



SIGURNOST U RUDNICIMA

V · 1970 · 1

V GODIŠTE
1. B R O J
1970. GOD.

SIGURNOST U RUDNICIMA

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

SAFETY IN MINES
SÉCURITÉ MINIÈRE
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ
ГОРНЫХ РАБОТ
GRUBENSICHERHEIT

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Tehnička redakcija
MARINA PETROVIĆ
MIRA MARKOVIĆ

Naslovna strana
MILAN GOLUBOVIĆ

Stampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIJSKOG ODBORA

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

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

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

ČURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

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

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

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

KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana

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

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

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

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

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

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

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

STOJKOVIĆ dipl. ecc. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

1960 — 1970.

DESET GODINA RUDARSKOG INSTITUTA — BEOGRAD

Ove godine navršava se deset godina od osnivanja Rudarskog instituta u Beogradu i njegovog plodonosnog delovanja.

Značaj i uloga Instituta za razvoj i produbljivanje naučne misli i unapređenje jugoslovenskog rudarstva može se sagledati, ako se sagledaju uslovi u kojima je Rudarski institut na razvojnom putu naučno-istraživačkog rada u našem rudarstvu, osnovan i kako je počeo da deluje.

Posle II svetskog rata, kada su, u uslovima naglog razvoja privrede Jugoslavije, pred naše rudnike postavljeni veliki planovi proizvodnje mineralnih sirovina, nije bilo kadrova ni naučno-istraživačkih institucija, da bi se rudnici mogli pripremiti za tako velike zadatke. Ogromni se napori prvenstveno ulažu u izgradnju ključnih objekata, a instituti, koji su u ono vreme osnovani pri akademijama nauka, usmereni su na planiranje privrednog razvoja zemlje, organizaciju naučno-istraživačkog rada u celoj zemlji i osnivanje laboratorija na rudnicima, fakultetima i pri ministarstvima. Rudnici, oštećeni u ratu, neodgovarajućeg kapaciteta, sa jednom primitivnom tehnologijom proizvodnje, bez dovoljno kvalifikovanih rudara i inženjersko-tehničkog osoblja, sa zatečenom oskudnom opremom, — masovnom mobilizacijom nekvalifikovane radne snage i krajnjim pregalaštvom i samoodricanjem rudara, inženjera i tehničara ostvaruju visoke planove proizvodnje, koji često prelaze njihove mogućnosti. Nesklad između planova proizvodnje i kapaciteta rudnika, tehnologije i stanja kadrova, već se u samom početku odrazio u nizu velikih teškoća i problema, koje je trebalo rešiti, da bi se pod stalnim pritiskom privrede mogao obezbediti potreban porast proizvodnje i smanjila visoka učestalost povreda i masovnih nesreća.

Nastojanja generalnih direkcija kao administrativno-operativnih organa tadašnjih ministarstava koji su u ono vreme rukovali rudarstvom, da se bar donekle otklone ove teškoće izvesnim tehničkim poboljšanjima — delimičnom elektrifikacijom i mehanizacijom nasledenih tehnoloških procesa, kao i uvođenjem produktivnijih metoda koje su primenjivane u stranim rudnicima sa drugim eksploatacionim uslovima, a neko vreme i uz pomoć stranih stručnjaka, nisu predstavljala rešenja, koja bi mogla uskladiti stopu porasta proizvodnje rudnika sa stopom porasta potreba za mineralnim sirovinama. Iz tih razloga nisu se mogli obezbediti ni povoljni radni uslovi, niti se zahtita pri radu mogla obezbediti sprovođenjem mera koje su bile određene davno zastarelim propisima, pa su se zato opasnosti sa porastom proizvodnje povećavale.

Dolaskom novih, visokostručnih kadrova i posle uvođenja radničkog samoupravljanja, kada preduzeća postaju neposrednije zainteresovana za unapređenje proizvodnje, na rudnicima se formiraju prvi studijski biro i grupe za unapređenje proizvodnje, i dolazi do prvih materijalnih ulaganja u naučno-istraživački rad. Time su, donekle, stvoreni uslovi za osnivanje prvih profesionalnih naučno-istraživačkih institucija. One, međutim, nisu uspele da naučno-istraživački rad povežu sa proizvodnjom, jer zbog nedovoljnog broja odgovarajućih potrebnih kadrova i nedovoljne opremljenosti nisu bile u stanju da obezbede jedan dugoročniji plan saradnje sa rudnicima.

Kada se, zbog sve zaoštrenije međunarodne podele rada, ekonomično i rentabilno privređivanje postavilo kao odlučujuće pitanje za buduće poslovanje rudnika, ovo tim pre, što rudnici sa razvojem radova sve više prelaze na eksploataciju relativno siromašnijih i manje kvalitetnih mineralnih sirovina, dok rudarsko-geo-

loški uslovi postaju sve teži, a dubina i razgranatost jama veće, rudarski kolektivi su bili primorani da traže nova kvalitetnija rešenja tehnologije proizvodnje u skladu sa eksploatacionim uslovima mineralnih ležišta, a na osnovu naučnih istraživanja geološko-mehaničkih prilika ležišta, mehaničkih osobina krovine i podine ležišta, kao i odgovarajućih sarremenih proizvodnih sredstava, koja će više zameniti živi rad i koja mogu obezbediti visokoproduktivni tehnološki proces, racionalnu i rentabilnu proizvodnju i bezbedne uslove rada, — a takva rešenja su mogle pružiti samo specijalizovane ustanove. U ovim uslovima od zainteresovanih osnivača i suosnivača većih rudarskih kolektiva dolazi do osnivanja Rudarskog instituta u Beogradu.

Rudarski institut je u najkraćem vremenu okupio postojeće naučne radnike i institucije na studijskom istraživačkom radu u mnogim preduzećima, i bez naročite pomoći sa strane, stvorio mogućnosti za dalji uspešniji rad. Naučno-istraživački rad je organizovan u pet zavoda sa posetepeno dobro i savremeno opremljenim hemijskim laboratorijama i laboratorijama za ispitivanje fizičkih i mehaničkih osobina stena i proučavanje ležišta mineralnih sirovina, za pripremu mineralnih sirovina, za termotehniku i za ventilaciju i tehničku zaštitu.

Pored velikih uspeha, koje je Institut postigao svojim učešćem u rešavanju tehnologije i organizacije proizvodnje naših najvećih rudnika i površinskih otkopa, posebno treba istaći studije u vezi sa daljim usavršavanjem i racionalizacijom tehnoloških procesa, kao i studije za povećanje bezbednosti u rudnicima mehaničkim upravljanjem krovinom optimalnim rešenjem načina podgrađivanja, vertikalnom koncentracijom proizvodnje, usavršavanjem tehnike otkopavanja slojeva izloženih izlivima vode, gasova, tekućih peskova, kao i studijama o optimalnim kapacitetima rudnika i rudnika odnosno otkopa modela.

U rešavanju nekih problema, kao i u cilju razmene iskustava na polju naučnih istraživanja, Rudarski institut održava veze i saraduje sa nekim naučnim ustanovama u ČSSR, Poljskoj i Mađarskoj.

Poseban značaj ima Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu u rudnicima, osnovan 1964. g., jer je u ovom Zavodu Rudarski institut prvi u našoj zemlji organizovano i sistematski započeo sa kompleksnim naučno-istraživačkim radom po svim pitanjima ventilacije, zaštite na radu i sigurnosti u rudnicima.

Zavod je dosad u vezi sa rešavanjem problema ventilacije i zaštite u rudnicima izradio 265 studija, a 8 inženjera dalo je za ovo vreme 37 originalnih radova, dok svi saradnici Zavoda kroz literaturne elaborate, prate i izučavaju najnovija naučna dostignuća iz oblasti njihove specijalnosti.

Osim toga, ovaj Zavod po utvrđenim metodologijama vrši atestna ispitivanja sredstva za rad i zaštitne opreme i izdaje odgovarajuće ateste, a daje i ocene o investicionoj opremi i izgradnji objekata.

Rudarski institut podržava inicijativu rudarskih inspektora, kao rudarskih stručnjaka, za osnivanje Saveta za zaštitu rada — kao samostalnog stručnog tela — sa zadatkom da objedini i koordinira aktivnost i uspostavi saradnju rudarskih inspektora i svih institucija koje se bave problemima zaštite u cilju smanjenja broja povreda i teških nesreća u rudnicima naše zemlje.

Pošto do osnivanja tog Saveta dosada zbog nerazumevanja nije još došlo, pobuđen rudarskim katastrofama koje su za poslednjih deset godina na našim rudnicima učestale, i da bi ostvario stalno istican zahtev rudnika i društvenih organizacija, Rudarski institut je pokrenuo i — dok se ne osnuje pomenuti Savet, izdaje i inansira časopis »Sigurnost u rudnicima«, naučno-stručnu publikaciju za pitanja zaštite na radu i sigurnosti u rudnicima, koja treba da bude organ pomenutog Saveta.

Polazeći od toga, da se dobri radni uslovi mogu obezbediti samo pravilnim naučnim i stručnim rešenjem tehnologije eksploatacije, i da zaštita na radu kao predmet proučavanja predstavlja interdisciplinarni ogranak rudarske, tehničke, geološke i drugih nauka, »Sigurnost u rudnicima« saradnjom objedinjuje dosada 110 naučnih i stručnih saradnika fakulteta i drugih naučnih i stručnih ustanova, koje se bave pitanjima zaštite u rudnicima. Angažovanjem na saradnju stručnjaka sa rudnika, koji su svojim ostvarenjima doprineli unapređenju zaštite na rudnicima, časopis afirmiše ulogu i značaj mnogih još anonimnih pregalaca za sigurnost u rudnicima i podstiče rudarske stručnjake u praksi na naučnu organizaciju zaštite na radu kao integralnog dela tehnološkog procesa proizvodnje.

Prateći rad Konferencije za higijensko-tehničku zaštitu rudnika BiH, časopis podstiče ideju o osnivanju takvih ustanova i u ostalim republikama, kao i o osnivanju stalne međurepubličke konferencije o zaštiti na radu u rudnicima Jugoslavije.

Časopis je sa velikim interesovanjem prihvaćen ne samo od rudarskih preduzeća, ustanova i organa državne uprave, već je zapažen van naše zemlje, pa su i strani stručnjaci zainteresovani da u njemu saraduju.

Dosada su u časopisu objavljena 174 članka, od čega je 90 originalnih ili sinteza, u kojima se tretira aktuelna problematika rudnika. Autori su oko 52% saradnici naučnih ustanova, 19% nastavnici fakulteta, 7% stručnjaci sa rudnika, dok 22% otpada na stručnjake ostalih organizacija.

I pored interesa za časopis, broj pretplatnika je još relativno malen, radi čega se časopis održava isključivo dotacijom Rudarskog instituta.

Rudarski institut izdaje i »Rudarski glasnik«, publikaciju u kojoj se objavljuju radovi saradnika Instituta i preko kojega Rudarski institut želi da razvije kontakt sa naučnim organizacijama i izvan naše zemlje na planu zblžavanja stručnjaka svih narodnosti.

Pre deset godina sa najskromnijim sredstvima osnovan od naših rudnika kao suosnivača, u toku jedne decenije naučnog delovanja na unapređenju proizvodnje i zaštite na radu i sigurnosti u jugoslovenskim rudnicima, postignutim rezultatima, kao i dosadašnjom publicističkom delatnošću, Rudarski institut je ne samo dao veliki doprinos unapređenju jugoslovenskog rudarstva i rudarske nauke — po čemu je van zemlje poznat kao priznata naučna ustanova — već je svojom celokupnom aktivnosti do sada opravdao njegovo osnivanje i ostvario očekivanja njegovih osnivača.

GLAVNI UREDNIK

Unapređenje tehnike miniranja u uvjetima rada Istarskih ugljenokopa Raša

(sa 12 slika)

Doc. ing. Vladimir Abramović

Sadržaj: Uvod. Okviri propisa i radna sredina. Osvrt na tehniku miniranja. Pripreme za pokusna miniranja. Zapažanja na pokusnim i proizvodnim miniranjima. Prikaz načina miniranja. Ocjena ušteda na unapređenju miniranja. Osvrt na unapređenje postojećeg pravilnika i tehničkih uputstava. Problemi daljnjeg razvoja i korištenja postignutih rezultata.

Uvod

Analizom sirovinске baze i radne sredine utvrdilo se da u tehnici dobivanja treba sva nastojanja usmjeriti na poboljšanje efekata miniranja i utovara. Provedena su opsežna proučavanja i pokusna miniranja u periodu kroz zadnje dvije godine na pripremnim radištim i otkopima. Postignut je uspjeh pri mjenom milisekundnih paljenja mina. Na mehaniziranju utovara ugljena na otkopu također je učinjen bitan napredak uvođenjem u rad mehaničke lopate. S obzirom na specifične uvjete rada u Istarskim ugljenokopima, detaljnije je opisan put kojim su krenuli stručnjaci Rudnika i Rudarsko-geološko-naftnog instituta iz Zagreba na rješavanju ovog zadatka. U toku svih nastojanja postojala je povezanost na unapređenju tehnike miniranja i normativa tehničke zaštite.

Okviri propisa i radna sredina

U Istarskim ugljenokopima kamenog ugljena u radu su jame Labin i Pićan. Jame su svrstane prema internom pravilniku poduzeća kao »metanske jame prvog reda sa opasnom ugljenom prašinom«.

Osim važećih propisa sigurnosti, koje donosi spomenuta kategorizacija, postoji nasljeđeno i već uobičajeno ograničenje, da se minerski radovi u ugljenoj formaciji tj. na pripremnim radištim u kozinskoj seriji i na otkopima, smiju izvoditi u vremenskom periodu između smjena.

U karakteristike jame Labin treba ubrojati ugroženost nekih otkopnih polja od gorskih udara, a obje jame imaju posebne probleme sa vodom (područje KaVerne u Raši) i mogućnost potapanja jame Pićan kod izuzetno velikog dotoka vode.

Opće karakteristike rudarsko-geoloških prilika su slijedeće:

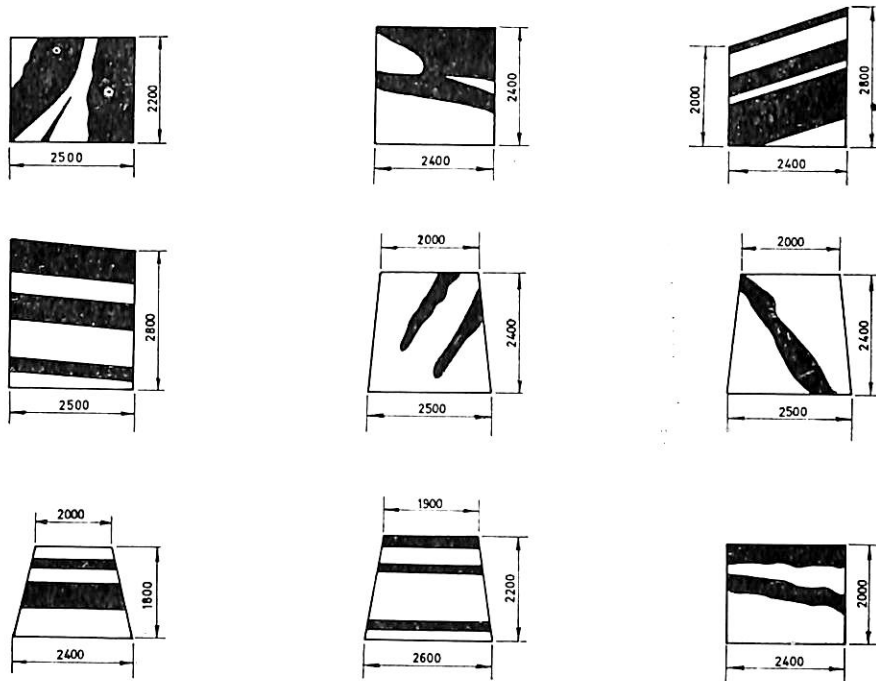
- učestale promjene profila otkopnog čela u odnosu na debljinu ugljena i kamene uloške
- znatno variranje pružanja i pada slojeva, te gubitak kontinuiteta
- pojava većeg broja manjih rasjeda
- neravnost podine ugljenog sloja na krednom vapnencu
- dubina rudarenja u jami Pićan na oko 200 m, a u jami Labin između 400 do 600 m
- pojačani pritisci i promjena fizikalno-mehaničkih svojstava ugljena i popratnih stijena u zonama sa pojavama gorskih udara (tako je npr. u junu 1968. god. oko 40% proizvodnje dobiveno iz takvih zona)
- čvrstoća ugljena na pritisak varira prema slojevima, a može se uzeti u granicama od 50—300 kp/cm² (za oko 20% je niža čvrstoća usporedno sa uslojenjem)
- čvrstoća popratnih naslaga kozinskog vapnenca je oko 1.500—2.000 kp/cm² (čvrstoća na pritisak paralelno uslojenju

je znatno niža i dostiže i do 50^{0/0}), a podinskog krednog vapnenca oko 1.000 kp/cm²

- laboratorijska ispitivanja modula elastičnosti za ugljen (oko 70.000 kp/cm²) i kozinski vapnenac (300 do 900.000 kp/cm²) pokazuje visoke vrijednosti; stoga ova formacija ima sposobnost nagomilavanja ogromne energije i njenog burnog oslobađanja u pojavama gorskih udara.

već nakon nekoliko dana. Osim ove prirodne promjene u slojevima, nametnuta je pogonski uvjetovana promjena, naime, znatan broj priprema izvode se kao tzv. dijagonale. To se čini radi dobivanja pravca za kontinuirane transportere, pa se mora uslijed promjene pružanja i pada sloja ulaziti u krovinu i podinu.

Na slici 2 i 3 prikazani su karakteristični profili za otkope.



Sl. 1 — Profili priprema u produktivnoj formaciji
Abb. 1. — Profile der Vorrichtungsarbeiten in der produktiven Formation

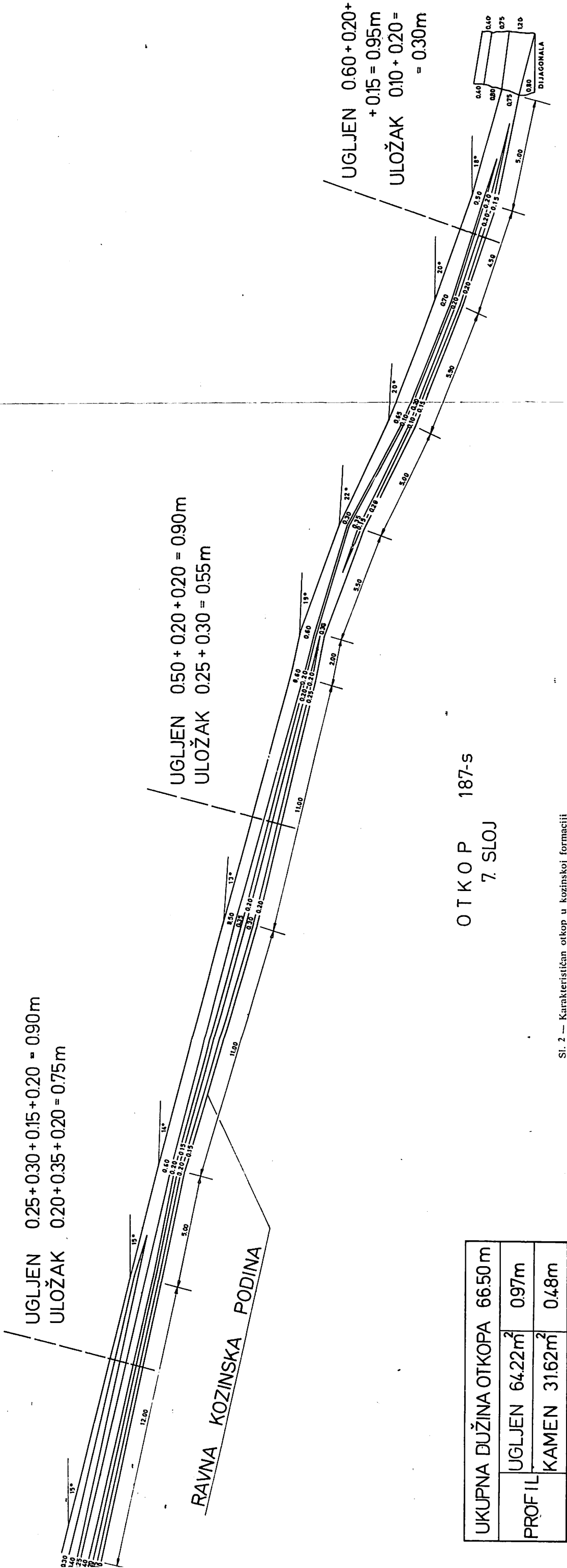
Uvid u rudarsko-geološke prilike i rad na 9 otkopa u IUR daju slijedeću sliku:

- prosječna moćnost ugljena oko 1,5 m
- prosječna debljina kamenog uložka 0,45 m
- kamenih uložaka bilo je 1—4
- kretanje nagiba u prosjeku 5 do 20⁰
- dužina otkopa u prosjeku od 70 do 90 m

Na slici 1 prikazani su snimljeni profili na pripremnim radilištima u istom danu. Valja napomenuti da se ovi profilj znatno menjaju

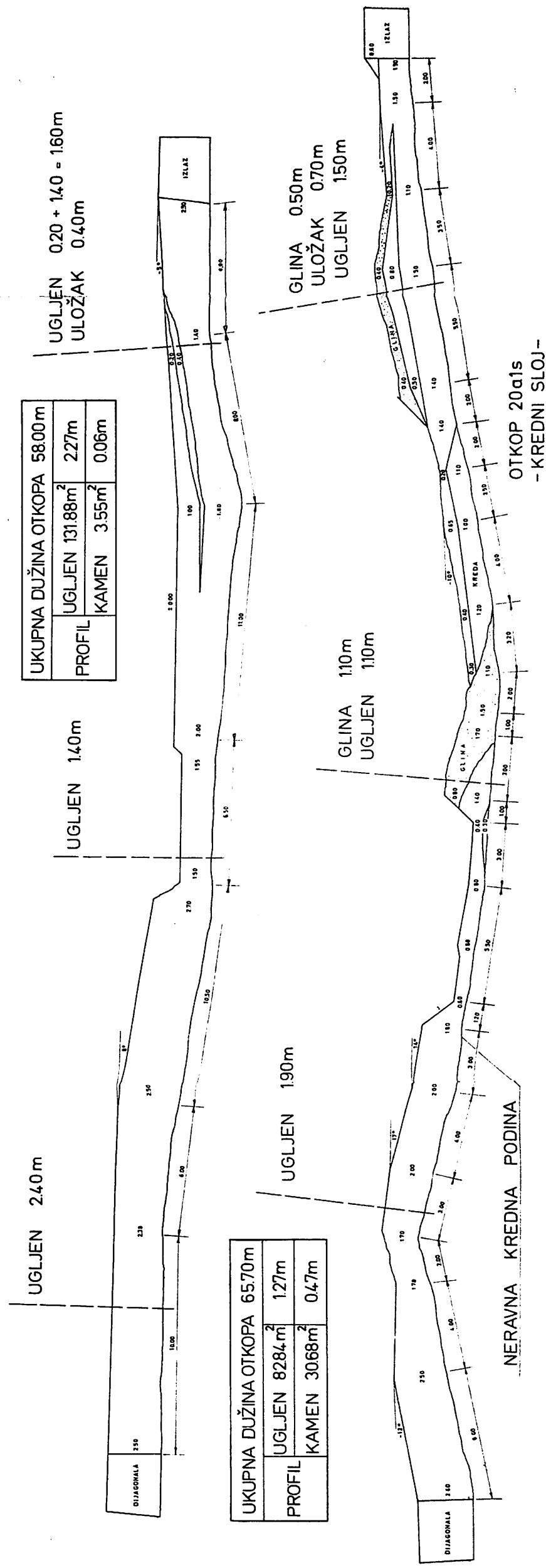
Profili pokazuju varijacije i to:

- otkop gdje su krovina i podina kozinski vapnenac (krovina je čvrsta, podina ravna, moćnost sloja prilično stalna ali mala, jalovi uložak velik, nagib dosta stalna)
- otkop gdje je krovina kozinski vapnenac, a podina kredni vapnenac (krovina je čvrsta ukoliko nema lažne krovine, podina je neravna i dobivanje je otežano, promjena moćnosti sloja i jalovog uložka je znatna, nagib veoma nestalan).



Sl. 2 — Karakterističan otkop u kozinskoj formaciji
 Abb. 2 — Charakteristischer Abbau in der Cosina-Formation

M 1:100



Sl. 3 — Promjena profila otkopa u periodu 1 mjeseca
 Abb. 3 — Zustandsänderung des Abbauprofils im Laufe eines Monats

U današnjoj ocjeni stanja Istarskih ugljenokopa valja imati na umu slijedeće:

- u raspoloživim jamama nema više velikog broja relativno moćnih i regularnih slojeva, što je bilo značajno za jamu Rašu i jamu Podlabin, već se u otkopnom polju obično računa sa 1—3 sloja
- nema više tako učestalih ni tako snažnih manifestacija gorskih udara na radilištima niti u starom radu
- pojave metana praktično nema u jami Pićan, i rijetka je u jami Labin
- kapaciteti jama su znatno veći od korištenih, radi reduciranog plasmata ugljena
- s obzirom na prirodne, tehnološke i tržišne uvjete koštanje proizvodnje ugljena je iznad cijene prodaje, pa je potrebna dotacija sa strane zajednice.

Osvrt na tehniku miniranja

Miniranje trenutnim upaljačima

Prijašnja praksa isključivo trenutnog paljenja mina imala je slijedeće karakteristike:

- na pripremnim radilištima, ukoliko se radilo u jednorođnom materijalu, čitav profil čela minirao se trenutnim upaljačima. Mine su u profilu bile raspoređene na zalomne, pomoćne i periferne
- na pripremnim radilištima u raznorodnom materijalu (tanji ugljeni sloj i pouzimanje podine) paljenje trenutnim upaljačima izvodilo se selektivno u dvije serije
- na otkopima trenutno su paljene sve mine za čitavi ili za pola otkopa. Minске bušotine su bile veoma zakošene prema čelu da bi mogle odbaciti za predviđenu izbojnicu.

Trenutno paljenje mina održalo se u IUR, kako zbog velikog iskustva u radu, tako i zbog njegove primjene uz podsjećanje dobrih ugljenih slojeva. Kako se paljenje mina na radilištima vršilo, u pravilu, u jednoj seriji između smjena, to je i trenutno paljenje bilo prikladno da se zbog istovrsnih upaljača izvede sva minerska priprema u kratkom periodu vremena između smjene.

Uslijed prijelaza na otkopavanje slojeva sa sve većim jalovim uloškom, na neregularne profile i velike promjene nagiba, podsjeća je i pored svoje velike prilagodljivosti na otkopu, postala tek mjestimice primjenljiva.

Sve veća promjena profila dovodi do velikog uklještenja mina koje trenutno paljene

mine jedva savladavaju, jer imaju samo jednu slobodnu površinu za odbacivanje.

Na radilištima je bilo moguće zapaziti niz nedostataka trenutnog miniranja i to:

- uslijed premalog eksplozivnog punjenja mine su preopterećene i njihova iskoristivost je veoma mala (koef. 0,4—0,6), tako da se ne postiže planirani napredak radilišta,
- iz gornjeg razloga dolazi do velike potrošnje upaljača i učestalijeg miniranja većeg broja mina,
- da bi se trenutnim paljenjem lomio deblji kameni uložak mora se bušiti, što je teži i dugotrajniji posao,
- u odnosu na sigurnost, gustoća mina na 1 m² površine je velika, kada se radi sa jednom slobodnom napadnom površinom,
- zračni udar od istovremene eksplozije mina je veoma snažan, pogotovo ako se pali 100 do 200 mina. Tada nastaje usitnjavanje ugljena, odbacivanje u stari rad, a veliko je i uzvitlavanje prašine.

Miniranje visoko komprimiranim zrakom

U Istarskim ugljenokopima primjenjuje se od 1963. godine obaranje ugljena tzv. Armstrongovim airbreakerom. Prema opažanjima i pregledu učinaka, ovaj način rada uspješno se primjenjuje tamo, gdje je potrebna osobita sigurnost (razlomljene i napuknute zone), gdje se radi podsjećačicom (u sloju sa malim kamenim uloškom), u debelom ugljenom sloju gdje ne postoji zahtjev za intenzivnu i veliku proizvodnju. Obaranje uglja na transporter uz čelo ukazalo je na nekoliko problema i to: na opasnost i teškoće za bušenje i miniranje dok je transporter u pokretu, da preveliki odlomljeni komadi padaju na grabuljar, na otežano pokretanje prepunog transportera i udar donjih mina u grabuljar. U veoma promjenjivim profilima sa velikim koeficijentom uklještenja ovaj način miniranja nije uspješan.

Prema sadašnjoj situaciji u jamama, miniranje visoko komprimiranim zrakom može se primjeniti samo mjestimično i to više kao pomoćni način rada, a ne kao masovno miniranje na koncentriranoj proizvodnji.

Mogućnosti milisekundnog paljenja mina

U smislu postojećih propisa eksploziv se smije paliti samo električnim putem i to trenutnim ili milisekundnim upaljačima izrađenim za metanske jame. Vremenska razlika paljenja između pojedinih neposrednih brojeva metanskih ms upaljača ne smije biti veća od 34 ms, sa tolerancijom od 45%. Zbir razlike vremena gorenja svih brojeva u seriji ne smije biti veći od 136 ms na radilištima u ugljenu,

a 204 ms na radilištima u jalovini. Tehnički rukovodilac rudarske organizacije može odobriti da se za seriju veže i veći broj upaljača, ako se sa sigurnošću utvrdi da povećani vremenski razmak paljenja krajnjih brojeva upaljača ne dovodi do opasnosti paljenja metana.

Ulazeći u komentar navedenih propisa trebalo bi napomenuti slijedeće:

- interval paljenja ms upaljača je od 34 ms, a prelazi se na izradu od 23 ms
- ograničenje od 136 ms, odnosno 204 ms, dovodi pri jedinici od 34 ms do mogućnosti upotrebe u seriji 5 brojeva u ugljenu i 7 brojeva u kamenu (uz pretpostavku da je umjesto trenutnog upaljača prvi broj serije)
- za jamu Pićan, kao izrazito nemetansku jamu, ali sa opasnom ugljenom prašinom, treba utvrditi sa sigurnošću koji vremenski razmak paljenja krajnjih brojeva upaljača ne dovodi do opasnosti uzvitlavanja i zapaljenja ugljene prašine
- za jamu Labin treba razmotriti ovaj problem kompleksnije zbog posebnih prilika.

Miniranje ms intervalima otvara velike mogućnosti unapređenja tehnike miniranja i sigurnosti na radu.

Osnovne odlike ms paljenja su slijedeće:

- otvaranje novih slobodnih površina tj. oslobađanje uklještenosti
- povećanje učinka djelovanja eksploziva
- povećanje fragmentacije materijala
- smanjenje potresnog djelovanja za vrijeme miniranja.

Na preliminarnim pokusima uvođenja ms paljenja na otkopu 4 a 2 u jami Pićan, konstatirane su dalje prednosti ms paljenja:

- paljenje u ugljenu na neposredno postavljenu grabuljar dalo je potpuni planirani odlom, a grabuljar nije bio ni pomaknut detonacijom
- jalovi uložak debljine do 80 cm uspješno se fragmentira izborom pogodne »pile« ms rasporeda tako da kamenjari (otkopi sa većim kamenim uloškom u profilu) dobivaju novu mogućnost tehničke obrade i to bez da se buše minske vrtine u kamenu, već samo cik-cak rasporedom u ugljenu uz kamen
- jalovi uložak debljine do 80 cm uspješno se može fragmentirati i postavljanjem serijskog reda ms paljenja minskih bušotina bušenih u kamenom ulošku
- zračni udar na otkopu ms paljenja je znatno manji od paljenja trenutnim upaljačima

— uvođenje ms paljenja uspješno je i radi velike mogućnosti selektivnog dobivanja ugljena u raznorodnim profilima.

Pokusi ms paljenjem trebalo bi da dokažu uspješno obaranje ugljena u dionicama otkopa na grabuljar. Otkopni grabuljar bi se tada bez bojazni mogao postaviti uz čelo »na mine« tj. ne rastavljati ga prilikom premještaja (3 do 4 sata posla veće radne grupe), nego ga potiskivati ispod isturenih stropnica.

Proučavajući veoma opsežnu literaturu o mogućnostima ms paljenja i rezultate inozemnih pogona možemo još napomenuti:

1. Mnogostruke prednosti ms paljenja u odnosu na trenutno paljenje su:

- dobivanje čistijih odloma
- veća sigurnost protiv zapaljenja metana i opasne ugljene prašine
- smanjen broj mina
- postizavanje dubljih odloma
- mogućnost usmjerenog odbacivanja
- mogućnost kombiniranja ms serije (progressivna, alternirajuća i sl.) da se postigne pojačani efekat granuliranja odnosno lomljenja, potresa i dr.
- sigurno izvođenje zaloma.

2. Kao nedostaci javljaju se:

- upaljači su znatno skuplji od trenutnih
- mogućnost odbacivanja mine prethodno paljenom minom.

U rudarstvu kamenog ugljena krajnji cilj sastoji se u tome da se isključi svaka mogućnost zapaljenja praskavog plina ili opasne ugljene prašine. Pokusi provedeni u Bureau of Mines u Pittsburgh-u dali su slijedeće rezultate:

- paljenje više mina trenutnim upaljačima je u odnosu na zapaljenje metana opasnije, nego paljenje ms upaljačima
- kod istih količina eksplozivnog punjenja ms upaljači su manje opasni od pojedinačnih mina i trenutne serije
- interval od 0—125 ms ima mali utjecaj na zapaljenje praskavog plina
- primjenom ms upaljača uzvitlavanje prašine je manje, nego kod trenutnog paljenja (pojedinačnog ili u salvi)
- potresi su kod ms paljenja slabiji nego kod trenutnog
- ni u jednom slučaju ne dolazi do zapaljenja metana ako su bušotine zapunjene (začepjene), a također i kada zapuna iznosi samo 2,5 cm gline.

U Ruhru su u otkopnim hodnicima utvrdili da se uslijed potpomagajućeg djelovanja ms upaljača može broj bušotina za jednu seriju u profilu smanjiti od prosječno 10 na 8.

Optimalni interval paljenja treba ustanoviti kako bi se što više iskoristilo međusobno djelovanje upaljača. Ovaj optimum ovisi uglavnom o:

- čvrstoći i strukturi stijene
- rasporedu bušotina
- upotrebnoj vrsti eksploziva
- količini eksplozivnog punjenja
- postavljenom zadatku za miniranje.

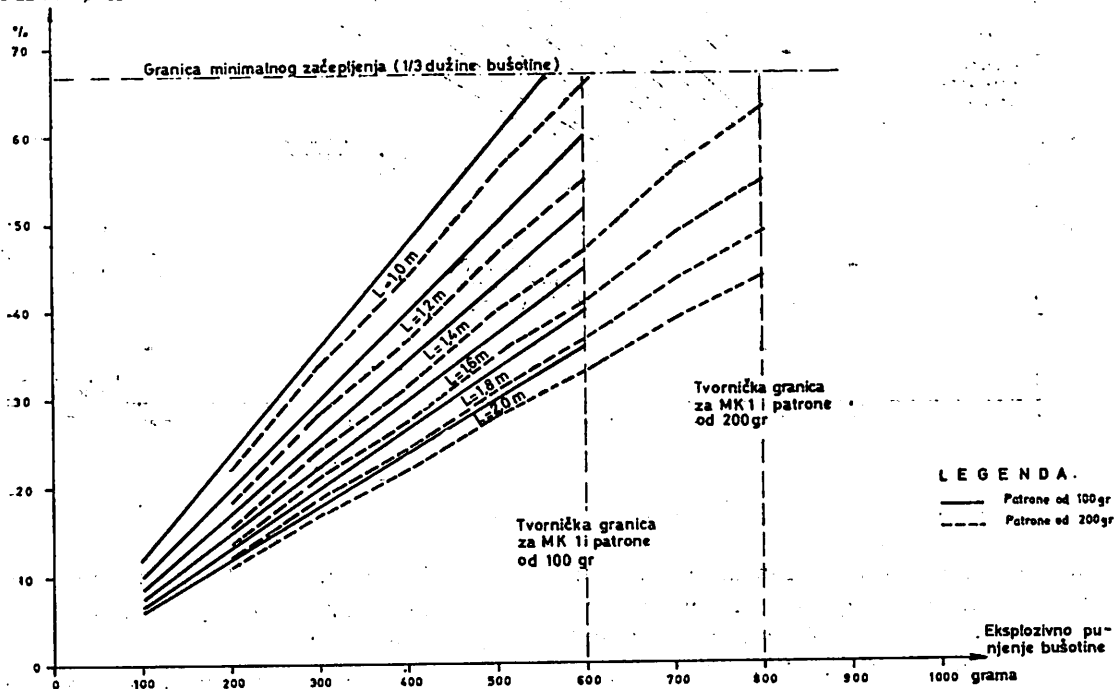
Provedeni su značajni pokusi na otkopu ugljena u Engleskoj u serijama od po 6 mina, sa variranjem intervala paljenja između serija, i pokazali su da je optimum krupne granulacije oko 35 ms.

Pripreme za pokusna miniranja

Radi neophodnih odstupanja od važećih propisa izabrano je pokusno radilište koje je ispunjavalo slijedeće uvjete:

- radilište nije vezano za tekuću proizvodnju
- radilište je udaljeno od područja aktivne proizvodnje
- samo radilište predstavlja posebno vjetro odjeljenje
- ulazna zračna struja je ogranak svježeg zračne struje koji se može protueksplozivnim vratima izolirati od glavne ulazne zračne struje
- izlazna zračna struja ulazi direktno u glavnu izlaznu zračnu struju u kojoj je zabranjeno kretanje ljudi
- radilište je u ulaznoj i izlaznoj vjetrojnoj struji izolirano branom kamene prašine ili vode

• Odnos dužine eksplozivnog punjenja prema dužini bušotine za MK 1 Ø 32



Dijagram 1. — Za minske bušotine postoji tvornički dozvoljeno granično punjenje eksplozivom metankamnitom I-patronama od 100 g do 600 g, i za patrone od 200 g do 800 g. Propisima je određena najmanja dužina zapune (čepa) koja mora da iznosi 1/3 dužine bušotine. Iz dijagrama se vidi odnos dužine eksplozivnog punjenja prema dužini bušotine (na ordinati), prema dužinama bušotina i ograničenjima. Vidi se da nekadašnje ograničeno eksplozivno punjenje bušotine (na apscisi) od 200 do 300 g daje na ordinati niske vrijednosti i da su se stoga mogle primjenjivati samo plitke mine. Novijim dozvolama za punjenja vidi se da se i dužine bušotine od 2 m uklapaju u povoljni odnos na ordinati.

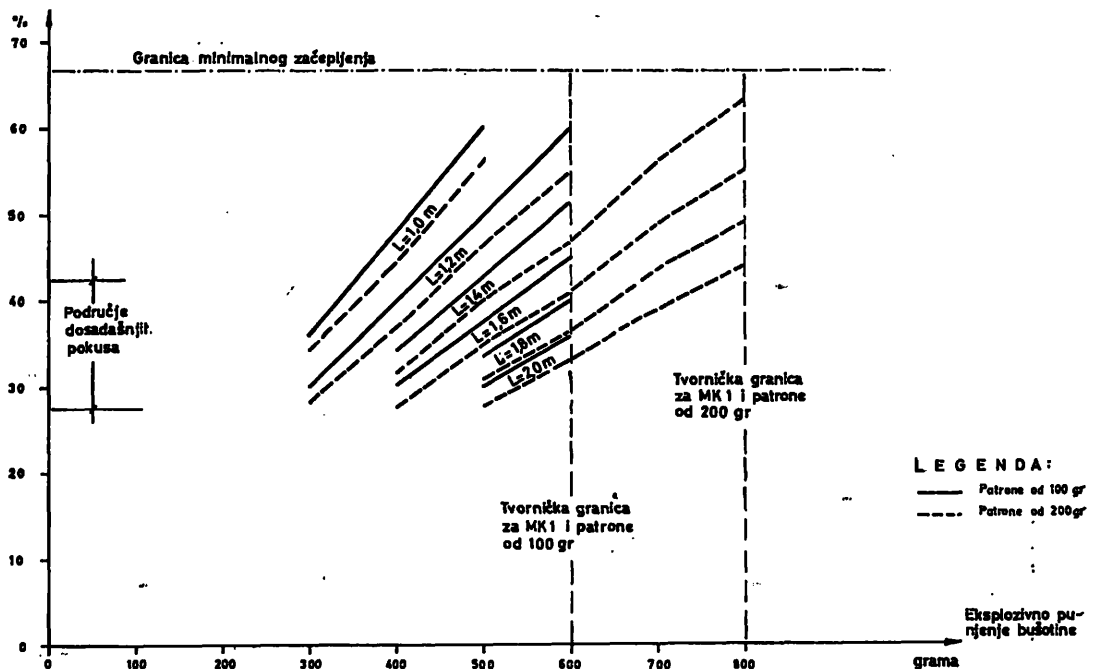
- prilazi radilištu u ulaznoj i izlaznoj grani vjetrove struje propisno su zaprašeni kamenom prašinom
- radilište na većoj dužini napredovanja zadržava isti profil i kvalitet naslaga
- postoji mogućnost brzog pristupa mjeračkih ekipa iz sigurnog skloništa do samog radilišta
- postoji mogućnost potpunog vladanja ventilacijom na radilištu
- osigurani su priključci za vodu i komprimirani zrak.

Detaljno razrađeni programi za rad na pokusnim i proizvodnim radilištima obuhvatili

daloskop, za indiciranje metana interferometar Rikon, indikator plinova sa cjevčicom Draeger, usmjerivač bušotina i dr.). Za vođenje evidencije o pokusima izrađen je komplet formulara, koji su obuhvatili:

- dokumentaciju o radilištu (opći podaci o tehnologiji i tehničkom uputstvu te rudarsko-geološki podaci)
- utjecajne faktore na tehniku miniranja (struktura radnog čela, svojstva ugljena i kamena u profilu, uslovi za miniranje radi tehnološkog procesa)

Odnos dužine eksplozivnog punjenja prema dužini bušotine za MK1 Ø 32



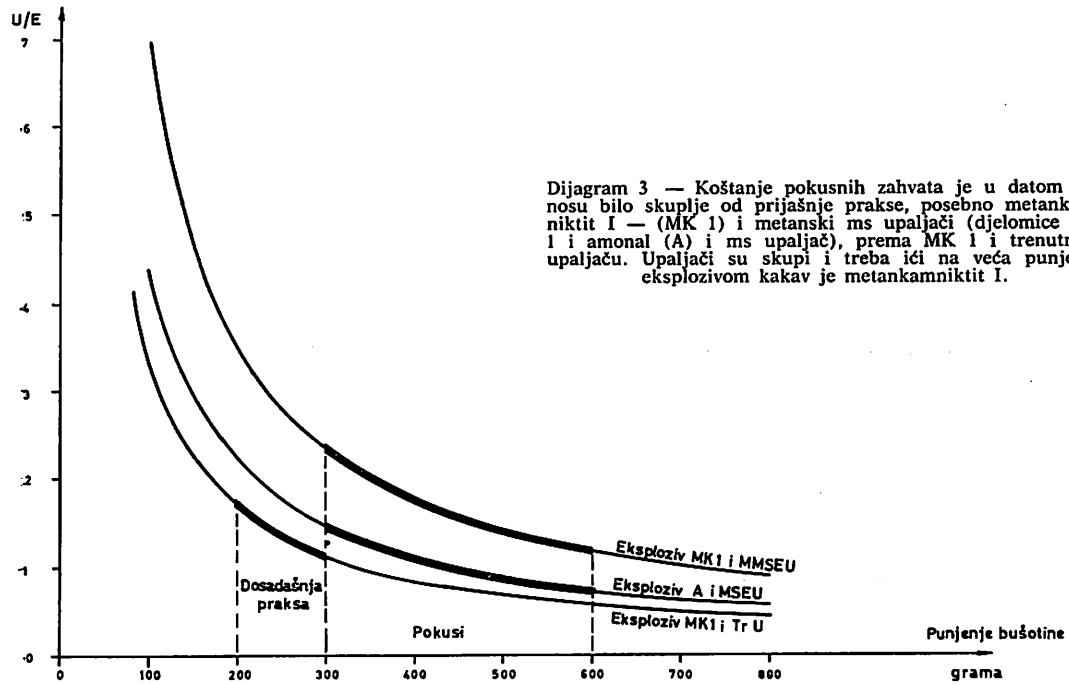
Dijagram 2 — Za izvođenje pokusnih miniranja željeli suse potpuni i veći odlomi minskim bušotnama pa je odnos eksplozivnog punjenja u bušotini u ugljenu morao iznositi 28—43% u ovisnosti od radne sredine.

su tehnološke i sigurnosne zahvate i mjere. Izrađena su tehnička uputstva za utvrđivanje količina i sastava lebdeće prašine i dimnih plinova nakon miniranja. Proučene su specifikacije i atest te izvršena ispitivanja ampula »Trabant« paste za čepljenje minskih bušotina. Za pokusna miniranja provjereni su instrumenti (za mjerenje koncentracije lebdeće prašine — Aera, konimeter, fotopiljmer, tin-

- projekt miniranja (idejno, izvedbeno)
- izvođenje pokusa (opažanja efekata, foto dokumentacija)
- analizu rezultata (miniranje, tehnika sigurnosti, tehničko-ekonomski)
- zaključke i prijedloge.

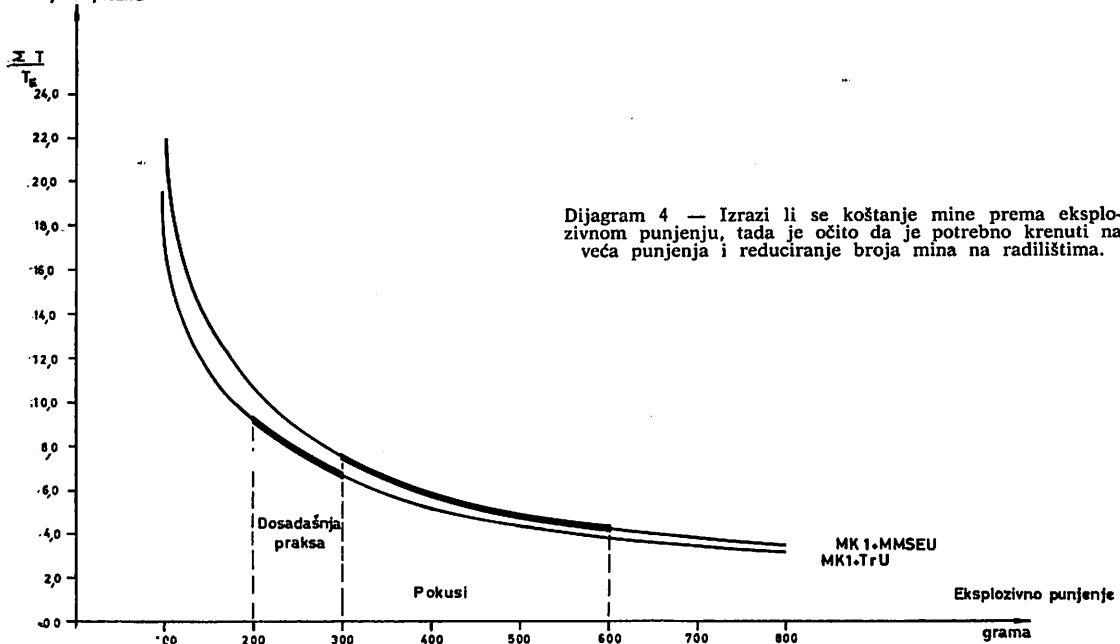
Nakon izvršenih priprema pristupilo se preliminarnim pokusnim zahvatima i mjere-

Odnos koštanja
upaljača i eksplo-
ziva



Dijagram 3 — Koštanje pokusnih zahvata je u datom odnosu bilo skuplje od prijašnje prakse, posebno metankamniktit I — (MK 1) i metanski ms upaljači (djelomice MK 1 i amonal (A) i ms upaljač), prema MK 1 i trenutnom upaljaču. Upaljači su skupi i treba ići na veća punjenja eksplozivom kakav je metankamniktit I.

