



# **SIGURNOST U RUDNICIMA**

**V · 1970 · 3**

V GODIŠTE  
3. BROJ  
1970. GOD

# **SIGURNOST U RUDNICIMA**

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

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

1955  
1956  
1957

**Izdavač**  
**RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD**

**Tehnička redakcija**  
**MARINA PETROVIĆ**  
**MIRA MARKOVIĆ**

**Naslovna strana**  
**MILAN GOLUBOVIĆ**

1958  
1959  
1960  
1961  
1962  
1963  
1964  
1965  
1966  
1967  
1968  
1969  
1970  
1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976  
1977  
1978  
1979  
1980  
1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011  
2012  
2013  
2014  
2015  
2016  
2017  
2018  
2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025

Stampa N.P. »Dnevnik« — Novi Sad

**GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK**

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

**ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA**

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

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

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

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

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

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

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

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

*KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo*

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

*KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana*

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

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

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

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

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

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

*SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd*

*STOJKOVIĆ dipl. ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd*

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

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

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





# Udarnost jamske reševalne čete

Prof. dr. ing. Anton Homan

## Splošno

Jamska reševalna služba obsega vse ukrepe, naprave in opreme za dela v škodljivem ozračju. Njena naloga je, da varuje rudarje pred elementarnimi silami oz. jim priskoči v nevarnosti na pomoč, odstranjuje obratne motnje in omogoča zopet redni potek proizvodnje, zavaruje jamske naprave, material in koristno rudno substanco.

Reševalna služba postaja z naraščajočo mehanizacijo in koncentracijo jamskih delovišč vedno pomembnejša. Pogoj za res uspešno jamsko obratovanje je varno delo, ki daje rudarjem zavest, da so obratovalne naprave in oprema ne samo tehnično na višku, temveč tudi varno urejene, kakor tudi, da sta varnostna in reševalna služba tako organizirani, da vedno takoj in uspešno pomagata.

Pri udarnosti reševalne čete igra največjo vlogo faktor čas, to je praktično, koliko časa poteče med sproženjem alarma in nastopom reševalcev na ogroženih deloviščih. Ta čas je odvisen od pravilne lokacije reševalnih postaj, izbire reševalne baze v jami, pripravne reševalne opreme ter od izkušenosti in spretnosti samih reševalcev. Nič manj niso važne hitre in točne informacije o dani situaciji nezgode, da se upostavi čimprej obveščevalno zvezo med vsemi za reševanje važnimi mesti in da so dana vsa naročila in poročila o izvajanju reševalnih del oziroma spremenjeni situaciji hitro, točno in razumljivo.

## Osnova reševalne organizacije

Pravna osnova organizacije reševalne službe, t. j. ukrepov za uspešno in varno izvrševanje del v pokvarjenem zraku z uporabo reševalnih aparatov in reševalne opreme, je podana v Temeljnem zakonu o rudarstvu (Ur. list SFRJ št. 9/66) čl. 93/5 in 95/1. Predpisuje, da mora rudarsko podjetje glede na svoje specifične razmere organizirati reševalno in gasilsko službo in jo oskrbeti s potrebno opremo. Po čl. 95/2 opravljajo ti službi delavci, ki so za to posebej izvežbani. Po čl. 14 Pravilnika o tehničnih ukrepih in o varnosti pri rudarskih jamskih delih (Ur. list SFRJ št. 9 in 11/67) je osnova jamskega rešilstva dana v čl. 14 v zahtevi, da mora biti izdelan načrt obrambe in reševanja pred skupinskimi nevarnostmi in nesrečami, ki se lahko zgodijo v jami in kjer se določa tudi način ravnanja v primeru nevarnosti in nesreče. Po en izvod ažurnega načrta obrambe morajo imeti tehnični obratovodje, kakor vodja in dežurni član reševalne čete. Praktično naj bo na uvid v reševalni postaji. V čl. 407 je naštet reševalna oprema, ki mora biti v reševalni postaji vedno na raspolago. Čl. 419/1 pa zahteva, da je treba ustanoviti pri vsaki reševalni postaji reševalno četo. Reševalna organizacija je izvedena pri nas kako v gasilstvu na prostovoljni podlagi. Poklicnih reševalcev v splošnem pri nas še nimamo, v koliko ne štejem sem oskrbnika reševalne opreme na

večjih reševalnih postajah oziroma poklicnih gasilcev, ki nastopajo istočasno kot reševalci pri industrijskih gasilnih četah. Čl. 419/2 pa določa, da se v reševalno četo vključujejo nadzorno, tehnično in inženirsko osebje po službeni dolžnosti (določeno v pravilniku o varnostnih ukrepih pri delu rudarske organizacije).

### Reševalna postaja

Na naših rudnikih v SR Sloveniji imamo organizirane le samostojne ali skupne reševalne postaje za področje več jam oziroma jame in topilnice. Nimamo še centralnih reševalnih postaj, ki bi nudile našim reševalnim četam pomoč tako glede pravilne izbire in preizkušnje reševalne opreme, kakor pouka predvsem za vodje in oskrbnike reševalnih postaj.

Rudniška reševalna postaja mora biti pri vходу v jamo, odkoder je najugodnejše (vstopni, nevtralni zračni tok) in najhitreje (osebni prevoz, kratka — manj frekventirana pot) mogoče doseči jamska delovišča. Za lokacijo skupne reševalne postaje velja pravilo, da se postavi tja, kjer grozi večja nevarnost, predviden razvoj jame v bodočnosti in na lahko dostopnem kraju. Napis »Reševalna postaja« mora biti dobro viden in ponoči razsvetljen. Pri vходу naj bo označeno, kje so ključi postaje. Reševalni prostori naj bodo med seboj povezani, na isti etažni ravnini, po možnosti v pritličju in ne frekventirani še za druge posele.

Velikost reševalne postaje naj bo v razmerju jamske obložitve in vrsti mogočega ogrožanja dotične jame. Prostorne reševalne postaje naj imajo:

- prostor za shrambo reševalnih aparatov;
- čistilnico za reševalno opremo in desinfekcijski prostor;
- delavnico;
- prostor za pretočno napravo za kisik;
- vodstveni prostor;
- prostor za pouk;
- vežbalni prostor in
- garderobo s preoblačilnico in kopalnico.

Če manjka prostora, se lahko združi 1 + 6+) kakor 2 + 3. Dobro posluži še majhno skladišče za rezervno reševalno opremo.

Razvrstitev reševalne opreme v prostoru z aparati naj bo pregledna tako po vrsti, kakor

njenem namenu uporabe (od sredine do sredine aparata povprečno 70 cm). Jeklenke za kisik naj stoje pokoncu, če že ležijo, naj se od časa do časa obrnejo (korozija). Za izdajo aparatov naj bo posebna izdajalna miza. Shrambeni prostor za aparate ne sme biti izpostavljen prašenju, ropotom in tresljam (kontrola reševalnih aparatov) z enakomerno temperaturo cca 15°C, neizpostavljen soncu (zastori na oknih) in ne imeti preveč suh zrak.

Čistilnica (ne pod 15 m<sup>2</sup> prostora) naj bo zraven prostora za aparate, nato delavnica (ne pod 9 m<sup>2</sup>) z orodno mizo. Nepogrešna je v čistilnici odložitvena polica za rabljene aparate (z odplako za slimo). Prostor za pretočno napravo za kisik z regalom za rezervne jeklenke naj bo sam za sebe, dobro zračen in z opozorilom: nevarnost olja in masti in prepovedjo kajenja. V vodstvenem prostoru naj bo telefon, karte, navodila, načrti in pisarna. V tem prostoru naj se sporoča odhajajočim reševalnim okipam dispozicije in daje navodila za akcije. Prostor za vežbe naj bo čimbolj prilagojen nevarnim okoliščinam, ki nastopajo v jami.

Reševalni prostori in vhodi morajo biti tako prostorni in med seboj povezani, da ne nastane nobena gnječa, da se poti reševalcev ne križajo in ne menja določene poti od prihoda do odhoda reševalcev na akcije in obratno na koncu akcije.

### Reševalni aparati — oprema

Nastop reševalcev v resnih primerih je le tedaj uspešen, če so reševalci opremljeni in izučeni o rabi z vsemi za reševanje potrebnimi aparati in napravami (čl. 407—413 Pravilnik o varnosti pri rudarskih jamskih delih). Važno je, da so izolacijski dihalni aparati vedno kompletni z zadostno (do 50%) rezervo nadomestnih sestavnih delov, predvsem dihalnih vreč, dihalnih cevi in ventilov. Pri vsakem aparatu mora biti torbica z najnovejšim orodjem (ključi) in navodilo za rabo aparata. Vsak reševalac naj ima lastno dihalno garnituro. Najbolje je, če uporabljajo vodje reševalnih ekip maske, drugi reševalci pa ustnike. Ne sme se pozabiti, da so izolacijski dihalni aparati časovno vezani na porabo kisika (stalna kontrola), da so varni le, če so zrakotesni in da je vedno podana tesna zveza med aparatom in reševalčevimi dihalnimi organi.

Na svoj aparat se mora reševalec povsem zanesti, ga temeljito poznati in se vsak čas in v vsaki situaciji z njim hitro opremiti.

### Reševalna četa

Izvedba reševalnih del zahteva do potanko organizirano in disciplinirano, udarno reševalno četo. Njeni člani morajo biti za varne in uspešne reševalne akcije telesno, duševno in strokovno sposobni, biti trezni, zanesljivi, odločni, toda preudarni. Poznati morajo predvsem svoje rudarsko delo, imeti teoretično in praktično znanje o organizaciji reševalne službe, reševalni opremi in taktiki reševalnih nastopov. Biti morajo navajeni težkih del na vročih in vlažnih deloviščih, hitro sprejemljivi za nagle izpremembe situacije. Načelo prostovoljnega delovanja v rešilstvu pomeni popolno usmeritev v cilj dane naloge in istočasno zavestno podreditev reševalni disciplini.

### Izbira reševalcev — novincev — vodij

Reševalci se izbirajo iz oseb rudniških obratov, ki so se prijavili za reševalno službo prostovoljno. Izberejo se izkušeni kopači z najmanj tremi leti dela v jami in jamski profesionalci tistih strok, ki pridejo v določenih obratih najbolj v poštev.

Vodja reševalne čete naj bo obratovodja najbolj ogrožene oziroma največje jame, njegov namestnik in vodje ekipin pa naj bodo inženirji in tehniki obratov, ki so bili preje najmanj eno leto vodje ekip. Vodje ekip se izbere iz reševalne čete (nadzorniki jamskih oddelkov, zračnja in izvoza, strelci in starejši kopači s 5-letno reševalno prakso). Oskrbnik reševalne opreme naj bo izučen profesionalist (mehanič, ključavničar) z 2-letno aktivno službo v reševalni četi, več vzdrževanja in popravi reševalne opreme. Za vodilno osebo se zahteva spretnost, organizacijsko, pedagoško in s sposobnostjo sestave poročil ter dobro poznati jamske prostore in razmere.

Kandidati za reševalce naj bodo stari 21 — 30 let. Z zdravniškim pregledom mora biti za nje ugotovljeno, da so sposobni za delo z izolacijskim aparatom v jamskih razmerah pri reševalnih nastopih. Pripravljalni pouk za reševalce novince traja 6 do 12 mesecev, nakar delajo le-ti zaključni reševalni izpit. Če

novinec vkljub pripravljalnemu pouku in vajah v tem času ne razpolaga s potrebnim znanjem in sposobnostjo ali se nedisciplinirano obnaša, ga je izločiti.

Vodja reševalne čete mora za vzdrževanje njene udarnosti skrbeti stalno za primeren naraščaj.

### Izučitev in izvežbanje članov reševalne čete

Za pouk reševalcev skrbi vodja reševalne čete oziroma pod njegovim nadzorstvom nekdo izmed skupinskih vodij. Pouk se posreduje na posebnih reševalnih tečajih in to na osnovi splošnih priročnikov o reševanju ter posebnih izdanih reševalnih navodil za ogrožene obrate. Izučitev je najprej teoretična, nato pa ji sledi praktično usposabljanje za reševalno službo.

Teoretični pouk naj razloži pomen, sestavo in organizacijo reševalne službe — dihanje — sestava in sprememba jamskega ozračja — razdelitev, sestava in funkcioniranje dihalnih aparatov in opreme v postaji — priprava za reševalne nastope — baze pripravljenoosti — zadržanje in napredovanje v škodljivem ozračju — reševalna taktika.

Praktički pouk — vežbe naj se čimbolj prilagode jamskim razmeram ustrezno raznim pogojem in primerom. Upoštevati je stalno pripravljenost reševalcev kakor reševalne opreme, hitri vpoklic in stalno obveščanje. Tem pri vajah naj bodo prirejene po za jamski obrat karakterističnih možnosti in za obrambo potrebnimi ukrepi npr.: ureditev baze, hoja z aparati v težkih jamah, merjenje temperature, odvzem zračnih vzorcev in prahu, indikacija jamskega ozračja, postavitev raznih vrst izgradnje, ureditev ventilacije, izdelava varnostnih pregrad, zadelk in jezov, strežba rudarskih strojnih naprav, oskrba in transport ponesrečencev.

Pri zaključnem reševalnem izpitu naj novinec dokaže pri ustnem izpitu potrebno znanje o reševalni opremi in opremi za prvo pomoč, o rabi te opreme ter nastopanju pri reševalnih akcijah.

Pri praktičnem izpitu mora novinec pod aparatom delati 2 uri neprekinjeno v dimu in v tem času izvršiti delo od 30.000 kpm, z delomerilcem, ali še boljše napraviti z delomerilcem 15.000 kpm, ostalih 15.000 kpm pa s primernimi drugimi ročnimi deli.

Tekoči pouk že izučenih reševalcev naj bo razdeljen v rednih časovnih presledkih tekom

celega leta. Vodja reševalne čete mora pred vsako vajo ponoviti z reševalci teoretične osnove reševanja in skrbno gledati, da jih seznanji praktično z vsemi mogočimi primeri. Če se vajo prekine, je potrebno isto ponoviti. Izvedbo po v naprej dani dispoziciji je časovno in stvarno kontrolirati in po vaji premotriti uspešno izvršene naloge kakor nedostatke.

Reševalci — vodje ekip morajo temeljito poznati obrambni načrt, posebno načrte in varnostne ukrepe v ogroženih conah (situacije stoječih vod, požarnih območij, cone jamskih udarov, varnostne stebre in zavarovalno območje). Naučiti se morajo spretnosti, opisati dano situacijo s točnim poročilom in ga ponazoriti z ročno skico.

### Sestava reševalne čete

Število članov reševalne čete je odvisno od staleža zaposlenih v jami — ogroženih obratov in od potrebe reševalne pomoči, v splošnem 2 — 4% staleža. Po naših predpisih je potrebno v četi dvakrat toliko članov kot je aparatov — skupno pa ne manj kot 12 članov. Vsaj 1/3 članov naj stanuje v bližnji okolici reševalne postaje. Smatra se, da je razdalja reševalčevega stanovanja 4 km od reševalne postaje skrajna meja, če stanuje dalje, mora imeti reševalec hitro prevozno sredstvo. Praviloma naj število rudarskih tehnikov (nadzornega osebja) ne preseže 1/3 članov reševalne čete. Vodstvo reševalne čete naj šteje ca. 1/5 vseh reševalcev. Vodje čete in ekip naj nosijo čelade oziroma jamske obleke druge barve, da se lahko spoznajo. Člani čete morajo biti razporejeni sorazmerno na vse izmene. Paziti je, da nobeden, če tudi manj važen obrat, ne ostane brez svojih reševalcev. V splošnem naj bo, kjer se obratuje, pri vsaki delovni izmeni na razpolago vsaj ena reševalna ekipa, pri izmenah, kjer se ne obratuje, pa vsaj reševalna (požarna) straža. Kot povsod v jami, je tudi v reševalni četi gledati na to, da reševalci praviloma opravljajo samo njim odgovarjajoča reševalna dela, vsa nereševalna dela pa naj vrše pomožne ekipe in službe: obveščevalna, sanitarna, transportna, rediteljska idr.

### Smernice načrta obrambe

Načrt obrambe pred skupinskimi nevarnostmi in nesrečami, ki se lahko zgodijo v

jami, daje osnovne smernice za izvedbo jamskega rešilstva.

A. Splošni del: Določen je krog oseb oziroma službenih mest, katere je pri gotovi poškodbi (havaniji) ali katastrofi takoj obvestiti;

— Vrsni red alarmiranja z vsemi ukrepi za obveščanje in hitri dovoz reševalcev in opreme;

— Osnovni ukrepi za vzdrževanje reda v primeru obstoječe nevarnosti in katastrofe na obratu in obratne kontrole, poklic in priprava pomožnih moči, sredstev in ureditve potrebnih prostorov.

B. Operativni del: — obsega ukrepe za reševanje ponesrečenih, obvladovanje nevarnosti in odbranitev poškodb in posledic katastrof. V obratu se določi nevarnostna območja oziroma nevarna mesta (označi v načrtih), kjer lahko nastopi: požar, vdor plinov = vode — eksplozije, zruški idr. Navedeni so posebni varnostni ukrepi, alarmne in sheme za umik = obveščanje, bežne poti, načini ravnanja in sredstva reševanja.

Načrtu obrambe je dodati: jamske — zračilne karte z označeno smerjo zračilnih tokov — storitve ventilatorjev, zračilna vrata — merilne postaje, pregrade, zidovi in jezovi, požarni načrt — načrt za preskrbo energije, situacijske karte in načrti, telefonske zveze, bežne komore, jamski reševalni oddelki ipd. Ob vsaki bistveni spremembi sheme jamskih del — zračjenja in izhodnih poti — se mora načrte takoj izpopolniti.

Obrambni načrt izvaja posebni operativni in pomožni štab.

### Alarmiranje in obveščanje

Zakasnitev alarma — poklica reševalcev le za nekaj minut lahko onemogoči reševalni uspeh in povzroči težko gmotno škodo in človeške žrtve. Važno je, da stanujejo reševalci v skupnih stanovanjskih blokih, čim bližje reševalne postaje. Določijo naj se tam skupne zbiralne točke, odkoder je mogoč skupen transport do reševalne postaje.

Reševalna četa mora imeti posebni sklicni signal, ki se da pri raztresenih reševalcih z večimi sirenami, montiranimi na pripravnih mestih. Slišanje alarma je preizkusiti glede na višinske lege in oddaljenost med sireno in stanovanji, smerjo vetra in druge faktorje.



