazduha u jamskim prostorijama sa prolaznom vazdušnom strujom u širokom graničnom rasponu temperatura stene, brzine strujanja jamskog vazduha, koeficijent sprovodljivosti toplote stena i dr. Obradom ovih podataka dobiveni su odnosi za određivanje temperatura jamskog vazduha u horizontalnim jamskim prostorijama. Ovi odnosi navedeni su na kraju referata kolektiva autora Ščerbanj—Kremnjev—Baratov.

Autori Müller-Pukocz u svom referatu skreću pažnju na postojeće bitne razlike:

- u pogledu usisavanja vlažnosti jamskog vazduha,
- u pogledu porasta temperature jamskog vazduha pod dejstvom temperature stene,
- u vrednostima temperaturno-fizikalnih veličina stena za klimatske proračune u jamama.

Autori se dalje bave, strogo ocenjujući, proračunskom metodom prema Ščerbanju. Za neke njene nedostatke uzeli su u pomoć odnose koje je dao König.

Oni navode dalje da nam na raspolaganju stoje rezultati oko stotinu merenja. Merenja su izvršena u različitim jamskim prostorijama, u različitim dubinama, pri različitim količinama jamskog vazduha. Na osnovu toga može se uzeti da se porast vlažnosti u jamskom vazduhu smanjuje sa porastom vremena provetranja, i da sa povećanjem dubine porast vlažnosti samo neznatno opada.

Prilikom ispitivanja u dvema jamskim prostorijama različite dubine, kako pri separatom provetranju, tako i pri prolaznom vođenju vazduha, bila je utvrđena efektivna sposobnost sprovođenja toplote po iterativ-metodi i izražen njen odnos prema specifičnom odvođenju vlage sa površine stene.

Gospoda Müller i Pukocz upozoravaju dalje na to, da su za pravilno sprovođenje proračuna klime najvažnije sledeće karakteristične vrednosti:

- specifično odvođenje vlage stene kao funkcija vremena provetranja,
- sposobnost toplotne sprovodljivosti stene kao funkcija specifičnog odvođenja vlage,
- dnevne vrednosti klime (suva temperatura i apsolutna vlažnost vazduha).

Za izračunavanje je, prema autorima, upotrebljen jedan mali elektronski računar »Cellatron SR«, koji je izračunao potrebne osnovne vrednosti.

U vezi sa ovim referatom napominjem da su u zbirci referata, u umnoženom materijalu označenom sa B 8, naznačene samo teze, koje autori nameravaju da za vreme ovog simpozijuma još dopune.

Promenama toplote i vlažnosti u jamskim vazdušnim putevima bavi se u svome referatu gospodin Voss. Ovaj se referat zasniva na ranijim istraživačkim radovima pomenutih autora. Njegova bogata aktivnost publikovanja u oblasti izračunavanja toplotnih promena sigurno je dobro poznata prisutnim učesnicima.

U svom referatu autor naglašava da je u zapadnonemačkim jamama uticaj udela isparavanja na stanje toplote mnogo veći nego uticaj udela konvekcije i zračenja. U otkopima i transportnim hodnicima, dakle u vazdušnim putevima sa naročito jakim zagrevanjem jamskog vazduha, isparavanjem se odvodi prosečno 70—80% toplote. Kako isparavanje veoma jako utiče ne samo na klimu jame, nego takođe i na kretanje suvih temperatura jamskog vazduha, to je znanje o usisavanju vlažnog vazduha takođe preduslov za privremeno pouzdane proračune toplote.

Moguće je da se isparavanje odredi proračunom i za sasvim mokre vazdušne puteve, i to ako su poznati najvažniji parametri razme-

ne toplote: toplotna sprovodljivost stene i prelazni toplotni koeficijent. Vrednost ostalih parametara može se uvek dati dovoljno tačno. Međutim, vazdušni putevi po pravilu nisu sasvim mokri. Njihova vlažnost je samo mestimično vidljiva, oni pokatkad izgledaju suvi spolja, jer površina ispravanja leži ispod vidljive površine. Radi toga je potrebno da se raspodela vlage i temperature na površini stene konkretnog vazdušnog puta traži među krajnjim modelima — varijantama za jedan delimično mokni vazdušni put.

Model — varijanta A pretpostavlja da je vlaga, posmatrano sa makroskopskog stanovišta, ravnomerno raspodeljena na površini ili da leži neposredno pod njom. Temperatura površine ima u svakom preseku jednu određenu vrednost, ona je samo funkcija dužine vazdušnog puta.

Model — varijanta B pretpostavlja da su delovi površine, tačnije rečeno, preseka opsega potpuno mokri, a ostatak potpuno suv. U svakom preseku skrivene su dve vrednosti temperature površine: viša temperatura suvih mesta i niža temperatura vlažnih mesta.

Ostvarenje model — varijante A može da se vidi u jamskim prostorijama koje su izrađene u jednoj steni sa ravnomernom vlagom, ali u kojoj su slojevi neposredno uz površinu već isušeni jamskom vazdušnom strujom. Kao primer za model — varijantu B može se, naprotiv, navesti suvi hodnik sa (otvorenim) kanalom za odvodnjavanje, ili hodnik sa vlažnim podom, ali sa suvim bokovima i suvim krovom. Obe varijante javljaju se u rudnicima kamenog uglja, ali stvarni odnosi nalaze se većinom između oba krajnja slučaja.

Gospodin Voss navodi dalje u svom referatu tačne metode proračuna, kao i računski rešenja za obe varijante.

Na kraju autor primećuje da se istraživanje veličine koeficijenta vlage u vazdušnim putevima malazi još u početnom stadiju, tako da su bilo koji zaključci o njegovoj brojčanoj vrednosti, ili o njegovoj zavisnosti od različitih veličina koje utiču, još sasvim nepotpuni i pretrpeće potrebne korekture. Potrebno je da se sprovedu još mnoga brižljiva merenja u različitim vazdušnim putevima, koja će omogućiti da se dobije predstava o celishodnosti predloženih računskih izračunavanja, i u slučaju njihove primenljivosti dobiju koeficijenti za pouzdan privremeni proračun jamske klime.

Referat gospodina Vossa smatram veoma važnim s obzirom na tačnost proračunavanja toplotnih promena jamskog vazduha u jamama kamenog uglja. Iz iskustva sa određivanjem prognoziranja klime u jami u najvećem čehoslovačkom Ostrava—Karvinskom reviru kame-

nog uglja, mogu da kažem da se u referatu navedena saznanja mogu celishodno iskoristiti za pokrivanje dosadašnjih »belih mesta« u računskim metodikama.

Referat gospodina Kempfa obrađuje promene odnosa toplote u slepim jamskim prostorijama. Autor navodi, između ostalog, da je prvobitna temperatura stene najuticajnija glavna veličina. Kod potisnog (kompresionog) separatnog provetranja može, međutim, porast temperature u ventilatoru sa vetrenim cevima da do toga dovode, da temperatura jamskog vazduha prekorači prvobitnu temperaturu stene. To se može očekivati ukoliko je malena razlika između prvobitne temperature stene i temperature usisanog jamskog vazduha, kao i u slučaju većeg porasta pritiska u ventilatoru s vetrenim cevima. Ali konačna temperatura ne menja se više sa dužinom puta vetrenih cevi.

Kod usisnog (depressionog) provetranja prečnik vetrenih cevi ne deluje na konačnu temperaturu, ali kod manjih prečnika on ima veoma jak uticaj radi većeg utroška energije separatnog provetranja, i time takođe većeg porasta temperature ventilatora s vetrenim cevima kod potisnog (kompresionog) provetranja.

Uticaj količine jamskog vazduha je veliki. To se naročito vidi kod usisnog (depressionog) proveravanja, pre svega kod kraćih puteva vetrenih cevi. Uticaj povećane količine jamskog vazduha javlja se naročito vidljivo kod viših temperatura stene.

Proračuni pokazuju takođe da separatno potisno (kompresiono) provetranje, pre svega kod prvobitne temperature stene iznad 30°C, s obzirom na klimu, neosporno prednjači usisnom (depressionom) separatnom proveravanju. Razlike mogu da iznose više stepeni.

Predviđanjem toplotnih uslova bavi se takođe gospodin Chochotva u svom referatu. Njegov referat sadrži metodiku prognoziranja toplotnih uslova jamskog vazduha u horizontalnim i kosim jamskim prostorijama, i to pri nepromenljivoj relativnoj vlažnosti, i kod promenljivih brzina jamskog vazduha. Na kraju izložene računski metodike autor navodi da ova metodika obezbeđuje verodostojnost izračunate vrednosti jamskog vazduha sigurno između $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$. Međutim, poželjno je da se postigne verodostojnost rezultata od $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

U drugu grupu problema spadaju uređaji za poboljšanje klimatskih uslova pomoću podesnih rudarsko-tehničkih mera, kao i pomoću veštačkog rashlađivanja jamskog vazduha.

Gospodin Szuttor u svom referatu se bavi ovim problemima u oblasti rudnika železnih ruda u rudnom reviru Spiš—Gemser. On navodi da se kvantitativna pitanja provetranja ne mogu smatrati konačno rešenim. Ovaj još

uvek otvoreni problem zahteva da se u prvom redu koncentriše na bitno poboljšanje koeficijenata jamskog vazduha, dakle na smanjenje gubitka jamskog vazduha. Kada se ocenjuje delatnost rudnika u celini, potrebno je da se striktni zahtev za maksimalnom koncentracijom iskorišćenja, koliko je god to moguće, svede na dva horizonta, i da se, što je samo po sebi razumljivo, jamske prostorije koje nisu u upotrebi i iskorišćeni delovi ležišta moraju tako izolovati, da vazduh kroz njih ne može prolaziti.

Pitanje vlage u vazdušnoj struji potrebno je i dalje smatrati ključnim problemom. Ozbiljni nedostaci u ekonomiji odvojanja u rudniku, a može se takođe reći, i mala briga koja se ovom delu rudarske aktivnosti posvećuje, mogu u buduću prouzrokovati, da se pri prodiranju otkopne fronte u dubinu, broj radnih mesta, u kojima je ulazna struja jamskog vazduha potpuno zasićena vodenom parom, povećaju sa svim negativnim uticajima na makroklimatske i higijenske prilike na ovim radnim mestima. Radi toga biće potrebno da se ekonomija odvojanja konsoliduje, i da se postigne njeno bitno poboljšanje.

Toplotni režim i regulisanje atmosfere u dubokim jamama Donbasa obrađeni su u referatu prof. Duganova. Prof. Duganov između ostalog navodi da je raščlanjenje*) jamsko-tehničkih mera pokazalo da je to najefikasniji put da se povećaju količina vazduha uvedenog u jamu.

Na toplotni režim u jamskim prostorijama mnogo utiču planovi otvaranja i pripreme otkopnih prostora. Kod njihovog povoljnog izbora postoji realna mogućnost da se postigne za 2–3°C niža temperatura jamskog vazduha, i da se na taj način izbegne veštačko hlađenje bar na jednom horizontu.

U dubokim jamama moguće je da se toplotni režim bitno poboljša primenom bušotina velikog prečnika, koje sprovode vazduh. One omogućavaju značajno skraćivanje vazdušnog puta, a tim takođe i suzbijanje porasta topline jamskog vazduha.

Autor navodi dalje da raščlanjenje gradiva eksperimentalnih i teorijskih istraživanja omogućuje da se preporučuje celishodnije metode, i da se odaberu podesnija sredstva za rashlađivanje jamskog vazduha, uzimajući u obzir specifičnosti jama ugljenih rudnika. Za jame koje otkopavaju strme slojeve, može se preporučiti:

- da se u srednjim dubinama (600 do 800 m) toplotni režim normalizuje iskorišća-

*) Verovatno se misli na razvođenje vazdušne struje kroz više jamskih prostorija. (prim. prev.).

vanjem rudarsko-tehničkih mera primenom uređaja za rashlađivanje jamskog vazduha na radilištima, naročito korišćenjem pokretnih rashladnih agregata,

- za sniženje temperature jamskog vazduha u dubinama od 800 do 1.000 m mogu se preporučiti polustacionarni ili stacionarni rashladni agregati, sa učinkom hlađenja 500 do 800.000 kcal/h,
- pri prelazu eksploatacije u dubine preko 1.000 m potrebno je jedno zajedničko hlađenje jamskog vazduha, uz primenu stacionarnih rashladnih mašina velikog učinka. S obzirom na današnji nivo industrije rashladnih mašina, korisno je da se da prednost planu koji predviđa postavljanje rashladnih mašina na površini, a klimatskih rashladnih agregata u jami.

Većina jama rudnika kombinata Lugansku-gol i Donbasantracit, gde se geotermički stepen kreće u granicama od 30 do 36 m°C, eksploatiše danas ugalj iz dubina od 500 do 800 m, pri čemu je rashlađivanje jamskog vazduha potrebno jedino u pojedinim otkopima i pripremnim radilištima, koja su udaljena od okana ulazne vazdušne struje 1.500 do 2.000 m.

Pogonska ispitivanja pokazala su da opadanje temperature jamskog vazduha iznosi u otkopima 2–3°C duž celog otkopnog fronta, i 6–8°C u pripremnim radilištima.

Pri otkopavanju slojeva u dubinama od 800 do 900 m, sa uspehom se mogu koristiti polustabilni rashladni agregati. Npr. kod otkopavanja slojeva na horizontu 920 m jame XXII. Parteitag KPdSV, potrebna su za normalizovanje uslova jamskog vazduha četiri takva agregata, sa učinkom svakog od po 350.000 do 500.000 kcal/h.

Za vreme pogonskih ispitivanja, a pre stavljanja u pogon rashladnog uređaja, maksimalna temperatura vazduha u jamskim prostorijama otkopavanog dela iznosila je 26,9°C, a minimalna temperatura 24,1°C. Posle stavljanja u pogon rashladnog uređaja promenili su se termodinamični parametri vazduha u jamskim prostorijama ovoga dela: temperatura jamskog vazduha u delu transportnih puteva i prekopa smanjila se prosečno za 3°C (ukupna dužina ovih prostorija bila je oko 600 m), u donjim usecima za 6–7°C, a u gornjim za 2–2,5°C, pri čemu je najviša temperatura jamskog vazduha u ovim prostorijama iznosila 23,5°C, a najniža 19,9°C. Relativna vlažnost vazduha smanjila se za 3–4% u hodnicima ulazne vazdušne struje, za 4–5% u donjim usecima i za 9–10% u gornjim otkopnim usecima.

U svome referatu o problemima regulacije toplotnog režima u dubokim jamama Sovjetskog Saveza akademik Ščerbanj navodi da se

poboljšanje termoatmosferskih uslova u jamskim prostorijama može realizovati pomoću dve osnovne metode i to:

- sprečavanjem zagrevanja jamskog vazduha i
- korišćenjem različitih sistema veštačkog rashlađivanja struje jamskog vazduha.

U prvoj grupi su različite jamsko-tehničke mere, u koje spadaju:

- racionalne brzine struje i količine jamskog vazduha, koje su zavisne od vazdušnog režima jame, dakle od odabranog plana otvaranja i od otkopnog sistema,
- sa stanovišta toplotnog režima efektivni planovi metoda vetrenja i otkopavanja,
- odgovarajuće dužine otkopa i metoda vođenja krovine,
- uređaji za ograničavanje uticaja oksidirajućih procesa i mesnih izvora toplote na toplotni režim.

Realizovanje odgovarajućih jamsko-tehničkih uređaja omogućuje u nizu slučajeva da se normalizuju toplotno-atmosferski uslovi, bez upotrebe tehnike komplikovanih i skupih uređaja za veštačko hlađenje jamskog vazduha, a u dubinama gde je to nemoguće bez ovih uređaja, ono omogućuje da se smanji potreban učinak hlađenja.

Matematičkom analizom je dokazano, da je najracionalniji sistem regulisanja toplotnog režima u jamama rudnika uglja u dubinama od 800 do 1.200 m — sistem sa rashlađivanjem jamskog vazduha u transportnim hodnicima sa polucentralnim ili centralnim postavljanjem rashladnih mašina na radnom horizontu.

U poređenju sa drugim, ovaj sistem ima sledeće prednosti: nema nikakvih aparata niti ikakvih cevovoda sa visokim pritiskom. Kao rashladna tečnost može se upotrebiti voda, jer se u sistemu ne nalaze nikakvi članovi koji rade pri negativnim temperaturama. Cevovodi su minimalne dužine, a pogon je pouzdan.

Analizom planiranih i stvarnih vrednosti pokazalo se, da je osnovni element troškova hlađenja jamskog vazduha cena električne energije, koja iznosi 37—71% ukupnih troškova.

Akademik Ščerbanj primećuje na kraju da je problem prognoziranja i regulisanja toplotnog režima u jamskim prostorijama u osnovi rešen. Sada je potrebno da se usavrše rad i pojedini konstruktivni elementi rashladnog sistema.

Referat gospodina Baratova bavi se, između ostalog, normalizovanjem toplotnih uslova u slepim jamskim prostorijama. Kao sredstvo za smanjenje razmene toplote stene-vazduh, može se koristiti toplotna izolacija. Autor

navodi da su novi sintetički materijali uspešne toplotno-izolacione obloge jamskih prostorija. U Institutu za tehničku toplotnu fiziku u Kijevu ispitano je dejstvo primene toplotne izolacije na jednom modelu slepe prostorije. Ispitivanja su pokazala da je toplotna izolacija bokova jamske prostorije i vetrenih cevi penušavim poliuretanom u sloju od 5 mm debljine smanjila temperaturu ulaznog jamskog vazduha na radnom mestu za 3,5—4°C. Bilo bi bez svrhe da se debljina obloge dalje povećava.

Autor dalje navodi da se za veštačko hlađenje jamskog vazduha kod izrade dubokih jama najviše upotrebljavaju prenosni rashladni freon-agregati, u kojima se rashlađivanje jamskog vazduha vrši u isparivaču, koji je ugrađen u potisni (kompresioni) vod vetrenih cevi.

Dosadašnji uređaji za rashlađivanje jamskog vazduha mogu da obezbede normalizovanje temperaturnih uslova u slepim prostorijama, pri čemu se u većini slučajeva dobro pokazao uređaj sa učinkom hlađenja od 60.000 do 120.000 kcal/h.

Pored pokretnih uređaja za rashlađivanje jamskog vazduha upotrebljavaju se takođe i stacionarni uređaji. Tako je, npr. za rashlađivanje jamskog vazduha pri produbljivanju jednog slepog okna bio postavljen na jednoj jami freonski uređaj sa efektom hlađenja 300.000 kcal/h. Toplota kondenzacije odvođena je po vetrenom horizontu pomoću izlazne struje i uređaja za rasprskavanje radi hlađenja vazduha. Temperatura jamskog vazduha na dnu okna smanjila se od 33 na 23°C.

Referat kolektiva autora, prof. Kremnjev—Žuravlenko—Černjak, obrađuje raspored sistema za rashlađivanje atmosfere u dubokim jamama i metode proračunavanja rashladnih uređaja. Iz ovog referata navodim sledeće:

Rashlađivanje jamske atmosfere na površini može da se primeni samo u jamama sa velikom količinom jamskog vazduha, sa malom dužinom jamskih prostorija i sa prosečno jednakom udaljenošću otkopa od priključka, u svim vremenskim odsecima eksploatacija horizonta. Mnogo je povoljnije da se u jamu uvede sona rastopina i da se atmosfera rashladi rashladnim uređajima sa visokim pritiskom, postavljenim na dubokim horizontima.

Jedan ovakav uređaj instaliran je na jami Butovskaja—Glubokaja u Donjeckom reviru, čija je rashladna stanica postavljena na površini.

Za rashlađivanje vazduha koristi se dvostepeni sistem. Za snižavanje temperature kod ulaza u okno utroši se 70% ukupnog učinka (na + 2°C). Temperatura rashlađenog jamskog vazduha prilikom njegovog prolaza kroz jamske prostorije penje se na 20,1°C pri ulazu u

otkope, gde su postavljeni podzemni uređaji za rashlađivanje jamskog vazduha, koji vazduh ohlađuju na 12,7°C. Ukupni efekat hlađenja primenom osam vazдушnih rashladnih uređaja, koji se u jami nalaze, iznosi 30% od ukupnog učinka hlađenja.

Gospoda Melničenko—Georgi bave se metodom normalizovanja klimatskih uslova pri izradi horizontalnih jamskih prostorija. Autori navode da u dubokim jamama saskog rudnog revira temperatura stene na najnižim horizontima iznosi 45—60°C. Usled toga se uslovi provetravanja toliko pogoršavaju, da je pri izradi prostorija većih dužina (do 1.000 m) potrebna klimatizacija cele izrađene prostorije. Bez posebnih mera temperatura jamskog vazduha bi se na ovim radilištima podigla na 34—36°C.

Hlađenje jamskog vazduha za celo vreme izrade pod navedenim okolnostima potrebno je ne samo zato, da bi se za izvesne radove (radovi na zavaranju i podgrađivanju) stvorila podnošljiva klima, nego i radi toga što rashlađivanje na čelu radilišta nikada ne bi moglo da stvori normalne uslove. U praksi se ovaj problem rešava tako, da se u određenim distancama postave rashladni uređaji, koji ulaznu struju jamskog vazduha malo po malo rashlađuju.

Za ovakav način rashlađivanja jamskog vazduha pomoću međustepenastih rashladnih uređaja naročito je važno da se pravilno izabere najcelishodnija vrsta uređaja s obzirom na ekonomičnost, kao i da se izaberu odgovarajuće distance između pojedinih uređaja. Radi toga izrađene su formule, koje omogućuju da se brojačno odrede distance za različite mesne uslove. Proračun se zasniva na tome, da prilikom izrade jamskih prostorija suva temperatura ne sme da pređe 32°C.

Pri temperaturama stene iznad 60°C, koje nastaju u dubinama ispod 1.500 m, međustepenasto rashlađivanje jamskog vazduha u horizontalnim prostorijama suviše je skupo i tehnički teško izvodljivo. U ovakvim ekstremnim uslovima može se postići umereno poboljšanje klimatskih odnosa pomoću toplotnog izolovanja zidova jamske prostorije. Proračuni su pokazali da kao izolirajuća materija dobro odgovara npr. pena poliuretana, kojom se prskaju zidovi. Na ovaj način mogu se pomoću mnogih postupaka (vođenje vazduha, veštačko hlađenje, izolovanje zidova) stvoriti normalni klimatski uslovi i pri temperaturama do 70°C. To znači, da se praktično mogu uspešno provetravati sve jame do dubine od 2.000 m, a u slučaju veće vrednosti geotermičkog stepena, još i dublje.

Sažeto, može se reći da se u uslovima saskih metalnih jama mogu uobičajenim sredstvima samo tada obezbediti zakonom propisani klimatski parametri u horizontalnim jam-

skim prostorijama, ako temperatura stene ne prelazi 35°C. Pri temperaturama stene od 35—40°C potrebno je da se koristi jedan rashladni uređaj u okolini radnog čela. Osim toga, kod viših temperatura između 45—60°C, potrebno je da se ugradi uređaj za međustepenasto hlađenje cele jamske prostorije. Konačno, mogu se dovoljno provetravati takođe i jamske prostorije sa temperaturama višim od 60°C, i to pomoću toplotne izolacije zidova.

Referat gospodina Chochotve usmeren je, pored prognoziranja temperaturnih uslova, takođe i na racionalne dijagrame i sisteme rashlađivanja jamskog vazduha u dubokim jamama.

Autor referata navodi da je veštačko rashlađivanje jamske atmosfere u većini dubokih jama, a naročito novoizgrađenih, najčešće postupak kojim se obezbeđuju normalni temperaturni uslovi. Ali, samo po sebi, rashlađivanje jamske temperature je za sada jedna od najkomplicovanijih i najskupljih metoda.

Jedan od načina kojim se povećava efektivni učinak i ekonomičnost rashlađivanja atmosfere jeste izbor racionalnog plana rashlađivanja jamskog vazduha, i to posebno za svaku jamu kao celinu, tj. da se odrede najcelishodnija mesta i stepen njihovog hlađenja.

Gospodin Chochotva iznosi u svom referatu takođe i tabele jamskih rashladnih mašina, poređanih po parametrima, koje je izradio Istraživački institut u Makajevki. Ove tabele propačene su fotografijama. Slobodan sam da skrenem pažnju učesnicima ovog simpozijuma na značaj ovih materijala, kao i da se isti nalaze u zbirci referata pod oznakom B 12.

Poslednja grupa problema obuhvata pitanja fiziologije rada. Određivanje granične linije za puni radni efekat čoveka jako je važno ne samo sa stanovišta higijene jamskog rada, nego takođe i s obzirom na ekonomiju rudničkog pogona. Može se reći da za sada skoro svaka država ima svoju sopstvenu higijensku normu koja određuje granicu normalnog rada, tj. normalno radno vreme rudara. Tako je granica npr. u Nemačkoj Saveznoj Republici temperatura od 28°C, u Sovjetskom Savezu 26°C, pri čemu brzina vazduha ne sme da bude manja od 2 m/s. Neke države granice određuju temperaturom na vlažnom termometru, druge efektivnom temperaturom ili i — x dijagramom. Ove činjenice dokazuju da još uvek nema nikakvog jedinstvenog pogleda na klasifikaciju jamske sredine s obzirom na rad čoveka u klimatski teškim jamskim uslovima. Ova činjenica ima za posledicu da se merama za klimatizaciju u različitim državama prilazi pod različitim klimatskim uslovima. Tako npr. u Sovjetskom Savezu pristupa se veštačkom rashlađivanju vazduha u jamama rudnika uglja već u dubinama od 800 m pod površinom, kako

to proizilazi iz referata sovjetskih autora, jer je granica temperaturne norme 26°C. Naprotiv, u SR Nemačkoj temperaturna granica od 28°C dozvoljava prodiranje u veće dubine bez potrebnog veštačkog hlađenja.

Prilog ovoj problematici dao je samo jedan referat, i to gospodina Jokla. U uvodu gospodin Jokl primećuje da je za radikalno poboljšanje ove situacije neophodno poznavanje kriterijuma. Oni omogućuju da se proceni stepen dejstva pojedinih tehničkih uređaja sa funkcionalnog i ekonomskog stanovišta. Gde nije moguća primena tehničkih uređaja, tamo moraju predloženi kriterijumi omogućiti plan jednog prihvatljivog režima rada i mirovanja. Gledano pod ovim uglom, pristupilo se razmatranju jedne nove vrste procene toplotnog opterećenja čoveka pri jamskom radu.

Istovetno kao kod štetne hemijske materije i ovde je, takođe, potrebno da se razlikuje udarno opterećenje (kratkotrajno), i prosečno opterećenje (dugotrajno) čoveka.

Udarno opterećenje imaće svoj maksimum kod hipertermije, a svoj minimum kod hipotermije. Kod prosečnog opterećenja može se govoriti samo o maksimumu (dugotrajno toplotno opterećenje). Minimum otpada, jer dugotrajno opterećenje čoveka hladnoćom nije dozvoljeno. Ovde ne postoji nikakva fiziološka barijera, kao što je znoj kod maksimuma, radi čega direktno dolazi do hipotermije.

Pod prosečnim opterećenjem razume se opterećenje za vreme jednog radnog ciklusa, na pr. za vreme jedne smene, pri čemu se pretpostavlja da radnik ovaj rad obavlja kroz celo vreme radne sposobnosti, npr. kroz četrdeset godina. Radi toga kod najviših dozvoljenih udarnih vrednosti mi dozvoljavamo jednu izvesnu meru rizika, dok najviše dozvoljene pro-

sečne vrednosti opterećenja moraju da budu niže. Ovde se ne može dozvoliti nikakvo ugrožavanje zdravlja radnika, nego samo jedan izvestan stepen zamora. Radi toga je takođe količina izlučenog znoja fiziološki osnov za kriterijum prosečnog opterećenja, dakle jedna druga veličina nego kod kriterijuma udarnog opterećenja.

Pretpostavljeni sistem ocene toplotnog opterećenja čoveka omogućuje između ostalog:

- planiranje režima rada i mirovanja,
- određivanje uticaja nepovoljnih klimatskih uslova na učinak čoveka,
- stvaranje optimalne mikroklimе radnog mesta,
- određivanje uticaja odeće na učinak čoveka,
- određivanje najviših dozvoljenih promena toplotnog opterećenja čoveka (prilikom prelaza iz jedne sredine u drugu),
- određivanje potrebne metodike merenja mikroklimе.

S obzirom da će u češkom tekstu zbirke referata biti objavljen samo sadržaj ovog referata, molim gospodina Jokla da u diskusiji izloži bitne delove svoga referata, i ako je moguće da to dopuni objašnjenjem metodike merenja mikroklimе, koju je izradio.

Poštovana gospodo! U mome uvodnom referatu nastojao sam da dam pregled rešenih, a takođe i još nerešenih problema klimatizacije jama, koji su sadržani u referatima ovog simpozijuma. Moguće je da sam u ovom pregledu izostavio delove referata, koje autori smatraju važnim. Dalje, moguće je, pa čak i verovatno, da su od vremena izrade referata postignuta nova saznanja u ovoj grani. U ovom slučaju molim poštovane autore da ovaj moj pregled u diskusiji dopune.

ZUSAMMENFASSUNG

Probleme der Klimatisierung und Physiologie der Arbeit in tiefen Gruben

Dr ing. L. Suchan*)

Im Februar d. J. in Joachimovo — ČSSR — wurde Internationales Symposium, über die Lüftung in Gruben, abgehalten.

In diesem Referat wurde veröffentlicht der Leitartikel, in dessen Dr. ing. L. Suchan übersichtlich durchgeführt hat die neueste Errungenschaft im Gebiet der Klimatisierung und die neuesten Erkenntnisse in der Physiologie der Arbeit in unterirdischen Gruben.

*) Dr ing. Libor Suchan, Vedeckovyzkumny uhelny ustav, Ostrava — Radvanice, ČSSR.

Određivanje racionalne veličine profila poprečnog preseka podzemnih horizontalnih prostorija kod nekih složenih oblika

(sa 14 slika)

Dr ing. Petar Jovanović

Dimenzionisanje podzemnih rudničkih prostorija predstavlja veoma osetljiv i složen problem, kako sa tehničko-sigurnosnog, tako isto i sa ekonomskog stanovišta. Rukovodeći se tehničko-sigurnosnim zahtevima datim Pravilnikom o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima, i vodeći računa o ekonomičnosti samog profila, u ovom radu obrađena je ova složena problematika i data su rešenja za izvestan broj složenih oblika.