Troškovi jedne mi-
ne naprama ko-
štanju eksploziva



Dijagram 4 — Izrazi li se koštanje mine prema eksplozivnom punjenju, tada je očito da je potrebno krenuti na veća punjenja i reduciranje broja mina na radilištima.

njima na pokusnom uskopu, zatim na odabranim proizvodnim radilištima (pripreme i otkopi). Usporedno sa terenskim radovima vršena su i laboratorijska ispitivanja uzoraka ugljena — makro- i mikroskopske ocjene, sposobnost ugljena da prima vodu (radi obaranja ugljene prašine i natapanja sloja prije miniranja), kao i druge specijalne analize.

Osim navedenih priprema konstruisani su orijentacioni dijagrami, koji su trebali jasno pokazati, prije pristupa pokusima, u kojem smjeru treba ići da se postignu bolji efekti i snizi cijena koštanja miniranja. Ovdje su prikazani samo neki od raspoloživih dijagrama.

Zapažanja na pokusnim i proizvodnim miniranjima

Tehnika miniranja u produktivnoj formaciji uglavnom počiva do danas na izvođenju i primjeni raznih metoda, koje se isključivo baziraju na praktičnim iskustvima. Neka sistematska i naučna istraživanja na tom polju do sada nisu vršena. Razlog tome je višestruk kao npr.:

- ako pokusi ne uspiju, stvaraju izvjesne zapreke u normalnom pogonu jame
- ograničenost propisima
- neorganizirano šire i dugoročno pristupanje razradi problema
- veća opasnost pri radu
- nedovoljna stimulacija osoblja za postignuta unapređenja i sl.

Iz navedenih razloga ustanovilo se u jami Pičan pokusno radilište, na kome su se, izolirano od proizvodnih radilišta, mogli vršiti pokusi u najopasnijem mediju tj. minirati u čistom ugljenu.

Na osnovi prethodno izrađenog programa vršena su pokusna miniranja i mjerenja lebdeće ugljene prašine posle miniranja. Rezultati ovih radova, kao i preliminarnih laboratorijskih ispitivanja uz pokusna miniranja i onih na proizvodnim radilištima, pokazala su generalno slijedeće:

- Zapršenost ugljenom prašinom u jamskoj atmosferi iza procesa miniranja doseže 1 g/m^3 zraka i daleko je ispod opasne donje granice (možda $30\text{--}40 \text{ g/m}^3$), što za IUR nije utvrđeno.
- Na svim izvedenim pokusima nije utvrđena pojava metana, a time nije ni bila povišena opasnost u odnosu na zapaljenje donje granice ugljene prašine u zraku (možda oko 16 g/m^3 , što za IUR nije utvrđeno).
- Na svim pokusima na radilištima utvrđeno je da se mogu postići odlomi u dužini od

1,3 m — što je bilo i ocrtano kao dostignuće u I etapi razvoja minerske tehnike.

- Ispitivanja raznih vrsta zapuna pokazala su da je u minerskom pogledu najpouzdanije čepljenje pijeskom pomoću Kota uređaja. Trabant pasta dobro veže ugljenu prašinu, ali nije dovoljno otporna kao čep.
- Ispitivanja raznih zaloma na pripremama za sada pokazuju dobru primjenjivost klinastog zaloma smještenog u ravnini uslojenja te mogućnost daljnjeg postizavanja dubljeg odloma; lepezasti zalomi i korištenje praznih bušotina nisu dali pouzdane rezultate.
- Pokusi sa amonalom i ms upaljačima u kamenom profilu (do 15% ugljena) dali su u potpunosti dobre rezultate klinastim zalomom, a postoje svi izgledi za poboljšanje odloma.
- Granične vrijednosti utroška eksploziva i učinak miniranja (izbijanja) znatno su povoljniji od prijašnje prakse, ali su u zaostatku prema inozemnoj praksi (gdje se došti odlomi preko 3 m).
- Milisekundni efekt dao je osobite rezultate u dobro lomljivoj kozini kako u cjelini tako i za lomljenje prošljaka kamena u ugljenu; milisekundni efekt u ugljenu nije davao jednake rezultate u uklještenom ugljenu i na radilištima sa gorskim udarom kao u normalnim profilima u formaciji.
- Pokusna miniranja izvedena su sa intervalima od 34 ms; a sada postoje i upaljači od 23 ms; iste je potrebno proanalizirati po efektu djelovanja u ugljenu, dok se može očekivati da će u kozinskom kamenu u mješanom profilu dati još bolje učinke.
- Iskoristivost minskih bušotina postizavana je za oko 0,9 što se smatra povoljnim, dok se učinci niži od 0,8 odbacuju kao neuspjeli.
- Izrazito slaba iskoristivost minskih bušotina, odnosno mine, nastajala je kad je omjer eksplozivnog punjenja u mini prema dužini bušotine bio niži od 20%.
- Treba spomenuti još neke podatke do kojih se došlo kod obrađenih pokusa:
 - vršene su vremenske studije bušenja, razvijanje prašine pri bušenju i sastav granulata, te je utvrđeno da treba preći na električno bušenje vrtalicama sa promjerom bušotine od 37—38 mm za promjer eksploziva od 32 mm u čistom uglju, a na mješanim profilima na bušaći čekić
 - da prašinu od bušenja treba sakupljati i otklanjati sa čela radi saniranja radilišta.

— Prilikom miniranja u smjeni na priprema mora se pojačati provjetravanje. Obavezno treba indicirati metan u toku bušenja i prije miniranja.

— Između zalomnih i ostalih mina preporučuje se ostavljanje razmaka od

2 intervala ms upaljača za mine u kozini i 3 intervala za mine u ugljenu

kako bi se zalom oslobodio materijala prije djelovanja ostalih mina.

— Pokusna visokotlačna napajanja ugljenog sloja vodom na pripremi su pokazala da je potreban tlak vode od oko 80 at kod količina napajanja od 8 do 25 l/min. Uređaj za napajanje bio je kombiniran od proizvođača Hauhinco i Jihočeske strojnari. Ovim pokusom dobilo se brzo napajanje čela pripreme samo pomoću dvije plitke minske bušotine. Napajanje otkopa uređajem firme Gesbo dalo je još veće količine napajanja ugljena vodom.

— Pokusna niskotlačna napajanja ugljenog sloja na pripremi u plitke bušotine pokazala su da tlak vode iz jamskog cjevovoda (8—10 at) nije dovoljan da natopi ugljen.

— Proučavanjem primjenljivosti miniranja VKZ Airbreaker-om došlo se do zaključka da se ne može uspješno upotrijebiti u težim uslovima, kod promjenjivog profila i većeg kamenog uloška, te bez podsjećanja. Komparativne analize paljenjem VKZ i ms daju prednost ms paljenju.

Prikaz načina miniranja

Za izvođenje pokusnih miniranja detaljno su razrađene 23 sheme miniranja u kojima su obuhvaćeni karakteristični profili pojedinih grupa i podgrupa radilišta. Prema tim shemama izvedeno je niz uspješnih pokusnih miniranja, te se iste mogu u cjelosti koristiti za proizvodna miniranja na sličnim profilima.

Radilišta		Izabrane sheme kao primjeri na slikama broj
grupa	podgrupa	
Pripreme	čisti ugljen	4
	ugljen sa kamenom	5
	čisti kamen	6
	kamen sa ugljenim proslojkom	7
Otkopi	čisti ugljen	8
	ugljen sa kamenim proslojcima	9, 10, 11

Predložene sheme miniranja za standardne profile radilišta treba prilagoditi prilikom uvođenja na različita radilišta. Naime, dosadašnja iskustva na miniranju su pokazala da se razlikuju efekti miniranja u ovisnosti od čvrstoće ugljena, pritisaka na radilištu, veličine, sastava profila, nagiba i općenito promjenjivosti odnosa ugljena i kamena. Poseban problem predstavlja i komponenta sigurnosti uvedene sheme.

Ocjena ušteta na unapređenju miniranja

Primjenom ms paljenja mina u odnosu na miniranje trenutnim upaljačima postignute su uštete koje se procjenjuju prema 1968. godini kako slijedi:

— smanjenje broja minskih bušotina u cjelini u granicama 20—30%

— povišenje napretka na priprema u ugljenu za oko 20%

— povišenje napretka za pripreme u čistom kamenu u formaciji za oko 50% i to miniranjem amonalom

— povišenje napretka na otkopima za oko 30% (tamo gdje se smije ići na veći odlom minama i više)

— poboljšanje učinka na otkopima — posebno utovara zbog masovnije pripreme i većeg odloma te ponegdje i obaranja ugljena na grabuljar — ušteta 10—15%

— poboljšanje granulacije u korist asortimana jednolike krupnoće i to:

na priprema za ugljen oko 10—15%,

na otkopima za 15%,

na kamenjarima, gdje je nužno selektivno dobivanje, za 10—20%,

na otkopima i priprema u zonama gorskih udara treba još pokusnim zahvatima proučiti mogućnosti.

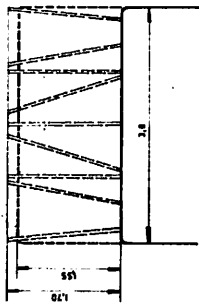
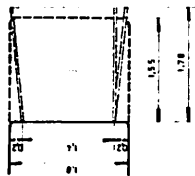
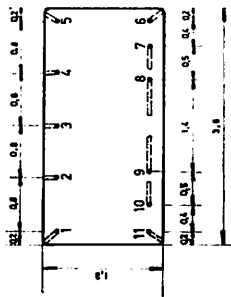
Osim navedenih unapređenja postoji i niz drugih prednosti koje su indirektno ili se ne mogu izolirati prikazati kao uštete. Kao primjer mogu se navesti: smanjenje radne snage i opreme, veća mehaniziranost utovara na pripremi, veća koncentracija dobivanja i otpreme i smanjenje broja otkopa i pripremnih radilišta.

Prosječni normativi su dobiveni sistematskom obradom pokusa prema odgovarajućim tablicama.

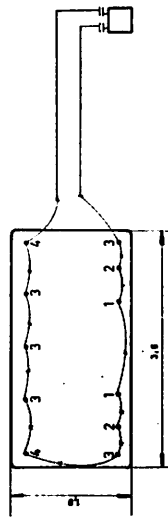
U dijagramima 5—8 su ms paljenja uspořádena sa trenutnim miniranjem.

Pokusni zahvati pokazuju manje koštanje po 1 m³ masiva prema jami Labin za oko 300 st. din., odnosno prema jami Pićan za oko 1400

ŠHEMA BUŠENJA MINSKIH BUŠOTINA



ŠHEMA SPAJANJA I MS PALJENJA MINA



FRANŠID EKSPLOZIVNOG PUNJENJA MINSKIH BUŠOTINA

Red broj tine	Dužina buše tine	Dužina buše tine	Eksplo- zivno punje- nje	Broj patre- ba pale- nja	Dužina eksplo- ziv- nja	Dužina šapa bušotina	Kofic. punjenja bušotina	
								kg/buš
1	4	1,7	0,4	2	0,44	1,26	26	
2	3	1,7	0,4	2	0,44	1,26	26	
3	3	1,7	0,4	2	0,44	1,26	26	
4	3	1,7	0,4	2	0,44	1,26	26	
5	4	1,7	0,4	2	0,44	1,26	26	
6	3	1,7	0,5	1	0,56	1,14	33	
7	2	1,7	0,4	2	0,44	1,26	26	
8	1	1,8	0,4	2	0,44	1,36	24	
9	1	1,8	0,4	2	0,44	1,36	24	
10	2	1,7	0,4	2	0,44	1,26	26	
11	3	1,7	0,5	1	0,56	1,14	33	
Ukupno			18,9	4,6	2	5,08	13,82	27

MINSKO - TEHNIŠKI PODACI

- Vrsta eksploziva:
Hexanitratit I u patronama 32/100 g i 32/200 g
- Vrsta upaljača:
Mehanički milisekundni upaljači sa fulminatskim deto-
natorom oznake MHEU-PD o retardacijom 23 ms.
- Čepljenje minskih bušotina:
Vlažna moravka piješkom pomoću "Kopa-pistoja"
- Spajanje mina:
Serijski sa bakrenim električnim vodičima presjeka
0,8 mm².
- Paljenje mina:
Dinamo-električnim strojem Schaffler tip 770 (1010 Ohma,
1,2 A i 1200 V).
- Ispitivanje minskog palja:
Obratom Schaffler tip Dreema sa trajnim elementom
Silvervoltcell.
7. Normativi:
- volumen izbijanje..... 10,0 m³
- normativ utroška MK-1..... 0,46 kg/m³
- normativ utroška MHEU..... 1,16 kg/m³
- normativ bušnja..... 1,89 m³/m³

Sl. 4 — Šema pokusnog miniranja na dijagonali D-21-S/1
Abb. 4 — Schema der Versuchssprengung auf der Diagonale D-21-S 1

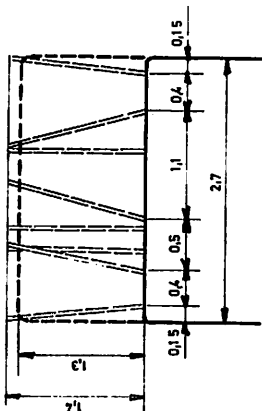
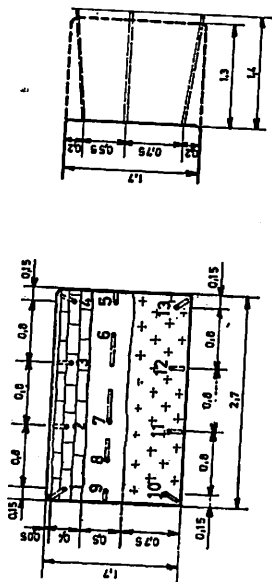
Značajna je primjena serije ms mina u podini poput podsječka; variranje ms brojeva 3 i 4 za krovinske mine treba dalje isprobati za brojeve 5 i 6 kako bi se dobio čistiji podsječak

MINERSKO-TEHNIČKI PODACI

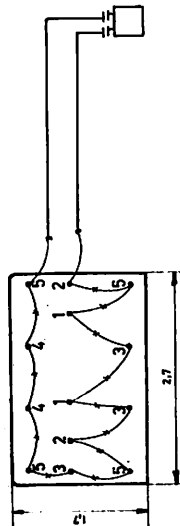
1. Vrsta eksploziva:
Metankamnitit I u patronama 28/100 & 1 32/200 g
2. Vrsta upaljača:
Metanski milisekundni upaljači sa fulminatskim detektorom oznake MMEU-FD s retardacijom 23 ms
3. Čepljenje minskih bušotina:
Vlažnim morskim pijeskom pomoću "Kota-pistolja"
4. Spajanje mina:
Serijski sa bakrenim električnim vodičima presjeka 0,8 mm².
5. Paljenje mina:
Dinamo-električnim strojem Schaffler tip 770 (1000 Ohma, 1,2 A i 1200 V)
6. Ispitivanje minskog polja:
Ohmmetrom Schaffler tip Dreema sa trajnim elementom Silvervoltcell.
7. Normativi:

- volumen izbijanja.....	5,96 m ³
- normativ utroška MK-I.....	0,92 kg/m ³
- normativ utroška MMEU.....	2,18 kom/m ³
- normativ bušenja.....	3,07 m/m ³

HEMA BUŠENJA MINSKIH BUŠOTINA



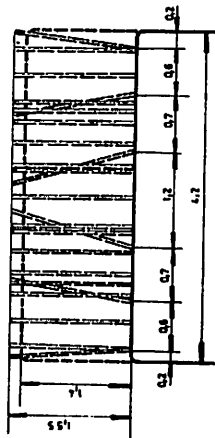
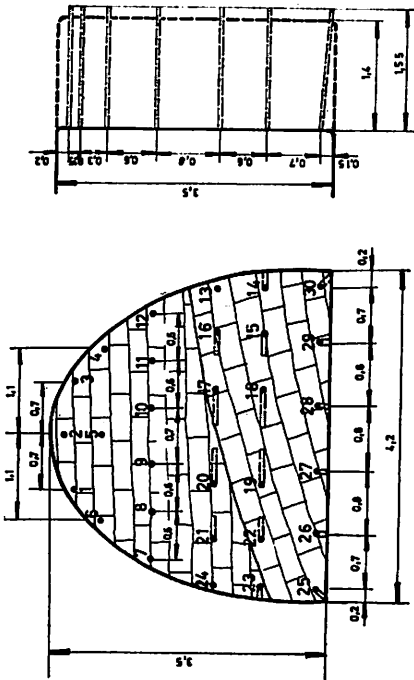
HEMA SPAJANJA I NS PALJENJA MINA



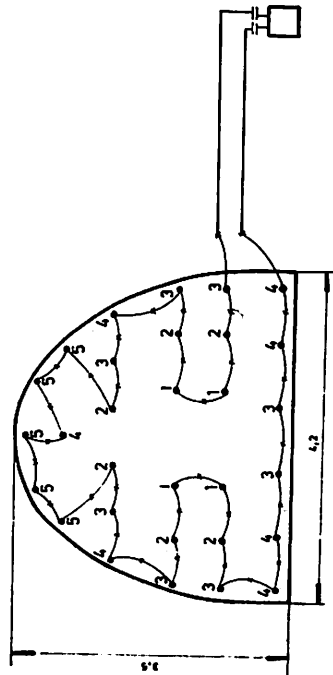
Sl. 5 — Shema pokusnog miniranja na uskopu U-221-I/2
Debljina ugljenog sloja od 0,5 m još predstavlja dobru
sredinu za zalom, koji nije previše ukliješten

Abb. 5 — Schema der Versuchssprengung im Aufbruch
U-221-S/1

ŠHEMA BUŠENJA MINSKIH BUŠOTINA



ŠHEMA SPAJANJA I MS PUNJENJA MINA



MĪNERSKŌ - TEHNĪCKĪ PODACĪ

1. Vrsta eksplozīva:
Amonal u patronama 28/100 g i 28/200 g.
2. Millisekundni elektrīni upaljači sa fulminatskim detonatorom. oznake MEU-FD s retardacijom od 34 ms.
3. Čepljenje mīnskīh bušotina:
Vlažnim morskīm pijeskom pomoću "Kōta-pistolja".
4. Spajanje mina:
Serijski sa bakrenīm elektrīčnīm vodičīmā presjeka 0,8 mm².
5. Paljenje mina:
Dinamo-elektīčnīm strojem Schaffler tip 770 (100 Ohma, 1,2 A i 1200 V).
6. Ispitivanje mīnskog polja:
Ohmmetrom Schaffler tip Dreoma sa trajnīm elementom Silvervoltcell.

7. Normatīvi:

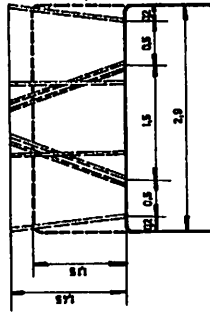
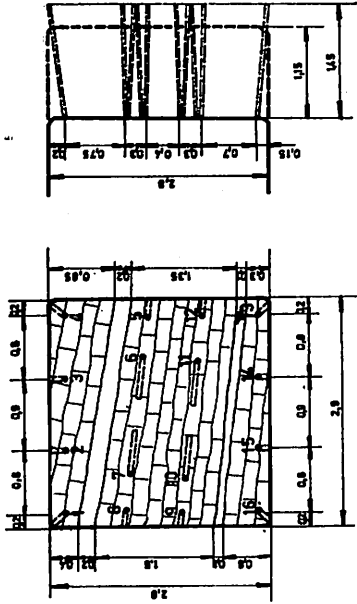
- volumen izbījanja..... 17,92 m³
- normatīv utroška amonala..... 0,84 kg/m³
- normatīv utroška MEU..... 1,67 kom/m³
- normatīv bušenje..... 2,61 m/m³

Sl. 6 — Shema pokusnog miniranja na uskopu V-205-a

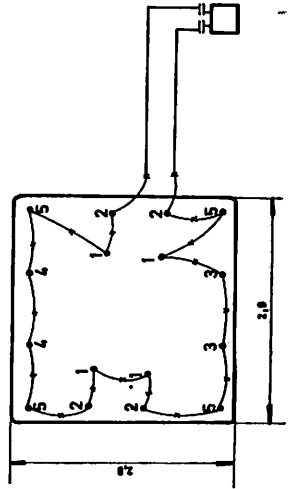
Veoma uspio zalom na uskopu u čistom kozinskom vapnencu sa amonalom i ms elektrīčnīm upaljačīmā

Abb. 6 — Schema der Versuchssprengung im Aufbruch U-205-a

ŠEMA BUŠENJA MINSKIH BUŠOTINA



ŠEMA SPAJANJA I NE PALJENJA MINA

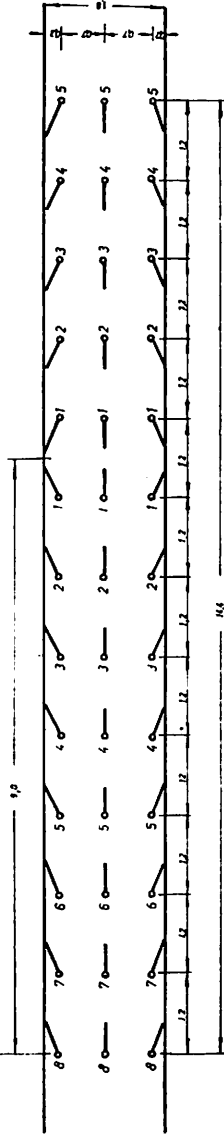


MINSKO - TEHNIČKI PODACI

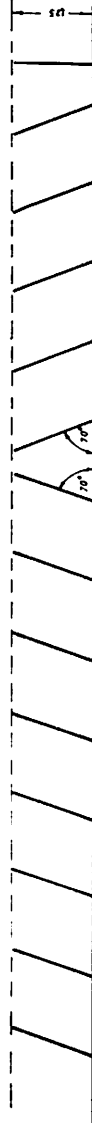
1. Vrsta eksploziva:
Amonal V u patronama 28/100 g i 28/200 g
2. Vrsta upaljača:
Milisekundni električni upaljači sa fulminatskim detonatorom oznake MEU-FD s retardacijom 34 ms
3. Čepljenje minskih bušotina:
Vlažnim morskim pijeskom pomoću "Kota-pistolja"
4. Spajanje mina:
Serijski sa bakrenim električnim vodićima presjeka 0,8 mm²
5. Paljenje mina:
Dinamo-električnim strojem Schaffler tip 770 (100 Ohms, 1,2 A i 1200 V)
6. Ispitivanje minskog polja:
Ohmmetrom Schaffler tip Dreoma sa trajnim elementom Silvervoltcell
7. Normativi:
- volumen izbijanja..... 9,34 m³
- normativ utroška amonala.... 0,68 kg/m³
- normativ utroška MEU..... 1,7l kom/m³
- normativ bušenja..... 2,53 m/m³

Sl. 7 — Šema pokusnog miniranja na hodniku H-161-aj-IV
 Profil je kamen sa ugljenim proslojkom; sve bušotine su u kamenu; paljenje ms upaljačem i amonalom
 Abb. 7 — Schema der Versuchssprengung in der Strecke H-161-aj-IV

RASPORED MINSKIH BUŠOTINA



1, 2, 3... 3 brojevi metarskih milisekundskih upaljača.



Dužina pokusne dionice.....	14,4 m
Dužina fronte za jednu seriju ms upaljača....	9,0 m
Srednja dužina bušotine.....	1,3 m
Projektirani nagredek za jedno miniranje.....	1,25 m
Reznak izveduju bušotina.....	1,2 m
Kutevi sakošenja alnekih bušotina.....	70°
Ukupan broj alnekih bušotina.....	39 kca
Eksplozivno punjenje alnekih bušotina:	
- gornji red.....	0,4 kg/buš.
- srednji red.....	0,2 kg/buš.
- donji red.....	0,4 kg/buš.

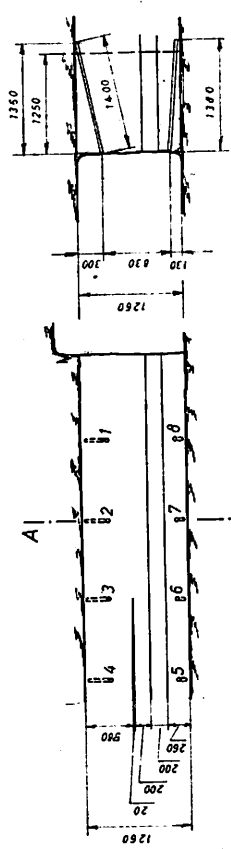
Sl. 8 Shema pokusnog miniranja na otkopu 0-31a u jami Pićan
 Raspored istih brojeva ms upaljača po vertikali daje čišće odlome sa dobrom granulacijom
 Abb. 8 — Schema der Versuchssprengung im Abbau 0-31 in der Grube Pićan

MINERNO - TEHNIČKI PODACI

1. Vrsta eksploziva;
 Metakaminit I u patronama 32/100 g i 32/200 g.
2. Vrsta upaljača;
 Metalni milisekundni električni upaljači sa Pulmatskim detonatorom MMEU-27 i intervalom uporenja 34 ms.
3. Materijal za asopljivanje;
 Vlačni mrazni pjenač punjen pumatskim "Kota-pistoljom".
4. Spajanje mina;
 Serijski sa bakrenia električnia vodičima presjeka 0,8 mm².
5. Poljenje mina;
 Dimno-električnia strojeva Schaffler tip 770 (100 Ohma, 1,2 A i 1200 V).
6. Ispitivanje minskog polja;
 Očmatrom Schaffler tip Dreaon sa trajnim elementom Silvertrocell.
7. Utrošak eksplozivnih sredstava;
 - metakaminit I..... 13,0 kg
 - metalni milisekundni upaljači..... 39,0 kca
8. Normativni utroška eksplozivnih sredstava:
 - volumen ispljivanja..... 32,4 m³
 - normativni utroška MZ I..... 0,4 kg/buš.
 - normativni utroška MMEU..... 1,2 kca/buš.

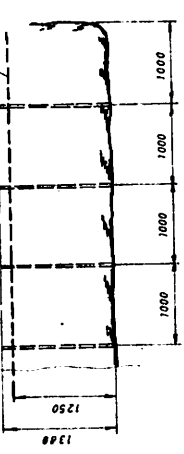
Распоред минских бушотина
 Presjek A-A

MJ 1:50

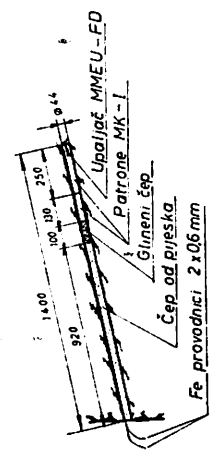


1, 2, 8 Redni brojevi minskih bušotina

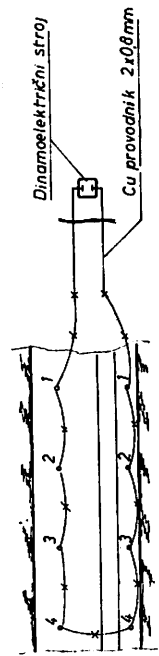
Тлоцрт ђела откопа
 Punjenje minskih bušotina



MJ 1:20



Shema vezanja i redoslijed paljenja
 minskih bušotina



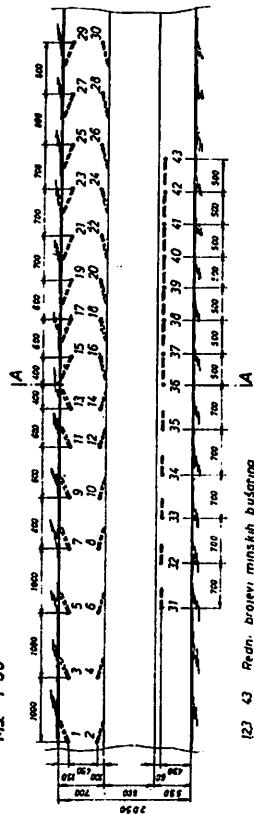
1234 Oznaka MMEU-FD upaljača

Minersko - tehnički podaci

- Vrsta eksploziva :
 Metakamnitit I u patronama 100 i 200 g promjera 32 mm
- Vrsta upaljača :
 Metanski milisekundni električni upaljači sa fulminatskim detona-
 torom MMEU-FD i intervalom usporjenja od 34 ms između dva susjedna
 broja
- Materijal za začepljivanje :
 Glineni ђеп dužine 10 cm i vlažni morski pijesak punjen
 " Kota - pištoljem "
- Spajanje mina :
 Serijski sa bakrenim električnim provodnicima presjeka 0,8 mm²
- Paljenje mina :
 Dinamo - električnim strojem Schaffler tip 770 / lolo Ohma ;
 1,2 A i 1200 V /
- Ispitivanje minskog polja :
 Ohm-metrom Schaffler tip Dreoma sa trajnim elementom Silvervoltceell
- Utrošak eksplozivnih sredstava :
 - metakamnitit I - - - - - 2,4 kg
 - metanski milisekundni upaljači - - - - - 8 kom
- Normativni utroška eksplozivnih sredstava :
 - izbijeni volumen - - - - - 6,3 m³
 - normativ utroška MK - I - - - - - 0,37 kg/m³
 - normativ utroška MMEU - FD - - - - - 1,27 kom/m³

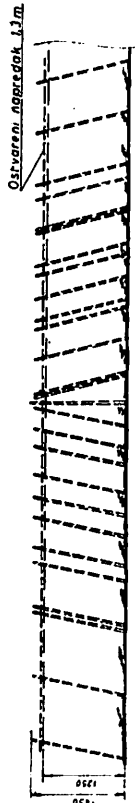
Sl. 9 — Shema i preliminarnog pokusnog miniranja na
 otkopu 0-4 a 2
 Serija ms mina imala je u početku dvije slobodne površine
 što je predstavljalo znatno olakšanje
 Abb. 9 — Schema I der vorhergehenden Versuchssprengung
 im Abbau 0-4 a 2

Raspored minskih bušotina
MJ 150



(2) 43 Redni brojevi minskih bušotina

Плоск. жѐла откопа

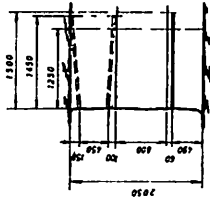


Šema vezanja i redosljed paljenja minskih bušotina

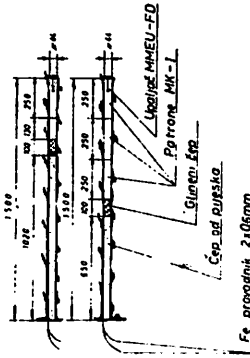


17 6 Oprema MKEU-FD upaljivača

Presjek A - A



Punjenje minskih bušotina
MJ 1:50



Dinamoelektrični stroj
Cu. provodnik 2x0,6mm

Minerako - tehnički podaci:

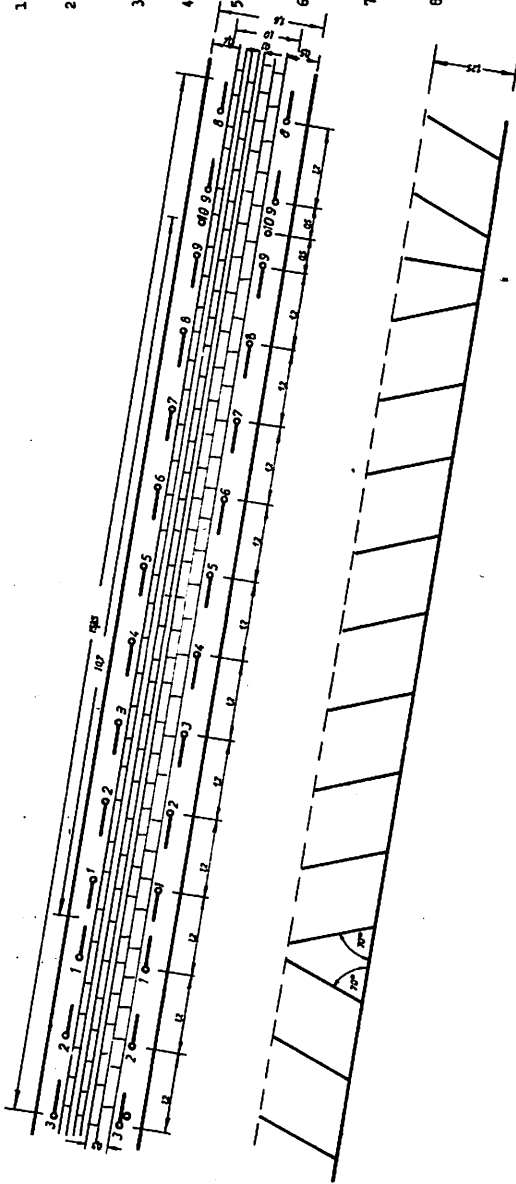
1. Vrsta eksploziva: Metakramičit I u petronama od 12/100 g i 12/200 g.
2. Vrsta upaljivača: Ostanakni alilekondni električni upaljivači sa folijinotokis detonatorom MKEU-FD i intervalna uporenja od 34 ms. Materijal za sašepčljivanje: Glineni šep dužine 10 cm i vlažni coraki pijesak pumpeu preustastika "Keta-pistoljes".
3. Spajanje mina: Serijski sa baterija električnisa vodičnisa presjeka 0,8 mm2
5. Paljenje mina: Dinamo električnisa strojes Schaffler tip 770 (1010 Ohma, 1,2 A i 1200 V).
6. Ispitivanje minskog poljes: Čamestroes Schaffler tip 22000 sa trajnisa elesenston Silver-voltsoell.
7. Utrošak eksplozivnih sredstava: u ugljenoj plošii: - stanakumičitit I 9,0 kg - stanakni alilekondni upaljivači... 36,0 kca u kosenoj plošii - stanakumičitit I 7,8 kg - stanakni alilekondni upaljivači... 13,0 kca
8. Normativni utroška eksplozivnih sredstava: u ugljenoj plošii: - izbijeni volusen... 9,92 m3 - norativ utroška MK I 0,91 kg/m3 - norativ utroška MKEU 3,25 kca/m3 u kasevoj plošii - izbijeni volusen... 7,30 m3 - norativ utroška MK I 1,07 kg/m3 - norativ utroška MKEU 1,78 kca/m3

Sl. 10 — Šema V preliminarog pokusnog miniranja na otkopu 0—4 a 2

Gornji ugljeni sloj veoma je jako vezan uz krovinu i mora se odlamati sa po 2 mine istoga broja. Značajna je alterirajuća serija ms upaljivača uz kameni sloj, koja je izazvala preveliko usitnjavanje kamena i ugljena. Važno je da št sve bušotine u ugljenu i da se kameni sloj i do 1 m može alternirajućom serijom dobro usitniti

Abb. 10 — Schema V der vorhergehenden Versuchsprengung im Abbau 0—4 a 2

EMFORD MINSKIH BUŠOTINA



MINSKO - TEHNIČKI PODACI

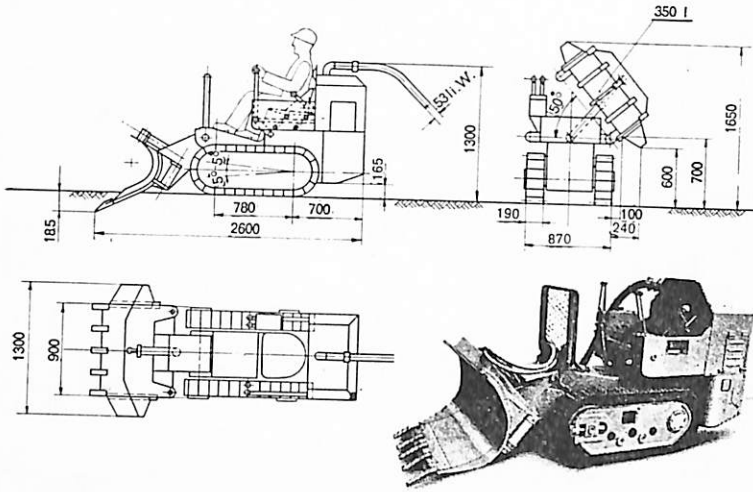
1. Vrsta eksploziva:
Metakamnitit I u patronama 12/100 g i 32/200 g.
2. Vrsta upaljača:
Metalni milisekundni električni upaljači sa fulminatskim detonatorom KMEU-PD i intervalom uporenja od 34 ms.
3. Materijal za sačepljivanje:
Vlačni morski pijesak punjen pneumatskim "Kote-pistoljima"
4. Spojenje mina:
Serijski sa bakrenim električnim vodičima vodičima presejeka 9,8 mm².
5. Puljenje mina:
Dinamo-električnim strojem Schaffler tip 770 (10.00 Ohma, 1,2 A i 1200 V).
6. Ispitivanje minskog polja:
Ohmetrom Schaffler tip Dreoma sa trajnim olesantos Silvervoltcell.
7. Utrošak eksplozivnih sredstava:
- metakamnitit I..... 12,0 kg
- metalni milisekundni upaljači..... 30,0 kca
8. Normativni utroška eksplozivnih sredstava:
- volusen izbijanja..... 11,7 m³
- normativni utroška MK I..... 0,38 kg/m³
- normativni utroška KMEU..... 1,06 kom/m³

Sl. 11 — Shema pokusnog miniranja na otkopu 0—185 s u jami Labin

Otkop 185 s u jami Labin radi u zoni gorskih udara. S obzirom na pritisak na celo, normativ eksploziva je nizak i mali je broj upaljača — svega 1,06 kom/m³, iako su prisutni i kameni prosiojci

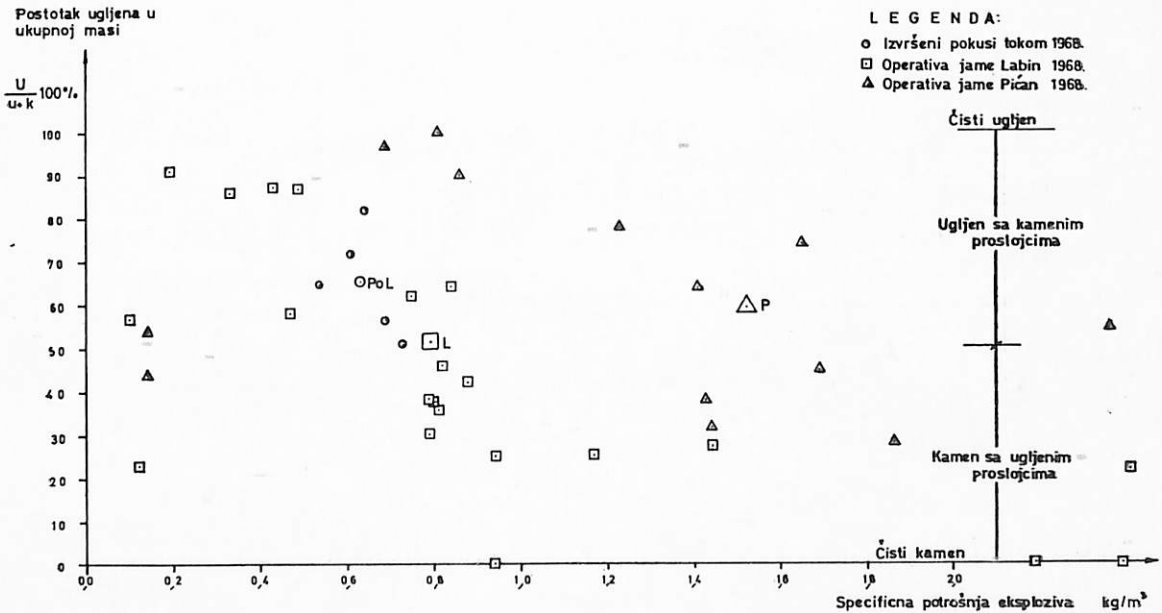
Abb. 11 — Schema der Versuchsprengung im Abbau 0—185 s in der Grube Labin

Dužina pokusne dionice.....	15,85 m
Dužina fronte za jednu seriju as upaljača.....	10,70 m
Srednja dužina bušotine.....	1,34 m
Projektirani napredak za 1 miniranje.....	1,25 m
Reznak između bušotina.....	1,20 m
Kutevi zakodanja minskih bušotina.....	70°
Ukupan broj minskih bušotina.....	30 kca
Eksplozivno punjenje minskih bušotina:	
- gornji red.....	0,40 kg/buš.
- donji red.....	0,40 kg/buš.

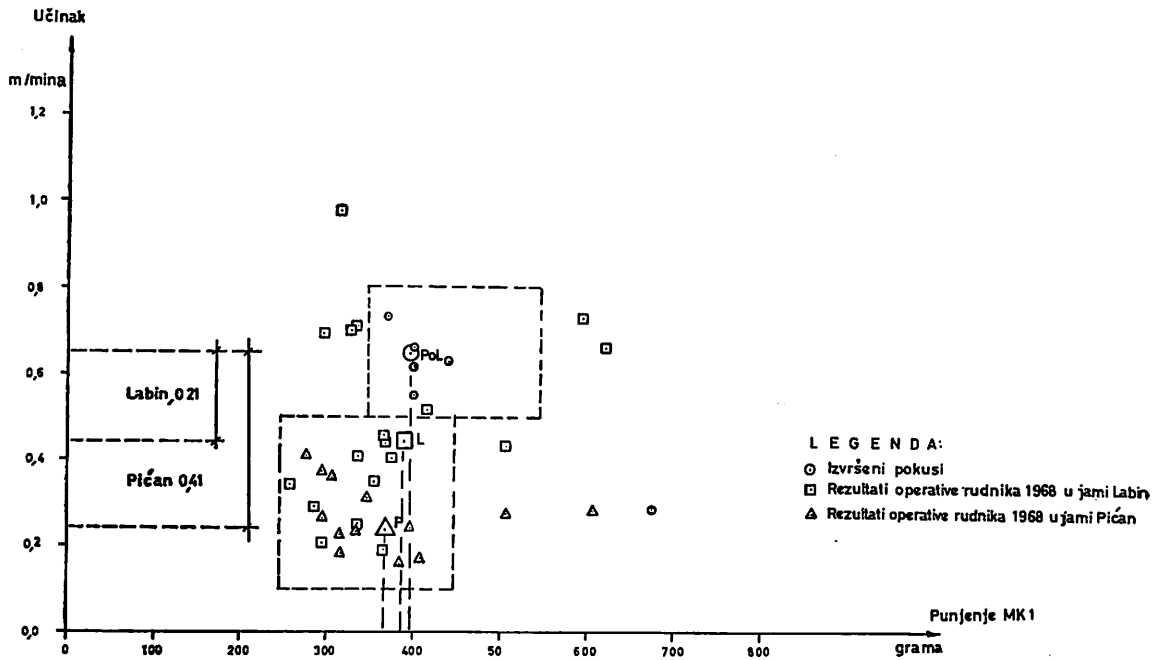


Sl. 12 — Mehanička lopata sa bočnim istresanjem firme Salzgitler HL 80 K

Abb. 12 — Mechanischer Seitenkipplader der Firma Salzgitler HL 80 K

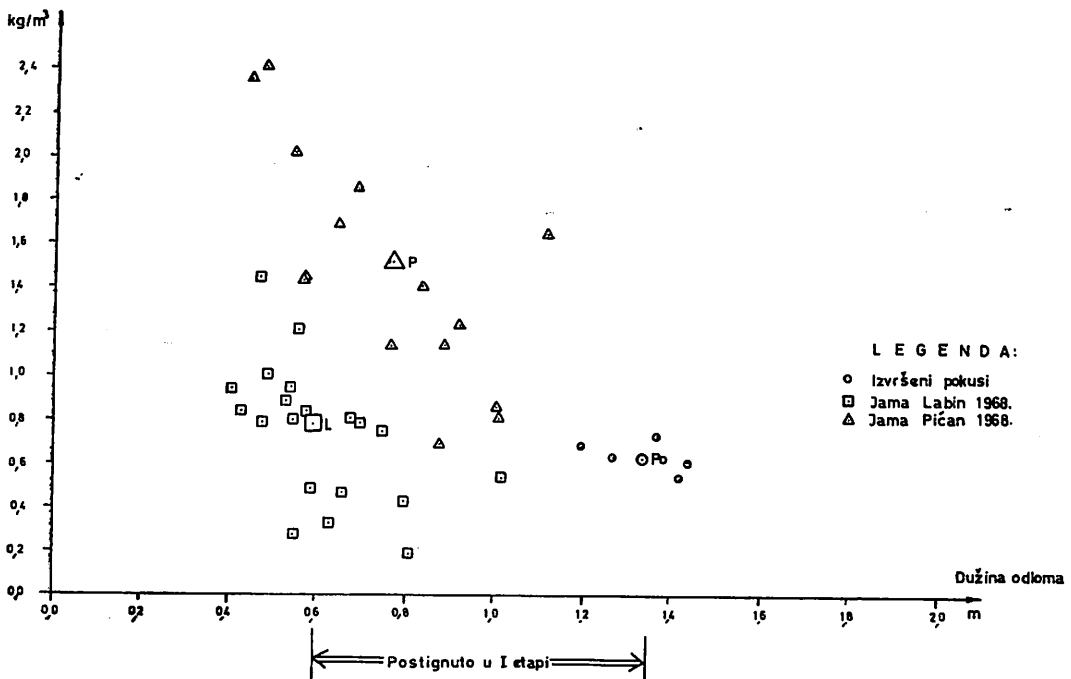


Dijagram 5. — Vidi se da su profili različitog sastava od 20 do 90% ugljena. Pokusi su izvedeni u pojasu između 50—80% ugljena i u prosjeku odgovaraju dostignuću jame Labin. Prosjek operative jame Pićan znatno se razlikuje. Normativi u operativi su raspršeni od 0,1 do 2,4 kg/m^3 , dok su u ms pokusima grupirani u uskim granicama.



Dijagram 6 — Prema tome, s neznatno većim prosječnim eksplozivnim punjenjem, jedna ms mina daje za 2 do 3 puta veći učinak od one sa trenutnim upaljačem. Granična punjenja od 600 g su premašena, prosječno je punjenje po mini na pripremnim radilištima između 250 i 400 g.

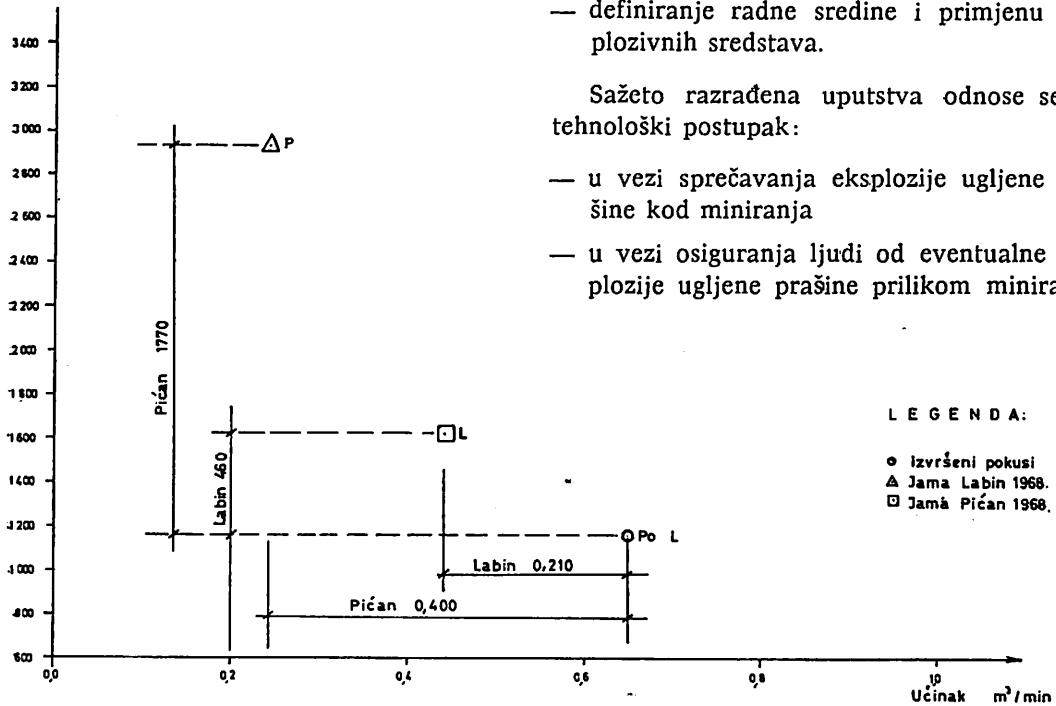
Sp. utrošak eksploziva



Dijagram 7 — Dužine odloma su znatno na ms pokusima, nego u proizvodnji. Dostignuća dužine odloma oko 1,2–1,4 m su normalna, što kod profila od 6 odnosno 8 m² već iznosi oko 7 odnosno 11 m³. I ove količine već zahtijevaju uvođenje mehaniziranog utovara, a pogotovo odlomi od 1,6–2,0 m prevedeni za iduću razvojnu etapu.

st. din. Valja napomenuti da se u pokusnim zahvatima nije primjećivala veća razlika u podobnosti za miniranje između jame Labin i jame Pićan.