Poklic reševalcev s kurirji — pozivno karto je zgubilo na pomenu, ker je dolgotrajno. Tudi telefonsko klicanje je le tedaj hitro uspešno, če se vključi v poziv več oseb oziroma z enim pozivom obvesti več reševalcev naenkrat. Nujno je napraviti alarmni — sklicni načrt: kdo naroči signal, kdo ga da, sodelovanje telefonistov — (prosta telefonska linija za reševalne akcije), kurirjev in šoferjev. Pri katastrofi naj se da vedno alarm z sireno in pokliče celo reševalno četo, ker le na ta način dobimo hitro dvoje potrebnih reševalnih ekip. Alarmira se najprej vodja čete — oskrbnika opreme, nato reševalce, kateri so lahko najhitreje in če mogoče spočiti, na mestu. V kolikor se, če je jama razprostrana, določi druga zbirališča izven reševalne postaje, je skrbno preudariti. Če je potreba, se obvesti tudi sosednje reševalne čete, da se pripravijo na poklic. V reševalni postaji naj bo med akcijo vodena tabela prisotnosti reševalcev.

Za celotno področje rudnika naj bo določen glavni obveščevalec, t. j. nadzornik, kateremu so razmere v jami dobro poznane. Ta skupaj z njemu dodeljenimi kurirji — obveščevalci skrbi za povezavo med površino in jamo — bazo — ogroženimi delovšči ter za reševanje važnimi napravami (ventilatorji, pumparnami, kompresorji ipd.) in oskrbuje reševalne ekipe pri reševalnih akcijah s potrebnim materialom oziroma jim pošilja potrebno delovno pomoč.

#### **Priprave za reševalna dela — akcije**

Pripravljalni ukrepi za reševalna dela — akcije so potrebni, da funkcionira alarmiranje reševalcev in njihov nastop brez zamude. Sem spada tudi dokaz delovne sposobnosti reševalcev, reševalne opreme, izdaje smernic in navodil. Podloga reševalnih del tako za reševalce, kakor vodje in oskrbnika opreme so pripravljena pismena navodila. Reševalci morajo tudi dobro poznati varnostne predpise in se brezpogojno disciplinirano ravnati po danih navodilih vodij reševalne čete — skupin in — ekip ter oskrbnika reševalne opreme.

Vsaka akcija prične s točno dispozicijo, opisom in načrtom situacije in navedbo nalog ekip in konča s poročilom o izvedbi akcije. Z ozirom, da igra veliko vlogo časovni faktor, je naravnati tako pri vajah, kakor akcijah točno ure. Naročilo, kakor poročilo se izvrši na podlagi jamskih kart in načrtov.

Mnogokrat je potrebno, dane načrte dopolniti s skicami mest in situacije reševalne akcije in s tem boljše obrazložiti naročena ali izvršena reševalna dela. Praviloma se napravijo take skice na samem mestu, kjer je za to dana potreba, prostoročno z običajnimi signaturami in glede na same proporcije — razdalje vsaj približno pravilno. Vsaka skica naj služi določenemu namenu, torej naj naznači razločno bistvo stvari, ki ne sme biti s posrskimi stvarmi pokrito (npr. točno naznačena mesta ponesrečencev).

Reševalni načrt — dispozicija reševalne akcije naj ne določa samo, kako in kje nastopajo reševalci, temveč tudi, kaj naj store strojniki pri izvoznih jaških, strežniki ventilatorjev, kompresorjev, pump, vodje lokomotiv in vsi tisti, ki morajo v primeru nezgod, doklej jih kdo osebno ne zamenja, ostati na svojih delovnih mestih.

Pred nastopom reševalnih ekip naj vodja reševalne akcije preudari, ali bi se morda ne moglo odstraniti nevarnosti na kak drugi način npr. s preureditvijo zračanja.

#### **Reševalne akcije**

Taktika reševanja obsega vse ukrepe, ki jih je treba odrediti pri nastopu reševalne čete v resnih primerih. Reševalno akcijo se izvrši le tedaj, če preventivne mere za varstvo rudarjev in ohranitev rudniške imovine več ne zadoščajo. Uspeh je zagotovljen le, če se reševalne akcije izvrše točno in disciplinirano in po skrbno pripravljenem redu. Čim bolj je pripravljen reševalec, čim bolj v redu je njegova reševalna oprema, tem udarnejša je reševalna četa in uspešnejše njeno delo.

Če razmere dovoljujejo, naj šteje reševalna ekipa ne več ne manj kot 5 reševalcev, kateri se, če je potreba, dodeli za razne druge naloge največ še 2 osebi. Če se eden od 5 reševalcev ponesreči, so ostali štirje reševalci polno zaposleni s pomočjo ponesrečenca.

Vodja akcije si mora najprej ustvariti jasno sliko o položaju katastrofe, predvsem, če so v nevarnosti človeška življenja ali obstoja nevarnost razširjenja katastrofe. Izbrati mora najkrajšo pot oziroma najugodnejši dohod do ogroženih delovišč. Če podatki očitno ne zadostujejo, naj pošlje vodja akcije naprej poizvedovalno reševalno ekipo. Ko si je vodja akcije o situaciji kolikor toliko na

jasnem, mora takoj pričeti reševati ponesrečence, ki se jih najde, in preudariti, kam so se lahko pogrešani zatekli. Evakuirati mora čimprej ogrožena delovišča, zapreti nepoklicanim dohode in zakrižati — zastražiti nevarnostno območje. Važno je, pričeti takoj z ureditvijo ventilacije in nevarne eksplozijske mešanice razredčiti. Upoštevati je, da požar spremeni situacijo jamskega zračenja in da v mirujočem zraku (na merilnim postajah) nastopajo plasti eksplozijske zračno-metanske mešanice.

### Nastop reševalcev

Resni primeri dela v škodljivem ozračju so mnogokrat potrebni nenadoma. Velja pravilo, da se sme pričeti z njim šele, če sta v reševalni bazi vsaj dve reševalni ekipi na razpolago, opremljeni z aparati, kajti zamenjava rabljenih aparatov med ekipami povzroči tudi polurno zamudo. Če pa traja nastop dalje kot normalno (čez 1/2 izmene), je treba opremiti še nadaljnje reševalne rezervne ekipe po vrsti in obsegu nastopa. Izjema takojšnjega nastopa, če nista dve ekipi takoj na razpolago, je podana le, če gre za rešitev ljudi in oskrbo ponesrečencev.

Vsak nastop prične in konča v pripravljalni bazi (zbornem mestu med akcijo), katera mesto določi vodja akcije. Baza naj bo še v dobrem ozračju (kontrolira naj se sestavo ozračja), tako blizu kot mogoče ogroženemu delovišču. Baza naj bo po možnosti v širokih in visokih progah, kjer ni prepaha (škrti zrak z zračilno zaveso). Naj bo dovolj prostorna in urejena v del za reševalce in del za prvo pomoč. Bazo uredi pomožne ekipe. Od baze do delovišča se določi le ena natančno določena in markirana pot za tja in nazaj (spremna vrv, če pot zadimljena) in čimprej napelje telefonsko zvezo. Včasih je potrebno preložiti bazo (če se ogroženo delovišče pomakne naprej) ali urediti še pomožna oporišča. Akcijska baza ne sme ostati niti za trenutek brez moštva in straž.

Velja pravilo, da se z nastopom prične šele, ko so aparati na bazi kontrolirani (pomočnik oskrbnika opreme). Za delo in stanje reševalcev je odgovoren vodja ekipe, ki ne sme izpostavljati svoje reševalce nevarnosti. Ekipa naj ostane skupaj po pravilu, da eden pazi na drugega. Dalje časa, kot je naročeno, naj se ne pusti nobeno aktivno ekipo v

akciji, ker prevzame ekipo sicer nemir. Vodja ekipe točno kontrolira porabljeni akcijski čas, kisik in patrone in preda poročilo vodji ekipe, ki ga zamenja.

### Akcije pri visoki temperaturi in vlažnosti zraka

Reševalna dela pri visoki temperaturi in visoki vlažnosti zraka pomenijo za reševalca močan fiziološki napor, kateremu včasih niso kos drugače sicer sposobni reševalci. Za take akcije se vzame reševalce, ki so težkega dela v vročem — vlažnem ozračju vajeni, imajo zdravo srce in niso stari čez 40 let. Sposobnost reševalca za vršenje takih del se preizkusi s kontrolo njegove porabe kisika pri delu z aparatom s samim pljučnim avtomatom. Izbere se oni reševalec, ki pri enaki delovni storitvi porabi manj kisika. Pri 28°C pade delovna storitev reševalca za 5% že brez aparata, z njim je padec storitve še večji. Vdihani zrak v drugi polovici rabe alkalne patrone ne veže več vlage, čeprav ga kisik z jeklenke hladi. Njegova toplota lahko prekorači telesno toploto nosilca aparata (37°C — 42°C). Proti vlažni toploti nimamo nobene pripravne zaščite in zajezitev toplote v telesu tvori največjo nevarnost za reševalca. Pregretje telesa se pokaže z dvigom utripa žil, povišanjem krvnega pritiska, glavobolom in občutkom slabosti. Nosilec aparata postane z svojim delom nezadovoljen, plašen in razdražljiv, zmanjša še mu duševna prožnost, končno ga primejo krči in se onesvesti.

Za delo v vlažem — toplem ozračju naj vodja ekipe določi že v bazi dobo nastopa na podlagi višine vlažne temperature in posebnih pogojev (tabela). Vodja oskrbi, da vzamejo ti reševalci v aparat polne jeklenke kisika in nove alkalne patrone. Načeloma mora vsak reševalec vsako neugodje, nestalo brez objektivnih težav, vodji ekipe takoj javiti (slabše vidi, sliši, hoče zvrčati ali postaja omotičen). Odmori po akciji naj trajajo najmanj 2 uri. Odpornost se poveča, če vzame reševalec gorke pijače z dodatkom grozdnega sladkorja in vitaminske tablete B1.

### Prenos, oskrba in prva pomoč ponesrečenim

V škodljivem jamskem ozračju je nujno, čim hitreje poiskati, prenesti in oskrbeti ponesrečence in jim nuditi prvo pomoč. Pri ne-

zgodí ponesrećenca, ki nosi aparat, se kontrolira najprvo zalogo kisika, nato ponesrećenču dodaja z aparata dodatni kisik. Pogleda se nato, če maska pravilno sedi in je pritrjena, oziroma če je ustnik polno v ustih in ščipalnik zapira nosnice. Aparat je pregledati, če je aktivizirala alkalna patrona, če so spoji povsod tesni in aparat drugače v redu. Ugotoviti je, če je poškodovanec utrpel poškodbo vsled škodljivih plinov, ali če drugačne poškodbe zahtevajo varen transport. Reševalci morajo biti usposobljeni za dajanje prve pomoči, predvsem izurjeni za izvajanje umetnega dihanja in ravnanja z aparati za dajanje kisika.

Za reševalce obstojajo pri oskrbi ponesrečencev samo dozdevno mrtvi, katerim se mora pomagati z oživljanjem — umetnim dihanjem, katerega namen je upostaviti zopet v red naravno dihanje. Oživljanje onesveščenih — ponesrečenih je vršiti, če le gre, takoj na mestu, kjer se je ponesrečenca našlo, če je to mesto odtegnjeno vplivu škodljivih plinov, drugače pa hitro prenesti na dober —

svež zrak. Važna je pri tem pravilna lega ponesrećenca, sprostitve tesnih oblačil, prostne dihalne poti in vzdrževanje telesne temperature. Novejše raziskave izvedbe umetnega dihanja so pokazale prednosti dajanja zraka z vdihavanjem reševalca usta na usta oziroma v nos ponesrećenca. Ta način ima prednost pred drugimi manipulacijami umetnega dihanja ker tu lahko reševalec presodi zračenje pljuč po razširjenju prsnega koša in sam lahko uravna potrebno lego glave ponesrećenca s prostimi rokami. Vdihani zrak reševalca tudi zadostuje za oskrbo krvi ponesrećenca s kisikom.

Bistvena predpostavka je pravočasen in pravilen začetek umetnega dihanja, ker je tu vsaka sekunda dragocena, ker človek lahko živi od ustavitve dihanja le še 5—8 minut. Osnovno pravilo je, da se nudi ponesrećenču umetno dihanje tako dolgo, da prične leta sam dihati oziroma da ugotovi zdravnik smrt. Po začetnem dihanju ponesrećenca naj se mu pomaga dvigniti lastno dihanje z inhalacijo kisika.

#### KRATAK IZVOD

Za brzo i uspešno dejstvo čete za spasavanje značajno je, koliko vremena prođe od početka uzbune i vremena nastupanja spasilaca na ugroženim radilištima. Ovo vreme zavisi od pravilne lokacije stanice za spasavanje, izabrane napadne baze, uredno održavane opreme za spasavanje kao i od stručnosti i spremnosti članova čete za spasavanje.

Ništa manje nije važno brzo i tačno informisanje o stvarnoj situaciji na mestu katastrofe, da se što pre uspostavi veza za obaveštavanje između svih za spasavanje važnih mesta i da se sve poruke i izveštaji o toku radova na spasavanju kao i promena situacije, tačno i razumljivo prenesu.

Osnova jamskog spasavanja jeste »Plan odbrane i spasavanja« za slučaj grupne opasnosti i nesreće, do kojih može u jami da dođe.

Intervencija spasilaca u ozbiljnim slučajevima biće samo tada uspešna, ako su spasioci potpuno opremljeni i uvježbani u upotrebi svih za spasavanje potrebnih aparata, opreme i uređaja. Oni moraju poznati sve rudarske radove, a moraju također teoretski i praktično poznavati organizaciju službe spasavanja, opremu i taktiku nastupanja kod spasavanja.

Uzbuna i nastupanje spasilaca mora funkcionisati bez zakašnjenja. Prilikom svake akcije spasavanja mora se proveriti radna sposobnost spasilaca i bezprekornost funkcionisanja opreme za spasavanje. Ekipe za spasavanje nesme se rasturati da bi, po pravilu, spasioci jedan na drugoga pazili.

Za rad i stanje spasilaca odgovoran je vođa ekipe, koji mora stalno kontrolisati stanje spasilaca, vreme akcije, kiseonik i kalijeve patrone, te osmatrati sve promene situacije na ugroženom radilištu.

Uspeh akcije spasavanja siguran je samo, ako se svaki rad izvrši tačno i disciplinovan, prema već postojećem brižljivo izrađenom planu odbrane, za sve mogućnosti i uzroke nastupajuće katastrofe. Za akcije spasavanja kod visoke temperature i vlage u vaz-

duhu spasioci moraju biti posebno osposobljeni i opremljeni sa odgovarajućom opremom, te a same akcije moraju se obavljati prema pooštrenim sigurnosnim propisima.

Onesvešćeni moraju se oživljavati, po mogućnosti, na licu mesta, gde su nađeni. Važno je pravovremeno i pravilno započeti veštačko disanje, koje se mora izvoditi sve dok onesvešćeni ne počne sam disati, ili dok lekar ne konstatuje da je (nesumnjivo) nastupila smrt.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Die Schlagkraft der Grubenwehr

Prof. Dr. Ing. A. H o m a n\*)

Der schnelle und erfolgreiche Einsatz der Grubenwehr ist von dem richtigen Platz der Grubenrettungs- und der Bereitschaftsstelle, der handlichen technischen Ausrüstung und der Ausbildung wie der Geschicklichkeit der Grubenwehrmitglieder abhängig. Nicht weniger sind die schnellen und klaren Informationen der gegebenen Situation der Katastrophe wichtig. Sobald als möglich soll die Benachrichtigungs-Verbindung zwischen allen für das Rettungswerk wichtigen Stellen hergestellt werden. Die Aufträge und die Berichte von dem Vorgange des Einsatzes, der Ausführung der Rettungsarbeiten — der Veränderung der Situation, sollen schnell, pünktlich und verständlich erfolgen. Der Rettungseinsatz ist nur dann erfolgreich, wenn die Werhnmänner in allen für das Rettungswerk notwendigen Teilen der Ausrüstung gut ausgebildet sind. Sie müssen nicht nur tüchtige Bergleute sein, sondern auch die Organisation und die Taktik der Rettungsaktionen vollauf beherrschen. Bei jedem Einsatz ist immer der Beweis der Arbeitskraft zu überbringen. Die Aktionen in der heissen und feuchten Luft verlangen besonders für diese Arbeiten geeignete Rettungsmänner, besonders vorbereitete Ausrüstung und verschärfte Sicherheitsmassnahmen. Die Wiederbelebung der Scheintoten — künstliche Atmung soll, wenn nur möglich, sofort an der Unfallstelle erfolgen und solange fortgesetzt, bis der Verunglückte selbst zu atmen beginnt oder der Tod unzweifelhaft erfolgt ist.

## Literatura

- |   |  |
|---|--|
| Handbuch für das Grubenrettungs- und das Gasschützwesen. Zal. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie — Leipzig 1962.    | a) Temeljni zakon o rudarstvu Ur. 1. SFRJ št. 9/66.  |
| Reševalna služba v rudarstvu in metalurgiji. Zal. Zavod LR Slovenije za zdravstveno in tehnično varnost v Ljubljani 1961. | b) Pravilnik o tehničnih ukrepih in varnosti pri rudarskih jamskih delih — Ur. 1. SFRJ št. 9 in 11/67. |
| Rešilstvo v rudniku in topilnicah v Sloveniji — članek Rudarsko-Metalurški Zbornik, Ljubljana, št. 4/1958.                | c) Navodila in zapisniki o izvršenih akcijah — vajah reševalnih postaj rudnikov SR Slovenije.          |

\*) Prof. dr ing. Anton Homan, Ljubljana.

# Analiza prodora plina u rudniku lignita „Jama Manduševac“ Bjelovarskih rudnika Trojstvo

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Ivo Marínović

## Uvod

Područje eksploatacije lignita nalazilo se na jugozapadnim obroncima Bilogore, cca 1,5 km udaljeno od bivše željezničke stanice Mišulinovac. Eksploataciju lignita vršili su Bilogorski rudnici Trojstvo neprekidno od 1945. godine na području općine Bjelovar.

Rudarenje na ovom području imalo je dugu tradiciju, jer su prvi rudarski radovi zabilježeni već koncem prošlog stoljeća, od kada se stalno, uz izvjesne prekide, vrši eksploatacija na niz manjih pogona.