Uvod

Ne želeći, na ovom mestu, da polemishemo o celishodnosti primene pojedinih oblika poprečnog preseka horizontalnih podzemnih rudničkih prostorija, niti pod kojim uslovima ovi profili obezbeđuju najveću sigurnost, mi ćemo se samo zadržati na proučavanju utvrđivanja takvih geometrijskih parametara svetlog profila koji, s obzirom na svoj geometrijski oblik, obezbeđuju dovoljno prostora za smeštaj i prolaz transportnih sredstava, a da pri tome budu zadovoljeni svi oni zahtevi koji se kod rešavanja ovakvih problema postavljaju od strane zakonskih odredbi propisanih Pravilnikom o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima*) (u daljem tekstu Pravilnik). Ovo je i razlog što smo pri rešavanju predmetne problematike, pored poznavanja oblika profila i gabaritnih mera i vrste transportnih sredstava, postavili sebi kao uslov strogo pridržavanje zahteva koje u vezi ove problematike propisuje citirani Pravilnik.

U želji da izloženi materijal osim čisto teoretskog doprinosa rešavanju aktuelnih problema vezanih za rudarenje u našoj zemlji ima i

praktični značaj, tj. da rezultate ovih istraživanja može da koristi širi krug stručnjaka iz oblasti rudarstva, nastojali smo da isti što potpunije izložimo i potkrepimo primerima iz prakse.

Oblik i dimenzije poprečnog preseka

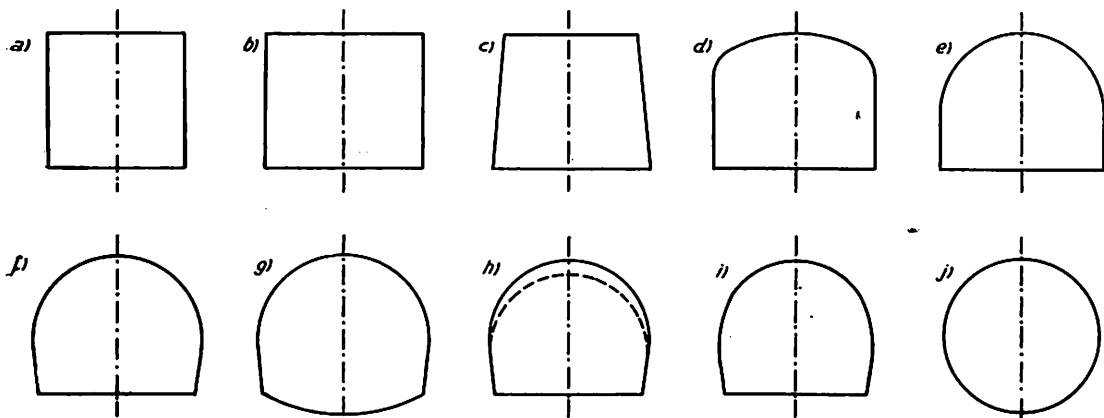
U rudarskoj praksi je već od davnina poznato da oblik poprečnog preseka zavisi od fizičko-mehaničkih osobina stenskog materijala. U kome se prostorija izrađuje, od vrste materijala koji će se koristiti za podgrađivanje i veličine prostorije, koja je uslovljena namenom same prostorije, zatim veličinom i brojem transportnih sredstava i tehničko-sigurnosnim zahtevima. Po svom obliku poprečni preseki mogu biti veoma različiti i nekoliko primera ovih oblika dato je na slici 1. Kako se to iz slike 1 vidi, postoje oblici kod kojih je veoma lako odrediti najracionalnije parametre u pogledu na dimenzije i racionalnu veličinu profila (sl. 1a, 1b i 1c), a takođe se sa iste slike vidi da se u rudarstvu koriste i neki složeniji oblici za koje, s obzirom na specifičnost oblika, racionalnu veličinu profila nije tako jednostavno odrediti (sl. 1d, 1e, 1f, 1g, 1h, 1i i 1j). U našim razmatranjima predmet će biti baš ovi složeni oblici.

*) »Službeni list SFRJ« br. 11/67.

Prilikom određivanja najracionalnijeg oblika poprečnog preseka moguće je koristiti jedan od dva postupka, i to grafički ili analitički postupak. Kod grafičkog postupka na hartiju se nanose u jednoj određenoj razmeri gabariti transportnog sredstva i propisima utvrđena rastojanja od ivica transportnog uređaja do podgrade (v. Pravilnik). Koristeći se na ovakav način dobivenim karakterističnim tačkama, oko istih se iscrta profil poprečnog preseka prostorije prema željenom obliku. Ovako uprošćen postupak se veoma često koristi u praksi i isti je omiljen s obzirom na svoju jednostavnost. Kod analitičkog postupka dimenzije poprečnog preseka se određuju na osnovu spoljnih mera transportnih sredstava i propisima određenih minimalnih rastojanja na za to označenim mestima, pomoću izvedenih obrazaca za ovu svrhu.

slučaj posebno odgovarajuća analitička rešenja. Oni parametri koji su vezani za oblik pojedinih profila, a kod nas nisu standardizovani i nisu mogli biti isključeni prilikom rešavanja celokupnog pitanja dimenzionisanja, usvojeni su na osnovu nekih stranih iskustava, te iako nisu obavezni za primenu jer nisu obuhvaćeni JUS-om, po našem mišljenju potrebno ih je koristiti. Isto tako, da bi se sačuvao oblik profila, mi smo u nekim slučajevima bili prinuđeni da, s obzirom na nedovoljnu proučenost čitavog problema vezanog za dimenzionisanje, utvrđujemo neke od elemenata koji bi, po našem mišljenju, morali da odgovaraju tipu konstrukcije i tehničkim mogućnostima izvođenja u našim uslovima.

Prilikom dimenzionisanja poprečnog preseka neke prostorije obavezni smo da podjednako obratimo pažnju na sve one elemente



Sl. 1 — Oblici poprečnog preseka hodnika

a — kvadratni; b — pravougaoni; c — trapezni; d — niskozasvođeni; e — visokozasvođeni; f, g, i — potkovičasti; h — oblik podgrađen lučnom popustljivom podgradom; j — kružni oblik.

Fig. 1 — Shapes of corridor cross-sections:

a — square; b — rectangular; c — trapezoid; d — low arched; e — high arched; f, g, i — horse-shoe; h — shape supported by arched yielding support; j — circular pattern.

Za sada se kod dimenzionisanja poprečnog preseka, naročito složenih profila, koristi samo grafički postupak, koji daje rezultate sa daleko manjom tačnošću od analitičkog postupka, jer za naše uslove nisu razrađeni svi potrebni elementi vezani za pojedine parametre složenih profila, te realno nije bilo ni moguće koristiti analitički postupak. Ovom prilikom, koristeći se iskustvom u radu Komisije za standardizaciju profila podzemnih rudničkih prostorija pri Saveznom zavodu za standardizaciju, bilo nam je moguće da svestrano sagledamo problematiku vezanu za dimenzionisanje složenih profila i utvrdimo za svaki

koji moraju biti zadovoljeni kako bi projektovani objekat u potpunosti udovoljio svojoj nameni i tehničko-sigurnosnim zahtevima. Bitni elementi koji utiču na dimenzije objekta, a samim tim i na njegovu veličinu, bez obzira na oblik, obuhvaćeni su:

- 1 — vrstom i dimenzijama transportnog sredstva za koje se prostorija izrađuje
- 2 — tehničko-sigurnosnim propisima
- 3 — brojem transportnih pruga (odeljenje) i
- 4 — količinom vazduha koja mora da prođe kroz profil u jedinici vremena.

Svi potrebni elementi za tačke 2, 3 i 4 obuhvaćeni su zakonskim propisima (v. Pravilnik) i na ovom mestu nije neophodno iste još jednom citirati. Međutim, po pitanju dimenzija transportnih sredstava i njihove klasifikacije u našoj zemlji, za sve nije još izvršena tipizacija, te smo smatrali korisnim da one podatke kojima se za sada raspolaže, kao i podatke nekih zemalja čija je oprema kod nas zastupljena, prikažemo na jednom mestu. Iz navedenih razloga, u daljem tekstu, u obliku tablica, opisana je najvažnija transportna oprema.

Tablica 3

Gabaritne mere i oznake trakastih transportera (sovjetske konstrukcije)

Tip transportera	Kapacitet kod rada u horizontalnim zontalima t/čas	Dužina transportera kod rada u horizontalnim zontalima m	Spoljne mere u mm		
			Širina trake	Širina konstrukcije	Visina transportera
KL—80	80	300	700	1020	480
KL—120	120	300	700	1020	480
KL—180	180	300	700	1020	480
KL—220	220	300	900	1320	750
KL—250	250	600	900	1320	750
KL—300	300	600	1000	1450	1000
KL—350	350	700	1000	1450	1000

Tablica 1

Gabaritne mere i oznake jamskih lokomotiva (po JUS-u)

Oznaka lokomotive	Tip lokomotive	Spoljne mere u mm		Težina, tona
		Širina b ₀	Visina h ₀	
T ₁	El. trolna	900	1600	5
T ₂	El. trolna	1000	1600	7, 10 i 12
A ₁	Akumulatorska	900	1600	5 i 7
A ₂	Akumulatorska	1000	1700	12
D ₁	Dizel	900	1600	4, 5 i 7
D ₂	Dizel	1000	1600	10

Tablica 4

Tehničke karakteristike rudničkih šina (prema DIN)

Oznaka	Dimenzije i težina							Otporni moment cm ³	Najveći dopušteni pritisak jednog točka, kg
	Visina h mm	Širina stope mm	Širina glave mm	Debljina šine mm	Težina šine kg/m ¹				
65/7	65	50	25	5	7	15,3	765		
70/10	70	58	32	6	10	24,0	1200		
80/14	80	70	38	9	14	36,2	1810		
93/18	93	82	43	10	18	56,1	2000		
100/20	100	82	44	10	20	67,0	3350		
115/24	115	90	53	10	24	98,0	4900		
134/33	134	105	58	11	33	154,0	7700		
148/49	148	125	65,2	14	49	235,0	12500		

Tablica 2

Gabaritne mere i oznake jamskih vagoneta (po JUS-u)

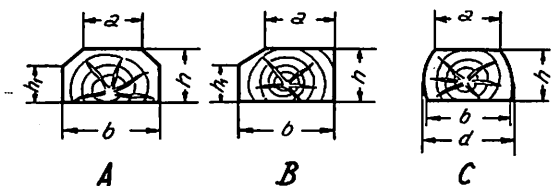
Zapremina m ³	Spoljne mere vagoneta			Širina koloseka mm
	Visina mm	Dužina mm	Širina mm	
0,5	900	1370	700	600
0,7	1000	1460	800	600
0,9	1100	1670	800	600
1,1	1140	1760	900	600
1,3	1220	1880	900	600
1,5	1300	1780	1000	600
2,0	1350	2275	1000	600

Tablica 5

Tehničke karakteristike pragova koji se najčešće koriste u rudnicima (za oblik praga videti sl. 2)

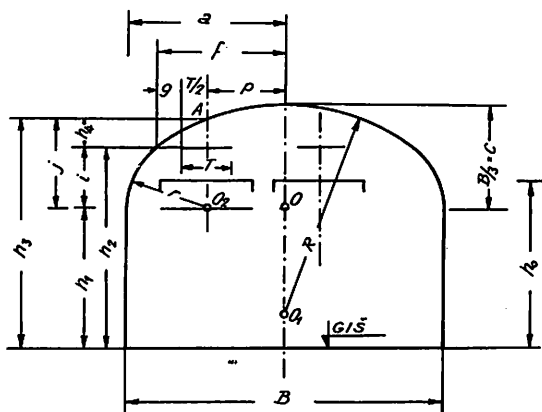
Širina koloseka mm	Oblik praga	Upotreba	Širina b cm	Širina b _D cm	Širina d cm	Visina h _D cm	Visina h ₁ cm	Dužina b _D cm
600	A	za teške lokomotive	14	18	—	13	10	120
	B	za glavne hodnike	12	15	—	10	—	110
	C	za otkopne hodnike	10	10—12	—	10	—	110

S obzirom da su predmet naših razmatranja složeni oblici poprečnog preseka podzemnih rudničkih prostorija, to ćemo se u daljem tekstu na ovim oblicima i zadržati, i to samo na onim oblicima koji su za rudarenje u našoj zemlji od najvećeg interesa, a to su: niskozasvođeni, visokozasvođeni, potkovičasti, kružni oblik i oblik sa lučnom popustljivom podgradom. Za ove oblike obrađeni su svi neophodni elementi bitni za njihovo pravilno konstruisanje.



Sl. 2 — Oblici preseka jamskih pragova sa oznakama uz tablicu 5.

Fig. 2 — Shapes of pit threshold cross-sections with signs related to Table 5.



Sl. 3 — Šema uz proračun niskozasvođenog oblika.

Fig. 3 — Scheme related to the calculation of the low arched pattern.

Niskozasvođeni oblik poprečnog preseka

U slučajevima kada se kao podgradni materijal koristi beton ili armirani beton, a svod prostorije je potrebno izvesti lučno, najčešće se primenjuje niskozasvođeni oblik poprečnog preseka (sl. 1d). Ovakav oblik moguće je koristiti ukoliko se prostorija izrađuje u stenskom materijalu sa koeficijentom čvrstoće $f > 3$ i ako prostorija treba da traje jedno duže vreme.

Sa slike 3 se vidi da se lučno izvedeni svod oslanja na vertikalne bokove, te se problem svodi, ukoliko se poznaje širina prostorije, na određivanje elemenata svoda. S obzirom da je u ovom slučaju zasvođeni deo predstavljen jednom polovinom elipse, to se duža poluosu (a) može izraziti obrascem (sl. 3):

$$a = 0,5 \cdot B \quad (1)$$

a izraz za kraću poluosu može se napisati u obliku

$$c = 0,33 \cdot B \quad (2)$$

Poluprečnici zakrivljenosti (R i r) mogu se proračunati u funkciji od širine hodnika (B) po obrascu:

— za veliki prečnik

$$R = 0,692 \cdot B \quad (3)$$

— za mali poluprečnik

$$r = 0,262 \cdot B \quad (4)$$

Položaj centra velikog (O_1) i malog (O_2) poluprečnika, u odnosu na centar elipse, moguće je proračunati iz razlike dužina, i to položaj centra velikog poluprečnika

$$OO_1 = R - C \quad (5)$$

a položaj centra malog poluprečnika (sl. 3)

$$OO_2 = a - r \quad (6)$$

S obzirom da kod ovog profila u zasvođenom delu dolazi do smanjenja širine (B), to je potrebno, u slučaju da se prevoz obavlja električnim trolnim lokomotivama koje su snabdevene oduzimačem električne struje u obliku lire, isti tako dimenzionisati da rastojanje trole od podgrade ne bude manje od dozvoljenog (v. Pravilnik o propisima za električna postrojenja u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, tačka 5. 1. 7. 2. 2*).

Rastojanje centra elipse svoda od GIŠ-a (gornje ivice šine) proračunaće se na osnovu obrasca (v. sliku 3)

$$h_1 = h_2 - i \quad (7)$$

gde je: $h_2 = 2200$ mm — rastojanje od GIŠ-a do trolne žice prema važećim propisima.

* »Službeni list FNRJ« br. 10/62 i »Službeni list SFRJ« 16/67.

$$i = \frac{c}{a} \sqrt{a^2 - f^2} - \text{rastojanje od trolne žice}$$

do velike poluose,

$$f = g + 0,5 \cdot T + p - \text{minimalna poluširina hodnika na visini trolne žice,}$$

T = širina trole,
 $g = 300 \text{ mm}$ — dozvoljeno minimalno rastojanje trole od podgrade hodnika,
 p = rastojanje osovine koloseka od osovine hodnika.

Koristeći se prednjim obrascima u mogućnosti smo da odredimo visinu bočnih stranica i zadovoljimo zahtev da trola na visini trolne žice ne bude udaljena od podgrade manje od propisima dozvoljenog rastojanja. Međutim, kako je propisima određeno i minimalno rastojanje trolne žice od podgrade u krovu hodnika, to je potrebno izvršiti kontrolu ovog rastojanja za uslove koje smo odredili. Ovu kontrolu izvršićemo (v. sliku 3) na osnovu obrasca

$$h_4 = j - i \quad (8)$$

gde je:

$$j = \frac{c}{a} \sqrt{a^2 - p^2}$$

Ukoliko je dobivena vrednost za h_4 veća od minimalne, propisima dozvoljene (300 mm), tada su dimenzije dobro odabrane. Međutim, ako je visina h_4 manja od minimalno dozvoljene, tada je potrebno dužinu vertikalnih stranica povećati za nastalu razliku između proračunate vrednosti i propisima dozvoljenog minimalnog rastojanja.

U slučajevima kada se hodnik koristi samo za ručni prevoz ili za prolaz akumulatorskih ili dizel lokomotiva, tada se najvažniji elementi mogu proračunati na osnovu sledećeg:

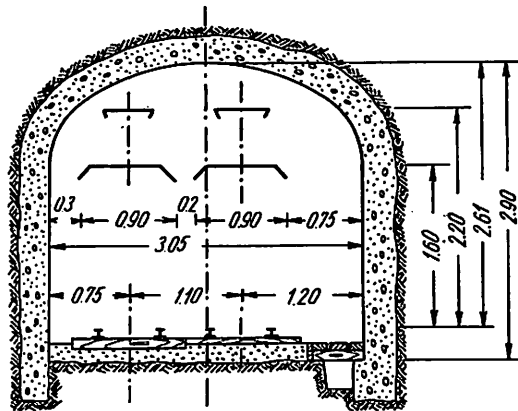
visina centra elipse od GIŠ-a (visina vertikalnih stranica hodnika) proračunava se kao razlika visina (v. sliku 3)

$$\text{gde je: } h_1 = h_3 - j \quad (9)$$

h_3 — minimalna dozvoljena visina prema tehničko-sigurnosnim propisima u pravcu ose koloseka ili sredine prolaza za radnike (od GIŠ-a do podgrade);
 b

$j = \frac{c}{a} \sqrt{a^2 - p^2}$ — ordinata tačke A za apscisu »p« — slučaj kada je koordinatni početak u centru elipse.

Jedan primer proračunat na osnovu izložениh principa prikazan je na slici 4. Kod proračuna navedenog primera usvojeni su sledeći podaci: jednokolosečan hodnik sa prolazom za ljude kojim prolazi trolna lokomotiva tipa T_1 sa oduzimačem električne energije širine 500 milimetara.



Sl. 4 — Primer izrađen za slučaj niskozasvođenog oblika.

Fig. 4 — Example elaborated for the case of low arched pattern.

Visokozasvođeni oblik poprečnog preseka

U slučajevima kada koeficijent čvrstoće stenske mase ne prelazi 3 ($f < 3$), tada se primenjuje visokozasvođeni oblik poprečnog preseka (sl. 1e). Suštinska razlika između niskozasvođenog i visokozasvođenog oblika ogleda se u tome što se kod niskozasvođenog oblika svod izgrađuje polueliptično, dok kod visokozasvođenog oblika svod je predstavljen polovinom kruga. Ostali elementi koji pripadaju ovim oblicima su identični.

Poluprečnik svoda kod visokozasvođenog oblika proračunava se po obrascu

$$\text{gde je: } R = k \cdot 0,5 \cdot B \quad (10)$$

$k = 1,10$ do $1,15$ — koeficijent korekcije poluprečnika,

B — minimalna dozvoljena širina hodnika na nivou najisturenijih tačaka transportnog sredstva.

Visina centra polukruga od GIŠ-a proračunava se kao razlika dužina (v. sliku 5):

$$h_1 = h_2 - A \quad (11)$$

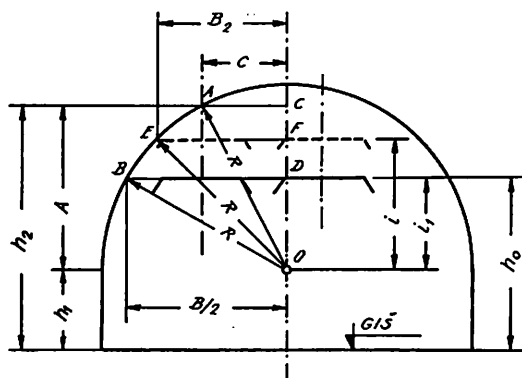
gde je:

h_2 — propisima minimalno dozvoljena visina od GIS-a do trolne žice ili podgrade hodnika u pravcu ose koloseka,

$A = \sqrt{R^2 - C^2}$ — rastojanje tačke na visini h_2 od ravni na visini centra svoda (vidi sliku 5, trougao OAC),

C — rastojanje od osovine koloseka do osovine hodnika.

Kod ovakvih profila obično je slučaj da je visina h_1 manja od visine vozila h_0 , pa se kao neophodno nameće provera širine prostorije na



Sl. 5 — Sema uz proračun visokozasvođenog oblika.

Fig. 5 — Scheme related to the calculation of the high arched pattern.

visini h_0 . Ova kontrola se svodi na proveravanje da li su rastojanja između vozila i bokova hodnika u granicama koje propisuju tehničko-sigurnosni propisi. Sa slike 5. (trougao OEF) se vidi da je poluširina hodnika na ovoj visini (isprekidanom linijom označen je položaj vozila)

$$B_2 = \sqrt{R^2 - i^2} \quad (12)$$

gde je:

$$i = h_0 - h_1.$$

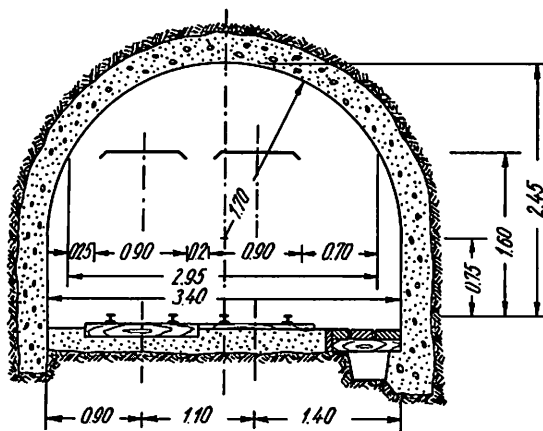
Ukoliko je $B_2 < 0,5B$, tada tehničko-sigurnosni zahtevi nisu zadovoljeni. U ovakvim slučajevima potrebno je pronaći takvu visinu h_1 (visinu vertikalnih bokova hodnika) kod koje će i ovaj uslov biti zadovoljen. Sa slike 5 se može videti da ako na visini h_0 zadržimo širinu $B/2$ (punom linijom označen položaj vozila), tada će rastojanje od centra svoda do visine h_0 iznositi (v. trougao OBD)

$$h_1 = h_0 - i_1 \quad (13)$$

gde je:

$$i_1 = \sqrt{R^2 - \left(\frac{B^2}{2}\right)}$$

Za slučaj da se za prevoz kompozicija koristi trolna lokomotiva sa oduzimačem električne energije u obliku lire, tada se mora još izvršiti i provera širine hodnika na visini trolne žice, i to sa zadatkom da se proveri da li je kraj lire dovoljno udaljen od podgrade hodnika. Način kontrole u ovom slučaju je isti kao i kod niskozasvođenog oblika.



Sl. 6 — Primer izrađen za slučaj visokozasvođenog oblika.

Fig. 6 — Example elaborated for the case of high arched pattern.

Izrađen primer dimenzionisanja jednog hodnika za slučaj da se isti izgrađuje u stenskom materijalu sa koeficijentom $f = 2$, da će u istom biti smeštena dva koloseka i prolaz za radnike, kao i da će kompozicije vući akumulatorska lokomotiva tip A_1 prikazan je na slici 6.

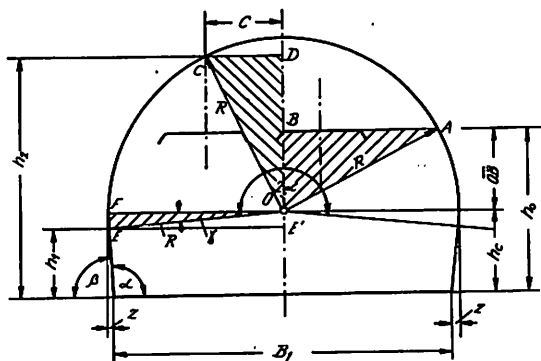
Potkovičasti oblik poprečnog preseka

U slučajevima kada osim vertikalnog postoji i znatan bočni pritisak, veoma često se izgrađuju hodnici potkovičastog oblika poprečnog preseka. Kao podgradni materijal za ovakav oblik najčešće je u upotrebi čelik, mada se mogu koristiti i drugi podgradni materijali.

U praksi, kada je u pitanju potkovičasti oblik, razlikuju se dva slučaja, i to: slučaj kada profil ima poprečni presek manji od $5,5 \text{ m}^2$ i profil se poprečnim presekom većim od $5,5 \text{ m}^2$.

Kada je u pitanju profil preko 5,5 m², zasvođeni deo profila predstavljen je kružnim isečkom sa poluprečnikom R (v. sliku 7), a kada je u pitanju profil ispod 5,5 m² tada se zasvođeni deo izrađuje u obliku dela elipse sa poluprečnicima R₁ i R₂ (sl. 9).

S obzirom da kod dimenzionisanja ovih profila postoje izvesne razlike, to će oba ova slučaja biti posebno izložena.



Sl. 7 — Šema uz proračun potkovičastog oblika preko 5,5 m².

Fig. 7 — Scheme related to the calculation of the horse-shoe pattern exceeding 5,5 m².

Potkovičasti oblik preko 5,5 m²

Kod ovih profila zasvođeni deo predstavljen je kružnim lukom, sa centralnim uglom 2 α , gde α označava nagib (zakošenost) bokova hodnika (bočnih stranica) prema horizontali. Za ovaj nagib obično se usvaja ugao od 95°. Centar svoda u ovom slučaju nalazi se na simetriji profila i njegov položaj u odnosu na GIŠ može se računati iz sledeće relacije (sl. 7)

$$h_c = h_0 - \overline{OB} \quad (14)$$

Iz trougla OAB, duž \overline{OB} proračunava se po obrascu

$$\overline{OB} = \sqrt{R^2 - (\overline{AB})^2}$$

Kako duž \overline{AB} ne sme biti manja od 0,5 (B — minimalna dozvoljena širina na visini h₀), to se za ovu duž usvaja 0,5B, dok ćemo R proračunati po obrascu

$$R = k \cdot 0,5 \cdot B$$

gde je k = 1,10 do 1,15 — korekcionni koeficijent poluprečnika. Ako se usvoji za k = 1,15

tada se u konačnom obliku (posle sređivanja) za duž \overline{OB} može napisati da je

$$\overline{OB} = 0,27 \cdot B$$

Prema tome, obrazac za određivanje visine centra od GIŠ-a u konačnom obliku glasi

$$h_c = h_0 - 0,27 \cdot B \quad (15)$$

Visina prevojne tačke E (v. sliku 7) od GIŠ-a može se proračunati kao razlika visina

$$h_1 = h_2 - (\overline{OD} + \overline{OE'})$$

Iz trougla OCD (v. sliku 7) duž \overline{CD} data je izrazom

$$CD = \sqrt{R^2 - C^2}$$

gde je:

C — rastojanje osovine koloseka od osovine hodnika.

S druge strane, iz trougla OEF (v. sliku 7) duž \overline{EF} , koja je jednaka duži $\overline{OE'}$, proračunava se po obrascu

$$\overline{OE'} = R \cdot \sin \gamma$$

gde je:

$$\gamma = \frac{1}{2} (2\alpha - 180^\circ)$$

Zamenimo li odgovarajuće, ovako dobivene izraze za pojedine članove u obrascu za proračunavanje visine h₁, dobićemo konačan obrazac koji glasi

$$h_1 = h_2 - (\sqrt{R^2 - C^2} + R \cdot \sin \gamma) \quad (16)$$

Širina hodnika na nivou GIŠ-a (jer ova širina predstavlja najmanju širinu ovog profila) proračunava se po obrascu

$$B_1 = 2(\overline{OF} - z)$$

gde su:

$$\overline{OF} = R \cdot \cos \gamma \quad \text{i} \quad z = h_1 \cdot \cotg \beta$$

Ugao β proračunava se kao razlika uglova (v. sliku 7)

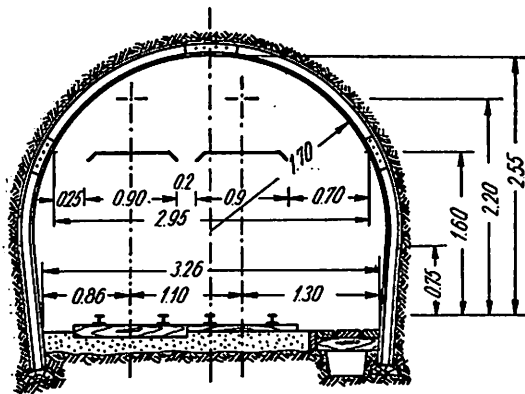
$$\beta = 180^\circ - \alpha$$

Na osnovu prikazanih oblika pojedinih članova koji ulaze u sastav obrasca za širinu hodnika na visini GIŠ-a, ova širina se može izraziti obrascem

$$B_1 = 2(R \cdot \cos \gamma - h_1 \cdot \cotg \beta) \quad (17)$$

Ukoliko je B_1 veće od B , osnovni parametri su pravilno i dobro odabrani. Međutim, ukoliko je $B_1 < B$, tada poluprečnik R treba povećati za $1/2$ razlike $(B - B_1)$ i sa ovom promenom izvršiti korekture na svim veličinama koje zavise od poluprečnika. Postupimo li na opisani način svi zahtevi vezani za dimenzionisanje hodnika biće zadovoljeni.

Određivanje ostalih dimenzija svodi se na već uobičajeni postupak i ne predstavlja veću teškoću.



Sl. 8 — Primer izrađen za slučaj potkovičastog oblika preko 5,5 m².

Fig. 8 — Example elaborated for the case of horse-shoe pattern exceeding 5.5 m².

Na slici 8 prikazan je jedan ovakav profil, koji je proračunat na osnovu sledećih podataka: hodnik je dvokolosečan sa prolazom za radnike sa jedne strane; za vuču vozova koristi se trolna lokomotiva T_1 ; nagib bočnih stranica $\alpha = 95^\circ$.

Potkovičasti oblik manji od 5,5 m²

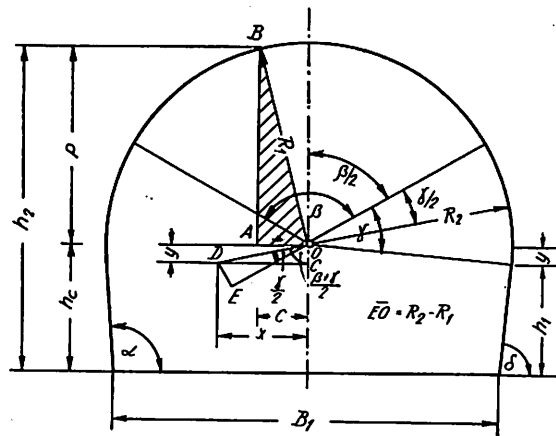
U slučajevima kada profil ima površinu poprečnog preseka manju od 5,5 m², tada se, radi izvesne racionalizacije profila, zasvođeni deo hodnika izrađuje eliptično (v. sliku 9). Poluprečnike elipse svoda označićemo sa R_1 i R_2 . Kao i u prethodnom slučaju, i kod ovog profila bočne stranice nagnute su pod izvesnim

uglom prema horizontali, koji obavezno mora biti veći od 90° (v. sliku 9).