Ovaj orijentacioni prikaz dokazuje da postoje rezerve za uštedu ako se dalje nastavi sa sistematskim unapređenjem tehnike miniranja i ciklusa rada na svakom radilištu.



Dijagram 8. — Približni prikaz koštanja i učinaka te mogućnosti poboljšanja. Dijagram prikazuje prosjek za 1968. godinu iz 20 pripremnih radilišta jame Labin sa ukupno 35.881 minom (oboreno 17.226 m³) te iz 14 pripremnih radilišta jame Pićan sa ukupno 35.147 mina (8.568 m³). Prikazani su pokusi na pripremnim radilištima u jami Labin na 5 radilišta sa ukupno 347 mina (21 pokusno miniranje). Pokusni zahvati na pripremanama u jami Pićan nisu ovdje iskazani.

Osvrt na unapređenje postojećeg pravilnika i tehničkih uputstava

Za novu tehniku miniranja kao i za izvođenje pokusnih radova trebali su biti dopunjeni postojeći pravilnici i tehnička uputstva.

Izrađen je prijedlog za novi pravilnik i tehnička uputstva za miniranje u formaciji, koji u osnovi rješava uvođenje novih metoda u formaciji i to:

- miniranje bez vremenskog ograničenja
- miniranje milisekundnim metanskim upaljačima kao glavni sistem miniranja u ugljenu

- miniranje metanskim eksplozivom i ms upaljačima kao glavni sistem miniranja u jalovini.

Dopuna i izmjena internog pravilnika rješava slijedeće:

- mjere za zaštitu osoblja od eventualne eksplozije ugljene prašine na radilištu izazvane miniranjem
- definiranje radne sredine i primjenu eksplozivnih sredstava.

Sažeto razrađena uputstva odnose se na tehnološki postupak:

- u vezi sprečavanja eksplozije ugljene prašine kod miniranja
- u vezi osiguranja ljudi od eventualne eksplozije ugljene prašine prilikom miniranja.

LEGENDA:

- Izvršeni pokusi
- Δ Jama Labin 1968.
- Jama Pićan 1968.

Prilikom razrade novog pravilnika predloženo je:

- da se izvrši nova kategorizacija jama prema postojećim propisima i uputstvima,
- data je kategorizacija radilišta prema opasnosti pojave metana, opasne ugljene prašine te načina provjetravanja. Za svaku kategoriju određena je vrsta i količina eksploziva, vrsta upaljača, kao i ostale zaštitne mjere. Definirani su pojmovi uz iznašanje određenih normativa.

— Uz uobičajene mjere predloženo je i sljedeće:

- čepljenje mina u pravilu uređajem Kota sa pješčanom zapunom,
- lutajuće struje moraju se kontrolirati i mjeriti njihov intenzitet,
- organiziranje osiguranja kod miniranja za svako radno odjeljenje posebno,
- u zoni gorskih udara određuje se vrijeme miniranja, potrebna osiguranja u vezi susjednih radilišta, vrijeme pregleda i kontrole radilišta, te povratak na radilišta ostalog zaposlenog osoblja,
- udarna patrona stavlja se po pravilu na dno bušotine sa upaljačem na kraju,
- čepljenje minske bušotine treba izvesti pijeskom do ušća, a pijesak treba biti vlažan radi sprečavanja eventualnog stvaranja statičkog elektriciteta,
- treba prečavati nepoželjno djelovanje jedne mine drugom (amputiranje mine),

- preporučuje se postizanje efekta miniranja odgovarajućim povećanjem eksplozivnog punjenja u pojedinoj bušotini u dozvoljenim granicama, a ne povećanjem gustoće mina na radilištu,
- kad se radi o povećanju napretka radilišta u svakom je slučaju sigurnije ići na dublje vrtime i pojačano punjenje nego ponavljanje čitavog procesa sa plićim vrtinama i manjim punjenjem, pogotovo ukoliko se eksplozivno punjenje kod dubokih vrtina udaljuje od slobodne površine,
- zbog preblize slobodne površine ne preporučuje se primjena paralelnog zaloma u ugljenom profilu,
- preporučuje se primjena lepezastog zaloma na otkopima umjesto klinastog zaloma (zbog većeg odbacivanja ugljena i uzvitlavanja ugljene prašine).

Tablica 1

Prosječni normativi ostvareni pokusnim miniranjima na pripremnim radilištima ugljenokopa Pićan

Red. br.	Naziv radilišta	Količina miniranog materijala m ³	Ukupna količina bušenja m	Ukupni utrošak eksploziva kg	Ukupni utrošak upaljača kom	Normativi po m'			Normativi po m ³		
						Bušenje m/m'	Eksploziv kg/m'	Upaljač kom/m'	Bušenje m/m ³	Eksploziv kg/m ³	Upaljač kom/m ³
1	P-35-ZM	31,78	95,2	20,7	68	17,0	3,7	12,2	3,00	0,65	2,14
2	U-41 b/1	77,08	220,0	47,4	152	19,3	4,2	13,4	2,86	0,62	1,97
3	U-41 b/2	92,49	281,1	60,4	180	24,5	5,3	15,7	3,04	0,65	1,95
4	U-41 b/3	71,41	248,4	56,0	168	26,8	6,0	18,0	3,48	0,71	2,35
5	U-23 Š	72,41	233,8	67,2	168	18,0	5,2	13,0	3,23	0,93	2,32
6	D-4 a 1 d	92,80	250,6	71,6	179	18,0	5,1	12,8	2,70	0,77	1,93

Tablica 2

Pregled ostvarenih rezultata pokusnim miniranjima na pripremnim radilištima ugljenokopa Pićan

Red. br.	Naziv radilišta	Srednji profil radilišta m ²	Odnos ugljen kamen %: %	Broj izvršenih pokusa kom	Ostvareni napredak m	Napredak za 1 miniranje m	Izbušeno minskih bušotina kom	Broj bušotina za 1 miniranje kom	Gustoća minskih bušotina kom/m ²	Srednja dužina bušotina m	Prosječno punjenje bušotina kg/buš.
2	U-41 b/1	6,7	100:0	8	11,4	1,42	152	19,0	2,8	1,45	0,31
3	U-41 b/2	8,0	100:0	8	11,5	1,44	180	22,5	2,8	1,56	0,34
4	U-41 b/3	7,6	100:0	7	9,3	1,33	168	24,0	3,1	1,48	0,33
5	U-23 Š	5,6	100:0	10	13,0	1,30	168	16,8	3,0	1,40	0,40
6	D-4 a 1 d	6,6	67:33	10	14,0	1,40	179	25,0	2,7	1,40	0,40

Problemi daljnjeg razvoja i korištenja postignutih rezultata

Minersko dobivanje za jame IUR jedini je način rada i mora se stalno i uporno dalje razvijati i ekonomski koristiti. Proces je dugoročan i specifičan radi prilika u ležištu i radi niza promjena koje moraju nastati u tehnološkom razvoju. Direktno i indirektno postavljaju se slijedeći zadaci:

— promjena načina rada i organizacije na radilištima

— unapređenje tehnike utovara

— unapređenje kadrova i time prihvatanje i dalje razvijanje nove tehnike.

Promjena rada i organizacije nastaju kao posljedica dubljih odloma i novih minerskih shema, koje mjenjaju ciklus rada, opremljenost i tehnički nivo. Cilj je iduće etape napredovanja da se postigne što veći napredak na svakom pripremnom radilištu i što masovnije odvaljivanje ugljena na otkopu.

Unapređenje tehnike utovara na radilištima postaje sve veća nužnost. Dublji odlomi prisiljavaju da se priđe mehaničkom utovaru. Analizom prilika ležišta i dotada primjenjenih težih strojeva za dobivanje i utovar (plug, kombajn, glodač) smatra se da na unapređenju tehnike utovara, uz riješen način dobivanja miniranjem, ima značajnih mogućnosti uštede.

Već sada se u operativi Istarskih ugljenokopa krenulo u dva pravca. Prvi način rada je da se svagdje, gdje to uvjeti radilišta dozvoljavaju (pripreme i otkopi) primjeni utovarna lopata lagane izvedbe, a drugi način da se na otkopima po mogućnosti obara ugljen na grabuljar. Rudnik raspolaže sa dvije utovarne lopate sa bočnim istresanjem na grabuljar firme Salzgitter HL 80 K koji je prikazan na slici 12.

Patuljasti utovarivač (težine 2,6 t) dao je do sada vrlo dobre učinke na pripremnim radilištima uskih profila i na otkopima gdje je visina iznad 1,9 m i nagib ili uspon do 15°. Zahvaljujući dobroj krovini u Istarskim ugljenokopima uz prilagođeno miniranje (i jalovog uloška) moguće je očekivati da će se utovarna lopata dobro uvesti u rad.

Osim navedenih zadataka ima još niz drugih problema u vezi sa koncentracijom radilišta, rješavanjem podgrađivanja i zasipavanjem otkopnih prostora.

U tehnici miniranja u idućoj etapi, predstoje još slijedeći glavni problemi:

— unapređenje miniranja unutar smjena u okvirima novog pravilnika poduzeća

— primjena jačih eksploziva i prikladnijih eksplozivnih sredstava

— daljnji razvoj pravilnika sigurnosti i tehničkih uputstava.

ZUSAMMENFASSUNG

Beförderung der Sprengtechnik in Arbeitsbedingungen der Istrianischen Kohlenbergwerke Raša

Doc. Dipl. Ing. V. Abramović*)

Die Gruben des grössten Steinkohlenbergwerke in Jugoslawien sind als Methangruben mit gefährlichem Kohlenstaub kategorisiert.

Die spezifische Bedingungen (Gebirgsschläge, Gefahr der Meerwassereinbrüche, veränderliche Mächtigkeit der Kohlenflöze und Steineinlagen, wechselnde Einfälle) schliessen die Möglichkeit zur Einführung der vollmechanisierten Gewinnungsarbeiten, aus.

Die Versuchssprengungen in Vorbereitungs — und Abbauorten zeigen, dass das Millisekundenschiessen bedeutend besser und erfolgreicher ist als die bis jetzt angewandte Momentzündung. Die Versuche sind dauernd mit neuen Sicherheitsmassnahmen begleitet.

Die Betriebssicherheit betreffend, parallel mit der Entwicklung der Sprengtechnik wird auch die Gruben — und Ort-kategorie analysiert.

Es wurden die Sprengschemen für Millisekundenzündung, die Besatzart und Qualität, Ladungskonstruktion, Einbruchsminegefahr u. a. festgestellt.

Die Studie zeigt die Vorteile der neuen Sprengart und eine solide Basis für bessere Arbeitsleistungen und bedeutend höhere Sicherheit der Arbeiter und Betriebe.

*) Dipl. ing. Vladimir Abramović, docent Rudarsko-geološko naftnog fakulteta u Zagrebu.

Literatura

1. Seeleman, Giltaire 1967: »Risque de denudation et d' amputation des charges au cours du tir a retard«, Dortmund.
2. »Metankamnitit I njegove osobine i upotreba«, Kamnik 1967.
3. Wild, H. W. 1967: »Gesichtspunkte bei der Bemessung der Abschlaglänge beim Streckenvortrieb«, Nobel Hefte 5/6.
4. Safarik, Pesata, 1967: »Druckwasser als Mittel zur Verbesserung der Hygienischen Bedingungen und Erhöhung der Sicherheit und der Leistung der Sprengarbeit im Steinkohlenbergbau«, Dortmund.
5. Heinz Walter Wild 1961: »Überlegungen zur Verbesserung der Schiessarbeit im Steinkohlenbergbau«, Glückauf 26/61.
6. Gesbo-Program (prospekti, specifikacije, ispitivanja, atesti) 1968.
7. Dragojević, 1965: »Pucanje visokokomprimiranim zrakom u Istarskim ugljenokopima Raša«, Rudarstvo i metalurgija, br. 1/1965.
8. Laboratorijski referat o ispitivanju fizičko-mehaničkih osobina kamenog ugljena, pratećih stijena i zasipnog materijala, IUR Labin — jama Pićan, RI Beograd, 1966.
9. Trabant-Pastenbesatzpatrone, dozvole za upotrebu nadležnih rudarskih vlasti i rezultati mjerenja, f. Lichtenberger und Co in Dortmund — Löttringhausen, 1960—1967.
10. Hahn L. 1956: »Das Millisekundenschieszen«, Nobel Hefte br. 1/56.
11. Langefors, V. Kihlström B. 1963: The Modern Technique of Rock Blasting, Uppsala.
12. Chaineau L. 1969: »Opasnosti uslijed naboja elektrostatnog elektriciteta pri rudarskim radovima«, Internacionalna konferencija za sigurnost u rudnicima, Tokio.
13. Izvještaj o radu francuskih stručnjaka — savjetnika za unapređenje proizvodnje preko tehničke pomoći OUN — za IUR, 1967.
14. RGN institut i IUR: »Studija unapređenja tehnike miniranja u IUR«, Zagreb — Labin — Pićan, 1968—1969.
15. Krsnik J. 1970: Unapređenje miniranja na pripremnim radilištima jame Labin IUR, Zbornik radova RGN fakulteta u povodu 30 godina rada, Zagreb.
- Tkačik, L. 1969: »Perspektivna baza IU Raša I—XII«, Labin 1967—1969.
17. Zambelli, A. Padjen, V. 1969: »Prijedlozi za pravilnik i tehnička uputstva za miniranje u IUR«, Zagreb, Labin-Pićan.
18. Padjen, V. 1970: »Ocjena sigurnosti pojedinih metoda miniranja u Istarskim ugljenokopima Raša«, Zbornik radova RGN fakulteta u povodu 30 godina rada, Zagreb.
19. Abramović, V., 1970: »Osvrt na probleme sanacije i proširenja djelatnosti nekih ugljenokopa«, Zbornik radova RGN fakulteta u povodu 30 godine rada, Zagreb.

Međunarodni simpozijum o provetravanju rudnika u Joahimovu (ČSSR)

Dr ing. Libor Suchan

Rudarski institut Čehoslovačke akademije nauka priredio je u dane 13. do 16. januara 1969. godine u rudarskom i banjskom mestu Joahimovu Međunarodni simpozijum o provetravanju rudnika (Congressus internationalis Joachimicus de fodinarum ventilatione). Na Simpozijumu je učestvovalo ukupno 236 stručnjaka iz 16 zemalja, i to iz: Francuske, Velike Britanije, Belgije, Jugoslavije, SSSR, Zapadne Nemačke, Nemačke Demokratske Republike, Luksemburga, Švedske, Poljske, Rumunije, Mađarske, Bugarske, USA, Zapadnog Berlina i Čehoslovačke.

Za rad Simpozijuma bila su rezervisana tri dana, dok je četvrti bio određen za ekskurzije.

Simpozijum je otvorio ing. Emil Petirek, direktor Rudarskog instituta Čehoslovačke akademije nauka, koji je u svom uvodnom izlaganju istakao da se proučavanje stanja radne sredine i njegovog poboljšanja ima smatrati važnom karikom u razvoju industrijske aktivnosti i tehničkog napretka. Osnovne smernice ovakvog proučavanja logički bi imale da se temelje na postavljanju objektivne dijagnoze svih štetnih faktora radne sredine, i u objašnjavanju njihovog dejstva na ljudski organizam. Zatim, takođe, i u traženju tehničkih rešenja u cilju da se štetni faktorji eliminišu, ili da se njihovo dejstvo ublaži. Upozorio je da su dosadašnje norme, koje važe u oblasti rada

u rudarstvu, određene sasvim empirički, a da nije egzaktno dokumentovano da li su odabrane granice pravilne. To se, na primer, odnosi na aerosoli, akustičke i mehaničke vibracije, mikroklimu, ekshalacije, eksplozije i požare, rasvetu i psihologiju rada pod zemljom.

Nakon otvaranja Simpozijuma, pristupilo se radu koji je bio podeljen u tri tematske skupine:

- A. Aeromehanika
- B. Aerotermodinamika i jamska klimatizacija
- C. Štetne materije u jamskom vazduhu.

U okviru tematske skupine A. prijavljeno je ukupno 29 referata, koji su bili usmereni na najpovoljnija rešenja svih zavisnih odnosa u sistemima provetravanja. Naglašeno je da su rastuće dimenzije jamskih polja i dužina jamskih prostorija, povećano napredovanje otkopnih radova i otkopa, u interesu centralizovanja transporta, ali da pogoršavaju uslove provetravanja jama. Postepena mehanizacija, elektrifikacija i automatizacija jamskog transporta povećavaju na jednoj strani produktivnost rada, dok na drugoj strani pogoršavaju uslove provetravanja, povećavajući još više zaprašenost, buku, opasnost zapaljenja metana i ugljene prašine.

Iskorišćenje radnih sposobnosti čoveka u jami uslovljeno je — pored savršenih tehničkih uslova za rad — takođe i takvim provetravanjem radilišta, koje bi omogućilo da radnik ima osećaj životne sigurnosti i optimalne radne ugodnosti. Da bi provetravanje bilo tehnički savršeno, pretpostavlja se da treba imati pravilno proračunati projekat, stalnu kontrolu i neprekidno regulisanje ekonomije provetravanja. Osnov svega ovoga jeste ispravna šema vetrene mreže, uključujući tu i tlačne izvore koji sprovode strujanje vazduha, poznavanje karakteristika vetrenih puteva i tlačnih izvora, poznavanje metodike i elemenata proračuna vetrene mreže i njene kontrole.

Tehnički savršeno provetravanje pretpostavlja takođe i visoku efikasnost i neometan rad ventilatora. Vetrena mreža jame, makar bila i ispravna sa stanovišta sigurnosti i higijene, može nekad sa ekonomskog stanovišta da bude i neispravna. Radi toga je potrebno da se vetrena mreža proračuna u nekoliko alternativa pomoću računskih mašina, pa da se odabere alternativa koja obezbeđuje najbolje iskorišćenje datih elemenata.

U referatima skupine A. konstatovano je dalje da su upravljanje i kontrola provetravanja u jami suštinski teži, nego npr. provetravanje površinskih objekata. Radilište u jami je do izvesne mere prostorno ograničeno, po pravilu je u stalnom pomicanju, udaljeno je i po nekoliko kilometara od centra upravljanja,

a nema dnevnog svetla. Sastav i fizikalne osobine jamskog vazduha podležu promenama. Usled toga radni uslovi se neprestano menjaju. Jamske prostorije u jednom rudniku predstavljaju često desetine kilometara, a otvoreni prostori otkopa i starih radova približuju se veličini reda do 10^6 m³. U tim prostorima radi odjednom više od 1.000 rudara. Transportne, eksploatacione i ostale mašine razvijaju toplotu i štetne proizvode. U jamskim prostorima javljaju se škodljivi gasovi, stene oksidišu i zagrevaju jamski vazduh, jamske vode povećavaju vlažnost jamskog vazduha, pri radu nastaje prašina, a posle rastreljivanja i otrovni gasovi. Radi svega toga je potrebna temeljita priprema ekonomije provetravanja.

Razvoj i napredovanje rudarskih radova donosi postepeno produžavanje vetrenih puteva, povećavanje dejstva pritiska na jamske prostorije, povećanje prelaza toplote na jamsku vazдушnu struju, a prema prilikama i porast razvoja higijenski škodljivih primesa. Radi toga je potrebno da se redovno i u određenim vremenskim intervalima kontrolišu količine i brzine jamskog vazduha, kao i ostali parametri. Isto tako se postepeno menja i vetrena mreža jame. Menja se napajanje vetrenih puteva i tok opadanja pritiska između pojedinih čvorova vetrene mreže. Zato je potrebno da se periodično izrađuje vetreni i toplotni bilans jame, i to na osnovu merenja potrebnih parametara u samoj jami, i da se odnosi provetravanja u vetrenoj mreži srede tako, kako bi odgovarali izmenjenim rudarskim prilikama.

To su zadaci kojima je bila poklonjena pažnja i u vezi kojih su stavljene primedbe i izneta iskustva iz pojedinih zemalja. Bilo je moguće da se niz predavanja iz tematske skupine A. podeli na referate koji tretiraju:

- matematička rešenja vetrenih mreža,
- modeliranje vetrenih mreža,
- projektovanje vetrenih mreža,
- specijalne probleme provetravanja jama.

Posebno mesto u tematici A. zauzimala je grupa referata koja se bavila izuzetnim i havarijskim situacijama u provetravanju jama. Havarije u jamama, pri kojima dolazi do uticaja na kvalitet i kvantitet provetravanja, po pravilu imaju kao posledicu da u vrlo kratkom vremenskom roku dovedu do rastrojstva vetrene mreže ili nekog njenog dela.

Tada dolazi do neočekivanih promena pravca kretanja jamskog vazduha, koje se obično ne mogu predvideti. Kao posledica toga javlja se kvarenje vazduha u jamskim prostorijama i dolazi eventualno do pojave štetnih gasova na izvesnim mestima.

Na osnovu predloženih referata proizilazi da se ispitivanja ove problematike kreću kako u pravcu teoretskog poznavanja svih pojava koje uslovljavaju i prate ove izuzetne situacije,

tako i u pravcu brzih havarijskih metoda proračuna mehanizacije i automatizacije vetrene mreže, što bi omogućilo da se momentano pristupi spasavanju ljudi, kao i likvidaciji nastale havarije.

U stručnoj tematici A., u toku diskusije bilo je stavljeno ukupno 28 diskusionih primedbi, koje su bile usmerene naročito na teoriju i praksu nekih specijalnih problema iz aeromehanike, zatim na načine rešavanje vetrenih mreža uključujući tu ocenu njihove stabilnosti, kao i na pitanja likvidacije opasnog stanja vetrenog režima, do kojeg je došlo usled jamskih požara.

U tematskoj skupini B. — problematika aerotermodinamike i jamske klimatizacije — bilo je objavljeno ukupno 12 referata, koji su se bavili naročito potrebom stvaranja takvih mesnih meteoroloških uslova, u kojima bi rudar mogao da postigne svoj puni radni učinak, bez opasnosti da mu se zdravlje ošteti. Sa oštrom realnošću ovog problema suočile su se gotovo sve zemlje sa razvijenim rudarstvom, što se odnosi kako na rudarstvo metala, tako i na rudarstvo uglja. U dubokim jamama rudnika uglja problematika borbe protiv visokih temperatura jamskog vazduha dobiva prevagu nad problematikom dotoka jamskih gasova. 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 koje održavaju sadržaj štetnih gasova u snošljivim granicama. Iz ovog je vidljivo da ekonomski razlozi, zajedno sa zahtevima higijene rada, već sada ističu značaj rešenja pitanja jamske klimatizacije.

Istraživanje u ovom ogranku struke zahteva, međutim, obimne teoretske i eksperimentalne radove. Problematika ovog ogranka u celoj njenoj kompleksnosti je veoma široka, i prema predloženim referatima skupine B., bila je podeljena u tri glavne oblasti:

1. Prognoziranje klimatskih uslova, uključujući iznalaženje svih osnova i vrednosti fizikalnih veličina potrebnih za proračun prema odnosnim metodikama

2. Mere za poboljšanje klimatskih uslova u jamskim prostorijama, i to kako običnim rudarsko-tehničkim radovima, tako i veštačkim rashlađivanjem jamskog vazduha

3. Pitanja fiziologije rada.

U diskusiji je stavljeno 8 diskusionih primedbi među kojima je, npr. bilo konstatovano da još nije rešena pouzdana proračunska metodika za prognoziranje toplotnih promena vazduha u vlažnim*) jamama. Pored ostalog, dis-

kusija je dalje obuhvatila dosadašnje rezultate ispitivanja toplotno-fizikalnih parametara stena i pitanja rashlađivanja jamskog vazduha. Kao najcelishodnija mera za poboljšanje klimatskih uslova u jami stalno se ističe povećanje i povaljno regulisanje količine vazduha.

Tematska skupina C. bavila se pojavom škodljivih materija u jamskoj atmosferi, pre svega metana i prašine. U ovoj skupini bila su prijavljena ukupno 23 referata.

Pri razmatranju problema jamske zapašenosti konstatovano je da ona stalno predstavlja jedan od najvećih rizika u jamskoj sredini, i to kako radi svoje fiziološke opasnosti, tako i zbog česte pojave na radilištima. Etiologija i lečenje pneumokonioze ni u današnje vreme nisu rešeni. Potrebno je da se istraže faktori odnosa koji vladaju između patogenosti i osobina jamskih prašina. Od toga zavisi rešenje problema prosuđivanja agresivnosti pojedinih sastojaka prašinstih aerosoli i rizika jamske sredine. Iz ovih aspekata mora da proizilazi perspektivna aktivnost, kako na odseku tehničke predohrane protiv prašine, tako i higijenske kontrole. Tehničko ispitivanje zapašenosti u jami trebalo bi da obuhvati pitanja primene fizikalnih i fizikalno-hemijskih pojava, koje se koriste pri procesu sedimentacije prašinstih aerosoli.

Iz referata tematike C. proizilazi dalje da je potrebno da se smatra kao važna stvar u ispitivanju jamske atmosfere proučavanje odnosa faktora jamske klime na prašinsti aerosol, i to kako sa stanovišta promena kvalitetnih znakova jamske prašine, aktivne u etiologiji silikoze, tako i s obzirom na promenu kvalitetnih parametara. Ova problematika je naročito aktuelna prilikom prelaska eksploatacije u veće dubine.

Dalji deo referata u tematskoj skupini C. bio je posvećen problematiki provetranja gasonosnih jama, prognoziranju dotoka metana, kao i problemima kontrole gasnih sastojaka jamske atmosfere. U ovim referatima, pored drugih metoda proračuna provetranja gasonosnih jama, navedeni su principi projektovanja provetranja jamskih pripremnih prostora u gasonosnim jamama, i ocenjene su sporadične aerodinamičke pojave prilikom strujanja gasova u jamama uglja, a naročito pri raznim režimima provetranja spojenih otkopa.

Značajna pažnja bila je posvećena dotoku metana i prognoziranju gasoobilnosti. Naveden je teoretski proračun vrednosti za određivanje ekshalacije metana u jamskim prostorijama izrađenim u kamenu i upoređenja teoretskih razmatranja sa rezultatima merenja u praksi. Tematska skupina C. bavila se dalje proučava-

*) U originalu stoji »vtažnych«, što mislim da je greška, jer prema logičnom smislu treba da stoji »vlažnych«, — kako sam i preveo. (prim. prev.)

njem dinamike gasova u ugljenim slojevima u zoni upliva jamskih prostorija, što omogućuje da se pripreme mere za regulisanje gasa, koji se oslobađa pri procesu dobivanja jako gasonosnih slojeva.

Sa stanovišta bezbednosti i automatizacije jamskog provetravanja bili su veoma važni podaci o nestacionarnim režimima gasova u jamskim vetrenim mrežama.

Dalji deo referata bio je posvećen efikasnoj kontroli sastavnih delova jamske atmosfere, naročito metana, ugljenmonoksida, ugljen dioksida i kiseonika. U vezi s tim navedeno je da se prema etilenu, nađenom u uzorcima jamskog vazduha, može da prosuđuje o procesu samozapaljenja.

U diskusiji o tematici C. predloženo je 13 diskusionih primedbi koje su se, osim ostalog, odnosile na merenje koncentracije raznih gasova, prognozu i pojavljivanje metana pod raznim okolnostima, kao i na načine efikasnog regulisanja dotoka metana u jamskim prostori-

jama. U oblasti prašinstih aerosoli istaknuto je da normativna aktivnost mora da proizlazi iz najnovijih rezultata istraživanja etiopatogeneze ovih aerosoli. Sa stanovišta važnosti ove problematike u oblasti kulture rada, potrebno je da se u međunarodnom merilu prosuđuju koncepcije osnovnih rešenja i obezbeđuje efikasna informisanost o konkretnim problemima i o sveopšt看im aspektima.

U zaključku se može konstatovati da je cilj Simpozijuma potpuno postignut, tj. upoznavanje učesnika sa savremenim stanjem i sa rezultatima rešenja aktuelnih istraživačkih i naučnih radova u celoj oblasti jamskog provetravanja. Simpozijum je takođe trasirao najvažnije smernice naučnog istraživanja u toj oblasti, i položio osnov za međunarodnu saradnju po pitanjima rudarske aerologije. Na kraju je potrebno oceniti uspešan i bogat zajednički program, koji je u značajno meri doprineo dobroj radnoj atmosferi i zajedničkom razumevanju među učesnicima svih nacionalnosti.

ZUSAMMENFASSUNG

Internationales Symposium über die Grubenwetterführung in Joachimovo (ČSSR)

Dr Ing. Libor Suchan*)

Der Zweck des Symposiums die Teilnehmer mit dem heutigen Stand und Ergebnissen der Lösungen aktueller Forschungs — und wissenschaftlichen Arbeiten im ganzen Bereich der Grubenwetterführung wurde vollauf erreicht.

Das Symposium hat ebenso die wichtigsten Richtlinien der wissenschaftlichen Forschung in diesem Bereich gegeben und Grundlagen für die internationale Zusammenarbeit in den Fragen der Gruben — Aerologie aufgestellt. Es muss das arfolgreiche und breite gemeinsame Programm, welches im bedeutenden Masse der guten Arbeitsatmosphäre und gegenseitigen Verständigung der Teilnehmer aller Nationalitäten beigetragen hat, hervorgehoben werden.

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

Značaj primene kompleksne zaštite u borbi protiv agresivnog delovanja mineralne prašine

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Vladimir Ivanović

U nizu fizioloških štetnosti koje nastaju pri eksploataciji mineralnih sirovina agresivna mineralna prašina zauzima značajno mesto. Nepovoljne posledice, koje izaziva prekomerno prisustvo ove štetne komponente u radnoj sredini, uslovile su potrebu primene odgovarajućih zaštitnih mera. U našoj rudarskoj praksi već duže vremena primenjuju se samo pojedinačni elementi zaštite od prašine (bušenje sa vodom i ventilacija) što nije bilo dovoljno za postizanje odgovarajućih efekata.

Stiče se utisak da u krugovima koji se bave zaštitom u rudarstvu možda još nije dovoljno razjašnjen pojam zaštite od prašine. Zanimaruje se neophodnost primene kompleksne zaštite, što se zapaža i u nekim projektima tehničke zaštite i ventilacije. Ne uzima se, pri tome, dovoljno u obzir i činjenica da se radi o jednom veoma komplikovanom aerodispersznom sistemu koji čine disperzna sredina — jamski vazduh i disperzna faza — lebdeća prašina. Disperznu fazu obrazuje veoma fina prašina veličine ispod 10 mikrona koja se različito ponaša u disperznoj sredini. To je u isto vreme polidisperzna faza sastavljena od čestica prašine različite krupnoće. Karakteristično je za nju, iako je nastala dezintegracijom istog materijala, da u većini slučajeva odstupa od ustanovljenih fizičko-hemijskih zakona koji inače važe za prašinu veće krupnoće.

Podimo, na primer, od vrlo značajne fizičke osobine, sedimentacije čestica u gravitacionom polju.

Prema klasičnoj postavci Stoksa, izraz za veličinu otpora koji čini sredina određene viskoznosti μ čestici nepravilnog oblika r , i brzine v , dobijen pomoću osnovnih jednačina hidrodinamike ima sledeći izgled:

$$F_p = 6 \cdot \pi \cdot \mu \cdot r \cdot v$$

Iz odnosa uzajamnog delovanja sile padanja i otpora gasne sredine na česticu prašine, dobija se srednja brzina padanja (sedimentacije):

$$V_s = \frac{2}{9} \frac{r^2 \cdot g (q_1 - q_2)}{\mu}$$

gde su:

- r — prečnik čestice prašine
- q_1 — gustina čestice prašine
- q_2 — gustina gasne sredine
- g — ubrzanje sile zemljine teže
- μ — veličina otpora gasne sredine čestici prašine

Međutim, zakon Stoksa ima ograničenu primenu, jer se odnosi samo na određene uslove a pre svega na čestice prašine određene veličine. Razmotrimo donju granicu veličine čestice za koje važi zakon Stoksa. Problem nastaje kod dovoljno malog prečnika koji se približava veličini dužine slobodnog prostora molekularne gasne sredine u kojoj se vrši kretanje molekula. Tada dolazi do stvaranja nove molekularne sredine, pa se kod određivanja sile otpora mora koristiti molekularno-kinetička teorija gasa. Srednja dužina slobodnog prostora molekula u gasnoj sredini tj. srednja dužina puta koji pri datim uslovima proleći molekul između dva sudara, može se prikazati izrazom

$$l = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot N \cdot d_m^2}$$

gde je:

- d_m — srednji prečnik
- N — broj molekula u 1 cm^3

Pošto je pritisak gasa upravo proporcionalan N , to je srednja dužina slobodnog prostora molekula obrnuto proporcionalna pritisku. U vazduhu, pri normalnom pritisku je $l = 0,8 \times 10^{-5} \text{ cm}$, tako da se srednja veličina čestica

za koje još važi zakon Stoksa, nalazi oko 1 mikrona. Kod nižih pritiska, odstupanja od zakona Stoksa važe za krupnije čestice.

Kenningem je dao koeficijent popravke kojim se proširuje oblast primene zakona Stoksa za čestice čija je veličina manja od slobodnog prostora molekula. Formula Stoksa sa popravkom Kenningema, ima sledeći izgled:

$$F_c = \frac{6 \cdot \pi \cdot \mu \cdot r \cdot v}{1 + A \frac{1}{r}}$$

Konstantu $A = 0,864$ odredio je Miliken.

Pri $r \gg 1$ gornji izraz prelazi u običnu formulu Stoksa. Za čestice prečnika $r = 1$ mikron i veće, popravka je manja od 10% i može se zanemariti. Za čestice submikronskih razmera neophodno je uvesti popravku Kenningema.

Sposobnost aerosolnih čestica da dobiju neku brzinu pod delovanjem druge sile karakteriše se veličinom koja se zove naboj čestice i označava sa B. Uzimajući izraz Stoksa za otpor sredine sa popravkom Kenningema za silu koja ograničava brzinu čestice može se dati izraz za naboj čestica u sledećem vidu:

$$B = \frac{6 \cdot \pi \cdot \mu \cdot r}{1 + A \frac{1}{12}}$$

Prema gornjoj jednačini naboj čestice pre svega zavisi od radijusa čestice i viskoznosti sredine.

Zakon Stoksa nalazi praktičnu primenu u mnogim metodama sedimentacione analize. Pomoću njega se može odrediti srednji prečnik disperzne faze. To je važan parametar koji čini osnovu za mnoge praktične proračune. Srednji prečnik ili tzv. Stoksov radijus, r_s , određuje se uporednim posmatranjem dveju disperznih čestica. Jedna, sa specifičnom težinom γ^{11} , ima proizvoljnu formu, a druga, sa specifičnom težinom γ^{12} , ima pravilan oblik prečnika r . Ako obe čestice imaju jednake brzine v_s , može se smatrati da prva čestica ima Stoksov radijus

$$r_s = r \sqrt{\frac{\gamma^{11}}{\gamma^{12}}}$$

Sasvim male čestice prašine, veličine ispod 2 mikrona, imaju još jednu karakteristiku, koju

ne imaju krupne čestice. To je pojava »Braunovog kretanja«. Za razliku od krupnih čestica koje se nalaze u stanju apsolutnog mirovanja, kad imaju istu specifičnu težinu kao i disperzna sredina, u kom slučaju je gravitaciona sila uravnotežena silom lebdjenja bez delovanja spoljne sile, submikronske čestice posmatrane pod mikroskopom nalaze se u stalnom haotičnom kretanju. Ukoliko su čestice manjeg prečnika, utoliko je veći intenzitet njihovog kretanja.

Uzrok takvom kretanju su statička kolebanja pritiska, koji deluje na raznim stranama čestica prašine. Molekuli gasne ili tečne sredine stvaraju haotično (toplotno) kretanje i udaraju o površinu čestica. Kod velikih čestica broj takvih udara u jedinici vremena je toliko veliki da se ne ostvaruje statičko kolebanje pritiska. Kod malih čestica broj molekula koji udaraju o površinu čestica nije veliki pa postoji znatno statičko kolebanje u jedinici vremena. Kao posledica pritiska, koji deluje sa raznih strana različitim intenzitetom, nastaje jedan nekompenzirani pritisak promenljive veličine i pravca. Posledica toga je nastajanje haotičnog kretanja.

Teoretska ispitivanja Braunovog kretanja vršili su Ajnštajn i Smoluhovski. Autori su pretpostavljali da aerosolne čestice, kao i molekuli, saglasno zakonima statičke mehanike, imaju energiju jednaku $3/2 kT$, gde je k konstanta Bolcmana, T = apsolutna temperatura. Ova energija uslovljava dosta veliku brzinu kretanja. Kretanje čestica, posmatrano pod mikroskopom, nastaje kao posledica velikog broja submikronskih pomeranja različitih karakteristika. Zbog toga je brzina kretanja čestica, kada se određuje kao pomeranje u jedinici vremena, znatno manja od brzine toplotnog kretanja. Eksperimentalno je jednostavnije izmeriti projekciju pomeranja čestice u jedinici vremena na određenom pravcu (kod haotičnog kretanja izbor pravca nema značaja). Za srednje kvadratno pomeranje čestice na proizvoljnoj dužini Δx za vreme Δt , Ajnštajn je dobio sledeći izraz:

$$\Delta x^2 = 20 Dt = 2 K T B t$$

U tom izrazu veličina D je koeficijent difuzije čestica aerosola, koja zavisi od radijusa čestica. Ako se u taj izraz ubaci vrednost za brzinu taloženja čestica, prema zakonu Stoksa, dobija se:

$$\Delta x^2 = \frac{K T t}{3 \pi \mu r}$$

sa popravkom K e n i n g e m a:

$$\Delta x^2 = \frac{K T (1 + t) \frac{1}{r}}{3 \pi \mu r}$$

Neophodno je primetiti da se trajektorija čestice, koja obrazuje Braunovo kretanje, u nekolicu razlikuje od trajektorije molekula gasa. Molekul gasa se između pojedinih sudara kreće po pravoj liniji, dok u isto vreme trajektorija aerosolne čestice ima oblik haotične krive linije, koja u svakoj tački ima tangentu.

Eksperimentalna provera teorije Braunovog kretanja izvršena je u tačnosti i gasnoj sredini merenjem vremena za koje se čestica pomerila na neko zadano rastojanje. Iz velikog broja takvih merenja sa česticama različite veličine nađeni su koeficijenti difuzije, koji su zatim sraunjavani sa teoretskim vrednostima za D:

$$D = K T B$$

Upoređivanjem teoretskih postavki sa eksperimentalnim vrednostima dobijeni su vrlo zadovoljavajući rezultati.

Braunovo kretanje realizuje difuziju aerosola i predstavlja uzrok zadržavanja submikronskih čestica od strane filtrujućih materijala i zadržavanja sitnih čestica prašine u disajnom traktu. Difuzija se potčinjava zakonu F i k s o v a.

Prvi zakon F i k s o v a pokazuje čemu je jednaka količina materije ili broj čestica koje su prošle kroz određeni presek F u jedinici vremena u uslovima smanjenja koncentracije. Iz toga izlazi da koeficijent difuzije čini broj čestica koje prolaze kroz jedinični presek u jedinici vremena pri gradijentu koncentracije ravnom jedinici.

Drugi zakon F i k s o v a prikazuje zadržavanje i vremensko kretanje difuzije:

$$\left(\frac{dn}{dt}\right)_x = D \left(\frac{\sigma^2 n}{\sigma x^2}\right)_t$$

Uz pomoć te diferencijalne jednačine mogu se rešavati različiti praktični zadaci, npr. kako se u zapremini menja koncentracija aerosola u blizini površine koja zadržava aerosolne čestice ili iznalaženje rasporeda koncentracije aerosolnih čestica u blizini izvora aerosola.

Kod mnogih teoretskih i praktičnih razmatranja, vezanih za polidisperzne sisteme, veoma je važno odrediti raspored pojedinih disperznih frakcija prašine. Problem postaje aktuelniji, ali i delikatniji ukoliko se radi o sitnijim frakcijama. Raspored čestica po veličini može se prikazati na više načina.

U praksi se često mesto diferencijalnih krivih koriste integralne krive rasporeda, koje pokazuju koji deo čestica (po broju ili težini) ima prečnik veći ili manji od date veličine. Odgovarajuće funkcije rasporeda po broju čestica dobijaju se integriranjem funkcije $f(r)$, od r do ∞ (čestice radijusa većeg od r) i od 0 do r (čestice radijusa manjeg od r) tj.:

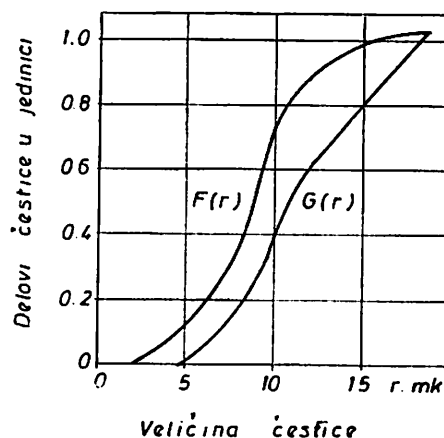
$$F_a(r) = \int_r^{\infty} f(r) dr$$

$$F_b(r) = \int_0^r f(r) dr$$

Analogni izrazi dobijaju se i za raspored veličina čestica po njihovoj težini:

$$G_a(r) = \int_r^{\infty} g(r) dr$$

$$G_b(r) = \int_0^r g(r) dr$$



Sl. 1 — Integralne krive rasporeda veličina čestica prašine po broju i težini.

Fig. 1 — Integral curves of dust particle size distribution expressed numerically and by weight.

U praksi, pri određivanju disperznosti industrijske prašine, često se koristi funkcija $G_a(r)$ koja se zove karakteristična kriva za datu prašinu ili kriva ostataka, dok se kriva $G_b(r)$ zove kriva podfrakcionih čestica (npr. kod Sit-ove analize).

Suma obeju funkcija treba da bude jednaka jedinici

$$F_a(r) = F(r) = G_a(r) + G_b(r) = 1$$

Zbog složenosti procesa obrazovanja aerosola veoma je teško izvesti teoretske formule funkcije rasporeda aerosolnih čestica. Zbog

toga je izveden niz empirijskih formula, koje daju zadovoljavajuće uslove u nizu specijalnih slučajeva. Najčešće se primenjuje formula Rollera za određivanje sitno disperzne prašine:

$$G_b(r) = \gamma \sqrt{re} \cdot \frac{\epsilon}{r}$$

Formula se primenjuje za određivanje rasporeda čestica aerosola industrijskih praškastih materijala sa veoma različitom disperznošću. Ovde je γ — neka konstanta, ϵ — veličina koja karakteriše širinu spektra veličine čestica praha.

Ako se formula Rollera napiše u obliku

$$1g \frac{G_b(r)}{\sqrt{r}} = 1g \gamma - 0,434 \frac{\epsilon}{r}$$

mogu se eksperimentalnim putem odrediti veličine γ i ϵ .

Treba, međutim, napomenuti da je posmatrana frakcija prašine ispod 10 mikrona isključivo fiziološki štetna po čovečiji organizam. I najzad, prašina te krupnoće se najteže neutrališe u radnoj sredini primenjenim tehničkim zaštitnim merama. Utoliko zadatak otprašivanja postaje delikatniji i ozbiljniji. Delikatnost se dalje ispoljava i u tome što se radi o relativno malim količinama ove frakcije sa ukupnim intenzitetom izdvajanja 3—100 mg/min, koji se pojavljuje u našim rudnicima metala i nemetala, dok je dozvoljena maksimalna koncentracija lebdeće prašine obično ispod 5 mg/m³.

Adekvatna zaštita od prašine je, pre svega kolektivna zaštita kojom se moraju obuhvatiti svi izvori prašine u tehnološkom procesu. Zatim, ona mora imati kompleksan karakter pri čemu je u seriji zastupljeno više vidova zaštite. Tako organizovana zaštita odgovara pravilno sprovedenom otprašivanju.

Osnovni vidovi tehničke zaštite od prašine (otprašivanja) su:

- sprečavanje primarnog izdvajanja prašine
- sprečavanje sekundarnog izdvajanja nataložene prašine
- obaranje izdvojene prašine
- primena ventilacionih metoda.

U praksi je moguća primena pojedinačnih elemenata zaštite; međutim, primenjeni uređaji koji bi u tom slučaju morali davati pune efekte, veoma su skupi. Sa druge strane, njihovo korišćenje zahtevalo bi veoma pažljivo održavanje, što je u uslovima podzemne eksploatacije veoma teško, jer bi i najmanji nedostatak u njihovom radu kompromitovao primenjenu zaštitu. Zbog toga je u rudarskoj praksi češća primena više elemenata u seriji, koji u pojedinačnoj primeni ne mogu dati totalnu zaštitu. Dosadašnja iskustva, u zemljama u kojima se rešava problem zaštite od agresivne prašine, pokazala su da je u uslovima podzemne eksploatacije jedino realna primena kompleksne kolektivne zaštite u kojoj su zastupljeni svi napred nabrojani vidovi.

Prethodna tehnička mera u seriji elemenata kompleksne zaštite je sprečavanje primarnog izdvajanja prašine. To je mera kojom se postižu najveći efekti. Njen cilj je da se neposredno na mestu izdvajanja prašine omogući njeno ulaženje u disperznu sredinu i stvaranje aerodisperznog sistema. Međutim, i primenom najpoznatijih savremenih tehničkih rešenja ne može se ostvariti puni efekat, pošto se jedan deo lebdeće prašine ipak izdvoji u radnu atmosferu i obrazuje koncentracije iznad dozvoljenih.

Potrebno je, dakle, nastaviti sa novim elementom zaštite. U stvorenom aerodisperznom sistemu treba izdvojiti disperznu fazu, tj. izvršiti prečišćavanje (filtraciju) vazduha sistemom vodenih zavesa ili ugrađivanjem filtera. Primena ovog elementa zaštite naročito dolazi do izražaja kod serijskog provetravanja ventilacionih odeljenja i radilišta u kojima se nalaze uzastopni izvori prašine.

Prethodna dva vida zaštite nisu dovoljna da u potpunosti odstrane prašinu iz vazduha. Ona se praktično i ne može odstraniti, ali se može znatno umanjiti. Zaostala lebdeća prašina neutrališe se odgovarajućom ventilacijom. Uloga ventilacije je dvojaka: da obori koncentracije ispod dozvoljenih maksimalnih koncentracija i odnese lebdeću prašinu iz zone mesta nastajanja. Ovo drugo je naročito značajno kod radilišta sa velikom zapreminom radnog prostora gde se kod minimalnog kontinualnog izdvajanja posle određenog vremena stvaraju znatne koncentracije, ako se radilište ne nalazi u zoni aktivnih vazdušnih strujanja pa nema odnošenja prašine.

Pri tome treba napomenuti da je ventilacija celishodna jedino kao element u kompleksnoj zaštiti. U rudnicima, ugroženim od silikozе, problem zaprašёnosti se, praktično, ne može rešiti isključivo ventilacionim metodama. To se može dokazati na primeru proračuna potrebne količine vazduha u odnosu na faktor zaprašёnosti:

$$Q = \frac{N}{n - n_0} \text{ Kg} = \frac{10.000}{2,0 - 0,2} \cdot 1,4 \cong 8.000 \text{ m}^3/\text{min}$$

gde je:

$N = 10 \text{ g/min}$ — prosečan ukupan intenzitet izdvajanja u jamskom pogonu sa proizvodnjom rude oko 100.000 t/god.