Iscrpljenjem ugljena dolazi u 1961. godini do zatvaranja starih pogona. U to vrijeme 1961, 1962. i 1963. vršena su intenzivna istraživanja bušenjem, gdje je 1963. započet i rudarski istražni rad sa niskopom.

Niskop je lociran cca 2,3 km od bivše željezničke stanice Mišulinovac. Na taj način dolazi do otvaranja »Jame Manduševac« koja je prikazana na slici 1 i predmet je ove analize.

## Istražni radovi

Jamski pogon Manduševac nalazio se u sklopu Bjelovarskih rudnika u centralnom djelu eksploatacionog polja »Seča«. Pogon je bio povezan sa separacijom koja je bila izgrađena na željezničkoj stanici Mišulinovac (željezničke pruge Bjelovar — Kloštar) preko uskotračne željezničke pruge, položene na

staroj trasi normalne pruge, koja je posluživala bivše iscrpljene pogone rudnika.

Istražnim bušenjem i razvijanjem rudarskih istražnih radova, koji su ujedno poslužili i za otvaranje rudnika, registrirane su prelomnice koje se protežu SZ — JI i prirodno ograničavaju zonu eksploatacije u ovom pravcu (slika 1).

Značajna je prelomnica koja se proteže JZ — SI, lomi slojeve po padu pružanja i prekida kontinuitet slojeva. Na slici 1 ovi prelomi su prikazani punim linijama. Posebno je označen geološki profil kroz naftno plinsko ležište i prikazan je na slici 4. Osim ovih, na slici 1 prikazane su orijentaciono i projekcije preloma u zoni naftno plinskih slojeva na dubini od oko 700 m. Iz dijela strukturne karte, po krovini naftno plinske serije (slika 3) vidi se struktura predviđenih preloma.



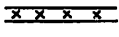


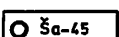
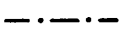

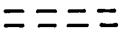


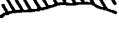




Iz situacione karte na slici 1 i priloženog profila kroz ugljenonosnu seriju na slici 2 vidi se:

— da je ovaj rudnik otvoren neposredno posle izvođenja istražnih rudarskih radova, razvijanjem etažnih hodnika neposredno u slojevima uglja predviđenih za vađenje,

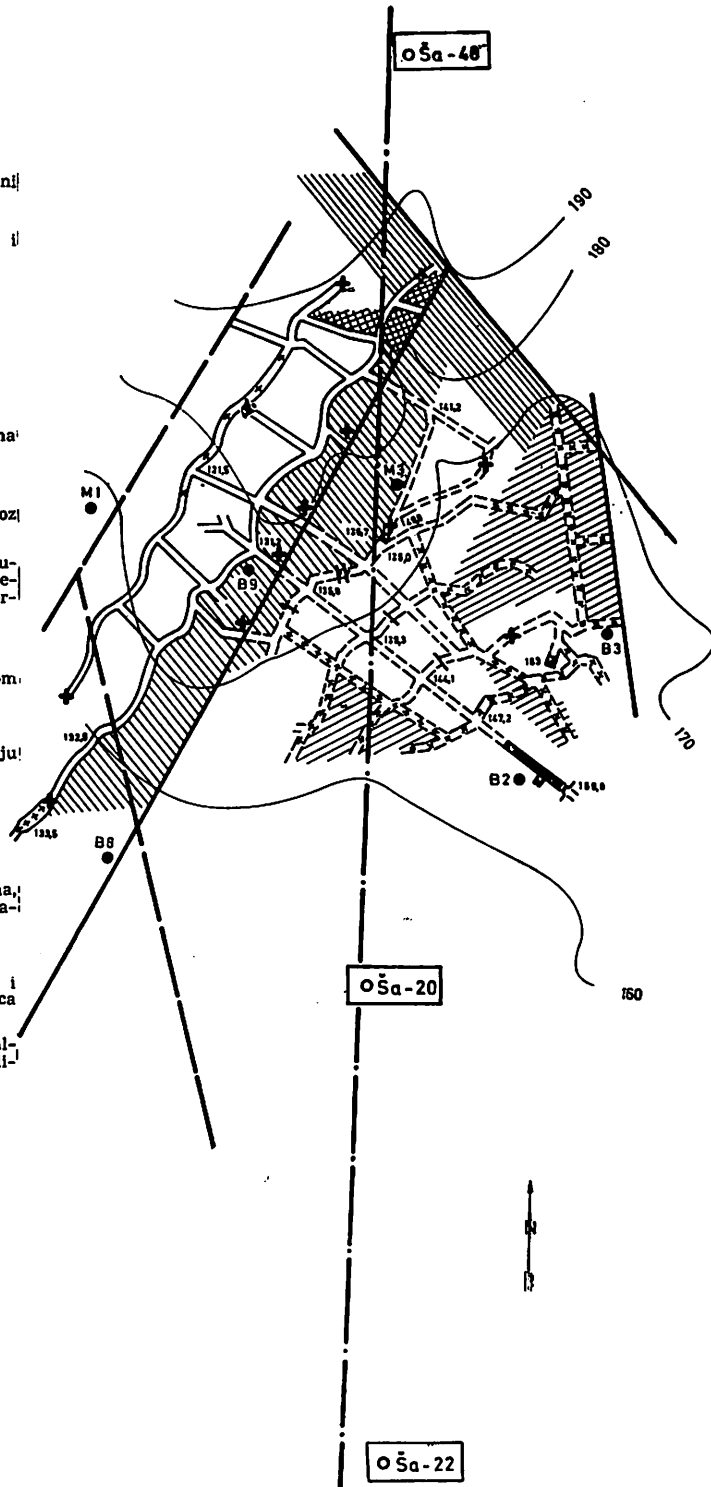
— da je prilaz podinskom ili takozvanom radnom sloju izveden pomoću niskopa kroz jalovinu na koti +159; nakon prilaza podinskom sloju radovi se izvode po njemu sve do preloma na koti (cca +132 m), zatim se prelazi iz podinskog u srednji sloj gdje se razvi-



Situaciona karta

-  Površine otkopane u srednjem sloju
-  Površine otkopane u podinskom sloju
-  Zarušeni i neprohodni
-  Djelomično zarušeni ili smanjen profil
-  Vjetrena pregrada
-  Vjetrena vrata
-  Bušotine pozitivne na naftu i plin
-  Geološki profil kroz naftno-plinsko ležište
-  Dislokacije utvrđene rudarskim radovima (prelomnica) u ugljenoj formaciji
-  Bušotine na uglj
-  Radovi u podinskom sloju (radni)
-  Radovi u srednjem sloju (krovni)
-  Radovi u jalovini
-  Zona škarastog preloma, opasna zona. Izdana za brana za kopanje
-  Prelomi u zoni plina i nafte na dubini cca 700 m
-  Mjesta određena za stalnu kontrolu na zaplamljenost

Ša-51

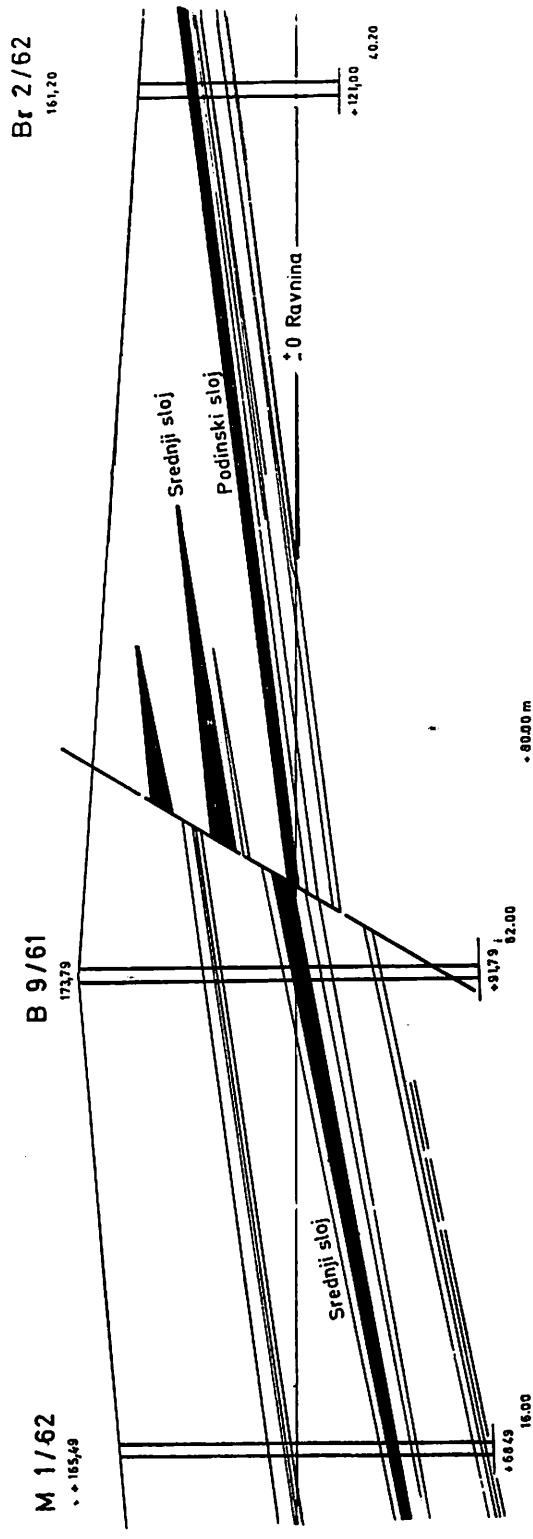


Ša-22

Sl. 1 — Rudnik Mišulinovac (situaciona karta).

Fig. 1 — Mine Mišulinovac (situation map).

PROFIL B-B



Legend :  
 ■.....Slojevi ugljena predviđeni za eksploataciju

Sl. 2 — Profil kroz ugljeno ležište.  
 Fig. 2 —The section through lignite field.

jaju etažni hodnici po srednjem sloju na kotama (+132 i +122 m),

— da je prelom između razvijenih istražnih radova etažnog hodnika u podinskom sloju kota +135 i etažnog hodnika u srednjem sloju kota +131 potpuno dokazan izvedenim radovima. Posebno su prikazani izvedeni radovi u srednjem i u podinskom sloju, kao i zone koje su u vrijeme razmatranja bile prohodne u etažnim hodnicima pojedinih slojeva. Šrafirane površine duž prelomnih linija prikazuju zone za koje je izdata zabrana za otkopavanje nakon utvrđenih mogućnosti da postoji prodor zemnog plina. Križno šrafirana zona duž prelomnice u srednjem sloju prikazuje otkopanu količinu u ovom sloju neposredno prije razmatranja u vezi mogućnosti prodora plina.

Zona šrafirana iznad kote +139 prikazuje otkopne količine neposredno prije zaplinjavanja odnosno zatvaranja rudnika. Istražnim bušenjima, a naknadno i istražnim rudarskim radovima, utvrđeno je:

— da ugljenonosna serija sadržava više slojeva. Za otvaranje i otkopavanje su odabrani navedeni podinski i srednji sloj,

— da su prpratne naslage laporaste i pjeskovite gline, tekući pijesci i muljevite gline.

Na osnovu izvršenih istražnih radova i istražnih bušenja, koja u navedenim slikama radi prostora nisu prikazana, moglo bi se geološke rezerve ocijeniti na cca 1,0 miliona tona ugljena.

Na temelju izvršenih rudarskih istražnih radova i istražnih bušenja izvršena je kategorizacija bilansnih rezervi u slijedećim količinama (vidi tablicu 1).

Istražni radovi u pogledu hidroloških prilika, geomehaničkih osobina popratnih naslaga, te mogućnosti zaplinjenja nisu bila izvedena, već su se koristila ranija iskustva dobivena kod otkopavanja ovog ugljena na širem području okolnih lokaliteta. Za stvarne uslove upravo ove lokacije, gdje su istražnim radovima otkrivena veća ležišta nafte i plina, predmetno eksploataciono polje rudnika lignita došlo je direktno iznad naftno plinskih ležišta takozvane serija E sjevernog djela polja Šandrovac, kako se to vidi na sl. 3. Ovdje je prikazan dio strukturne karte naftno plinskog sloja. Punim linijama označeno je eksploataciono polje rudnika i šematski je prikazan razvoj rudarskih radova po podinskom i srednjem sloju lignita.

Punom linijom označen je geološki profil s obzirom na ležište nafte i plina (sl. 4). Iz

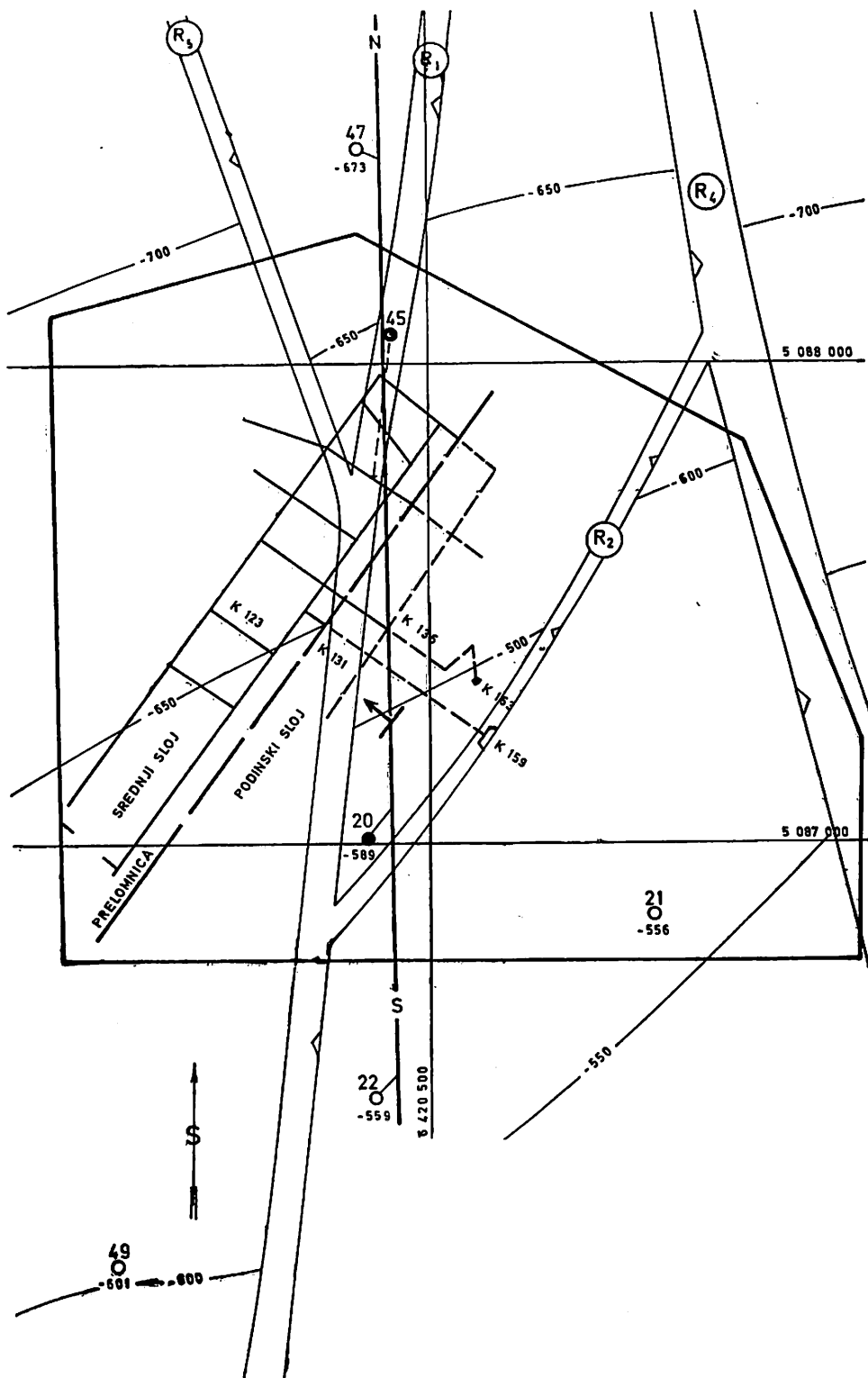
**Tablica 1**

Bilansne rezerve	sa prosječnim kvalitetom:	
	gruba vlaga	37,50
	hidro vlaga	10,67
	ukupno vlaga	48,17
	pepeo	6,60
	gorivo	45,23
	ukupni sumpor	0,89
	gorivi sumpor	0,82
	sagoriva toplina	2822 Kcal/kg
	ogreivna moć	2417 Kcal/kg
A = 80.000		
B = 250.000		
C = 628.000		
<b>Ukupno: 950.000</b>		

Međutim, za eksploataciju bio je odabran samo navedeni podinski ili radni sloj i srednji ili krovni sloj, u kojima su, praktično, radovi izvedeni. Oni su prikazani u profilu duž niskopa i istražnim bušotinama B2; B9; M1 na slici 2. Za ostale slojeve u navedenom profilu date su samo konture slojeva, označenih linijama. Kod razrade, otvaranja i eksploatacije ovog rudnika oni se nisu uzimali u obzir, već su se predviđali za ostavljanje, kao zaštitni slojevi, zbog opasnosti od prodora tekućih pijesaka.