U cilju očuvanja geometrije poprečnog preseka neke od veličina moraju biti unapred utvrđene, na primer, uglovi α , β i γ i odnos između poluprečnika R_1 i R_2 . U praksi se susreću najčešće sledeće veličine za navedene uglove: $\alpha = 95^\circ$; $\beta = 120^\circ$; $\gamma = 35^\circ$. Pokazalo se da je najpovoljniji odnos između poluprečnika R_2 i R_1 , kod utvrđenih uglovnih veličina, ili njima bliskih, odnos sa brojnomo vrednošću od 1,44.

Minimalna širina hodnika i poluprečnik R_1 , za ovaj slučaj, određuje se na isti način kao i u prethodnom slučaju, dok je poluprečnik R_2 moguće proračunati na osnovu usvojenog odnosa među poluprečnicima, što kod nas daje relaciju u obliku

$$R_2 = 1,44 \cdot R_1 \quad (18)$$



Sl. 9 — Sema uz proračun potkovičastog oblika ispod 5,5 m².

Fig. 9 — Scheme related to the calculation of the horse-shoe pattern below 5.5 m².

Rastojanje centra poluprečnika R_1 od GIŠ-a proračunavaće se kao razlika visina (v. sliku 9):

$$h_c = h_2 - p$$

Iz trougla AOB dužina »p« može se izraziti kroz sledeću zavisnost

$$p = \sqrt{R_1^2 - C^2}$$

Zameni li se izraz za »p« u obrascu za obračunavanje visine »h_c« dobiće se konačan obrazac za izračunavanje iste

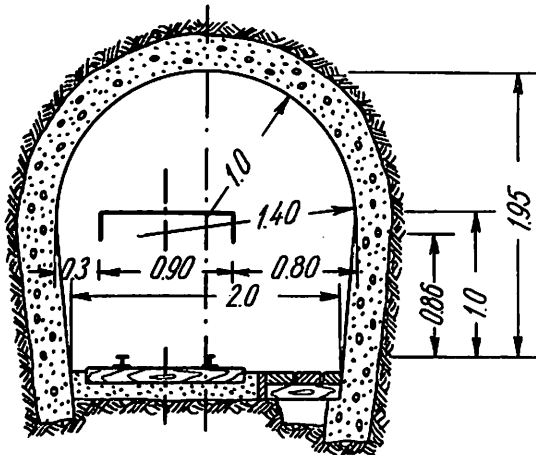
$$h_c = h_2 - \sqrt{R_1^2 - C^2} \quad (19)$$

gde je:

- h_2 — minimalna dozvoljena visina na sredini prolaza za radnike ili osi koloseka,
- C — rastojanje od ose hodnika do ose koloseka ili sredine prolaza za radnike.

Koordinate centra poluprečnika zakrivljenosti R_2 date su izrazom (v. sliku 9)

$$x = 0,44 \cdot R_1 \frac{\sin \Theta}{\cos \frac{\gamma}{2}} \quad (20)$$



Sl. 10 — Primer izrađen za slučaj potkovičastog oblika ispod 5,5 m².

Fig. 10 — Example elaborated for the case of horse-shoe pattern below 5.5 m².

$$y = 0,44 \cdot R_2 \frac{\cos \Theta}{\cos \frac{\gamma}{2}} \quad (21)$$

gde je:

$$\Theta = \frac{\beta + \gamma}{2}$$

Visina h_1 , tj. rastojanje od GIŠ-a do krivine svoda (v. sliku 9), proračunace se kao razlika

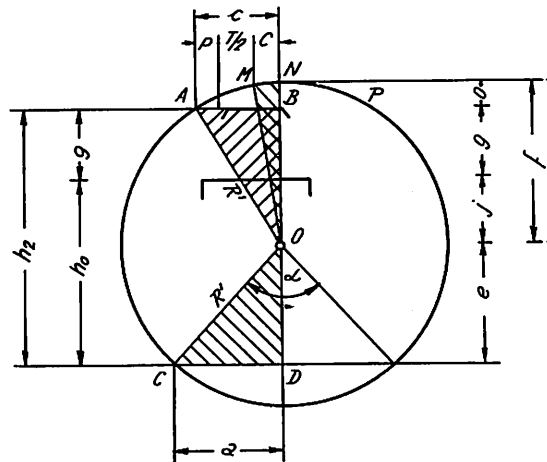
$$h_1 = h_c - y \quad (22)$$

Sve ostale dimenzije određuju se i proveravaju na način kako je to u prethodnim slučajevima već izloženo.

Primer jednog ovakvog hodnika dat je na slici 10, i to za sledeće uslove: hodnik služi za prolaz vagoneta zapremine 0,7 m³ i ručni prevoz; usvojene uglovne veličine kao u tekstu i odnos između poluprečnika 1,44.

Kružni oblik poprečnog preseka

U slučaju kada je podzemna prostorija izložena svestranom podzemnom pritisku primenjuje se kružni oblik poprečnog preseka. S obzirom na geometrijski oblik jednog ovakvog profila, postavlja se pitanje njegove najracionalnije veličine kod već utvrđene dispozicije odeljenja i instalacija koje moraju biti ugra-



Sl. 11 — Sema uz proračun kružnog oblika.

Fig. 11 — Scheme related to the calculation of the circular pattern.

đene, a da pri tome ne budu povređeni osnovni tehničko-sigurnosni zahtevi.

Poluprečnik ovakvog profila moguće je proračunati iz trouglova AOB i OCD (v. sliku 11), odakle je:

$$R'^2 = c^2 + (g + j)^2 \quad (23)$$

$$R'^2 = e^2 + a^2 \quad (24)$$

gde je:

$$e = h_0 - j$$

$$g = h_2 - h_0$$

Iz jednačina (23) i (24) rešavanjem po R' dobija se

$$R' = \sqrt{c^2 + (g + j)^2}$$

gde je:

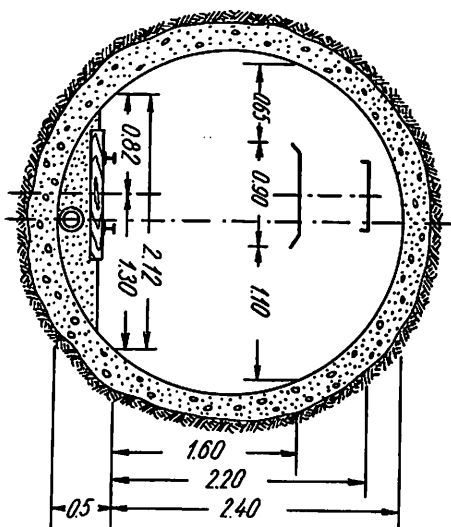
$$j = \frac{a^2 + h_0^2 - (c^2 + g^2)}{2(h_0 + g)}$$

S obzirom na odabrane dimenzije, dispoziciju koloseka i zakrivljenost bokova profila, ovako proračunat poluprečnik potrebno je povećati za izvesnu veličinu. Shodno ovome, konačan oblik obrasca za proračun poluprečnika kružnog profila može se napisati kao

$$R = k \cdot R' \quad (25)$$

gde je:

$k = 1,03$ do $1,05$ — koeficijent korekcije poluprečnika.



Sl. 12 — Primer izrađen za slučaj kružnog oblika.

Fig. 12 — Example elaborated for the case of circular pattern.

Za slučaj primene električnih trolnih lokomotiva neophodno je prokontrolisati da li je električni provodnik dovoljno udaljen od podgrade hodnika, za šta je moguće koristiti obrazac (v. sliku 11)

$$O = (e + f) - h_2 \quad (26)$$

gde je:

$$f = \sqrt{R^2 - C^2}$$

$$C = a - (b_1 + 0,5 b_0)$$

Ukoliko je vrednost »O« veća ili jednaka minimalno dozvoljenom rastojanju koje određuju tehničko-sigurnosni propisi, poluprečnik je tada dobro odabran. Međutim, ukoliko je ovo rastojanje manje od propisom dozvoljenog, tada poluprečnik treba povećati najmanje za vrednost razlike između minimalno dozvoljenog rastojanja i dobivene vrednosti »O«.

Ukoliko hodnik treba samo da posluži za ručni prevoz vagoneta i prolaz radnika, kao us-

lovne tačke moraju se usvojiti tačka C i tačka na sredini prolaza za radnike P (v. sliku 11). I u ovom slučaju postupak proračuna poluprečnika R je potpuno isti kao i u već opisanom.

Ilustracije radi i za ovaj profil izrađen je jedan primer, koji je prikazan na slici 12. Hodnik prikazan na slici 12 dimenzionisan je za uslove da će u njemu biti postavljen jedan kolosek kojim će se kretati trolna lokomotiva tipa T₁, pri čemu će širina trole iznositi 600 mm. Hodnik će istovremeno služiti i za prolaz zaposlenog osoblja.

Lučni oblik podgrađen popustljivom podgradom

Ovakav oblik primenjuje se veoma često kada su u pitanju horizontalne i kose podzemne rudničke prostorije. Osnovna odlika podgrade jednog ovakvog profila, u poređenju sa drugim tipovima, leži u kontrolisanom smanjenju veličine profila bez znatnijih promena oblika. Obično se izgrađuju takvi profili kod kojih popuštanje u pravcu ose poprečnog profila hodnika ne prelazi 350 mm, kada je u pitanju dvokolosečni, i 300 mm kada je u pitanju jednokolosečni hodnik.

Da bi se oblik i veličina koji će zadovoljiti sve tehničko-sigurnosne propise očuvali i posle popuštanja (deformacije podgradnog okvira) neophodno je profil tako dimenzionisati da i posle popuštanja zadrži željeni oblik, a dimenzije mu ne budu manje od minimalno dozvoljenih. Za ovo je potrebno da se prethodno utvrdi: oblik poprečnog preseka, vrsta podgradnog materijala, tehničke karakteristike podgrade i najveće dozvoljeno popuštanje.

Pre svega, bez obzira na oblik poprečnog preseka prostorije, svaki od primenjenih oblika ima svoje konstruktivne elemente, koji za svaki određeni oblik moraju biti jedinstveni i za isti predstavljaju osnovne parametre. S obzirom da se ovakav profil koristi u kombinaciji sa svodom, to su osnovni parametri od kojih se mora uvek poći (v. sliku 13):

- odnos između poluprečnika zakrivljenosti zasvođenog dela hodnika ($R_2 : R_1$), koji se kreće u granicama od 1,18 do 1,50,
- dužina luka svoda sa poluprečnikom R_1 , koja je ograničena centralnim uglom $\beta = 120^\circ$,
- dužina luka na bočnim stranicama, opisanim poluprečnikom R_2 , koji je definisan uglom $\gamma = 25$ do 35° . Od ovog ugla zavisi položaj bočnih stranica u odnosu na horizontalu. Ukoliko ovaj ugao iznosi 25° , stranice su izbačene u polje (zvonast profil); ukoliko ovaj ugao ima vrednost 30° , tada se dobija oblik sa vertikal-

nim bočnim stranicama; ukoliko ovaj ugao ima vrednost 35° , tada će stranice biti uvučene unutra i imaćemo potkovičast oblik,

— ugao nagiba bočnih stranica (α), koji zavisi od ugla (γ), obično se kreće u granicama od 85 do 95° .

Ovakav jedan profil odlikuje se čitavim nizom novih elemenata koji do sada nisu bili obrađeni, bez obzira na sličnost ili istovetnost početnog profila. Kao prvo, postavlja se pitanje na kojoj visini se nalazi centar poluprečnika R_1 od GIŠ-a. Da bismo odgovorili na ovo pitanje poslužićemo se šemom prikazanom na slici 13. Kao jedna od karakterističnih tačaka na pomenutoj slici označena je tačkom A. Koordinate ove tačke, u odnosu na tačku O'' , date su izrazima

$$f = 0,5 \cdot B \quad (27)$$

$$g = h_0 - h'_c + y \quad (28)$$

a poluosovine elipse svoda

$$a = O''M = R_2 - x \quad (29)$$

$$b = O''N = R_2 + y \quad (30)$$

Za tačku A možemo napisati, koristeći se jednačinom elipse, oblik

$$\frac{f^2}{a^2} + \frac{g^2}{b^2} = 1$$

Zamenom odgovarajućih vrednosti u jednačini elipse i njenim sređivanjem dobija se izraz

$$h_0 + y + h'_c = \frac{R_1 + y}{R_2 - x} \sqrt{(R_2 - x)^2 - (0,5 \cdot B)^2}$$

odakle je

$$h'_c = (h_0 + y) - \frac{R_1 + y}{R_2 - x} \sqrt{(R_2 - x)^2 - (0,5 \cdot B)^2} \quad (31)$$

gde je:

h'_c — visina centra poluprečnika R_1 od GIŠ-a posle popuštanja.

Na slici 13 se vidi da stvarna visina centra h_c od GIŠ-a iznosi

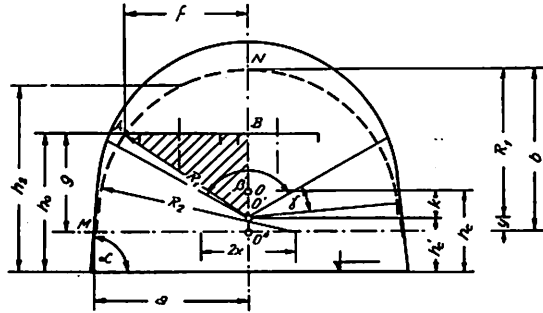
$$h_c = h'_c + k \quad (32)$$

gde je:

k — dozvoljeno popuštanje u pravcu ose hodnika.

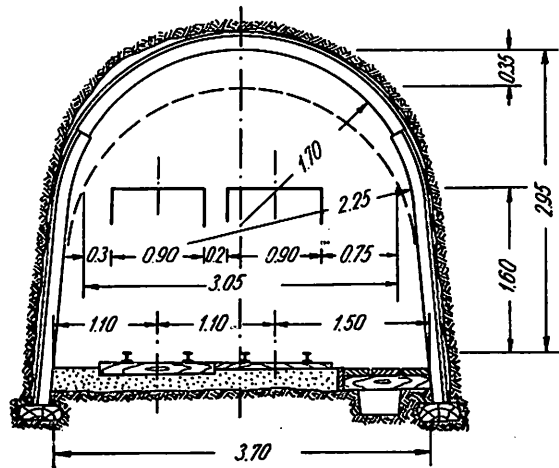
Poluprečnici R_1 i R_2 , kao i koordinate centra poluprečnika R_2 (x i y) proračunavaju se na isti način kao i u slučaju potkovičastog profila.

Jedan ovakav slučaj prikazan je na slici 14. Konstrukcija i proračun izvršeni su za sledeće uslove: hodnik je dvokolosečan i služi za prevoz vozova akumulatorskom lokomotivom tipa A1. Konstruktivni elementi profila su $R_2 : R_1 = 1,32$; $\alpha = 85^\circ$; $\beta = 120^\circ$; $\gamma = 25^\circ$ i $k = 350$ mm.



Sl. 13 — Šema uz proračun oblika podgrađenog lučnom popustljivom podgrađom.

Fig. 13 — Scheme related to the calculation of the shape supported by the arched yielding support.



Sl. 14 — Primer izrađen za slučaj oblika podgrađenog lučnom popustljivom podgrađom.

Fig. 14 — Example elaborated for the case of the shape supported by arched yielding support.

Zaključak

Zahvaljujući standardizaciji geometrijskog oblika poprečnog profila podzemnih horizontalnih prostorija bilo je moguće izabrati najpodesnije profile čiji oblik dozvoljava i njihovo tehničko izvođenje i udovoljava svim tehničko-sigurnosnim zahtevima.

Pojedini konstruktivni elementi, koji zavise od eksploatacionih uslova, zahvaljujući rezultatima sprovedene analize i njene matematičke obrade, mogu se analitički prikazati i formulisati u takvom obliku koji će biti podesan za korišćenje.

Kao oblici koji se češće susreću pri izgradnji rudnika odabrani su oblici poprečnog preseka čije su karakteristike i podobnost dati u tekstu, i za koje je za svaki ponaosob detaljno proanaliziran i prikazan postupak analitičkog rešavanja optimalnih dimenzija, uz zadržavanje oblika profila i udovoljenje tehničko-sigurnosnih zahteva.

SUMMARY

Determination of the Rational Size of Cross-section Profile of Underground Horizontal Rooms for some Complex Patterns

Dr. P. Jovanović, min. eng.*)

Briefly, results of the author's manyyear investigations in the field of transversal profiles of horizontal underground mine room are outlined, taking into consideration only some of the more complex patterns which are more often applied in mining. The following patterns are chosen for consideration in this paper: low arched, high arched, horse shoe, circular, and the profile supported by archedyielding support.

In addition to a brief description and comment on each profile, the mode of calculation of basic elements is given for each system, and that is followed by an example. Corresponding drafts and schemes are given for all cases.

Literatura

- Cimbarević, P. M., 1951: Rudničnoe krep-
lenie. — Ugletehizdat, Moskva.
- Jovanović, P.: Zadaci sa rešenjima iz ru-
darskih radova i izrade rudničkih prostori-
ja, rukopis.
- Kobliška, M. Ant., 1963: Opšti rudarski ra-
dovi, Beograd.
- Srebniy, I. I., 1956: Novye vidy šahtnoj krep-
i (I deo). — Ugletehizdat, Moskva.
- Zaključci sa komisija u vezi standardizacije pro-
fila podzemnih rudničkih prostorija.
- Standardi po JUS-u, DIN-u, GOST-u i dr.
- Zbirka propisa iz oblasti rudarstva, III izme-
njeno i dopunjeno izdanje, Beograd, 1967.

*) Dr ing. Petar Jovanović, prof., Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

Predlog uvođenja efikasnijeg načina evidentiranja telesnih povreda i nesreća pri rudarskim radovima te profesionalnih oboljenja

(sa 8 tablica)

Dipl. ing. Matija Cerovac

Uvod

Osnovni zakon o rudarstvu (Sl. list SFRJ br. 9/66 — u daljem OZOR) u članu 94. propisuje između ostalog kao zadatak službi zaštite na radu rudarske organizacije da mora voditi evidenciju o nesrećnim slučajevima uz naznačenje uzroka zbog kojih su nastali, proučavati uzroke nesrećnih slučajeva i profesionalnih oboljenja i davati predloge za preduzimanje mera i uvođenje metoda rada, koji obezbeđuju uspješnije suzbijanje tih uzroka.

Ovo je specijalno naglašeno i u članu 18. Propisa o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima (Dodatak Sl. lista SFRJ, br. 11/67), gde je određeno da se o nesrećnim slučajevima i povredama radnika u rudarskoj organizaciji mora voditi evidencija prema mestu, uzroku i ozleđenom delu tela, a takođe i evidencija o zdravstvenom stanju i kretanju profesionalnih oboljenja radnika zaposlenih na radnim mestima ugroženim od štetnog dejstva agresivne mineralne prašine ili škodljivih gasova.

U oba slučaja ova evidencija se zahteva da bi se na osnovu nje mogli analizirati uzroci telesnih povreda i nesreća pri radu te sistematski preduzimale potrebne mere za njihovo sprečavanje, odnosno, da bi služba zaštite na radu mogla davati predloge za preduzimanje efikasnijih mera zaštite i za uvođenje sigurnijih metoda rada, kao i predloge za poboljšanje higijenskih uslova pri radu.

Dosadašnja evidencija

Do donošenja zakona o rudarstvu 1959. godine, načine vođenja evidencije o telesnim povredama i nesrećama pri radu propisivali su organi inspekcije rada i u rudarskim organizacijama u kojima su vršili nadzor u pogledu zaštite na radu. Ta evidencija se vodila jedno-

obrazno za sve grane privrede i delatnosti u zemlji, a služila je uglavnom za potrebe zavoda za socijalno osiguranje. Pre uvođenja prvog zakona o rudarstvu (1959) bila su u ovu svrhu izdata posebna uputstva za vođenje jednoobrazne evidencije o nesrećnim slučajevima pri radu na osnovi propisane klasifikacije i nomenklature o načinu, izvoru i uzroku povreda, koja je od 1. januara 1958. godine bila obavezna za sve republike i sve delatnosti.

Zakon o rudarstvu iz 1959. godine odredio je u svom 109. članu kao zadatak službe zaštite na radu u rudarskoj organizaciji, da vodi evidenciju o nesrećnim slučajevima u preduzeću, uz naznačenje uzroka koji su doveli do njih kao i da prati zdravstveno stanje radnika, ali nije odredio prema kojim propisima. Bliži propis o vođenju navedene evidencije donesen je Tehničkim propisima o higijensko-tehničkim zaštitnim merama pri rudarskim podzemnim radovima (Dodatak Sl. lista FNRJ, br. 9/63), koji su bili doneseni na osnovu zakona o rudarstvu gde je u članu 22. bilo određeno da se mora u rudarskoj organizaciji voditi evidencija o nesrećnim slučajevima i povredama radnika prema uputstvu Rudarskog inspektorata, a isto tako i evidencija o zdravstvenom stanju i kretanju profesionalnih oboljenja radnika zaposlenih na radnim mestima ugroženim od štetnog dejstva agresivne mineralne prašine ili škodljivih gasova. Ovo je proizašlo iz same koncepcije zakona o rudarstvu, koji je u stavu (1) i (2) člana 16. određivao, da rudarski inspektorati vrše nadzor u rudarskim organizacijama ne samo nad izvođenjem tehničkih mera nego i mera zaštite na radu, koje su do tada bile u kompetenciji Inspektorata rada.

Takvom odredbom, koja bi se mogla odnositi i samo na rudarske podzemne radove, srušena je jedinstvenost vođenja evidencije o nesrećnim slučajevima pri radu i o profesionalnim oboljenjima, jer je bilo prepušteno pojedini-

nim rudarskim inspektoratima u zemlji, da prema svom nahođenju propišu ovu evidenciju.

Evidencija u organizacijama koje se bave nadzemnim ili površinskim rudarskim radovima čak nije bila ni propisana.

Stoga su rudarski inspektorati pojedinih republika svaki za sebe vodili različitu evidenciju o nesrećnim slučajevima i povredama pri radu i tražili od rudarskih organizacija vođenje takve evidencije. Rudarski inspektorat SR Slovenije npr. prihvatio je način evidentiranja nesrećnih slučajeva u rudarskim organizacijama koji je bio propisan opštom klasifikacijom i nomenklaturom iz godine 1958. i nije tražio neko posebno evidentiranje.

Neki od drugih republičkih rudarskih inspektorata delimično su izmenili ranije propisanu jedinstvenu evidenciju ili su tražili od rudarskih organizacija samo neke podatke u vezi sa nesrećnim slučajevima pri radu.

Na taj način bilo je onemogućeno svako međusobno upoređivanje podataka o telesnim povredama i nesrećama pri radu u rudarstvu. Tome je pripomogla i nedefinisanost onoga što se podrazumeva pod težom ili teškom povredom pri radu i nejasnoća u definiciji smrtne i kolektivne nesreće.

Evidentiranje nesrećnih slučajeva i povreda pri radu kao i kretanja profesionalnih oboljenja u rudarstvu još više se zamršilo novim Propisima o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima (Dodatak Sl. lista SFRJ, br. 11/67), gde je u članu 18. ispuštena ranija odredba o tome, koji organ propisuje način vođenja te evidencije. Na taj način mogla bi svaka rudarska organizacija za sebe da ustroji i vodi svoju posebnu evidenciju o tome nezavisno od drugih. S tim bi bilo uopšte onemogućeno svako međusobno upoređivanje podataka u pogledu nesrećnih slučajeva i povreda pri radu.

Jedinu i jednoobraznu evidenciju o nesrećama pri radu vodili su komunalni i republički zavodi za socijalno osiguranje prema odredbama Pravilnika o evidencijama na području rada (Sl. list SFRJ, br. 55/65) na osnovu primljenih prijava od radnih organizacija na propisanim obrascima ER-8. Ali i ova evidencija nije mogla u svemu poslužiti ni rudarskim organizacijama ni rudarskim inspektoratima, jer je obuhvatala ukupne podatke po pojedinim granama privrede, koji se nisu mogli odvojiti za samu rudarsku delatnost.

Da se izbegnu pomenute nejasnoće i omogućiti vođenje jedinstvene evidencije o telesnim povredama i nesrećama pri radu u rudarskim organizacijama u zemlji, Republički rudarski inspektorat SR Srbije izradio je pred-

log takve evidencije, koji je bio u prošloj godini diskutovan na sastancima republičkih glavnih rudarskih inspektora i predstavnika republičkih i rudarskih organa. Navedeni predlog nije bio u celini usvojen zbog traženja previše detaljnih podataka od rudarskih organizacija. Usvojen je bio kriterij za smrtnu i kolektivnu nesreću i težu povredu pri radu.

Na ovaj način i dalje postoji mogućnost različite evidencije o povredama i nesrećama pri radu u rudarstvu i nemogućnost upoređivanja podataka među pojedinim republikama.

Tome je doprinela i činjenica da od prošle godine i dalje važe za zavode za socijalno osiguranje nove klasifikacije i nomenklature za obradu prijava o nesreći na poslu primljenih od pojedinih organizacija prema obrascima ER-8. Zavodi su dužni da obrade svaku prijavljenu nesreću na poslu po sledećim klasifikacijama:

- A — Klasifikacija nesreća na radu prema načinu nastanka nesreće
- B — Klasifikacija nesreće na radu prema materijalnom uzročniku
- C — Klasifikacija nesreće na poslu prema prirodi povrede
- D — Klasifikacija nesreće na radu prema mestu povrede
- E — Klasifikacija uzroka nesreće (razloga dešavanja nesreće)
- F — Klasifikacija delatnosti.

Ovakva klasifikacija propisana je zavodima za socijalno osiguranje u SFRJ, navodno, na osnovu međunarodnog dogovora za vođenje evidencije o telesnim povredama i nesrećama pri radu.

Takva evidencija nije pogodna za rudarstvo pošto je previše uopštena jer obuhvata sve delatnosti, traži mnoštvo različitih manje važnih podataka, koji ne bi mogli u dovoljnoj meri poslužiti zadacima propisanim u OZOR-u za rudarske organizacije u pogledu suzbijanja uzroka nesrećnih slučajeva i profesionalnih oboljenja.

Predlog nove evidencije

Iz gornjih izlaganja uočljiva je potreba jedne jedinstvene evidencije nesrećnih slučajeva i povreda u rudarstvu te profesionalnih oboljenja, specifične za rudarstvo, a koja bi ujedno obuhvatala i nove klasifikacije, odnosno nomenklature, koje su sada propisane zavodima za socijalno osiguranje od strane njihove zajednice, a u SFRJ na osnovu međunarodnog dogovora.

U ovu svrhu predlaže se osam evidentnih obrazaca (tablica) za telesne povrede i smrtne

nesreće pri radu i jedan obrazac za evidenciju o profesionalnim oboljenjima.

Od ovih osam tablica u članu 18. Propisa o rudarskim podzemnim radovima iz 1967. god. propisana je evidencija u smislu izrađenih tablica broj 2, 3 i 4 za telesne povrede i smrtne nesreće pri radu, a tablica br. 8 za profesionalna oboljenja.

Da se omogući upoređivanje karakterističnih pokazatelja o povredama i nesrećama pri radu u pojedinim razdobljima u istom rudar-

skom preduzeću ili među pojedinim granama rudarstva i među pojedinim republikama, svakako je potrebno voditi i tablicu 1 sa osnovnim podacima i pokazateljima.

Što se tiče kriterija teže povrede prema trajanju onesposobljenosti za rad, u pitanju je samo međusobni dogovor republičkih rudarskih inspektorata i rudarskih organizacija da bude jedinstveno prihvaćen za sve republike, jer nema prave definicije teže povrede.

Tablica 1.