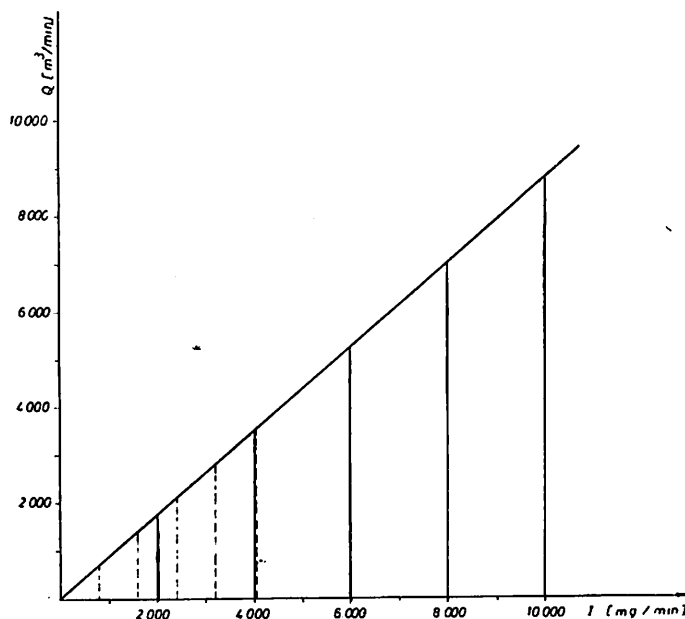
$n = 2,0 \text{ mg/m}^3$ — maksimalno dozvoljena koncentracija MDK prašine u jamskom vazduhu sa sadržajem slobodnog SiO_2 iznad 10%.

kome figuriraju tri veličine u funkcionalnoj zavisnosti: količina vazduha, pritisak i otpor, odnosno ekvivalentni otvor jame. U našim rudnicima ekvivalentni otvori imaju vrednosti $A = 0,5 - 1,5 \text{ m}^2$. Prema tome, realno je sva posmatranja vršiti u tom dijazonu. Gornja granica depresije u rudničkim sistemima provetravanja je $\Delta h = 300 \text{ kp/m}^2$. Veće vrednosti se ne tolerišu zbog niza nepovoljnih karakteristika.

Uzimajući u obzir prethodne napomene, realne vrednosti karakteristika jamskih ventilatora treba tražiti u okviru šrafiranog polja na dijagramu.

Sl. 2 — Odnos intenziteta izdvajanja prašine i potrebne količine vazduha za provetravanje bez i sa primenjenim elementima otprašivanja.

Fig. 2 — Ratio of dust separation intensity to the necessary quantity of air for ventilation without and with applied dedusting elements.



$n_0 = 0,2 \text{ mg/m}^3$ — koncentracija prašine u ulaznoj vazdušnoj struji

$kg = 1,4$ — koeficijent gubitaka vazduha.

Propusna sposobnost jame sa proizvodnjom od oko 100.00 t/god ne dozvoljava protok tako velike količine vazduha. Brzine vazduha u jamskim prostorijama bile bi u tim uslovima znatno iznad dozvoljenih, a potrošnja energije nedopustivo velika.

Na slici 2 dat je grafički odnos (dobijen iz prethodne formule) intenziteta izdvajanja prašine, koji se pojavljuje u našim rudnicima metala i nemetala i količine vazduha potrebne za provetravanje. Na sl. 3 prikazan je dijagram u

Prema dijagramu na sl. 3, u najpovoljnijim uslovima, maksimalna količina vazduha mogla bi da iznosi 4.000 m^3/min . To je sasvim nedovoljavajuća količina ako se ima u vidu činjenica da je za rudnik relativno skromne proizvodnje proračunom dobijena količina od 8.000 m^3/min .

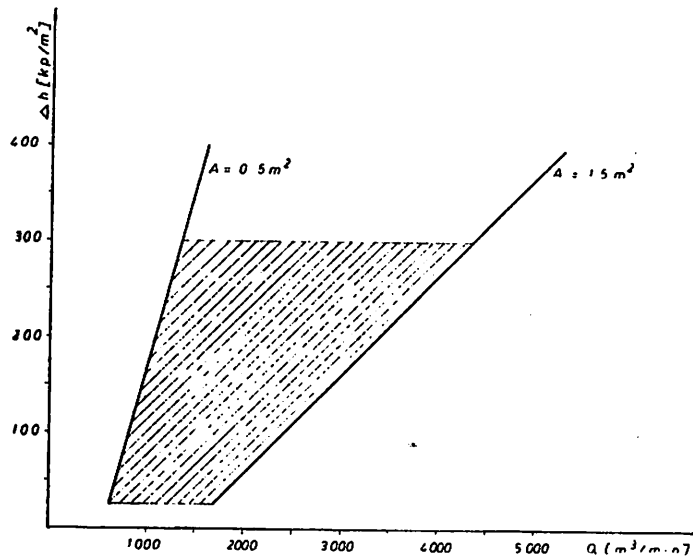
Prethodna analiza praktično pokazuje da se problem zaprašivosti u jamskim pogonima naših rudnika ne može rešiti isključivo primenom ventilacije. Do takvog iskustva se došlo i u drugim zemljama u čijim su rudnicima ekvivalentni otvori čak znatno povoljniji. Neophodno je, prema tome, paralelno sa ventilacijom primenjivati i druge vidove tehničke zaštite od prašine.

Rešenje se može sagledati kroz dve varijante.

Po jednoj varijanti moguće je ići na povećanje propusne sposobnosti, odnosno ekvivalentnog otvora jame. Pri tome se ne misli na efekte postignute najoptimalnijim razvođenjem vazdušne struje, već na izradu novih i proširenje postojećih ventilacionih prostorija. Na taj način bi se sa nepromenjenim pritiscima mogle ostvariti veće količine vazduha. Međutim, teško da bi ova varijanta mogla da nađe

ekvivalentni otvor jame, omogućuju postizanje objektivnih efektivnosti i ekonomičnosti provetravanja.

Po drugoj varijanti, jedino prihvatljivoj za rudnike u eksploataciji, potrebno je drugim pristupačnim i efikasnim elementima tehničke zaštite smanjiti izdvajanje lebdeće prašine, odnosno njeno postojanje u aerodisperznom sistemu. Na taj način bi se stvorili povoljni uslovi da se ventilacionim metodama nastavi i uspešno reši problem zapašenosti.



Sl. 3 — Oblast postojećih ekvivalentnih otvora kod većine rudnika metala i nemetala u SFRJ.

Fig. 3 — Area of existing equivalent openings in most of SFRY metal and non-metal mines.

objektivnu primenu u praksi postojećih rudnika jer bi zahtevala velika investiciona ulaganja. Ali se zato pojavljuje kao veoma aktuelna pri projektovanju i otvaranju novih rudnika ili novih revira i horizonata. Sasvim je izvodljivo i veoma nužno da se pri projektovanju tehnološkog procesa i dimenzionisanja profila prostorija uzimaju u obzir, pored parametara vezanih za postupak eksploatacije i jamskog transporta, i elementi koji će obezbediti propusnu sposobnost jame za postizanje optimalnih ventilacionih uslova.

Koordiniranje je neophodno izvršiti još u početnoj fazi razrade koncepcije tehnološkog procesa. Na taj način se izbegavaju posebni investicioni troškovi za izradu naknadnih objekata u isključivo ventilacione svrhe. Dovoljno velika propusna sposobnost, odnosno

U dosadašnjoj rudarskoj praksi postoji širok dijapazon pokušaja i definitivnih tehničkih rešenja za sprečavanje izdvajanja prašine. Svi se mogu podeliti u dve osnovne kategorije:

- suvi postupak i
- mokri postupak.

Prvi bazira na principu aspiracije pri čemu se izvor prašine prvo brižljivo oklopi i hermetizuje, a izdvojena prašina i vazduh posebnim aspiracionim sistemom odvede do prečištača (filtra) u kome se izvrši razdvajanje vazduha od prašine. Ovakvim uređajima moguće je postići visoke efekte. Međutim, oni su, po pravilu, znatno skupi i zahtevaju veoma brižljivo održavanje. Stalna kontrola i održavanje potrebni su zbog nedostatka, karakterističnog za

ovaj postupak otprašivanja gde se prašina ne obara na mestu nastajanja već samo izoluje od radne atmosfere i treba da prođe određeni put do filtra. To je sasvim dovoljno da lošija hermetizacija ili nedostatak u radu uređaja omogućuje izdvajanje prašine u radnu atmosferu i obrazovanje koncentracija znatno iznad dozvoljenih.

Otežavajuća okolnost za primenu su loši uslovi rada, skučen prostor i velika pokretljivost uređaja za dobijanje i transport mineralne supstance. Napred navedeni razlozi uticali su da ovaj postupak otprašivanja, i pored nesumnjivih kvaliteta i dobrih efekata, za sada još nije našao veću primenu pri neposrednom dobijanju mineralne sirovine. Međutim, široko je rasprostranjena njegova primena za otprašivanje velikih stacionarnih uređaja u jami kao što su drobilična postrojenja, a naročito kod uređaja (filtra) za prečišćavanje jamskog vazduha u vazdušnoj struji pri serijskom provetranju.

Mokri postupak je našao široku primenu u rudarstvu. Njegova je prednost u tome što se obaranje prašine ostvaruje neposredno na izvoru bez mogućnosti ponovnog vraćanja u radni prostor. Ta činjenica dozvoljava smanjenu opreznost u kontroli i održavanju. Nedostatak je manji efekat u poređenju sa suvim postupkom, jer se sitne frakcije veoma teško kvase vodom, a naročito čestice kvarca. Dodavanjem aktivatora povećava se sposobnost kvašenja vode. Mokri postupak daje zadovoljavajuće rezultate i njegovom primenom se izdvajanje prašine znatno umanjuje. Pri tome, izdaci za nabavku i montažu opreme nisu tako veliki. Oprema se priključuje na postojeću mrežu vode i komprimiranog vazduha. Otporna je na habanje i lako se može prilagoditi specifičnim jamskim uslovima. Pruža mogućnost za primenu automatskog rada bez velikih materijalnih ulaganja. Radnik, angažovan neposredno u tehnološkom procesu, može se odvojiti od funkcionisanja uređaja za otprašivanje. Razumljivo je, da se ovim ne isključuje potreba posebne službe za kontrolu i održavanje sistema za otprašivanje.

Dosadašnja iskustva su pokazala da se primenom mokrog postupka za sprečavanje izdvajanja i obaranja prašine može smanjiti prinos prašine do 60%.

Ako se vratimo, sada, na brojni primer iz prethodnog teksta i u formulu za proračun količine vazduha ubacimo koeficijent korekcije $K_k = (1 - 0,6)$ zbog smanjenog prinosa prašine dobiće se količina vazduha, potrebna za otprašivanje i provetranje rudnika datog u primeru.

$$Q = \frac{N}{n - n_0} \cdot k_g \cdot k_k = \frac{10.000}{2,0 - 0,2} \cdot 1,4 \cdot 0,4 = 3200 \text{ m}^3/\text{min}$$

Dobijena količina vazduha je realna za naše rudnike u eksploataciji sa pomenutom proizvodnjom.

U dijagramu na sl. 2 isprekidanom linijom prikazane su transformirane vrednosti intenziteta izdvajanja prašine izvršene koeficijentom korekcija k_k . Iz dijagrama se vidi da korigovanim intenzitetima izdvajanja, nastalim nakon primene elemenata otprašivanja, odgovaraju vrednosti ispod gornje granice realnih količina koja iznosi 4.000 m³/min. Te količine su u šrafiranom polju postojećih ekvivalentnih otvora na sl. 3, što znači da se nalaze u zoni realnih ventilacionih parametara jamskih ventilacionih sistema.

Uvođenjem većih količina vazduha i povećanjem brzina protoka u prostorijama nastaje intenzivnije sekundarno izdvajanje nataložene prašine. To je karakteristična pojava i zauzima značajno mesto u analizi problema zapašenosti i otprašivanja. I ona ima svoje teoretsko tumačenje. Na čestice prašine, koje se nalaze na zidovima prostorija ili oborenoj rudi, deluju aerodinamičke sile. Ako su one u ravnoteži sa fizičko-hemijskim ili molekularnim silama privlačenja, čestica prašine ostaje na površini na koju je pala. U protivnom, ona će se podići sa te površine. Aerodinamičke sile u konkretnom slučaju su molekularne sile, koje nastaju pri uzajamnom delovanju površine čestica prašine i molekula gasova od kojih se sastoji vazdušna struja.

Prema tome, hvatanje prašine na zidove jamske prostorije i njeno podizanje sa njih predstavljaju fizičko hemijski proces.

U nedostatku potpunijih ispitivanja veoma je teško naći uzajamno dejstvo između aerodinamičkih i molekularnih sila koje deluju na čestice prašine. Ništa lakše nije izvršiti definisanje zaključaka u pogledu količine sekundarno izdvojene prašine.

Pretpostavimo postojanje neke površine A na kojoj se zadržava prašina. Brzina vazdušne struje v preko te površine veća je od kritične brzine v_{kr} , pri kojoj još ne dolazi do dizanja prašine.

Za opšti slučaj može se dati sledeća hipoteza:

Količina prašine, koja će se pod uticajem vazdušne struje podići sa neke površine proporcionalna je veličini te površine S_k i razlici $v - v_{kr}$.

Na osnovu te hipoteze može se postaviti sledeća jednačina:

$$b = \beta \cdot S_k (v - v_{kr})$$

gde su:

- b — količina prašine podignuta vazdušnom strujom sa posmatrane površine
- β — eksperimentalna konstanta, koja zavisi od prečnika čestice prašine i mineraloškog sastava
- S_k — površina na kojoj se nalazi nataložena prašina (m^2).

Pošto se u ovom slučaju posmatra veoma sitna prašina (oko 80—90% od ukupne količine je manje od jednog mikrona) nesvrshodno je u formulu uvoditi i prečnik čestice.

U jamskim uslovima vazduh nikad nije sasvim čist, usled čega proces sekundarnog izdvajanja nastaje uvek pri delovanju zaprašenog vazduha na površine na kojima se nalazi nataložena prašina.

Prilikom podizanja prašine vazdušnom strujom koja sadrži sitniju ili krupniju prašinu, pored aerodinamičkih sila na nataloženu prašinu deluju inercione sile lebdeće prašine u vazdušnoj struji, usled čega dolazi do usitnjavanja.

Sekundarno izdvajanje prašine, koje nastaje na ovaj način tretira se kao zaseban slučaj. Može se pretpostaviti da je količina sekundarno izdvojene prašine proporcionalna veličini površine, razlici brzina vazdušne struje i kritične brzine, i koncentraciji lebdeće prašine u vazdušnoj struji.

gde je:

$$b_1 = \beta_1 \cdot S_k \cdot n_1 (v - v'_{kr})$$

- b_1 — količina prašine koja se izdvoji prilikom udara čestica prašine iz vazdušne struje o posmatranu površinu
- β_1 — eksperimentalna konstanta

n_1 — koncentracija prašine u vazdušnoj struji koja će, verovatno, udariti na površinu prostorije

v'_{kr} — kritična brzina krupnih čestica, pri kojoj još uvek ne dolazi do usitnjavanja čestica, pri njihovom udaru o posmatranu površinu.

Ukupna količina prašine koja će se sekundarno izdvojiti pod uticajem vazdušne struje dobija se po obrascu:

$$b_u = b + b_1 = \beta \cdot S_k (v - v_{kr}) + \beta_1 \cdot S_k \cdot n_1 (v - v'_{kr})$$

Ispitivanja sprovedena u podzemnim uslovima pokazala su da je sekundarno izdvajanje prašine pri običnim aerodinamičkim režimima u prvom redu posledica udara čestica, iz vazdušne struje, dok aerodinamičke sile vazduha imaju sekundarni značaj i čak se mogu zanemariti. U tom procesu ne uzima učešće sva prašina u vazduhu već samo najkrupnije i najteže frakcije, koje imaju najveću inerciju udara.

Tehnički elementj za sprečavanje sekundarnog izdvajanja nataložene prašine zauzimaju određeno mesto u kompleksnoj zaštiti od prašine. Efekti se postižu smanjenjem koncentracije u vazdušnoj struji i vezivanjem nataložene prašine za površine na kojima se nalazi. Ovo drugo se obično ostvaruje povremenim orošavanjem zidova prostorija i oborenog materijala ili premazivanjem specijalnim pastama.

Problem zaprašenosti postavlja se veoma ozbiljno, posebno u našim rudnicima ugroženim od silikoze. Njegovom rešavanju ne treba prići površno, već studiozno u okviru kolektivne i kompleksne zaštite. Problem se uspešno rešava, ali se zahteva posebna disciplina pri montaži i eksploataciji svakog sistema za otprašivanje.

SUMMARY

Importance of Complex Protection Application in Struggle Against Aggressive Action of Mineral Dust

V. Ivanović, min. eng. *)

The article discusses the problem of technical protection against aggressive mineral dust in underground exploitation of mineral ores in SFRY. An emphasis is laid upon the necessity of application of a complex protection, which should include a successive application of technical elements for the prevention of dust separation, its deposition in and carrying away by the air stream. A particular regard is given to the role of ventilation in underground mine dedusting. Ventilation cannot be the only protective measure against dust, but only one of the elements in a complex of applied technical measures. The introductory section treats some physical properties of the suspended dispersed fraction of aggressive dust, which are of importance for the selection and application of dedusting equipment in underground exploitation of mineral ores.

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

Literatura

- Dakov, V., 1966: Rasčēt obespilivajuščego provetrivanja gornyh vyrabotok. Izvestija vyssih učebnyh zavedenij. — Gornyj žurnal (1966) 5.
- Landwehr, M., 1966: Staubbekämpfung Verhüttung der Silikose. — Schlägel und Eisen (1966) 3.
- Lutorskij, S., Škuta, E., 1968: Soveršenstvovanie razrabotki i ventilaciji rudnikov, Moskva.
- Nedin, V. Nejkov, O., 1967: Sovremennije metody issledovanija pyli, Moskva.
- Schramm, G., 1965: Stand der Staubbekämpfung im Bergbau der DDR. — Bergakademie (1965) 8.
- Spurny, K. Jech, Č., 1961: Aerosoly, Praha.
- Voronin, V. N., 1953: Parametry ventilacionoj strui, harakterizujuščie efektivnos' vynosa pili iz gornyh vyrabotok, Moskva.
- Voronina, A. Bagrinovskij, V. Nikitin, 1962: Rasčēt rudničnoj ventilaciji, Moskva.
- Walton, W. H., 1966: The airborne dust problems in coal mines in Great Britain. — The Miner Engineer (1966) 11.
- Institut Maknii: Borba s pil'u v šahtah, Moskva, 1963.

Rešavanje problema dimenzionisanja raskršća u hodnicima u svetlu tehničko-sigurnosnih zahteva

(sa 8 slika)

Dr. ing. Petar Jovanović

Kroz izlaganja u ovom radu učinjen je pristup rešavanju problema dimenzionisanja raskršća u hodnicima kao objekata u celini, a dalje su dati elementi za konstruisanje, s tim što je sam problem metodološki tako postavljn, da se kroz izlaganja mogu pratiti svi potrebni parametri onako kako u čraži priroda proračuna. Kod određivanja pojedinih parametara strogo je vođeno računa da, sem uslova koji proizilaze iz geometrije raskršća, budu zadovoljeni i tehničko-sigurnosni zahtevi.

Uvod

Hodnici, kao osnovne transportne arterije u rudniku, zbog sve masovnije proizvodnje rude, postali su uska grla rudnika jer nisu u stanju da propuste povećane količine materijala. Ovaj njihov nedostatak naročito se zapaža pri transportu rude i materijala vagonetima, jer se za vuču kompozicija moraju upotrebiti lokomotive, koje radi obezbeđenja kapaciteta, moraju stalno da povećavaju brzine, što sa svoje strane zahteva stabilan kolosek i pravilno izvedene krivine i raskršća. Naši se rudnici (sem malog broja izuzetaka) još nisu suočili sa problemom propusne moći hodnika s obzirom na relativno nisku proizvodnju ili orijentaciju na tzv. kontinualan transport, te se taj problem još ne postavlja tako oštro i stalno biva potiskivan u drugi plan.

No bez obzira na, možda, trenutnu neaktuelnost ovog problema, onog trenutka kada se postavi, dimenzionisanje raskršća zahtevaće svoje rešenje, jer će, u protivnom, stabilnost transporta i njegova sigurnost doći u pitanje. Naime, da bi vožnja kompozicija vozova bila sigurna, zahtevi konstrukcije koloseka

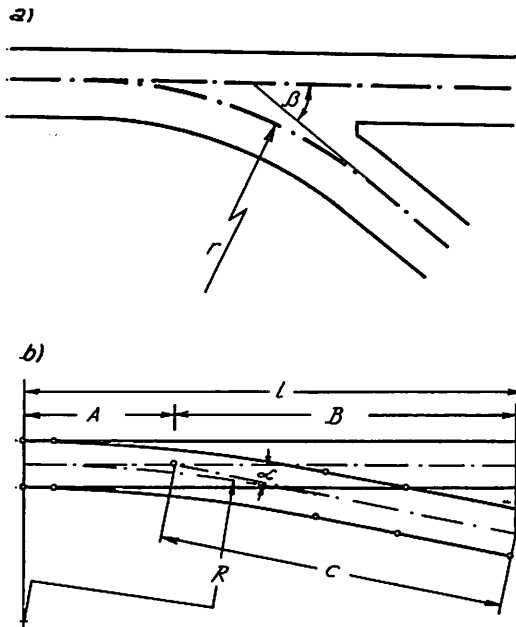
su veoma oštri i ukoliko samo raskršće nije dimenzionisano u skladu sa zahtevima koloseka i tehničko-sigurnosnim propisima u pogledu širina i visina prostorija u određenim presecima (v. Pravilnik o tehničkim merama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima), tada će vožnja biti nesigurna i veoma često dolaziće na ovakvim mestima do havarija. Polazeći sa ovih pozicija, smatrali smo da se ovo pitanje mora rešiti pa smo u ovom radu obradili jedno rešenje koje će, po našem mišljenju, sem teoretske vrednosti vezane za rešavanje jednog teoretskog problema, imati i praktičan značaj.

Definicija raskršća i osnovni elementi

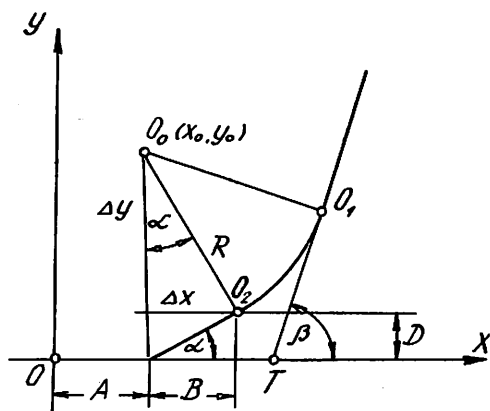
Mesto u hodniku u kome se razdvajaju dva ili više koloseka pod izvesnim uglom (β) naziva se raskršćem. Deo hodnika koji se odvaja od glavnog pravca neophodno je, zbog elemenata koloseka i kompozicije, izraditi u krivini. U cilju obezbeđenja što veće sigurnosti kretanja voza, deo koloseka, a samim tim i hodnika koji su izvedeni krivinom, moraju biti tako dimenzionisani i izrađeni da omoguće nesmetan

prolaz kompozicije jednom određenom brzinom. Sve ovo uslovljeno je još i uglom skretanja (β) i elementima i dimenzijama skretnice. Na slici 1a prikazana je šema jedne krivine sa oznakom osnovnih elemenata, a na slici 1b šema jedne skretnice sa osnovnim parametrima i oznakama.

Izrada ovakvih skretnica poverena je specijalizovanoj mašinskoj industriji, koja za određene širine koloseka i poluprečnike krivi-



Sl. 1 — Šematski prikaz raskršća (a) i skretnice (b) sa osnovnim elementima.
Fig. 1 — Schematic display of the crossing (a) and slippoint with basic elements



Sl. 2 — Šema uz proračun koordinata centra poluprečnika krivine.
Fig. 2 — Diagram for the calculation of coordinates of the curvature radius center

na izrađuje tipizirane kompletne skretnice, sa standardom utvrđenim elementima i dimenzijama. Tipovi i vrste skretnica za jamski kolosek, širine 600 mm, prema DIN-u, dati su u tabelici 1. Kasnije, u tekstu, mi ćemo se pozivati na oznake koje su date na slici 1b i koje su obuhvaćene tablicom 1.

Tablica 1

Pregled elemenata skretnice za širinu koloseka od 600 mm, prema DIN-u 20460, 20470 i 20450.

R, m	α	A, m	C, m	l, m
20	11°20'	1,980	2,560	6,520
30	9°30'	2,483	2,942	7,908
50	8°10'	3,553	2,668	9,774

Proračun elemenata krivine

Obično se kao problem pri proračunu elemenata krivine kod raskršća postavlja pitanje izvesnog broja veličina na osnovu kojih bi se kasnije, na terenu, krivina mogla što tačnije da izvede. Između ostalih, kao osnovne tačke izdvajaju se: položaji poluprečnika krivine (tačka O_0) i neke od prelomnih tačaka među kojima se ističu tačke na slici 2, označene kao tačke O_1 , O_2 i T.

Da bismo mogli da rešimo problem oko proračuna pojedinih veličina vezanih za dimenzionisanje krivine raskršća neophodno je da u tački O (na mestu gde se vezuje skretnica sa glavnim pravcem koloseka) postavimo koordinatni početak pravougaonog koordinatnog sistema (v. sliku 2). Ose ovog koordinatnog sistema tako ćemo orijentisati da se apsisa poklapa sa glavnim pravcem koloseka, a ordinata, prolazeći kroz tačku O, bude upravljena u onom pravcu u kome kolosek treba da skrene.

Koordinate centra poluprečnika krivine za osu koloseka

Ukoliko poznajemo osnovne elemente same skretnice (A, B, C i α), tada smo u mogućnosti da proračunamo željene koordinate traženog centra krivine na osnovu sledećeg (v. sliku 2):

$$\begin{aligned} x_0 &= A + B - \Delta x = A + B - R \cdot \sin \alpha = \\ &= A + C \cdot \cos \alpha - R \cdot \sin \alpha \end{aligned} \quad (1)$$

gde je:

$$\begin{aligned} \Delta x &= R \cdot \sin \alpha, \\ B &= C \cdot \cos \alpha, \\ Y_0 &= \Delta y + D = R \cdot \cos \alpha + C \sin \alpha, \end{aligned} \quad (2)$$

gde je:

$$\Delta y = R \cdot \cos \cdot \alpha$$

$$D = C \cdot \sin \alpha.$$

Koordinate prelomne tačke O₁ za osu koloseka

Tačka O₁ predstavlja tačku u kojoj se krivina završava, te ćemo joj koordinate u odnosu na koordinatni početak odrediti po obrascima (v. sliku 3).

$$x_1 = x_0 + b = A + B - R \cdot \sin \cdot \alpha + R \cdot \sin \beta = A + B - R (\sin \cdot \alpha - \sin \cdot \beta) \quad (3)$$

gde je:

$$b = R \cdot \sin \cdot \beta$$

$$y_1 = y_0 - a = D + R \cdot \cos \cdot \alpha - R \cdot \cos \cdot \beta = C \cdot \sin \cdot \alpha + R (\cos \cdot \alpha - \cos \cdot \beta) \quad (4)$$

gde je:

$$a = R \cdot \cos \cdot \beta.$$

Koordinate prelomne tačke O₂ za osu koloseka

Tačka O₂ predstavlja tačku u kojoj se osa krivine koloseka odvaja od skretnice i ista je data koordinatama (v. sliku 3)

$$x_2 = A + F = A + C \cdot \cos \cdot \alpha \quad (5)$$

$$y_2 = D \quad (6)$$

gde je:

$$F = C \cdot \cos \cdot \alpha$$

Položaj tačke T u odnosu na koordinatni početak

Tačka T predstavlja presečnu tačku hodnika koji se ukrštaju, i jedna je od veoma značajnih tačaka za pravilan položaj raskršća i vezu jednog pravca sa drugim. Zahvaljujući poznavanju položaja tačke T, u mogućnosti smo da pravilno odredimo tačan položaj raskršća. Položaj ove tačke lako će se odrediti ako se poznaje položaj tačke O₁ i ugao pod kojim se ose hodnika seku. Prema tome, obrasci za proučavanje položaja ove tačke mogu se napisati u obliku (v. sliku 3):

$$x_T = x_1 - b = x_1 - \frac{y_1}{\operatorname{tg} \cdot \beta} \quad (7)$$

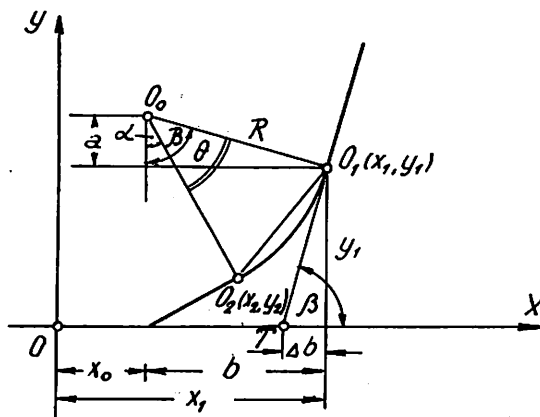
ilj posle zamene, koordinata x_T može se napisati i u obliku

$$x_T = A + B - R (\sin \cdot \alpha - \sin \cdot \beta) - \frac{1}{\operatorname{tg} \cdot \beta} [D + R (\cos \cdot \alpha - \cos \cdot \beta)]$$

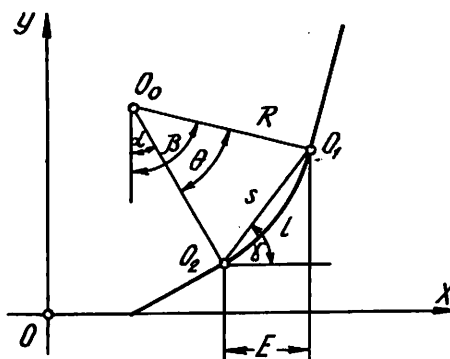
U razvijenom obliku ovaj obrazac će glasiti:

$$x_T = A + B - R (\sin \cdot \alpha - \sin \cdot \beta) - \frac{1}{\operatorname{tg} \cdot \beta} [D + R (\cos \cdot \alpha - \cos \cdot \beta)]. \quad (7a)$$

S obzirom da tačka T leži na apscisi, ordinata je jednaka nuli (y_T = 0).



Sl. 3 — Šema uz proračun prelomne tačke O₁
Fig. 3 — Graph to the calculation of departure point O₁



Sl. 4 — Šema uz proračun dužine luka nad centralnim uglom theta
Fig. 4 — Graph to the calculation of the length of declination arc above the central angle theta

Dužina luka »l« nad centralnim uglom theta

Luk »l« predstavlja stvarnu dužinu krivine na raskršću (v. sliku 4), pa je neophodno ovu i proračunati. Ako se poznaje poluprečnik kri-

vine R i centralni ugao Θ , tada je dužinu luka moguće proračunati po obrascu:

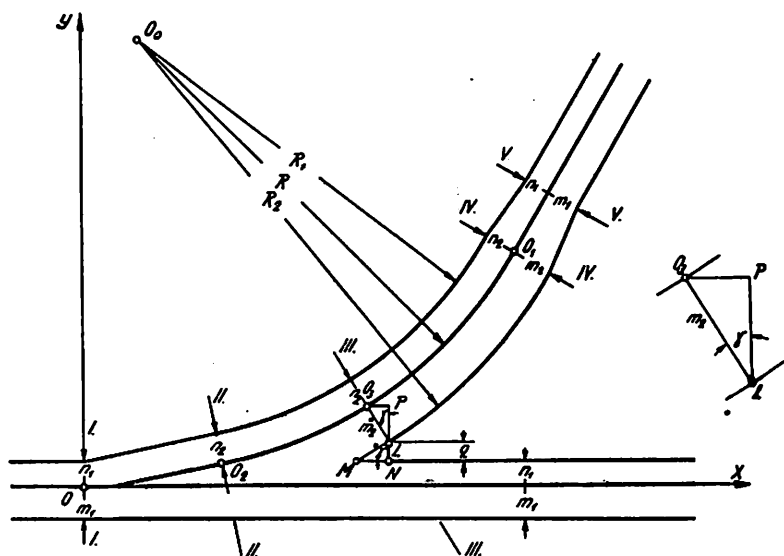
$$l = \frac{R \cdot \pi \cdot \Theta}{180} \approx 0,01745 \cdot R \cdot \Theta \quad (8)$$

gde je:

$$\Theta = \beta - \alpha.$$

Proračun elemenata bokova hodnika u krivini

Pri projektovanju i dimenzionisanju krivine raskršća mora se obratiti pažnja na nekoliko karakterističnih preseka, kako bi bokovi hodnika u svim tačkama bili dovoljno udaljeni od bočnih stranica transportnih sredstava, tj. ovo rastojanje potrebno je dovesti u sklad sa tehničko-sigurnosnim propisima.



Sl. 5 — Šema raskršća sa elementima u vezi proračuna.
Fig. 5 — Crossing draft with calculation elements

Ugao koji zaklapa tetiva »s« sa apscisom (γ)

Ugao koji zaklapa tetiva »s« sa apscisom, s obzirom da poznamo koordinate tačaka O_1 i O_2 , najjednostavnije je moguće proračunati pomoću jednačine prave kroz dve tačke, što dozvoljava da se napiše obrazac:

$$\operatorname{tg} \cdot \gamma = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \quad (9)$$

ili u razvijenom obliku

$$\operatorname{tg} \cdot \gamma = \frac{D + R (\cos \cdot \alpha - \cos \cdot \beta) - D}{A + B - R (\sin \alpha - \sin \beta) - A - C \cdot \cos \cdot \alpha} = \frac{R (\cos \cdot \alpha - \cos \cdot \beta)}{B + R (\sin \cdot \beta - \sin \cdot \alpha) - C \cdot \cos \cdot \alpha} \quad (9a)$$

Zaključno sa ovim imamo sve najvažnije elemente osovine koloseka raskršća, te nam još preostaje da odredimo i elemente hodnika u krivini.

Položaj tačaka L i N

Od pravilnog položaja tačaka L i N, koje predstavljaju liniju secišta bokova hodnika (v. sliku 5), zavisi da li će svi elementi raskršća biti dobro određeni. Položaj ovih tačaka se nalazi u tački M, međutim, to praktično nije slučaj, jer se deo masiva između hodnika (ovde se pod masivom podrazumeva i podgrada) nikada ne završava tačkom, već ima neku dimenziju »q«, koja ne može biti manja od 0,5 m, tako da se ovaj završetak prikazuje jednom duži ograničenom tačkama L i N. S obzirom da su za konstrukciju raskršća ove dve tačke od značaja, to je i neophodno odrediti njihov tačan položaj.

Položaj tačke L i N najlakše će se odrediti pomoću koordinata tačke M, čiji položaj odgovara presečnoj tački između kruga poluprečnika $(R + m_2)$ i prave koja je predstavljena bokom hodnika paralelnim osi X, sa ordinatom n_1 (v. sliku 5), i čije jednačine su date u obliku:

— za krug

$$(x_M - x_0)^2 + (y_M - y_0)^2 = (R + m_2)^2; \quad (a)$$

— za pravu

$$y_M = n_1 \quad (b)$$

Rešavajući ove dve jednačine po x_M dobiće se koordinata tačke M, koja se može napisati u obliku

$$x_M = \sqrt{(R + m_2)^2 - (n_1 - y_0)^2} + x_0 \quad (10)$$

Pošto tačka M leži na pravoj $y_M = n_1$, to ista ima ordinatu n_1 .

Obrazac za proračun apscise tačke M (obrazac 10) moguće je napisati i u razvijenom obliku, pa se dobija izraz

$$x_M = \sqrt{(R + m_2)^2 - (n_1 - R \cdot \cos \alpha + C \cdot \sin \alpha)^2} + A + B - R \cdot \sin \alpha. \quad (10a)$$

Na isti način kao i za tačku M u mogućnosti smo da odredimo položaj tačke L. Tako za ovaj slučaj možemo napisati jednačinu kruga koji prolazi kroz tačku L u obliku

$$(x_L - x_0)^2 + (y_L - y_0)^2 = (R + m_2)^2 \quad (c)$$

dok za pravu, koja takođe prolazi kroz tačku L, jednačina glasi

$$y_L = n_1 + q \quad (d)$$

jer je ordinata ove prave, u odnosu na ordinatu tačke M, pomerena za veličinu q . Rešavajući ove dve jednačine po x_L , dobićemo obrazac

$$x_L = \sqrt{(R + m_2)^2 - (n_1 + q - y_0)^2} + x_0 \quad (11)$$

ili u razvijenom obliku

$$x_L = \sqrt{(R + m_2)^2 - (n_1 + q - R \cdot \cos \alpha - C \cdot \sin \alpha)^2} + A + B - R \cdot \sin \alpha. \quad (11a)$$

Poznavanje koordinata tačaka M i L omogućuje da se lako odredi i položaj tačke N, tako da se obrasci za koordinate ove tačke mogu napisati u obliku (v. sliku 5)

$$x_N = x_L = \sqrt{(R + m_2)^2 - (n_1 + q - y_0)^2} + x_0 \quad (12)$$

$$y_N = y_L - q = n_1 \quad (13)$$

Položaj tačke O_3

Za samu konstrukciju raskršća poznavanje položaja tačke O_3 nije presudno, ali kada je u pitanju izvođenje objekta, tada je poznavanje položaja ove tačke veoma značajno. Ovo je i razlog što se tačan položaj i ove tačke mora unapred odrediti. Sve ostale tačke na osi kolo-seka, između tačaka O_1 i O_2 , mogu se naknadno odrediti posredstvom već usvojenih meračkih metoda.

Položaj tačke O_3 odredićemo posredno, i to na taj način što će se prvo odrediti ugao δ koji zaklapa prava koja prolazi kroz tačke N i L sa apscisnom osom. Pri daljoj analizi usvojimo da je dobivena vrednost ugla vrednost ugla koji zaklapaju prave ML i MN u tački M. Ovu aproksimaciju ugla možemo prihvatiti, s obzirom da obe tačke (M i L) leže na istom krugu i da se nalaze dovoljno blizu jedna drugoj, tako da je greška koju činimo zanemariva. Veličina ovog ugla odrediće se po obrascu:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{y_L - y_M}{x_L - x_M}. \quad (14)$$

Dakle, poznavajući vrednost ugla δ , iz trougla O_3PL (v. detalj na slici 5) vidi se da je

$$x_3 = x_L - O_3P = x_L - m_2 \cdot \sin \delta \quad (15)$$

$$y_3 = y_L + PL = y_L + m_2 \cdot \cos \delta \quad (16)$$

što se u razvijenom obliku može napisati kao

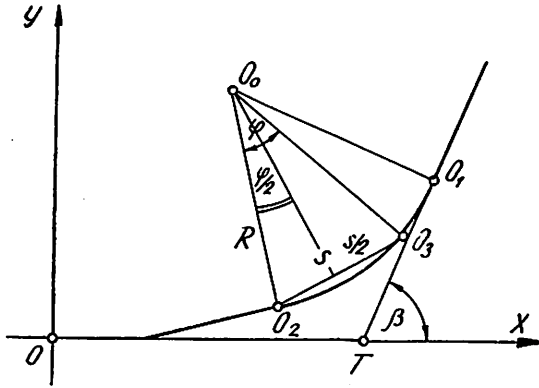
$$x_3 = \sqrt{(R + m_2)^2 - (n_1 + q - y_0)^2} + x_0 - m_2 \cdot \sin \delta \quad (15a)$$

$$y_3 = n_1 + q + m_2 \cdot \cos \delta \quad (16a)$$

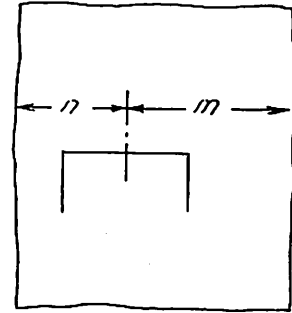
Dužina luka između tačaka O_2 i O_3

Kod izvođenja krivine rastojanje tačke O_3 od tačke O_2 je od posebnog značaja, jer je prilikom izvođenja objekta neophodno što tačnije utvrditi položaj ovih tačaka, a to se najjednostavnije postiže ako se poznaje njihovo lučno rastojanje. Ovo je i razlog što se kod dimenzionisanja krivine raskršća neophodno treba da proračuna i ova veličina.

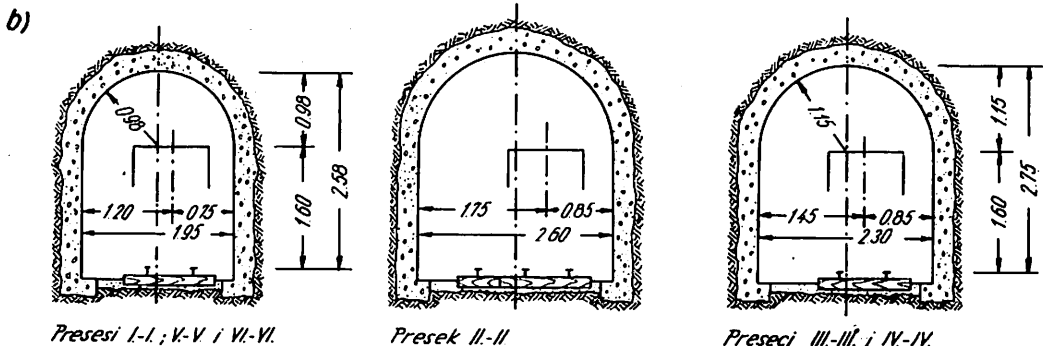
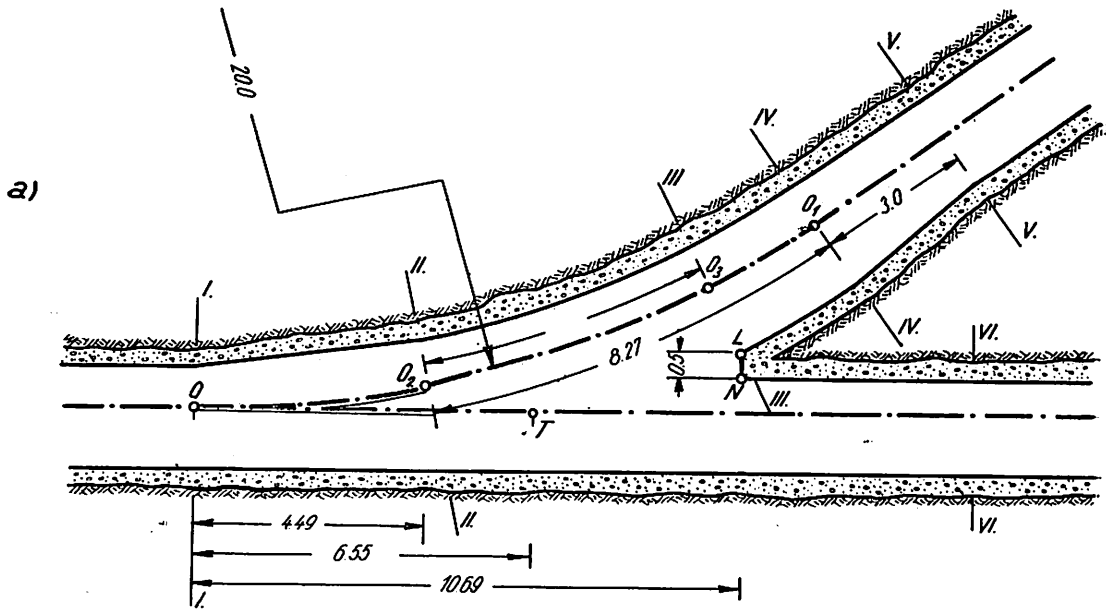
Rastojanje O_2O_3 moguće je odrediti, ako se poznaje položaj ovih tačaka u pravougaonom koordinatnom sistemu (v. sliku 6), preko tetive »s« i ugla φ . Veličinu tetive proračunaćemo po obrascu



Sl. 6 — Sema uz proračun dužine luka između tačaka O_2 i O_3
 Fig. 6 — Graph to the calculation of length of the arc between points O_2 and O_3



Sl. 7 — Sema poprečnog preseka hodnika sa položajem oznaka »m« i »n«
 Fig. 7 — Draft of the corridor cross-section with the position of signs »m« and »n«



Sl. 8 — Primer konstrukcije raskršća na osnovu izloženih principa a — osnova raskršća; b — karakteristični poprečni preseci
 Fig. 8 — Example of crossing construction on the base of outlined principles; a — crossing lay-out; b — characteristic cross-sections

$$s = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2} \quad (17)$$

a ugao φ po obrascu

$$\operatorname{tg} \varphi/2 = \frac{s/2}{R} = \frac{\sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2}}{2 \cdot R} \quad (18)$$

Ako poznajemo veličine »s« i φ , tada ćemo dužinu luka iznad centralnog ugla, u našem slučaju ugla φ , proračunati po poznatom obrascu

$$l_{0,2} = 0,01745 \cdot R \cdot \varphi \quad (19)$$

Za raskršće karakteristična mesta prikazana su na slici 5 profilnim linijama od I—I do V—V. Na ovim mestima rastojanja od ose koloseka do bokova hodnika »m« i »n« moraju odgovarati zahtevima sigurnosno-tehničkih propisa, kako u pogledu širine za hodnike u pravcu, tako isto i za hodnike izrađene u krivini. Na slici 7 prikazan je jedan profil hodnika i na njemu označene osnovne oznake koje su korišćene pri ovoj analizi.

Suženje hodnika između profila IV—IV i V—V, neophodno da se pređe sa proširenog profila u krivini na normalan profil u pravcu, ne bi trebalo da bude kraće od 3,0 metara.

Primer konstrukcije raskršća kod ukrštanja dva jednokolosečna hodnika prikazan je na slici 8.

Zaključak

Izvođenje krivina na raskršćima hodnika iziskuje posebnu pažnju, s obzirom na zahteve u pogledu kvaliteta izrade ovakvih objekata. Kako u našoj zemlji ova problematika nije metodološki razrađivana niti su data bilo kakva systemska rešenja, to smo se mi u ovom radu osvrnuli na način rešavanja problema dimenzionisanja raskršća, na uslove koje mora jedan ovakav objekat da zadovolji i pokazali kako se dolazi do pojedinih konstruktivnih elemenata.

Projektuje li se neko raskršće na način kako smo to mi predložili, tada se veoma jednostavno mogu odrediti potrebne dimenzije podgradnih elemenata u svim željenim procesima, što ne samo olakšava posao oko konstrukcije i izrade objekta, već obezbeđuje i njegovo pravilno izvođenje.

U ovom radu razmatran je slučaj jednog raskršća kao složenijeg objekta izrađenog u krivini, što ne znači da se korišćenjem izložene metodologije ne mogu rešavati i oni slučajevi koji su jednostavniji, kao što su, na primer, krivine u hodnicima.

SUMMARY

Dimensioning of Roadway Junctions with Regard to Technical and Safety in Mines Requirements

Dr P. Jovanović, min. eng.*)

Adequate dimensioning of underground openings in mines, especially those which are of major importance with regard to safety and economic exploitation of a deposit, is a problem requiring due attention. In this article a mine opening is considered namely a roadway junction with corresponding data and a dimensioning methodology is proposed in the light of technical and safety in mines requirements. The procedure is illustrated in the case of a roadway junction (fig. 3) with data in question.

Literatura

1. Kapustin, N. G. i dr., 1964: Osnovy proektirovanija šaht, »Nedra«.
2. Privalov, I. I., 1966: Analitičeskaja geometrija, »Nauka«.
3. Bronštejn, I. N. i dr., 1964: Spravočnik po matematike, »Nauka«.
4. Zbirka propisa iz oblasti rudarstva, III izmenjeno i dopunjeno izdanje, Sl. list SFRJ, 1967.
5. Jovanović, P., 1963: Zadaci iz izrade rudničkih prostorija, I deo — Hodnici, interna skripta, Beograd.
6. Jovanović, P.: Zadaci sa rešenjima iz rudarskih radova i izrade rudničkih prostorija. Materijal u rukopisu.