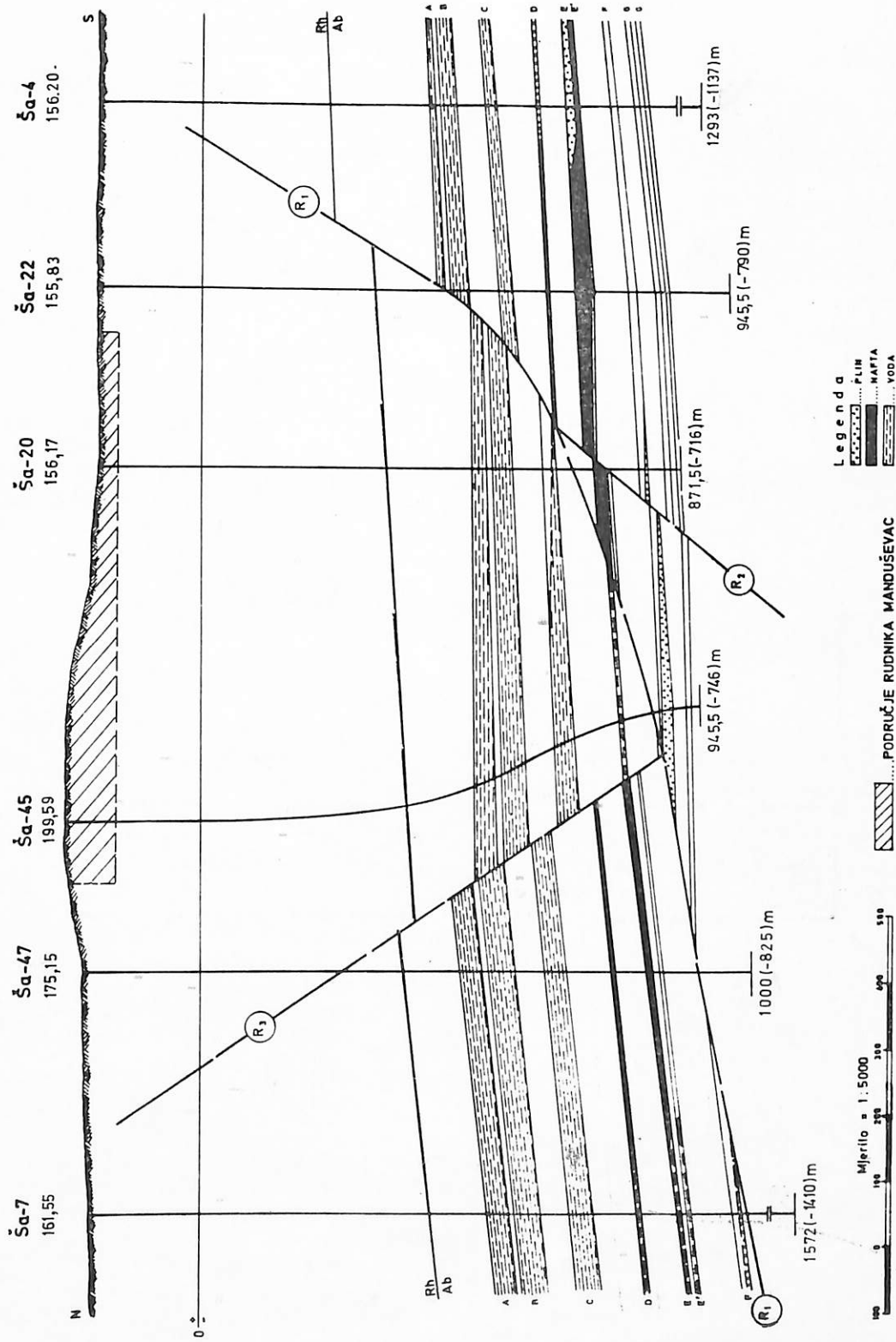
slike 3 i 4 vidi se protezanje rudnika, te lokacija bušotina koje su utvrdile naftno-plinska ležišta. Oznakom R označene su pretpostavljene rasjedne zone u strukturi ležišta nafte i plina.

S obzirom na ovu činjenicu trebalo je već kod istražnih radova, a pogotovo kod razrađivanja eksploatacionih radova, imati u vidu opasnosti od prodora plina, jer je postojanje ležišta nafte i plina na široj lokaciji ovog područja, ne direktno na lokaciji rudnika, bilo i ranije poznato.



Sl. 3 — Strukturna karta po krovini naftno-plinske serije »E« sjevernog dijela polja Sandrovac.

Fig. 3 — Structural map along the roof of oil-gas series »E« of the north section of the field Sandrovac.



Sl. 4 — Geološki profil preko rudnika Mišulinovac.  
 Fig. 4 — Geological section across the Mine Mišulinovac.



## Otvaranje i razvijanje rudnika

Izvedenim istražnim radovima jedan dio ovog polja je već bio otvoren i rudnik je dobio od rudarskog organa ograničenje eksploatacionog polja 31. 5. 1965. godine.

Istovremeno je utvrđeno, da jednim dijelom rudnik prelazi u eksploataciju. Od strane Rudarske inspekcije SRH zahtjevano je da se prethodno izradi projektna dokumentacija radi odobrenja za eksploataciju. Projektnu dokumentaciju je rudnik izradio i dostavio na odobrenje 13. 10. 1965. godine.

Iz projektne dokumentacije se vidjelo:

- da je pripremljeno cca 80.000 t da je rudnik projektiran na kapacitet od 50.000 t/god. i može zaposliti oko 158 radnika,
- da su krovina i podina ugljenih slojeva, uglavnom, gline, glinasti lapori, pjeskovite gline i slojevi pijeska,
- da se radi o lignitu sa cca 2.500 Kcal,
- da je ležište tektonski rasjednuto i kod prelomnice kota 132 pojavljuje se oko 250—300 l vode na minuti,
- da prilikom izvođenja istražnih radova u ležištu duž prelomnice nije nigdje nikada konstatiran metan.

Dostavljeni projekat prikazuje izvedene istražne radove, koji su pozitivni na naftu i plin, ali samim projektom eksploatacije ne predviđa niti najmanje mjere opreza u vezi sa eventualnom pojavom zemnog plina u području rudnika.

Kod razmatranja ovog projekta, između ostalog, postavio se problem, kakve su trenutne mogućnosti prodora zemnog plina bliže površini i u područja ove jame.

U vezi sa ovim problemom dolazi do niza stručnih rasprava koje je organizirao Rudarski inspektorat, iako se u samoj jami nisu mogle utvrditi pojave metana, već samo minimalni tragovi koji su eventualno mogli biti genetski vezani za masu lignita.

Rudarski inspektorat izdaje rješenje 18. 10. 1965. godine kojim se jama Manduševac proglašava metanskom, jer su ustanovljene mogućnosti eventualnog prodora metana.

Daljnji rad u ovoj jami uvjetovan je izmjenama dostavljenog projekta, te djelomič-

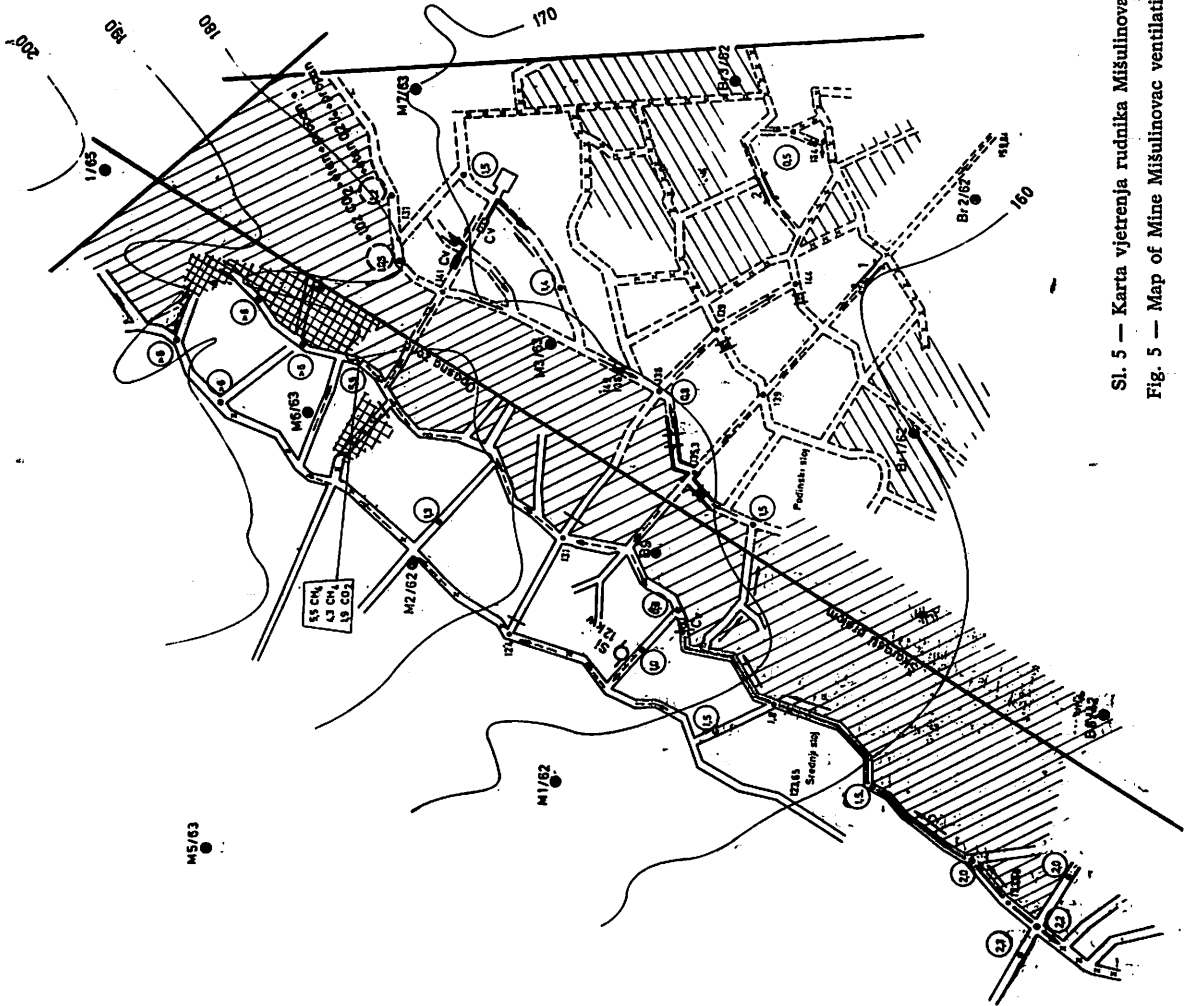
nim uvođenjem sigurnosnih mjera koje zahtijeva metanski režim.

Izmjene i mjere sastojale su se u slijedećem:

- da se ne smiju vršiti nikakva proširenja otvorenog jamskog područja niti osvajati dublji horizonti (ispod kote 124), kao ni otvoriti podinski sloj ispod prelomnice, gdje je bio otvoren srednji sloj,
- da se uz prelomnice mora ostavljati jedan sigurnosni stub od cca 30 m,
- da se strogo sigurno odvoji ulazna od izlazne zračne struje, tako da ne može doći do porušenja sistema vjetrenja između glavnog izvoznog niskopa koji predstavlja ulaznu zračnu struju i vjetrenih uskopa za izlaznu zračnu struju u slučaju eksplozije plina,
- da se istovremeno ne može vršiti eksploatacija u srednjem sloju ispod prelomnice (kota +131 do +124) i podinskog sloja iznad prelomnice, tj. iznad kote +135,
- da se osigura stalna kontrola na eventualnu pojavu metana (zemnog plina) te s obzirom na odabranu zonu eksploatacije odrede i stalne tačke gdje treba mjeriti pojavu plina, s obzirom na kretanje zračne struje (vjetrenja),
- da se električni uređaji svedu na minimum i predvidi prelaz na sigurnosnu izvedbu.

Kao neposredne mjere za nastavak daljnjih radova postavljen je uvjet:

- silazak u jamu je moguć samo uz upotrebu ispravnih sigurnosnih svjetiljki, u S-izvedbi,
- eksploatacija se može vršiti samo sa uvođenjem električnog miniranja koji se zahtijeva za metanski režim,
- analiza zračne struje mora se vršiti svakog tjedna, da bi se eventualno utvrdili tragovi metana odnosno zemnog plina, a naročito u slučaju bilo kakvih tragova plina,
- strogo odvojiti ulaznu od izlazne zračne struje,
- korištenje električne energije svesti na minimum i dovesti u ispravno stanje.



- Dana 6 VII 1966
- Mjesta uzetih analiza  
26. VI 1966.
- Svježa vjetrova struja (ulazna)
  - Istrošena vjetrova struja (izlazna)
  - Vjetrova baraža
  - Vjetrova vrata
  - Dvojna vjetrova vrata
  - Cijevni ventilator
  - Vjetrove cijevi
  - Cijevni vjetrovi most
  - Vjetrove stanice
  - Pregrade sa otvorom
  - Pregrade

Sl. 5 — Karta vjetrenja rudnika Mišulinovac.  
Fig. 5 — Map of Mine Mišulinovac ventilation.

U priloženoj situacionoj karti 1:2.000 (slika 1) neke od tih mjera su ucrtane:

- prikazani su odvojeno radovi u podinskom i srednjem sloju,
- uz prelomnice šrafirane su zone koje se ne smiju otkopavati,
- crnim križićima prikazana su mjesta kontrole plina,
- prikazane su otkopane zone u podinskom i srednjem sloju,
- u slici 5 prikazan je zahtijevani način provjetravanja, a ujedno je prikazana zaplinitost jame u času prodora plina.

Ovakovo rješavanje je proizašlo iz slijedećih razloga:

- prema priloženoj strukturnoj karti »Naftaplin« sa oznakom lokacije eksploatacionog polja i skicom rudarskih radova (slika 3) vide se slojnice ležišta nafte i plina koje se javljaju negdje na 850–900 m ispod površine.

Nadalje, vidi se jedan cio niz rasjeda pod oznakom (R), te dispozicija bušotina na naftu i plin. Iz profila (slika 4) vidi se pretpostavljena razvijenost ležišta nafte i plina.

Na temelju toga pošlo se od činjenica:

- da rudnik leži direktno nad područjem gdje se javlja ležište plina i nafte,
- da su sve bušotine u navedenom profilu pozitivne i pod pritiskom,
- da je zona veoma poremećena i tektonski izlomljena i da je prelomnica utvrđena i u samom ležištu lignita,
- da su pozitivne bušotine navedene u profilu, bez obzira što su do sada istražnog karaktera i bez obzira na ostavljeni stub oko bušotine od cca 100 m, jedna od opasnosti za prodor plina, jer je izradom bušotine već došlo do izvjesnog minimalnog poremećaja prirodne ravnoteže i jer se cementacijom uvodne i tehničke kolone praktično ne može isključiti kretanje plina prema površini, uslijed čega se isti mogao indicirati na ušću bušotine na površini,
- kretanje zemnog plina izvan zatvorene kolone bušotine može lako preseliti jedan dio plina ka pješćanim naslagama,

koje su bile posredno ili neposredno u kontaktu sa slojevima lignita. Trebalo je pretpostaviti da zemni plin može početi da prodire u otvorene ili otkopane predjele rudnika lignita.

Ovo je osnovni razlog zašto je uslijedio naprijed navedeni zahtjev Rudarskog inspektorata.

Nadalje, ne treba izgubiti iz vida niti isključiti da se zemni plin ne bi mogao provući i uz prelomnu plohu, bilo direktno iz svog prvobitnog ležišta ili indirektno i formirati ležište plina bliže krovini i bliže prelomnoj plohi, utvrđenoj rudarskim uslovima, jer pojave pješćanih naslaga ovdje su indicirane i bliže površini, pa i kod samih ugljenih slojeva. Stoga se podizanje plina ne može isključiti preko prelomnih ploha, jer upravo preko ove prelomne rudnik dobija vodu — a gdje prodire voda treba pretpostaviti da može i plin.

S obzirom na ove činjenice utvrđene istražnim radovima nije se mogao prihvatiti projekt eksploatacije, koji je predložio Rudnik, jer on ove činjenice nije uopće uzimao u obzir.

Ovakovim rješenjem rudnik se nije složio, te je uložio žalbu 23. 10. 1965. i u tu svrhu je priložio mišljenje jedne renomirane grupe rudarskih stručnjaka koji su donijeli slijedeće konstatacije:

1. da u dosadašnjoj praksi rudarenja na ugalj, u ovom području nisu utvrđeni tragovi metana u jamskim radovima,
2. da zbog prisustva plastičnih naslaga prelomnice ne omogućavaju komuniciranje plina prema površini u količinama koje bi bile od praktičnog značaja u pogledu sigurnosti,
3. eventualne emanacije plina u tolikoj su mjeri neznačajne, da se raspoloživim rudarskim instrumentima metan do sada nije mogao indicirati,
4. opasnost od prodora plina iz ležišta prema površini postoji jedino uz izvedene bušotine na naftu zbog nemogućnosti hermetički potpunog zaptivanja profila bušotine.

Na osnovu gornjih konstatacija zaključeno je da:

- ne postoje uvjeti, odnosno opasnosti, koje bi diktirale potrebu uvođenja re-

- žima propisanog za metanske jame u području postojeće jame Manduševac,
- nastavak eksploatacije lignita na ovom području do početka eksploatacije nafte, moguć je na dosadašnji način uz stalno kontroliranje jamskog zraka (indiciranje na metan, i sl.),
  - prisutni učesnici smatraju opravdanim da Rudarski inspektorat SRH još jednom razmotri ovaj problem u duhu prednjih konstatacija.

Rudarski inspektorat SRH nije se složio sa napred navedenim mišljenjem, te je Republički sekretarijat za privredu SRH odbio žalbu rudnika sa obrazloženjem Rudarskog inspektorata 2. 11. 1965. godine.

Stav ovog stručnog foruma nije se prihvatio:

- jer su zaključci kontradiktorni sa konstatacijom u tač. 4,
- što se smatralo da latentna opasnost od prodora plina u području rudnika postoji, prema tome postoji i opasnost za zaposlene ljude.

### Prodor plina

Već 11. 11. 1965. godine javljaju Bjelovarski rudnici prvu pojavu metana. Poslije ove pojave rudnik je prihvatio stavove Rudarskog inspektorata u navedenom rješenju i započeo provoditi navedene mjere. Iza ovih prvih pojava metana slijedile su i druge pojave do cca 1% CH<sub>4</sub> — međutim, intenzivnim zračenjem jama se uspjela držati čistom. Analize još nisu pokazivale prisutnost ostalih plinova koji su pratili zemnog plina osim metana.

Iz zapisnika o pregledu rudnika 29. 4. 1966. godine konstatuje se da se plin kontrolira samo prije početka prve smjene sa interferometrom, a tokom smjene nije bilo kontrole iako se radilo tri smjene.

Kontrolom je utvrđeno na krajnjoj sjeverozapadnoj strani horizonta kote 131 u srednjem sloju 1% CH<sub>4</sub>.

Analize plina, odnosno jamskog zraka i kontrole na metan, odnosno zemni plin nisu se vršile u smislu rješenja Rudarskog inspektorata.

Nakon upozorenja Rudarskog inspektorata intenzitet kontrole na plin je bio poboljšan; međutim, potrebno je napomenuti da je ova

kontrola bila nužno potrebna, jer jama još nije bila nabavila sve električne uređaje u sigurnosnoj izvedbi, osim cjevnih ventilatora i naglavnih svjetiljki.

Radi toga je bio izgrađen posebni plan mjera u vezi sa pojavom plina, koji je trebalo stalno kontrolirati. Suština toga plana je bila u prekidanju električne energije za jamu i povlačenju ljudi.