Grana:
Preduzeće (rud. pogon):
Razdoblje:

Povrede i smrtne nesreće pri radu

(broj, izgubljeni radni dani, učestalost, ozbiljnost)

Parametri Mesto	Proseč. broj zaposlenih radnika	Izvrš. rad. časovi zaposlenih radnika	Broj povred. i unesrećenih pri radu				Ukupno na 1000 zaposlenih	Izgubljeni rad. dani (nadnica) zbog pov.		Faktori			Proizvodnja t (m ³)	
			lakše (L)	teže (T)	smrtno (S)	ukupno		broj	na jednu povredu	učestalost	bez smrtnih nesreća	sa smrtnim nesrećama		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
jama														
površin. otkop														
ostalo na površini														
UKUPNO														
Povrede i smrtni slučajevi na putu														
Svega														

Napomena:

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

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

$$\text{Faktor ozbiljnosti} = \frac{\text{broj izgubljenih nadnica} + 6000 \cdot S}{\text{izvršeni radni časovi}} \times 10^6$$

(sa smrt. nesrećama)

Grana:
 Preduzeće (rud. pogon):
 Razdoblje:

Tablica 2

Povrede i nesrećni slučajevi pri radu prema mestu povređivanja

Red. broj	Mesto povređivanja	laka	Vrsta povrede		ukupno	
			teža	smrtna		
1	2	3	4	5	6	7
J a m a	1	Otkopi sa potpuno mehanizovanim (mašinskim) dobivanjem i transportom				
	2	Otkopi sa dobivanjem pomoću miniranja i mehaničkim transportom				
	3	Otkopi sa dobivanjem pomoću miniranja i ručnim transportom				
	4	Otkopi sa ručnim dobivanjem i ručnim transportom				
	5	Otkopi sa dobivanjem pomoću visokih pritisaka i mehaničkim transportom				
	6	Mašinska izrada jamskih prostorija sa mehaničkim transportom iskopine				
	7	Izrada jamskih prostorija miniranjem i sa mehan. transportom iskopine				
	8	Izrada jamskih prostorija miniranjem i ručnim transportom iskopine				
	9	Izrada jamskih prostorija ručno i ručnim transportom iskopine				
	10	Izrada jamskih prostorija pomoću utiskivanja medija pod visokim pritiskom i meh. transportom				
	11	Hodnici na otkopnim etažama (ukupno sa križanjima i otcepima)				
	12	Glavni hodnici, hodnici na horizontima i međuhorizontima				
	13	Okna i niskopi ili uskopi sa mehaničkim transportom iskopine				
	14	Navozišta i odvozišta okana, niskopa i uskopa te ranžirne stanice				
	15	Sipke (vertikalne i kose)				
	16	Pumparnice, kompresorske stanice, drobilice, ventilatori				
	17	Radionice, mesta za popravke, mesta za obradu jam. drveta i dr.				
	18	Trafo-stanice i druge prostorije sa električnim postrojenjima				
	19	"Skladišta				
	20	Ostale jamske prostorije				
<hr/>						
	21	Ukupno u jami				
<hr/>						
P o v r š n s k i o t k o p	22	Otkopne etaže sa mašinskim dobivanjem i utovarom				
	23	Otkopne etaže sa miniranjem i mašinskim utovarom				
	24	Otkopne etaže sa miniranjem i ručnim utovarom				
	25	Otkopne etaže sa ručnim dobivanjem i ručnim utovarom				
	26	Transportne trake i slični transporteri				
	27	Žičare, lančare, svoznice i uspinjače na površinskom otkopu				
	28	Koloseci ili ceste na površinskom otkopu				
	29	Jalovnici i odlagališta				
	<hr/>					
	30	Ukupno površinski otkop				

1	2	3	4	5	6	7
Ostali pogoni i radilišta na površini	31	Separacije i druga postrojenja za obogaćivanje i oplemenjivanje mineralne sirovine				
	32	Bunker, depoi ili rezervoari za mineralnu sirovinu				
	33	Utovarne stanice i pretovarna mesta mineral. sirovine				
	34	Zičare, svoznice i uspinjače (izvan površinskih otkopa)				
	35	Industrijski koloseci ili ceste (izvan površ. otkopa)				
	36	Radionice				
	37	Skladišta materijala, jamskog drveta i mesta za obradu jamskog drveta				
	38	Svlačionice, kupatila, lampare				
	39	Pumparnice, kompresorske stanice, mašinske hale za izvozne mašine i slično				
	40	Trafo-stanice i elektrovodi				
	41	Postrojenja za dubinsko bušenje				
	42	Eksploatacione bušotine za naftu i zemni plin				
	43	Naftovodi i plinovodi				
	44	Ostali objekti i postrojenja				
	45	Dvorište (krug) pogona i administrativne prostorije				
	46	Ukupno ostali pogoni i radilišta na površini				
	47	Ukupno na površini				
	48	Sveukupno u jami i na površini				

Pored propisane evidencije prema mestu nesrećnog slučaja, što obuhvata tablica 2, izrađen je predlog tablice 2 a, u kojoj umesto mesta gde se desio nesrećni slučaj, navode se obavljani poslovi, odnosno tehnološki postupci, pri kojima se radnik povredio, što je možda još važnije znati da bi se mogle i na ovoj osnovi preduzeti odgovarajuće mere.

Šifre u tablici 3 prihvaćene su doslovno iz ranije navedene E-klasifikacije uzroka nesreće (razloga dešavanja nesreće).

Preostale tablice 4, 5, 6 i 7 dopunjavaju propisanu osnovnu evidenciju za rudarstvo o nesrećnim slučajevima pri radu.

Tablica 4 izrađena je na osnovu navedene D-klasifikacije nesreća na radu prema mestu povrede (povređenom delu tela).

Parametri u tablici 5 izrađeni su na osnovu navedene B-klasifikacije nesreća na radu prema materijalnom uzročniku, i prilagođeni su specijalno prilikama u rudarstvu. Parametri u tablici 6 uzeti su iz osnovnih parametara A-klasifikacije nesreća na radu prema načinu nastanka nesreće.

U svim tablicama nesrećni slučajevi pri radu dele se na: jamu, površinski otkop, ostala radna mesta na površini i ukupno; a u tablicama 1, 2 i 3 raspoređeni su još prema težini na: lake, teže i smrtno povrede.

Navedene tablice mogle bi poslužiti svim granama rudarstva kao osnovni pokazatelji za međusobno upoređivanje. Jasno je, da pojedine rudarske organizacije pa i pojedine grane rudarstva mogu proširiti ove osnovne pokazatelje prema svojim specifičnim prilikama i za svoje potrebe. Naročito bi ovo došlo u obzir za grane 113 i 131.

Iz pojedinih tablica mogu se, prema poznatim formulama, izračunavati faktori učestalosti i ozbiljnosti povređivanja, te indeksi (koeficijenti) ugrožavanja za svaki izvor i uzrok telesnih povreda i smrtnih nesreća pri radu ako se tablice dopune odgovarajućim podacima o izgubljenim nadnicama (radnim danima) i izrađenim radnim časovima.

U tablici 1 za izračunavanje faktora učestalosti i ozbiljnosti povreda uzet je u obzir, umesto izrađenih nadnica ili broja radnika, broj izrađenih radnih časova zbog mogućnosti tačnijeg upoređivanja između pojedinih rudarskih preduzeća koja mogu imati različiti broj radnih časova u jednoj nadnici i različiti broj izrađenih radnih časova prosečno po jednom zaposlenom radniku.

Za izračunavanje faktora ozbiljnosti, uzimajući u obzir i smrtno nesreće, dodato je broju izgubljenih nadnica (radnika — dana) usled

Grana:
 Preduzeće (rud. pogon):
 Razdoblje:

Tablica 2a

Povrede i nesrećni slučajevi pri radu prema obavljenim poslovima, odnosno tehnološkim postupcima

R. br.	Obavljeni poslovi, odnosno tehnološki postupci	jama	površin. otkop	ostalo na površini	Ukupno
1	2	3	4	5	6
1	Ručno kopanje i otkucavanje radilišta				
2	Ručni utovar iskopine				
3	Mašinsko dobivanje iskopine				
4	Ostalo mehaničko dobivanje iskopine				
5	Mehanički utovar iskopine				
6	Bušenje minskih vrtina				
7	Lagumanje i miniranje eksplozivom				
8	Dobivanje mineralne sirovine sa utiskivanjem plinskog ili tekućeg medija pod visokim pritiskom				
9	Podgrađivanje radilišta čeličnom (metalnom) podgradom		—	—	
10	Podgrađivanje radilišta drvenom podgradom		—	—	
11	Vađenje podgrade i plansko zarušavanje		—	—	
12	Zasipavanje jamskih prostorija (hidrauličko, pneumatičko i ručno)		—	—	
13	Ručni prevoz iskopine ili potrošnog materijala				
14	Transport grabuljarima				
15	Transport gumastim i drugim transportnim trakama				
16	Transport vitlovima ili spuštajkama (svoznicama)				
17	Transport žičarama ili lančarama				
18	Transport (mehanički) oknima				
19	Transport lokomotivama				
20	Transport kamionima, damperima i sl.	—			
21	Utovar iskopine ispod sipki i bunkera				
22	Utovar i istovar mašina, opreme i drugog materijala				
23	Prenošenje materijala, delova mašina i opreme i sl.				
24	Premeštanje (demontaža i montaža) mašina za dobivanje i njihovih transporterata				
25	Premeštanje ostalih mašina i uređaja				
26	Pregled, održavanje i popravke mašina i postrojenja (osim električnih)				
27	Pregled, održavanje i popravke električnih uređaja i instalacija				
28	Održavanje jamskih prostorija (osim otkopa) drvenom, metalnom i kombiniranom podgradom		—	—	
29	Obziđivanje (permanizacija) jamskih prostorija		—	—	
30	Poslovi pri sanaciji požara i vatre				
31	Rad mašinama za obradu metala, drveta i drugih materijala				
32	Rukovanje kompresorima, crpkama i sličnim mašinama				
33	Rad pri separiranju, klasiranju, drobljenju mineralne sirovine i slično				
34	Rad u skladištima materijala, jamskog drveta i mestima za obradu jamskog drveta				
35	Rad sa uređajima za dubinsko bušenje				

1	2	3	4	5	6
36	Montaža i demontaža tornjeva i postrojenja za dubinsko bušenje				
37	Rad pri osvajanju ili likvidaciji dubinskih bušotina				
38	Rad pri remontu eksploatacionih bušotina na naftu ili zemni plin	—	—		
39	Rad pri utovaru i pretovaru sirove nafte	—	—		
40	Rad na naftnim i plinskim cevovodima ili rezervoarima				
41	Ostali, navedeni radovi				
42	Hodanje po jami ili drugim radnim prostorijama				
43	Ukupno				

Grana:
 Preduzeće (rud. pogon):
 Razdoblje:

Tablica 3

Povrede i nesrećni slučajevi pri radu prema uzrocima povređivanja

Faktor	Šifra	u jami				na površini				ukupno			
		L	T	S	Uk.	L	T	S	Uk.	L	T	S	Uk.
	61												
	62												
	63												
	64												
I	65												
Radna	66												
sredina	67												
	68												
	69												
	70												
	71												
	Ukup.												
II	72												
Organi-	73												
zacija	74												
rada	75												
	Ukup.												
	76												
	77												
	78												
	79												
III	80												
Lični	81												
	82												
	83												
	84												
	85												
	Ukup.												
	99												
	Sveukupno												

L = lake telesne povrede T = teže telesne povrede S = smrtne nesreće

E — Klasifikacija uzroka telesnih povreda i nesreća pri radu

(tumačenje uz tablicu 3)

Šifra	Do povrede, odnosno nesreće je došlo usled	Šifra	Do povrede, odnosno nesreće je došlo usled
61	Neispravnosti strojeva i drugih uređaja, osim kad je neispravnost u električnom delu uređaja (naprsnuti delovi, izlizane navrtke, neispravne kočnice i sl.)	73	Loše organizacije rada (grupni rad)
62	Poremećaja normalnog tehnološkog procesa (zatrpano grlo, izmena vrste sirovine — preorijentacija: proizvodnje nije poremećaj procesa)	74	Zamora zbog suviše dugog ili prekovremenog rada, nekorišćenja odmora ili kratkih odmora i brzog tempa rada
63	Neispravnosti ručnog alata na mehanički pogon, osim kad je neispravnost na električnom delu uređaja (kao: loše nasađeni čekić, tupa testera, neispravan pneumatički čekić, pneumatski alati itd.)	75	Nedostatka opšte kontrole, a naročito pri radovima koji se po važećim propisima i na osnovu iskustava moraju specijalno raditi pod kontrolom
64	Neispravnosti električnih uređaja ili instalacija, kao i neispravnosti strojeva i ručnog alata na električni pogon u vezi sa električnim delom uređaja	76	Nedostatka odgovarajuće profesionalne spreme stečene školovanjem
65	Neispravno izgrađene odnosno opremljene ili neuredno održavane radne prostorije i radilišta	77	Nedostatka odgovarajućeg profesionalnog iskustva (samo priučen i slično)
66	Nepravilnog ili nedovoljnog osvetljenja, nedovoljne i nepravilne ventilacije, nezdrave atmosfere, buke	78	Kršenja propisa o sigurnosti, zbog nepoznavanja ili neupućenosti u opasnosti, brzine u radu, nedisciplinovanosti (skidanja zaštitnih naprava, izbegavanja ličnih zaštitnih sredstava, prilaza nedozvoljenim mestima, nepokoravanja određenim zaštitnim merama i sl.)
67	Zakrčenosti radilišta, naročito prolaza za ljude	79	Akutnih ili hroničnih bolesti, povremenog poremećaja funkcija organa, posledica uzimanja alkohola, fizičkih mana i nedostataka kao: gripa, adneksitisa, reume, mensisa, mamurluka od uzimanja alkohola ili koje droge, poremećenja funkcija organa zbog nepravilne ishrane, vrtoglavice, padavice, grčeva mišića itd.
68	Neispravnosti transportnih puteva, sredstava i prostorija za utovar i istovar (osim zakrčenosti)	80	Zamora zbog dolaska na rad i odlaska sa rada (dugo pešačenje, duga vožnja biciklom, željeznicom, kamionom itd.)
69	Nedostatka zaštitnih naprava ili njihovog oštećenja ili neispravnosti u njihovoj konstrukciji, kao: cirkular bez zaštitnog klina i kape, štanca bez osiguranja, nezaštićeni valjci itd.	81	Zamora zbog nedovoljnog odmora u slobodnom vremenu (rad van preduzeća itd.)
70	Nedostatka, neodgovarajućih ili neispravnih ličnih zaštitnih sredstava, kao: zaštitnih rukavica, čizama, respiratora, naočara, itd.	82	Ličnog stava radnika prema poslu koji radi u preduzeću (nezadovoljan platom, mestom itd.)
71	Više sile (elementarne sile)	83	Briga ili raznih uzbuđenja (dugovi, bolest u kući, svađa u preduzeću ili van preduzeća itd.)
72	Neracionalnog ili nesigurnog načina rada (kod pojedinaca)	84	Psihičkih osobina i nedostataka
		85	Ostalih razloga
		99	Nepoznato

lakih i težih povreda još prosečno 6000 nadnica po jednoj smrtnoj nesreći, to jest još za 22 do 24 godine mogućnosti rada unesrećenog radnika.

Zaključak

Predloženi način evidentiranja telesnih povreda i nesreća pri rudarskim radovima te profesionalnih oboljenja bio bi u skladu sa zahtevom Osnovnog zakona o rudarstvu i propisa o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima a ujedno i sa

novim klasifikacijama i nomenklaturom za obradu prijava o nesreći na poslu u zavodima za socijalno osiguranje.

Osnovni podaci i pokazatelji koji obuhvataju predložene tablice, mogu podjednako poslužiti rudarskim organizacijama koje se bave podzemnim ili površinskim rudarskim radovima ili i jednim i drugim. Pojedini pokazatelji mogu se lako uporediti po pojedinim rudarskim organizacijama iste grane, pojedinim granama rudarstva i po pojedinim republikama. A što je najvažnije, analizom ovih evidencijskih podataka u samoj rudarskoj organizaciji

Grana:
 Preduzeće (rud. pogon):
 Razdoblje:

Tablica 4

Povrede i nesrećni slučajevi pri radu prema povređenim delovima tela

Povređeni deo tela		Jama	Površin. otkop	Ostalo na površini	Ukupno
1	2	3	4	5	6
Glava	1 lubanja				
	2 oko				
	3 ostali delovi glave				
	I ukupno glava				
Vrat	II ukupno vrat				
	4 leđa (sa unutrašnjim organima)				
Trup	5 grudni koš (sa unutrašnjim organima)				
	6 trbuh (sa unutrašnjim organima)				
	7 ostali delovi trupa				
	III ukupno trup				
Gornji udovi (ruke)	8 prsti				
	9 šaka ili doručje				
	10 ruka od ramena do doručja				
	IV ukupno ruke				
	11 prsti				
Donji udovi (noge)	12 stopalo ili skočni zglob				
	13 koleno ili potkolenica				
	14 kuk				
	15 ostali delovi noge				
	V ukupno noge				
Više mesta	VI povređeno više delova tela				
Opšte povrede	16 cirkulatorni sistem				
	17 respiratorni sistem				
	18 digestivni sistem				
	19 ostale opšte povrede				
	VII ukupno opšte povrede				
	Ukupno	VIII ukupno sve povrede			

Grana:
 Preduzeće (rud. pogon):
 Razdoblje:

Tablica 5

Povrede i nesrećni slučajevi pri radu prema izvorima i materijalnim uzročnicima

Red. broj	Parametri	Jama	Površin. otkop	Ostalo na površini	Ukupno
1	2	3	4	5	6
1	Pogonske mašine (osim električnih)				
2	Uređaji za mehan. prenos energije (remnice, zupčanici, osovine i sl.)				
3	Mašine za dobivanje i utovar iskopine				
4	Mašine za obradu metala, drveta i slič. materija				
511	Sredstva Izvozne mašine za okna i niskope				
512	za Vitlovi, spuštaljke, dizalice, kranovi				
513	mehanički Lokomotivska vuča				
514	transport Transportne trake (gum., grab., člank.)				
515	Žičare, lančare				
516	Drumska vozila (kamioni, damperi, zaprežna vozila)				
51	Ukupno sredstva za mehanički transport				
52	Sredstva za ručni transport				
5	Ukupno transportna sredstva				
6	Sudovi pod pritiskom				
7	Peći, ložišta, sušnice				
8	Električne mašine, uređaji i instalacije				
9	Ručna oruđa na mehanički pogon				
10	Ručna oruđa bez mehan. pogona				
11	Lestve, skele, rampe, stepenice				
12	Eksplozivne materije				
13	Gasovi, pare, prahovi, tekućine				
14	Leteći delovi ili predmeti				
15	Radijacije (toplotne, ultraviolettne, radioaktivne)				
16	Prolazi u prostorijama za rad				
17	Ostali uzročnici (npr. životinje)				
18	Nesvrstani uzročnici ili izvori povreda				
20	Sveukupno				

Grana:
 Preduzeće (rud. pogon):
 Razdoblje:

Tablica 6

Povrede i nesrećni slučajevi na radu prema načinu nastanka

Red. broj	Parametri	Jama	Površin. otkop	Ostalo na površini	Ukupno
1	2	3	4	5	6
1	Pad lica sa visine				
2	Pad lica na istoj ravni				
3	Pad predmeta				
4	Rušenje ili odronjavanje				
5	Hodanje po, udar o ili sudar sa predmetima (uključivo i leteće čestice)				
6	Uklještenje između predmeta				
7	Preterana naprezanja ili pogrešni pokreti				
8	Izlaganje ili dodir sa ekstremnim temperaturama				
9	Dodir sa električnom strujom				
10	Udisanje štetnih materija ili izlaganje radi jacijama				
11	Upala ili eksplozija metana ili drugih eksplozivnih plinova, materija ili ugljene prašine				
12	Ostali načini (urezi, ubodi i sl. utopljenje i dr.)				
13	Ukupno				

Grana:
 Preduzeće (rud. pogon):
 Razdoblje:

Tablica 7

Povrede i nesrećni slučajevi pri radu po kvalifikacijama zaposlenih, radnom stažu i satima rada

	Parametri	Jama	Površin. otkop	Ostalo na površini	Ukupno	
	1	2	3	4	5	6
Kvalifikacija	Visokokvalifikovani					
	Kvalifikovani					
	Polukvalifikovani					
	Nekvalifikovani					
	Nadzorno-tehničko osoblje Administrativno i ostalo osoblje					
	Ukupno					
Godine radnog staža	do ½ god.					
	od ½ do 1 god.					
	od 1 do 5 god.					
	od 5 do 10 god.					
	od 10 do 15 god.					
	od 15 do 25 god. preko 25 god.					
	Ukupno					

1	2	3	4	5	6
	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
Satovi rada	5.				
(u pojedinoj	6.				
smeni)	7.				
	8.				
	prekovremeni rad				
	Ukupno				

Grana:
 Preduzeće (rud. pogon):
 Razdoblje:

Tablica 8

Pregled kretanja profesionalnih oboljenja

Red. broj	Pokazatelji	Jama	Površin. otkop	Ostalo na površini	Ukupno
1	2	3	4	5	6
1	Prosečni broj ukupno zaposlenih				
2	Broj ugroženih radnih mesta (radilišta)				
3	Broj pojedinaca zaposlenih na ugroženim radnim mestima				
4	Broj ukupno izvršenih nadnica na ugroženim radnim mestima				
5	Prosečni broj dnevno zaposlenih na ugroženim radnim mestima				
6	Broj zdravstveno pregledanih lica, zaposlenih na ugroženim radnim mestima				
7	Rezultati zdravstv.	Silikoza	broj bolesnika		
8			sumnja na bolest		
9	pregleda.	Ostale	broj bolesnika		
10	Broj	pneumo-konioze	sumnja na bolest		
11	profesional. oboljenja	Trovanja	živom olovom		
12			ostala		
13					
14		Druga profesionalna oboljenja	radioaktivna zračenja		
15					
16					
17		Ukupno	ukupno bolesnika		
18			ukupno sumnja na bolest		
19	Izgubljeni radni dani	Ukupno			
20	usled profesionalnih oboljenja	Na 1 bolesnika (bez sumnjivih)			
21		Na 1000 zaposlenih			
22		Na 1 milion izvršenih radnih časova			
23		Na 1 milion tona proizvod.			

izračunavanjem faktora učestalosti i ozbiljnosti povređivanja te indeksa ugrožavanja ukupno i posebno za svaki izvor i uzrok povreda i nesreća na radu te njihovim međusobnim upoređivanjem za pojedina razdoblja, omogućeno bi bilo službama za zaštitu na radu u rudarskim organizacijama da efikasnije izvršavaju zadatke kojima su zadužene prema čl. 94. OZOR-a. Zamišljeno je da bi službe zaštite na radu u rudarskim organizacijama vodile ovakvu jedinstvenu evidenciju mesečno, a tromesečno dostavljale bi kumulativne podatke nadležnom republičkom rudarskom inspektoratu. Ovo je potrebno i zbog podnošenja tromesečnog izveštaja o stanju zaštite na radu radničkom savetu u smislu odredbe člana 96. OZOR-a.

Ovaj predlog nove, jedinstvene evidencije o telesnim povredama i smrtnim nesrećama

pri rudarskim radovima te o profesionalnim oboljenjima podnesen je na savetovanju rudarskih organizacija SR Slovenije o stanju i problematici zaštite na radu u rudarstvu, održanom u danima 23. do 25. aprila 1969. u Trbovlju. Predlog je bio prihvaćen u celini, sa manjim korekturama, koje su unesene u predložene tablice.

Ovim člankom pokreće se pitanje rešenja jedinstvene evidencije o telesnim povredama i smrtnim nesrećama pri radu u rudarstvu na jednoobraznim formularima (tablicama), koja bi važila za sve republike u SFRJ i što pre bila uvedena u život, pa se stoga ovaj predlog i daje na širu diskusiju.

ZUSAMMENFASSUNG

Vorschlag zur Einführung einer wirksamer Evidenz der Betriebsunfälle und Berufserkrankungen bei den Arbeit im Bergbau

Dipl. Ing. M. Cerovac*)

Wegen dem Mangel an einheitlicher Evidenz über den Betriebsunfällen und Berufserkrankungen bei den Arbeiten im Bergbau, die im verschiedenen sozialistischen Republiken Jugoslawiens auch verschieden geführt wird, ist im diesem Aufsatz ein Vorschlag solcher einheitlicher Evidenz gegeben. Zu diesem Zweck wurden acht Formulare ausgearbeitet auf Grund der Bestimmungen des Grundbergrechtes und der anderen gültigen Bergbauvorschriften und auf Grund der neu vorgeschriebenen Bearbeitung der Betriebsunfälle durch die Sozialversicherungsanstalten nach einheitlichen Klassifikationen.

Am Ende des Aufsatzes wird aufgefordert über diesem Vorschlag Bemerkungen zu geben um die einheitliche Evidenz in allen sozialistischen Republiken gültig zu machen und je eher einführen zu können.

Literatura

Zakon o rudarstvu iz 1959. g. i prateći propisi.
Osnovni zakon o rudarstvu iz 1966. g. i prateći propisi.
Pravilnik o evidencijama na području rada iz 1965. g.

Obavezna klasifikacija i nomenklatura o nesrećama na radu iz 1958. g.
Klasifikacija za obradu prijava o nesreći na poslu u zavodima za socijalno osiguranje iz 1968. g.

*) Dipl. ing. Matija Cerovac, glavni republički rudarski inspektor, Rudarski inspektorat SR Slovenije, Ljubljana.

Zaštita pri podzemnom radu u Borskoj jami

(sa 8 slika i 4 priloga)

Dipl. ing. Božidar Simonović

Borska jama — osnovni pokazatelji

Delatnost radne jedinice »Jama«

U ovoj radnoj jedinici probija se preko 3.000 m istražnih hodnika i izrađuje oko 2.000 m pripremnih i investicionih hodnika i okana godišnje.

Jamskim radovima razrađuje se, priprema i otkopava oko 500.000 t siromašne i bogate rude, od čega se dobija blizu 8.000 t bakra godišnje.

Proizvodi se preko 1.000 t bakra kroz cementni mulj u cementacijama precipitacijom bakra iz siromašnog rastvora bakra sulfata nastalog prirodnim i veštačkim luženjem bakarnih ruda borskog ležišta.

Drobi se, transportuje i izvozi blizu 500.000 t godišnje sopstvene rude i blizu 2.000.000 t godišnje siromašne rude površinskog kopa.

U celoj jami radi se u četiri smene sa skraćenom 42-časovnom radnom nedeljom.

Organizacija radne jedinice »Jama«

Organizacija radne jedinice sastoji se iz sektora za proizvodnju, mašinsko i elektro održavanje i sledećih službi: tehničke, ekonomske, službe zaštite na radu i opšte službe.

Sektor za proizvodnju po fazama proizvodnje deli se na: istražne, pripreme i investicione radove, otkopavanje, transport i izvoz, luženje i cementaciju, provetravanje i otprašivanje, zamuljivanje i održavanje jamskih prostorija. Svaka od navedenih grupa ima svog rukovodioca, a na otkopavanju svaka smena ima smenskog inženjera otkopavanja, koji u II i III smeni zamenjuje upravnika po pitanju tehničke zaštite i organizacije proizvodnje. Svi rukovodioci pomenutih grupa su diplomirani rudarski inženjeri. Svaka od grupa u okviru proizvodnje ima tačno određeni delokrug rada, samostalnu organizaciju nadzora, određeno

ljudstvo, opremu i posebne operativne i godišnje planove sa izuzetkom provetravanja čiji su zadaci stalni.

Analiza radne sredine u vezi sa primenjenim tehnološkim procesom i organizacijom proizvodnje

Otvaranje, razrada i priprema

Borsko rudno ležište otvoreno je jamskim i površinskim radovima. Sadašnje osnovne prostorije otvaranja su: izvozna okna »Vajfert« svetlog prečnika 4,25 m i »Skip« svetlog prečnika 4,30 m, kao i ventilaciona okna broj 1—3 i Br. 4, oba svetlog prečnika 2,80 m i površine 6,20 m².

Izvozna okna »Vajfert« probijeno je od površine na koti 382 m do XV horizonta na koti 78 m, i povezuje sve horizonte — V, VI, VII, IX, XI, XIII i XV sa površinom. Okno je izrađeno u svemu po JUS-u, a podgrađeno je betonskim kvadrima i livenim betonom. Služi za prevoz ljudi, potrebnog materijala za servisiranje jame, izvoz bogate rude i iskopine iz istražnih i investicionih radova. Kroz okno »Vajfert« ulazi sveža vazдушna struja sa površine za celu jamu, koja se razvodi odozgo naniže po svim horizontima.

»Skip« okno služi isključivo za izvoz siromašne rude jame i površinskog kopa, a probijeno je od površine do 30 m ispod XIII horizonta. Ima navozišta na svim horizontima osim na VI, a puništa na IX i XI. Okno je izrađeno u svemu po JUS-u.

Ventilaciono okno broj 4 izrađeno je od površine do XV horizonta sa propisanim prolaznim odeljenjem, a podgrađeno je betonskim kvadrima. Spojeno je sa VII, IX, XI, XIII i XV horizontom.

Ventilaciono okno br. 3 spaja V horizont sa površinom, a ventilaciono okno br. 1 je produžetak okna br. 3 od V do IX horizonta. Izrađena su u betonskoj podgradi i nemaju prolazna odeljenja.

Sve prostorije otvaranja izrađene su uglavnom kroz sveži-neraspadnuti andezit, izvan rudnih tela i to tako da su izvozna okna u blizini centralnog dela ležišta, a ventilaciona okna periferno u odnosu na ležište, što obezbeđuje dobro dijagonalno provetravanje. Ventilaciona okna nisu ugrožena površinskom i podzemnom eksploatacijom, dok sadašnji položaj izvoznih okana ne dozvoljava eksploataciju rudnog tela Tilva Roš ispod IX horizonta metodama sa zarušavanjem krovine, zbog blizine ovog rudnog tela. Ovo takođe onemogućava proširivanje i produžljivanje površinskog kopa, s obzirom da se izvozna okna već nalaze u zoni u kojoj se mogu očekivati strukturna oštećenja: prsline, pukotine i sl.

Pored ostalih tehničko-ekonomskih, ovo su osnovni faktori koji su usloveli izgradnju novog »Skip« okna i servisnog okna na preko jedan kilometar udaljenosti od sadašnjeg okna, u sigurnijoj zoni.

Sa gledišta sigurnosti pri sadašnjoj jamskoj eksploataciji, objekti otvaranja su u dobrom stanju, i obezbeđuju povoljan pristup i brzo povlačenje radnika u slučaju opasnosti u pojedinim rudnim telima. Otvaranje borskog ležišta po dubini izvršeno je horizontima sa visinskom razlikom od 60 m, označenih neparanim brojevima I—XV. Izuzetak je VI horizont u rudnom telu »Čoka Dulkan«, koji je za sada jedino otvoren sa visinskom razlikom od 30 m.

Svi pristupni hodnici pojedinim rudnim telima izrađeni su uglavnom kroz neraspadnuti andezit, tako da su isti samo zaklinjavani čeličnom visećom podgradom (sidrima), i torkretirani u cilju zaštite andezita od raspadanja, a profil im je zasvođen ili lučni, površine preko 6 m². Na mestima gde pristupni hodnici presecaju propilitisane ili poremećene zone izvršena je permanizacija istih u betonu, a ređe u drvenoj podgradi.

Sve rudarske prostorije izrađuju se primenom bušačko-minerskih radova i kompleksne švedske mehanizacije za bušenje, utovar, a delimično i transport. Za bušenje se upotrebljavaju srednje teški bušaći čekići BBD-90W sa ispiranjem bušotina vodom. Utovar miniranog materijala vrši se šinskim utovaračima LM-36, LM-56H ili utovaračima na gumenim točkovima CAVO-310. Rudna okna i sipke svih dužina i prečnika, koja se izrađuju odozdo nagore pod uglom većim od 45°, izrađuju se uskopnom platformom »ALIMAK STH-5«.

Sa gledišta sigurnosti, rudarske prostorije rade se na siguran način uz primenu savremene i sigurne opreme za: bušenje, miniranje, utovar, betoniranje, provetravanje i transport iskopine.

Pregled metoda otkopavanja

Tokom dugogodišnje eksploatacije borskog ležišta bakarne rude jamskim putem, primenjen je veći broj otkopnih metoda. Danas se u borskoj jami primenjuju sledeće metode otkopavanja:

- horizontalno krovno otkopavanje (komorna metoda),
- prečna otkopna metoda i
- metoda podetažnog zarušavanja krovne rude.

Kod izbora metoda otkopavanja pored oblika i veličine rudnog tela, fizičko-mehaničkih osobina rude i pratećih stena, vrednosti i sadržaja metala u rudi i dr., jedan od osnovnih faktora koji uslovljava primenu metoda sa zasipavanjem kod većine rudnih tela je njihov položaj u odnosu na rudarske radove površinskog kopa.