*) Dr ing. Petar Jovanović, docent Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

Kabelska elektroenergetska mreža za podzemne rudnike sa osvrtom na postojeće propise i raspoložive kabele

(sa 6 slika)

Dipl. ing. Nenađ Marinović

Uvod

Suglasno tč. 4.11.5. Propisa za električna postrojenja u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom,*) određeni su kabele za upotrebu u rudničkim jamama. Opisani su kabele prema tipnoj oznaci i sa kratkim opisom konstrukcije. Istom odredbom vezujući se na tč. 4.11.1.2. citiranih propisa ostavljena je mogućnost primjene i drugih kabela, odnosno dozvoljeno je odstupanje uz uvjet da se upotrijebi ekvivalentni kabele. Iako su dozvoljeni i kabele sa olovno papirnom izolacijom u praksi se kod naših postrojenja nigdje više ne primjenjuju, jer su se pokazali mnogo pogodniji i pouzdaniji kabele sa izolacijom:

PVC

prirodna guma
sintetska guma.

Dozvoljena je i izolacija PET, ali se u praksi ne primjenjuje, iako nema tehničkih razlo-

ga da se ne bi mogla upotrebljavati. U zadnje vrijeme sve više se primjenjuje sintetska guma, jer se kabele sa sintetskom gumom mogu više strujno opteretiti, odnosno dozvoljeno je veće zagrijavanje.

Prema svemu izgleda da će u tom pogledu ostati u perspektivi samo dvije izolacije vodiča i kabela i to:

PVC — kod armiranih kabela za stalno polaganje

Sintetska guma — kod gibljivih kabela za povremeno polaganje i prenosna pogonska sredstva.

Kabele normalne konstrukcije za upotrebu u rudnicima

Suglasno prilikama rada u rudnicima, za primjenu u rudničkoj mreži dolaze u obzir izvan pogonskih prostorija samo za stalno polaganje kabele prikazani u tablici 1.

Tablica 1

Redni broj	Opis konstrukcije	Oznake po JUS-u	Radni napon do V	Područje primene
2.	Armirani kabele sa izolacijom od PVC ili PET i plaštom od PVC, prema JUS N. C5.220. Boja plašta žuta.		1.000	U svim jamskim prostorijama, osim na otkopima.
2.1.	Armatura od pocinkovane čelične trake.	PP 41 EP 41		Za horizontalno polaganje.
2.2.	Armatura od pocinkovanih pljosnatih čeličnih žica i zavojnica od čelične trake ispod PVC-plašta.	PP 45 EP 45		Za horizontalno i vertikalno polaganje.
2.3.	Kao pored 2.1. samo sa armaturom od pocinkovanih čeličnih žica i zavojnica od čelične trake.	PP 44		Kao pod 2.2. samo za veće visinske razlike.

(*) Propisi su objavljeni u dodatku Sl. lista SFRJ br. 10/62 i dopune u Sl. listu SFRJ br. 9/64 i br. 16/67 i ispravke u br. 23/67.

Redni broj	Opis konstrukcije	Oznake po JUS-u	Radni napon do V	Područje primene
3.	Armirani kabeli sa izolacijom od polivinila i olovnim plaštom.		1.000	U svim jamskim prostorijama, osim na otkopima. Posebno otporni protiv hemijskog utjecaja.
3.1.	Armatura od čelične pocinkovane trake i plaštom od PVC. Boja plašta žuta.	PO 14		Za horizontalna polaganja.
3.2.	Armatura od pljosnate pocinkovane čelične žice i zavojnice od čelične trake sa plaštom od PVC. Boja plašta žuta.	PO 45		Za horizontalno i vertikalno polaganje.
3.3.	Armatura od okrugle pocinkovane čelične žice i zavojnice od čelične trake sa plaštom od PVC. Boja plašta žuta.	PO 44		Kao pod 3.2. samo za veće visinske razlike.
4.	Visokonaponski armirani kabeli, sa impregniranom papirnom izolacijom i olovnim plaštom.		10.000, a u metanskim jamama 6.000	U svim podzemnim prostorijama, osim na otkopima i pripadnim komunikacijama. Za horizontalno polaganje.
4.1.	Armatura od pocinkovane čelične trake.	IPO 10		
4.2.	Armatura od pljosnate pocinkovane čelične žice i zavojnice od čelične trake.	IPO 31		
4.3.	Armatura od okrugle čelične žice i zavojnice od čelične trake.	IPO 21		
5.	Visokonaponski armirani kabeli, sa naročito impregniranom papirnom izolacijom i olovnim plaštom.		10.000, a u metanskim jamama 6.000	U svim podzemnim prostorijama osim na otkopima i pripadajućim neposrednim komunikacijama.
5.1.	Armature od pljosnate pocinkovane žice i zavojnice od čelične trake.	NPO 31		Za horizontalno i vertikalno polaganje.
5.2.	Kao 5.1. samo sa spoljnim plaštom od PVC.	NPO 35		Isto kao 5.1.
5.3.	Armatura od okrugle pocinkovane žice i zavojnice od čelične trake.	NPO 21		Isto kao 5.1., samo za veće visinske razlike.
5.4.	Kao 5.3. samo sa spoljnim plaštom od PVC.	NPO 25		Isto kao 5.3.

Redni broj	Opis konstrukcije	Oznake po JUS-u	Radni napon do V	Područje primene
6.	Visokonaponski armirani kabeli sa izolacijom od PVC ili PET i plaštom od PVC prema JUS N. C5.220. Boja plašta crvena.		10.000, a u metalnim jamama 6.000	U svim podzemnim prostorijama, osim na otkopima
6.1.	Armatura od pljosnatih pocinkovanih žica i zavojnica od čelične trake ispod PVC plašta.	PP 45 EP 45		Za horizontalno i vertikalno polaganje.
6.2.	Kao 6.1. ali sa armaturom od okruglih pocinkovanih žica i zavojnicom od čelične trake.	PP 44 EP 44		Kao 6.1. samo za veće visinske razlike.

Od svih navedenih kabela praksa je pokazala da su za rudničke prilike najprikladniji armirani kabeli sa PVC izolacijom i plaštom sa:

a) armaturom od pocinkovane čelične trake	za horizontalno polaganje
b) armaturom od pocinkovanih pljosnatih čeličnih žica i protuzavojnicom od čelične trake ispod PVC plašta	za horizontalno i vertikalno polaganje
c) isto kao b) samo sa armaturom od okruglih žica	za vertikalno polaganje

Ova je praksa potpuno u suglasnosti sa citiranim propisima kod kabela radnog napona do 1000 V, ali nije u potpunosti u skladu sa kablama do 6 i 10 kV, jer je kao što vidimo iz tablice u grupi 6 izostavljen kabel PP 41. Ako imamo pod 4.1. dozvoljen kabel sa takvom armaturom kao IPO 10 za 6 i 10 kV, možemo doći do zaključka da nema prepreka da se i kabel PP 41 koristi za napone do 6 i 10 kV. Točno je da kabel IPO 31 ima i olovni plašt, međutim on je neophodan kod uljno-papirne izolacije, dok kod PVC izolacije i PVC plašta olovni plašt postaje nepotreban. U samom početku primjene PVC primjenjivao se i olovni plašt zbog početnog nepovjerenja, dok je PVC ubrzo opravdao svoje kvalitete i pokazao da mu olovni plašt nije uopće potreban. Iz tog proizlazi da bi kod prve slijedeće korekcije propisa trebalo i kabel PP 41 dodati u grupi 6 dozvoljenih kabela i za napone do 6 i 10 kV.

Međutim, to ne znači da se i danas PP 41 kabeli ne smiju upotrebljavati za napone do 6 i 10 kV, jer ih treba u potpunosti smatrati ekvivalentnim kablom IPO 10 te prema tč.

4.11.1.2. kao što je u uvodu rečeno, smatrati dozvoljenim. Svi ovi armirani kabeli namjenjeni za stalno polaganje podešeni su za rudničke prostore ako nisu velikih presjeka i ako ih ne treba često premještati. Čvrsta armatura ih štiti od vanjskog oštećenja i već po tim osobinama pokazuju se podesni kao visokonaponski kabeli koji nisu podložni trajnoj promjeni mjesta. Jedino ako napojno mjesto često mijenja lokaciju npr. sa napredovanjem radilišta. onda se praktično ne da zamisliti primjena takovih kabela niti to propisi dozvoljavaju. Primjenom u praksi pokazalo se da se općenito armirani kabeli uglavnom ograničavaju na visokonaponsku više manje stalno položenu mrežu i na stalno položenu niskonaponsku mrežu, za koju se relativno veoma rijetko ukazuje potreba (premještanja, navozište, odvodnjavanje, ventilacija, glavni transport itd.). Svi ostali kabeli u reviru treba da budu gibljivi te kao takovi spadaju u grupu rudničkih kabela. Na kraju treba istaknuti da svi kabeli u rudnicima moraju biti:

- za napone do 1000 V žute boje
- za napone do 6 ili 10 kV crvene boje.

Rudnički kabeli

Ovi su kabeli specijalno namijenjeni za upotrebu u rudnicima, odnosno tamo gdje je veoma teško polagati armirane kabele i gdje se povremeno mijenja lokacija potrošača i razvoda, odnosno električnih uređaja. Međutim, iako su ovi kabeli posebne gibljive izvedbe i naročito otporne konstrukcije nisu dozvoljeni za povezivanje prenosnih pogonskih sredstava, odnosno za potrošače koji se za vrijeme pogona pomiču. Ovi kabeli su izvedeni sa izolacijom vodiča i unutrašnjim plaštem od gume ili sintetske gume i mehanički otpornim i teško zapaljivim spoljnim plaštem od neoprena.

Suglasno postojećim propisima dvije vrste kabela su dozvoljene za napon do 1000 V i to: GN 50 sa izolacijom od gume

BN 50 sa izolacijom od sintetske gume.

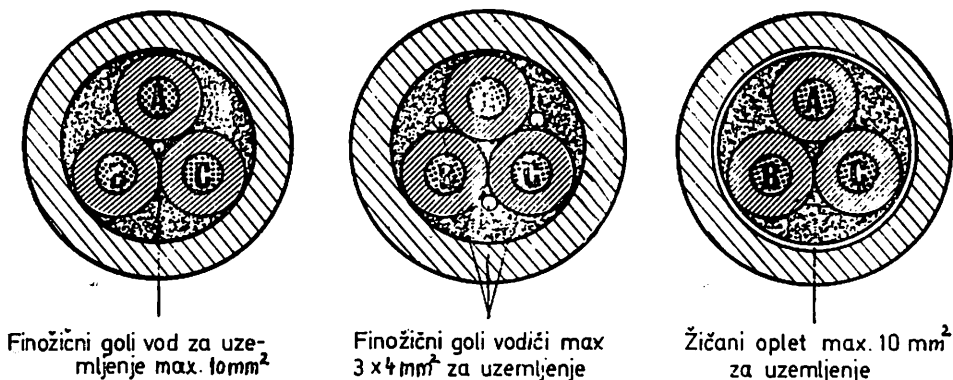
Ovima je dodana jedna mehanička otpornija izvedba GN 51 ili BN 51 sa dodatnim središtem od gume što ove kabele čini još gibljivijim. Međutim, prednosti kabela 51 prema izvedbi 50 nisu izrazite tako da u praksi normalno nailazimo samo na izvedbu 50, jer se ona normalno proizvodi i nalazi na tržištu.

predstavljajući stalnu opasnost kako od dodira tako i od eventualne eksplozije. Iz navedenih razloga tehnički propisi u tč. 4.10. za prenosna pogonska sredstva na radilištima traže primjenu dodatnih zaštitnih mjera i rudničkih kabela specijalne konstrukcije.

Međutim, ipak je potrebno ukazati na jednu olakšicu, koju naši propisi daju proizvođačima i korisnicima rudničkih gibljivih kabela, a koja se do danas ne koristi dovoljno.

Kod primjene izoliranog sistema mreže ranije je bilo zahtjevano da se upotrebljavaju samo 4-žilni kabeli kod kojih je četvrta žila za uzemljenje trebalo da ima najmanje polovinu presjeka od glavnih vodiča faza, ali ne manji od faznog za presjeke manje od 10 mm² za bakar i 16 mm² za aluminiј.

Kako kod izoliranog sistema otpor uzemljenja ne mora biti veoma malen, to otpor voda za uzemljenje praktički nikad ne dolazi u pitanje, te se vod za uzemljenje može smanjiti na granicu dovoljne mehaničke čvrstoće. Tako, prema današnjim propisima, vod za uzemljenje treba biti jednak faznim vodičima do 10 mm², a za veće presjeke treba biti najmanje 10 mm², i nije potrebno da bude izoliran.



Sl. 1 — Tipovi konstrukcija rudničkih kabela.

Fig. 1 — Types of mine cable designs

U ovu grupu spadaju i kabeli za bušilice koji su izvedeni sa manjim korakom i dodan je tekstilni oplet preko unutarnjeg plašta što ih čini još gibljivijim i mehanički otpornim.

Kod ove grupe kabela upravo najviše dolazi do izražaja specifičnost rudničkih prilika i gdje je na uštrb mehaničke otpornosti (otpala je armatura) došla do izražaja funkcionalnost kabela. Upravo takvi gibljivi kabeli u veoma teškim prilikama upotrebe pokazuju nam da je taj dio rudničke električne mreže i najslabije mjesto elektrifikacije rudnika,

Iz ovoga bi ipak kablovska industrija mogla dati na tržište jednu ekonomičniju izvedbu, gdje bi vod za uzemljenje mogla izvesti na jedan svrsishodniji način od klasičnog četvorožilnog kabela, u kojem iz konstruktivnih razloga mora vod za uzemljenje imati isti presjek kao i fazni vodiči, kao npr. što prikazujemo na slici 1 tri moguće konstrukcije.

Sa stanovišta propisa i sigurnosti ovakvi bi kabeli bili sigurno prihvatljivi, jedino bi tehnolozi trebalo da ocjene da li bi uštedom

na bakru mogli postići neku prednost s obzirom na tehnologiju proizvodnje. U svakom slučaju, za današnju konstrukciju 4-žilnih kabela moramo istaći da je tehnički veoma neprikladna za uzemljenje i pomalo tehnički nelogična, da npr. kroz vodič presjeka 50 mm² puštamo da prolazi u najnepovoljnijem slučaju maksimalno do 300 mA, a često i mnogo manja struja pogreške u izoliranim sistemima mreža.

Specijalni rudnički kabeli

U ovu grupu spadaju kabeli naročite konstrukcije kod kojih prilikom vanjskog oštećenja postoji vjerojatnost uzemljenja pomoćnog kontrolnog vodiča, prije nego li dođe do zemljospoja ili kratkog spoja. To ne znači da će i kod brzog prodora stranog tijela ovakva zaštita onemogućiti kratki spoj, jer tako brzih isklopnih elemenata nemamo na raspolaganju, ali kod cijelog niza oštećenja kabela, do kojih dolazi postepeno, može se spriječiti daljnje oštećenje koje može prouzrokovati grešku u mreži.

Suglasno postojećim propisima dozvoljeni su slijedeći specijalni kabeli koji se mogu upo-

trebljavati na svim mjestima u rudnicima uz odgovarajuće kontrolne uređaje koji ih dopunjuju.

Od navedenih konstrukcija prikazujemo na sl. 2 kabel GN 60, odnosno BN 60, kod kojeg imamo kontrolni i zaštitni vod u središtu. Osnova ove konstrukcije sastoji se u tome da kod bilo kakvog jačeg maltretiranja kabela, npr. natezanja, sagibanja i slično dođe do pucanja žica u središtu, a time i do prekida kontrolnog strujnog kruga. Iako se ova konstrukcija pokazala u praksi kao veoma dobra, ipak ne pruža nikakve prednosti kod prodora stranih tijela u kabel, jer prije dođe do greške u mreži nego do oštećenja kontrolnog strujnog kruga.

Jezgra i unutrašnji plašt od poluprovodljive gume u svakom slučaju povećavaju vjerojatnost oštećenja kontrolnog strujnog kruga ili zemljospoja prije nego dođe do kratkog spoja.

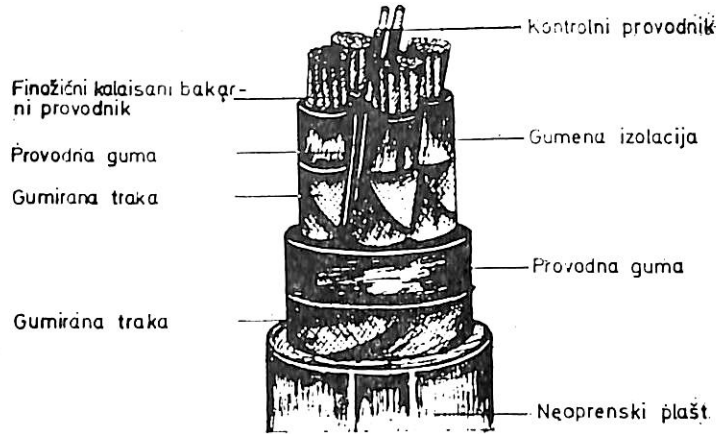
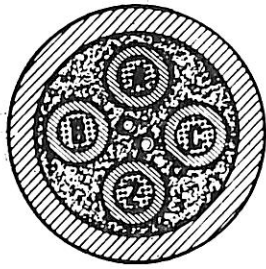
Jedna ranija konstrukcija kabela GN 62, prikazana na slici 3, imala je 4 parice smještene ispod unutarnjeg plašta između faznih vodiča i zaštitnog voda. Od ovih parica jedna žila je u poluprovodljivoj gumi, a druga izolirana. Vodiči u poluprovodljivoj gumi sa jezgrom i unutarnjim plaštom čine kontrolni

Tablica 2

Redni broj	Opis konstrukcije	Oznake po JUS-u	Radni napon do V
14.	Rudnički kabeli sa mehanički otpornim i teško zapaljivim plaštom od neoprena, koji svojom konstrukcijom moraju odgovarati odredbi 4.10.2 ovih propisa*)		1000
14.1.	Kabeli sa izolacijom od gume, unutrašnjim plaštom i središtem od provodljive gume i ugrađenim kontrolnim i zaštitnim žilama u središtu	GN 60	
14.2.	Kabeli sa izolacijom i unutrašnjim plaštom od gume, sa ugrađenim komandnim žilama, sa koncentrično smještenom zaštitom i kontrolom vodova preko unutrašnjeg plašta i sa spoljnim plaštom od neoprena	GN 66 BN 66	
14.3.	Pojačani rudnički kabel, sa izolacijom od gume, slojem provodljive gume oko svake žile, ugrađenim kontrolnim, zaštitnim i upravljajućim provodnicima ispod pojačanog vanjskog plašta	GN 76 BN 76	
16.	Visokonaponski rudnički kabeli, sa mehaničkim otpornim i teško zapaljivim plaštom od neoprena, koji svojom konstrukcijom moraju odgovarati zahtjevima odredbe 4.10.2. ovih propisa*)		
16.1.	Visokonaponski kabeli, sa izolacijom i unutrašnjim plaštom od gume, sa koncentrično smještenim zaštitnim i kontrolnim vodom preko unutrašnjeg plašta i sa spoljnim teško zapaljivim plaštom od neoprena	GN 64	6000

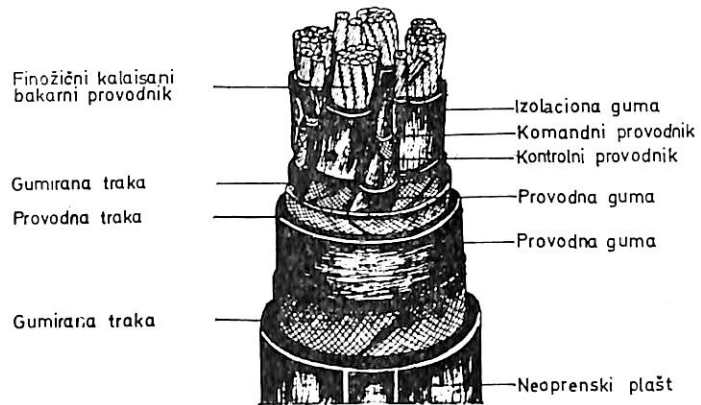
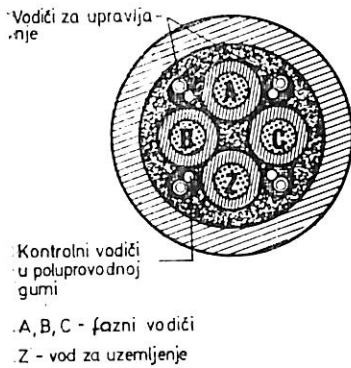
*) Propisi za električna postrojenja u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, objavljeni u dodatku Sl. lista FNRJ br. 10/62, a njihove izmjene i dopune u Sl. listu SFRJ br. 9/64 i 16/67 (ispravka u br. 23/67).

GN 60 1000 V



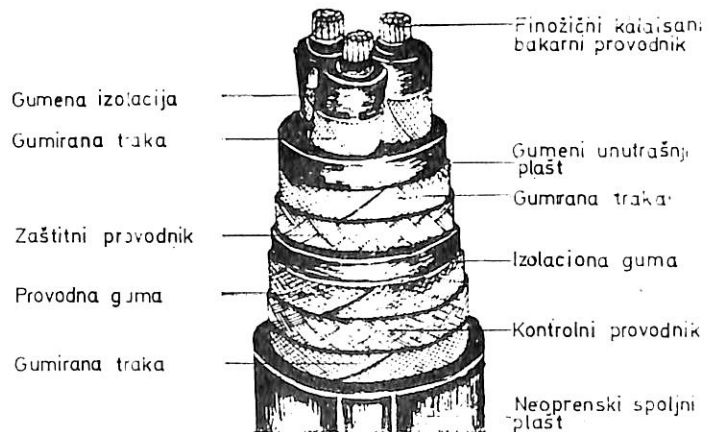
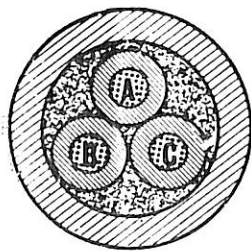
Sl. 2 — Sema rasporeda vodiča i izgleda kabela GN 60.
Fig. 2 — Scheme of conductors arrangement and appearance of cable GN 60.

GN 62 1000 V



Sl. 3 — Sema rasporeda vodiča i izgleda kabela GN 62.
Fig. 3 — Scheme of conductors arrangement and appearance of cable GN 62.

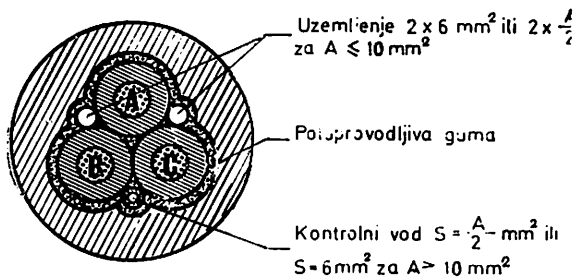
GN 64 6000 V



Sl. 4 — Sema rasporeda vodiča i izgleda visokonaponskog kabela GN 64.
Fig. 4 — Scheme of conductors arrangement and appearance of high-tension cable GN 64

vod, a ostali vodiči su namjenjeni daljinskom upravljanju. Međutim, ovaj se kabel pokazao u praksi kao preosjetljiv, jer i kod manjih sagibanja bez oštećenja je dolazilo do preki-da okolnih parica i do smetnje u pogonu. Upravo radi toga je u propisima brisan i zamjenjen mnogo pogodnijom konstrukcijom GN 66, odnosno BN 66. Ova konstrukcija je veoma slična konstrukciji visokonaponskog kabela GN 64, odnosno BN 64 koja je prikazana na slici 4.

Naime, kod ovih kabela su i zaštitni i kontrolni vod smješteni koncentrično iznad unutarnjeg plašta, tako da kod svakog vanjskog oštećenja i prodora stranog tijela prije mora doći do spoja kontrolnog i zaštitnog voda, nego bi strano tijelo prodrlo do faznih vodiča. Prema tome je mnogo veća vjerojatnost povrede kontrolnog strujnog kruga od greške u mreži. Ovaj način omogućava izvedbu sa manjim presjekom zaštitnog voda npr. i 10 mm^2 , jer je izvedba u obliku opleta i neovisan je o presjeku faznih vodova. Kontrolni vod je izveden u obliku rijetkog opleta u sloju poluprovodljive gume, što kod bilo kojeg prodora stranog tijela osigurava spoj sa kontrolnim



Sl. 5 — Sema rasporeda vodiča u kabelu GN 76.
Fig. 5 — Scheme of conductors arrangement and appearance cable GN 76

vodom. Najveća mana ovog kabela je da je dosta skup i kompliciran za proizvodnju, te kao takav kod nas nije naišao na širu upotrebu u niskonaponskoj mreži, već mu je primjena ograničena samo na visokonaponske mreže, iako nema prepreka da se primjenjuje i u niskonaponskim mrežama.

Izgleda da koristan kompromis za niski napon predstavlja kabel GN 76, odnosno kabel BN 76. Ovaj kabel je po svojoj izvedbi mnogo jednostavniji od izvedbe 66, a ipak mnogo pouzdaniji od izvedbe 60. Ova je izvedba unesena u propis tek nedavno kod zadnje korekcije, a primjenjuje se u svijetu, dok se kod nas očekuje da će također naići na širu pri-

mjenu. Izvedba je simetrična, a raspored kontrolnih i zaštitnih vodiča sa zaslonom od poluprovodljive gume povećavaju vjerojatnost oštećenja kontrolnog strujnog kruga, a da kod normalnog sagibanja kabela tanje žice kontrolnog i zaštitnog voda nisu izložene velikom preopterećenju, da ne bi došlo do nepotrebnog pucanja i smetnji u pogonu. Raspored vodiča je prikazan na slici 5.

Ova konstrukcija, relativno tehnološki jednostavna, pokazala se u inozemnoj praksi veoma podesnom, a kod nas bi posebno došla do izražaja, što bi vodiči za uzemljenje i kontrolni vod ostali istog presjeka i kod većih presjeka faznih vodiča, što bi se odrazilo na cijeni kabela.

Na sličnom principu bi trebalo raditi i specijalne kabele za rasvjetu samo s tom izmjenom da se A i B vodovi koriste za napajanje, a C vodič kao kontrolni vod, dok bi ostala tri periferna vodiča mogla sva tri imati presjek odgovarajući faznom vodiču i biti izvedena sva tri kao neizolirana obložena poluprovodljivom gumom i predstavljati vod za uzemljenje.

Međutim, moramo naglasiti da je primjena ovih specijalnih kabela vezana sa tč. 4.10.2. postojećih propisa koji ih ograničavaju praktično samo na strojeve za dobivanje.

U našem stepenu mehanizacije dobivanja, primjena ovih strojeva kao: kombajna, podsječkača, valjkastih sječkača, itd. nije mnogo raširena, a ako negdje postoji to je sa opremom iz uvoza dobavljen i kabel tako da naša kablovska industrija u tom pogledu nije mogla sakupiti potrebna iskustva i razviti ovu proizvodnju.

Sve većim mehaniziranjem koje postaje ekonomski uvjet u dobivanju, treba očekivati i veću primjenu ovakvih kabela. Što se tiče visokonaponskog kabela, on je neophodan ako je trafostanica na radilištu smještena neposredno uz radilište i da prati napredovanje radilišta. Iskustva sa već upotrebljivanim kablom GN 64, čiji je sastav opisan na slici 4, su veoma dobra i neophodan je svakom mehanizovanom radilištu sa većim i koncentriranim opterećenjima.

Kako je taj kabel znatno skuplji od armiranih kabela njegova je primjena ograničena prema tč. 4.10.15. na otkopne hodnike i posebno vjetrove hodnike. Prema tome, normalno vjetrove hodnike na koje neposredno nije vezano radilište mogu zadovoljavati normalni armirani kabeli. Međutim, ako se potrošači i na tim mjestima često premještaju, iz praktičnih razloga je preporučljivo uzeti specijalne kabele, što je kod toga »često«, ovisi o uhođanoj praksi, ali sigurno je, da mjesečni pre-

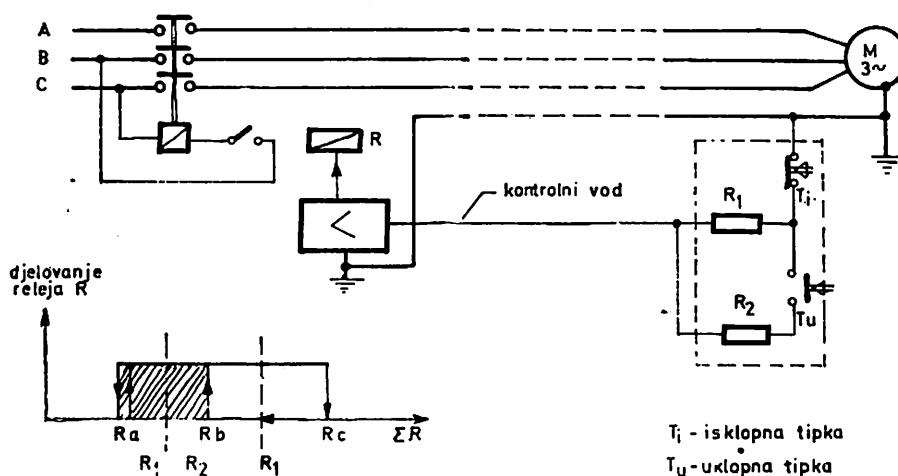
Kod ponovnog otpuštanja tipke T_i i spajanjem R_1 na zemlju ništa se ne može dogoditi, jer za aktiviranje releja R treba otpor kontrolni vod — uzemljenje pasti ispod vrijednosti R_b .

Dakle, princip se sastoji u tom, da je područje sigurnog uklapanja od R_a do R_b , a područje pridržavanja nakon uklapanja od R_b do R_c .

Ispod vrijednosti R_a npr. kratki spoj kontrolnog voda i uzemljenje, kao i iznad vrijednosti R_c npr. prekid kontrolnog voda ili uzemljenja, uređaj djeluje kao kontrolnik i isklapa kabel sa napona, jer je došlo do oštećenja kabela.

Ova dva podatka djeluju u obliku impulsa na komparator faze, koji reagira samo u slučaju, ako smjer struje pogreške ide prema zaštićenom dijelu mreže, preko mikrolozičkog tranzistorskog sklopa.

Pored ovoga, postoji kontrolni strujni krug, koji kod ispravno zaključenog otpora drži tranzistorsku jedinicu aktivnu kao i njen relej za upravljanje. Ovaj posljednji isklapa prekidač kod mehaničkog oštećenja kabela visokog napona, odnosno kod kratkog spoja zaštitnog i kontrolnog voda ili kod prekida kontrolnog strujnog kruga: kontrolni vod — uzemljenje.



Sl. 6 — Šema kablenskog kontrolnika niskog napona sa vodičem za uzemljenje i kontrolnim vodičem

Fig. 6 — Scheme of cable low-tension control line with earthing and control conductors

Kod toga treba R_1 da bude manji od najmanje dozvoljenog otpora izolacije mreže prema zemlji, tako da se sve unutarnje greške, fazni vod, kontrolni vod manifestiraju prema vani kao zemljospoj, na koji u tom slučaju djeluju i mrežni kontrolnik izolacije i kablenski kontrolnik.

Kontrolnik kabela visokog napona

Sastoji se od dvaju osnovnih elemenata, koji registriraju zemljospoj u stanovitom dijelu mreže.

Prvi element sastoji se od jednog naponskog transformatora, koji registrira zemljospoj u mreži.

Drugi element sastoji se od jednog obuhvatnog strujnog transformatora koji treba da registrira smjer struje pogreške.

U jednom i drugom slučaju isklapa se oštećeni dio mreže visokog napona u kojem slučaju je kvar i signaliziran.

Opisani kontrolnici predstavljaju isključivo elemente zaštite elektroenergetske mreže za specifične namjene u rudnicima u kombinaciji sa odgovarajućim specijalnim kablom i njihovom funkcionalnost i pouzdanost ovise, uglavnom, o konstrukciji i kvaliteti upotrebljenih kabela.

Greške u kablenskoj mreži rudnika

Promatramo li moguće greške na kablom prema uzroku greške, možemo imati:

- unutarnje greške
- vanjske greške

Unutarnje greške se ispoljavaju na slabim mjestima kabela, do kojih je moglo doći u

mještaji za rudničke prilike nisu »česti« te se može izvršiti i premještaj armiranog kabela. Naime, za rudničke prilike, posebno u revirima, sve što traje mjesec dana ima više stalni karakter, jer stalnih polaganja u punom smislu i nema. U ovoj ocjeni su propisi, kao što vidimo, prepustili ocjenu samih rudnika da li im je gibljivi (specijalni) kabel prihvatljiviji od armiranog kabela.

Kabelski kontrolnici

Potreba za vrlo razgranatom električnom mrežom u podzemnim prostorijama zahtijeva osiguranje odgovarajućih zaštitnih mjera, u cilju sprečavanja opasnosti od električnog udara za zaposleno osoblje, a isto tako i izazivanja većih nesreća od požara ili eksplozije. U tu svrhu razvio se cijeli niz specijalnih kontrolnih uređaja, koji u odgovarajućem sistemu energetske mreže povećavaju stupanj sigurnosti. U ovoj grupi nije obuhvaćen mrežni kontrolnik, koji je stalni pratilac svake elektroenergetske mreže izoliranog sistema i koji trajno kontrolira izolaciju mreže prema zemlji u pogonu.

Ovi specijalni kontrolni uređaji, u stvari, nisu elementi automatizacije u širem smislu, ali s obzirom na svoju funkciju oni pripadaju osnovnim elementima za osiguranje potrebnog stupnja sigurnosti. Takvi elementi, odnosno kontrolni uređaji preduvjet su za daljnje provođenje automatizacije zaštitnih mjera u cilju osiguranja ljudi u jami.

Pored svoje osnovne funkcije izvedeni su na takav način, da ne mogu postati uzrok eventualnih eksplozija metana ili zapaljivih prašina. Kao i svi energetske uređaji ugroženi od eksplozivnih smjesa plina i prašine, moraju biti izvedeni u odgovarajućem sistemu eksplozije zaštite dok se njihovi kontrolni strujni krugovi izvode na takav način, da se mogu uvoditi u bilo kakve prostorije, bez opasnosti zapaljenja eksplozivnih smjesa.

Kontrolnik kabela za rasvjetu

Rasvjeta u podzemnim prostorijama napaja se redovito iz posebnog transformatora, kako to zahtijevaju propisi, pa je rasvjetna mreža galvanski odvojena od energetske mreže.

To zahtijeva postavljanje posebnog kontrolnog uređaja za zaštitu rasvjetne mreže i to za:

- izolaciju mreže i
- oštećenje kabela rasvjetne mreže.

Prvi je zahtjev neminovan kod svih mreža u skladu s propisima, osim stalne instalacije postavljene na visinu veću od 2,2 m.

Drugi se zahtjev odnosi na zaštitu rasvjetnog sistema kod kojeg je kabel izložen mehaničkom oštećenju.

Kontrolni uređaj zahtijeva primjenu specijalnih kabela koji kod mehaničkog oštećenja djeluje na isklapanje napona, budući da postoji veća vjerojatnost oštećenja kontrolnog strujnog kruga nego oštećenja energetske mreže.

Pomoću jedne tranzistorske jedinice trajno se kontrolira izolacija rasvjetne mreže i u slučaju oštećenja dolazi do isključenja napona.

Pomoću druge tranzistorske jedinice kontrolira se ispravnost kontrolnog strujnog kruga, koji je u posljednjoj armaturi zaključen otporom.

U slučaju oštećenja izolacije ili samog kabela, isključuje se napon rasvjetne mreže. Primjenjuje se specijalni kabel s kontrolnim vodičima i ekranom od poluprovodljive gume.

Kabelski kontrolnik niskog napona

Ovaj kontrolnik predstavlja uređaj sličan rasvjetnom kontrolniku, jer je i po funkciji isti, a razlikuje se samo u tome, što izolaciju kontroliranog dijela mreže kontrolira u beznaponskom stanju. Ovaj kontrolnik je neophodan za zaštitu kabela i napajanje strojeva koji se za vrijeme pogona pomiču. U tu svrhu je potreban specijalni kabel sa pripadnim energetske žilama, zaštitnim vodom i kontrolnim vodičima opskrbljenim slojem poluprovodljive gume, koji povećava vjerojatnost oštećenja kontrolnog strujnog kruga pri mehaničkoj povredi kabela.

Kabel, prema sl. 5, može imati 1 vodič za uzemljenje 1 kontrolni vodič i umjesto trećeg perifernog vodiča splet od 4 vodiča manjeg presjeka 2,5—4 mm² za daljinsko upravljanje. Međutim, to nije pogodno, jer će ti vodiči biti najviše izloženi pucanju, te je mnogo podesnija izvedba prema sl. 5, a daljinsko upravljanje se može riješiti samim kontrolnikom uz korištenje kontrolnog strujnog kruga: kontrolni vod — uzemljenje kao što prikazuje sl. 6.

Kao što vidimo, koriste se standardna tipkala sa isklopnim i uklopnim konektorom samo sa kombinacijom otpora tako da se kod

— u k l a p a n j a spoje paralelno otpori R_1 i R_2 i kod toga relej R preko tranzistor-ske sklopa uklopi sklopnik.

Otpuštanjem Tu tipke otpor se povećava ali relej R prema karakteristici ostaje aktiviran jer je $R_1 < R_c$ kad relej otpušta.

Međutim, kod

— i s k l a p a n j a prekidamo kontrolni krug prema zemlji i otpor kontrolnog kruga postaje veći od R_c i relej otpusti i isklopi sklopnik.

tehnologiji proizvodnje, a što se prigodom ispitivanja kabela nije moglo ustanoviti. Vanjske greške nastaju zbog vanjskih uzroka, uz prethodno oštećenje vanjskog zaštinog plašta kabela. I jedne i druge greške ispoljavaju se u odnosu na instalaciju u izoliranim sistemima mreža ili kao zemljospoj ili kao kratki spoj. Zemljospoj se smatra, ako je došlo do slabljenja izolacije jedne ili više faza prema zemlji i to tako da je otpor izolacije pao na vrijednost manju od:

- za metanske jame 20 ohma/1 V
- za ostale rudnike 10 ohma/1 V

nazivnog napona mreže. Kratki spoj se smatra spoj između pojedinih faza, bilo da je dvopolni ili tropolni. Istovremenom kombinacijom obiju grešaka može doći do kratkog spoja i do spoja sa zemljom, odnosno do kombinirane greške.

Zemljospoj

Ako u izoliranom sistemu mreže dođe do spoja jedne faze sa zemljom, protiče kroz mjesto greške struja zemljospoja, koja je ovisna o naponu mreže i kapacitivnom otporu mreže prema zemlji. Proučavanjem postojećih rudničkih mreža niskog napona ustanovljeno je da glavina kablinskih mreža, možemo kazati 80%, imaju kapacitet prema zemlji cca 1 mikro F.

Kod toga proizlazi da približno 1 km rudničke kablinske mreže ima pogonski kapacitet od 1 mikro F ili drugim riječima, da se dužina niskonaponskih kablinskih mreža kreće u gornjoj granici 2 do 3 km.

Kako se u rudničkoj mreži primjenjuju različiti presjeci kablova od 4 do 70 mm², bilo bi vrlo teško izračunati točan kapacitet kao i struju zemljospoja, radi toga i tehnički propisi dozvoljavaju primjenu približne formule za proračun struje zemljospoja, koja glasi:

$$I_z = 0,2 \cdot 1 \cdot U$$

gde je:

- 1 — dužina mreže u km;
- U — nazivni napon u kV;
- I_z — struja zemljospoja u A.

Tako npr. ranije ocjenjene prosječne niskonaponske rudničke mreže kod nazivnog napona 0,5 kV imaju i maksimalnu struju zemljospoja:

$$I_z = 0,2 \cdot 3 \cdot 0,5 = 0,3 \text{ A}$$

Ova struja, kao i sama greška, ne bi bila od posebne opasnosti za električno postrojenje rudnika, ukoliko nije izazvana direktnim dodiranjem ili ukoliko ne dođe do električne iskre u prisustvu eksplozivne smjese jamskog plina ili ugljene prašine. Zaštitni sistem koji je primjenjen u rudniku sa odgovarajućim u-zemljenjima redovito osigurava da uz takvu struju napon pogreške na uređajima ne može premašiti 50 V. Što se tiče paljenja eksplozivne smjese jamskog plina i zraka, struje zemljospoja reda veličine kako je gore izračunato, mogu izazvati paljenje eksplozivne smjese. Prema tome, treba nastojati da trajanje ovakove struje bude što manje, kako bi i vjerojatnost paljenja eksplozivne smjese bila što manja, ali je ne možemo isključiti.

Što se tiče direktnog dodira čovjeka sa fazom neobično je važno da se zemljospoj prekinu čim moguće prije, a po mogućnosti u vremenu ne duljem od 0,1 sec. To proizlazi iz proračuna fiziološki ne opasne struje kod strujnog udara, a koja se u literaturi navodi i to:

$$I \leq \frac{0,165}{k \sqrt{t}} \quad (\text{A})$$

gdje je:

- k — koeficijent sigurnosti za rudnike se uzima 2
- t — vrijeme prekidanja zemljospoja ili trajanja pogreške u sec.

Ako pretpostavimo da će svaki zemljospoj biti prekinut unutar vremena od 0,1 sec, uključujući vrijeme reagiranja mrežnog kontrolnika i sklopnog aparata za isklapanje napona mreže, onda prema gornjem izrazu proizlazi da je bezopasna struja kod direktnog dodira:

$$I \leq \frac{0,165}{2 \sqrt{0,1}} = 0,3 \text{ A}$$

a to je upravo i najveća struja zemljospoja koja se približno nalazi u rudničkim niskonaponskim mrežama.

Iz ranije navedenog proizlazi da je veoma važno svaki zemljospoj u rudničkoj mreži prekinuti unutar vremena od 0,1 sec pri čemu je svaki zemljospoj potpuno bezopasan s obzirom na direktni dodir za rukujuće osoblje. Kod toga treba napomenuti da je zaštita ostvarena sa koeficijentom sigurnosti 2, odnosno ako bi vrijeme trajanja zemljospoja bilo 0,2 sec, potpuno bi se približili pretpostavljenoj fiziološkoj granici opasnosti od direktnog dodira.

Umjesto skraćivanja vremena trajanja zemljospoja u nekim zemljama se pribjeglo kompenzaciji kapacitivne struje pogreške. Tako je npr. u SSSR postavljena kao granica struje zemljospoja 100 mA, pri čemu je dozvoljeno vrijeme prekidanja zemljospoja preko 0,5 sec. Ovo proizlazi iz toga što su im mrežni kontrolnici, kao i sklopni aparati, dosta spori te ne mogu udovoljiti zahtjevima brzog djelovanja.

Kompenzacija struje zemljospoja provodi se u nekim zemljama statički, tako da se ustanovi najvjerojatnija kapacitivna struja u pogonu i na nju podese kompenzacija pomoću prigušnica. Ovakav način kompenzacije kod isključene mreže može dovesti do povećanja struje pogreške u odnosu na nekompenzirane sisteme. Statička kompenzacija je veoma nepodesna da bi se na njoj bazirala zaštita, jer se dužina kabela mreže u praksi stalno mijenja, a time i veličina struje pogreške.

Dinamička kompenzacija koja bi pratila promjene kapaciteta u mreži dosta je složena, za sada nije nigdje primjenjena, a u nekim zemljama se nalazi u stadiju istraživanja.

Suglasno našim propisima za rudničke električne mreže pri primjeni izoliranog sistema zahtjeva se upotreba mrežnog kontrolnika sa dvostepenim djelovanjem od kojih:

1. stepen: treba da signalizira opadanje izolacije mreže prema zemlji:

- za metanske jame 100 ohma/1 V
- za ostale rudnike 50 ohma/1 V

što predskazuje slabo mjesto u mreži i obavještava poslužujuće osoblje da treba pronaći slabo mjesto i odstraniti ga, jer može uskoro postati uzrok zemljospoja ili čak kratkog spoja.

2. stepen: treba da isključi napon sa mreže, kad izolacija prema zemlji padne ispod:

- za metanske jame 20 ohma/1 V
- za ostale rudnike 10 ohma/1 V

kako slabljenje izolacije tako i zemljospoj predskazuju da u mreži postoji slabo mjesto koje treba odmah odstraniti, kako ne bi došlo do greške sa većim posljedicama koje redovito prouzrokuju kratki spoj.

Kratki spoj

Kratki spoj na kabelaškoj mreži može, također, nastati uslijed unutarnje greške u kabelu ili zbog vanjskog uzroka. Do unutarnjeg kratkog spoja može doći, ako je prigodom izrade

kabela došlo do tehnološki slabog mjesta, ali koje ispitivanje nije pronašlo, već je došlo do izražaja nakon izvjesnog vremena zbog starenja izolacije vodiča. Do unutarnje greške može također doći i oštećenjem izolacije vodiča uslijed nepravilnog rukovanja sa kabelom prekomjernim savijanjem, pritiskom i bez oštećenja vanjskog plašta.

Kratki spoj zbog vanjskog uzroka nastaje prodorom stranih tijela u kabel, kojom prilikom redovito dolazi do postepenog ili naglog oštećenja vanjskog plašta. U svakom slučaju nastali kratki spoj je jedna od najneugodnijih pojava rudničke električne mreže, vrlo je teško spriječiti eventualne posljedice. Istraživanjem nastalih kratkih spojeva došlo se do zaključka da samo 10% nastalih oštećenja ima unutarnji karakter, dok je 90% kratkih spojeva nastalo zbog prodora stranih tijela, oštećenja vanjskog plašta i izazivanja kratkog spoja. Tako npr. statistička analiza kratkih spojeva u rudnicima SSSR je pokazala slijedeće odnose različitih uzroka oštećenja kabela:

— oštećenja od zarušenja	47%
— zasjecanja ručnim alatom	22,5%
— oštećenja strojevima za dobivanje	20%
— ostala oštećenja	0,5%

Kao što se vidi iz gore iznesenih podataka, osnovnu pažnju treba posvetiti oštećenju kabela vanjskim uzrokom, jer takve greške redovito prouzrokuju otvoreni plamen koji uz prisustvo eksplozivne plinske smjese ili ugljene prašine izaziva paljenje, odnosno požar ili eksploziju. Kod pokusa koji su vršeni na kabelu zatrpom u ugljenoj prašini na kojem je došlo do kratkog spoja, sa velikom vjerojatnošću došlo je skoro svaki put do zapaljenja prašine, a uz postojanje prašine u zraku i do eksplozije. Vrlo vjerojatna je pojava da se sa jačim kratkim spojevima prašina uzvitla i istovremeno izazove eksploziju.

Kako je brzina prodiranja stranih tijela u praktičkim uvjetima između 6 i 15 m u sec nastali kratki spoj uz eventualno prisustvo eksplozivne smjese praktički će redovito izazvati eksploziju, jer do danas ne postoje tehnička sredstva koja tako brzo mogu prekinuti kratki spoj, a da ne bi došlo do eksplozije. Istraživanja na tom području prigodom izazivanja vrlo brzih kratkih spojeva pod gore opisanim uvjetima pokazala su da samo prekidanjem nastalog kratkog spoja u vremenu do 2 m/sec ne izazivaju paljenje eksplozivne smjese metana i zraka.

U tablici 3 date su vjerojatnosti paljenja eksplozivne smjese metana i zraka kod različitog trajanja kratkog spoja.

Tablica 3

Vrijeme trajanja kr. spoja	Vjerojatnost paljenja
do 2 m/sec	0
2—3 m/sec	30%
3—5 m/sec	70%
5 m/sec	100%

Ova ispitivanja su vršena u Rudarskom institutu MakNII u Donjecku.

Iz ovog proizilazi zaključak, da ako bismo htjeli osigurati da nastali kratki spoj ne može izazvati paljenje eksplozivne smjese, treba primjeniti takav isklonni uređaj koji će prekinuti kratki spoj u vremenu do 2 m/sec, što znači kratki spoj prekinuti prije nego što dostigne svoju maksimalnu vrijednost, što do danas na svjetskom tržištu još ne postoji ili bar nije u praktičnoj primjeni. Bilo je pokušaja da se to provede pomoću eksplozivnih osigurača, ali nažalost i to je još uvijek na nivou eksperimenata u laboratoriju.