Dana 6. 7. 1966. godine prilikom obilaska jame ustanovljene su količine preko 6% u sjeveroistočnom krilu jame, nakon čega je obustavljen rad u jami i izmjerena je zaplinitost jame kod konstantnog rada ventilatora — podaci su navedeni u priloženoj karti (slika 5). Zaposleni radnici su se uspjeli povući. Zadržani su samo smjenski nadzornik i dvoritelj sisaljki na glavnom izvoznom niskopu u ulaznoj zračnoj struji.

Dana 7. 7. 1966. godine situacija je bila već puno teža, zaplinitost jame je bila povećana tako da se nije mogla koristiti ni sisaljka u glavnom niskopu, jer električni uređaji nisu bili u sigurnosnoj izvedbi.

Od ostalih osnovnih sredstava bilo je par jednolančanih grabuljara, vitla na spuštaljki u sjeveroistočnom dijelu jame, ventilatori, sisaljke, sklopke i kablovi. Isti se nisu mogli izvlačiti, jer se za jamu nije mogla vezati električna energija.

Situacija se nije ništa popravila ni 8. 7. 1966. godine, naprotiv još više se pogoršavala te je donijeta odluka o napuštanju i zatvaranju rudnika.

Neposredno prije ove odluke utvrđeno je:

- da se pojava metana (zemnog plina) već znatno raširila po cijelom području jame, te se u višim dijelovima glavnog izvoznog niskopa moglo utvrditi iznad 5% plina neposredno ispod etaže + 144,
- opasna zaplinitost naročito u višim dijelovima hodnika utvrđena je i u glavnoj izlaznoj zračnoj struji,
- uključivanje električne energije nije dolazilo u obzir, niti za crpljenje vode na glavnom izvoznom niskopu, budući da svi električni uređaji nisu bili u sigurnosnoj izvedbi,
- u ovakvoj situaciji ni glavni ventilator — čiji motor nije bio u sigurnosnoj S izvedbi — nije mogao raditi.

Međutim, značajno je, da je rudnik 26. 6. 1966. godine uzeo analize na hodniku srednjeg sloja kota + 135. Rezultat ovih analiza pokazao prisutnost CO<sub>2</sub> etana i propana (na slici 5 označeno posebnom oznakom).

Sa rezultatom ovih analiza rudnik je bio upoznat tek 7. 7. 1969. Međutim, da je rezultat ovih analiza pravovremeno stigao, moglo se eventualno prije jačeg intenziteta prodiranja zemnog plina, pravovremeno izvršiti izvlačenje osnovnih sredstava, tim prije što se znalo, da čim se pojača intenzitet zapljinjenosti neće biti u mogućnosti izvlačenje istih, zbog pomanjkanja uređaja i motora u sigurnosnoj S — izvedbi.

Na bazi raspoloživih podataka teško je kazati odakle je zemni plin u najvećem stepenu prodirao. U času ispitivanja, najveće količine su utvrđene na sjeveroistočnoj strani preko 6% (na etažama kota + 124 i + 131); međutim, druge najveće količine su utvrđene na jugozapadnoj strani, čak do 2,3% (na etaži + 131).

S obzirom na kretanje ventilacije, prikazane u slici 5, moglo bi se pretpostaviti da je cijeli horizont kote 124 bio nosač plina. Međutim, isti nije bio u času prodora plina potpuno prolazan, ovo se nije moglo utvrditi već se može samo pretpostaviti.

Moglo je doći do pucanja podine, radi bujanja, ili krovine, uslijed jačih pritisaka i plin je mogao prodirati, ukoliko se akumulirao u pješćanim naslagama koje su bile bliže ovim ugljenim slojevima, i smjerom kretanja zračne struje biti akumuliran na krajnjim tačkama etažnih hodnika (kota + 124 i + 131).

Nije isključeno da je instalacija cjevne ventilacije na jugozapadnom dijelu etažnog hodnika srednjeg sloja kote 131 bio nešto lošije montiran, te se ova akumulacija umjetno stvorila; međutim, od momenta prodora plina do zatvaranja rudnika bio je prekratak rok za vršenje bilo kakvih ispitivanja.

Iz ovog se zaključuje:

- da je sigurno došlo do prodora zemnog plina, koji je u vrlo kratkom vremenu zapljinio čitavu jamu,
- da su zapravo sve prelomnice ipak vrlo opasne zone po kojima redovno dobija-

mo prodor vode; međutim, ne smijemo isključiti i mogućnost zemnih plinova (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S), pogotovo ukoliko se nalazimo na terenima gdje su moguća ležišta takovih plinova,

- zone eksploatacionog polja obrađenog rudnika postaju opasne, pogotovo ako smo izvršili duboka bušenja na ležišta nafte i plina, jer smo na taj način poremetili prirodnu ravnotežu i kanalom bušotine u izvjesnoj mjeri omogućili migraciju zemnog plina prema krovinskim pješćanim naslagama odnosno u rudničke prostore, bilo direktno ili indirektno,
- prodor zemnog plina koji je ovdje opisan ukazuje na to, da je potrebno za sve objekte, a pogotovo za jamske objekte u rudarstvu, dobro poznavati tektoniku zone i ne zanemariti ispitivanja raznih opasnosti koje mogu nastupiti duž prelomne ravnine i u njenoj blizini.

Zaplinjavanje opisanog rudnika najbolje govori o tome, koliko su opasnosti raznolike, kako je neminovno, pa i za najmanje rudarske radove, izvoditi te radove na osnovu solidno obrađenih, prostudiranih i revidiranih projekata.

Međutim, kod nas, nažalost, još uvijek nije rijedak slučaj da se projekti razrađuju zato, jer je to zakonom propisano.

Nije rijedak slučaj da se izrađeni projekti ne podvrgavaju jednoj solidnoj internoj kontroli i reviziji, kako bi se na taj način sagledali razne varijante i momenti koji mogu utijecati na značajno povećanje stepena sigurnosti i ekonomičnosti. Revizija rudarskih projekata ne smije se smatrati samo kao formalnost, već je istoj potrebno posvetiti svu stručnu pažnju, bez obzira na financijske izdatke. Dobro projektiran i pripremljen posao garantira pravovremenu izradu i odgovarajući sigurnost za ljude i objekte.

Ovaj slučaj najbolje govori kako se solidno projektiranje ne smije nigdje izostaviti, bez obzira na veličinu objekta ili tehnološkog procesa.



## SUMMARY

### Exploitation Field (Lignite) at the Depth down to 80 m, Shaft Manduševac, Bjelovar Mines, Trojstvo

I. Marinović, min. eng.\*)

At the depth of approx. 700—900 m a productive series of crude oil and gas strata were discovered in the area which was tectonically rather disturbed.

Although in the mine itself there was no methane, it was assumed that there was a danger of methane appearance in mine because through the broken planes the mine area was connected with crude oil and gas layers, so that gas could penetrate through the walls of drilled holes into the mine, i. e. into nearer sand layers in the coal strata.

On the basis of this assumption the lignite mine was proclaimed to be a methane shaft, and the methane safety system was introduced upon request of 18th October 1965. The mine administration objected to this but still they introduced safety measures. On 6th July 1966 penetration of gas into mine occurred and thanks to the safety measures there were no consequences.

#### Literatura

- |   |   |
|---|---|
| Elaborat o rudnim rezervama i istražnim radovima na istraživanju nafte i plina polje Sandrovac. | Projekat eksploatacije jame Manduševac, Bjelovarskih rudnika Trojstvo.                                  |
| Elaborat o rudnim rezervama i istražnim radovima na uglj — eksploataciono polje »Seča«.         | Rješenja Rudarskog inspektora SRH.<br>Zapisnici o stručnim nalazima i mišljenjima u vezi ovog predmeta. |

\*) Dipl. ing. Ivo Marinović, glavni rudarski inspektor SR Hrvatske — Zagreb.

# Uticaj radnih parametara bagera odlagača na stabilnost kosina i sigurnost tehnologije odlaganja pod teškim rudarsko-geološkim uslovima

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Novica Spasić

*Pravilan izbor radnih parametara bagera odlagača je od presudne važnosti za stabilnost kosina odlagališta. Iskustva stečena na površinskim otkopima ugljenog basena »Kosovo«, kao i istraživanja koja su vršena do danas mogu korisno poslužiti svim stručnim kadrovima koji se bave ovom problematikom.*

## Uvod

Stabilnost radnih i stalnih kosina i sigurnost rada u procesu odlaganja jalovine predstavljaju važan faktor za primenu tehnološkog procesa pri površinskom otkopavanju. Pošto se odlaganje jalovine vrši u rastresitom stanju, za proračun stabilnosti etaža odlagališta treba usvojiti geomehaničke karakteristike jalovine, koje se određuju na poremećenim uzorcima bez konsolidacije pod vertikalnim opterećenjem. Ako se tome dodaju i teški rudarsko-geološki uslovi koji vladaju u basenu »Kosovo«, onda se može shvatiti kakav značaj treba dati sigurnosti za obezbeđenje stabilnih kosina na odlagalištu.

Narušavanje stabilnosti kosina dovodi do lomova i većih oštećenja mašina i opreme, zaštoja u radu, neophodnih dodatnih radova na sanaciji klizišta, a time i do povećanja troškova dobijanja uglja,

U cilju obezbeđenja stabilnosti kosina na odlagalištima koja garantuje sigurnost procesa odlaganja i sigurnost zaposlenih i mašina, neophodno je utvrditi sve faktore koji ukazuju na njihov uticaj. Kao što je poznato, ovi faktori se u prvom redu odnose na rudarsko-geološke uslove ležišta i geomehaničke karakteristike

odložene mase i tla na kome se odlažu, a mogu se svesti na sledeće:

- litološki sastav povlate i odlagališta, moćnost različitih slojeva stena, pojave oslabljene rasednute zone;
- fizičko-mehanička svojstva stena u poremećenom stanju i mešanje pojedinih slojeva sa različitim svojstvima stabilnosti;
- hidrološke i meteorološke prilike i stepen odvodnjenosti ležišta;
- tehnološki proces odlaganja i radni parametri bagera odlagača, brzina napredovanja fronta odlaganja, visina odlaganja i dr.;
- konfiguracija terena na kome se odlaže jalovina.

Budući da u svakom ležištu vladaju specifični rudarsko-geološki uslovi, a povlatu korisne sirovine čine stene sa različitim fizičko-mehaničkim svojstvima, to se i mere predostrožnosti za savlađivanje navedenih faktora mogu primeniti nakon detaljnih laboratorijskih ispitivanja. Stoga, u daljem izlaganju biće sadržani glavni navedeni faktori koji bitno utiču na stabilnost kosina odlagališta, a shodno tome i potrebne tehničke mere, koje treba primeniti radi obezbeđenja sigurnosti odlaganja.

### Fizičko-mehanička svojstva povlatnih slojeva u basenu »Kosovo«

Kao što je naglašeno, fizičko-mehanička svojstva pojedinih slojeva povlatnih naslaga u čvrstom (neporemećenom) stanju, ne mogu biti merodavna za proračune stabilnosti pri odlaganju. Kod određene metode odlaganja, izmenom jalovine u rastresitom stanju, mešanjem pojedinih slojeva i naknadnim sabijanjem u odlagalištu, menjaju se i njihova fizičko-mehanička svojstva. Samim tim, podaci proračuna stabilnosti postaju nedovoljni za određivanje parametara stabilnosti kosina, te je potrebno vršiti nova laboratorijska ispitivanja i poseban izbor uzimanja uzoraka.

Za određivanje fizičko-mehaničkih svojstava stena u odlagalištu u rastresitom stanju od strane Rudarskog instituta — Beograd (dipl. ing. Radmilo Obradović) izvršeno je sondiranje pojedinih lokacija južnog odlagališta površinskog otkopa »Dobro Selo« sa sedam bušotina na poremećenim i neporemećenim uzorcima sive gline iz povlatnih slojeva.

Radi izbora parametara za proračun stabilnosti kosina, izvršena su laboratorijska geomehanička ispitivanja, a rezultati su dati u tablici 1 i 2.

bilnosti kosina odlagališta u kišnom periodu ne može biti merodavan prosečni ugao unutrašnjeg trenja  $\varphi$  i kohezija  $C$ , već minimalni  $\varphi$  u poremećenom uzorku ( $\varphi = 8^{\circ}50'$ ). Za poremećene uzorke karakteristična je kohezija  $C$  čija je minimalna vrednost  $0,04 \text{ kp/cm}^2$ . Zapreminska težina dobijena laboratorijskim putem u prirodnom stanju iznosi  $1,85\text{--}1,94 \text{ Mp/m}^3$ , a prosečna vrednost —  $1,9 \text{ Mp/m}^3$ . Međutim, pri narušavanju prirodne strukture sive gline, zapreminska težina se smanjuje za veličinu koeficijenta rastresitosti, tako da u suvom stanju iznosi  $1,35\text{--}1,40 \text{ Mp/m}^3$ . Prema tome koeficijent rastresitosti se kreće u granicama od  $1,35\text{--}1,40$ .

Ako se tome doda i to, da su u sastavu povlatnih naslaga sadržane i druge vrste žutih pretaloženih glina čija se fizičko-mehanička svojstva razlikuju od primarne sive gline, onda će stabilnost još više biti smanjena.

Zato i pored laboratorijskih ispitivanja koja treba konstantno vršiti za određeni period odlaganja jalovine, nužno je proračunom utvrditi i uticaj svih drugih faktora koji utiču na

Tablica 1

Uzorak №	Sadržaj vode u prirod. stanju W (%)	Granica tečenja W <sub>L</sub> (%)	Granica plastičnosti W <sub>P</sub> (%)	Indeks plastičnosti I <sub>P</sub>	Indeks konsistenoiije I <sub>c</sub>	Indeks tečenja I <sub>L</sub>
U—1	37,86	53,00	30,68	22,32	0,678	0,322
U—2	41,79	51,00	32,22	18,78	0,490	0,509
U—3	38,01	59,50	33,65	25,85	0,831	0,169
Prosečno	39,22	54,50	32,18	22,31	0,666	0,333

Primer:

$$I_P = W_L - W_P = 59,50 - 33,65 = 25,85$$

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_P} = \frac{38,01 - 33,65}{25,85} = 0,169$$

$$I_c = \frac{W_L - W}{I_P} = \frac{59,50 - 38,01}{25,85} = 0,831$$

Rezultati ovih istraživanja su pokazali da fizičko-mehanička svojstva sive gline imaju različite vrednosti za razne uzorke i različit sadržaj vode u njima. Ugao unutrašnjeg trenja se menja u granicama  $8\text{--}29^{\circ}$ . Za proračun sta-

sigurnost primenjenog tehnološkog procesa odlaganja.

#### Elementi za izbor radnih parametara odlagača prema usvojenom tehnološkom procesu u basenu »Kosovo«

Kao što je u prethodnom odeljku naglašeno, u lignitskom basenu »Kosovo« vladaju teški geo-mehanički uslovi, koji naročito u kišnom periodu veoma nepovoljno utiču na rad i manevarsku sposobnost bagera i odlagača. Prema tome, ovi uslovi bitno utiču na pravilan izbor mašina i njihovu težinu.

Tablica 2

Uzorak	Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi$	Kohezija C	Sadržaj vode W	Vertikalno opterećenje $\sigma$	Čvrstoća na smicanje $\tau$	Primedba
U—1	24°15'	0,20	—	4	2	Neporemećeni uzorak
U—2	29°00'	0,20	—	4	2,4	"
U—3	29°20'	0,20	—	3	1,9	"
U—4	26°20'	0,20	—	4	2,3	"
Prosečno	27°10'	0,20				
U—1/1	22°00'	0,09	20,70	3	1,4	Poremećeni uzorak
U—1/2	19°20'	0,05	26,90	3	1,0	"
U—1/3	16°00'	0,04	31,70	3	1,1	"
U—1/4	13°50'	0,04	35,50	3	0,8	"
U—1/5	8°50'	0,04	42,10	3	0,6	"

Mogu se nabrojati sledeće karakteristike koje su bile odlučujuće pri izboru usvojenog tipa odlagača:

— čelična konstrukcija treba da odgovara teškim uslovima rada u kišnom periodu i posebno za normalan rad na komadastom materijalu;

— kapacitet odlagača treba da odgovara zbiru kapaciteta dva bagera glodara tipa SR<sub>s</sub> 470 20/3, postavljenih na različitim transportnim horizontima;

— mogućnost spajanja odlagača sa pretovarnim uređajem radi povećanja širine bloka odlaganja;

— specifičan pritisak na tlo ne sme preći 0,8 kp/cm<sup>2</sup>;

— mogućnost bočnog odlaganja pod uglom  $\pm 110^\circ$  i obrtnog postolja  $\pm 360^\circ$ .

Uzimajući u obzir navedene karakteristike, usvojen je tip odlagača AR<sub>s</sub> 2.500 · 50.

Za upoređivanje radnih parametara pojedinih odlagača služi niz obrazaca od kojih nijedan ne sadrži potpun uticaj svih parametara na njihov rad. Sa komercijalnog gledišta jednostavno se određuje uticaj težine na kapacitet odlagača po času. Ne treba dokazivati da je ovakvo određivanje jednostrano i nepotpuno, jer se može izraditi odlagač i kapaciteta do 10.000 m<sup>3</sup>/h i težine samo 50 t, ali dužina konzole za odlaganje ne bi mogla biti veća od 10 m, ili obrnuto. Ne može se izraditi odlagač malog kapaciteta na primer: 1.000 m<sup>3</sup>/h i težine manje od 300 t, ako njegova konzola bude 100 i više metara. Čak i složeni obrasci koji u sebi uključuju i transportnu dužinu, ne daju tačnu predstavu, jer se ne uzima

u obzir čitav niz tehničkih parametara koji bitno utiču na težinu mašine i na njen rad.

Daće se kraća analiza koju je potrebno izvršiti za izbor tipa odlagača i utvrditi uticaj radnih parametara na njegovu primenu i svrshodnost.

Da bismo se odlučili koji tip bagera odlagača treba izabrati, neophodno je potrebno razmotriti uslove pod kojima isti treba da radi. Poželjno je, na primer, da težina odlagača bude što manja. Međutim, smanjenje težine na račun kvaliteta je takođe neprihvatljivo. Jedna mašina se izrađuje ne radi toga da se u nju ugrade tone čelika, već zbog toga da odgovori svojoj nameni, koja se ne ograničava samo smanjenjem težine.