Horizontalno krovno otkopavanje. — Ova metoda predstavlja izmenjenu, tzv. staru borsku metodu. Izmena se sastoji u uvođenju hidrauličnog zasipavanja cikloniziranim flotacijskom jalovinom umesto suvog zasipa i osiguravanju stropa otkopa visećom čeličnom podgradom (ankerima) umesto drvenom podgradom, što omogućuje primenu mehanizovanog skreperskog utovara rude. Rudno telo se poprečno podeli na otkope-komore širine 12—16 m, dužine do 80 m i sigurnosne stubove širine 8—12 m. Dužina otkopa i sigurnosnih stubova je zavisna od širine rudnog tela. Za transport rude svaki otkop ima najčešće po dva rudna okna, a za prolaz, dopremu materijala i dr. između otkopa u sigurnosnim stubovima izrađena su transportno-prolazna okna. Obaranje rude u horizontalnim pojasima visine 2,5 m počinje od nižeg transportnog horizonta i završava se na visini od 8—10 m ispod višeg horizonta.

Po ovoj otkopnoj metodi vrši se otkopavanje još samo siromašne rude u otkopu 1 i 2 u rudnom telu Tilva Roš na IX horizontu. Postignuti otkopni učinak ovom metodom je 16 t/nadnica.

Prečna otkopna metoda. — Ovo je varijanta metode horizontalno-krovnog otkopavanja. Priprema je u potpunosti ista, a razlika je samo kod otkopavanja u širini otkopa. Ovde se ne obara cela širina otkopa-komore istovremeno, već se otkop podeli po širini na otkopne hodnike širine 3—5 m, zavisno od dr-

žanja stropa. Otkopavanje u svakoj komori počinje pored jednog od sigurnosnih stubova, poprečno na glavni spojni hodnik. Spojni hodnik međusobno povezuje sve otkope (poprečno ih preseca preko rudnih i transportno prolaznih okana). Posle zasipanja prvog otkopnog hodnika, paralelno sa njim pored zasipa počinje otkopavanje sledećeg otkopa i tako sve dok se ne otkopa cela širina komore od 12—16 m u visini od 2,5 m. Za utovar i transport rude do rudnih okana upotrebljavaju se utovarači Cavo-310.

Prečna metoda je uspešno primenjivana za otkopavanje sigurnosnih plafona u srednje tvrdoj rudi u rudnom telu »Čoka Dulkan«. Potisla je metodu otkopavanja sa kvadratnim slogovima, kao i metodu horizontalno krovnog otkopavanja u rudnom telu »A« i »G«. Postignuti otkopni učinak ovom metodom je 8 tona/nadnica.

Metoda podetažnog zarušavanja. — Ovom se metodom otkopava preko 200.000 t siromašne rude godišnje u rudnom telu »Kamenjar« na IX horizontu. Rudno telo je dužine 150—200 m, moćnosti 20—40 m i pada pod uglom od 30—60°. Ruda je dosta trošna i ispresecana žilicama gipsa i sadrži oko 1% bakra. Prateće stene su čvrste i to: u krovini hloritisani andezit, a u podini konglomerat.

Otvaranje i razrada rudnog tela za otkopavanje sastoji se u izradi transportnog hodnika na nivou nižeg horizonta, i povezivanju istog sa višim, uz pomoć dva transportno-prolazna okna u cilju uspostavljanja ventilacije i izrade podetažnih hodnika. Priprema počinje izradom dva rudna okna u podini rudnog tela raspoređenih u težištu rudne mase. Zatim se transportno-prolazna i rudna okna povezuju podetažnim hodnicima na međusobnoj visinskoj razlici od 10 m. Normalno na podetažne hodnike izrađuju se otkopni hodnici na međusobnom rastojanju od 9 m u rasporedu šahovskih polja u odnosu na otkopne hodnike prethodne i naredne podetaže. Nakon završetka bušenja svih venaca i otvaranja slobodne površine ispod krovinskog kontakta, otpaljivanjem jednog po jednog venca, uz neprekidan utovar i transport rude, počinje normalno dvostruko otkopavanje u povlačenju od sredine rudnog tela. Vertikalni venci-lepeze u otkopnim hodnicima buše se na međusobnom rastojanju od 2 m teškim stubnim bušaćim čekićima SFH-99, firme »GARDNER DENVER«. U vencu se buši osam bušotina prečnika 51 mm i dužine do 16 m. Miniranje se vrši pojačanim amonalom i pentritom, a utovar i transport rude do rudnih okana vrši se utovaračima

Cavo-310. Postignuti otkopni učinak ovom metodom je 35 t/nadnica.

Ocena sistema otkopavanja s obzirom na potencijalne opasnosti. — U postojećim rudarsko-tehničkim uslovima, metode koje se primenjuju zadovoljavaju osnovne uslove sigurnosti pri radu. Potpunim prelaskom na otkopavanje prečnom otkopnom metodom u rudnom telu »G«, postići će se visoki stepen sigurnosti.

Transport i izvor

Tehnološkim procesom eksploatacijaorskog ležišta predviđeno je da se sva siromašna ruda izvozi »Skip« oknom, a bogata ruda »Jame«, oknom »Vajfert« sa IX i XI horizonta. Na oknu »Vajfert« izvoz se vrši dvoetažnim izvoznim koševima sa po dva vagoneta od 600 litara po etaži, a na »Skip« oknu skipovima nosivosti 10 t.

Siromašna ruda površinskog kopa, kao što se iz šeme tehnološkog procesa vidi, spušta se kroz rudno okno broj 5 sa najniže podetaže do drobilice u VII horizontu. Ovde se ruda drobi na gk-250 mm i istim oknom spušta na IX horizont, gde se preko poluautomatskih sipki toči u gremby vagonete zapremine 1,4 m³. Sa okna br. 5 na IX horizontu ruda se transportuje vozovima do bunkera rudnog okna IX—XI horizonta. Istovar rude u bunkeru vrši se automatski, što odgovara konstruktivnim osobinama gremby vagoneta. Za vuču vozova upotrebljavaju se aku-lokomotive proizvodnje »WESTINGHOUSE« 935, težine 10 tona i adhezivne sile na kuki od 1.800 kg pri brzini od 5,6 km/čas, i firme »SIMENS« sličnih tehničkih karakteristika. Za istražne i pripremnoradove upotrebljavaju se aku-lokomotive »GENERAL ELEKTRIK« težine 4,5 t. U celoj jami u transportnim hodnicima ugrađen je kolosek od 600 mm, pa su i sva transportna sredstva i ostale mašine prilagođene ovoj širini koloseka. Jamska siromašna ruda na IX horizontu transportuje se na isti način do rudnog okna IX—XI, a iz rudnog tela »D« u XI horizontu, ruda se iz gremby vagoneta direktno istovara istresa u punište skipova ispod XI horizonta.

Ocena sistema transporta i transportnih puteva s obzirom na potencijalne opasnosti. — Zbog velike dekoncentrisanosti rudnih tela, transport je otežan i lomljen. Ovo takođe zahteva održavanje velikog voznog parka po svim horizontima. Transportni putevi su velike dužine i njihovo održavanje iziskuje veliki napor. Ovo tim pre, što koloseci vrlo brzo propadaju zbog delo-

vanja kisele — agresivne vode koja se izliva iz kanala koji su često zatrpani flotacijskom jalovinom.

Neophodno je da se završe zaobilazni putevi oko rudnih tela »A«, »D« i »Kamenjar«, prekine sa potiskivanjem vozova i reguliše saobraćaj naročito na IX horizontu, gde mašinisti sami zauzimaju signal i oslobađaju ga po prolasku voza, jer to predstavlja potencijalnu opasnost za bezbednost radnika.

Sigurnosne mere koje se preduzimaju i to: zabrana rada na transportu za vreme dolaska i odlaska radnika na radilišta, kvalitetno održavanje kanala i koloseka u hodnicima, izbor stručnih i disciplinovanih radnika na točenju i transportu, omogućiće siguran transport rude do završetka rekonstrukcije jamskog transporta i izvoza sredinom 1970. godine.

Provetranje jame

Opis i način provetravanja. — S obzirom na veličinu i složenost borske jame daće se samo opis i ocena ventilacije. Režim provetravanja borske jame je stabilan, odnosno smer kretanja vazdušne struje u zimskim i letnjim uslovima je nepromenljiv. Sistem provetravanja je složeno-dijagonalan. Sveža vazdušna struja ulazi u jamu na okna »Vajfert« i »Skip« do najnižeg, XV horizonta i na svakom horizontu se odvaja potrebna količina vazduha za dotični horizont. Tako se na navozištu IX horizonta odvaja potrebna količina vazduha za provetravanje otkopa rudnih tela »Tilva Roš«, »Kamenjar« i ostalih prostorija na nivou IX horizonta. Na XI horizontu izdvaja se potrebna količina vazduha za provetravanje otkopa rudnih tela »A«, »D« i »G«. Na XIII i XV horizontu izdvaja se potrebna količina vazduha za provetravanje istražnih radova na ovim horizontima. Vazdušna struja provetrava otkope rudnih tela uzlazno, odnosno sveža vazdušna struja dolazi sa nižeg horizonta na nivou otkopa, provetrava ih i kao istrošena vazdušna struja odlazi na viši horizont ka ventilacionim oknima br. 1—3 i br. 4.

Količina vazduha kojom se provetrava jama iznosi približno 4.470 m³/min. S obzirom na dubinu jame (preko 400 m), za jednog zaposlenog radnika potrebno je u jamu da se uvede najmanje 4 m³/min a to na broj zaposlenih u najbrojnijoj, prvoj smeni, iznosi:

$$290 \times 4 = 1.160 \text{ m}^3/\text{min}$$

Potrebna količina vazduha za razređivanje i odvođenje gasova pri jednovremenom miniranju — aktiviranju 190 kg eksploziva iznosi:

$$190 \times 16,9 = 3.230 \text{ m}^3/\text{min}$$

Kako ukupna količina vazduha koja ulazi u jamu iznosi 4.476 m³/min, to ista zadovoljava prethodna dva kriterijuma. Potrebna količina vazduha za razređivanje mineralne prašine, odvođenje toplote i stvaranje odgovarajućih mikroklimatskih uslova, ne može se odrediti, s obzirom da ovi problemi dosada nisu u dovoljnoj meri izučeni.

Kapacitet ventilatora na oknu br. 4 iznosi 203.400 m³/h

Kapacitet ventilatora na oknu 1—3 iznosi 180.000 m³/h

Depresija jame na ventilatoru okna 1—3 $h_u = 102 \text{ mm VS}$

Depresija jame na ventilatoru okna br. 4 $h_u = 130 \text{ mm VS}$

Uticaj prirodne depresije na kompleksnu stabilnost provetravanja jame je neznatan. Prirodna depresija iznosi za zimski period $h_z = 3,88 \text{ mm VS}$, a za letnji period $h_l = 0,49 \text{ mm VS}$.

Ekvivalentni otvor jame za istočno krilo iznosi 0,92 m²

Ekvivalentni otvor jame zapadnog krila iznosi 1,90 m²

Ukupni ekvivalentni otvor jame iznosi 1,80 m²

Što znači da jama u smislu pogodnosti za provetravanje spada u grupu srednje širokih jama.

U jamskom vazduhu škodljivi gasovi se pojavljuju samo u tragovima i to uglavnom nitrozni na radilištima posle miniranja. Relativna vlažnost na otkopima posle zamuljivanja dostiže i do 90%, što čini prilične poteškoće zaposlenom ljudstvu na ovim otkopima i to samo prvog dana nakon zamuljivanja. U cilju smanjenja relativne vlažnosti, temperature i zaprašenosti otkopa u rudnim telima »G« i »Tilva Roš« ugrađeni su pomoćni ventilatori koji ubrzavaju provetravanje. Temperatura vazduha na radilištima kreće se oko 20—23°C. Na servisnom oknu »Vajfert« ugrađeni su uređaji za zagrevanje ulaznog vazduha, tako da u zimskom periodu minimalna temperatura ulazne vazdušne struje iznosi +20°C. Ovo sprečava zamrzavanje vode na uređajima u oknu i stvara normalne uslove za rad u ulaznoj vazdušnoj struji u jami.

Provetranje jame vodi dipl. ing. rudarstva sa jednim poslovođom i tri smenska nadzornika. Njihova je jedina dužnost i stalni zadatak provetravanje jame. Pridodat im je dovoljan broj rukovaoca ventilatora i radnika za potrebe održavanja ventilacionih puteva i uređaja za provetravanje i razvođenje vazdušne struje u jami.

Ocena stabilnosti sistema pro-
vetravanja. — Velika dekoncentrisanost
radilišta i velike dužine otvorenih podzemnih
prostorija, usloveli su veoma složen sistem pro-
vetravanja, koji se odlikuje velikim gubicima
vazduha i smanjenom efikasnošću provetrava-
nja.

Problem ventilacije borske jame naročito
u pogledu otprašivanja i mikroklimatskih us-
lova nije u potpunosti rešen niti dovoljno
proučen, a delimično je to slučaj i sa drugim
faktorima koji utiču na efikasnost i elastičnost
sistema ventilacije.

Analiza režima odvodnjavanja jame

Celokupni priliv vode sa površine i iz jam-
skih radova dovodi se kanalima u vodosabir-
nike iz kojih se ispumpava na površinu. Ma-
nja količina vode koja prodire sa površinskog
kopa, prihvata se na V horizontu i ispumpava
na površinu. Ostala voda sa površinskog kopa
koja prodire kroz rudna okna, sipke i pukot-
ine kao i sva podzemna voda, prihvata se na
VII horizontu, a odatle se kroz okno »Bur«
(VII—IX hor.) spušta na IX horizont. Sva
voda sa IX horizonta prihvata se i odvodi ka-
nalima do okna 2—3 (IX—XI hor.), a odatle
kanalima u vodosabirnik XI horizonta. Voda
iz XIII horizonta spušta se kroz cevi u oknu
»Vajfert« u vodosabirnik XV horizonta i sa
ostalim vodom iz ovog horizonta ispumpava
se u vodosabirnik XI horizonta.

Instalirani kapaciteti su:

Vodosabirnici na V horizontu sa ukupno
1010 m³

Vodosabirnici na XI horizontu sa ukupno
1260 m³

Vodosabirnik na XV horizontu sa ukupno
1260 m³

Pumpna stanica na V horizontu 1 × 200 +
+ 4 × 100 = 600 m³/h

Pumpna stanica na XI horizontu 5 × 100 =
= 500 m³/h

Pumpna stanica na XV horizontu 2 × 100 =
= 200 m³/h

U vodosabirnicima na V i XI horizontu
moguća je selekcija obične i agresivne plave
vode. Pumpe, cevovodi i ostali uređaji kroz ko-
je prolazi voda su od kiselo otpornog materija-
la, tako da mogu normalno da dolaze u do-
dir sa agresivnom plavom vodom.

Količina vode prema poreklu:

— površinska voda 1,6—2,0 m³/min, ili 58%
— podzemne vode 0,3—1,0 m³/min, ili 21%
— voda za bušenje i

piće 0,3—0,5 m³/min, ili 13%
— voda za zamulji-
vanje 0,2—0,3 m³/min, ili 8%
UKUPNO: 2,8—4,8 m³/min 100%

Prosečna vrednost priliva vode u jami izno-
si 201 m³/čas.

Akumulaciona sposobnost vodosabirnika iz-
nosi:

V horizont
1010 m³ : 201 m³/h = 5h

XI horizont
1260 m³ : 168 m³/h = 7,5h

XV horizont
1260 m³ : 45 m³/h = 27h

Ocena sistema odvodnjavanja
— Trostepeni sistem odvodnjavanja (voda se iz
XV horizonta ispumpava u XI, iz XI u V a iz
V na površinu) je složen, ne pruža dovoljnu
sigurnost u eksploataciji i pored toga što anga-
žuje veliki broj pumpi i radnika. Povećani kapa-
citeti vodosabirnika i pumpnih stanica na XI i
XV horizontu, omogućiće normalno odvodnja-
vanje do izgradnje novog servisnog okna. Od-
vodnjavanje cele jame vršiće se kroz novo ser-
visno okno preko potpuno automatizovanih
pumpnih stanica iz kojih će se voda direktno
ispumpavati na površinu.

Analiza radne sredine u vezi sa potencijalnim opasnostima

Opasnosti od pojave otrovnih i zagušljivih gasova

Osim manjih koncentracija H₂ u stanicama
za punjenje akumulatora, drugi eksplozivni ga-
sovi do sada nisu utvrđeni u borskoj jami. U
cilju sprečavanja koncentracija opasnih i za-
gušljivih gasova, vrši se povremena kontrola
sastava vazduha na svim radilištima, a po po-
trebi i u ostalim prostorijama. U starim, ne-
aktivnim delovima jame, vrši se takođe povre-
mena kontrola sastava vazduha. Jamske pros-
torije u rudnim telima iznad V horizonta otvo-
rene su površinskim radovima, te koncentraci-
ja gasova u njima nije moguća.

Egzotermnom reakcijom sulfida, naročito
pirita u prisustvu vlage, nastaju manje količine
SO i kiselih isparenja. Ovo je karakteristično
za stare otkope rudnih tela Tilva Mike. Ako se
ovakve prostorije ne bi provetravale, mogle bi
nastati opasne — zagušljive koncentracije SO₂
gasa i kiselih isparenja.

Pojava otrovnih gasova moguća je samo u slučaju požara ili miniranja neispravnim eksplozivom. Kako se uskladištavanje i kontrola starosti eksploziva vrši savjesno i prema važećim propisima i uputstvima proizvođača, to su se preventivne mere koje su do sada preduzimate pokazale dovoljno efikasnim. U toku smene dozvoljeno je samo sekundarno miniranje u jami i miniranje u cilju otčepjavanja rudnih sipki i to samo ako se radi u izlaznoj vazdušnoj struji. Ostala masovna miniranja vrše se pri zameni smena, tako da se radilišta posle miniranja provetravaju duže od pola časa.

Indiciranje CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, H₂ i drugih gasova vrši se Dregerovim indikatorom gasova po potrebi, a naročito posle zastoja u provetranju, kraćih ili dužih prekida rada i uvek kad postoji sumnja da provetranje nije dovoljno efikasno.

Opasnost od pojave škodljive mineralne prašine

Izvori stvaranja mineralne prašine u borskoj jami su:

- bušenje minskih bušotina na otkopima i pri izradi jamskih prostorija;
- otpucavanje minskih bušotina i sekundarno miniranje;
- utovar rude na otkopima (skreperima i utovaračima) i prevoz;
- drobljenje rude površinskog kopa na VII horizontu;
- točenje rude na oknu 5;
- transport rude u vozovima kroz jamu i
- pražnjenje vozova u bunkere »Skip« okna.

S obzirom na veliki broj mesta izvora stvaranja prašine, drobljivost rude i relativno velike dužine transportnih puteva, zaprašenost jame predstavlja složen problem i značajan sa stanovišta tehničke i zdravstvene zaštite zaposlenih radnika. Prema dosadašnjim raspoloživim podacima, prašina je agresivna sa zdravstvenog stanovišta pošto sadrži pored spojeva bakra, i promenljivi sadržaj slobodnog SiO₂. Konimetrijskim ispitivanjima i aero merenjima zaprašenosti od strane stručnih ekipa: Instituta za medicinu rada iz Beograda, Rudarskog instituta iz Beograda i Službe tehničke zaštite Basena Bor na karakterističnim mestima u jami, ustanovljeno je da se procenat slobodnog SiO₂ u lebdećoj prašini kreće u granicama od 10—25%, i da je zaprašenost iznad propisima dozvoljene granice (700 čestica/1 cm³) uglavnom na sledećim mestima: u drobilici na VII horizontu, oknu 5 na IX horizontu i bunkeru »Skipa« na IX horizontu.

Na izvornim mestima — bunkerima i drobilici, stvaranjem vodenih zavesa — orosivača, u-

lažu se veliki napori na obaranju prašine, a na njenom hvatanju — usisavanju ventilatorima i izbacivanju, u izlaznoj vazdušnoj struji. Ova su rešenja dala dobre rezultate tako da je sadržaj prašine u vazduhu smanjen, ali je često njen sadržaj još uvek iznad propisima dozvoljene granice. Za najzapršenija mesta nabavljene su takođe Dregerove maske sa filtrima i redukcionim ventilima za smanjenje pritiska komprimiranog vazduha i upotrebu istog za disanje.

U kupatilu jame neprekidno se vrši inhaliranje jamskih radnika Aero-solom. Podaci o zaprašenosti jame, kojima trenutno raspolazemo nisu dovoljni za potpunije sagledavanje ovog problema.

Na utvrđivanje uzroka nastajanja prašine i faktora od kojih zavisi stepen zaprašenosti, iznalaženju metoda za smanjenje prenosa prašine, svođenja stepena zaprašenosti ispod DMK i neutralizacije njegovog škodljivog dejstva angažovani su stručnjaci Rudarskog instituta iz Beograda i Instituta za bakar iz Bora.

Opasnosti od požara

Po nekim teoretskim postavkama prisustvo pirita igra značajnu ulogu u procesu oksidacije, odnosno stvaranja endogenih požara. Iako ovo nije jedini uzrok, praktična iskustva u borskoj jami, s obzirom na sadržaj pirita u rudi od 5—15% ukazuje na postojanje ovog problema, odnosno prirodne opasnosti. Kako proces nastajanja endogenih požara bazira na oksidaciji uz egzotermnu reakciju koja ubrzava proces oksidacije, svako nekontrolisano zagrevanje može dovesti do tačke samozapaljivanja oksidacione sposobne materije. Odvođenje toplote provetranjem, uklanjanje nepotrebne jamske građe i kontrola starih radova, su preventivne mere koje su do sada preduzimate u cilju suzbijanja ove opasnosti. Neznatni su uslovi za nastajanje endogenih požara sličnih onim od 1947. godine, kojom prilikom od trovanja CO gasom nastradalo je 25 radnika i tri člana čete za spasavanje. I pored toga, neophodno je veće angažovanje na istraživanju procesa samozapaljivanja, kako bi se pronašle i preduzimale efikasnije mere zaštite.

U jami su zamenjeni uljni transformatori i sklopke odgovarajućim suvim transformatorima i sklopkama. Sredstva za podmazivanje mašina u jami drže se samo u količinama potrebnim za jednodnevnu potrošnju. Glavne radionice za opravku mašina i magacin eksploziva su u izlaznoj vazdušnoj struji. Pri zavarivanju u jami preduzimaju se sve propisane zaštitne mere u cilju sprečavanja požara. Za gašenje požara u jami postoji odgovarajuća oprema i obučeno ljudstvo.

Planom odbrane i spasavanja od požara, tretirana su sva potencijalna mesta za razvijanje požara u jami. Ovaj plan se ažurno dopunjava, a sa svakom promenom u njemu upoznaju se svi radnici zaposleni u jami.

Opasnosti od provale podzemnih i površinskih voda

Na užem području rudnika nisu do sada konstatovane značajnije akumulacije podzemnih voda, a ni veće površinske akumulacije, osim kod brane Borske reke, koja je od jame udaljena oko 500 m, a otok vode regulisan je tunelom. Uže slivno područje iznad jame obuhvata površinu od oko 2 km². Prosečna godišnja visina vodenog taloga na ovom području iznosi do 986 mm, a priliv vode u jamu 201 m³/čas. Međutim, priliv površinskih voda u jamu za vreme provala oblaka iznad slivnog područja često prelazi 1000 m³/čas.

U ovakvim slučajevima, a u cilju zaštite zaposlenog ljudstva, izvoznih postrojenja, pumpnih stanica i ostalih uređaja na navozištima, zatvaraju se vodna vrata iza kojih se u transportnim hodnicima akumulira višak vode, koju instalirani kapaciteti pumpi ne mogu savladati.

Opasnosti od iznenadnih i nekontrolisanih zarušavanja

S obzirom da je najveća dubina sadašnje jamske eksploatacije na oko 340 metara (XI horizont), to pojava gorskih udara nema. Pokretanja krovinskih masa ili bokova (rude ili jalovine), koja se javljaju kao posledica podzemnog i površinskog otkopavanja do sada nisu u većoj meri ugrožavala zaposleno ljudstvo. Kako su se do sada na podzemnoj eksploataciji primenjivale samo metode sa zapunjavanjem praznog prostora, to je do zarušavanja na otkopima dolazilo zbog lošeg rada, dugog čekanja na zaspavanje otkopa, a najčešće zbog nepoznavanja fizičko-mehaničkih i tektonskih karakteristika rudnih tela i pratećih naslaga. Prelaskom na metode sa zarušavanjem krovine, ovaj problem postaje još ozbiljniji i njegovom se proučavanju mora posvetiti veća pažnja. U ovom cilju za sada su angažovani stručnjaci Instituta »Jaroslav Černi« iz Beograda.

Organizacija službe spasavanja i službe prve pomoći

U cilju spasavanja u slučaju nesreća u jami, na rudniku su organizovane: Vatrogasna služba, Služba spasavanja i Služba prve pomoći. U okviru Službe spasavanja na jami organizovana je Stanica za spasavanje. U četu za spasavanje jame radnici se učlanjuju dobrovolj-

no, a inženjersko i nadzorno-tehničko osoblje po službenoj dužnosti. Četa za spasavanje sastoji se iz pet operativnih ekipa, sanitetske ekipe i ekipe za održavanje opreme, a opremljena je sa:

— 15 dvočasovnih izolacionih aparata »MED-
DI«, tip 494 i

— 4 četvoročasovna izolaciona aparata »DRE-
GER« BG-174.

Zbog broja zaposlenih radnika u prvoj, najbrojnijoj smeni, u četi ima tri puta više aparata od propisanog minimuma. Stanica je opremljena i kompletirana svim ostalim uređajima i opremom, a s obzirom na organizaciju i obučenosť ljudstva u njoj, ista je osposobljena za ozbiljne intervencije kako u borskoj jami tako i u drugim rudnicima.

U okviru RTB-a organizovana je zdravstvena stanica koja se nalazi u blizini pogonskog kruga jame. Zdravstvena stanica raspolaže potrebnim prostorijama i materijalom propisanim čl. 551 Tehničkih propisa. U kupatilu jame je formirana manja ambulanta sa neophodnim sredstvima i materijalom za pružanje prve pomoći u kojoj stalno dežura po jedan bolničar.

Osoblje ambulante, članovi čete za spasavanje, nadzorno-tehničko osoblje i više od 2% zaposlenih u jami osposobljeni su za pružanje prve pomoći unesrećenima.

Pregled i analiza statističkih podataka o povredama i smrtnim udesima

Opšti osvrt

Jamska proizvodnja bakarne rude u godinama 1961—1967-og varirala je između 371.933 tona i 585.327 t godišnje u zavisnosti od sadržaja metala u rudi, proizvodnih kapaciteta površinskog kopa i drugih mogućnosti basena. Prosečna jamska proizvodnja rude za poslednjih 7 godina iznosila je 485.514 tona godišnje (prilog 1).

Za ovih 7 godina, evidentirano je zaposlenih radnika između 1.058 i 1.563 ili u godišnjem proseku 1.234 radnika. Tehnički kadar sačinjavalo je u godišnjem proseku 10,7 inženjera i 12 tehničara.

Inženjersko-tehnički kadar se povećao naročito u 1967. god, a što je prvenstveno vezano za novu organizaciju, povećanje stepena mehanizacije, primenu savremenih otkopnih metoda i dr.

Kretanje broja povreda i smrtnih udesa na radu

Ako telesne povrede razvrstamo prema kriterijumu u SR Srbiji u lake, teške i smrtno (lake povrede prema oceni lekara bez smanjenja

Rudarsko topioničarski bazen Bor
Radna jedinica »Jama«

Pregled opštih podataka

Prilog 1

	G o d i n a										Prosek	%
	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1967.	Prosek	%		
Pokazatelj												
Prosečno zaposlenih	Inženjera	5	8	4	6	12	16	24	10,7			
	Tehničara	8	13	12	13	13	11	14	12			
	Ostalih	1.563	1.484	1.228	1.097	1.058	1.028	1.022	1.211	1.211		
Ukupno u jami	1.576	1.505	1.244	1.116	1.083	1.055	1.060	1.234	1.234			
Izračeno nadnica	379.888	366.144	349.289	300.989	265.917	230.750	231.822	303.543	303.543			
Proizvedeno rude (t)	585.327	477.296	472.832	525.932	575.720	371.933	382.570	484.514	484.514			
Telesne ozlede	Smrtnih (S)	1	—	4	1	3	—	—	1,3			
	Teških (T)	5	—	—	4	5	2	1	2,4			
	Lakih (L)	150	229	245	238	154	135	119	181,4			
Ukupno u jami (S + T + L)	156	229	249	243	162	137	120	185,1	185,1			
Izgubljeno nadn. usled tel. povred.	5.047	1.627	1.622	1.502	897	833	775	1.758	1.758			
Izgub. nadnica usled ostal. bol.	8.640	8.979	15.023	13.537	10.129	10.003	9.555	10.838	10.838			

Rudarsko topioničarski bazen Bor
Radna jedinica »Jama«

Pregled telesnih povreda i smrtnih udesa po mestima događaja

Prilog 2

Sifra	Mesto događaja	G O D I N A										Prosek	%																				
		1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1967.	Prosek	U																						
L	T	S	U	L	T	S	U	L	T	S	U	L	T	S	U																		
1	U janskoj prostoriji	3	1	—	—	—	—	12	10	1	11	5	—	—	—	9	8,71	0,14	—	0,89	4,78												
1.1.	Otvaranja	15	20	—	—	—	—	30	20	—	20	17	—	—	—	21	19,71	0,14	—	19,86	10,72												
1.2.	Razrade i priprema	2	35	24	—	—	—	40	31	1	13	50	—	—	—	51	34,14	0,57	0,28	35,00	18,90												
1.3	Otkopavanje	55	2	—	—	—	—	109	76	2	3	57	2	—	—	17	57,00	1,43	0,86	59,29	32,02												
1.4.	Transport	30	—	—	—	—	—	2	78	71	3	1	75	20	2	—	22	16	1	—	—												
1.5.	Održavanje	10	—	—	—	—	—	30	27	—	—	—	—	—	—	13	12	—	—	—	—												
1.6.	Provetranje	30	—	—	—	—	—	33	14	1	15	13	—	—	—	19	19,71	0,14	0,14	20,00	11,59												
1.7.	U ostalim prostorijama	5	5	30	—	—	—	7	8	—	8	4	—	—	—	1	7,14	0,00	0,00	7,14	3,86												
A	Ukupno u jami	150	5	1	156	229	—	229	245	4	4	249	238	4	1	243	154	5	3	162	135	2	—	137	119	1	—	120	180,43	2,43	1,29	185,15	100

radne sposobnosti, teške sa bitnim oštećenjem i umanjenom radnom sposobnošću, smrtne ako je smrt nastupila neposredno ili u toku lečenja), one su se tokom posmatranih 7 godina kretale onako kako je izneto u tablici 1 i sl. 1.