Prema danas raspoloživim tehničkim sredstvima očito je da se ne može ostvariti apsolutna sigurnost, a možda bi i takva zaštita bila ekonomski neopravdana, jer bi bila i veoma skupa. Radi toga smatramo da pri analiziranju opasnosti grešaka u mreži ne možemo zanemariti vjerojatnost nastale greške u odnosu na koincidenciju eksplozivne atmosfere. Ako sa ove tačke gledišta provedemo analizu, doći ćemo do zaključka da je neophodno što je moguće više smanjiti vjerojatnost nesreće odnosno nezgode, požara ili eksplozije, a to znači svaku nastalu grešku što prije odstraniti iz pogona, a da pri tome što manje ometamo pogon. Ovaj posljednji zaključak nas vodi na istraživanje sistema automatizacije u selekciji oštećenog dijela mreže u što kraćim mogućim vremenima.

Opasnost greške u kabelskoj mreži je veoma raznolika i može imati različitih konsekvencija, različitog stepena, što ovisi o koincidenciji pogreške i ostalih faktora. Upravo gledajući na problem sa tog stanovišta možemo i posljedice promatrati kao statističku pojavu određene vjerojatnosti. Promatrajući pouzdanost sistema zaštite dolazimo do zaključka, da samo jedan kompleksan sistem zaštitnih mjera, primjenjen na sve stepene pogreške, može bitno umanjiti vjerojatnost loših događaja i bitno povećati sigurnost rada električnih uređaja kao i kabelske mreže.

Zaključak

Potrebe za novim konstrukcijama kabela za rudnike

Na osnovu razmatranja u navedenoj materiji možemo lako doći do nekih zaključaka koji bi trebalo da budu smjernica u daljnjem razvoju i usavršavanju jamskih kabelskih mreža u podzemnim rudnicima.

U svakom slučaju ovaj zaključak nije zamišljen kao nešto konačno, što treba provesti, već izvod iz izložene materije za temeljitiju diskusiju i obradu čiji rezultati će, u stvari, predstavljati prave zaključke.

Potrebno je istaknuti da su podzemni rudnici velikij potencijalni i stvarni potrošači kabela i da nije dovoljno samo isporučivati tražene standardne kabele, već da se kabelska industrija mora ozbiljno pozabaviti ovom problematikom i pomoći rudnike u njihovoj obavezi modernizacije elektro mreže. Rudnici će biti u takvoj mjeri veći potrošači ukoliko budu sposobniji za investicije, a to znači i za rentabilnije poslovanje, a upravo u tome im kablovska industrija može pomoći. Treba tražiti nova rješenja i konstrukcije koje će pouzdanije raditi i osigurati odgovarajuću sigurnost rada, jer to upravo navodi na ekonomičnije poslovanje.

Jedna anketa po rudnicima uglja je pokazala da je životna dob kabela u rudniku znatno smanjena, tako možemo za jedan opći prosjek reći da je životna dob

- za armirane kabele 15 godina
- za gibljive kabele 2,3 godine

a da je uzrok ovako smanjene životne dobi uglavnom oštećenje izvana i to sa učešćem od 90% grešaka prema unutarnjim greškama.

Iz ovoga proizilazi činjenica da je utrošak kabela jedna vrlo osjetljiva stavka u rudarskoj eksploataciji.

Samo u rudnicima uglja ocjenjujemo da imamo oko 150 km kabela do 6 kV i oko 650 km kabela do 1 kV, računajući samo energetske kabele, a ne one za rasvjetu, signalizaciju, dojavu i upravljanje. Ako ocijenimo samo niskonaponske kabele da su zastupljeni u odnosu

- 1/3 armirani kabele
- 2/3 gibljivi kabele

proizlazi da bi za ispravnu kabelsku mrežu trebalo godišnje oca

- 15 km armiranih kabela
- 180 km gibljivih kabela

ili što okruglo znači potrebu od oko 220 km kabela za održavanje postojećeg stanja u odgovarajućoj kvaliteti mreže suglasno postojećim propisima. Po svojoj ukupnoj vrijednosti ova količina nije velika, ali ipak predstavlja akumulaciju sredstava koja bi trebalo da budu namjenjena razvoju i novim istraživanjima od najmanje 200.000.— din. (cca 4^o/o). Kako kablovska industrija ništa novoga nije dala u zadnjih 5 godina to moramo konstatirati, da bi sa tog naslova trebalo ulagati više u razvoj i u nove konstrukcije koje bi pružale više sigurnosti u radu, a u skladu sa razvojem odgovarajućih kontrolnih uređaja, predstavljala bi i ekonomičniju eksploataciju kabela.

Jedna od najinteresantnijih potreba usavršavanja rudničkih kabela je istraživanje i iznalaženje što kvalitetnijeg oplošja kabela u odnosu na mehaničku otpornost, a da bude otporan i na vatru, odnosno da ne podržava gorjenje.

Praksa je pokazala da je za vanjski plašt najvažnije otpornost na kidanje, odnosno na paranje sloja, a i na prodiranje vanjskih tijela u kabal.

Drugi problem razvoja rudničkih kabela odnosi se na istraživanje najpovoljnije konstrukcije za primjenu uz odgovarajuće kontrolne uređaje. Naime, oštećeni kabal treba da bude ujedno davač podataka početka oštećenja kabela kontrolnom uređaju, kako bi ga isti na vrijeme isključio sa mreže prije nego dođe do povrede energetskih žila kabela. Drugim riječima, to znači istraživati i razviti takvu konstrukciju kabela kod koje će postojati mnogo veća vjerojatnost poremećenja kontrolnog strujnog kruga od oštećenja izolacije energetskih žila kabela, kod najuobičajenijih i najčešćih vanjskih oštećenja kabela.

Kontrolni uređaj nema odakle dobiti podatak o oštećenju kabela, ako ga ne dobije od samog kabela. Podaci mogu biti različiti ali se moraju manifestirati u promjeni nekog električnog stanja nekog strujnog kruga. Pri tome se ne može pomišljati na neku apsolutnu sigurnost, jer nikada nije poznata brzina oštećenja kabela, ali se može težiti na izrazitoj razlici vjerojatnosti oštećenja kontrolnog kruga koji prenosi podatak početka oštećenja i energetskih žila. Svakako, niti kontrolni strujni krug ne smije biti previše osjetljiv radi nepotrebnog ometanja pogona kod beznačajnih oštećenja kod normalnog pogona.

Potreba za dopunama propisa i standarda

Postojeći propisi sa klasifikacijom dozvoljenih i preferiranih tipova kabela za pojedine rudničke prostore prvi put su objavljeni 1962. godine, a 1967. godine su dopunjeni, s tim da

je jedino dodana izvedba gibljivih kabela sa izolacijom od sintetske gume, odnosno dodani su BN kabeli pored kabela sa izolacijom od prirodne gume tipa GN.

Danas, nakon višegodišnje upotrebe rudničkih kabela prema navedenim propisima došlo se do izvjesnih iskustava, na osnovu kojih bi se mogla revidirati tablica za energetske i signalne kabele.

Eventualno nepovjerenje prema PVC kablama izgleda da je ipak nestalo tako, da bi se slobodno moglo brisati tipove kabela PO i NPO, jer možemo reći da do primjene istih nije uopće dolazilo. Isto tako mogli bi se izostaviti PET kabeli, jer iako neznatno jeftiniji, imaju mnogo osjetljivija priključna mjesta, tako da mogu biti uzrokom smetnji naročito kabela za napone iznad 1 kV.

Svakako bi trebalo dopuniti tablicu sa PP 41 kablama za napone do 6 kV odnosno 10 kV, jer su se pokazali veoma podesni i ekonomični za sve jamske prostore kod stalnog horizontalnog polaganja, što je komentirano u uvodu.

Na kraju promatrajući propise za rudnike i JUS za kabele ima se utisak da standardi nisu u saglasnosti sa navedenim propisima ili obrnuto. U svakom slučaju bi trebalo razmotriti oznake kabela kako bi one odgovarale u potpunosti opisanim konstrukcijama u propisima, ili bi trebalo promjenom propisa uskladiti oznake i opise sa standardima.

Konačno nove oznake po JUS-u su već na snazi više od 8 godina pa bi i trgovačka mreža trebalo da prema njima posluje, a da se izbače iz prometa oznake drugih inozemnih standarda ili da se paralelno vode dvije oznake, ali na prvom mjestu da bude oznaka po JUS-u.

Automatizacija selekcije greške kabske mreže

Analizom postojećih grešaka u rudničkim mrežama dolazi se do zaključka da velika većina zastoja u pogonu proizlazi upravo zbog grešaka prouzrokovanih oštećenjem kabela i to bez obzira da li je došlo do zemljospoja ili kratkog spoja. Kao što smo ranije vidjeli velika većina tih oštećenja je prouzrokovana izvana, dok je jedan manji dio grešaka prouzrokovan slabim mjestima unutar samog kabela ili starenjem izolacije.

Analizom jugoslavenskih rudničkih mreža kod nekoliko značajnih rudnika došlo se do jednog općenitog zaključka da po mreži jedne trafostanice godišnje u prosjeku imamo:

- 2,5 zemljospoja
- 1,8 kratkih spojeva

Analizirajući potrebno vrijeme za pronalazanje kvara došlo se do konstatacije da izraženo u gubitku proizvodnje to iznosi:

za zemljospoj 0,28%
za kratki spoj 0,2%^o

Preračunavši ove gubitke proizvodnje u vrijednost proizvodnje za analizirane ugljenokope, čija je ukupna proizvodnja približno oko 9.000.000.— tona, izgubljena vrijednost proizvoda iznosi 5.200.000.— dinara godišnje.

Očito je da se i najsavršenijim konstrukcijama kabela ovakve greške ne mogu potpuno eliminirati i da rješenja u smanjenju gubitaka proizvodnje uslijed ovakvih grešaka treba nastojati postići i drugim sredstvima. Sigurno je da bi poboljšanjem kvalitete kabela ove gubitke mogli smanjiti, ali ne u nekom znatnom

iznosu, dok bi mnogo efikasnije utjecalo na smanjenje ovih gubitaka uvođenje jednog automatskog sistema za selekciju greške u rudničkoj mreži, bilo da se radi o zemljospoju ili o kratkom spoju.

Poskupljenje rudničkih elektroenergetskih mreža, koje bi proizašlo uvođenjem jednog ovakvog sistema, sigurno bi bilo opravdano smanjenjem gubitaka u proizvodnji, o čemu nam približno daje sliku i gornja kratka analiza vrijednosti takvih gubitaka. Ocjenjujući da bi uvođenje automatske selekcije greške u mreži unijelo jedno poskupljenje elektroenergetske mreže za 5 do 10% u prosjeku, onda možemo sa približnom tačnošću kazati da bi se takvo poskupljenje potpuno amortiziralo i isplatilo već u roku od 2—3 godine što potpuno opravdava uvođenje jednog takvog sistema, samo sa ekonomskog stanovišta.

SUMMARY

Power Cable Network for Mines with Underground Exploitation in View of the Existing Prescriptions and Available Cables

N. Marinović, min. eng. *)

In the Prescriptions it is clearly indicated which electric power cables may be used on the corresponding places in mines and under what conditions.

Since the table of permissible cables was made before more than 8 years, in the meantime new knowledge and development of technology have been attained and the practice has shown the way to be followed in application of corresponding cables. Although the Prescription is not in collision with the actual practice, a certain correction in the prescriptions would simplify the choice of cable and approximate the prescriptions to the existing practice.

An analysis of the existing mine cables and special mine cables as well as an analysis of faults on the cable network have been carried out, conclusions and proposals have been given for new constructions of cables and corresponding control and protective devices, as well as for automation of protective measures of the cable network and economical justification of the proposed measures.

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

Pomen ustreznih rudarsko-tehničnih in varstvenih ukrepov za boljše gospodarjenje z ozirom na napredek tehnološkega procesa v premogovnikih

Dipl. ing. Štefan Zagoričnik

U vremenu sprovođenja ekonomske reforme u našoj zemlji, potrebno je da se i ugljenokopi zbog drugih energetske faktora što više angažuju u uvođenju bolje organizacije rada, racionalizacije postojećeg tehnološkog procesa i brže uvođenje novih otkopnih metoda. Već kod savremenog planiranja i projektovanja možemo na osnovu računa rentabiliteta i uvođenjem savremene rudarske tehnike sniziti proizvodne troškove. Kod toga moramo i povisiti sigurnost rada. Autor na završetku daje i pregled stručne literature, koju mogu naši rudarski stručnjaci vrlo dobro koristiti za postepeno uzdizanje naših ugljenokopa na nivo rudarske tehnike u inostranstvu.

Uvod

Ne bi se pogabljali v podrobnejšo analizo stanja naših premogovnikov z ozirom na proizvodnost dela in rentabilnost obratovanja, ampak bi skušali podati zaključeno celoto osnovnih operativnih smernic. Iz psihologije dela je znano, da t. z. »industrijska slepota« zaposlenih more včasih neugodno vplivati na vodenje, organizacijo dela in bodoči razvoj izpopolnjenega ter novega tehnološkega procesa pridobivalne rudarske tehnike.

Pri tem pa so v glavnem odločilnega pomena naslednji faktorji, kot n. pr. razni subjektivni činitelji, strokovna usposobljenost, usposobljenost opazovanja in analiziranja raznih tehničnih ter ekonomskih ukrepov. Nadalje, vrednotenje različnih premislekov na osnovi sodobne strokovne rudarske literature — domače in tuje, kakor tudi aplikacija empiričnih operativnih izkustev doma in v svetu pri razvoju sodobne rudarske tehnike.

Zaradi tega je na koncu članka obširno podana domača in tuja strokovna literatura, da se morejo rudarski strokovnjaki podrobno poučiti odnosno izpopolniti v rudarsko-tehničnih ter ekonomskih vprašanjih na določenih področjih svoje dejavnosti.

Ako nakazane pokazatelje združimo, moremo le-te izraziti v naslednjem:

- Organizacija proizvodnje, planiranje in projektiranje.
- Izboljševanje obstoječih ter uvajanje novih odkopnih metod z sodobno mehanizacijo.
- Varnost pri delu, storilnost in gospodarjenje.

V kolikor bomo skrbno proučevali že dosežene rezultate in na osnovi tozadevnih premislekov iskali novih, boljših rešitev za dvig storilnosti in povečanja rentabilnosti jamskih obratov, uspehi prav gotovo ne bodo izostali. Dosegli bomo v doglednem času povišanje odkopnih in jamskih stritev. Pri tem pa je osnovni pogoj, da smotrno razporejamo strokovne kadre v rudarstvu na osnovi sodobne organizacije podjetja.

Vedno moramo imeti v vidu specifične pogoje eksploatacije in ne smemo »na slepo« koristiti izkustva od drugod, kajti v tem slučaju bomo lahko dosegli le skromne uspehe, ki pa za nas še niso ustrezna tehnološka in gospodarna rešitev.

Znano je dejstvo, da je sprovajanje gospodarske reforme tudi v naše premogovništvo zarezalo globoke in boleče rane, katere bomo pa morali ozdraviti s skupnimi napori in razumnim sodelovanjem pri rekonstrukciji obstoječe pridobivalne tehnike.

Organizacija proizvodnje, planiranje in projektiranje

Izvedba raziskav gospodarskega učinka v odvisnosti tehničnega napredka v rudarstvu, pred in po uvedbi istega, je kot poznano osnovni element znanstvene organizacije dela in proizvodnega procesa. Razna vprašanja ekonomske presoje so na osnovi specifičnih in menjajočih pogojev v jamskih obratih posebno komplicirana. Presoja se dotika takšnih vprašanj kot so: mehanizacija in avtomatizacija v jami in zunaj, kakor tudi uporabnost nove tehnologije in metod proizvodne organizacije. Tako na Poljskem od leta 1964 uporabljajo takšen način preiskovalnih metod učinkovitosti in problematike rentabilnosti ter s tem v zvezi amortizacije v odvisnosti proizvodnje premoga.

Pri reševanju raznih vprašanj pri planiranju in projektiranju jamskega obrata se v inozemstvu v zadnjem času vse bolj poslužujejo t. i. »matematičnega modela« s pomočjo kate-rega:

- določimo optimalne pokazatelje za odkopavanje premoga celotnega odkopnega polja in na posameznih odkopih;
- planiramo rekonstrukcijo in odpiranje novih odkopnih polj;
- določimo najprimernejšo odkopno metodo z ozirom na višino proizvodnje in proizvodnih stroškov;
- določimo potrebo po analizah in premislekih ter raziskavah raznih vprašanj tehnološkega procesa.

Optimalne dimenzije jamskega polja moremo določiti tudi po metodi Ševjakova. Ta metoda obstoja na principu določevanja najnižjih proizvodnih stroškov za 1 tono premoga. Pravilno je, da se določi optimalne dimenzije jamskih polj z ozirom na časovno različno vlaganje investicijskih sredstev do začetka eksploatacije.

Pri izbiri najugodnejših proizvodnih pokazateljev moramo posebno paziti na časovno vključevanje, ki se z ozirom na odpiralna dela more zavleči za več let, tako da nastopi nevarnost napačnih rešitev v odvisnosti razvoja rudarske tehnike. Pri reševanju »kanonske« slike proizvodnih kapacitet moremo uporabiti tudi linearno programiranje od Hohlova.

Pri podrobnem planiranju in jamskim pogojem prilagojeni uporabnosti strojnih naprav in strojev, pa tudi pri uvajanju novih načinov dela igrajo odločilno vlogo dosedanje naše izkušnje. Povečana uporaba strojev in drugih naprav zahteva optimalno kapaciteto delovi-

šča, da je možno tako znižati del stroškov za amortizacijo ter investicijsko vzdrževanje drage jamske mehanizacije z ozirom na skupne proizvodne stroške. Stalno je potrebno na osnovi časovnega študija ugotavljati harmoničen potek dela z ozirom na izkoristek delovnega časa in hitrejši potek tehnološkega procesa. Smotrno uvajanje »popolne ali delne odkopne mehanizacije« je osnovni pogoj za reševanje premogovnikov v gospodarski reformi.

Vsebinsko socialistične rekonstrukcije, ki se izraža v racionalni organizaciji proizvodnje na osnovi znanstvenega napredka rudarske tehnike in izkoristka delovne iniciative ter ustreznih predlogov zaposlenih, moremo zajeti v sledečem stavku: »Doseči moramo cenejšo proizvodnjo premoga pod ugodnejšimi delovnimi pogoji in pri skrajšanem delovnem času«.

Torej je odločilnega pomena, da prav v rudarstvu — šebolj kot doslej — pogumno uvažamo razno mehanizacijo in racionalizacijo predvsem glede pridobivanja premoga, da bomo dosegli čim večjo koncentracijo proizvodnje s čim nižjimi stroški. Razumljivo je, da moramo tudi na pripravah in jamski transportni mehanizaciji iskati boljših ter cenejših rešitev, kar ima vpliv na povečanje storilnosti in znižanje stroškov. Večkrat pa se ta vprašanja obravnavajo enostranko: »Več — ceneje — hitreje«, ne da bi pri tem postavljali pogoj: »Lažje — z večjo gotovostjo — brez nevarnosti«. Povečano zanimanje za mehanizacijo, predvsem glede odkopnih metod in raznih načinov strojnega pridobivanja premoga, nadalje raznih načinov jeklenega podgrajevanja delovišč, transportne tehnike in tehnike zasipavanja odkopnih jamskih prostorov, mora imeti za posledico tudi zmanjšanje fizičnega napora rudarjev in izboljšanje tehnike glede varnosti zaposlenih proti raznim nezgodam in poškodbam.

V tem smislu se moramo lotiti učinkovitih ukrepov, kajti mehanizacija, ki ne nudi hkrati največje tehnične varnosti in optimalne zdravstvene in delovne zaščite, ne more biti socialistična mehanizacija. Hitro razvijanje socialistične proizvodnje je mogoče samo takrat, če storimo vse, da našo največjo dragocenost, človeka, obdržimo in čuvamo. Ta zahteva je v skladu z našim etičnim osnovnim stavkom, da je človek najdragocenejši kapital socialistične družbe. To pomeni, da moramo zaposlenim zagotoviti največjo možno delovno varnost in najboljše delovne pogoje. Razne rekonstrukcije morajo izpolniti gospodarske naloge, pa tudi obsežne izboljšave delovnih pogojev zaposlenih. Socialistično živeti se pravi, ne imeti pred očmi samo številke proizvodnje, ampak tudi človeka, neposrednega proizvajalca — samoupravljalca.

Izboljševanje obstoječih in uvajanje novih odkopnih metod s sodobno mehanizacijo

Rudar dela z vnemo in veseljem samo tam, kjer je delo dobro pripravljeno, kjer vlada dobra organizacija dela in teče pridobivanje premoga brez večjih motenj in daljših zastojev v transportu. Tako morejo rudarji spoznati tudi prizadevanje in skrb tehničnih ter nadzornih delavcev. Pri takem načinu dela sta veselje in vnema do dela največja ter tudi osebni dohodki najboljši.

Skrbno planiranje je nadalje prvi pogoj za dobro sodelovanje ljudi v obratu, kar se mora izraziti v pogovorih na centralnem delavskem svetu oziroma v obratnih delavskih svetih, sicer je v nasprotnem primeru delo često brez potrebe prekinjeno, kar je večkrat vezano tudi z nejevoljo pri delu. Prav v rudarstvu so posamezne delovne skupine med seboj tesno povezane, da je produktivnost dela čim večja. V tem smislu je nujno potrebno pravočasno in zadostno poučiti vse delovne skupine in posameznike o obratnem planiranju in o ukrepih za povečanje storilnosti dela ter znižanje proizvodnih stroškov. Razlaga in pouk v tem smislu sta prvi pogoj za resnično sodelovanje, za odgovornost in nazadnje tudi za soodločanje. To pa mora biti stalna metoda dela pri strokovnem dvigu zaposlenih in pri prenašanju delovne odgovornosti tudi navzdol, do slehernega proizvajalca.

V tem pogledu bomo dosegli svoj cilj, ko bo vsak zaposleni rudar na delovne mestu začel resnično težiti za izboljšanjem metod in organizacije dela ter povečanjem delovnega koristnega časa, ko bo tako postal pomočnik racionalizacije, izkoriščanja in izpopolnjevanja delovnih metod pri proizvodnji premoga. S takim sodelovanjem bo vsak pripomogel pri težavni nalogi izboljšanja obstoječih odkopnih metod. Tako bomo verjetno z malo več truda lahko rešili marsikatero vprašanje v proizvodnji. Tu se pojavlja vprašanje boljšega podgrajevanja širokih čel z jeklenim oporjem, kar bi znižalo odstotek postranskega nekoristnega dela, zmanjšalo nadalje število okvar, predvsem na jeklenih stojkah in stropnikih ter tako podaljšali življenjsko dobo uporabnosti jeklenege odkopnega oporja. Prav tako so važne rudarsko-tehnične in ekonomske analize za najpovoljnije podgrajevanje odkopnih prog v jeklu.

Z upoštevanjem odkopnih pogojev so v inozemstvu ugotovili, da je najprimernejša obložitve s štiriizmenskim obratovanjem odkopne kompleksne mehanizacije, kjer se uporablja valjčno-dobivalni stroj, kakor tudi za široko čelo s premogovnim plugom, kjer je predvideno 4-izmensko strojno odkopavanje in 3-izmensko podgrajevanje s hidravličnim pomočnim opor-

jem. Posebnost je v tem, da so izpadle vzdrževalne dneve in da je moštvo vključeno istočasno kot kopači za pridobivanje premoga in vzdrževalna dela strojnih naprav.

Za dvig produktivnosti dela v rudarstvu je zaželeno, da pridemo od »evolucije«, to je od počasnega izboljševanja delovnega procesa na »revolucijo« pridobivanja premoga s tem, da se smejeje lotevamo uporabe zadevnih strojev. S tem v zvezi pa moramo izbrati odgovarjajoče hidravlično pomično oporje. Orientacijska gospodarska računica in rudarsko-tehnične analize uvajanja popolne odkopne mehanizacije, za specifične pogoje eksploatacije, nam morejo podati zadevne pokazatelje o upravičenosti poizkusnega obratovanja. Pri tem pa moramo tudi upoštevati dosedanja izkustva v svetu in v naših rudnikih rjavega premoga in lignita. Biti moramo potprežljivi in na osnovi doseženih rezultatov skrbno proučevati dobre in slabe izkušnje na področju zvišanja odkopnih storitev, pri tem pa stalno iskati novih poti.

Za nas so tudi zanimivi in koristni podatki od drugod. V svetu dosegajo z uvajanjem kompleksne odkopne mehanizacije na širokih čelih že visoke storitve. Tako na primer znaša v Sovjetski zvezi na nekaterih premogovnikih odkopna storilnost do 68 ton/dnino, revirska storilnost 32 t/dnino in pri tem dosegajo na enem širokem čelu debeline premoga 2 do 3 m, mesečno proizvodnjo preko 100.000 ton. Predvidevajo, da bodo, pri dolžini odkopne fronte od 200 do 300 m, pridobili od 2500 do 3000 ton premoga na izmeno ali 7500 do 9000 ton/dan.

V rudniku črnega premoga »Antonin Zapotocki« OKR-Orlova 2, na Čehoslovaškem, so dosegli koncem leta 1967 odlične rezultate s kompleksno odkopno mehanizacijo. Debelina premoškega sloja je 2,6 do 3,3 m in dolžina širokega čela znaša okrog 170 m. Podgrajevanje se vrši s hidravličnim pomičnim čok podporjem tipe Alpine — B 6 in za mehanizirano odkopavanje uporabljajo domači odkopni kombajn KSV z dvema valjema im možnostjo pridobivanja v obe smeri. Pri obložitvi 8 mož so dosegli odkopno storilnost od 104,4 t/dnino in proizvodnjo od preko 800 ton na izmeno.

V nekem rudniku črnega premoga v Porurju so dosegli, pri dolžini širokega čela od 185 m in odkopni dolžini 2,1 m, dnevno proizvodnjo v višini poprečno 2530 ton/dan pri 3-izmenskem obratovanju po 6 ur. Pri tem je znašala storilnost širokega čela 27,0 ton/moža. Izkoristek pridobivalnega stroja je znašal 77%. V letu 1966 je bilo v obratu 837 širokih čel, od tega jih je 80 dajalo od 1000 do 1500 ton/dan in 8 širokih čel je imelo dnevno proizvodnjo večjo od 1500 ton/dan. 50 širokih čel je bilo delno ali popolnoma mehanizirano s hidravličnim oporjem, okvirji ali čoki.

V rudniku črnega premoga v Združenih državah Amerike so začeli uvajati široka čela s kompleksno odkopno mehanizacijo in dose-gajo širokočelno storilnost od 42 do 72 ton/dni-no. Debelina slojev se giblje od 1 do 2,3 m in dolžina širokih čel od 85 do 180 m. Kompleks-na odkopna mehanizacija je ista kot v Zahodni Evropi in je že 8 širokih čel v obratu.

Pripominjam, da z ameriškansko odkopno mehanizacijo pri t. z. odkopni metodi »room and pillar« dose-gajo odkopno storitev do 300 ton/moža.

Dosežni rezultati so plod večletnega in sis-tematičnega dela na koncentraciji proizvodnje premoga in uporabe modernih odkopnih stro-jev ter odgovarjajočega hidravličnega pomične-ga oporja. Vzroki za tako visoko doseženo dnev no proizvodnjo iz širokega čela so še nasled-nji: ugodni odkopni pogoji z ozirom na pona-šanje krovnine in boka čela, zelo dobra orga-nizacija dela, vzpodbudno in diferencirano a-kordiranje del, zelo skrbno vzdrževanje stro-jev, pridnost in velika volja rudarjev in tehnič-nega osebja za povečanje produktivnosti, dobro sodelovanje s proizvajalci rudarske opreme, ka kor tudi razumevanje rudarske inšpekcije.

Po najnovejših podatkih se je v deželah »Montanunion« jamska storilnost v letu 1966 napram letu 1965 povečala kot sledi: v Zapad-ni Nemčiji za 8,1%, v Belgiji za 7,2%, na Nizo-zemskem za 3,0% in v Franciji za 2,9%.

V zadnjih desetih letih, t. j. v času od 1957 do 1966, se je jamska storilnost v rudnikih črnega premoga v Zap. Nemčiji povišala za 82,5%, od 1.599 ton/dnino na 2.925 ton/dnino. Od začetka premogovne krize 1957/58 je opaziti stalno naraščanje produktivnosti.

Naslednji podatki pa kažejo kakšno je stan-je uporabe hidravličnega oporja v svetu.

V Angliji je opremljenih s hidravličnim po-mičnim oporjem, kjer so ugodni rudarsko-teh-nični pogoji, preko 500 širokih čel, v Sovjetski zvezi preko 350, v Zapadni Nemčiji nekaj nad 60 in v Franciji manj kot 20 širokih čel. V Združenih državah Amerike pa je 13 širokih čel že opremljenih s hidravličnim oporjem. Do-ločene uspehe pri uvajanju hidravličnega o-porja so že tudi dosegli v premogovnikih Polj-ske, Avstrije in Češke. Poizkusi uporabe kom-pleksne odkopne mehanizacije pa so v teku tudi na Madžarskem in v Romuniji.

V angleških premogovnikih je bilo koncem leta 1966 že 527 širokih čel opremljenih z 86700 kosov hidravličnega oporja napram letu 1964, ko je bilo 255 širokih čel opremljenih s hidrav-ličnim oporjem. To odgovarja preko 100 km ali 29% skupne dolžine odkopne fronte in okrog 25% celotne proizvodnje. Tako je bilo v upo-rabi koncem leta 1966, okrog 59% hidravlične-

ga pomičnega oporja, od firme Gullick z čok oporjem, nato sledijo sistem Dowty, Wild, Dobson, Westfalia in drugi.

V premogovnikih Zap. Nemčije je okrog 30 širokih čel a opremljenih s hidravličnim opor-jem, tipe Westfalia, 25 širokih čel z oporjem ti-pe Hemscheid in 10 s hidravličnim oporjem ti-pe Gullick — Becorit. Firma Schwarz pa je tu-di že začela izdelovati hidravlično oporje po licenci Wild iz Anglije in so prvi praktični po-izkusi uporabe v premogovnikih Porurja dali odlične rezultate. Tako je bilo koncem leta 1966 od skupno 9980 enot v uporabi 7520. Od tega 1715 enot okvirjev, 5810 dvojnih okvirjev in čokov. Največje število enot okvirjev je od firme Hemscheid in Westfalia in hidravličnega oporja sistema čok Becorit-Gullick.

V Sovjetski zvezi uspešno uporabljajo hid-dravlično ščitno podporje v pogojih, kjer no-silno podporje zaradi neustrezne, krhke ali dro-bljive krovnine, ni dalo zadovoljivih rezultatov pri »obvladovanju« stropa na širokem čelu.

Varnost pri delu, storilnost in gospodarjenje

Varnost pri delu, storilnost in gospodarjenje bi morali biti povezani v zaključeno celoto in med seboj zavisno. To pa bomo lahko dosegli le tedaj, če se bomo lotili ustreznih ukrepov na področju izpopolnitve organizacije dela, izbolj-šanja tehnologije dela in če bomo sistematično skrbeli za boljšo varnost zaposlenih.

Prvi pogoj za dobro obratno organizacijo so planiranje, študij, analize in izpopolnjevanje delovnih mest. Disciplinarnost v obratu in delovni odnosj prav tako sodijo v to trdno povezanost raznih delovnih področij. Preventivno sistema-tično vzdrževanje obratnih naprav, strojev v jami in zunaj, pa tudi ostalega orođa je tehnič-ni pogoj za nemoteno obratovanje.

Glavno skrb pa bi moral pomeniti predvsem človek; okrog 80% vseh nezgod povzroči člo-vek sam. Temu so vzrok različni subjektivni ali objektivni pogoji, ki jih je treba po skrb-nem ugotavljanju njihovih vzrokov postopoma odpraviti. Osnova za vzdrževanje zdravja de-lavca in njegove storilnosti so zadevni zdrav-stveni in higijensko-tehnični ukrepi, ki jih iz-vajata zdravstvena preventiva ter služba za varstvo pri delu.

Večje storilnosti dela ne bomo dosegli, če ne bomo hkrati izpopolnjevali ustreznih higi-jensko-tehničnih in varstvenih ukrepov in če ne bomo dobro gospodarili, če ne bomo upo-rabljali vseh rudarsko-tehničnih ukrepov za povečanje storilnosti in zmanjšanje delovnih nezgod.

Vprašanja zdravstvene in delovne zaščite niso samo materialne narave, temveč tudi člo-

veške, torej v veliki meri akt človekove zavesti. Iz navedenega sledijo osnova načela zaščite:

- osnovno načelo preprečevanja poškodb;
- načelo o povezanosti delovne varnosti in proizvodnosti dela;
- načelo odgovornosti zdravstvene in delovne zaščite.

Povečanje produktivnosti dela nikakor ne smemo ločiti od nalog, ki so potrebne za varovanje zdravja in življenja delovnih ljudi.

Produktivnost dela lahko pada tudi neposredno, in sicer z zmanjšano delazmožnostjo in delovnim poletom zaradi premajhne fiziološke delovne priprave in slabih higijensko-tehničnih delovnih pogojev. Ti vzroki imajo predvsem zdravstveno škodljiv vpliv. Med nje prištevamo obremenitev s prahom, plini, parami, z ropotom in tresljaji, z vročino in mokroto ali vlažnostjo, neustreznim prezračevanjem, slabo razsvetlavo delovnega prostora, nepotrebni prevelikim telesnim naporom; pa tudi prekomerne duševne obremenitve morejo imeti zdravstvene posledice. Osnovno načelo zdravstvene zaščite je v preprečevanju vseh, zdravju škodljivih vplivov, in sicer v največji možni meri.

Minili so časi, ko je morala biti proizvodnja premoga za »vsako ceno«. Z novim gospodarskim sistemom, z vključevanjem premogovnikov v gospodarsko reformo, je vse bolj pomembno vprašanje kakšna je cena tone premoga. Znižanje proizvodnih stroškov bomo postopoma dosegli, če se bo vsak član kolektiva še bolj zavestno vključil v prizadevanje povišanja storilnosti na odkopih, pripravah in vzdrževalnih delih. Stremeti moramo za znižanjem stroškov izdelave jamskih prostorov, kakor tudi zmanjšanjem potrebnih dni na vzdrževalnih delih. Iskati moramo boljšo organizacijo dela, boljše gospodarjenje z raznim materialom in izpopolnjevanje preventivno vzdrževanje jamske mehanizacije ter skrbeti za znižanje števila delovnih nezgod.

Zelo važno je nadalje ugotavljanje vzrokov zastojev pri obratovanju ter upoštevati in

strogo izvrševati zadevne odločbe, predpise in navodila obratovodstev in nadzornih tehničnih delavcev. Zaradi tega je potrebno, da se vsak član kolektiva, od tehničnega vodstva do neposrednih proizvajalcev, vsakodnevno na svojem delovnem mestu zaveda odgovornosti glede čim večje storilnosti, čim boljšega gospodarjenja z materialom, ter strojnimi napravami in zadostne varnosti pri delu.

Zaključek

Za povečanje rentabilnosti premogovnikov in koncentracije proizvodnje ter odkopne in jamske storilnosti je potrebno, da na osnovi dosedanjih izkušenj pri nas in v inozemstvu pristopimo hitreje k uvajanju sodobne rudarske tehnike in izpopolnjevanju obstoječih odkopnih metod. Z izbiro ustrezne kompleksne odkopne mehanizacije, prilagojene specifičnim odkopnim pogojem na velikih premogovnikih in uvajanjem delne mehanizacije ter raznih racionalizacij na malih premogovnikih, se bodo proizvodni troški sorazmerno zniževali.

Za hitrejšo, boljše in gospodarnije reševanje raznih prašanj na območju planiranja in projektiranja, morajo tozadevne službe, v večji meri koristiti izkustva in sodobne metode, katere so, v naprednejših državah rudarske industrije, že dale dobre rezultate.

Razumljivo je, da pri uvajanju novih tehnoloških procesov moramo še izboljšati varnost zaposlenih, dvigati strokovno usposobljenost rudarjev in tehničnega osebja. Posvečati še več pažnje preventivnemu vzdrževanju jamske mehanizacije, da se tako poveča življenjska doba elektro in strojnih naprav.

Pri uvajanju popolne in delne odkopne mehanizacije pa igra kot že znano, poleg boljše strokovnosti in strukture zaposlenih, odločilo vlogo še dobra organizacija jamskega obrata. Več pažnje moramo posvečati pravilnemu in ustreznemu razporejanju visoko strokovnih rudarskih delavcev, da bodo tako s svojim znanjem čim več doprinesli k nadaljnjemu razvoju sodobne rudarske tehnike v naših premogovnikih.

KRATAK IZVOD

Da bi se povečala rentabilnost rudnika uglja, koncentracija proizvodnje i adekvatno tome odkopni i jamski učinci, potrebno je da se na osnovu stečenih iskustava kod nas i u inostranstvu pristupi što bržem uvođenju savremene rudarske tehnike i modernizaciji postojećih odkopnih metoda. Izborom odgovarajuće kompleksne mehanizacije prilagođene specijalnim uslovima otkopavanje u velikim rudnicima uglja i uvođenje delimične mehanizacije i raznih racionalizacionih mera na malim rudnicima uglja će svakako doprineti proporcionalnom sniženju proizvodnih troškova.

Za brže, bolje i ekonomičnije rešavanje raznih pitanja iz oblasti planiranja i projektovanja treba odgovarajuće službe u većoj meri da koriste iskustva i savremene metode koje su u rudarskoj industriji naprednih zemalja dale dobre rezultate.

Razumljivo je da kod uvođenja novih tehnoloških postupaka moramo poboljšati sigurnost radnika na radu, podići stručnu sposobnost rudara i tehničkog osoblja. Sem toga, potrebno je da se što više pažnje obrati preventivnom održavanju jamske mehanizacije kako bi se povećao vek trajanja električnih i mašinskih uređaja.

Kod uvođenja potpune kao i delimične mehanizacije na otkopavanju, sem veće stručnosti i bolje strukture radne snage, od odlučnog značaja je i dobra organizacija rada. Zbog toga treba da se više pažnje obrati pravilnom rasporedu visoko kvalifikovanih radnika kako bi oni svojim znanjem što više doprinali daljnjem razvoju savremene rudarske tehnike u našim rudnicima uglja.

ZUSAMMENFASSUNG

Bedeutung entsprechender Bergtechnischen und Sicherheitsvorkehrungen um besser zu wirtschaften mit Rücksicht auf dem Fortschritt des technologischen Verfahrens in Kohlenbergwerken

Dipl. ing. Š. Zagoričnik*)

Um die Rentabilität der Kohlenbergwerke durch Konzentrierung der Gewinnungspunkte wodurch hohe Abbau- und Grubenleistungen erzielt werden zu heben sollte man auf Grund eigener sowie ausländischer Erfahrungen die Abbaubetriebe mit gegenwärtiger den örtlichen Bedingungen aufpassender Mechanisierung ausrüsten.

Einsatz komplexer Mechanisierung der Gewinnungsarbeiten in grösseren Kohlengruben und Einführung teilweiser Mechanisierung in kleineren Betrieben mit entsprechenden Rationierungsmaßnahmen werden die Senkung der Selbstkosten bewirken.

Um eine bessere und wirtschaftlichere Lösung der Probleme aus dem Bereich der Planung und Projektierung zu erzielen, müssen die entsprechenden Dienste in grösseren Masse die Erfahrungen bezogen aus den gegenwärtig angewandten Abbaumethoden die in ausländischen Bergwerken gute Resultate gezeigt haben ausnützen.

Nebst den modernen technologischen Verfahrenen die in Kohlenbergbau angewandt werden, müssen dementsprechend auch die Sicherheitsmaßnahmen durch bessere Ausbildung der Belegschaft sowie der Aufsicht berücksichtigt werden.

Um vollständige Leistungen und längere Lebensdauer der Anlagen zu sichern — muss man der Unterhaltung derjenigen besondere Vorsorge widmen.

Bei Anwendung leistungsfähiger Abbaumethoden mit Mechanisierung der Gewinnungsarbeiten nebst günstigerer Qualifikationsstruktur der Belegschaft von ausschlagender Wichtigkeit ist die Einführung einer entsprechenden Betriebs — und Arbeitsorganisation. Belegung der wichtigsten Punkte mit hochwertigen Arbeitern und pflichteifriger Überwachung des Betriebes gewährleisten den sicheren Erfolg und weiteren Fortschritt der Bergtechnik in unseren Kohlengruben.

Literatura

1. R i e s t e r, W., 1964: Matematične metode optimiranja pri projektiranju v nemški industriji črnega premoga. — Rudarsko-metalurški zbornik (Ljubljana), zvezek 4, stran 387/410.
2. Z a g o r i č n i k, Š., 1965: S poglavitvijo v rudarsko gospodarstvo in v organizacijo dela bomo povečali rentabilnost rudnikov. Rudarstvo i metalurgija (Beograd) 16 (1965) 6, 121/124.
3. S i b e k, V., 1964: Razvoj nove odkopne metode v rudniku rjavega premoga Most na osnovi rudarskega raziskovalnega dela (nemško). — Freiburger Forschungshefte A 325 str. 15/33, Založba Akademie Verlag, Berlin.
4. S t a b a r e z y k, J., 1967: Preizkovalna metoda ekonomskih prednosti z ozirom na tehnični napredek v rudarstvu (poljsko). — Wiad. Gorn. (Katovice) 18 (1967) 4, 115/117.
5. A h č a n, R., 1955: Razvoj odkopne metode sa širokim čelom uz uvođenje čelične podgrade u jami rudnika lignita Velenje. — Rudarstvo i metalurgija (Beograd) 11, 241/244.

*) Dipl. ing. Štefan Zagoričnik, Rudnik lignita Velenje.

6. Pipuš, D., 1963: Nova odkopna metoda pogoj za dvig produktivnosti v rudniku Velenje. — Rudarstvo i metalurgija (Beograd), 1, 22/23.
7. Podurec, G., 1958: Študija o Radinskoj otkopnoj metodi. Rudarstvo i metalurgija (Beograd) 11, 241/247.
8. Ahčan, R., 1963: Študija o rezultatima uskih i strmih slojeva sa zarušavanjem kod visine etaže 6,0 do 7,5 m u rudniku Zagorje. — Rudarski glasnik (Beograd) 2, 11/26.
9. Blažek, A., 1961: Rezultati dosadašnjih otkopnih metoda na rudnicima uglja i značaj uvođenja novih. — Rudarstvo i metalurgija (Beograd) 8, 169/175.
10. Zagoričnik, Š., 1964: Tehničko ekonomski izračun uporabnosti mehaniziranega pridobivanja v jami rudnika lignita Velenje. — Rudarsko-metalurški zbornik (Ljubljana) 3, 243/255.
11. Zagoričnik, Š., 1964: Doprinos k operativni evidenci in vzdrževanju jamske mehanizacije in nadaljnemu uvajanju avtomatizacije na naših premogovnikih. — Rudarstvo i metalurgija (Beograd) 15, 11, 237/241.
12. Jugoslovensko svetovanje o problemima primene kompleksne mehanizacije na podzemnom otkopavanju ležišta uglja. — Svet za energetiku i Rudarski institut Beograd, 14. do 15. 6. 1963.
13. Adam, R., 1967: Območja uporabe različnih poznanih konstrukcij hidravličnega podporja (Francosko). — Annales des mines de Belgique (Bruxelles) 10, 1155/1172.
14. Etažno odkopavanje z uporabo hidravličnega pomičnega podporja in razstreljevanjem premoga v nadkopnem delu širokega čela (francosko). Noc. Techn. Charb. France (Paris) 1968 štev. 2, str. 39/58.
15. Brozovič, T., 1964: Pokušaji primjene hidravlične podgrade u rudnicima lignita Kreka. Predavanje na rudarskem posvetovanju v Tuzli.
16. Ahčan, R., 1967: Stanje in tendence razvoja v odkopavanju debelih slojev premoga pri nasin v svetu s posebnim ozikom na izboljšanje odkopnih metod v rudnikih lignita. — Rudarsko-metalurški zbornik (Ljubljana) 2, 87/103.
17. Kovačič, F., Šalovič, M., Filipov, A. P., 1968: Prijedlog novih otkopnih metoda za otkopavanje debelih slojeva lignita za uslove rudnika lignita Kreka. — Arhiv za rudarstvo i tehnologiju 2, 22/30.
18. Bartholmai, H., 1965: Primerjava izkustvenih in gospodarskih podatkov odkopnih metod v rudniku rjavega premoga v Hessenu (nemško). — Die Bergbauwissenschaften (Goslar) 4, 104/109.
19. Jovanović, G., 1967: Aktuelni problemi i putevi za otklanjanje sadašnjeg stanja u tehničkoj zaštiti u rudarstvu. — Sigurnost u rudnicima 3, 35/42, Rudarski institut, Beograd.
20. Hrastnik, J., 1968: Velenjska širokočelna odkopna metoda v luči varnosti. — Sigurnost u rudnicima 3, 61/69, Rudarski institut, Beograd.

Regulacija raspodjele vazduha u ventilacionim sistemima sa posebnim osvrtom na regulaciju pomoću vazдушnih zavjesa

(sa 19 slika)

Doc. ing. Jovan Moravek — dipl. ing. Hamdija Uljić

Uvod

U rješavanju problema projektovanja i proračuna ventilacionih sistema osnovna su tri problema i to:

- odrediti smjer kretanja vazduha u sistemu
- odrediti otpore u ograncima sistema i
- odrediti i utvrditi raspodjelu vazduha po ograncima.

U ovom se radu želimo osvrnuti na problem raspodjele vazduha u ograncima.

Vrlo je čest slučaj da sopstvenom raspodjelom pri račvanju vazdušne struje u dva ili više ogranka, u neke revire odlaze veće a u neke manje količine vazduha nego što je potrebno.

U takvim slučajevima treba izvršiti regulaciju raspodjele vazduha u ventilacionom sistemu, tako da količine koje odlaze u pojedine revire zadovoljavaju potrebe.

Regulacija raspodjele vazduha u ventilacionim sistemima, kad se prihvati podjela po većini poznatih autora, može biti slijedeća:

- aktivna regulacija i
- pasivna regulacija.

Aktivna regulacija bazira na smanjenju otpora u ogranku u kome se želi povećati količina vazduha, a može se postići smanjenjem aerodinamičkih otpora jamske prostorije ugradnjom pomoćnog ventilatora, povećanjem presjeka jamske prostorije i ugradnjom ejektora.

Pasivna regulacija bazira na smanjenju količine vazduha u ogranku jamske prostorije uvećavanjem njegovog aerodinamičkog otpora, a može se postići ugrađivanjem prigušivača, vjetrenih rebara i uvođenjem vazдушnih zavjesa u jamskoj prostoriji.

U daljem izlaganju iznijevićemo teoretske i praktične osnove i jedne i druge regulacije raspodjele vazduha u ventilacionim sistemima.

Posebno ćemo se detaljnije zadržati na primjeni vazdušne zavese kao načina regulacije zbog toga što je ovaj način regulacije novijeg datuma, a u praksi ga rijetko susrećemo i ne poznajemo. Ovaj oblik regulacije našao je vidno mjesto u brojnim radovima naročito sovjetskih autora, koji su, obrađujući ovaj problem, izvršili veliki naučno-istraživački rad i došli do određenih rezultata i zaključaka.

Cilj je ovog napisa da rudarske stručnjake naših rudarskih preduzeća upozna sa efikasnošću i ostalim prednostima kontrolisane regulacije raspodele vazduha.

Aktivna regulacija

Aktivna regulacija raspodjele količine vazduha u pojedinim jamskim djelovima zasniva se principijelno na smanjenju aerodinamičkog otpora toga djela jame, jer u taj dio jame treba dovesti veću količinu vazduha. Regulacija ne ide na štetu pada cjelokupnog pritiska ventilacionog sistema već obratno, povećava ekvivalentni otvor jame.

Smanjenje aerodinamičkog otpora

Povećanje količine vazduha u nekom dijelu jame sa Q_1 na Q_1' moguće je ako smanjimo aerodinamički otpor tog djela jame, a time i smanjenje otpora trenja sa R na R_1 , odnosno koeficijent trenja od α na α_1 .