Na težinu odlagača, pored osnovnih funkcija, utiču i drugi dodatni uređaji kao: dužina napojnog kabla, uređaji koji odgovaraju tehničkoj bezbednosti, neophodne radionice i drugi specijalni uređaji. Tehnika sigurnosti rada odlagača zahteva: protivpožarne uređaje, kompresorsku stanicu i razvod vazduha, galerije za prolaz, lestvice, prilaze do mesta za podmazivanje i dr.

Vrlo važan faktor za normalan rad odlagača jeste usaglašavanje rada sa ostalim mašinama u sistemu, a naročito sa radom bagera glodara i celokupnim transportom. Smanjeni kapacitet odlagača može da zakoči rad na celom sistemu, dok prekomerni kapacitet povećava investiciona ulaganja i utrošak električne energije.

Dužina konzole za odlaganje ima bitan uticaj kako na povećanje kapaciteta odlaganja, tako i na obezbeđenje potrebne sigurnosti ra-

da, a naročito kod teških rudarsko-tehničkih uslova rada. Česte su pojave obrušavanja i stvaranja klizišta na odlagalištima. Veća dužina konzole omogućava bez pokretanja odlagača i dopunskog transporta, odlaganje veće količine jalovine i veće širine bloka odlaganja. Ovo je naročito korisno u zimskom i kišnom periodu, kada je često pomeranje odlagača otežano, a nekad i nemoguće.

Praktični opiti koji su vršeni u basenu »Kosovo« u zajednici sa firmom Förderanlagenbau Köthen, pokazali su da se dužina konzole usvojenog tipa odlagača ARs 25.50 može povećati tako da širina bloka odlaganja iznosi do 96 m, a da rad odlagača bude dovoljno bezbedan. Tom prilikom odlagač stoji na većoj udaljenosti od gornje ivice kosine odlagališta (N. Spasić: »Prilog daljem usavršavanju pomeranja gumenih transportnih traka«, Rudarski glasnik br. 1/69).

Za sigurnost odlaganja presudan uticaj imaju i dinamička opterećenja većih blokova koji se otkopavaju bagerom glodarom u gornjem rezu, što naročito smanjuje stabilnost kosina zbog njihovog kotrljanja do podnožja odlagališta.

Na slici 1, prema podacima proizvođača odlagača firme Förderanlagenbau Köthen, prikazan je uticaj dužine konzole i težine raznih tipova odlagača na kapacitet odlaganja. Ovaj dijagram konstruisan je samo radi shvatanja međusobne veze između povećanja dužine konzole za odlaganje, s jedne, i težine odlagača — s druge strane, i njihovog uticaja na povećanje masa za odlaganje, ali samo pod određenim rudarsko-geološkim uslovima i pri određenoj visini odlaganja.

Za proračun stabilnosti odlagališta od velika značaja je određivanje visine odlagališta. Veličina odlagališta i cena koštanja odlaganja 1 m<sup>3</sup> jalovine zavise od visine odlagališta. Naime, sa povećanjem visine odlagališta do određene veličine, smanjuju se troškovi odlaganja i skraćuje prostor neophodan za smeštaj otkrivene mase. Međutim, povećanjem visine odlagališta preko granice njegove stabilnosti, dolazi do iznenadnog i postepenog klizanja i rušenja etaža, što se negativno odražava ne samo na tehnološki proces odlaganja već i na sigurnost osoblja i mašina. Stoga, određivanje potrebne sigurnosne visine odlagališta prema uslovima stabilnosti kosina, predstavlja važan i odgovoran zadatak.

Visina odlaganja uglavnom zavisi od dužine konzole za odlaganje, a takođe i od dužine transporta u zavisnosti od prijemne sposobnosti i veličine odlagališta. Nije potrebno dokazivati da se odlagač sa malom visinom odlaganja i sa kratkom konzolom, mora koristiti sa čestim pomeranjem i prekidima, a kod nekih tipova odlagača sa većim specifičnim pritiskom na tlo, njegova primena i ne dolazi u obzir. Česta pomeranja odlagača vezana su sa obimnim radovima za pripremu terena i pomeranjem tračnih transportera. U protivnom slučaju, kada se smanjuje visina odlaganja, da bi se smestila određena količina otkrivke, povećava se površina prostora koji treba obezbediti za odlagalište. Naravno, u pogledu ekonomičnosti odlaganja, ovo se ne preporučuje.

#### **Proračun i provera stabilnosti kosina odlagališta prema uslovima opterećenja tla na kome se odlaže**

Za određivanje stabilnosti kosina potrebno je izvršiti niz provera, od kojih je u tehničkoj literaturi najpoznatija provera parametara sastava slojeva odložene mase metodom recipročnih proračuna.

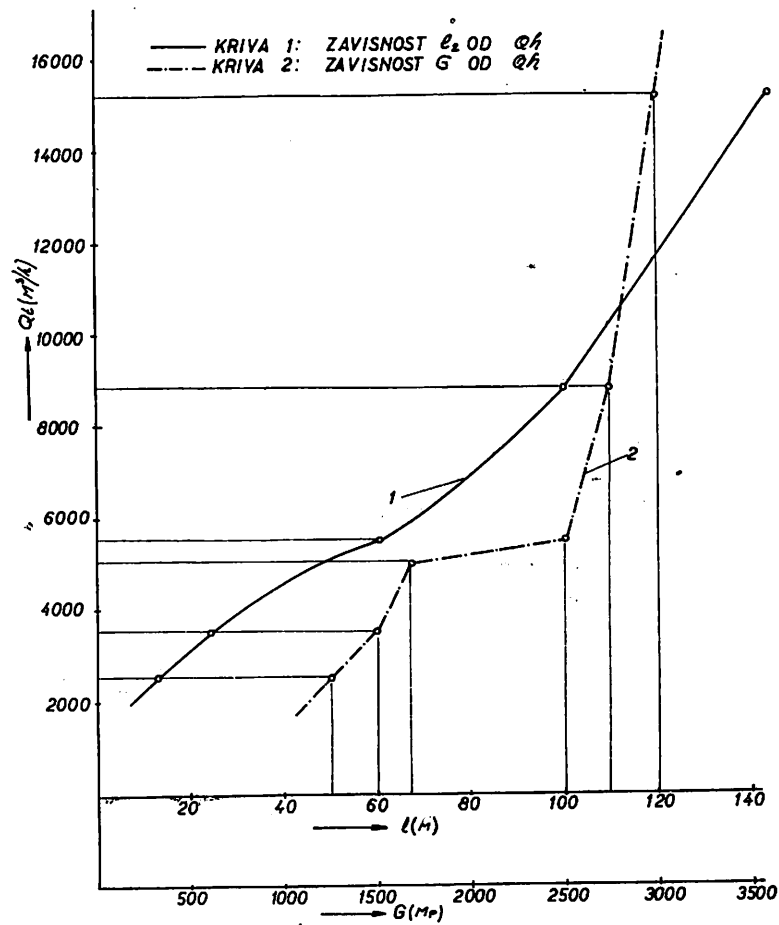
Kao što je ranije naglašeno, spoljna odlagališta mogu biti određena na stabilnoj osnovi, ili osnovi sa slabom nosivošću. Podaci pri opažanju stabilnosti pokazuju da se kao glavni uzrok poremećenosti kosina odlagališta pojavljuje prekomerno opterećenje tla na kome se odlaže jalovina.

Za proračun dozvoljene visine odlagališta, u ovom slučaju, potrebno je izvršiti proveru stabilnosti tla na kome se odlaže, koristeći se pri tom izvršenim laboratorijskim ispitivanjima. Ova provera neophodna je upravo zbog toga, što se zbog različitih metoda uzimanja uzoraka dobijaju i različiti rezultati. Stoga ova provera može poslužiti kao dopuna proračunu stabilnosti kosina i određivanju koeficijenta sigurnosti za normalni proces odlaganja.

Ispitivanja su pokazala da opterećenje nasutog materijala deluje prema zakonu tangencijalnih sila kao vektorskih veličina, pri čemu pravac tangencijalnih sila zahvata sa vertikalom ugao  $\sigma'$  a čija veličina je zavisna od parametara: ugla unutrašnjeg trenja  $\varphi$ , kohezije  $C$  i zapreminske težine  $\gamma$  nasutog materijala.

Ovaj proračun stabilnosti odlagališta na opterećenje osnove zemljišta može se izvesti

TIP ODLAGAČA	TEORETSKI KAPACITET $Q_e (m^3/h)$	PRIJEMNI UREĐAJ $l_1 (m)$	KONZOLA ZA ODLAGANJE $l_2 (m)$	TEŽINA G (MP)	SPECIFIČ. PRITISAK P ( $Kg/cm^2$ )
A <sub>1</sub> R <sub>5</sub> -B 2500	2500	17,5	50	340	0,75
A <sub>1</sub> R <sub>5</sub> -B 3500	3500	50	60	600	0,73
A <sub>1</sub> R <sub>5</sub> -B 4400	4400	50	60	632	0,77
A <sub>1</sub> R <sub>5</sub> -B 5000	5000	70	67		0,78
A <sub>1</sub> R <sub>5</sub> -B 5500	5500	65	100	1520	0,80
A <sub>1</sub> R <sub>5</sub> -B 8800	8800	94	110	2500	0,80
A <sub>1</sub> R <sub>5</sub> -B 15200	15200	90	120	3600	0,81



Sl. 1 — Zavisnost količine jalovine od dužine konzole i težine odlagača.

Abb. 1 — Die Abhängigkeit der Abraummenge von der Auslegerlänge und dem Absetzergewicht

primenom obrazaca (koje je dao poznati sovjetski stručnjak V. Sokolovski za slučaj: »Nasipi sa pravolinijskom granicom postavljeni na tlo slabe nosivosti.«

U ovom slučaju potrebno je dati odgovor: da li može doći do istiskivanja tla pri poznatim parametrima  $\varphi$ ,  $C$  i  $\gamma$  nasutog materijala i odgovarajućih  $\varphi'$ ,  $C'$  i  $\gamma'$  tla na kome se odlaže. Za rešenje ovog problema potrebno je odrediti maksimalni nagib kosine  $\beta$ , koji će biti siguran pod opterećenjem nasutog materijala.

Prema obrascima V. Sokolovskog ovaj uslov se može odrediti na sledeći način:

$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{1 - \lambda}{1 + \lambda} \quad (1)$$

$$S \cdot \cos \delta (\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \varphi' - \sin^2 \varphi}) = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\cos^2 \varphi} (1 - \lambda^2) \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \quad (2)$$

$$\lambda = \sin^2 \varphi + \cos \varphi \sqrt{\sin^2 \beta - \sin^2 \varphi} \quad (3)$$

gde je:

- $\delta$  — ugao tangencijalnih sila prema vertikali
- $\beta$  — maksimalno dozvoljeni ugao kosine odlagališta
- $\lambda$  — razlika maksimalnog ugla kosine od stvarnog ugla nagiba.

Navedene jednačine se mogu uprostiti ako se pretpostavi da je maksimalni ugao stabilnosti kosina ravan uglu unutrašnjeg trenja nasutog materijala, te jednačina (3) za  $\beta = \varphi$  dobija uprošćeni vid:

$$\lambda = \sin^2 \varphi \quad (4)$$

Shodno tome, u jednačini (1) (nakon zamenе izraza  $1 - \sin^2 \varphi$  sa  $\cos^2 \varphi$  i deljenjem desnog izraza sa  $\cos^2 \varphi$ ) dobiva se:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{1 + 2 \operatorname{tg}^2 \varphi} \quad (5)$$

Uslovna jednačina (2), prema tome, dobija sledeći vid:

$$S \cdot \cos \delta (\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \varphi' - \sin^2 \varphi}) \leq \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\cos^2 \varphi} (1 - \sin^4 \varphi) \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \quad (6)$$

Rešenje zadatka svodi se na proveru jednačine (6) u datim uslovima, tj.: ako je leva strana veća od desne do ispitivanja tla neće doći, ili obrnuto: do poremećaja stabilnosti tla doći će ako je leva strana manja od desne. Izravnavanjem obe strane nastupa ravnotežni položaj.

Koristeći se bročanim vrednostima koje je Sokolovski dobio putem integriranja odgovarajućih diferencijalnih jednačina i izbora veličina  $S$  kao funkciju  $\varphi$  i  $\delta$ , prema podacima izloženim u tablici 3, konstruisan je dijagram  $S = f(\varphi, \delta)$  prikazan na slici 2.

Tablica 3

Vrednost funkcije $S = f(\varphi, \sigma)$					
Ugao $\sigma(^{\circ})$	Ugao unutrašnjeg trenja $\sigma(^{\circ})$				
	0	10	20	30	40
0	0,00	0,39	2,19	10,80	46,5
10		0,18	1,05	4,86	23,6
20				2,22	10,9
30					3,98
40					0,84

Rešimo postavljeni zadatak prema geomehničkim uslovima koji vladaju u »Kosovu«.

Nasuti materijal prema laboratorijskim ispitivanjima (tablica 2) ima sledeće prosečne parametre:

$$\varphi = 27^{\circ}10'; \quad c = 0,20 \text{ kp/cm}^2; \quad \gamma = 1,9 \text{ Mp/m}^3$$

— zemljište na kome se odlaže jalovina (humus):

$$\varphi' = 19^{\circ}50'; \quad \gamma' = 1,72 \text{ Mp/m}^3$$

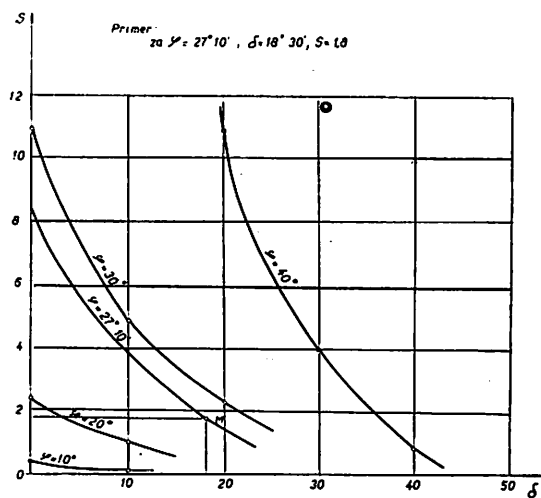
Najpre, prema jednačini (5) određujemo odgovarajuću vrednost ugla  $\delta$ :

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\operatorname{tg} 27^{\circ}10'}{1 + 2 \operatorname{tg}^2 27^{\circ}10'} = \frac{0,513}{1 + 2 \cdot 0,263} = 0,336$$

$$\delta = 18^{\circ}30'$$

Interpolacijom vrednosti  $S = f(\varphi, \delta)$  iz tablice 3 i konstrukcijom krive  $\varphi = 27^{\circ}10'$  na slici 2, određuje se tačka M sa koordinatama

$$\delta = 18^{\circ}30' \text{ i } S = 1,8.$$



Sl. 2 — Dijagram zavisnosti  $s = f(\varphi, \delta)$ .

Abb. 2 — Diagramm der Bezogenheit  $s = f(\varphi, \delta)$ .

Unoseći nađene vrednosti  $\delta$  i  $S$  u uslovnu jednačinu (6), nakon preračunavanja sledi:

$$\begin{aligned}
 & 1,8 \cdot \cos 18^{\circ}30' (\cos 18^{\circ}30' + \\
 & + \sqrt{\sin^2 19^{\circ}50' - \sin^2 18^{\circ}30'}) \leq \\
 & \leq \frac{\operatorname{tg} 27^{\circ}10'}{\cos^2 27^{\circ}10'} \cdot (1 - \sin^4 27^{\circ}10') \cdot \frac{1,90}{1,72} \\
 & 1,8 \cdot 0,95 \cdot (0,95 + \sqrt{0,013}) \leq \frac{0,513}{0,89} (1 - 0,044) \cdot 1,1 \\
 & 1,83 > 0,59.
 \end{aligned}$$

Prema tome, kako je leva strana veća od desne, to do istiskivanja podnožja nasipa i njegovog tla neće doći.

Gornji proračun je izvršen na osnovu usvojenih prosečnih vrednosti parametara  $\varphi$  i  $\gamma$  i može poslužiti samo radi metodološkog prikazivanja i provere stabilnosti pri normalnim uslovima odlaganja. Međutim, kao što je ranije naglašeno, za proračun stabilnosti kosina odlagališta u kišnom periodu kada su nestabilnosti i klizanje kosina jako izraženi, u proračunu treba uzeti minimalnu vrednost  $\varphi$  u poremećenom uzorku.

Ovaj proračun izvršiće se primenom navedene metodologije Sokolovskog, usvajajući pri

tom iste parametre nosivosti tla na kome je smešteno odlagalište, tj.:

$$\varphi = 8^{\circ}50'; \quad \gamma = 1,9 \text{ Mp/m}^3$$

$$\varphi' = 19^{\circ}50'; \quad \gamma' = 1,72 \text{ Mp/m}^3$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{1 + 2 \operatorname{tg}^2 \varphi} = \frac{\operatorname{tg} 8^{\circ}50'}{1 + 2 \operatorname{tg}^2 8^{\circ}50'} = 0,148$$

$$\delta = 8^{\circ}25'$$

Interpolacijom vrednosti  $\varphi$  i  $\delta$  iz tablice 3 određuje se vrednost funkcije  $S = f(\varphi, \delta)$ , tj. za  $\varphi = 8^{\circ}50'$  i  $\delta = 8^{\circ}25'$   $S = 0,2$ .

Zamenom dobivene vrednosti u uslovnoj jednačini (6) dobićemo:

$$\begin{aligned}
 & 0,2 \cdot \cos 8^{\circ}25' (\cos 8^{\circ}25' + \sqrt{\sin^2 19^{\circ}50' - \sin^2 8^{\circ}25'}) \leq \\
 & \leq \frac{\operatorname{tg} 8^{\circ}50'}{\cos^2 8^{\circ}50'} \cdot (1 - \sin^4 8^{\circ}50') \cdot \frac{1,9}{1,72}; \\
 & 0,2 \cdot 0,98 (0,98 + \sqrt{0,115 - 0,02}) \leq \\
 & \quad \cdot 0,158 (1 - 0,001) \cdot 1,1 \\
 & 0,25 > 0,17
 \end{aligned}$$

Prema tome, pošto je leva strana veća od desne i pod uslovima minimalne vrednosti ugla  $\varphi$ , do istiskivanja tla i pojave klizišta neće doći.