Na dijagramima nisu prikazane ukupne povrede u cilju veće preglednosti datih slika. Kriva ukupnih povreda poklapa se sa krivom lakih povreda u godinama kada nije bilo teških povreda i smrtnih udesa. U ostalim godinama, ova se kriva lako dobija kada se zbiru lakih povreda dodaju teški i smrtni udesi.

Ukupan broj povreda ima maksimum u 1963. godini, da bi u 1967. godini naglo opao.

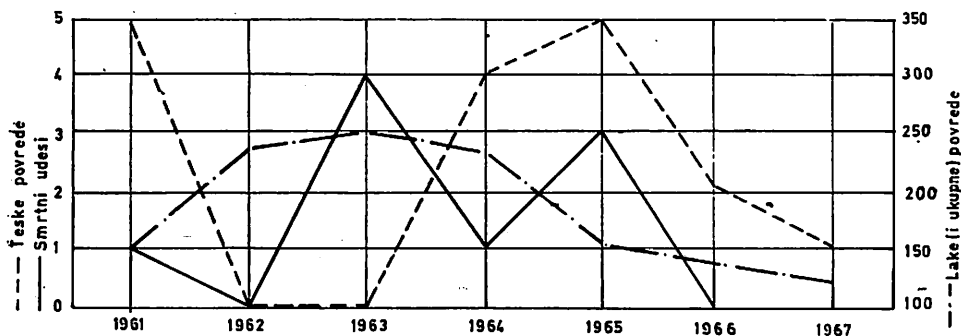
Kao što se iz tablice i slike 1 vidi, oscilacije smrtnih udesa i teških povreda su znatne. Kolektivnih nesreća nije bilo. Iz gornjih podataka nameće se zaključak da prosek smrtnih i teških povreda nije bio adekvatno manji nego u podzemnoj eksploataciji uglja, gde je stepen ugroženo-

sti svakako veći nego u metalnim rudnicima (slika 1—5).

Kretanje učestalosti povreda i smrtnih udesa na radu

Brojčane vrednosti povreda za poslednjih 7 godina po pojedinim kategorijama ne daju realnu sliku o frekvenciji (učestalosti) povreda, stepenu opasnosti, visini tehnike sigurnosti, njenom napretku i poboljšanju uslova rada. Za tačnije određivanje pokazatelja učestalosti telesnih povreda, njihovoj težini i stepenu opasnosti u pojedinim fazama tehnološkog procesa eksploatacije, potrebni su pored numeričkih vrednosti povreda, još i podaci o broju zaposlenih radnika, izvršenim i usled povreda izgubljenim nadnicama i njihovoj težini, kao i o tonazi proizvedene rude. Pomoću ovih podataka mogu se odrediti realni pokazatelji učestalosti telesnih povreda, njihove težine i stepen opasnosti rada.

Učestalost povreda i smrtnih udesa na 1.000 zaposlenih radnika prikazana je na tablici 2 i slici 2.

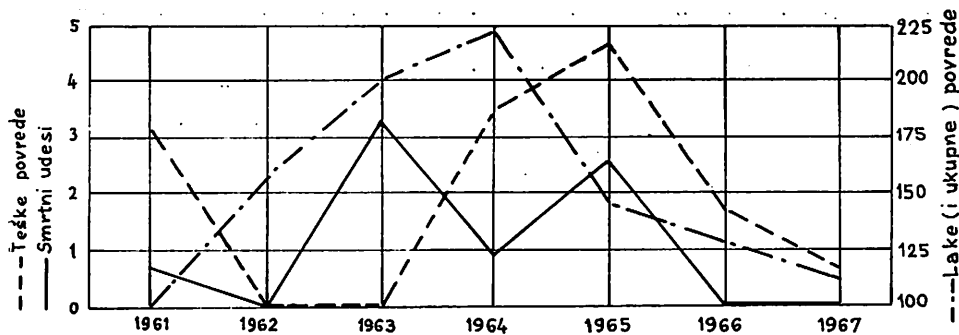


Sl. 1 — Pregled povreda po godinama

Fig. 1 — Survey of injuries by years

Tablica 1

Vrsta nesrećnih slučajeva	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	godišnji prosek
Smrtnih (S)	1	—	4	1	3	—	—	1,3
Teških (T)	5	—	—	4	5	2	1	2,4
Lakih (L)	150	229	245	238	154	135	119	181,4
Ukupno jama	156	229	249	243	162	137	120	185,1

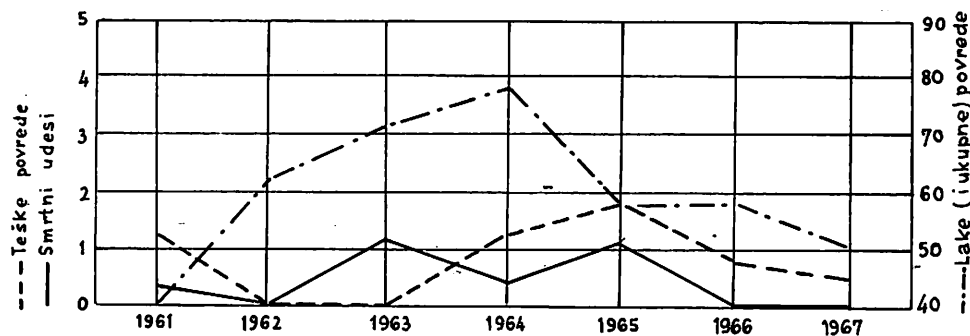


Sl. 2 — Učestanost povreda i smrtnih udara na 1.000 jamskih radnika

Fig. 2 — Frequency of injuries and casualties per 1.000 pit workers

Tablica 2

Vrsta nesrećnih slučajeva	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	godišnji prosek
Smrtnih (S)	0,64	—	3,26	0,91	2,84	—	—	1,09
Teških (T)	3,24	—	—	3,64	4,72	1,89	0,94	2,06
Lakih (L)	95,97	154,31	199,50	216,96	145,56	128,00	112,40	150,38
Ukupno jama:	99,81	154,31	202,76	221,51	153,12	129,89	113,34	153,53



Sl. 3 — Učestanost povreda i smrtnih udara na 100.000 jamskih nadnica

Fig. 3 — Frequency of injuries and casualties per 100.000 day-wages

Tablica 3

Vrsta nesrećnih slučajeva	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	God. prosek
Smrtnih (S)	0,26	0,00	1,15	0,33	1,13	0,00	0,00	0,41
Teških (T)	1,32	0,00	0,00	1,32	1,88	0,87	0,43	0,83
Lakih (L)	39,48	62,54	70,14	79,07	57,91	58,50	51,33	59,85
Ukupno jama:	41,06	62,54	71,29	80,72	60,92	59,37	51,76	61,09

Pokazatelj učestalosti telesnih povreda na 1000 zaposlenih jamskih radnika pokazuje da broj svih povreda u 1966. i 1967. godini znatno opada u odnosu na 1963—1965. godinu, ali još uvek je veći od pokazatelja ukupnog povređivanja u 1961. godini.

Nedostatak ovog pokazatelja je što ne daje tačno stanje učestalosti u jednakim vremenskim intervalima zbog različitog broja radnih dana, izostajanja sa posla jednog dela radnika, a i telesne povrede tretirane su podjednako bez obzira na njihovu težinu.

Učestalost povreda i smrtnih udesa na 100.000 izrađenih nadnica prikazana je na tablici 3 i sl. 3.

Ni ovim pokazateljima ne može se u potpunosti sagledati uticaj tehničkog nivoa procesa proizvodnje na stanje tehničke zaštite. Rezultati su isti kao i kod pokazatelja dobijenih na osnovu 1000 zaposlenih radnika.

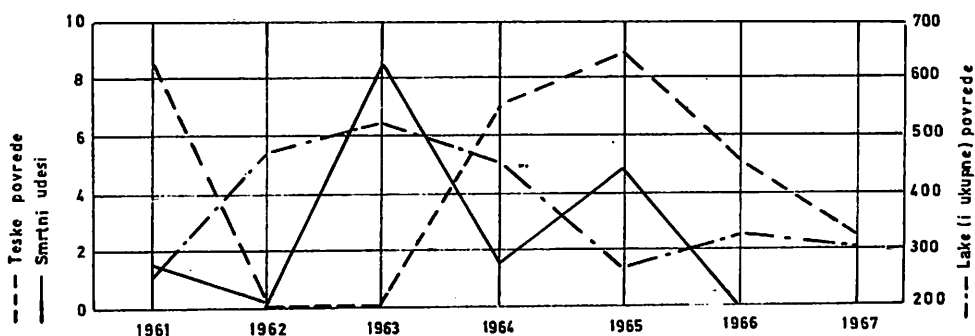
Učestalost povreda i smrtnih udesa na 1 milion tona proizvedene rude prikazana je na tablici 4 i sl. 4.

U posmatranom periodu, pokazatelj ukazuje na stepen ugroženosti uposlenih radnika s obzirom na uticaj stepena mehanizovanosti proizvodnog procesa. Grafikon pokazuje opadanje učestalosti svih povreda u celini, a blagi usponi

kod lakih i ukupnih povreda u 1966. i 1967. god su posledica smanjenja proizvodnje rude zbog znatnog povećavanja obima pripremnih radova.

Zbog male proizvodnje i velikog broja zaposlenih radnika (mali stepen mehanizovanosti na proizvodnji rude) i ovaj pokazatelj je visok u poređenju sa učestalošću smrtnih i teških nesreća u jamskim pogonima rudnika uglja tokom poslednjih godina.

Međutim, ovaj pokazatelj, sveden na proizvodnju od 1.000.000 tona proizvedene rude ne daje realnu predstavu o učestalosti telesnih povreda i stepenu opasnosti, jer broj zaposlenih radnika i broj izrađenih radnih dana (nadcica) može da bude veoma varijabilan u zavisnosti od stepena mehanizacije. On se može smatrati realnim za praćenje razvoja tehnike, naročito tehnike sigurnosti u pojedinim godinama, a naročito je podesan za ocenu sigurnosti pojedinih otkopnih metoda, sveden na visinu proizvodnje i broj povreda na otkopu. U našem konkretnom slučaju, ovaj pokazatelj dosta realno odražava učestalost povređivanja s obzirom na isti stepen mehanizovanosti, iste metode otkopavanja i skoro isti broj zaposlenih u posmatranom periodu.



Sl. 4 — Učestanost svih povreda i udesa na 1,000.000 t jamske proizvodnje

Fig. 4 — Frequency of all injuries and casualties per 1,000,000 tons of underground production

Tablica 4

Vrsta nesrećnih slučajeva	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	God. prosek
Smrtnih (S)	1,71	0,00	8,45	1,90	5,22	0,00	0,00	2,47
Teških (T)	8,54	0,00	0,00	7,61	8,68	5,38	2,61	4,69
Lakih (L)	256,27	479,79	518,16	452,52	267,49	362,97	311,05	378,32
Ukupno jama	266,52	479,79	526,61	462,03	281,39	368,35	313,66	385,48

Pokazatelj učestalosti i stepen ugroženosti (težina i ozbiljnost povređivanja) u odnosu na 100.000 izrađenih nadnica, odnosno na 1.000.000 t proizvedene rude

Imajući u vidu nedostatke prethodnih pokazatelja, Rudarski institut u Beogradu predložio je sledeći pokazatelj: učestalost i stepen ugroženosti (težine i ozbiljnost povređivanja sveden na 100.000 izrađenih dana — nadnica).

$$S_n = \frac{10^5}{N} (150 \cdot 8 + 37,5 \cdot t + 1 \cdot 1),$$

odnosno sveden na 1.000.000 tona proizvedene rude:

$$S_r = \frac{10^5}{T} (150 \cdot S + 37,5 \cdot t + 1 \cdot 1)$$

gde su:

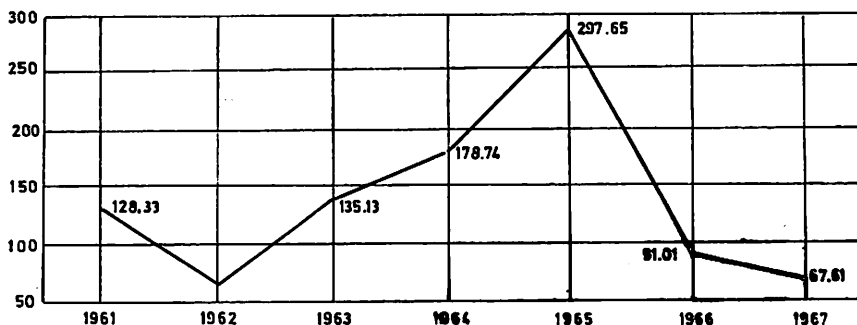
N = broj izrađenih nadnica u jednoj godini

T = godišnja proizvodnja rude u tonama

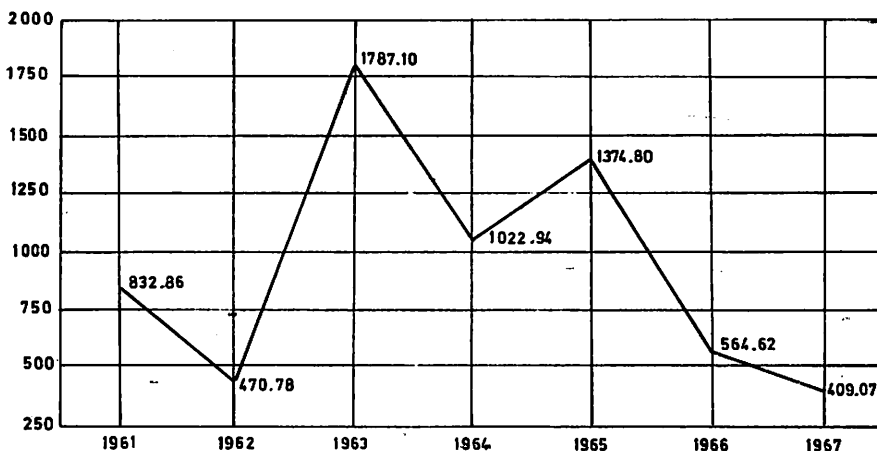
S = broj smrtnih udesa (godišnje)

t = broj teških povreda (godišnje)

1 = broj lakih povreda (godišnje).



Sl. 5 — Pokazatelj stepena ugroženosti (težine) povreda i udesa na 100.000 izrađenih nadnica
Fig. 5 — Index of the degree of injury and casualty imperilment per 100.000 fulfilled day wages



Sl. 6 — Pokazatelj stepena ugroženosti (težine) povreda i udesa na 1.000.000 t proizvodnje
Fig. 6 — Index of the degree of injury and casualty imperilment per 1.000.000 tons of production

Tablica 5

Godina	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.
Smrtnih udesa	1	—	4	1	3	—	—	2
Teških povreda	5	—	—	4	5	2	1	1
Lakih povreda	150	229	245	238	154	135	119	147
Ukupno:	156	229	249	243	162	137	120	150
Učestalost na 100.000 nadnica	128,33	62,55	135,13	178,74	297,65	91,01	67,51	208,83
Povreda na 1.000.000 t proiz. rude	832,86	479,78	1787,10	1022,94	1374,80	564,62	409,07	961,31

Kod ocene težine pojedinih kategorija povreda uzeto je u obzir da jedan smrtni udes predstavlja u našim uslovima gubitak od 4.500 radnih dana (nadnica), da je prosečan procenat invaliditeta teških telesnih povreda 50% i da je kao faktor težine za jednu laku povredu uzeto 30 izgubljenih radnih dana (nadnica).

Kod njihove primene dobijaju se za jamu »Bor« pokazatelji učestalosti povreda i smrtnih udesa prikazani u tablici 5 i sl. 5 i 6.

1963. god. $(4 \times 4500 + 245 \times 30) =$	25.350 izgubljenih nadn.
1964. god. $(1 \times 4500 + 4 \times 2250 + 238 \times 30) =$	20.640 izgubljenih nadn.
1965. god. $(3 \times 4500 + 5 \times 2250 + 154 \times 30) =$	29.370 izgubljenih nadn.
1966. god. $(2 \times 2250 + 135 \times 30) =$	8.550 izgubljenih nadn.
1967. god. $(1 \times 2250 + 119 \times 30) =$	5.820 izgubljenih nadn.

Iz ovog pregleda i slike 5, vidi se da su najveća ugroženost i najveći broj izgubljenih nadnica bili 1965. godine. Međutim, pokazatelj S_t na slici 6 je manji nego u 1963. godini kao posledica više proizvedene rude u 1965. godini za preko 102.000 t.

Uparedna analiza pokazatelja S_n u 1965. i 1967. godini ($297,65:67,51 = 4,43$), pokazuje da je stepen ugroženosti u odnosu na broj izrađenih nadnica veći u 1965. godini za 4,43 puta, nego u 1967. godini.

Pri oceni stepena ugroženosti radnika u borskoj jami i upoređenja broja povreda sa drugim jamama, treba imati u vidu da oko 100 jamskih radnika radi isključivo na drobljenju, transportu i izvozu rude površinskog kopa kroz jamu, kao i na održavanju mašina, opreme i instalacija, koje služe isključivo za potrebe transporta rude površinskog kopa. Da su ovi radnici zaposleni na otkopavanju rude u jami, proizvodnja jamske rude bila bi veća za oko 150.000 tona godišnje, te bi adekvatno ovoj proizvodnji stepen ugroženosti-težine povreda i udesa na 1.000.000 tona proizvedene rude bio manji od prikazanog.

Analiza povreda i smrtnih udesa na radu

Analiza povreda po radnim mestima

Otvaranje je faza u proizvodnji sa najmanjim brojem povreda. Ovo je razumljivo kad se ima u vidu da su okno »Vajfert« produbila

U 1962. godini stepen ugroženosti bio je niži za manje od 50% prema 1961. godini. U periodu 1963. — 1965. godine stanje se pogoršalo zbog povećanog broja smrtnih udesa, odnosno teških povreda, zbog čega je broj izgubljenih nadnica drastično povećan, što se vidi iz nižeg pregleda:

i ventilaciono okno br. 4 izradila druga preduzeća.

Istražni, pripremni i investicioni radovi po svojoj prirodi spadaju u sigurnije jamske radove, s obzirom da se izvode u svežoj sredini, manje su otvorene površine itd. Ovde dolazi do povreda zbog nepažnje pri rukovanju mašinama i alatom, kao i zbog kršenja propisa i nediscipline. Boljom organizacijom, nadzorom i kontrolom, povrede se ovde mogu znatno smanjiti.

Održavanje jamskih prostorija po svojoj prirodi spada u teže i opasnije radove, zbog rada na saniranju u permanizaciji prostorija zarušenih ili sklonih zarušavanju. Ovde, takođe, rade stari i često iznemogli radnici sa dosta oslabljenim refleksima. Izborom mlađih, ali iskusnih radnika, za najopasnija radilišta, boljim nadzorom i izmenom tehnologije permanizacije jamskih prostorija (primenom kompleksne mehanizacije za betoniranje istih, mesto permanizacije drvenom podgradom), može se smanjiti broj povreda na održavanju jamskih prostorija.

Kod elektro-mašinskog održavanja, do najvećeg broja povreda dolazi zbog nestručnog, nepravilnog i prekovremenog rada. Poboljšavanjem kvalifikacione strukture zaposlenih, boljom kontrolom i svođenjem prekovremenog rada na zakonom dozvoljene slučajeve, može se smanjiti broj povreda na elektro-mašinskom održavanju.

Otkopavanje je sa 18,90% svih povreda u jami, posle transporta, najugroženija faza jamske proizvodnje. Za sedam proteklih godina na otkopavanju imamo dve smrtna, četiri teške i 239 lakih povreda. Uzroci ovako velikom broju povreda su slaba mehanizovanost i dosadašnja primena neadekvatne otkopne metode u rudnom telu »D«, na koje otpada oko 50% svih povreda na otkopavanju. Preostali broj povreda otpada na točenje rude u rudnom telu »Čoka Dulkan«, održavanju rudnih sipki, kao i zbog pada rude iz stropa otkopa — komora (nedovoljna kontrola i nekvalitetno podgrađivanje otkopa). Bolja organizacija, kontrola, veća stručnost i poštovanje propisa uticali bi na znatno smanjenje broja povreda na otkopavanju. Skorim završetkom eksploatacije u rudnom telu »Čoka Dulkan«, potpunim završetkom započetih izmena otkopnih metoda u rudnom telu »D« i »G«, i rekonstrukcijom točenja u rudnom telu »D«, znatno će se unaprediti sigurnost na otkopavanju.

Transport i izvoz sa drobljenjem rude, sa 6 smrtnih, 10 teških i 399 lakih povreda, odnosno 32,02% svih povreda u jami, predstavlja najugroženiju fazu proizvodnje. Sudari vozova zbog neispravne signalizacije, nepostojanje signalizacije kod točenja rude iz rudnih tela, ili nepoštovanje signala od strane vozača aku. lokomotiva, uski transportni hodnici, neispravni koloseci, lokomotive i vagoneti, kršenje propisa i nedisciplinarnost, su osnovni uzroci i izvori ovako velikog broja povreda. Zbog neispravnosti koloseka i čestog guranja vozova dolazi do njihovog čestog ispadanja, a ponekad i do ispadanja lokomotiva. Pri dizanju iskliznutih vagona i lokomotiva u uskim i često nečistim hodnicima (plavljeni i zamuljeni flotacijskom jalovinom) dolazi do najčešćih povreda.

Uvođenje signalizacije svuda gde se toči ruda u vozove, održavanje signalizacije, kanala i koloseka u transportnim hodnicima, lokomotiva i vagona u ispravnom stanju, isključivanje guranja vozova, bolja kontrola i nadzor i oštrije i efikasnije disciplinske mere protiv prekršilaca propisa i internih uputstava, utiće na smanjenje povreda na transportu i izvozu.

Završetkom rekonstrukcije transporta i izvoza sredinom 1970. godine, biće rešeni pome-

nuti problemi zaštite na radu na ovoj najugroženijoj fazi jamske proizvodnje. Novi sistem drobljenja, transporta i izvoza siromašne rude rudnika obuhvata: izgradnju novog skip okna kod flotacije za izvoz rude sa XIII horizonta, izgradnju sistema za drobljenje rude pored skip okna, izgradnju novih transportnih puteva na XIII horizontu od bunkera do rudnih okana, izgradnju novih rudnih okana i izgradnju sistema za drobljenje i bunkera na površini od 30.000 t. U jami će se ruda drobiti od ggk + 1000 mm na ggk — 150 mm, a na površini u dve faze od ggk + 150 mm na ggk — 20 mm.

Novi sistem drobljenja, transporta i izvoza biće maksimalno automatizovan. Upravljanje celokupnim sistemom vršiće se sa komandnog pulta na površini. Radnici će u jamu silaziti povremeno za vreme kontrole i servisiranja transportnog i izvoznog sistema i izuzetno za otklanjanje nastalih kvarova i zastoja (za koju svrhu je predviđen poseban lift u skip oknu).

Predviđena je izgradnja uređaja za otprašivanje na mestu točenja, istovara i drobljenja rude. Vazдушna struja koja će ulaziti na novom skip oknu služiće samo za provetranje bunkera, drobilice, puništa i transportnih puteva i direktno će se odvoditi u izlaznu vazдушnu struju.

Izgradnjom novog savremenog servisnog okna, koje je u fazi projektovanja, rešiće se u potpunosti prevoz ljudi, servisiranje jame, istraživanje ležišta do najdubljih horizonata i izvoz rude iz dubljih horizonata do XIII horizonta.

Povrede u ostalim prostorijama koje čine 18,30% svih povreda u jami, odnose se na povrede nastale na putu od kuće — stana do radilišta i obrnuto. Ovde ima najviše saobraćajnih udesa, padova sa bicikla i motora, padova na navozištima i transportnim hodnicima zbog klizavosti, zakrčenosti istih ili nediscipline — guranja i slično. Poštovanje naredbe o zabrani transporta hodnicima za vreme dolaska na radilište i odlaska radnika sa radilišta, održavanje redovnih puteva uvek u ispravnom stanju, bolji nadzor, kontrola i disciplina pri prevozu ljudi, smanjiće broj povreda na redovnim putevima.

Pregled telesnih povreda i smrtnih udesa po izvorima (spojnim izvorima)

Sifra	Izvor telesnih povreda	G O D I N A												Prosek	%													
		1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	L	T	S	U	L			T	S	U										
1+2	Pogonske mašine + mašine radilice (bez elektromotora), kompresori, bušalice, otkopni čekići, utovarne mašine i sl.	12	3	15	26	26	17	17	9	9	6	1	3	10	7	7	9	9	12,29	0,57	0,43	13,29	7,18					
3	Dizalice i transporteri (izvozna postrojenja, vitlovi, skreperi, mehanički transporteri i sl.)	28	2	30	31	31	12	12	10	10	9	9	8	8	3	1	4	14,43	0,43	0,00	14,86	8,02						
4+5	Sudovi pod pritiskom i uređaj za mehanički prenos energije (transmisije, zupčanici i sl.)	8	8	8	4	4	4	4	3	3	1	1	1	1	1	1	1	3,00	0,00	0,00	3,00	1,62						
6	Električna struja	5	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1,14	0,00	0,00	1,14	0,62						
7	Uređaj rudničkih transporta	7	7	8	8	34	34	24	1	25	41	1	42	42	2	44	37	27,57	0,57	0,00	28,14	15,20						
8	Ručni i mehanički alat	9	9	13	13	50	50	25	25	16	16	29	16	29	29	19	19	23,00	0,00	0,00	23,00	12,42						
9.1.	Požari egzogeni i endogeni									8	8	8	8	8	8	8	8	1,14	0,00	0,00	1,14	0,62						
9.2.	Eksplozije metana																											
9.3.	Eksplozija ugljene prašine																											
9.4.	Eksploziv i ostala eksploziv. sredstva	5	5	3	3	2	2	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2,71	0,00	0,00	2,71	1,47						
10+11	Slučajevi trovanja i gušenja sa SO ₂ , SO ₃ i ostalo	5	5	5	4	4	4	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	2,29	0,00	0,00	2,29	1,23						
12+13	Pad na ravno ili sa višeg na niži nivo	12	12	26	26	21	1	22	16	1	17	12	1	13	11	11	10	15,43	0,14	0,29	15,86	8,56						
14	Pad predmeta (stena, ruda i sl.)	49	1	50	46	46	65	3	68	90	3	93	31	1	32	29	25	47,86	0,57	0,57	49,00	26,46						
15	Utapanje u vodi																	0,14	0,00	0,00	0,14	0,08						
16+17+18	Viša sila, ostalo nepoznato	28	28	58	58	35	35	51	51	19	1	20	8	8	14	14	14	30,43	0,14	0,00	30,57	16,52						
	UKUPNO JAMA 1-18	150	5	156	229	229	245	4	249	238	4	1	243	154	5	3	162	135	2	137	119	1	120	181,43	2,42	1,29	185,14	100

L — Lake telesne povrede
T — teške telesne povrede
S — smrtni udesi
U — ukupne telesne povrede

Analiza izvora telesnih povreda (Prilog 3)

Pad predmeta kao: stena, rude i slično sa učešćem od 26,46% svih povreda u jami, je najčešći izvor telesnih povreda. Moguće je da su ovde evidentirane sve povrede osim onih na transportu i izvozu, ali je ipak ovde broj i procenat povreda nesrazmerno visok što dovodi u sumnju tačnost ranijeg evidentiranja. Ovo tim pre, što je procenat povreda od ručnog i mehaničkog alata takođe visok (12,42%), tako da povrede od uređaja rudničkog transporta dolaze na treće mesto sa učešćem od 15,20% svih povreda u jami.

Analiza uzroka telesnih povreda (Prilog 4)

Na lični — subjektivni faktor otpada 39,95% svih povreda. Ovaj faktor je načešći uzrok telesnih povreda. I pored toga što kvalifikaciona struktura zaposlenih nije loša, stručnost i obučenosť zaposlenih čak i VKV i KV radnika ne zadovoljava.

Stručnom osposobljavanju zaposlenih radnika se tek zadnjih godina počelo poklanjati više pažnje. To pokazuje i činjenica da su preko 180 radnika, starijih od 40 godina u toku 1968. godine polagala ispite za sticanje kvalifikacija po skraćenom programu. Dugogodišnje iskustvo ne može zameniti nedostatak opšteg i teoretskog znanja, a to predstavlja i kočnicu pri uvođenju novije i savremenije organizacije i tehnologije u proizvodnji. Zabrinjava podatak da 31,09% svih povreda u jami dolaze zbog kršenja propisa, nediscipline i ostalih subjektivnih faktora. Ako se ovde dodaju i ostale povrede zbog organizacionog faktora, zatim nastale krivicom povređenih, to pokazuje da odnos prema radu, radnoj i tehnološkoj disciplini nije na zavidnoj visini. Unapređenje organizacije rada, poboljšavanje stručnosti i odgovornosti zaposlenih radnika moguće je samo uz puno i zajedničko angažovanje stručnih službi i ostalih društveno-političkih snaga u kolektivu.

Analiza telesnih povreda i smrtnih udesa po kvalifikacionoj strukturi zaposlenih radnika

Smrtni udes zadesio je jednog visokokvalifikovanog, tri kvalifikovana, četiri polukvalifikovana i jednog nekvalifikovanog radnika. Udeo kvalifikovane radne snage u smrtnim udesima je relativno visok. Ovo je razumljivo, s obzirom da su radnici sa višom kvalifikacijom glavni nosioci proizvodnje, da rade na opasnijim radilištima, a zbog veće samouverenosti i potce-

njivanja opasnosti bivaju neoprezniji, češće krše propise, pa tako i stradaju. Da tehničko osoblje nije kontrolisalo u dovoljnoj meri rad kvalifikovanih radnika pokazuje i podatak da je od 9 smrtnih udesa šest bilo zbog kršenja propisa, i da od ukupnog broja povređenih, 42,59% posto čine kvalifikovani radnici i 7,56% visokokvalifikovani radnici. Ovo, takođe, ukazuje na postojanje čestog nesklada između formalnih kvalifikacija sa jedne strane, a poznavanja propisa kao i stručnosti, sa druge strane. Školovanjem, kursevima i drugim vidovima stručnog osposobljavanja radnika, treba ovaj nesklad što pre prevazići.

Analiza telesnih povreda i smrtnih udesa povremenu događaja

Iz godine u godinu ovde su zapažene velike oscilacije u broju povreda. U periodu koji se analizira, najveći broj povreda i smrtnih udesa dogodio se u prvoj smeni. Ovo je razumljivo s obzirom da u prvoj smeni radi najveći broj radnika i da je treća smena dugo služila za servisiranje i obezbeđivanje jame potrebnim materijalom. Kako se najveći broj povreda dešava posle četvrtog časa rada, to predviđeni odmor od 30 minuta za vreme jela treba obavezno i jedino koristiti posle četvrtog časa rada.