Vrijednost (3) α_1 računa se iz odnosa

$$\alpha_1 = \frac{R_1 \cdot F^3}{L \cdot U} \text{ kgm}^{-3}$$

gdje je:

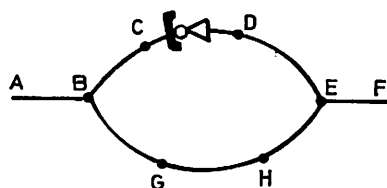
α_1 — koeficijent trenja, pri kome dolazi do povećanja količine vazduha od Q_1 na Q_1'

R_2 — otpor drugog paralelnog ogranka
 — $Q_0 = Q_1 + Q_2$ — cjelokupna količina vazduha, sračunata sa odgovarajućim koeficijentom trenja α_1 .

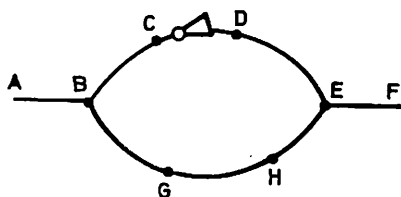
Pomoćni ventilator

Pomoćni ventilatori se koriste u onom vjetrorenom ogranku u kojem je potrebno povećati količinu vazduha.

Instaliranje pomoćnog ventilatora moguće je izvesti sa pregradom ili bez pregrade (sl. 1 i 2).



Sl. 1 — Pomoćni ventilator sa pregradom
 Fig. 1 — Auxiliary fan with a partition



Sl. 2 — Pomoćni ventilator bez pregrade
 Fig. 2 — Auxiliary fan without a partition

Ventilator smješten u djelu jame bez pregrade sa kratkim cjevovodom, ne izaziva razliku pritiska (depresije), a povećava tok vazduha samo dinamičkim pritiskom. Taj, dakako, nije velik, zato u takvom slučaju radi dobro samo u sistemu sa malim otporom, a njegov učinak je mali.

Rad pomoćnog ventilatora bez pregrade je svrsishodan uvijek kada je (3),

$$R_{pv} < \frac{0,122}{S_d} \left(\frac{1}{S_v} - \frac{1}{S_d} \right)$$

a rad pomoćnog ventilatora sa pregradom je neizbježan u slučaju kada je

$$R_{pv} \geq \frac{0,122}{S_d} \left(\frac{1}{S_v} - \frac{1}{S_d} \right)$$

gdje je:

- R_{pv} — aerodinamički otpor pri kome je rad pomoćnog ventilatora koristan.
- S_v — profil usisnog dijela pomoćnog ventilatora
- S_d — profil dijela jame na mjestu ventilatora.

Količina vazduha koja će prolaziti kroz paralelni ogranak sa ventilatorom bez pregrade je

$$Q_{pv} = 1,1 Q_v \sqrt{\frac{S_d}{S_v (8,2 \cdot S_d^2 \cdot R_{pv} + 1)}} \quad (\text{m}^3 \text{sek}^{-1})$$

gdje je:

- 1,1 — eksperimentalno utvrđen popravni koeficijent.

Količinu Q_v moguće je naći iz dijagrama ($Q_v h_v$) (sl. 3) (3).

Zajednički rad glavnog i pomoćnog ventilatora ugrađenog bez pregrade uvećava uvijek količinu vazduha u ogranku.

Potrebni pad pritiska se utvrđuje (sl. 4) (3):

- depresija pomoćnog ventilatora

$$h_{pv} = R_1 \cdot Q_1^2 - R_2 \cdot Q_2^2 = h_1 - h_2$$

- depresija glavnog ventilatora

$$h_{vgl} = (R_0 + R_3) Q_0^2 + R_2^2 = h_0 + h_2$$

- depresija vjetrorenog ogranka AD

$$h_1 = R_1 Q_1^2$$

- depresija vjetrorenog ogranka CD

$$h_2 = R_2 Q_2^2$$

- depresija vjetrorenog ogranka BA + DE

$$h_0 = (R_0 + R_3) \cdot Q_0^2$$

Vjetrorena struja u ogranku bez ventilatora je struja u pravcu glavnog ventilatora (ogranak CD) kada je

$$h_{BAD} > h_{BC}$$

ili

$$R_0 \cdot Q_0^2 + R_1 \cdot Q_1^2 - h_{pv} > R_0 Q_0^2$$

odakle je

$$R_1 \cdot Q_1^2 > h_{pv}$$

Depresija ogranka (BD) nadmašuje statičku depresiju pomoćnog ventilatora. Ako je

$$R_1 Q^2 < h_{pv}$$

vjetrena struja u ogranku CD se kreće u obratnom pravcu.

Ako su pomoćni ventilatori i glavni ventilator jednaki i imaju isti broj obrtaja, kao i smjer vjetrene struje u ogranku CD, zavisi od odnosa R_1 i $(R_0 + R_3)$ da onda mogu nastupiti slijedeći slučajevi:

a) ako je

$$R_1 > (R_0 + R_3)$$

struja vazduha u odsjeku CD struji potvrđenim smjerom.

b) ako je

$$R_1 = (R_0 + R_3)$$

struja u odsjeku CD stagnira i stoji

c) ako je

$$R_1 < (R_0 + R_3)$$

struja se u odsjeku CD kreće obratno, i dio vazduha

$$Q_1 - Q_0 = Q_2$$

će recirkulirati.

Iz dijagrama na crtežu 5 i uopšte kod upotrebe pomoćnih ventilatora proizilazi da:

a) cjelokupna količina vazduha u jami pri upotrebi pomoćnog ventilatora uvijek se povećava

b) u ogranku sa pomoćnim ventilatorom moguće je povećanje provjetravanja pri upotrebi prigušivača u drugom paralelnom ogranku

c) količina vazduha u paralelnom ogranku smanjuje se, ali manje nego pri upotrebi prigušivača u tom ogranku

d) svakoj količini vazduha u jednom paralelnom ogranku odgovara samo sigurna količina vazduha u drugom paralelnom ogranku, što se može okarakterisati kao osnovno obilježje upotrebe.

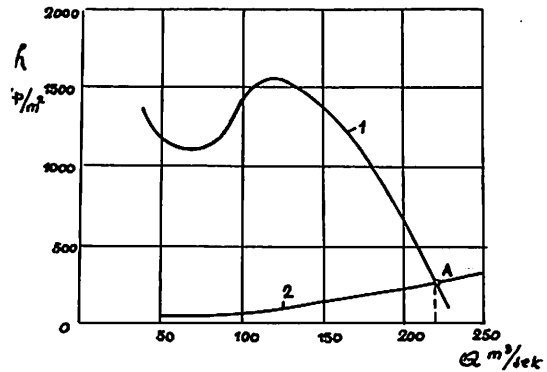
Pri upotrebi pomoćnih ventilatora javljaju se slijedeće teškoće:

a) određena količina vazduha recirkulira

b) potreban je stalan nadzor — sličan kao za glavni ventilator

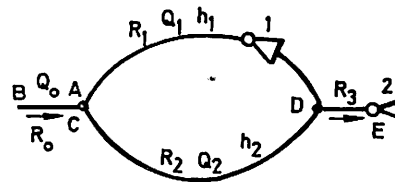
c) nužno je tačno utvrditi uslov uzajamnog rada pomoćnog ventilatora sa glavnim ventilatorom

d) pri havarijama (požar — eksplozija) ovaj sistem može lako ispasti i poremetiti provjetravanje, što otežava njegovu kontrolu.



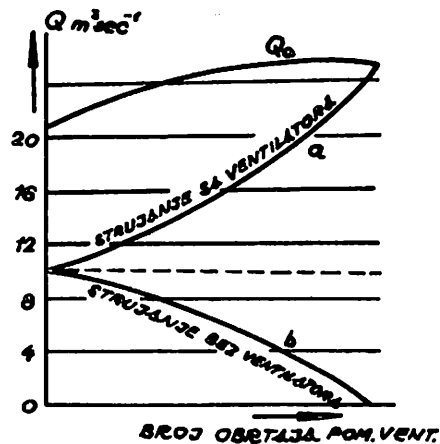
Sl. 3 — Dijagram za određivanje količine vazduha pomoćnog ventilatora bez pregrade

Fig. 3 — Diagram for the determination of air supply by the auxiliary fan without a partition



Sl. 4 — Sema uzajamnog rada glavnog i pomoćnog ventilatora

Fig. 4 — Schema of simultaneous operation of the main and auxiliary fans



Sl. 5 — Dijagram promjene količine vazduha pri radu pomoćnog ventilatora u jednom paralelnom ogranku

Fig. 5 — Diagram of change of amount of air during operation of an auxiliary fan in a parallel branch

Povećanje presjeka

Povećanjem poprečnog presjeka dijela jame moguće je promijeniti aerodinamički otpor toga dijela, a s tim i količinu vazduha koja protiče tim dijelom. Takav se način regulacije primjenjuje u slučaju nužnosti rekonstrukcije jamskog djela i iz drugih ventilacionih razloga.

Potrebna površina novog poprečnog presjeka može se proračunati na osnovu formula (4).

$$S'_1 = S_1 \sqrt[3]{\frac{R_1}{R'_1}}$$

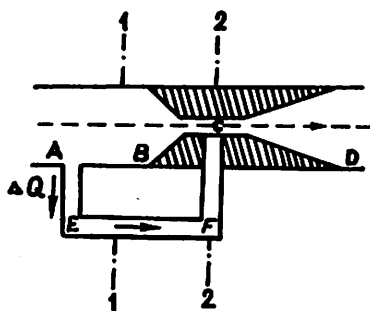
ili

$$S'_1 = \sqrt[3]{\frac{\alpha UL}{R_1}} \text{ (m}^2\text{)}$$

Ukoliko se površina presjeka prostorije iz bilo kog razloga ne može promijeniti, onda pribjegavamo daljem cjepanju (raspodjeli) vazdušne struje po paralelnim prostorijama.

Ejektor

Regulacija količine vazduha pomoću uređaja tipa ejektor se veoma rijetko upotrebljava.



Sl. 6 — Regulacija količine vazduha uređajem tipa ejektor
Fig. 6 — Regulation of air quantity by a device of ejector type

Smanjenje profila dijela jame (vidi sliku 6) ejektorom bazira se na smanjenju statičkog a po rastu dinamičkog pritiska. Prema Bernulijevoj jednačbi za presjek 1—1 i 2—2 na slici 6 proizlazi (3)

$$h_1 + \frac{C_1^2 \cdot \rho}{2} = h_2 + \frac{C_2^2 \cdot \rho}{2}$$

C_1 — brzina vazdušne struje u presjeku 1—1
 C_2 — brzina vazdušne struje u presjeku 2—2
 h_1 — statički pritisak u presjeku 1—1
 h_2 — statički pritisak u presjeku 2—2
odakle je sniženje statičkog pritiska

$$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{\rho (C_2^2 - C_1^2)}{2}$$

gdje je:

ρ — zapreminska težina jamskog vazduha
 Δh — razlika statičkih pritisaka

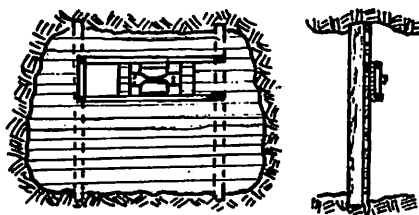
Ako je

$$C_2 > C_1$$

smanjuje se količina vazduha koja prolazi kroz presjek.

Pasivna regulacija

Pasivna regulacija količine vazduha provodi se u vjetrenom sistemu kod raspodjele vazduha, tako da načelno treba povećati aerodinamički otpor, kako bi se u njemu umanjila količina vazduha, dakako samo na štetu cjelokupnog pritiska tog vjetrenog sistema.



Sl. 7 — Prigušivač
Fig. 7 — Damper

Prigušivač

Regulacija količine vazduha prigušivačem (slika 7) zasniva se na tome, što se u vjetreni ogranak u kome treba smanjiti količinu vazduha, ugrađuje prigušivač na ulazu u taj ogranak. Time se povećava aerodinamički otpor tog dijela jame, što ima za posljedicu smanjenje količine vazduha u datom ogranku, a povećanje količine vazduha u ostalim ograncima (na primjer u paralelnom ogranku). Iz praktičnog razloga takav objekat se instalira po pravilu na strani sa manjim intenzitetom prometa.

Pri povećanju količine vazduha Q_1 u jednom paralelnom ogranku na Q'_1 , u drugom paralelnom ogranku smanjuje se količina vazduha sa Q_2 na Q'_2 i vrijedi odnos (vidi sliku 8) (3)

$$\frac{Q'_1}{Q'_2} > \frac{Q_1}{Q_2} = m$$

Za paralelne spojeve važi jednakost pada u oba ogranka

$$h_1 = R_1 Q_1^2 = (R_2 + R_{DR}) Q_2^2 = h_2$$

Tada je aerodinamički otpor prigušivača

$$R_{DR} = R_1 \left(\frac{Q'_1}{Q'_2}\right)^2 - R_2 = R_1 m^2 - R_2$$

tj. otpor prigušivača treba da bude jednak razlici

$$R_{DR} = R_1 m^2 - R_2$$

da bi se količina vazduha u paralelnom ogranku povećala od Q_1 na Q'_1 .

Koeficijent lokalnog otpora prigušivača izračunava se

$$\xi_{pr} = \frac{1}{0,0612} \cdot R_{DR} \cdot S_d^2 = 16,3 \cdot R_{DR} \cdot S_d^2$$

gdje je:

S — površina poprečnog presjeka dijela jame na mjestu postavljanja prigušivača. Ako znamo koeficijent lokalnog otpora i površinu poprečnog presjeka dijela jame, moguće je utvrditi površinu prigušivača.

Pri strujanju vazduha kroz prigušivač dolazi do gubitka struje. Taj umanjeni pad pritiska je srazmjeran kvadratu razlike brzina strujanja u oba presjeka; tada je

$$h_{pr} = \frac{\rho}{2} (C_1 - C_2)^2$$

zamjenom za

$$C = \frac{Q}{S_d}$$

a za

$$C_1 = \frac{Q}{K' S_{pr}}$$

tada je

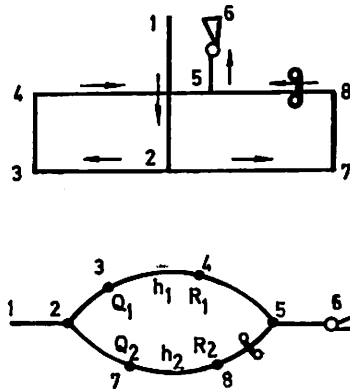
$$h_{pr} = \frac{\rho Q^2}{2} \left(\frac{1}{\alpha S_{pr}} - \frac{1}{S_d} \right)^2$$

a iz toga je

$$S_{pr} = \frac{Q \cdot S_d}{\alpha \left(Q + S_d \sqrt{\frac{2h_{pr}}{\rho}} \right)} \quad (m^2)$$

vrijednost $\alpha = 0,65$ a $\rho = 1,2 \text{ kg m}^{-3}$ tada je

$$S_{pr} = \frac{Q \cdot S_d}{0,65 \cdot Q + 2,63 S_d \sqrt{h_{pr}}} \quad (m^2)$$



Sl. 8 — Smještaj prigušivača u normalnom paralelnom sistemu

Fig. 8 — Damper location in a normal parallel system

a zamjenom

$$h_{pr} = R_{DR} \cdot Q^2$$

tada je

$$S_{pr} = \frac{S_d}{0,65 + 2,63 S_d \sqrt{R_{DR}}} \quad (m^2)$$

gdje je:

Q — količina vazduha koja struji dijelom jame

S_d — površina poprečnog presjeka dijela jame

S_{pr} — površina prigušivača

K' — koeficijent kontrakcije (0,65)

- C — brzina strujanja vazduha u dijelu jame
- C_i — brzina strujanja vazduha kroz prigušivač
- h_{pr} — pad pritiska prigušivača jednak je razlici pritisaka između oba paralelna ogranka.

Ako je odnos

$$\frac{S_{pr}}{S_d} > 0,5$$

onda je površina prigušivača

$$S_{pr} = \frac{Q \cdot S_d}{Q + 2,38 S_d \sqrt{h_{pr}}}$$

ili

$$S_{pr} = \frac{S_d}{1 + 2,38 S_d \sqrt{R_{pr}}}$$

Pad pritiska h_{pr}, aerodinamički otpor R_{pr} i koeficijent mjesnog otpora ξ_{pr}, stvoreni su prigušivačem pri datim vrijednostima Q, S_d, S_{pr},

pri odnosu

$$\frac{S_{pr}}{S_d} \leq 0,5$$

$$h_{pr} = \frac{0,147}{S_d^2} \left(\frac{S_d}{S_{pr}} - 0,65 \right)^2 \cdot Q^2$$

$$R_{pr} = \frac{0,147}{S_d^2} \left(\frac{S_d}{S_{pr}} - 0,65 \right)^2$$

$$\xi_{pr} = 2,4 \left(\frac{S_d}{S_{pr}} - 0,65 \right)^2$$

a pri odnosu

$$\frac{S_{pr}}{S_d} > 0,5$$

$$h_{pr} = 0,177 \left(\frac{S_d}{S_{pr}} - 1,0 \right)^2 \cdot Q^2$$

$$R_{pr} = \frac{0,177}{S_d^2} \left(\frac{S_d}{S_{pr}} - 1,0 \right)^2$$

$$\xi_{pr} = 2,89 \left(\frac{S_d}{S_{pr}} - 1,0 \right)^2$$

Potrebna snaga ventilatora za odnos

$$\frac{S_{pr}}{S_d} \leq 0,5$$

$$N_{pr} = \frac{0,147}{S_d^2} \left(\frac{S_d}{S_{pr}} - 0,65 \right)^2 \frac{Q^3}{102 \cdot \eta_v \eta_m} \text{ (kw)}$$

a za odnos

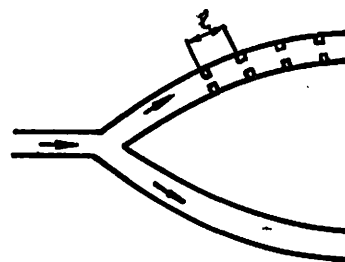
$$\frac{S_{pr}}{S_d} > 0,5$$

$$N_{pr} = \frac{0,177}{S_d^2} \left(\frac{S_d}{S_{pr}} - 1,0 \right)^2 \frac{Q^3}{102 \cdot \eta_v \eta_m} \text{ (kw)}$$

gdje je:

- η_v — stepen iskorišćenja ventilatora
- η_m — stepen iskorišćenja motora

Pri pasivnoj regulaciji prigušivačem se smanjuje količina vazduha u ogranku u kome je prigušivač ugrađen, što se odražava i na smanjene cjelokupne količine vazduha u jami.



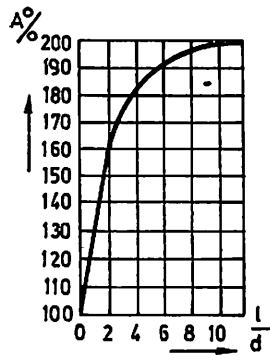
Sl. 9 — Vjetrena rebra
Fig. 9 — Air split

Vjetrena rebra

Regulacija raspodjele vazduha postiže se na taj način što se postavi nekoliko rebara kojima se smanjuje profil jamske prostorije. Svrha ovih rebara je da se u jednom ogranku poveća otpor a smanji količina vazduha, dok bi se u drugom paralelnom ogranku povećala količina vazduha (vidi sliku 9).

Koeficijent mjesnog otpora pojedinog rebra moguće je utvrditi vrlo brzo kao kod prigušivača pri odnosu (3).

$$\frac{S_{pr}}{S_d} > 0,5$$



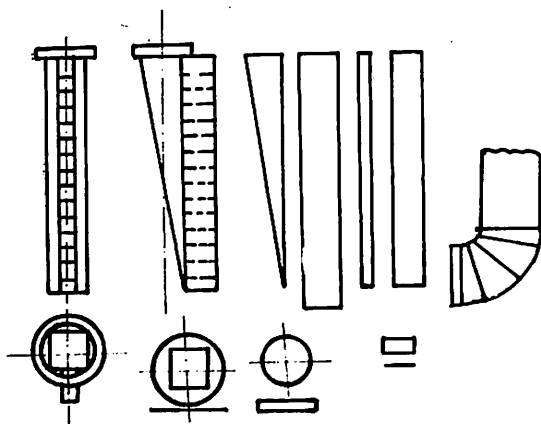
Sl. 10 — Dijagram za određivanje vrijednosti popravnog koeficijenta za dati odnos $\frac{l}{d}$

Fig. 10 — Diagram for determination of the value of corrective coefficient for the given ratio $\frac{l}{d}$

$\frac{l}{d}$	$\frac{S_z}{S}$
12,0	0,50
11,0	0,55
10,4	0,60
9,8	0,65
9,5	0,70

Sl. 11 — Tablica za određivanje odnosa $\frac{S_z}{S}$ na osnovu datog odnosa $\frac{l}{d}$

Fig. 11 — Table for the determination of $\frac{S_z}{S}$ ratio upon the given $\frac{l}{d}$ ratio



Sl. 12 — Konstrukcije mlaznica vazdušnih zavjesa
Fig. 12 — Construction of air blind jet nozzles

Cjelokupni koeficijent mjesnog otpora svih postavljenih rebara je jednak (3),

$$\Sigma \xi_R = 16,3 \cdot S_d^2 \cdot \Sigma R_R$$

gdje je: ΣR_R — cjelokupni otpor svih rebara koja sužavaju profil

$$\Sigma R_R = R_1 \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right)^2 - R_2 = R_1 m^2 - R_2 \text{ (kpm}^{-1}\text{)}$$

gdje je:

Q_1, Q_2 — količina vazduha u pojačanom i oslabljenom vjetrenom toku ($\text{m}^3 \text{sek}^{-1}$)

R_1, R_2 — aerodinamički otpor u pojačanom i oslabljenom vjetrenom toku (kpm^{-1}).

Broj rebara zavisi od odnosa

$$\frac{l}{d}$$

što je relativna udaljenost, pri kojoj postoji uzajamno djelovanje jednog mjesta suženja na drugo i gdje je

l — razmak između rebara
 d — hidraulički (ekvivalentni) promjer jamske prostorije [$d = 4 \frac{S_d}{U}$]

Broj rebara »n« utvrđuje se prema obrascu

$$n = \frac{100 \Sigma \xi_R - \xi_R (200 - A)}{\xi_R (A - 100)}$$

pri čemu je koeficijent »A« utvrđen eksperimentalno i dat je dijagramom u obliku krive na sl. 10.

U slučaju neravnomjerne ugradnje rebara u jamskoj prostoriji treba umjesto odnosa $\frac{l}{d}$

koristiti odnos $\frac{S_z}{S}$, a prema tablici na sl. 11

Vazdušne zavjese

Vazdušna zavjesa sastoji se iz ventilacionog postrojenja i dovodnog vazdušnog voda.

Postoje različite konstrukcije mlaznica vazdušnih zavjesa (vidi sliku 12).

Funkcionisanje vazdušne zavjese zasniva se na slijedećem:

Ventilator duva pod nekim uglom nasuprot glavnoj vazdušnoj struji, te na taj način stvara otpor kretanju glavne vazdušne struje. Uslov je, svakako, da brzina struje zavjese bude veća od brzine glavne vazdušne struje.

Položajem ose zavjese možemo regulisati otpor koji se suprotstavlja glavnoj vazdušnoj struji, pa čak možemo vazdušnom zavjesom u potpunosti prekriti presjek prostorije.

Vazdušnu zavjesu, prema tome, možemo teoretski poistovjetiti sa prigušivačem.

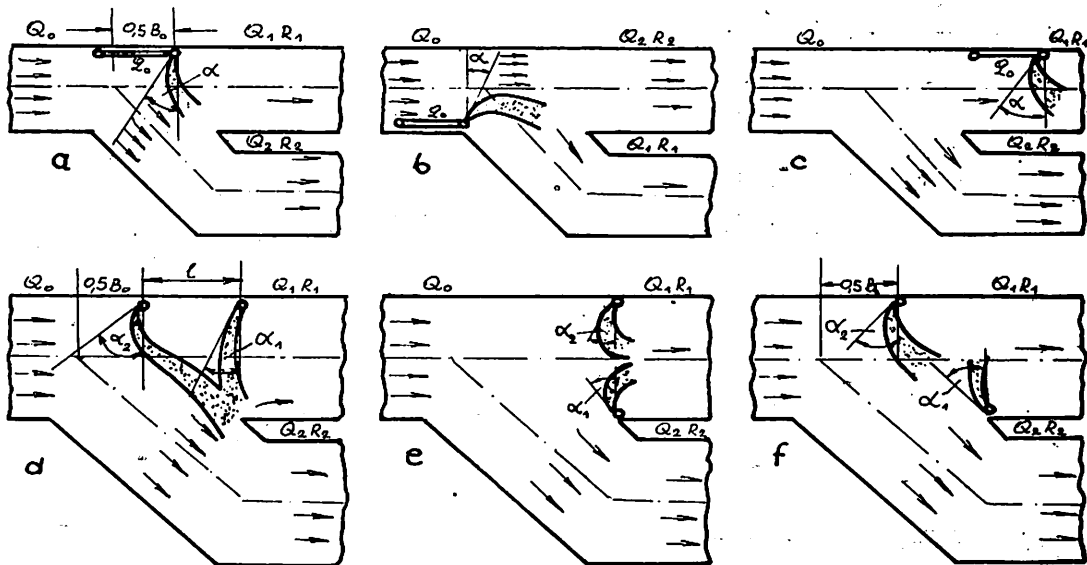
Vazdušnu zavjesu snabdjevamo vazduhom iz cjevovoda komprimiranog vazduha ili vazduhom iz jamske prostorije, što zavisi od mogućnosti.

- za zaštitu radnih mjesta od prašine i gasa i
- za upravljanje ventilacionim strujama u komornim radilištima.

U ovom radu obradićemo vazdušne zavjese samo kao sredstvo za regulaciju raspodjele vazduha.

Osnovna preimućstva zavjese kao sredstva za regulisanje vazduha su:

- ne ometaju prolaz
- besprekorno rade
- isključena je mogućnost oštećenja
- moguće ih je automatizirati i upravljati njihovim funkcionisanjem sa jednog mjesta
- lako se montiraju, prenose i uključuju u rad.



Sl. 13 — Šeme razmještaja vazdušnih zavjesa pri regulaciji raspodjele vazduha po prostorijama a, b, c i d — jednostrane zavjese, e i f dvostrane zavjese. B_0 — širina prostorije na mjestu instaliranja zavjese, Q_0 — ukupna količina vazdušne struje, Q_1 i Q_2 — količine vazdušne struje u pojedinim ograncima, R_1 i R_2 — otpori pojedinih ograna, α , α_1 i α_2 — uglovi dejstva vazdušne zavjese i q_0 — potrebna količina vazduha za zavjesu.

Fig. 13 — Schema of arrangement of air blinds during air distribution to rooms; a, b, c and d — single-sided blinds; e and f — double-sided blinds; Q_0 — total quantity of air flow; Q_1 and Q_2 — quantities of air in individual branches; R_1 and R_2 — resistance of individual branches; α , α_1 and α_2 — air blind action angles; and q_0 — blind air consumption.

Vazdušnu zavjesu možemo koristiti:

- za regulisanje raspodjele vazduha
- za regulisanje temperature između vanjske i unutrašnje atmosfere u zimskom periodu
- za smanjenje gubitaka vazduha između pojedinih prostorija

Efektivnost zavjese možemo povećati uvećanjem njene kinetičke energije rasprašivanjem vode, čije bi dispergovane kapi, sem što bi bolje obavljale funkciju obaranja prašine, povećavale i dejstvo zavjese za 20—30%.

Zavjese mogu biti jednostrane i dvostrane i mogu imati različit raspored u jamskim prostorijama (vidi sl. 13).

Uticaj osnovnih parametara rada zavjese može se izraziti formulom — zavisnošću (2):

$$\frac{mV_{sr}}{m_0 U_0} \frac{R_2}{R_1} = \frac{a}{\eta b}$$

gdje je:

$mV_{sr} : m_0 U_0$ — odnos količine kretanja vazduha u ventilacionoj struji i zavjesi

$R_2 : R_1$ — odnos otpora prostorije sa pojačanim i oslabljenim ventilacionim tokovima

η — koeficijent korisnog dejstva zavjese

$$\eta = \frac{Q'_1 - Q_1}{Q'_1}$$

gdje je:

Q'_1 i Q_1 — količina vazduha u prostoriji prije i poslije uključenja zavjese u rad.

a i b — su iskustvene konstante.

Radi utvrđivanja iskustvenih konstanti a i b , izvršen je veliki broj istraživanja u kojima su izračunate vrijednosti za a i b . Primjera radi navodimo tablicu 1.

Uz tablične pregledje izrađen je, takođe, i veliki broj grafičkih prikaza navedenih međuzavisnosti.

Za iskustvene konstante date su u literaturi i jednačine:

$$a = 0,980 + 0,045 \frac{U_0}{V_{sr}}$$

$$b = 0,970 - 0,027 \frac{U_0}{V_{sr}}$$

gdje je:

U_0 — brzina strujne zavjese i

V_{sr} — srednja brzina glavne vazdušne struje.

Postupak kod projektovanja i instaliranja vazdušnih zavjesa sa ciljem da obezbijede regulaciju vazduha je slijedeći:

— Prethodno je nužno pokupiti slijedeće podatke:

— ukupna količina glavne vazdušne struje u prostoriji Q_0 (m^3/sec)

— Q'_2 i Q'_1 — količina vazduha pri prirodnoj raspodjeli vazduha po ograncima

— Q_2 i Q_1 — potrebna količina vazduha u ograncima

— R_2 i R_1 — otpor prostorija u ograncima

— plan ili skica jamskih prostorija gdje se predviđa potrebna regulacija raspodjele vazduha

— Neophodno je potrebno zatim analizirati mogućnost primjene prigušivača i vazdušnih zavjesa.

Tablica 1

Vrsta zavjese i mjesto montiranja	Efektivni uglovi uzajamnog dejstva (stepen)	Vrijednost iskustvenih konstanti	
		a	b
Jednostrana, sa suprotnim uzajamnim dejstvom, montirana na račvanju prostorije	$\alpha = 45$	1,28	1,27
Jednostrana, sa usputnim uzajamnim dejstvom, montirana na račvanju prostorija	$\alpha = 0$	0,41	1,84
Jednostrana, sa suprotnim uzajamnim dejstvom, montirana u prostoriji sa oslabljenim ventilacionim tokom	$\alpha = 45$	0,43	1,43
Jednostrana, sa suprotnim uzajamnim dejstvom, sa dvije uzastopno montirane zavjese na račvanju prostorije	$\alpha_1 = 20$ $\alpha_2 = 60$	2,24	1,57
Dvostrana, sa suprotnim uzajamnim dejstvom, sa povezanim razmještajem zavjesa na račvanju prostorije	$\alpha_1 = 30$ $\alpha_2 = 60$	6,69	1,98
Dvostrana, sa suprotnim uzajamnim dejstvom, sa nezanim razmještajem na račvanju prostorija	$\alpha_1 = 80$ $\alpha_2 = 40$	3,85	1,41

Ova analiza bi trebalo da obuhvata slijedeće:

— količinu — broj prigušivača

$$n = \frac{L}{(5 \div 6) D_{ekv}}$$

gdje je:

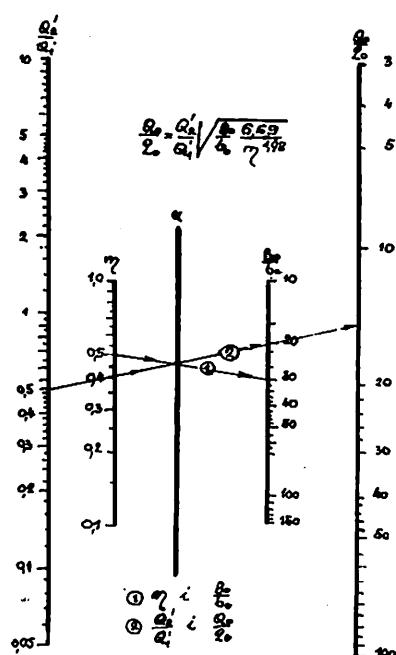
L — dužina prostorije (m')
 D_{ekv} — ekvivalentni promjer prostorije (m')

$$D_{ekv} = \frac{4 S_d}{U} \text{ (m')}$$

gdje je:

S_d — poprečni presjek prostorije (m²) a

U — obim prostorije (m').



Sl. 14 — Nomogram za određivanje $Q_0 : q_0$ za dvostrane spojene vazdušne zavjese za $\alpha_1 = 30^\circ$, $\alpha_2 = 60^\circ$

Fig. 14 — Nomogram for the determination of $Q_0 : q_0$ for double-sided joined blinds with $\alpha_1 = 30^\circ$, $\alpha_2 = 60^\circ$

— Otpor se izračunava po jednačini

$$R'_{DP} = 1,78 \left(\frac{1}{SDP} - \frac{1}{S_d} \right)^2 \text{ (mijurg)}$$

na osnovu ovako pojedinačno određenih otpora, određuje se i sumarni otpor

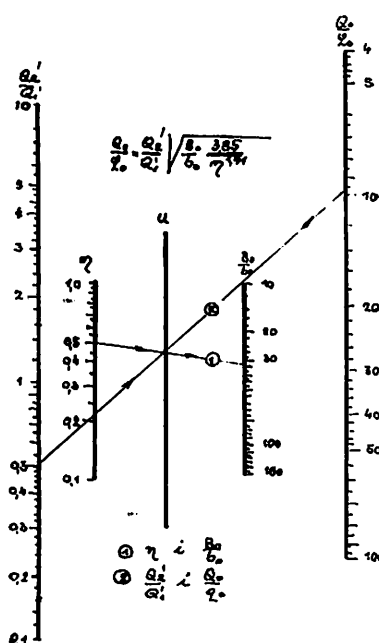
$$R_{DP} = n \cdot R'_{DP} \text{ (mijurg)}$$

— Dalje se mora izračunati količina vazduha po jednačini:

$$Q'_1 = \frac{Q_0}{1 + \sqrt{\frac{R_1'' R_{DP}}{K_2}}} \text{ (m}^3\text{/sek)}$$

— Nakon izbora mjesta u jamskoj prostoriji, biraju se konstruktivni elementi zavjese i izračunava koeficijent njenog korisnog dejstva

$$\eta = \frac{Q'_1 - Q_1}{Q'_1}$$



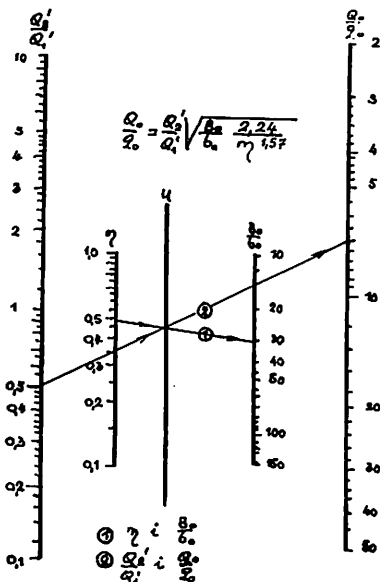
Sl. 15 — Nomogram za određivanje $Q_0 : q_0$ za nespojene dvostrane vazdušne zavjese za $\alpha_1 = 80^\circ$, $\alpha_2 = 40^\circ$

Fig. 15 — Nomogram for the determination of $Q_0 : q_0$ for separated double-sided air blinds with $\alpha_1 = 80^\circ$, $\alpha_2 = 40^\circ$

— usvaja se vrijednost ugla uzajamnog dejstva α (α_1 i α_2) i određuje se dalje utrošak vazduha (ili pomoću formula ili nomograma) pri odabranim optimalnim uglovima.

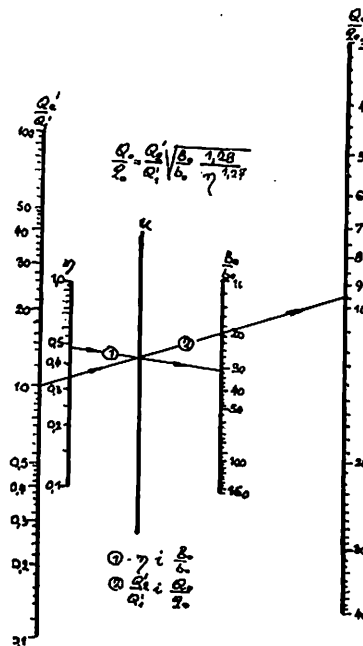
— Potrebna količina vazduha određuje se prema formuli:

$$q_0 = Q_0 \frac{Q'_1}{Q'_2} \sqrt{\frac{S_{st}}{S_d} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} \cdot \frac{\eta^b}{a}} \text{ (m}^3\text{/sek)}$$



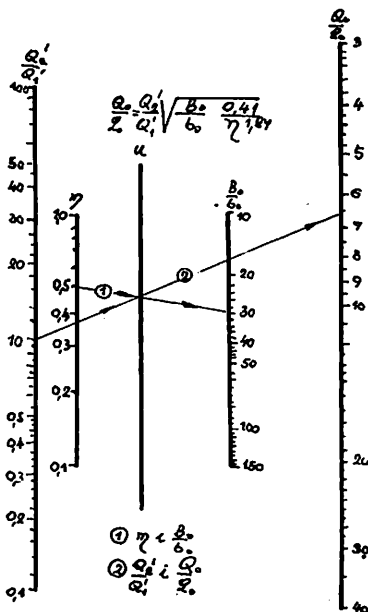
Sl. 16 — Nomogram za određivanje $Q_0 : q_0$ za jednostrane vazdušne zavjese sa dva uzastopna instal. uređ. za $\alpha_1 = 20^\circ, \alpha_2 = 60^\circ$

Fig. 16 — Nomogram for the determination of $Q_0 : q_0$ for single-sided air blinds with two parallel installed devices for $\alpha_1 = 20^\circ, \alpha_2 = 60^\circ$



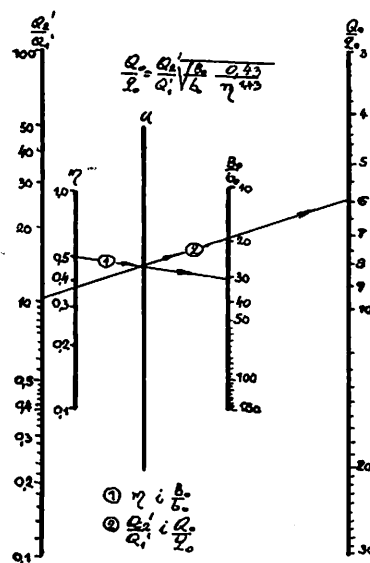
Sl. 17 — Nomogram za određivanje $Q_0 : q_0$ za jednostrane vazdušne zavjese sa susretnim dejstvom struje instal. na račvanju prostorija, $\alpha_1 = 45^\circ$

Fig. 17 — Nomogram for the determination of $Q_0 : q_0$ for single-sided air blinds with antitropical stream action, installed at room crossings, $\alpha_1 = 45^\circ$



Sl. 18 — Nomogram za određivanje $Q_0 : q_0$ za jednostrane vazdušne zavjese sa usputnim uzajamnim dejstvom struje, instalir. na račvanju prostorija $\alpha_1 = 0-10^\circ$

Fig. 18 — Nomogram for the determination of $Q_0 : q_0$ for single sided air blinds with homotropical mutual stream action, installed at room crossings, $\alpha_1 = 0-10^\circ$



Sl. 19 — Nomogram za određivanje $Q_0 : q_0$ za jednostrane vazdušne zavjese sa susretnim uzajamnim dejstvom struje, instalirane u prostoriji sa oslabljenim ventilacionim tokom, $\alpha = 45^\circ$

Fig. 19 — Nomogram for the determination of $Q_0 : q_0$ for single sided air blinds with antitropical mutual stream action, installed in a room with a lowered ventilation stream, $\alpha = 45^\circ$

gdje je:

Q_0 — količina vazduha glavne vazdušne struje
 Q_1 — količina vazduha u prostoriji po prirodnoj raspodjeli
 S_d — poprečni presjek prostorije
 S_{Σ} — poprečni presjek vazdušne zavjese (kod dvostranih zavjesa i kod jednostranih koje su naizmjenično postavljene uzima se zbir poprečnih presjeka)
 ρ — gustina gl. vazdušne struje
 ρ_0 — gustina vazdušne struje zavjese ($\text{kp sek}^2/\text{m}^4$)
 a i b — iskustvena konstanta.
Uglove α (α_1 i α_2) optimalnog uzajamnog dejstva i vrijednosti koeficijenta — iskustvene konstante biramo iz tablice 1.

— potrebna količina vazduha se takođe brzo može obraditi i pomoću nomograma (sl. 14 do 19).

— Proračun depresije zavjese vrši se po formuli:

$$h_v = h_{TR} + h_M + h_K + h_D \text{ (kp/m}^2\text{)}.$$

— Depresiju u kompresionom cjevovodu proračunavamo po formuli:

$$h_{TR} = \rho_1 \alpha_1' \frac{PLq_0^2}{S_{TR}^3} \text{ (kp/m}^2\text{)}$$

gdje je:

ρ_1 — koeficijent gubitka vazduha u cjevovodu
 α_1' — koeficijent aerodinamičkog otpora cjevovoda
 P — obim cjevovoda (m')
 L — dužina cjevovoda (m')
 S_{TR} — površina poprečnog presjeka cjevovoda (m^2)
 q_0 — količina vazduha zavjese — (m^3/sek).

— Mesnu depresiju h_M i depresiju u kanalu h_K računamo na klasičan način.

— Depresiju na izlazu struje iz zavjese računamo po formuli:

$$h_D = 0,061 \left(\frac{q_0}{S_{\Sigma c}} \right)^2 \text{ (kp/m}^2\text{)}$$

[h_K može se i usvojiti kao vrijednost 5—7 od h_D].

— Na ovaj način proračun vazdušne zavjese bi bio završen, jer smo dobili njene osnovne parametre i to: potrebnu količinu vazduha q_0 i potrebnu depresiju h_v .

Na osnovu ovih parametara biramo odgovarajući ventilator sa odgovarajućim potrebnim karakteristikama.

SUMMARY

Regulation of Air Distribution in Ventilation Systems with a Particular Regard on the Regulation by Air Blinds

J. Moravek, min. eng. — H. Uljić, min. eng.*)

Unsatisfactory air distribution at branches is a frequent occurrence in underground ventilation mining practice, so regulation must be applied.

In the paper, basic kinds of regulation — active and passive — are elaborated. All methods of air distribution regulation are described.

Regulation by an air blind (passive regulation) is elaborated in more detail, general theoretical principles are given, as well as the calculation of air blinds with necessary additions, figures, nomograms, tables etc.

*) Dipl. ing. Jovan Moravek, docent Rudarskog fakulteta u Tuzli i dipl. ing. Hamdija Uljić, asistent Rudarskog fakulteta u Tuzli.

Literatura

1. Jokanović B., 1960: Provjetravanje rudnika, Beograd.
2. Šepelev, S. F., Molgačev G. P. i Šolj R. P., 1968: Otricatel'nie regul'atori rudničnih ventiljacionyh setej.
3. Sládeček — Hrbač — Mácha 1968: Důlní vetrání — Aeromehanika.
4. Bodjagin M. N. 1967: Rudničnaja ventiljacija.
5. Voronina L. D., Bagrinovskij A. D., Nikitin V. S., 1962: Rasčet rudničnoj ventiljaciji.
6. Gornoe delo — Enciklopedičeskij spravočnik — 1959.

Potreba izmena i dopuna u propisima o rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu

Dipl. ing. Dragoljub Mitrović

Brz razvitak čitave naše industrije uslovio je u poslednjem periodu veoma dinamičan razvoj rudarstva i građevinarstva, a time i snažan napredak tehnologije bušenja i miniranja. Uporedo sa tim razvijala se hemijska industrija, koja je privredj Jugoslavije dala širok asortiman novih eksploziva i eksplozivnih sredstava. Taj razvitak su pratile sve osobnosti čitave naše privrede. S obzirom na sve karakteristike ekstraktivne industrije, rudarstvo se veoma dugo borilo sa nestašicom sredstava i stalnim deficitom kvalifikovanih radnika i visokoobrazovanih i iskusnih stručnjaka. Paralelno sa tim teškoćama, dugo vremena se osećala potreba za naučnim organizacijama koje bi se, u prvom redu, bavile problemima rudarstva, a naročito problemima tehničke zaštite.

Ovi nedostaci su otežavali praćenje problema higijensko-tehničke zaštite i ometaļ blagovremeno i dovoljno precizno pravno oblikovanje odnosa koji vladaju u toj oblasti. Vremenom, okolnosti su se promenile. Danas imamo dovoljno kadrova i veliki broj naučnih i specijalizovanih organizacija. Ako se tome doda, da i materijalnih sredstava ima sve više i više, onda se može konstatovati da postoje objektivni uslovi da novu tehnologiju dobijanja mineralnih sirovina prate i odgovarajući

propisi o merama zaštite pri pojedinim delovima te tehnologije.

Ovaj period je karakterističan i po tome, što su naše visoke škole dale veliki broj novih inženjera, čije se prisustvo na rudnicima moralo i kvalitetno da oseti. Povećanje broja stručnjaka koji završavaju rudarske fakultete uticalo je da se pojedinci opredeljuju za određene grane rudarstva postajući vremenom specijalisti za te oblasti. Poslednjih godina sve je veći broj rudnika koji imaju inženjere specijalno zadužene za miniranje. Sama ta pojava uticala je da i tehnologiju miniranja vode visoko obrazovani kadrovi, koji počinju da utiču na ukorenjene navike i shvatanja. To je objektivno dovelo do nastojanja da se menja postojeće stanje i uvedu novine u tehniku bušačko-minerskih radova.

Istovremeno sa povećanjem broja kadrova u rudnicima, sve naše fabrike eksploziva formiraju svoje stručne službe u koje dolaze iskusni i ambiciozni rudarski inženjeri. Oni veoma brzo utiču na razvoj novih eksploziva i eksplozivnog pribora, a time i na poboljšanje stanja u ovoj oblasti rudarske tehnike.

Rudarski institut i Rudarski fakultet u Beogradu se na svoj način pridružuju opštim naporima privrede da rešava problematiku iz oblasti miniranja. Rudarski fakultet priprema

održavanje kurseva za specijalizovanje rudarskih inženjera u oblasti miniranja, tako da će i naša zemlja imati visoko obrazovane specijaliste za ovu vrstu posla.

Rudarski institut je oformio posebnu grupu inženjera koja se bavi proučavanjem metoda racionalnijeg korišćenja eksploziva u privredi i proširenjem upotrebe eksploziva u rudarstvu i građevinarstvu.

Aktivnost velikog broja stručnjaka u privredi, na fakultetima i u institutima, veoma brzo je ukazala na potrebu da se postojeći propisi o merama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu*) izmene i dopune. Ovi propisi su u svoje vreme predstavljali vidan napredak u odnosu na propise koji su do tada postojali i bili su odraz vremena u kome su nastali i tehnologija koje su tada primenjivane. Međutim, oni su sada prevaziđeni i moraju da otrpe kritiku, jer se sukobljavaju sa potrebama nove tehnologije. Osim toga, potrebe povećane proizvodnje nameću improvizovana rešenja, s obzirom da postojeći propisi ne tretiraju određenu problematiku. Zbog toga veliki broj praktičara improvizira neke postupke koji su različiti od slučaja do slučaja. Te improvizacije nisu uvek najbolja rešenja i mogu da budu uzrok nezgoda. Uvođenje metoda masovnog miniranja u podzemnom otkopavanju, a naročito na površinskim kopovima, ustalilo je praksu dubokih minskih bušotina veoma velikih prečnika (preko 300 m). Količine eksploziva koje se odjednom aktiviraju prelaze i nekoliko desetina tona. Novi eksplozivi su kvalitativno drugačiji, jer su neosetljiviji na inicijalni impuls klasičnih upaljača i štapina. Sve to menja odnos čoveka prema miniranju naročito sa aspekta zaštite. Novi odnosi ukazuju na neodrživost nekih članova postojećih propisa, ali i na nedostatak odredbi koje treba da regulišu novine u miniranju.

Iako se ovim člankom želi samo da ukaže na postojanje problema, navešće se nekoliko karakterističnih primera koji ilustruju sukob postojećih propisa sa praksom.