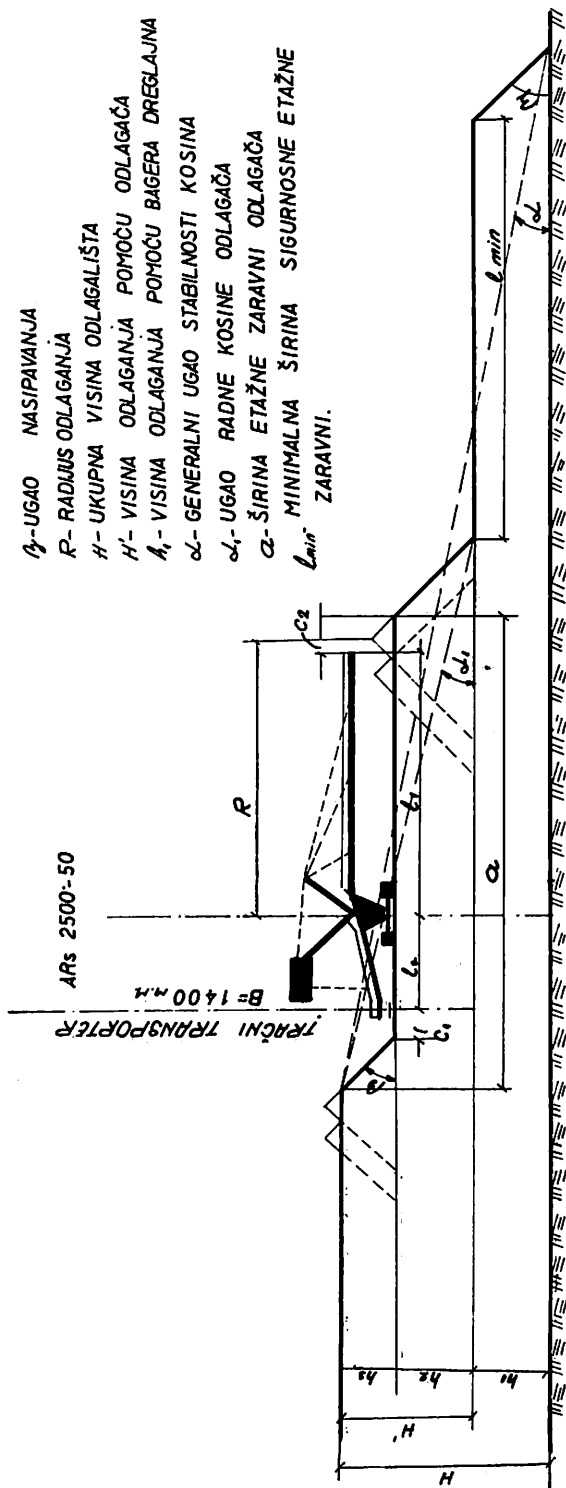
#### Određivanje radnih parametara stabilnosti kosina

Na slici 3 prikazani su najvažniji radni parametri bagera odlagača od čijeg pravilnog određivanja zavisi potrebna stabilnost kosina.

Pored ostalih parametara, najvažnije je odrediti minimalnu širinu sigurnosne etaže zaravni  $1_{\min}$ , od koje zavisi siguran rad odlagača. Ova širina, prema tehnološkom procesu odlaganja primenjenog na površinskom otkopu »Dobro Selo«, predstavlja gornju površinu ističnog odlagališta na kome se vrši odlaganje pomoću bagera dreglajna.

U tablicama 3 i 4 dati su podaci o stvarnim nagibima i visinama pojedinih odlagališta u Kosovskom basenu, snimljeni kod postojećeg stanja.





- $\beta$ -UGAO NASIPAVANJA
- R- RADIJUS ODLAGANJA
- H- UKUPNA VISINA ODLAGALIŠTA
- H'- VISINA ODLAGANJA POMOĆU ODLAGAČA
- H<sub>1</sub>- VISINA ODLAGANJA POMOĆU BAGERA DREGLAJNA
- $\alpha$ - GENERALNI UGAO STABILNOSTI KOSINA
- $\alpha_1$ - UGAO RADNE KOSINE ODLAGAČA
- $\alpha$ - ŠIRINA ETAŽNE ZARAVNI ODLAGAČA
- $l_{min}$ - MINIMALNA ŠIRINA SIGURNOSNE ETAŽNE ZARAVNI.

Sl. 3 — Radni parametri bagera odlagača primenjenog u basenu »Kosovo«.

Abb. 3 — Betriebskennwerte des Baggerabse tzers eingesetzt im Kohlenbecken »Kosovo«.

## »Dobro Selo«

Tablica 4

Red. broj	Naziv odlagališta	Stacionaža od poč. odlag.	Nagib i visina Visina	Nagib
1.		100	11	1:8,2
2.		300	17	1:9
3.	Južno	500	23	1:7,1
4.	odlagalište	700	20	1:8,7
5.		900	33	1:5
6.		1100	30	1:9,3
Prosečne vrednosti			24	1:7,9
7.		200	18	1:1,5
8.	Istočno	400	15	1:2,1
9.	odlagalište	800	11	1:6,8
10.		1000	14	1:5,7
11.		1400	15	1:5
Prosečne vrednosti			14,6	1:4,2
12.		200	14	1:4,3
13.	Severno	600	27	1:8,8
14.	odlagalište	1000	29	1:9,3
15.		1400	21	1:9,1
16.		1600	19	1:3,2
Prosečne vrednosti			22	1:6,9

Tablica 5

## »Belačevac«

Red. broj	Naziv odlagališta	Stacionaža od poč. odlag.	Nagib i visina Visina	Nagib
1.		200	11	1:16,1
2.	»Š u m e«	300	15	1:11
3.	Sek. 3	400	13	1:14
4.		500	11	1:15
Prosečna vrednost			12,5	1:14
5.		100	26	1:4,3
6.	»Š u m e«	150	24	1:4,8
7.	Sektor A	200	25	1:4,7
8.		250	15	1:4,1
Prosečna vrednost			22,5	1:4,4

Za određivanje radnih parametara prema sl. 3 uzeće se u proračun prosečne vrednosti postojećih visina i nagiba, upoređujući ih sa rezultatima geomehaničkog ispitivanja. Navedeni su sledeći radni parametri:

$\beta$  — ugao nasipavanja =  $45^{\circ}$

R — radijus odlaganja ( $l_1 + c_2 = 50 + 5 = 55$  m)

H — ukupna visina odlagališta  
( $H = H^1 + h_1 = 24 + 14 = 38$  m)

$H^1$  — visina odlaganja pomoću odlagača:  
( $H^1 = h_2 + h_3 = 14 + 10 = 24$  m)

$h_1$  — visina odlaganja pomoću bagera dreglajna: ( $h_1 = 14$  m)

$\alpha$  — generalni ugao stabilnosti kosina

$\alpha_1$  — ugao radne kosine odlagača

a — širina etažne zaravni odlagača  
( $a = R + l_2 + c_1 = 55 + 17,5 + 6 = 78,5$ )

$l_{min}$  — minimalna širina sigurnosne etažne zaravni

Usvajajući prirodni ugao nasipavanja  $\beta = 45^{\circ}$ , odrediće se najpre ugao radne kosine bagera odlagača  $\alpha_1$ , koji vrši odlaganje u dubinskom i visinskom radu:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{H^1}{a + H^1 \operatorname{ctg} \beta} = \frac{24}{78,5 + 24 \cdot \operatorname{ctg} 45^{\circ}} = 0,234$$

$$\alpha_1 = 13^{\circ} 10'$$

Prema rezultatima geomehaničkog ispitivanja za visinu odlaganja od 24 m generalni nagib kosine iznosi  $1:8 = 0,125$ , tj. ugao  $\alpha = 7^{\circ} 10'$ , te će minimalna širina sigurnosne etažne zaravni biti:

$$l_{min} = 38 \cdot \operatorname{ctg} 7^{\circ} 10' - (24 \cdot \operatorname{ctg} 13^{\circ} 10' + 14 \operatorname{ctg} 45^{\circ})$$

$$l_{min} = 302 - 117 = 185 \text{ m}$$

## Zaključak

Za smeštaj odložene mase na nestabilnom zemljištu prema teškim geomehaničkim uslovima koji vladaju u basenu »Kosovo«, pored laboratorijskih ispitivanja, potrebno je vršiti i provere putem proračuna stabilnosti slojeva povlatanih naslaga i tla na kome se odlažu. Predložena metoda vršenja proračuna pokazala se celishodnom i može korisno poslužiti kao dopuna za obezbeđenje sigurnosti kosina odlagališta i određivanje koeficijenta sigurnosti za normalan proces odlaganja.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Einfluss der Betriebskennwerte der Baggerabsetzer auf die Böschungsstandfestigkeit und die Sicherheit der Verkippungstechnologie unter schweren berggeologischen Verhältnissen

Dipl. Ing. N. Spasić\*)

Im Aufsatz wurden, auf Grund der Ergebnisse der geomechanischen Untersuchungen und physikalisch-mechanischen Gesteinseigenschaften, die erforderlichen Elemente für die Wahl der Type des Bagger-Absetzers, der in den Tagebaubetrieben in »Kosovo« eingesetzt ist, behandelt.

Für die Unterbringung der verkippeten Massen auf unstabilem Gelände, die in Kosovo herrschen, neben Laboruntersuchungen, ist es erforderlich auch Nachprüfungen mittels Berechnung der Schichtenstandfestigkeit in den Hangenablagerungen und auf dem zu verkippenden Boden durchzuführen. Die vorgeschlagene Methode der Berechnungsdurchführung nach theoretischen Voraussetzungen von V. Sokolovski hat sich zweckmässig erwiesen und kann nutzbringend als Ergänzung für die Sicherung der Kippenböschung und zur Bestimmung des Sicherheitskoeffizienten im normalen Verkippungsprozess verwendet werden.

Zwecks Sicherstellung der erforderlichen Kippenböschungstandsicherheit sowie einer grösseren Sicherheit der Beschäftigten und der Maschinen werden grundlegende Faktoren, die auf deren Einfluss hinweisen, bestimmt.

## Literatura

1. Kun, J. 1968.: Dimenzionisanje etažne ravni radi obezbeđenja sigurnosnog platoa za rad i kretanje opreme na površinskim otkopima. — »Sigurnost u rudnicima«, br. 1. Rudarski institut, Beograd.
2. Najdanović, N. 1969.: Osnovni elementi za sigurnost kosina na površinskim otkopima. — »Sigurnost u rudnicima«, br. 1 Rudarski institut, Beograd.
3. Obradović, R., 1969.: Proračun stabilnosti unutrašnjeg odlagališta površinskog otkopa »Dobro Selo« (Rudarski institut — Beograd).

\* Dipl. ing. Novica Spasić, direktor Zavoda za istraživanje i razvoj — REH kombinata »Kosovo«.

# Mogućnost nastanka eksplozija prilikom izolacije podzemnih požara u metanskim jamama i metoda njihovog sprečavanja

(sa 13 slika)

Dipl. ing. Milutin Vukić

## Uvod

U SFRJ ima preko 40 aktivnih jamskih pogona koji su u manjem ili većem stepenu opasnosti ugroženi od metana ili opasne ugljene prašine, ili i jednog i drugog istovremeno. Preko pola svih tih pogona otpada na SR BiH. U ovoj republici su najstroženiji uslovi i najizrazitije opasnosti za nastajanje masovne katastrofe. Katastrofalne posljedice eksplozija metana i ugljene prašine kod nas poznate su i rudarskoj i drugoj javnosti. Sve te eksplozije desile su se za vrijeme normalnog rada na podzemnim radilištima i kod mnogih nije utvrđen izvor paljenja. Komisije koje su vršile utvrđivanje uzroka eksplozija pretpostavile su nekoliko najvjerovatnijih izvora koji su mogli dovesti do paljenja i eksplozije prethodno stvorenih eksplozivnih smjesa metana i vazduha.

Sve češći podzemni požari u metanskim jamama nose nove opasnosti koje još u jugoslovenskoj praksi nijesu dovoljno izučene. Radi se o mogućnostima nastanka eksplozija metana i drugih eksplozivnih požarnih gasova u otkopanim ili otkopnim revirima prilikom izvođenja radova na njihovoj izolaciji — likvidaciji. Takvi slučajevi eksplozija metana i opasne ugljene prašine, za vrijeme izvođenja radova na izolaciji ili nakon toga, desili su se u više jamskih pogona SSSRa (»Kapitalna br. 6« kombinata Kizilugalj 1954. g; »Kapitalna«

— Daleki istok 1958. g; »Komsomolac« — Donbas 1963. g. i dr.). Prilikom eksplozija stradalo je osoblje četa za spasavanje koje je radilo na likvidaciji požara.

Analiza uzroka tih eksplozija u izoliranim prostorima pokazala je da su osnovni uzroci:

— nepoznavanje gasnog stanja i karaktera njegove izmjene iz pregrada požarnog područja

— nedostatak teorije koja bi omogućila da se ustanovi zakonomjernost izmjene gasnog bilansa u izoliranom prostoru

— nedostatak metode za određivanje eksplozivnosti složenih smjesa požarnih gasova, koje sadrže vodonik i druge ugljenvodonike

— nedostatak uputstava za sprečavanje prodora svježeg vazduha kroz izolacione pregrade pomoću specijalnih ventilacionih režima

— nedostatak metoda za određivanje polaznih i računskih parametara za sprečavanje eksplozija u izoliranim požarnim prostorima

— primjena baražnih pregrada pod čijom zaštitom su postavljane osnovne izolacione pregrade

— slaba opremljenost četa za spasavanje instrumentima za indiciranje kiseonika, vodonika, azota, ugljenmonoksida, ugljendioksida i metana u širokom dijapazonu određivanja pojedinih komponenata u jami. Laboratorijski način određivanja ne omogućava da se opera-

aktivno odrede sve komponente i u željenom momentu cijeni karakter izmjene gasnog stanja u jami

— neopremljenost četa za spasavanje uređajima za distanciono uzimanje uzoraka gasa iza izolacionih pregrada,

— nedostatak, za spasilačke ekipe, kolektora ugljenične kiseline visokog kapaciteta, za ubacivanje ugljendioksida u gasovitom stanju u izolirani prostor.

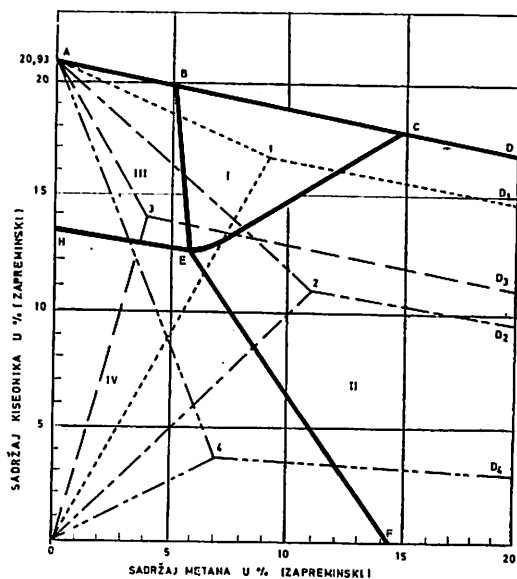
Dana 11. februara 1970. godine nastao je podzemni požar na širokom čelu br. 11 (II ploča) u jami Raspočje Rudnika mrkog uglja Zenica. To je jama u kojoj se izdvaja 10 do 12 m<sup>3</sup> metana svake minute. Radovi se odvijaju na dubini od oko 300 metara. Eksplozijsko mjesto se veoma kvalitetan mrki ugalj — kalorične vrijednosti oko 6.000 Kcal/kg. Požar je nastao usljed samozapaljenja uglja. Prekasno je uočen i metoda direktnog gašenja nije se mogla primijeniti, već se moralo pribjeći metodi izolacije požarnog revira. U požarnom području ostalo je i široko čelo br. 10 kojim je otkopavana I ploča. Izolacijom je obuhvaćen otkopani prostor i jamske prostorije u ukupnoj zapremini od oko 5.000 m<sup>3</sup>. Nastala je veoma složena situacija zbog nepoznavanja stanja u požarnom području i nemogućnosti upravljanja gasnim izmjenama. Bezbjedno izvođenje izolacije bilo je dovedeno u pitanje, jer je opasnost od eksplozije metana bila prisutna i realna, a zatvaranje jame nanijelo bi ogromne štete rudniku, jer bi ista bila potopljena. Borba sa podzemnim požarom trajala je punih 15 dana. Izolacija je izvođena postepeno smanjivanjem količine svježeg vazduha do količina koje su omogućavale zadržavanje smjese metana i vazduha u zoni III (vidi sliku 1) i njeno onemogućavanje da padne u trougao eksplozivnosti. U početku se smjesa sastojala od 1,5 do 2,9% CH<sub>4</sub>; 16 do 13% O<sub>2</sub>; 0,1 od 0,3% CO i 3 do 8% CO<sub>2</sub>. Nakon konačne izolacije sadržaj CH<sub>4</sub> se iza pregrada, na otpremnom i ventilacionom hodniku, naglo popeo na oko 25%, sadržaj kiseonika spao na 0,5 do 3,1%, dok je CO<sub>2</sub> ostao u granicama od 5 do 8%. Kad požarni revir bude otvoren i utvrđeno stvarno žarište požara i drugi elementi, rudarskoj javnosti će moći da se prezentira sva složenost gašenja tog požara u teškim uslovima kako bi se mogle izvući veoma korisne pouke.

Nastala situacija izbijanjem požara u jami Raspočje inicirala je pisanje ovog rada čija je pretenzija da iznese teoretska i praktična pitanja sprečavanja eksplozija metana i drugih požarnih gasova prilikom izolacije podzemnih požara, ukaže na zakonomjernost izmjene prostih i složenih gasnih smjesa pod djelovanjem izdvajanja metana, prodora ili dodavanja svježeg vazduha i ubacivanja ugljenične kiseline u izolirani prostor, te prikaže savremena tehnička dostignuća, industrijski razvijenih zemalja, u toj oblasti.

### Osnove proračuna eksplozivnosti prostih i složenih požarnih smjesa u metanskim jamama

#### Granice eksplozivnosti prostih eksplozivnih smjesa metana i vazduha

U podzemnim prostorijama i radilištima zahvaćenim požarom dolazi do specifične izmjene sastava vazduha — pada sadržaj kiseonika i pojavljuju se požarni gasovi (otrovni i eksplozivni). Kod stvaranja požarnih gasova događaju se slijedeći procesi: potpuno izgaranje ugljenika uz stvaranje CO<sub>2</sub>; suha destilacija uglja i podgrade koja daje smjesu CO<sub>2</sub> CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i dr; nepotpuno izgaranje ugljenika



Sl. 1 — Dijagram eksplozivnosti prostih smjesa metana i vazduha.