Posle uvođenja četvrtog obroka i osvežavajućeg napitka koji se daju radnicima za vreme odmora očekuje se znatno smanjenje broja povreda i povećanje produktivnosti rada u drugoj polovini smene.

Po mesecima broj povreda ne odstupa značajnije. U prvom kvartalu je veći broj povreda sve do početka sezone godišnjih odmora, banjskih lečenja, većeg izostajanja sa posla i sl., kad se smanjuje broj radnika na poslu, pa i broj povreda.

Po danima broj povreda raste od ponedeljka do četvrtka, da bi posle opadao, tako da je nedeljom minimalan.

U cilju smanjenja broja povreda cikluse i dinamiku radova treba ravnomerno rasporediti u toku smene, dana, meseca i godine. Takođe, svakom radniku posle pet odrađenih nadnica treba omogućiti propisani odmor i rekreaciju od dva dana. Prekovremeni rad kod službe održavanja (gde se jedino i pojavljuje), treba boljom organizacijom i rasporedom zaposlenih radnika u toku dana i nedelje ukinuti u potpunosti, osim u slučajevima više sile i spasavanja imovine preduzeća.

Rudarsko toploničarski bazen Bor
Radna jedinica «Jama»

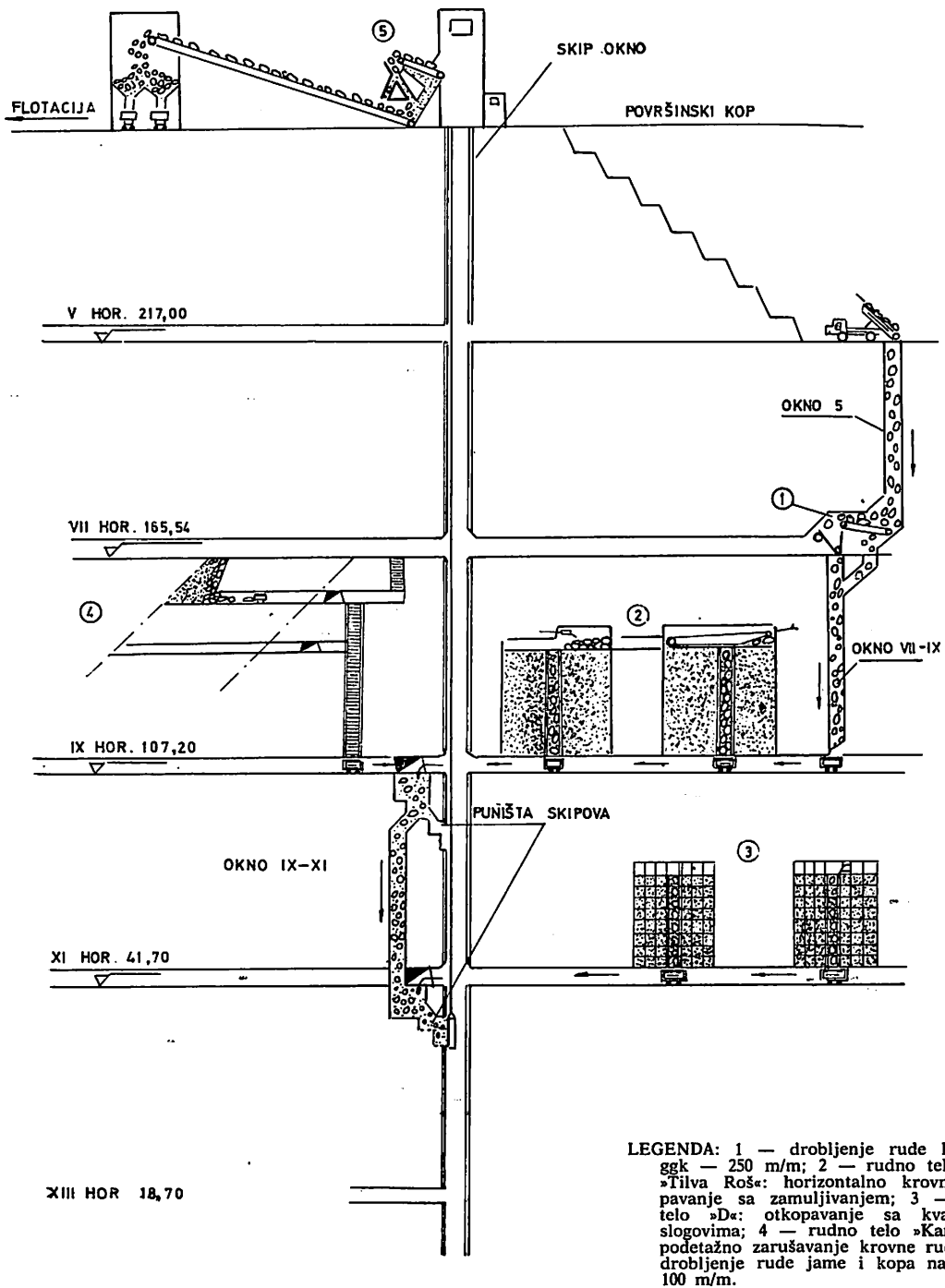
Prilog 4

Pregled telesnih povreda i smrtnih udesa po uzročima

Sifra	Uzroci telesnih povreda	G O D I N A												Prosek	%						
		1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	L	T	S	U	L			T	S	U			
		L	T	S	U	L	T	S	U	L	T	S	U	L	T	S	U	L	T	S	U
1	Faktori radne sredine	45	9	9	4	4	13	13	7	7	19	19	9	9	15,14	0,00	0,00	15,14	8,18		
1.1.	Neispravnost mašina i alata	3	1	1	1	3	3	1	1	3	1	1	1	1	1,28			1,28	0,69		
1.2.	Neispravnost elektro uređaja	3	3	3	3	3	3	2	2	2	7	7	10	10	4,00			4,00	2,16		
1.3.	Neispravno izrađene, opremljene ili održavane radne prostorije	4	4	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	1,71			1,71	0,93		
1.4.	Nedovoljno osvetljene ili protivetavane radne prostorije i buka	10	1	11	18	18	1	21	12	12	23	2	25	27	1	28	16,00	0,57	0,00	16,57	0,95
1.5.	Neispravnost transportnih sredstava, puteva i prostorija za utovar	6	6	4	4	4	24	13	9	9	7	7	5	5	9,71			9,71	5,25		
1.6.	Nedostatak ili neispravnost opreme za ličnu i kolektivnu zaštitu	2	1	1	4	11	1	12	10	10	9	1	11	9	7,42	0,29	0,29	8,00	4,32		
1.7.	Viša sila	4	4	4	4	8	8	3	3	6	6	4	4	4	3,57			3,57	1,93		
1.8.	Ostali faktori radne sredine	7	1	8	27	27	55	1	56	37	2	39	52	52	15	12	12	29,29	0,43	0,14	29,86
2	Organizacioni faktori	24	13	24	13	13	56	28	23	23	10	10	8	8	23,14			23,14	15,5		
2.1.	Loša organizacija rada i nedostatak kontrole	4	4	24	34	34	14	14	11	11	9	9	6	6	14,57			14,57	7,87		
2.2.	Ostali organizacioni faktori	2	2	4	20	20	4	2	6	2	1	29	6	4	3	13	16	16	14	14	12,57
3	Lični faktori	44	102	102	54	54	60	60	16	16	12	12	13	13	43,00			43,00	23,2		
3.1.	Nedostatak stručne spreme i iskustva	150	5	1	156	229	229	4	249	238	4	1	243	154	5	3	162	135	2	137	119
3.2.	Kršenje propisa i nedisciplina	150	5	1	156	229	229	4	249	238	4	1	243	154	5	3	162	135	2	137	119
3.3.	Ostali lični faktori	150	5	1	156	229	229	4	249	238	4	1	243	154	5	3	162	135	2	137	119
	UKUPNO JAMA 1.1.—3.3.	150	5	1	156	229	229	4	249	238	4	1	243	154	5	3	162	135	2	137	119

L — lake telesne povrede
T — teške telesne povrede

S — smrtni udesi
U — ukupne telesne povrede (L+T+S)



Sl. 7 — Šema tehnološkog procesa

Fig. 7 — Process flow-sheet

Analiza telesnih povreda i smrtnih udesa po starosnoj strukturi zaposlenih radnika nije izvršena, ali je sigurno da se stariji i iznemogljivi radnici pri istom tempu rada više povređuju od mlađih. Starosna struktura zaposlenih radnika u radnoj jedinici »Jama« je nepovoljna i njeno stanje krajem I kvartala 1968. godine izgleda ovako:

Do 20 godina starosti	5 radnika
Od 20—30	114 "
Od 30—40	391 "
Od 40—50	368 "
Preko 50 godina	164 "

UKUPNO: 1.042 radnika

Dve godine unazad primljen je manji broj mlađih nekvalifikovanih radnika, a od 1967. godine počeli su da pristižu mlađi kvalifikovani kopači i rukovaoci rudarskih mašina iz škole sa praktičnom obukom u Boru. Mada se manji broj ovih kvalifikovanih mlađih radnika zadržava u jami, radna jedinica »Jama« stipendira i praktično obučava oko 30 učenika ove škole godišnje, i u tom broju će isti i pristizati ubuduće. Ovo će omogućiti zamenu radnika koji odlaze u penziju mlađim kvalifikovanim radnicima.

Zdravstveno stanje zaposlenih radnika je takođe loše i dato je u nižem pregledu:

Bronchitis csr. sum emphysem obolelih	407 radnika
TBC (pluća aktivna)	4 "
TBC (pluća sanirana)	98 "
Pneumo konioza početna	202 "
Pneumo konioza izražena	21 "
Gastroinfekt oboljenja	146 "
Ahtenija	68 "

UKUPNO OBOLELIH 946 radnika

Rudnik ima svoju Zdravstvenu stanicu čiji je osnovni zadatak lečenje obolelih radnika. Ona je takođe stalno angažovana zajedno sa Institutom za medicinu rada iz Beograda, a povremeno i sa drugim medicinskim ustanovama u zemlji na pronalaženju uzroka profesionalnih i drugih oboljenja i njihovom suzbijanju.

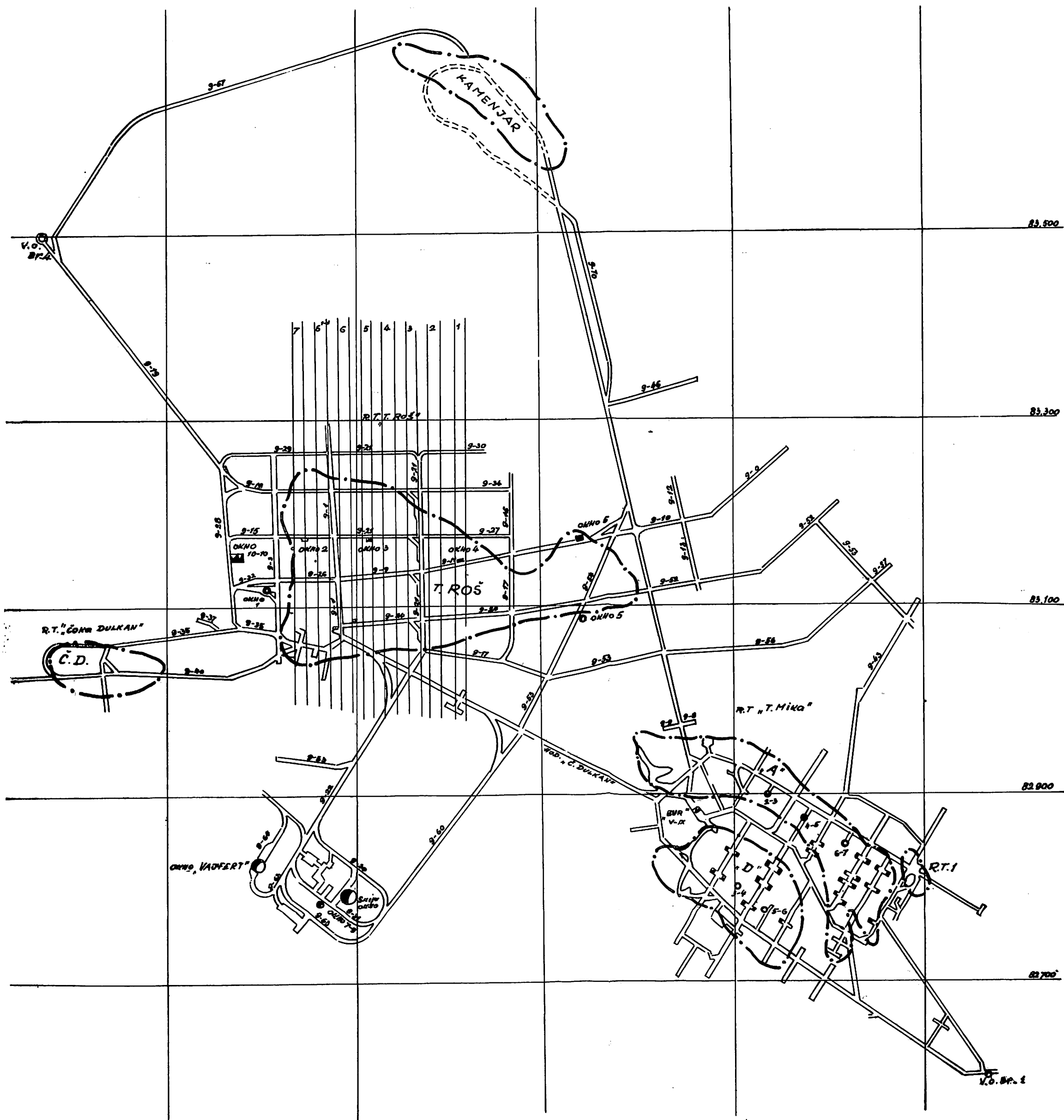
Radnici oboleli od profesionalnih oboljenja posle ispitivanja u Institutu za medicinu rada u Beogradu, upućuju se određeno vreme na lečenje u odgovarajuće rehabilitacione centre u zemlji. Zahvaljujući uspešnoj saradnji između tehničkog osoblja rudnika i odgovornog osoblja Zdravstvene stanice, oboleli radnici se redovno prebacuju na lakša i po njihovo zdravlje manje ugrožena radna mesta. Oboleli i iznemogljivi radnici, koji još nisu oglašeni invalidima rada, dobijaju iz fonda solidarnosti

razliku u ličnim dohocima između sadašnjeg radnog mesta i ranijeg radnog mesta u direktnoj proizvodnji.

Zadnjih godina penzionisan je veliki broj starih, iznemoglih i obolelih radnika, a ovaj će se broj znatno povećati stupanjem na snagu novog zakona o beneficiranom radnom stažu. Na ovaj način zdravstvena i starosna struktura jamskih radnika znatno će se poboljšati, što će »Jami«, kroz povećanu akumulativnost, omogućiti da više investira u svoju modernizaciju i preventivnu zaštitu. Rekreativni radnici u cilju povećanja njihove radne sposobnosti poklanja se takođe velika pažnja, tako da veći deo radnika provodi nedeljne odmire u obližnjim rekreacionim centrima, a godišnje odmire uz regres u skoro svim odmaralištima u zemlji.

Zaključak

Ovaj materijal je obrađen kao referat, u cilju pokretanja diskusije na Savetovanju o aktuelnim problemima zaštite na radu, karakterističnim za podzemnu eksploataciju u Boru i sličnim rudnicima. Prva tri poglavlja predstavljaju presek stanja primenjenog tehnološkog procesa i radne sredine, sa neophodnim podacima u cilju stvaranja realne predstave o postojećoj zaštiti na radu i ukazivanja na moguće pravce razvoja iste. Mala jamska proizvodnja rude od oko 500.000 t/god. (što predstavlja 1/5 ukupne proizvodnje rudnika) obezbeđuje se eksploatacijom pet rudnih tela (različitim metodama zbog različitih uslova u svakom od njih), istovremeno na tri horizonta. Ovako dekoncentrisana jamska proizvodnja je skupa, što je rezultat velike razuđenosti jame i istovremene eksploatacije istog ležišta površinskim i podzemnim radovima. Posledica ovakve eksploatacije je i povećana opasnost od zarušavanja i prodiranja velike količine vode, mulja i gasova sa površinskog kopa u jamu. Stalnim povećavanjem ekonomičnije površinske eksploatacije na račun jamske do 1962. godine (od kada se održava sadašnji obim jamske proizvodnje) onemogućilo je Jami uspešnije praćenje razvoja podzemne eksploatacije u svetu. Završetkom novog, potpuno automatizovanog sistema za transport i izvoz rude krajem 1971. godine, broj direktnih izvršilaca u ovoj, za sada najugroženijoj fazi proizvodnje, smanjiće se za tri puta, te možemo očekivati da će se najmanje za toliko smanjiti i broj



Sl. 8 — Situacioni plan IX horizonta
 Fig. 8 — IX horizont lay-out plan

povreda na radu. Nakon ove rekonstrukcije, narednih deset godina ne očekuju se značajnije promene u proizvodnom procesu, pa će se i zaštita na radu u ovom periodu razvijati nešto sporijim tempom.

Od 1981. godine prestaje površinsko otkopavanje, i celokupnu proizvodnju rude preuće potpuno modernizovana jama, sa kvalitetno daleko boljom zaštitom na radu od one koja se može danas da obezbedi.

SUMMARY

Safety at Underground Work in Bor Pit

B. Simonović, min. eng.*)

This material is developed in form of a paper in order to initiate a discussion at the Symposium on actual problems of safety at work, which are characteristic for underground exploitation in Bor and similar mines. The first three sections represent an outline of the state of applied technologic process and working environment, together with necessary data to gain a realistic perception of the existing safety at work, and point out the directions of its development. A small underground ore production, amounting approximately 500.000 t/year, is achieved by exploitation of five ore bodies, simultaneously in three horizons.

Such an uncompiled underground production is dear, as a consequence of a great ramification of the pit and simultaneous exploitation of the deposit by opencast and underground workings. An increased danger of caving and inrush of large quantities of water, mud and gases is also a consequence of this kind of exploitation. Continuous increase of more profitable opencast exploitation on account of underground mining until 1962, prevented the mine to follow, more successfully, the development of underground winning abroad. With the completion of the new, fully automated ore transport and hoist system by the end of 1971, the number of direct workers in this, presently most jeopardized phase of production will be reduced to one third, so we can expect that the number of injuries at work will be decreased at least in the same rate. After this reconstruction, more significant changes are not expected during the next ten years, and consequently the development of safety at work will be somewhat slower during this period.

In 1981, opencast winning will be abandoned, and the total ore production will be carried out by a completely modernized underground mine, with much better safety at work than the one presently secured.

Literatura

»Studija o stanju tehničke zaštite za jamski pogon Rudnika bakra Bor« — za period 1961—1965. godine, Rudarski institut — Beograd, 1967. godine.

Ostala tehnička, zdravstvena i druga dokumentacija kojom raspolaže Rudnik Bor.

*) Dipl. ing. Božidar Simonović, Rudarsko-topioničarski bazen, Bor.

Kongresi i savetovanja

Stalna konferencija o zaštiti na radu u rudnicima SR BiH, Breza, 1969. god.

25. VI 1969. god. na rudniku mrkog uglja u Brezi zasedala je Stalna konferencija o zaštiti na radu u rudnicima SR BiH. Sednici su pored predstavnika rudnika, prisustvovali i lekari zdravstvenih stanica nekih rudnika, predstavnici republičkog odbora i odbora sindikata većih rudarskih basena, rudarskog inspektorata, Komunalnog i Republičkog zavoda za socijalno osiguranje i rudarskih instituta iz Tuzle i Beograda.

Prema utvrđenom dnevnom redu izveštaj predsedništva o aktivnosti između osme i devete sednice podneo je sekretar Stalne konferencije Alija Šehović.

Po drugoj tački dnevnog reda referat o »Predlogu metodologije za analizu statističkih podataka o povredama na radu« podneo je prof. ing. B. Jokanović saradnik Rudarskog instituta iz Beograda. Posle diskusije Konferencija je prihvatila predlog pod naslovom »Predlog metodologije za analizu statističkih podataka o povredama na radu«, s tim da se dopuni i izmeni na osnovu primedbe konferencije koju je autor prihvatio. S tim u vezi zaključeno je da predsedništvo formira stručnu komisiju, koja će uz eventualnu pomoć autora izvršiti dopunu elaborata. Nakon toga će se preko udruženja »Rudarstvo« — Sarajevo, »Udruženja rudnika uglja« — Beograd, Rudarskog instituta — Beograd, Republičkog centralnog odbora sindikata organizovati savetovanje za donošenje jedinstvenih kriterijuma za kategorizaciju telesnih povreda na radu za sve rudnike SFRJ.

Osim toga je zaključeno, da se nezavisno od ove akcije nastavi rad na utvrđivanju jedinstvenih kriterijuma za bosansko-hercegovačke rudnike uz angažovanje zainteresovanih rudničkih i republičkih organa i organizacija te predložiti organima samoupravljanja da pomenutu evidenciju zavedu u rudnicima.

Na ovoj sednici izabrano je predsedništvo od 11 članova: za predsednika Pavić Ivan, direktor rudnika mrkog uglja Mostar, za potpredsednika Kauzlarić Kazimir, iz rudnika i željezare Vareš, a za sekretara Šehović Alija.

Na sednici predsedništva, održanoj 1. 9. 1969. god., donet je zaključak da se od rudnika i članova Konferencije zatraži da do 10. decembra ove godine predlože rudare, kojima će se na dan rudara SR BiH — 21. decembra 1969. god. svečano predati priznanje za postignute uspehe na polju zaštite na radu u 1969. god.

Alija Šehović

Bibliografija

Duganov, G. V., Muravejnik, V. I.: **Diferencijacija meteoroloških uslova u jamskim prostorijama dubokih rudnika.** (Diferencijacija meteoroloških uslova u vyrabotkah glubokih šaht). »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1969) 4, str. 46—48, rus.

Millemann, W., Psotta, M.: **Ežektor za provetranje ventilacionog okna rudnika kalija Hansa (DDR).** (Die Wetterdüse am Einziehschacht des Kaliwerkes Hansa). »Kali und Steinalz«, 5 (1969) 4, str. 124—127, nem.

Ivančenko, G. P., Kostylev, N. P.; i dr.: **Više pažnje provetranju pripremljenih hodnika.** (Bol'she vnimanija provetraniju podgotovitel'nyh vyrabotok). »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1969) 3, str. 18—20, rus.

Metrička serija ventilatora. (Metric fan range). »Mining Journal«, 272 (1969) 6976, str. 375, engl.

Suhan, L.: **Kondicioniranje vazduha u dubokim rudnicima.** (Kondicionirovanie vozduha v glubokih šahtah). »Nedra«, Moskva (1969) 207 str.

Weuthen, P.: **Izbor i ocena uređaja za hlađenje vazduha.** (Auswahl und Bewertung von Detterkühlern). »Glückauf«, 105 (1969) 6, str. 251—259, nem.

Krigman, R. N., Vološin, N. E.: **Ispitivanje gasopropustljivosti u masivu stena opasnim po izbojima.** (Issledovanie v massive gazopronicaemosti vybrosoopasnyh porod). »Ugol' Ukrainy«, (1969) 3, str.44—45, rus.

Meerbach, H., Fischer, D.: **Nova iskustva sa vodenim zavesama i zavesama od interne prašine.** (Nouveaux essais avec des arrêts-barages à eau et à poussiére stérile). »Rev. ind. minérale«, 51 (1969) 2, str. 113—126, franc.

Andrjuščenko, V. N., Ivašin, V. M.: **Neki zadaci u borbi protiv prašine na rudnicima uglja.** (Nekotorye zadači borby s pyleobrazovaniem na ugol'nyh šahtah). »Sb. — Vopr. tehnol., mehanizac. i epon. ugol'n. prom-sti — Vyp. 2 Nedra«, (1968) str. 114—116, rus.

Semenenko, B. A., Buhman, Ja. Z., i dr.: **Poboljšanje načina borbe sa prašinom na putevima površinskih otkopa.** (Soveršenstvovanie metodov bor'by s pyl'ju na kar'ernykh avtodorogah). »Tr. Ural'skogo n.-i i proektn. in-ta medn. prom-sti«, (1969) Vyp. 11, str. 142—150, rus.

Baev, H. A.: **Stene opasne po silikozi.** (Siliko-zoopasnost' porod). »Geol. mestorožd. uglja i gorjučih slancev SSSR«, Moskva »Nedra« (1969) str. 346—347, rus.

Kalmykov, E. P.: **Predupređivanje iznenadnih prodora vode iz poplavljenih jamskih prostorija.** (Predotvrašćenje vnezapnyh proryvov vody iz zatoplennyh gornyh vyrabotok). »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1969) 5, str. 13—15, rus.

Ciok, J., Kolodziejski, B.: **Transformatori bezbedni od iskrenja.** (Iskrobezpieczen transformatory zasilane z sieci elektrycznej). »Prace Glówn. inst. górń.«, (1969) 458, 7 str.

Ingersol-rand vazdušni kompresor sa zagušenim šumom. (New muffled air compressor marketed by Ingersoll-Rand). »Pit and Quarry«, 61 (1969) 7, str. 38, engl.

Bezdenožnyh, A. G.: **Nestacionarni procesi u izolaciji jamskih elektrouređaja.** (Nestacionarneye processy v izoljacii šahtnyh elektroustanovok). »Električestvo«, (1969) 4, str. 84—85, rus.

Rudenko, K. P.: **Mesta i uzroci samozapaljenja uglja u rudnicima Donjeckog basena.** (Mesta i pričiny samovozgorenija uglja v šahtah Doneckogo bassejna). »IVUZ-Geol. i razvedka«, (1969) 4, str. 151—154, rus.

Kočerga, N. G.: **O mehanizmu frikcionog iskrenja čelika i stena.** (O mehanizme frikcionogo iskrenija stalej i porod). »Tr. Makeevsk. n.-i in-ta po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti«, (1969) 19, 185—194, rus.

Cimbal, A. D.: **Sanitarna tehnika pri izgradnji okana.** (Sanitarnaja tehnika pri stroitel'stve šaht). »Nedra«, (1968) 92 str., rus.

Kroupa, V.: **Ocena uticaja radne sredine na produktivnost rada.** (Hodnoceni vlivu pracovniho prostredi na produktivitu prace). »Uhli«, (1968) 10, str. 443—446, češ.

Statistika nesrećnih slučajeva u rudarstvu. (Mining accident statistics). »Chambre Mines J.«, 11 (1969) 2, 35, engl.

Wohlberedt, F.: **O dinamici nesrećnih slučajeva i profesionalnih bolesti u rudarstvu BRD.** (Über die Entwicklung der Unfälle und Berufskrankheiten im Bergbau der Bundesrepublik Deutschland). »Kompass«, 79 (1969) 3, 62—65, nem.

Reilly, J.: **Dekada tehničke zaštite u rudarstvu.** (Decade of safety in mining). »Mining Congr. Journal«, 54 (1968) 3, str. 35—38, engl.

Teliš, A. P., Koptikov, V. P.: **Eksplatacija visokovoltnih elektromotora u rudnicima.** (Ekspluatacija vysokovolt'nyh elektrodvigatelej na šahtah). »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1969) 2, str. 6—8, rus.

Prenosni ekran za varioce. (Portable screen for arc welders). »S. Afric. Mining and Eng. Journal«, 80 (1969) 3973, 746, engl.

Sistem signalizacije havarija na rudnicima. (Emergency alarm for pit disasters). »Internat. Mining Equipment«, 20 (1969) 2, 24, engl.

Nikolaev, V. F., Gladkov, Ju. A., i dr.: **Katalog-priručnik. Pribori, aparati i oprema službe spasavanja.** (Katalog-spravočnik. Pribory, apparaty i oborudovanie gornospasitel'noj služby). »Nedra«, Moskva (1968) 165 str., rus.

Hussmann, K.: **Zaštitna sredstva u rudarstvu BRD.** (Körperschutzmittel in bergbaulichen Betrieben). »Kompass«, 79 (1969) 4, str. 90—95,

Časopis „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	24,00 ND
za ustanove i preduzeća	140,00 ND

Pozivamo sve rudarske stručnjake, saradnike naučnih ustanova i drugih organizacija na saradnju u časopisu »Sigurnost u rudnicima« po svim pitanjima iz oblasti zaštite na radu u eksploataciji mineralnih sirovina, nafte i gasa, kamena i dr.

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

- za naučne i stručne članke od 350,00 do 500,00 ND
- za prikaze iz prakse (iskustva u sprovođenju zaštite na radu) od 250,00 do 350,00 ND
- za prikaze savetovanja, kongresa do 250,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 60,00 do 120,00 ND po prvom tabaku.

Oglašavajte se u našem časopisu!