Propisi zabranjuju da se patrone eksploziva spuštaju slobodnim padom u bušotine pri

miniranju na površinskim kopovima. To je propis koji je vredeo za praškaste amonijumnitratske i želatinizirane eksplozive. Međutim, nove vrste eksploziva koje su manje osjetljive na udar, mogu se bez opasnosti spuštati u bušotine i slobodnim padom. Oni koji sada tako rade, formalno posmatrano krše postojeće propise.

Manipulisanje velikim količinama eksploziva na površinskim kopovima, u uslovima kada se miniranje vrši svakog dana, ne rešava se uvek u duhu propisa. Tome su razlog uopštene konstatacije koje su uvek imale u vidu male serije i male količine eksploziva. Propisi moraju da budu prošireni novim odredbama, a ne treba isključiti ni mogućnost da se izrade posebni propisi za površinske kopove.

Na nekim našim površinskim kopovima ustaljena je praksa da se u bušotinama velikih prečnika miniranjem razbijaju zaglavljene komade stene i da se odmah posle eksplozije u bušotinu spušta udarna patrona zajedno sa detonirajućim štapinom. Pri tome se zaboravlja da temperatura eksplozije i količina toplote koja tom prilikom nastane, mogu sticajem nepovoljnih okolnosti da izazovu novu eksploziju. Ona može dalje da prouzrokuje eksploziju čitave količine eksploziva razmeštenog u neposrednoj blizini i preko koga prelazi detonirajući štapin vezan za udarnu patronu, a koji je pripremljen za spuštanje u bušotinu.

Nesreća može da nastane i zbog udara komada stena nastalih drobljenjem zagavljenog komada, pogotovu kada se u neposrednoj okolini nalaze koturovi detonirajućeg štapina u blizini gomile eksploziva težine nekoliko stotina kilograma, pa često i nekoliko tona.

Takođe je već ustaljena praksa da se udarna patrona veže detonirajućim štapinom dok je ovaj još na koturu, a zatim spušta u bušotinu, pri čemu se detonirajući štapin tare o ivicu ulaza u bušotinu. Ovakav postupak može da prouzrokuje eksploziju štapina, a preko njega i eksploziva koji je pripremljen za spuštanje u bušotinu.

Punjenje minskih bušotina eksplozivom u rinfuznom stanju dozvoljeno je samo »u od-

*) Službeni list SFRJ br. 9/67.

ređenim uslovima... po odobrenju rudarskog organa«. Ovakva odredba je danas suvišna, s obzirom da je tehnologija proizvodnje i upotrebe kašastih eksploziva veoma napredovala i da ekonomika ide u prilog upotrebe ovakvih eksploziva.

Čl. 18. propisa predviđa da tehnički rukovodilac pogona »mora na osnovu ovih i drugih propisa i uputstava proizvođača, a prema specifičnim prilikama pogona, izdati pismena uputstva za... upotrebu... eksplozivnih sredstava...«.

Ovo se potvrđuje i čl. 96. istih propisa. U propisima se nigde ne govori o projektu miniranja, što je u suprotnosti sa čl. 60. Osnovnog zakona o rudarstvu*) gde se predviđa: »Rudarsko preduzeće može preduzeti... radove... na eksploataciji... samo na osnovu odobrenog projekta«. Sa sigurnošću se može tvrditi da za postupak bušenja i miniranja neki rudnici nemaju projekat ili ako ga imaju, onda se praksa izvođenja radova ne slaže sa postavkama projekta. U većini slučajeva razlog leži u tome, što se pretpostavke u projektu nisu ispunile, uglavnom zbog nedostatka potrebnih istraživanja koja su morala da prethode izradi projekta.

U čl. 158. propisa pominje se projekat masovnih miniranja dubokim minskim bušotinama i u čl. 32. projekat primene detonirajućeg štapina za miniranje u jamama, dok su za druge postupke pri miniranju dovoljna uputstva tehničkog rukovodioca. Ovakav tretman ove materije neopravdano stavlja rukovodioca pogona u položaj da odlučuju o materiji koja je za sigurnost veoma osetljiva.

Analizama povreda u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom u SRS utvrđeno je

*) Sl. list SFRJ br. 9/66.

da 35% svih teških i smrtnih nesreća otpada na miniranje. U ukupnom broju nezgoda koje su prouzrokovane rukovanjem eksplozivnim sredstvima, 70% otpada na nesreće nastale zbog upotrebe sporogorećeg štapina. Ovaj evidentni podatak upućuje na posebno proučavanje ovog problema, a i na donošenje rigoroznijih odredaba propisa.

Sve veće potrebe za boljom fragmentacijom i smanjenjem potresa pri miniranju, uticale su na sve širu primenu milisekundnog miniranja i upotrebu detonirajućeg štapina. Njihovo racionalno i bezbedno korišćenje može se postići uz posebna ispitivanja i mere koje treba propisima odrediti. Nepravilna upotreba milisekundnih upaljača odn. usporivača i detonirajućeg štapina, veoma često izaziva otkazivanje eksplozije ili druge neprijatnosti. To je slučaj kako kod miniranja pri masovnim metodama otkopavanja u jamama metala, tako isto i na površinskim kopovima.

Ukazujući na nekoliko problema koje postojeći propisi ili uopšte ne rešavaju ili rešavaju delimično, istakli bismo i to, da njihova dopuna i prerada treba da budu odraz stvarnog stanja i tendencija u razvoju tehnologije proizvodnje eksplozivnih sredstava i tehnologije miniranja. Treba, takođe, imati u vidu i postojanje velikog broja stručnih kadrova u privredi, institutima i fakultetima, koji su u stanju da rešavaju i složenije zadatke nego što je to bio slučaj do sada. Otuda novi propisi treba da odrede okvire i dijapazone u kojima se određeni postupci kreću, a isto tako da budu određeniji tamo gde je to nužno. Pri sve-mu tome treba uzeti u obzir sva iskustva koja su se nagomilala u preduzećima, fabrikama eksploziva i eksplozivnog pribora, kao i u naučnim ustanovama.

SUMMARY

Need for Amendment of Regulations on Handling Explosive Means and Blasting in Mining

D. Mitrović, min. eng. *)

The blasting technology in Yugoslavia's mining is being rapidly improved owing to mutual efforts by explosive manufacturers, field engineers, and those engaged in scientific institutions. In course of such a rapid progress, blasting innovations are not always in accord with current safety regulations.

The author points to the need for amendment of existing regulations, and states actual technological details in contrariety with regulation propositions.

*) Dipl. ing. Dragoljub Mitrović, stručni savetnik u Zavodu za površinsku i podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

ređenim uslovima... po odobrenju rudarskog organa«. Ovakva odredba je danas suvišna, s obzirom da je tehnologija proizvodnje i upotrebe kašastih eksploziva veoma napredovala i da ekonomika ide u prilog upotrebe ovakvih eksploziva.

Čl. 18. propisa predviđa da tehnički rukovodilac pogona »mora na osnovu ovih i drugih propisa i uputstava proizvođača, a prema specifičnim prilikama pogona, izdati pismena uputstva za... upotrebu... eksplozivnih sredstava...«.

Ovo se potvrđuje i čl. 96. istih propisa. U propisima se nigde ne govori o projektu miniranja, što je u suprotnosti sa čl. 60. Osnovnog zakona o rudarstvu*) gde se predviđa: »Rudarsko preduzeće može preduzeti... radove... na eksploataciji... samo na osnovu odobrenog projekta«. Sa sigurnošću se može tvrditi da za postupak bušenja i miniranja neki rudnici nemaju projekat ili ako ga imaju, onda se praksa izvođenja radova ne slaže sa postavkama projekta. U većini slučajeva razlog leži u tome, što se pretpostavke u projektu nisu ispunile, uglavnom zbog nedostatka potrebnih istraživanja koja su morala da prethode izradi projekta.

U čl. 158. propisa pominje se projekat masovnih miniranja dubokim minskim bušotinama i u čl. 32. projekat primene detonirajućeg štapina za miniranje u jamama, dok su za druge postupke pri miniranju dovoljna uputstva tehničkog rukovodioca. Ovakav tretman ove materije neopravdano stavlja rukovodioca pogona u položaj da odlučuju o materiji koja je za sigurnost veoma osetljiva.

Analizama povreda u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom u SRS utvrđeno je

*) Sl. list SFRJ br. 9/66.

da 35% svih teških i smrtnih nesreća otpada na miniranje. U ukupnom broju nezgoda koje su prouzrokovane rukovanjem eksplozivnim sredstvima, 70% otpada na nesreće nastale zbog upotrebe sporogorećeg štapina. Ovaj evidentni podatak upućuje na posebno proučavanje ovog problema, a i na donošenje rigoroznijih odredaba propisa.

Sve veće potrebe za boljom fragmentacijom i smanjenjem potresa pri miniranju, uticale su na sve širu primenu milisekundnog miniranja i upotrebu detonirajućeg štapina. Njihovo racionalno i bezbedno korišćenje može se postići uz posebna ispitivanja i mere koje treba propisima odrediti. Nepravilna upotreba milisekundnih upaljača odn. usporivača i detonirajućeg štapina, veoma često izaziva otkazivanje eksplozije ili druge neprijatnosti. To je slučaj kako kod miniranja pri masovnim metodama otkopavanja u jamama metala, tako isto i na površinskim kopovima.

Ukazujući na nekoliko problema koje postojeći propisi ili uopšte ne rešavaju ili rešavaju delimično, istakli bismo i to, da njihova dopuna i prerada treba da budu odraz stvarnog stanja i tendencija u razvoju tehnologije proizvodnje eksplozivnih sredstava i tehnologije miniranja. Treba, takođe, imati u vidu i postojanje velikog broja stručnih kadrova u privredi, institutima i fakultetima, koji su u stanju da rešavaju i složenije zadatke nego što je to bio slučaj do sada. Otuda novi propisi treba da odrede okvire i dijapazone u kojima se određeni postupci kreću, a isto tako da budu određeniji tamo gde je to nužno. Pri svemu tome treba uzeti u obzir sva iskustva koja su se nagomilala u preduzećima, fabrikama eksploziva i eksplozivnog pribora, kao i u naučnim ustanovama.

SUMMARY

Need for Amendment of Regulations on Handling Explosive Means and Blasting in Mining

D. Mitrović, min. eng.*)

The blasting technology in Yugoslavia's mining is being rapidly improved owing to mutual efforts by explosive manufacturers, field engineers, and those engaged in scientific institutions. In course of such a rapid progress, blasting innovations are not always in accord with current safety regulations.

The author points to the need for amendment of existing regulations, and states actual technological details in contrariety with regulation propositions.

*) Dipl. ing. Dragoljub Mitrović, stručni savetnik u Zavodu za površinsku i podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd.

Kongresi i savetovanja

Deseta sjednica Stalne konferencije o zaštiti na radu u rudnicima SR BiH, Mostar, 1969.

Deseta sjednica Stalne konferencije o zaštiti na radu u rudnicima SR BiH održana je 21. novembra 1969. godine u Rudniku mrkog uglja u Mostaru.

Na ovoj sjednici, kojoj je prisustvovalo 55 predstavnika rudnika BiH, pretresana su slijedeća pitanja:

— Problematika upravljanja krovinom kod širokočelnog otkopavanja, (dipl. ing. M. Šalović) iz Instituta za rudarsko-hemijska i tehnološka istraživanja u Tuzli,

— Stepen opasnosti ugljene prašine jama SR BiH u pogledu opasnosti, (doc. ing. Moravek) iz Instituta za rudarsko-hemijska i tehnološka istraživanja u Tuzli,

— Prilog proučavanju zaštite od prašine (dipl. ing. K. Kauzlarić) iz Rudnika i željezare Vareš.

Konferencija je zaključila i usvojila predloge zaključaka koje su predložili autori, s tim da se predloženi zaključci stave na širu diskusiju i da se prikupe mišljenja članica Konferencije i drugih zainteresovanih faktora do kraja 1969. godine.

Nakon desete sjednice Konferencije u Mostaru održana je 12. decembra 1969. godine u Sarajevu sjednica Predsjedništva na kojoj su između ostalog donete odluke o dodeljivanju prigodnih priznanja pojedincima i službama na radu u rudnicima za postignute uspjehe na sprovođenju zaštite. Zainteresovani organi i organizacije dostavili su 12 prijedloga prema kojima se predlagala priznanja i to: 2 pehara, 39 plaketa, 69 zlatnih rudarskih znački i 94 rudarske značke. Konferencija je raspolagala jednim peharom, 100 komada plaketa, 20 komada zlatnih rudarskih znački i 1.000 komada rudarskih znački.

Prema jednoglasnoj odluci Predsjedništva priznanja su dobili:

Rudnik mrkog uglja Mostar: Prelazni pehar Stalne konferencije, dvije plakete za pogone, dvije zlatne rudarske značke, pet plaketa za pojedince i 28 rudarskih znački

Rudnik lignita Gračanica: 1 pojedinačnu plaketu i 3 rudarske značke

Rudnik boksita Mostar: Plaketu Službi zaštite na radu, 1 plaketu za pojedinca i 10 rudarskih znački

Rudnik mrkog uglja Zenica: Plaketu četi za spasavanje, 4 plakete za pojedince i 6 rudarskih znački

Rudnik soli i solana Tuzla: 1 pojedinačnu plaketu i 1 zlatnu rudarsku značku

Rudnik lignita Stanari: 1 pojedinačnu plaketu

Rudnik mrkog uglja Ugljevik: 6 rudarskih znački

Rudnik mrkog uglja Kakanj: 2 zlatne rudarske značke, 2 plakete jamskim pogonima, 10 plaketa pojedincima i 15 rudarskih znački

Rudnik i željezara Vareš: 1 pojedinačnu zlatnu rudarsku značku, 4 plakete za pojedince i 45 rudarskih znački

Titovi rudnici »Kreka—Banovići«: 2 zlatne rudarske značke i 6 plaketa za pojedince

Rudnik mrkog uglja Bila: 1 pojedinačnu zlatnu značku.

S obzirom da je po prvi put za Dan rudara SR BiH izvršena podjela prigodnih priznanja, to će Predsjedništvo na jednoj od narednih sjednica izvršiti analizu efekata koji su ostvareni među radnicima i u radnim kolektivima u kojima je izvršena svečana predaja prigodnih priznanja. Prvi utisci su takvi da bi ovu akciju trebalo još više proširiti i u tom pravcu izvršiti potrebne izmjene odgovarajućeg Pravilnika.

Alija Šehović

Zaključci doneti na sastanku Konferencije HTZ — BiH, održanom u Mostaru, po referatu

»Stepen opasnosti ugljene prašine jama SR BiH s obzirom na eksplozivnost — (predlog zaključaka)

1. Radi kompleksnog sagledavanja nastojati da se rad na istraživanju ove problematike nastavi, jer postoji tendencija da se dalji radovi iz domena ugljene prašine prekinu. Zahtjevima, bar onim osnovnim, rudarskih organa i inspekcije se je udovoljilo, te se smatra problem riješenim i završenim.

(U sklopu nastavka rada svakako bi trebalo obraditi i skupiti podatke iz jama Rudnika uglja Mostar, Miljevinu).

2. Treba insistirati na daljem praćenju zaprašenosti u našim jamama u vezi sa tehnološkim izmjenama i rekonstrukcijama, otvaranje novih djelova jama itd. Stalnoj kontroli praćenja svih promjena s obzirom na ugljenu prašinu mora se posvetiti još veća pažnja nego do sada.

3. Kontrolu stanja zaprašenosti treba vršiti naročito iz razloga pomenutih, u ovom prikazu stanja, subjektivnih slabosti i nedostataka, jer je uočljivo da, recimo, nečišćenje i dozvoljavanje rasipanja ugljene prašine uz transportni sistem može dovesti do većeg taloženja prašine i do nešto veće zaprašenosti.

4. Dalje, smatramo neophodnim upotpuniti propise koji se odnose na ugljenu prašinu, donijeti potrebne standarde, instrukcije idr.

5. Potrebno je dalje intenzivno nastaviti sa naučno-istraživačkim radom za utvrđivanje »donje granice eksplozivnosti« raznim metodama, i komparativnom analizom rezultata tih istraživanja utvrditi što realniju donju granicu eksplozivnosti normativima, specifičnim za naše lignite i mrke ugljeve.

6. Možemo na ovom mjestu napomenuti i to da je Institut Tuzla i kroz Program naučno-istraživačkog rada Fonda za naučni rad SR BiH tražio sredstva u ovu svrhu i za 1969. godinu i bio odbijen (uz motivaciju da nema dovoljno

sredstava), a zatraženo je finansiranje ove teme i u Programu za naučno-istraživački rad u 1970. godini. Možemo samo podvući da bi obrada ove teme sigurno mnogo doprinijela sigurnosti u radu i sigurnosti zaposlenih rudara.

7. Vrlo je malo obrađen problem (sem za Srednjobosanske rudnike Zenica) agresivnih sastojaka-slobodnog SiO₂ u ugljenoj prašini. Zato će biti potrebno utvrđivanje i agresivnost i ugljenih prašina naših jama.

J. M.

Prilog proučavanju zaštite od prašine (zaključci)

1. Profesionalna oboljenja disajnih organa su bila uvijek, pa i danas aktuelni, masovni problem u svijetu, koji iziskuje velike materijalne izdatke zajednice i angažovanje medicinsko-tehničke i socijalne službe.

2. Na osnovu uvida u rad institucija, koje su pojedine zemlje izgradile, očigledno je da su sve industrijske zemlje shvatile problem pneumokonioze sa medicinskog, tehničkog i privrednog aspekta i nastojale da prema dostignućima medicinskih nauka i tehnike smanje masovnu pojavu profesionalnih oboljenja disajnih organa, naročito kod rudara. Većina zemalja ima tačnu evidenciju pneumokonioza (broj, invalidnost, ekonomske štete, troškovi rehabilitacija i sl.).

Nažalost, može se konstatovati da se u našoj zemlji o tome ne vode podaci.

3. Borba protiv prašine zahtijeva najužu saradnju kako naših stručnjaka međusobno, tako i najtješnje kontakte sa inostranim stručnjacima i institucijama koje se bave ovim pitanjima.

Do sada ne postoje takvi kontakti.

4. Borbu protiv prašine treba početi već sa stvaranjem prvih koncepcija budućeg industrijskog objekta, a najvećim dijelom završiti je sa usvajanjem samog projekta, kroz kompleksno proučavanje tehničkih, medicinskih, ekonomskih društvenih i drugih faktora.

Kod projektiranja i izgradnje većina naših rudnika i drobilničnih postrojenja može se reći, da se nije vodilo računa o zaštiti zaposlenog osoblja od prašine.

Bitni momenti, koji su karakteristični za pogrešni pristup problematiji zaštite od prašine, su slijedeći:

a) ne postoji institucija, specijalizovana za borbu protiv prašine,

b) prilikom revizije projekata, revidenti prelaze preko nedostataka s obzirom na tehničku zaštitu od prašine, jer nemaju kvalifikacija za rješavanje takvih problema,

c) službe zaštite na radu u većini slučajeva nisu osposobljene da utiču na zaštitu od prašine već od projektne zamisli pa do završetka izgradnje objekta,

d) prilikom izgradnje objekata dešava se, da zbog nedostatka sredstava dođe prva na udar tehnička zaštita.

5. Mada postoje najsavremeniji zakonski propisi, službe medicine rada i službe zaštite na radu nisu uspješno organizovane, znatno su defektne zbog nekoordiniranog rada sa javnom zdravstvenom službom, a zbog nepostojanja tim

skog rada nema ni rezultata. Osim toga, nedostatak kadrova po kvalitetu i kvalifikacionoj strukturi, slaba podrška socijalnog osiguranja i privrede službi medicine rada i službi zaštite na radu, nedostatak materijalnih sredstava i adekvatne mreže ustanova sa potrebnom opremom — sve to otežava razvoj ovih službi.

6. Do sada ne postoje koordinirani napori rudarskih preduzeća, rudarskih institucija i zavoda za zaštitu na radu na polju borbe protiv prašine.

S obzirom da je borba protiv pneumokonioze vrlo teška i da predstavlja težak medicinsko-socijalno-ekonomski i tehnički problem, nužno je potrebno da se uz pomoć sredstava privrede i socijalnog osiguranja osnuje na nivou Republike jedan institut za borbu protiv pneumokonioze, u kome bi radili svi stručnjaci: ljekari, tehničari, kemičari, fizičari, sociolozi i predstavnici stručnih organizacija.

Prvenstven zadatak ovog instituta bi bio slijedeći:

a) određivanje jedinstvene metodike za određivanje zapašenosti radne atmosfere i evidentiranje radnih mjesta ugroženih od prašine,

b) sprovođenje organizovane i sistematske kontrole radnika,

c) formiranje jedinstvenog registra u kome bi se evidentirali svi slučajevi oboljenja od prašine,

d) proučavanje primjene uređaja za obaranje prašine,

e) proučavanje utjecaja otkopne metode, mehanizacije, koncentracije radilišta, načina bušenja i eksploziva na količinu prašine,

f) proučavanje rehabilitacije radnika i

g) proučavanje lične zaštite (respiratori, maske i sl.).

Nova oprema za zaštitu

Firma „Dräger“

Novi filtarski samospasilac (Dräger-ov filtarski samospasilac 810)

Uz pomoć Udruženja rudara kamenog uglja uspešno je završen višegodišnji razvojni rad na efikasnijem filtarskom samospasiocu i jamski isproban.

Novi filtarski samospasilac 810 dobio je potvrdu Nemačkog odbora za spasavanje u jami br. 1/69, da je podoban za primenu u rudarstvu.

Novi aparat poseduje čitav niz interesantnih poboljšanja:

Primenom plastmase polipropilena umesto čelika stvoren je potpuno nov sistem kutije. S tim u vezi, učinjena ušteda u težini mogla se iskoristiti u cilju podizanja učinka filtarskog dela. Veći filtarski učinak i povoljne disajno-fiziološke karakteristike nadmašuju znatno sve dosadašnje standarde, postignute u konstrukciji filtarskih samospasilaca.

Prikazi iz literature

Autor: Junghans

Naslov: Udžbenik o tehničari sigurnosti (Lehrbuch der Sicherheits technik), Band I — Grubensicherheit

Izdavač: VEB deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1969.

Ovaj udžbenik tehnike sigurnosti ima dva dela, a bavi se problemima sigurnosti pri podzemnom i površinskom dobijanju i pripremi mineralnih sirovina.

U prvoj knjizi na kojoj je saradivalo sedamnaest stručnjaka iz svih oblasti rudarstva, obrađeni su problemi sigurnosti i mere zaštite u podzemnim rudnicima. Prikazani su tehnički zaštitni uređaji i kako se u praksi sprovode, kao i sve ostale zaštitne mere koje određuju propisi o zaštiti na radu i sigurnost pogona.

Nabrajanje i objašnjavanje zakona, naredbi i drugih normi svedeno je u knjizi na najmanju meru i to samo kada je potrebno da se stručno objasni smisao određene odredbe u cilju pravilnog naučnog ili stručnog rešenja za otklanjanje određene opasnosti.

Cela problematika obrađena je s obzirom na velike promene do kojih je u rudarstvu došlo, naročito za poslednjih 10 godina, u uslovima velikog napretka tehnologije sve intenzivnijom mehanizacijom i delimičnom automatizacijom podzemne i površinske eksploatacije i pripreme mineralnih sirovina.

Kod takve promene tehnologije posebno je istaknut značaj koji tehničkoj zaštiti u rudarstvu određuju novi faktori koji u prošlosti tek što su ili uopšte nisu uzimani u obzir, kao ni izrada podzemnih prostorija velikih dimenzija radi primene savremene rudarske opreme i obezbeđenja izdašne ventilacije, kao i — pored opasnosti od prodora gasova, eksplozivane prašine, pritoka vode, gorskih udara i pada kamena — sve veća fizička naprezanja i ugroženost rudara od štetne prašine, buke, vibracija, toplote i zračenja, naročito kod prelaza u veće dubine eksploatacije. Svi takvi uslovi rada utiču na sistem čovek-mašina, od kojega se očekuje optimalni učinak, ali samo ako se sprovede kompleksna zaštita, tj. ako se obezbede dobri radni uslovi i pravilni ergonomski odnosi.

U knjizi su izneta najnovija dostignuća tehnike sigurnosti u rudnicima u svetu, najnovija saznanja rudarske nauke i rezultati istraživanja kao i iskustva rudarskih pogona u Nemačkoj i drugim zemljama sa razvijenim rudarstvom.

Metodološki cela je materija po pojedinim tačkama rudarske pragmatike obrađena u 14 glava, 208 poglavlja i 42 tablice.

Knjiga je pisana razumljivim stilom, a gradivo pregledno razvrstano, te predstavlja ne samo jedan vrlo dobar savremen udžbenik iz oblasti zaštite u rudarstvu za rudarske fakultete i visoke škole, već će u praksi dobro poslužiti svim rudarskim stručnjacima u pogonu i ru-

Novi sistem sa kutijom nema nikakav dosadašnji zatvarač više; funkcija zatvarača preuzima tzv. »vakuum-zatvarač« na iznenađujuće prost način. U unutrašnjosti zatvorene kutije vlada potpritisak od 0,1 do 0,2 ata; razlika između tog potpritisaka i normalnog spoljnog pritiska deluje kao diferencijalni spoljni pritisak na kutiju i drži istu čvrsto zatvorenom. Sila zatvaranja iznosi pri tom oko 70 kp. U slučaju potrebe, može se vakuum-zatvarač vrlo lako i brzo otvoriti povlačenjem uvis jedne poluge; ta poluga doprinosi apsolutnoj spremnosti za bekstvo.

Osobnost vakuum-zatvarača omogućava sad čuvaru aparata na rudniku, da bez ikakve potrošnje materijala prostim pomoćnim uređajem otvori i ponovo zatvori filterarski samospasilac.

Ova ukratko izložena karakteristika filterarskog samospasioca 810 omogućuje da se uvide dve naročite prednosti: nova tehnika aparata omogućava poboljšanu tehniku disanja i istovremeno dozvoljava ekonomičnu kontrolu i održavanje trajnosti aparata.

Novi protivgasni zaštitni rudarski aparat »Dräger« BG 174

Kod razvijanja modela BG 174 postavilo je preduzeće Dräger zadatak, da što je moguće više olakša rad na spasavanju članovima četa za spasavanje. Na taj način postignuta su sledeća značajna poboljšanja nasuprot modelu BG 172 i pored duge upotrebe od 4 do 4 1/2 časa:

— Manja težina. — BG 174 je težak 12,3 kg, što znači oko 4,5 kg manje nego dosadašnji aparati uporedivih vrsta — dakle, čak ni 3/4 dosadašnje običajene težine. Pri tom je, ipak, polagana važnost na robusnu i solidnu konstrukciju.

Primenom dodatne patrone za hlađenje (ugrađuje se u inspiratorno crevo) snizuje se temperatura vazduha za disanje za oko 20°C. Taj rashlađivač, napunjen suvim ledom, ima uređaj za regulisanje i može se, prema potrebi, uključiti i isključiti.

— Uprošćeno održavanje. — Boca sa kiseonikom i kalijeva patrona su sasvim pristupačni i mogu se izmeniti bez alata.

Novi protivgasni zaštitni rudarski aparat BG 174 može da dozira konstatno kiseonik u količini od 1,5 l/min i raspolaže plućno-automatskim komandovanim dodatnim doziranjem, tako da i pri ekstremno velikim disajnim potrebama mogu da se izuzimaju dovoljne količine vazduha. Posle ispitivanja od strane glavnih nadležstava za spasavanje u jami u Essen-u i Hohenpeissenbergu (Gornja Bavarska), Nemački odbor za spasavanje u jami proglasio je model B 174 »podobnim za primenu u rudarstvu na površini i u jami«.

G. N.

darskim projektantima, a posebno svima onima koji su odgovorni za poboljšanje uslova rada, kao i za sprečavanje nesretnih slučajeva, profesionalnih oboljenja i havarija u podzemnim rudnicima.

Kovačić, T.: Studija o pojavi plina u južnom delu velenjskega premogovnega sloja. — Rudarsko metalurški zbornik 1958, br. 2, Ljubljana.

U ovoj studiji autor iznosi iskustva u izradi jamskih hodnika pomoću kombajna, bez miniranja u neistraženom delu velenjskog ležišta lignita. Za obradu studije korišćeni su mnogobrojni rezultati merenja metana i ugljendioksida, podaci o strukturi lignita, o uticaju radnih faza i pojava u samom sloju, da bi se na osnovu istih, s jedne strane izveo zaključak o potrebnoj količini vazduha za provetravanje, a s druge da bi se pojednostavilo napredovanje sa bržom mašinskom izradom hodnika u ugroženom području. Na osnovu tog iskustva utvrđene su i zaštitne mere za sprečavanje izboja plina sa ugljem (bušotinama velikog prečnika odnosno utiskivanjem u ugljeni sloj vode pod visokim pritiskom).

Pošto je prikazan način izvođenja radova na istraživanju i kako su prikupljeni podaci za obradu studije, autor iz tih podataka dolazi do

konstatacije na osnovu kojih izvodi zaključke, kako na količinu izdvajanja gasova i na odnos CH_4 i CO_2 u izdvojenim gasovima utiču vrsta uglja u pojedinim delovima ugljenog sloja, pojedine faze rada, brzina rezanja uglja, mirovanje za vreme podgrađivanja i ostalih sporednih radova, početno bušenje i različiti prečnici bušotina, vreme trajanja pojedinih faza, oslobađanje pritiska bušenje na kontaktu ugallj-kamen i jalovi umeci. Dobivene podatke analizira i objašnjava, kako se u svim pomenutim slučajevima kreće izdvajanje gasova.

Na osnovu svih ispitivanja autor je za predmetno ležište konstruisao dijagram odnosa površine profila istražnog hodnika, brzine dobijanja uglja (rezanja kombajnom) u hodniku i količine ekshaliranog gasa CH_4 ili CO_2 ili $\text{CH}_2 + \text{CO}_2$ u m^3/mm .

Ovaj dijagram može poslužiti rukovodiocu pogona i projektantima za brzu i zadovoljavajuću kontrolu da li su izračunati kapaciteti ventilacije pravilni.

U interesu upoznavanja metanonosnosti ležišta i metanoobilnosti kod izrade istražnih hodnika, kao i u ostalim fazama eksploatacije, u cilju obezbeđenja dobre ventilacije korisno bi bilo, da i ostali metanski rudnici izvrše takve analize, u kom cilju mogu uspešno primeniti opisanu metodologiju.

I. T.

Bibliografija

- Jakovenko, V. A.: **O primeni konturnog miniranja u rudnicima opasnim po gasu i prašini** (O primeneni konturnog vzryvaniya v šahtah, opasnyh po gasu i pyli). »Šahtnoe stroitel'stvo«, (1969) 6, str. 8—10 (rus.).
- Direy, E.: **Difuzija metana u jamskim ventilacionim strujama** (Diffusion of Firedamp in mine airways). »Mining Engr.«, (1969) 100 Jan. str. 207—216 (engl.).
- Abramov, F. A., Homenko, N. P. i dr.: **Uticao aerodinamičkog otpora okana na mrežu jamskih prostorija** (Vlijanie aerodinamičeskogo soprotivlenija stvolov šahty na set' gornyh vyrabotok) »IVUZ — Gornyj žurnal«, (1969) 6, str. 64—67 (rus.).
- Provetravanje uglova, niša i pripremnih hodnika** (Ventilating stoble holes and tunnels) »International Mining Equipment«, 20 (1969) 2, 8 (engl.).
- Browning, E. J.: **Proučavanje preliminarne ventilacije za smanjenje opasnosti od eksplozije u blizini moćnih kombajna** (Preliminary ventilation studies to reduce the explosion hazard around a shearer power loader) »Mining Engr.«, (1969) 100, str. 225—226 (engl.).
- Ščerban, A. N., Baratov, E. I., i dr.: **Toplotni proračuni rudničkog vazduha pomoću računara** (Teplovye rasčety rudničkogo vozduha s pomoščju EVCМ) »Ugol' Ukrainy«, (1969) 5, str. 46—48 (rus.).
- Mahdi, A. A.: **Automatske metode analize ventilacione mreže** (Avtomatičeskie metody issledovaniya ventilacionnyh setej) »Mining Magazin«, 120 (1969), 5, str. 359, 361, 365—367 (engl.).
- Waclawik, J.: **Slučajna kolebanja temperature vazduha koji se dovodi u jamu** (Random temperature changes of the air inflowing into the mine). »Bull. Acad. polon. Sci. Ser. sci. techn.«, 17 (1969) 1, str. 79—85 (engl.).
- Ozidriguri, A. A.: **Problemi dinamike jamskih ventilatora** (Voprosy dinamiki šahtnyh ventiljatorov) »Voprosy gorn. meh.«, Kiev »Nauk dumka« (1969) 18—194 (rus.).
- Žuravlev, P. V., Vodjanik, G. M. i dr.: **Ispitivanje šuma jamskih ventilatora** (Issledovanie šuma šahtnyh ventiljatorov) »Voprosy gorn. meh.«, Kiev »Nauk dumka« (1969) 221—227 (rus.).
- Volkov, A. A., Oleško, A. Ja.: **O realizaciji optimalnog provetravanja radišta** (O realizaciji optimal'nogo upravljenja provetrivaniem dobyčnogo učastka šahty) »IVUZ — Gornyj žurnal«, (1969) 5, str. 130—133 (rus.).
- Schenk, S.: **Značaj odvođenja gasa za radišta — čela visoke proizvodnosti** (Die Bedeutung der Ausgasung für Hochliesungsstreben) »Glückauf«, 105 (1969) 12, str. 535—540 (nem.).
- Ljuev, A. I.: **Efikasnost načina borbe sa iznenadnim izbojima uglja i gasa u rudnicima Donbasa** (Effektivnost' sposobov na šahtah Donbassa) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1969) 4, str. 12—16 (rus.).
- Detekcija metana** (Methane detection) »Coal, Gold and Base Minerals South Africa«, 17 (1969) 2, 68,70 (engl.).
- Cooper, L. R.: **Signalni uređaj na kontinualnu detekciju metana** (Equipment for continuously monitoring methane on the face: 4-head methane monitor Type 225) »Mining Engr.«, (1969) 100, str. 245—251 (engl.).
- Jamison, W. B.: **Problemi borbe sa rudničkim požarima** (Zeraing in on the mine — fire problem) »Coal Age«, 74 (1969) 4, str. 104—112 (engl.).
- Simpson, D. N.: **Zaštita rudara na rudnicima uglja** (Environmental engineering in today's coal mining) »Mining Engr.«, (1969) 101, str. 285—292 (engl.).
- Sepolev, S. F., Kozlov, V. G.: **Intenzivnije provetravanje rudnika posle masovnih otpucavanja** (Intensificirovanoe provetrivanie rudnikov posle massovyh vzryvov) »Gornyj žurnal« (1969) 6, str. 60—61 (rus.).
- Poboljšanje sigurnosti u oknima** (Increased shaft safety) »Mining magazin«, 120 (1969) 6, 447 (engl.).
- Baškotov, M. I., Paek, V. G. i dr.: **Iskustvo sa primenom uskozahvatnih kombajna na kosim slojevima** (Opyt primeneniya uskozahvatnyh kombajnov na naklonnyh plastah) »Bezopasnost' truda v prom-sti« (1969) 8, str. 37—38 (rus.).
- Pawson, R. L.: **Kontrola dima i prašine (površinski kop)** (Smoke and dust control) »Quarry Managers' J.«, 53 (1969) 6, str. 217—219 (engl.).
- Izolacioni aparat za disanje sa tečnim kiseonikom** (Liquid oxygen breathing apparatus) »Mining Journal«, 272 (1969) 6984, 567 (engl.).

Dobra izvedba jemči sigurnost za rudara!



MEDI – zaštitni aparati za disanje za rad i spasilačke svrhe, prema najnovijim naučnim i praktičnim saznanjima, hiljadustruko su u međunarodnim razmerama potvrdili svoju pouzdanost.

Molimo Vas da zahtevate prospektni materijal.

Zastupnik: B a l k a n i j a, Gračanička 14, Beograd

Izvoznik:

intermed
EXPORT-IMPORT

**VÖLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER
DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK**

**AUSRÜSTUNG UND VERSORGUNG VON
GESUNDHEITS- UND BILDUNGSEINRICHTUNGEN**

DDR 102 BERLIN, SCHICKLERSTRASSE 5/7, P.O.B.17



teški rad čini lakšim

21% lakše (samo 27,5 lb)

Dräger-kiseonički aparat BG 174 je 21% lakši od ostalih aparata za disanje za dužu upotrebu. To znači veću rezervu snage za spasioca u rudniku. To znači više sigurnosti!

A kako se služi njime? Potrebno je samo da otvorite ventil na flaši sa kiseonikom. Aparat radi potpuno automatski.

Zaliha kiseonika dovoljna je za 4 sata najmanje. Doziranje je konstantno 1,5 l/min. Ako Vam je potrebno više? Tada se pomoću plućnog automata uključuje dodatna doza. A za slučaj nužde: dugme za dodatni kiseonik!

Vazduh za disanje je hladan! Regeneracionu patronu potpuno okružuje vazduh za disanje. Tu se odstranjuje mnogo toplote. Dodatna rashladna patrona odvodi još više toplote.

A održavanje? Jednostavno. Zato što je i ceo aparat jednostavno izradjen. Bez alata možete zameniti bocu i patronu.

Dräger BG 174, dokazani aparat za spasavanje i rad u rudarstvu, industriji, tunelima i kesonimā — odobren je

od US Bureau of Mining, od US Cost Guard i od nemačkog, austrijskog, češkog i australijskog rudarstva.

Generalni zastupnik za Jugoslaviju
JUGOMONTANA, Beograd Obilićev venac 4/IV
telefon 629-922

DRÄGER

se brine za sigurnost!



Drägerwerk Lübeck, Jugomontana Beograd

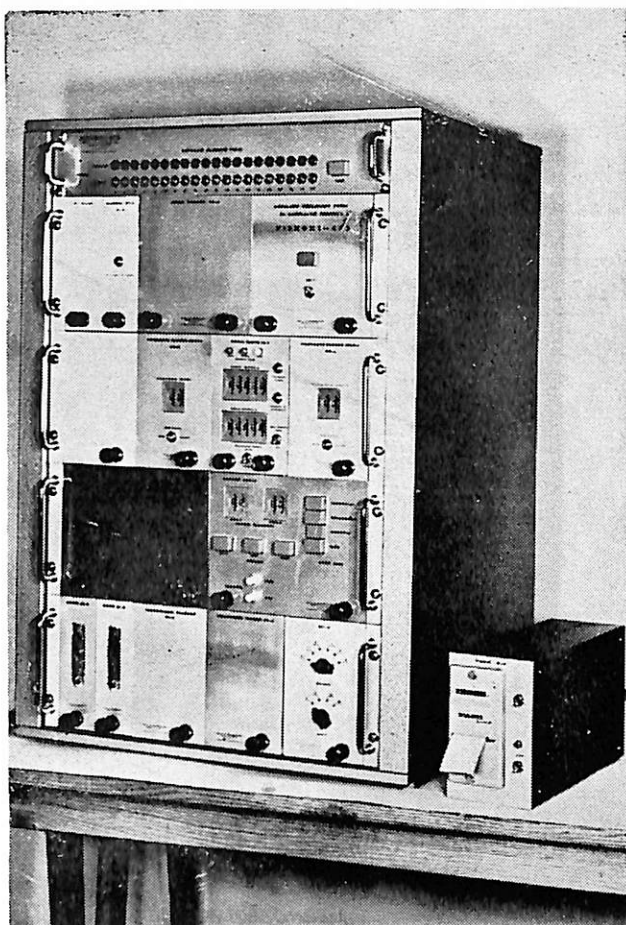
VISKONT-672

MODULARNI SISTEM ZA
ELEKTRONSKO SKUPLJANJE I
DALJINSKO DOSTAVLJANJE
PODATAKA SA 20 KANALA

Vi, naravno, želite sigurnost. Ona se postiže pouzdano, ako imate blagovremene informacije koje pruža VISKONT — 672.

VISKONT — 672 momentalno daje nekoliko desetina informacija o koncentraciji eksplozivnih, otrovnih i zagušljivih gasova u jamama i fabričkim halama.

Zahvaljujući elektronskim sistemima VISKONT — 672, Vi ne dovedite u opasnost Vaše živote i živote ljudi.



VISKONT — 672 je moderan, savremen i pouzdan sistem namenjen za otkrivanje i istovremeno merenje koncentracija gasova: CO, CO₂, CH₄, SO₂ i H₂S, kao i merenje temperature. On je proizveden i isproban u našim najboljim institutima.

RUDARI I METALURZI,

uvedite ovaj sistem u Vaše rudnike i fabrike, jer ćete njime blagovremeno sprečiti tragedije.

Za šire informacije obratite se komercijalnoj službi Progres Investa.

PROGRES INVEST

Poslovno udruženje

za istraživanje, projektovanje izgradnju i isporuku opreme energetskih, industrijskih, rudarskih i vodoprivrednih objekata, Beograd, Bulevar revolucije broj 84.

P. O. B. 829

Telex: 11101

Telefonska centrala: 441-864-8

Vanjsko trgovinsko poduzeće

KATOWICE — Ligonia 7 — Poljska

POB: 825

Tel.: 513-401

Telex: 31-416

Telegrami: CENTROZAP — Katowice

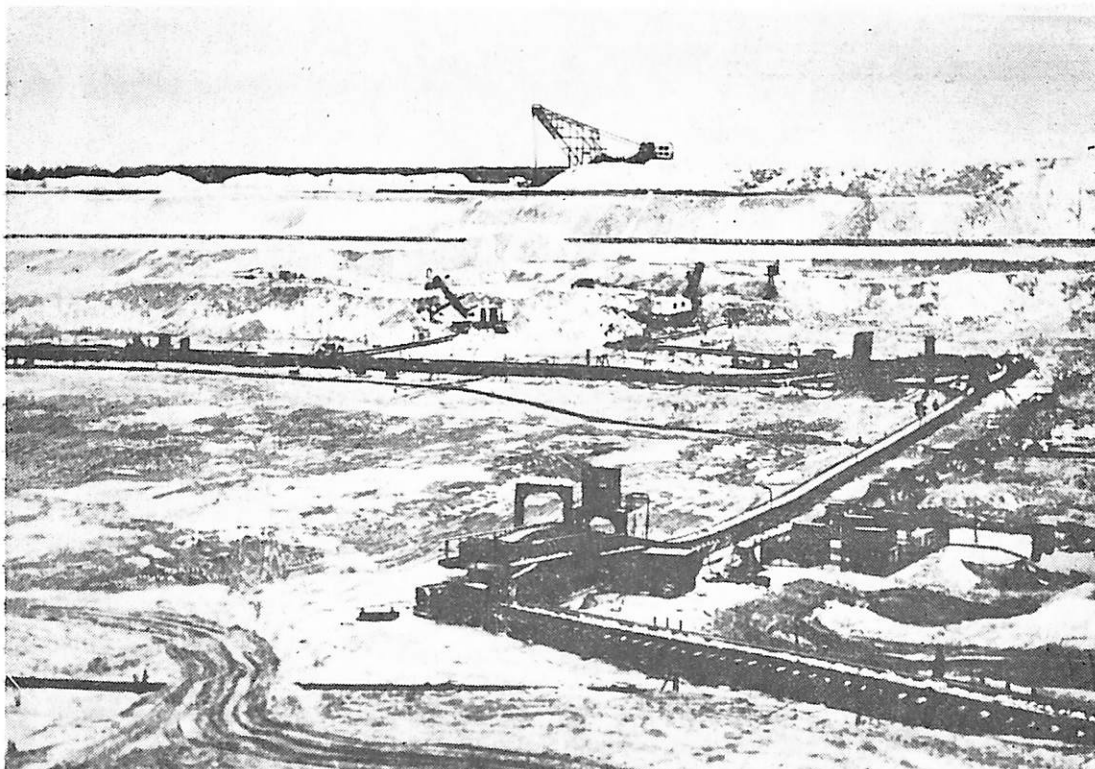
Isključivi izvoznik

centrozap



N U D I

SAMOHODNE TRAKE — KONVEJERE — ZA RUDNIKE POVRŠINSKOG KOPA



Ovi konvejeri služe za transport rudače i jalovine u rudnicima površinskog kopa. Na zahtjev kupca mogu se isporučiti kao stacionarne ili pokretne jedinice. Pokretni su konvejeri opremljeni mehanizmom za pokretanje montiranim na gusjenice.

TEHNIČKI PODACI:

	Širina trake	kapacitet m ³ /h	snaga motora
jalovina		3.600	1 — 3 × 315 kW
ugljen	1.200 mm	2.000	1 — 3 × 315 kW
jalovina		5.850	1 — 3 × 315 kW
ugljen	1.400 mm	2.400	1 — 3 × 315 kW
jalovina		7.620	1 — 4 × 630 kW
ugljen	1.600 mm	7.620	1 — 4 × 630 kW
jalovina		11.960	1 — 7 × 630 kW
ugljen	1.800 mm	6.500	1 — 7 × 630 kW

ZASTUPNIK ZA SFRJ: MAŠINOKOMERC, BEOGRAD, KNEZ MIHAJLOVA 1—3

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) BATAJNICKI PUT 2

Veillez 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 _____

Adresse: particulière _____ 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) BATAJNICKI 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 werde.

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 tarjetilla a la dirección del Editor:

RUDARSKI INSTITUT (Instituto de Minería) — BEOGRAD
— ZEMUN, Batajnički put 2.

Прошу Вас выслать мне пятиязыксовый

ГОРНЫЙ СЛОВАРЬ

ценою в 12 расчетных долларов, которые я вышлю в счет
№ 608-620-10-3-3200 9000-10-173 ПОЛЬОВАНКА — БЕЛГРАД
(ЮГОСЛАВИЯ)

Имя _____ Звание _____

Предприятие-Институция _____

домашний
Адрес службёный _____

Город _____ Страна _____

ПРИМЕЧАНИЕ: Словарь выходит из печати 15. IV 1970 го-
да. После означенной даты цена словаря
будет 18,40 расчетных долларов.

Просим возвратит 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 najeminentniji 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

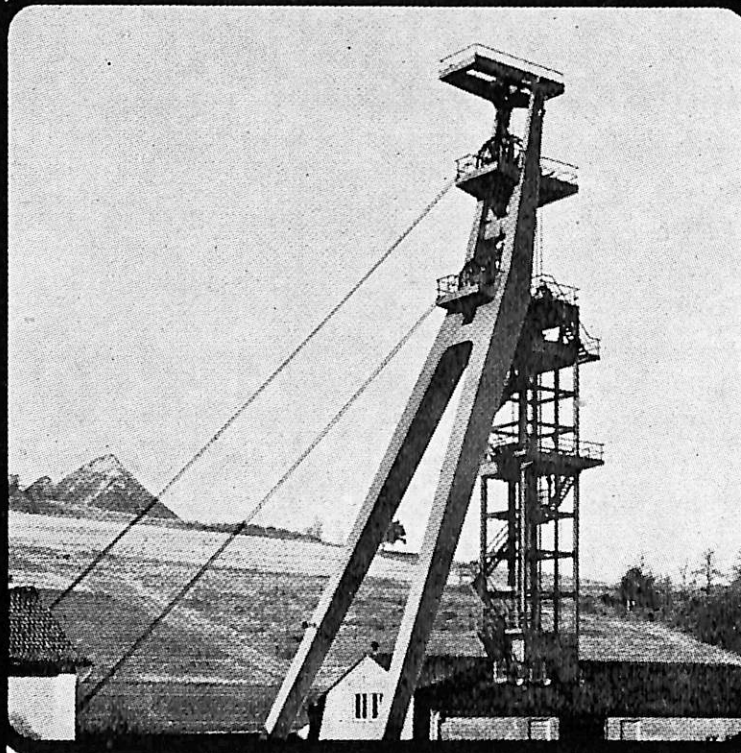
facing the stockpile; facing the depot
face (f) vers le dépôt; face (f) vers
le remblai
kippenseitig
со стороны отвала

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

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

NARUDŽBENICA

(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
	<hr/>
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 _____

MP _____

NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1970. god.

	N. dinara
RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata	32,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata	24,00
	<hr/>
Ukupno:	56,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

(mesto i datum)

(ime naručioca)

(adresa)

Overava preduzeće — ustanova

Časopis „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	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