Cena oglasa je 1.200,00 ND 1/1 strana
900,00 ND 1/2 strane

Redakcija časopisa

N A R U D Ź B E N I C A

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 190,00

SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 140,00

Ukupno: 330,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa -----

M P

N A R U D Ź B E N I C A

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujem na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 32,00

SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 24,00

Ukupno: 56,00

Uplatu ću izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

(mesto i datum)

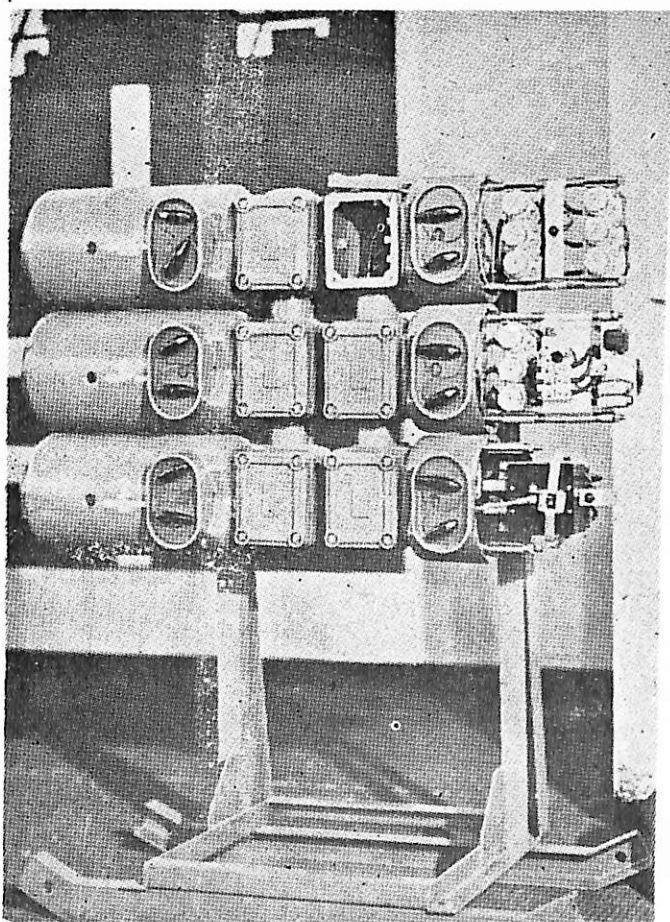
(ime naručioca)

(adresa)

Overava preduzeće — ustanova



„RADE KONČAR“ preduzeće za proizvodnju električne opreme, projektiranje i montažu postrojenja, Z a g r e b



iz oblasti rudarstva vrši slijedeće radove:

Proizvodi: eksploziono zaštićene motore svih snaga, eksploziono zaštićene transformatorske stanice 200 i 315 kVA, eksploziono zaštićene razvodne niskonaponske uređaje, eksploziono zaštićene kontrolne aparate i to:

- mrežni kontrolnik,
- rasvjetni kontrolnik,
- kontrolnik gumenih i grabuljastih transformatora,
- kontrolnik ventilacije visokonaponske razvodne ormara GkV za jamu u izvedbi P 31

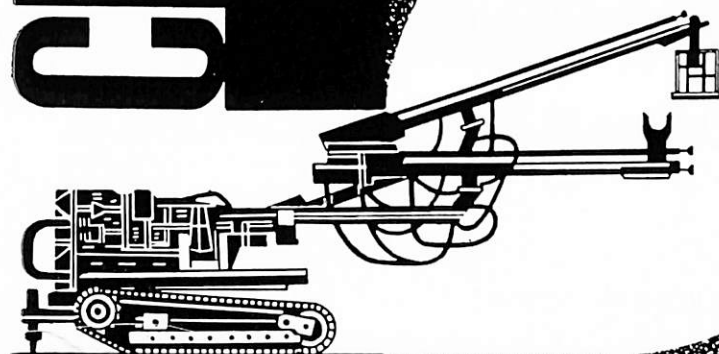
Projektira: elektrifikacije svih vrsti rudničkih pogona i to jamskih i površinskih u eksplozionoj zaštiti i normalnoj izvedbi.

Montira: sva električna postrojenja za rudnike.

Veći dio opreme isporučuje odmah sa skladišta.

»RADE KONČAR« – Zagreb, Fallerovo šetalište br. 22

SBU-2M



MACHINOEKSPORT



SAMOHODNA GARNITURA ZA BUŠENJE SBU—2M

na gusjenicama

za bušenje horizontalnih bušotina različitih namjena

Bušača garnitura sastoji se iz dva bušača stroja, lijevog i desnog obrtnog postolja, upravljačkog postolja i komandne table.

visina bušotine	— 5 m
širina bušotine obradene iz jednog položaja	— 6 m
broj udara u minuti	— 2900
brzina kretanja	— 2 km/sat

Zahvaljujući velikoj brzini bušenja rovova i centraliziranom upravljanju, garnitura SBU—2M povisuje proizvodnost 2—3 puta u usporedbi sa ranijim analognim garniturama i znatno olakšava uvjete rada.

Izvoznik: V/O »Mašinoeksport« Adresa: SSSR, Moskva, V—330 Telex: 207

Automatizacija u Rudniku



Mi već godinama radimo sa jugoslovenskim rudarskim institutima i rudarskim pogonima na rešavanju izvoznotehničkih problema u jugoslovenskim rudnicima. Već 150 godina planiramo, proizvodimo i isporučujemo kompletna izvozna postrojenja za okno i pojedinačne uređaje najvećeg kapaciteta za rudnike ruda, uglja i kalijuma.

U poslednjih 20 godina isporučili smo preko 90 potpuno gotovih, delom potpuno automatskih izvoznih postrojenja za okno u evropske i prekomorske zemlje.

Ukoliko želite opširne informacije, molimo da se obratite firmi:

Jugometal, Beograd, pošt. fah. 311, Tel. 622-455, Telex 11221

GHH

Gutehoffnungshütte Sterkrade AG
42 Oberhausen

RUDARSKE I INDUSTRIJSKE LOKOMOTIVE

VILJUŠKARI

AUTO-KARE

NUŽNO I REZERVNO SVETLO KAO I DRUGI UREĐAJI – NIKAD VAM

NEĆE OTKAZATI AKO U NJIH UGRADITE

CEVASTE AKUMULATORE „TREPČA“

VISOKO UČINSKE OLOVNE

ČELIJE SA POZITIVNIM

CEVASTIM PLOČAMA POSEDUJU

IZUZETNE PREDNOSTI NAD

KLASIČNIM KONSTRUKCIJAMA



ZA SVE TIPOVE CEVASTIH AKUMULATORA ZA TRAKCIONE I
STACIONARNE SVRHE OBRATITE SE NA



FABRIKA AKUMULATORA »TREPČA«

KOS. MITROVICA Telefon 86132

Telex 18126

NARUDŽBENICA

Neopozivo se pretplaćujem na petojezični

RUDARSKI REČNIK

u izdanju Rudarskog instituta — Beograd, po ceni od 150 N. dinara, koju ću sumu uplatiti (nepotrebno precrtati):

a) u celosti

b) u 4 dvomesečne rate, po 37,50 N. dinara, do 15. IV 1970. godine kada Rečnik izlazi iz štampe.

Uplatu ću izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: 1. Pravo na kupovinu Rečnika na rate uživaju samo individualni naručioci.

2. Cena Rečniku po izlasku iz štampe će biti 230 N. dinara.

_____ (mesto i datum)

_____ (ime — naziv naručioca)

_____ (Overava preduzeće — ustanova)

_____ (adresa)

Please Send me Quinquelingnal

MINING DICTIONARY

Price of one copy — 12 US \$ (including postage) I will pay in to the credit of your account № 608-620-10-3-3200 9000-10-173 POLJOBANKA — BEOGRAD (YUGOSLAVIA) — RUDARSKI INSTITUT.

Name _____ Title _____

Company _____

Home Address Office _____

City _____ State _____

NOTE! Publication date: 15. IV. 1970.

After that date the price is 18,40 US \$ (including postage)

Please return this card to the address of the publisher:

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNIČKI PUT 2

Veuillez m'envoyer le

DICTIONNAIRE DE MINES

en cinq langues, au prix de 70 F. F. que j'assignerai en faveur du compte № 608-620-10-3-3200 9000-10-173 POLJOBANKA — BEOGRAD (YUGOSLAVIE) — RUDARSKI INSTITUT.

Nom et prénom _____ profession _____

Maison _____

particulière Adresse. officielle _____

Ville _____ Etat _____

REMARQUE! Le dictionnaire apparaîtra le 15. IV 1970. Après ce délai le prix du dictionnaire sera porté à 105 F. F.

Vous êtes prié de renvoyer cette carte à l'éditeur:

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNIČKI PUT 2

Bitte senden Sie mir

das FÜNFSPRACHIGE BERGBAUWÖRTERBUCH

zum Preis von 48 DM, welche Summe ich auf Ihr Konto
Nr. 608-620-10-3-3200 9000-10-173 POLJOBANKA — BEOGRAD
(JUGOSLAVIEN) — RUDARSKI INSTITUT. — einzahlen wer-
de.

Vor- und Zuname _____ Beruf _____

Firma _____

Privatadresse _____
Geschäftsadresse _____

Stadt _____ Staat _____

ANMERKUNG! Das Wörterbuch erscheint am 15. IV. 1970.
Nach der Erscheinung des Wörterbuchs
wird der Verkaufspreis 73,6 DM betragen.

Bitte senden Sie diese Karte an die Adresse des Verlegers
zurück:

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNIČKI
PUT 2

Os ruego de enviarme el

DICCIONARIO DE MINERIA
en cinco idiomas

por el precio de 12 \$ EE UU que remitiré en favor de la
cuenta corriente. № 608-620-10-3-3200 9000-10-173 POLJOBANKA
— BEOGRAD (YUGOSLAVIA) — RUDARSKI INSTITUT.

Nombre _____ Título _____

Compañía _____

Dirrección de casa _____
de oficina _____

Ciudad _____ Estado _____

OBSERVACION! El diccionario saldra de la imprenta el 15.
IV. 1970. Después de esta fecha el precio
del diccionario será 18,40 Dolares estadou-
nienses.

Volver la tarjeta a la dirección del Editor:

RUDARSKI INSTITUT (Instituto de Minería) — BEOGRAD
— ZEMUN, Batajnički put 2.

Прошу Вас выслать мне пятиязыковый

ГОРНЫЙ СЛОВАРЬ

ценою в 12 расчетных долларов, которые я вышлю в счет
№ 608-620-10-3-3200 9000-30-173 ПОЛЪОБАНКА — БЕЛГРАД
(ЮГОСЛАВИЯ)

Имя _____ Звание _____

Предприятие-Институция _____

домашний
Адрес службённый _____

Город _____ Страна _____

ПРИМЕЧАНИЕ: Словарь выходит из печати 15. IV 1970 го-
да. После означенной даты цена словаря
будет 18,40 расчетных долларов.

Просим возвратить этот формуляр по адресу:

РУДАРСКИ ИНСТИТУТ — БЕОГРАД (ЗЕМУН),
БАТАЈНИЧКИ ПУТ 2.

NOVO!**NOVO!****NOVO!**

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 15.000 termina

U radu na rečniku učestvovali su najjemenitniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Rečnik je u štampi.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik će imati format pogodan za upotrebu.

O-113**odlagalište, hidromonitorno visinsko**

flushing dump above level
décharge (f) à chasse d'eau au
dessus du niveau
Hochspülkippe (f)
высокосмывной отвал

O-114**odlagalište, klizanje**

stockpile sliding; depot sliding
glissement (m) du remblai
Kippenrutschung
отвальный оползень

O-115**odlaganje, mesto**

depot position; storage position
position (f) du dépôt
Kippstelle (f)
отвальное место

O-116**odlagalište, napredovanje**

advance of waste dump
avancement (m) du dépôt
Kippenfortschritt (m)
подвигание отвала

O-117**odlagalište, odbacivačko**

stacker dump
dépôt (m) formé par l'engin de rejet
Absetzerkippe (f)
экскаваторный (абзетцерный) отвал

O-118**odlagalište, okrenut ka**

facing the stockpile; facing the depot
face (f) vers le dépôt; face (f) vers
le remblai
kippenseitig
со стороны отвала

Cena u pretplati iznosiće 150,00.— din. Pojedinci mogu dobiti rečnik na otplatu u četiri rate — po 35,00.— din. Po izlasku iz štampe cena jednog primerka iznosiće 230,00.— din.

Rečnik se dostavlja posle uplaćenog celog iznosa.

Redakcija

**Bibliografski kartoni
članaka štampanih u »Sigurnosti u
rudnicima« u toku 1969. godine**

(kartoni, isečeni i sređeni po decimalnoj klasifikaciji — prema broju u levom uglu gore — upotpuniće vašu kartoteku)

06.053 : 331.823

Sehović Alija: Stalna konferencija o zaštiti na radu u rudnicima SR BiH, Breza, 1969. g.

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1969), str. 76

Tema Stalne konferencije bila je »Metodologija za analizu statističkih podataka o povredama na radu«. Na konferenciji je izabrano novo predsedništvo Stalne konferencije.

06.053 : 331.823

Sehović Alija: O radu Stalne konferencije o zaštiti na radu u rudnicima SR BiH u 1968. g.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 91—93

Prisutna su bila 54 predstavnika sa rudnika. Istaknuti su problemi smanjenja broja smrtnih i težih povreda; zarušavanja na otkopima širokih čela; nesigurnost kod primene eksplozivnih sredstava i dr.

06.053 : 331.823 : 622.272

Simonović dipl. ing. Božidar: Savetovanje o zaštiti na radu u rudarstvu — zaštita pri podzemnom radu u Borskoj jami

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1969), str. 56—75

Data je analiza radne sredine, izvora i uzroka povreda uz tablične preglede i grafičke prikaze povreda.

06.053 : 331.823

Cerovac dipl. ing. Matija: Savetovanje o stanju zaštite na radu u rudarstvu SR Slovenije

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 78—79

Savetovanje je održano u Trbovlju, 1969. godine. Sem analize stanja zaštite na radu u SR Sloveniji, razmatran je prednacrt Pravilnika o atestiranju i periodičnim pregledima rudarskih radnih prostorija i uređaja.

061.3 SSJ : 331.823

Grujić dr Milenko: Aktuelni zadaci u vezi sa sprovođenjem rezolucije Sestog kongresa SSJ o uslovima rada i zaštiti na radu

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 90—91

Pitanja koja su bila tretirana na VI kongresu obuhvatila su: obrazovanje i vaspitanje u vezi zaštite na radu; dalji razvoj sistema informisanosti o zaštiti na radu; reviziju zakonodavstva u oblasti zaštite i zadatke u vezi sa daljim naučno-istraživačkim radom u ovoj oblasti.

313.1 : 628.51 + 622.86

Cerovac dipl. ing. Matija: Predlog uvođenja efikasnijeg načina evidentiranja telesnih povreda i nesreća pri rudarskim radovima te profesionalnih oboljenja

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1969), str. 43—55

Dat je pregled dosadašnje evidencije i predlog za novu bolju evidenciju. Predloženi način evidentiranja telesnih povreda i nesreća pri rudarskim radovima bio bi u skladu sa zahtevom Osnovnog zakona o rudarstvu i propisima o tehničkim merama i zaštiti na radu, kao i sa novim klasifikacijama i nomenklaturom za obradu prijave o nesreći na poslu u zavodima za socijalno osiguranje.

551.506 : 622

Anić Bratislav: Značaj meteoroloških osmatranja u rudarstvu

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 10—18

Osmatranja se svode, uglavnom, na: praćenje atmosferskih pojava, dobijanje podataka za analizu klimatološke podloge za potrebe planiranja radova, praćenje zagađenosti atmosfere i izučavanje mikrometeoroloških stanja u podzemnim otkopima i iskopima. Posebno su prikazane sanitarne zone okoline rudnika.

331.823 : 622

Stojanović Vojin: Organizovanje službe zaštite na radu u rudarskom preduzeću

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1969), str. 93—95

Izneto je šta treba da obuhvati služba zaštite na radu u preduzeću; određena je njena organizaciona šema i ustanovljena lica koja obavljaju poslove HTZ i njihove stručne kvalifikacije.

547.211 : 622.26

Jovanović dr ing. Gvozden: Metode proračuna kritičnih uslova za uslojavanje metana pod stropom provetравanih jamskih prostorija

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 9—16

Date su teorijske osnove stvaranja metanskih slojeva i metode proračuna kritičnog indeksa uslojavanja metana. Podvučeno je, da je brzina strujanja vazduha — najznačajniji faktor za sprečavanje stvaranja metanskih slojeva. Posebno je obrađen uticaj načina razvođenja vazduha na stvaranje i ponašanje metanskih slojeva.

331.823 : 622.235 : 622.271

Mitrović dipl. ing. Dragoljub: Analitičke i grafičke metode za određivanje bezopasne zone pri miniranju na površinskim otkopima

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 38—43

Za određivanje bezopasne zone pri miniranju izvedeni su mnogi empirijski obrasci, a često se koriste iskustvom utvrđene daljine. Kako to ne pruža uvek zadovoljavajuću sigurnost, u članku su prikazani odnosi između zavisnih veličina i ukazano je na neke prihvaćene metode, koje se lako mogu koristiti u praksi.

614.8 : 622

Homan prof. dr ing. Anton: Za varnost odgovorne osobe v rudarstvu

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 5—8

Sigurnost na jamskom radilištu zavisi od profila zaposlenih rudara, upotrebljenog alata, mehanizacije i samog radnog mesta. Treba izbegavati kolektivnu odgovornost za izvođenje radova, već za konkretno izvođenje sigurnosnih mera na rudarskom pogonu treba da odgovara lice, koje je za to nadležno, prema važećim propisima, pre svega tehnički rukovodilac pogona.

614.8 : 622.7

Draškić dr ing. Dragiša: Neka zapažanja u vezi zaštite na radu u pogonima za pripremu mineralnih sirovina

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1969), str. 42—47

Izdvojene su faze u procesu PMS u kojima najčešće dolazi do povređivanja i istaknuta potreba zajedničkog rada na donošenju propisa higijensko-tehničke zaštite i njihovom sprovođenju.

614.894 : 007.2

Stojiljković dr Zivko — Mitić dipl. ing. Borivoje — Mandić san. tehn. Hranislav: Tehnička i bioenergetska svojstva samospasioca M-67-MZ pri određenim telesnim naprezanjima

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1969), str. 70—77

Na osnovu tehničkih i bioenergetskih ispitivanja i postignutih rezultata zaključeno je da se samospasilac M-67-MZ — Kruševac nalazi na nivou inostranih tehničkih rešenja, da se pri lakšim i srednjeteškim opterećenjima može koristiti u rudniku i u dužem vremenskom periodu, da se kod teških i vrlo teških opterećenja radom može koristiti jedno kraće vreme i da se potpuno može primeniti kod izvlačenja radnika sa ugroženih mesta u rudniku.

614.81 : 622.332 Velenje

Jamnišek dipl. ing. Branko: Varovanje pred vodo v rudniku lignita Velenje

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 48—54

Izneta je problematika zaštite od vode u rudniku lignita Velenje. Obuhvaćena je: zaštita od vode koja se akumulira na površini, zaštita od vode u krovinskim peskovitim slojevima i zaštita od podzemne vode, koja je akumulirana u vodonosnoj triadnoj podlozi.

614.894 : 611.2

Stojiljković dr Zivko: Uticaj industrijske gasmaske (M-53-MZ i M-65-MZ) na kardiorespiratorne funkcije pri datim telesnim naprezanjima

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 67—79

Prikazani su eksperimentalni uslovi i metode rada. Posle iznetih rezultata data je diskusija. Zaključeno je da industrijska gasmaska M-65-MZ može da posluži u proizvodnom radu kako pri srednje teškom tako i teškom telesnom naprezanju u dužem periodu, dok industrijska gasmaska M-53-MZ može da posluži pri lakšim i delimično srednje teškim telesnim naprezanjima i to samo kod mladih i zdravih osoba.

614.88 : 622

Stojiljković dr Zivko — Piroškov dr Boris: Imobilizacija povređenih u rudarstvu

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1969), str. 88—92

Prikazana je imobilizacija pojedinih delova tela i razna sredstva za imobilizaciju. Preporučuje se pneumatična šina kao najpovoljnije sredstvo za imobilizaciju zbog lakog transporta povređenog.

614.894.001.4

Stojiljković dr Zivko — Mitić dipl. ing. Borivoje — Mandić san. teh. Hranislav: Tehnička i bioenergetska osobenost respiratora za zaštitu od gasova i aerozola (tip FA-M-67 — Kruševac) pri datim telesnim naprezanjima

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 53—58

Izvršena su bioenergetska ispitivanja, ispitani su eksperimentalni uslovi rada i najzad, data je analiza rezultata, postignutih opterećenjima radom na pokretnoj traci pri slobodnom disanju i disanju kroz respirator FA-M-67.

615.81 : 622

Stojilković dr Zivko — Piroškov dr Boris: Primena veštačkog disanja u rudarstvu

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 59—64

Prikazani su osnovni principi veštačkog disanja i postupak kod njegovog izvođenja. Opisane su razne metode veštačkog disanja.

622.235 : 622.8.07

Kovačić dipl. ing. Tone: Uporaba elektro-visokotlačne naprave »Gesbo« za istanje prelomnih zona u rudniku lignita Velenje

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 41—47

Opisani postupak »Gesbo« omogućuje predbušenje u pravcu hodnika u dubinu od oko 20 m, čime se utvrđuje poremećajna zona i može vršiti impregnacija okolnog sloja u cilju smanjenja prašine, stvaranja pukotina u uglju radi smanjenja potrošnje eksploziva.

621.3.04.004.3 : 622

Bulatović Čedomir: Uputstvo za izradu internog pravilnika o rukovanju električnim uređajima rudnika

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 74—78

Predložen je sadržaj Pravilnika, organizacija elektroslužbe, obim i delokrug rada i dr. Određen je karakter Pravilnika i njegovo mesto među aktima rudarske organizacije.

622.26.001.2

Jovanović dr Petar: Određivanje racionalne veličine profila poprečnog preseka podzemnih horizontalnih prostorija kod nekih složenih oblika

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1969), str. 31—42

Izloženi su rezultati višegodišnjih istraživanja na polju dimenzionisanja poprečnih profila horizontalnih podzemnih rudarskih prostorija i to samo za neke od složenih oblika koji se češće primenjuju u rudarstvu: niskozasvođeni, visokozasvođeni, potkovičasti, kružni i profil podgrađen lučnom popustljivošću podgradom.

622.235 : 614.83

Milutinović dipl. ing. Dragutin: Kako broj zatajenih mina svesti na optimalnu meru?

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1969), str. 78—87

Izneta su uzroci zatajavanja minskih punjenja i način borbe — saradnjom i zajedničkim istraživanjem stručnjaka rudnika i fabrike koja proizvodi eksploziv. Istaknuta je potreba za vođenjem evidencije zatajenih minskih punjenja.

622.27 : 622.82

Zambeli prof. ing. Aleksandar: Osnovne smjernice na projektiranje rudarskih radova i rad pogona kod ugljena sklonog samozapaljenju

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 5—9

Kao osnovne smernice autor podvlači pažljivo vršenje pripremni radova, potpuno i čisto vađenje uglja, savladavanje pritiska, sprečavanje potkopavanja ugljenog sloja i brzinu eksploatacije otkopnog polja i njegovu izolaciju.

622.273.23 : 547.211

Kapor dipl. ing. Branko: Određivanje optimalne dužine širokog čela u zavisnosti od metanoobimnosti ugljenog sloja

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 17—23

Prikazane su moguće posledice nesrazmernog odnosa dužine čela i parametra metanoobimnosti i data je analitika uslova i međusobne zavisnosti dužine širokog čela i metanoobimnosti ugljenog sloja.

622.69 : 614.8

Golubović dipl. ing. Pantelija: Prilog određivanju učestalosti povređivanja pri transportu masa na površinskim otkopima

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 44—48

Autor predlaže uvođenje parametara učestalosti nesretnih slučajeva u zavisnosti od broja radnika koji su potrebni da bi se određena količina otkrivke i korisne supstance prevezla na jedan kilometar puta. Tablično su prikazani koeficijent učestalosti povređivanja K ut i pokazatelj opasnosti.

622.44

Zagoričnik dipl. ing. Stefan: Določitev pokazatelja »intenzivnost zračenja« kot osnovnega parametra za rešavanje zadostnega prezračevanja jame Zahod rudnika lignita Velenje

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1969), str. 48—62

Ukazuje se na mogućnost projektovanja potrebne količine vazduha na osnovu rezultata hemijskih analiza jamskog vazduha i ventilacionih parametara na konkretnom primeru zapadnog polja rudnika lignita Velenje, koje je još u razvoju.

622.8.07

Kauzlaric dipl. ing. Kazimir: Prilog proučavanju zaštite od prašine

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 80—86

Iznete su specifične osobine prašine i problem njene neutralizacije. U borbi protiv opasne koncentracije prašine iznet je kalcijum kloridni postupak, postupak sa gelom MgCl₂, kao i ventilacija radilišta.

622.44—519

Petrović dipl. ing. Ljubisav: Upravljanje ventilacionim vazдушnim strujama u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom pri normalnom i havarnom režimu

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 65—68

Prikazane su dve varijante upravljanja izvršnim organom koji treba da vrši usmeravanje vazdušne struje: prva, upravljanje izvršnim organima iz komandnog ili nekog drugog centra i druga, upravljanje istim organima pomoću indikatora ili dojavljivača havarije, a u skladu sa programom o ventilacionom režimu i planu odbrane rudnika.

622.8.07.002.5

Quitter dr ing. V. — Petroll dipl. matem. J.: Granice za učinke ciklonskih izdvajaa prašine

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1969), str. 63—69

Upoređeni su ciklonski izdvajaa i prikazan uticaj konstrukcione veličine jednog ciklonskog izdvajaa prašine na granične vrednosti učinaka.

<p>622.81 : 622.332</p> <p>Stupnicki dipl. ing. Boleslav: Pokušaj praktičnog utvrđivanja stepena opasnosti od eksplozije ugljene prašine na bazi učešća izgorljivih volatila u rudnicima lignita »Kreka« u Tuzli</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 23—34</p> <p>Izneta su dosadašnja saznanja i osnovni elementarni podaci o eksplozivnosti ugljene prašine i konstruisani kriterij i postupak za praktično utvrđivanje stepena opasnosti od eksplozije ugljene prašine. Podvučena je donja granica eksplozivne koncentracije ugljene prašine.</p>	<p>622.83 : 622.271</p> <p>Simić dipl. ing. Radomir: Sigurnosne mere na površinskom otkopu »Dobro Selo« pri otkopavanju lignita iznad starih radova jame »Kosovo«</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 32—39</p> <p>Sigurnosne mere kod problema koji tretira ovaj članak vezane su za niz faktora: fizičko-mehaničke osobine mineralne sirovine i jalovine koja se nalazi neposredno iznad jamskih radova, podzemnu vodu, strukturne osobine, napregnutost tla i dr. i tek kompleksno razmatranje svih faktora daje osnov za sigurno i ekonomično rešenje u organizovanju površinskog tehnološkog procesa preko jamskih radova.</p>
<p>622.82</p> <p>Stojsavljević dipl. ing. Dušanka: Rano otkrivanje spontanijh zagrevanja u rudnicima uglja određivanjem tragova nižijh ugljovodonika</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 47—52</p> <p>Pouzdanje indikacije predstojećijh opasnosti od požara u rudnicima uglja predstavlja sadržaj nezasićenijh ugljovodonika etilena, propilena i acetilena u jamskom gasu u minimalnim koncentracijama — tragovima. Ukoliko se njihova količina poveća, neophodno je da se preduzmu mere za sprečavanje sigurnijh požara. Određivanje tragova nezasićenijh ugljovodonika u jamskom vazduhu vrši se gasnom hromatografijom.</p>	<p>622.83 : 622.332 Zenica</p> <p>Milanović dr. ing. Petar: Rezultati ispitivanja u vezi pojave gorskih udara u rudniku Zenica</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 24—31</p> <p>Data je analiza rezultata ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina uglja i pratećijh naslaga. Vršena su ispitivanja na otkopu i ispitivanja na modelima.</p>
<p>622.82 : 622.44</p> <p>Kovačević dipl. ing. Vjekoslav: Borba sa požarom u starom radu pomoću ventilacionijh metoda</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1969), str. 5—16</p> <p>Prikazana je primena ventilacione metode koja sprečava prolaz vazduha kroz stari rad i izaziva samougušenje požara pomoću gasova, koji su proizvod nastalog oksidacionog procesa ili prirodne ekshalacije. Kao primer naveden je slučaj u rudniku Breza.</p>	<p>622.83 : 622.368</p> <p>Lasica dipl. ing. Mihailo: Problem mikropukotina pri otkopavanju žičnijh magnezita i njihov uticaj na sigurnost u otkopima</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 19—23</p> <p>Tretirano je odvajanje blokova na otkopu i to u jami rudnika »Liska«, na površinskom koku, u rudniku »Brezak« i jami »Cvetni vrh«. Prikazane su mogućnosti sprečavanja pada blokova.</p>

<p>622.86—52 : 622.272</p> <p>Marinović dipl. ing. Nenad: Automatizacija odbrane rudnika sa podzemnom eksploatacijom</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1969), str. 5—15</p> <p>Prikazani sistem sastoji se iz brze i efikasne lokacije udesa i intervencije za povlačenje ljudi. Postoji i mogućnost spoznavanja — prenošenja vesti sa površine rudnika u oštećeni deo jame u cilju praćenja događaja i pripreme za sa-naciju udesa.</p>	<p>628.517.2 : 622</p> <p>Trampuž prof. ing. Ivo: Zaštita od buke u rudarstvu</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1969), str. 17—41</p> <p>Iznete su fizičke i psihofizičke karakteristike zvuka. Obradna je jedinica za merenje jačine zvuka. Posebno je tretirano štetno dejstvo buke na čoveka pri radu — na produktivnost i sigurnost. Predložene su organizacione mere za zaštitu, kao i razna lična zaštitna sredstva.</p>
<p>622.87 + 612 : 622.272</p> <p>Suchan dr ing. Libor: Problemi klimatizacije i fiziologije rada u dubokim jamama</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1969), str. 23—30</p> <p>Dat je pregled rešenih i još nerešenih problema klimatizacije jama, koji su sadržani u referatima Simpozijuma o klimatizaciji. Članak je uvodni članak Simpozijuma.</p>	<p>622.45/46</p> <p>Colarić Jože: Univerzalni sporigoreći štapin »Unikord«</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 87—89</p> <p>Prikazano je štetno dejstvo bitumenske i PVC izolacije na minersko-tehničke karakteristike sporigorećeg štapina i sastav i osobine sporigorećeg štapina »Unikord«.</p>
<p>624.137 : 331.823</p> <p>Najdanović prof. ing. Nikola: Osnovni elementi za sigurnost kosina na površinskim otkopima</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 35—37</p> <p>Postoji više uzroka rušenja otkopnih etaža i odlagališta. Najčešće su: smanjenje unutrašnjeg otpora tla ili jalovine zbog slabog odvodnjavanja i neodgovarajući tehnološki proces otkopavanja odnosno odlaganja. Iznete su mere koje treba preduzeti da do rušenja ne dođe.</p>	<p>662.45/46 : 331.823</p> <p>Colarić Jože: Mogućnosti povećanja sigurnosti pri miniranju detonirajućim štapinom</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1969), str. 69—73</p> <p>Upoređeni su detonirajući štapin standardne proizvodnje i novi detonirajući štapin C-10 i istaknute prednosti novog.</p>

681.142 : 622.44

Jarošević dipl. ing. Đorđe: Analogni računski mašina AM-1
za proračun i kontrolu ventilacionih sistema u rudnicima

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 55—63

Mašina je konstruisana u Rudarskom institutu — Beograd.
Dat je opis mašine, pojedinih modela, princip rada.

681.142 : 622.44.004.64

Petrović dipl. ing. Ljubisav: Određivanje maksimalnog broja
proračuna pri havarnom stanju ventilacionih podzemnih
rudnika primenom analognih i drugih računara

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1969), str. 64—66

Prikazano je određivanje maksimalnog broja proračuna na
računaru za datu ventilacionu mrežu u specijalnom režimu,
nastalom usled prekida mreže u ma kojoj njenoj grani. Uz-
rok havarija je od sekundarnog značaja.