Abb. 1 — Diagramm der Explosionsfähigkeit der einfachen Methan—Luft—Mischungen.

H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i dr; nepotpuno izgaranje ugljenika sa izdvajanjem CO i stvaranje vodene pare.

Požarne smjese mogu biti proste i složene. Prostim požarnim smjesama smatraju se gasovi koji sadrže, kao sagorljive komponente, samo CH<sub>4</sub> i CO, dok su složene one koje osim tih gasova sadrže još i vodonik i druge ugljen-vodonike.

Da bi se dobila pravilna predstava o tome kakva jedinjenja metana sa kiseonikom iz vazduha daju eksplozivnu smjesu, a kakva ne daju, mora se pribjeći konstrukciji dijagrama eksplozivnosti (slika 1).

Tačka A na osi ordinate odgovara sastavu atmosferskog vazduha (20,93% kiseonika, 79,07% azota i 0% ugljenmonoksida). Praktično, u ugljenoj jami, stvarna smjesa metana i vazduha predstavljena je površinom ispod linije AD, koja spaja tačku A (20,93% kiseonika) sa tačkom D\* (100% metana) na osi abscise. Tačka B na dijagramu eksplozivnosti odgovara donjoj granici eksplozivnosti metana i vazduha (5% metana i 95% vazduha). Tačka C odgovara gornjoj granici eksplozivnosti (15% metana i 85% vazduha). E odgovara tzv. ugaonoj granici eksplozivnosti koja odražava donju granicu eksplozivnosti smjese po kiseoniku, koja za proste smjese metana i vazduha, po Kovardu, iznosi 12,24%.

Kontura koju zatvaraju tačke B, C i E naziva se trouglom eksplozivnosti. Sve tačke analiza koje se nalaze unutar trougla odgovaraju eksplozivnim smjesama metana i vazduha.

Na dijagramu eksplozivnosti postoje četiri zone:

Zona I — zona eksplozivnih smjesa metana i vazduha

Zona II — zona neeksplozivnih smjesa metana i vazduha, ali koje mogu postati eksplozivnim ako se u njih dodaje kiseonik vazduha

Zona III — zona neeksplozivnih smjesa, ali koje mogu postati eksplozivnim pri dodavanju metana

Zona IV — zona neeksplozivnih smjesa metana i vazduha.

Linija BE naziva se linijom donje granice eksplozivnosti, a linija CE linijom gornje granice. Kako se iz dijagrama vidi donja granica

\*) U ovom ograničenom dijagramu tačka D nalazi se kod 20% CH<sub>4</sub>, iako je jasno da može da se kreće i do 100% CH<sub>4</sub>.

eksplozivnosti smjese metana i kiseonika mijenja se neznatno (5—6% po CH<sub>4</sub>), a gornja znatnije (6—15% po CH<sub>4</sub>). Tačka E u kojoj se spajaju linije BE i CE naziva se ugaona granica eksplozivnosti (6% metana i 12,24% kiseonika).

Za izradu trougla eksplozivnosti svakog pojedinog gasa (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> i CO) Skočinski — SSSR, Džonson i Kovard — SAD, Hjuž i Rijbold — GB, eksperimentalno su dobili donje, gornje i ugaone granice eksplozivnosti, koje se navode u tablici 1, kao i temperature paljenja.

Tablica 1

Gas	Temperatura upale, °C	Donja gran. eksplozivn. (B) u %	Gornja gran. eksplozivn. (C) u %	Ugaona gran. eksplozivnosti (E) u %	
				po O <sub>2</sub>	po gasu
Metan	700	5,0	15,0	12,24	5,93
Vodonik	445	4,1	74,0	5,12	4,30
Ugljenmonoksid	609	12,5	74,0	6,07	13,78

To pokazuje granice eksplozivnosti (B), (C) i (E) za složene požarne gasove koji sadrže osim metana i ugljenmonoksida još i vodonik. Za svaku pojedinu složenu smjesu neophodno je vrijednosti (B), (C) i (E) proračunati korištenjem pomoćnih nomograma i tek nakon toga pristupiti konstruisanju trougla eksplozivnosti date složene smjese.

Tri osnovna faktora utiču na zakonomjernost izmjene sastava smjese metana i vazduha u izoliranom prostoru: izdvajanje ili dodavanje metana, prodori vazduha kroz izolacione pregrade ili dodavanje istog i ubacivanje ugljenične kiseline u izolirano područje.

Iz dijagrama eksplozivnosti vidi se uticaj svakog od tih faktora na izmjenu sastava smjese u zavisnosti od toga u kojoj zoni se data smjesa nalazi. Ilustracije radi, uzeta je po jedna smjesa (tačka) u svakoj zoni i grafički prikazano njeno kretanje pod djelovanjem tih faktora. Tako smjesa koja sadrži 9% CH<sub>4</sub> i 16,5% O<sub>2</sub> (tačka 1), koja se nalazi u trouglu eksplozivnosti, ako joj se dodaje

kiseonik, kretaće se prema 20,93% O<sub>2</sub> (tačka A) i izaći će u zonu III i to po pravoj liniji 1 — A, ili će izaći u zonu II (pravac 1 — D<sub>1</sub>) za slučaj intenzivnog izdvajanja ili dodavanja CH<sub>4</sub>; konačno izaći će iz trougla eksplozivnosti kroz zonu II u zonu IV, ako se vrši ubacivanje CO<sub>2</sub> — težiće prema tački 0 (0% O<sub>2</sub>; 0% CH<sub>4</sub> i 100% CO<sub>2</sub>).

Smjesa sa sadržajem 11% CH<sub>4</sub> i 11% O<sub>2</sub> (tačka 2), koja se nalazi u zoni II, proći će kroz trougao eksplozivnosti (zona I) i ući u zonu III ako se vrši dodavanje O<sub>2</sub>; ostaće u zoni II za slučaj daljnjeg izdvajanja ili dodavanja CH<sub>4</sub> i, konačno, ući će u zonu IV ako se vrši ubacivanje CO<sub>2</sub>.

Smjesa sa sadržajem 4% CH<sub>4</sub> i 14% O<sub>2</sub> (tačka 3) proći će kroz trougao eksplozivnosti (zona I) i ući u zonu II, ostati u zoni III ili ući u zonu IV zavisno od toga da li se vrši dodavanje CH<sub>4</sub>, dodavanje O<sub>2</sub> ili se ubacuje CO<sub>2</sub>.

Smjesa sa sadržajem CH<sub>4</sub> — 7% i kiseonika — 3,5% (tačka 4) može proći u zonu II, ostati u zoni IV ili preći u zonu III zavisno od toga kojim od faktora se diriguje izmjena smjese.

Prilikom likvidacije podzemnog požara zadatak se sastoji u tome da se ne dozvoli padanje tačke proste smjese metana i vazduha u trougao eksplozivnosti. Kada nastane podzemni požar smjese metana i vazduha, u izoliranom prostoru, nalazi se u zoni III — zoni neeksplozivnih smjesa koje kod izdvajanja CH<sub>4</sub> lako dospiju u trougao eksplozivnosti i u slučaju prisustva otvorenog plamena data smjesa će eksplodirati. Neophodno je, prema tome, smjesu iz zone III izvesti u zonu II ili zonu IV i mimoići trougao eksplozivnosti.

Određivanje zakonomjernosti izmjene gasne smjese pod djelovanjem metana (K<sub>3</sub>), djelovanjem kiseonika (K<sub>2</sub>) i dodavanja ugljenične kiseline (K<sub>1</sub>).

Ako se u gasnu smjesu, koja zauzima izvjesnu zapreminu, doda samo CH<sub>4</sub>, to se na dijagramu eksplozivnosti izmjena te smjese vrši pravolinijski od tačke početne smjese u pravcu tačke D na osi apscise, koja odgovara 100% CH<sub>4</sub>.

Količina metana koju treba dodati u smjesu određuje se po formuli:

$$Q_{CH_4} = \left( \frac{O_2^p}{O_2^k} - 1 \right) \cdot 100, \quad \%$$

gdje je:

O<sub>2</sub><sup>p</sup> — početna koncentracija kiseonika, u %

O<sub>2</sub><sup>k</sup> — konačna koncentracija kiseonika u smjesi, u %.

Ako je poznato Q<sub>CH<sub>4</sub></sub> i K<sub>3</sub> (apsolutno izdvajanje metana u žarištu požara) može se odrediti vrijeme stvaranja eksplozivne smjese:

$$T_{CH_4} = \frac{Q_{CH_4}}{K_3}$$

Poznavanje zone III je veoma važno za lica koja su odgovorna za likvidaciju podzemnog požara.

Ako se u smjesu metana i vazduha dodaje samo vazduh, to se na dijagramu eksplozivnosti izmenjena početne smjese vrši, takođe, pravolinijski u pravcu tačke A (20,93% O<sub>2</sub> na osi ordinate).

Potrebna količina kiseonika, da bi se dobila željena neeksplozivna smjesa, određuje se po formuli:

$$Q_{O_2} = \left( \frac{CH_4^p}{CH_4^k} - 1 \right) \cdot 100, \quad \%$$

gdje je:

CH<sub>4</sub><sup>p</sup> — početna koncentracija metana u smjesi, u %

CH<sub>4</sub><sup>k</sup> — konačna koncentracija metana u smjesi, u %

Ako je poznata zapremina izoliranog požarnog područja (E) i količina vazduha koja prodire kroz izolacione pregrade (K<sub>2</sub>) može se odrediti vrijeme u toku kojeg je neophodno odstraniti proticanje vazduha koje može dovesti do stvaranja opasne koncentracije u izoliranom području. To će vrijeme za gornju granicu biti:

$$T_{O_2} = \frac{E \cdot Q_{O_2}}{100 \cdot K_2}, \quad \text{min.}$$

Pri izdaciji podzemnih požara u metanskim jamama većinom se dobiju analize smjese metana i vazduha koje mogu postati eksplozivnim ako im se doda vazduh.

Za sprečavanje eksplozija smjesa metana i vazduha u izoliranom požarnom području gasna smjesa se razblažuje ugljeničnom kiselinom. Smjesa metana i vazduha se u tom slučaju mijenja pravolinijski, u pravou početka koordinata dijagrama eksplozivnosti.

Količina ugljenične kiseline koju je neophodno dodati u smjesu metana i vazduha, za sprečavanje eksplozije, određuje se po obrascu:

$$\Delta Q_{CO_2} = \frac{100 - CO_2}{O_2} \Delta Q_{O_2}, \quad \%$$

gdje je:

$\Delta Q_{CO_2}$  — izračunata količina ugljenične kiseline u % od zapremine početne smjese izoliranog prostora,

$CO_2$  — početna koncentracija ugljenične kiseline u smjesi metana i vazduha, u %

$\Delta Q_{O_2}$  — koncentracija kiseonika u prvobitnoj smjesi metana i vazduha u %.

Korištenjem dijagrama eksplozivnosti i formule (3) moguće je brzo proračunati potrebnu količinu ugljenične kiseline, koju je neophodno dodati da bi se smjesa premjestila iz neke tačke u traženu.

Praktično, u izoliranom požarnom području djeluju svi ti faktori istovremeno.

Granice eksplozivnosti javljaju se kao fizičko-hemijske veličine, koje se određuju eksperimentalno. Neophodno je, jasno razlikovati smjese u kojima je sadržaj metana manji od 5% i smjese koje sadrže više od 15% metana. Prve ne eksplodiraju zato što je u njima metana manje nego što je potrebno po stehiometrijskoj korelaciji. Druge — zato što za razvijanje lančane reakcije eksplozije nedostaje kiseonika.

### Granice eksplozivnosti složenih požarnih smjesa

U praksi gašenja podzemnih požara mora se takođe raditi sa složenim požarnim smjesama, koje najčešće sadrže sagorljive komponente: metan, ugljenmonoksid i vodonik.

Prisustvo vodonika i ugljen-dioksida u smjesi znatno mijenja granice eksplozivnosti u dijagramu, pošto oba imaju vrlo visoku gornju granicu eksplozivnosti — 74%.

Proračun granica eksplozivnosti smjesa sagorljivih komponenata s vazduhom i inertnim gasovima može se izvršiti po formuli Le Šatele-a:

$$L_{sm} = \frac{100}{\frac{P_1}{L_1} + \frac{P_2}{L_2} + \frac{P_3}{L_3} + \dots + \frac{P_n}{L_n}}, \quad \%$$

gdje je:

$L_{sm}$  — granica eksplozivnosti složene požarne smjese

$L_1, L_2, L_3 \dots L_n$  — granice eksplozivnosti sagorljivih komponenata koje ulaze u smjesu

$P_1, P_2, P_3 \dots P_n$  — procentualni sadržaj sagorljivih komponenata u složenoj požarnoj smjesi.

Na primjer, ako se metan, vodonik i ugljenmonoksid miješaju u jednakim količinama to je  $P_1 = P_2 = P_3 = 33,3\%$ . Donja granica eksplozivnosti takve smjese (uslovne) biće:

$$L_{sm}^d = \frac{100}{\frac{33,3}{5,0} + \frac{33,3}{12,5} + \frac{33,3}{4,1}} = 5,73\%$$

a gornja granica:

$$L_{sm}^g = \frac{100}{\frac{33,3}{15,0} + \frac{33,3}{74,0} + \frac{33,3}{74,0}} = 26,4\%$$

Kako se iz primjera vidi, razlika u granicama eksplozivnosti proste i složene požarne smjese je velika. Treba primijetiti, da je prisustvo vodonika kao sagorljive komponente opasno još i po tome što se u atmosferi njegovog gorenje otvorenim plamenom dešava pri sadržaju kiseonika ispod 12%. Smjesa vodonika s vazduhom gori čak kod 5,12% kiseonika.

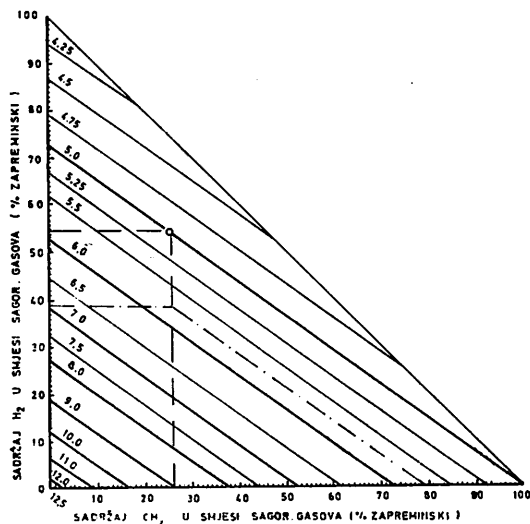


## Određivanje eksplozivnosti složenih požarnih smjesa ekspres — metodom

Ekspres metoda je osnovana na konstrukciji trougla eksplozivnosti složene požarne smjese sa četiri pomoćna nomograma. Metoda je provjerena u praksi i može se uspješno primjenjivati prilikom rješavanja praktičnih zadataka za sprečavanje eksplozije gasne smjese. Da bi se pojednostavio proračun po novoj metodi, ugljendioksid složene požarne smjese izjednačava se sa azotom. Pomoću te metode određuje se da li je data smjesa eksplozivna ili ne, i je li moguća eksplozija kod dodavanja smjesi vazduha ili sagorljivih komponentata.

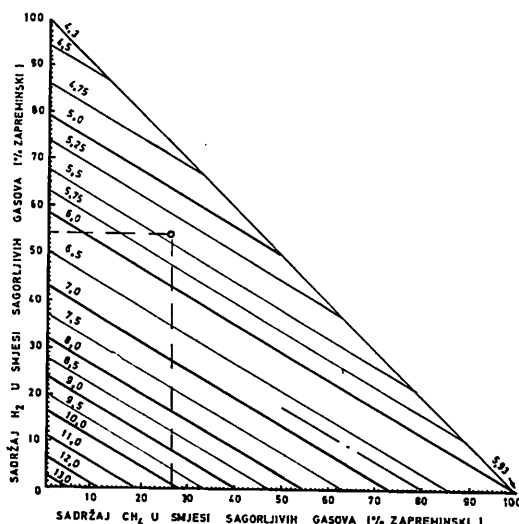
Za proračun eksplozivnosti složene smjese požarnih gasova pomoću ekspres-metode potrebno je svega 2—3 minute.

Pomoćni nomogrami: Na nomogramu (slika 2), znajući koncentraciju u smjesi gorivih komponentata  $P_{CH_4}$  i  $P_{H_2}$ , moguće je odrediti donju granicu eksplozivnosti smjese.



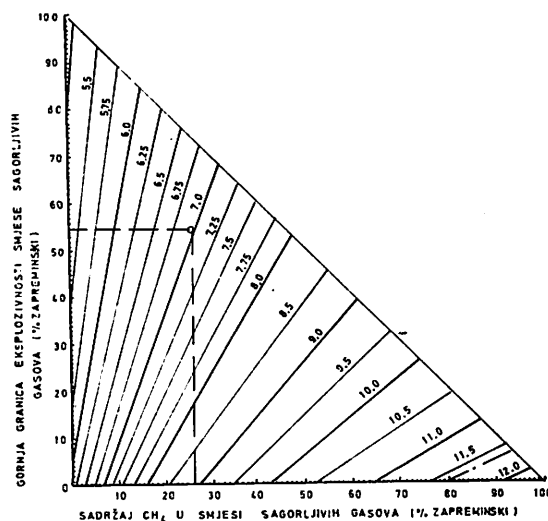
Sl. 2 Nomogram za određivanje donje granice eksplozivnosti sagorljivih komponentata za složene gasne smjese — — — — 1. primjer; — . — . — 4. primjer

Abb. 2 — Nomogramm zur Bestimmung der unteren Grenze der Explosionsfähigkeit der brennbaren Komponenten für zusammengesetzte Gasmischungen



Sl. 3 — Nomogram za određivanje gornje granice eksplozivnosti sagorljivih komponentata složenih gasnih smjesa — — — — 1. primjer; — . — . — 4. primjer.

Abb. 3 — Nomogramm zur Bestimmung der Eckgrenze der Explosionsfähigkeit der brennbaren Komponenten der zusammengesetzten Gasmischungen.

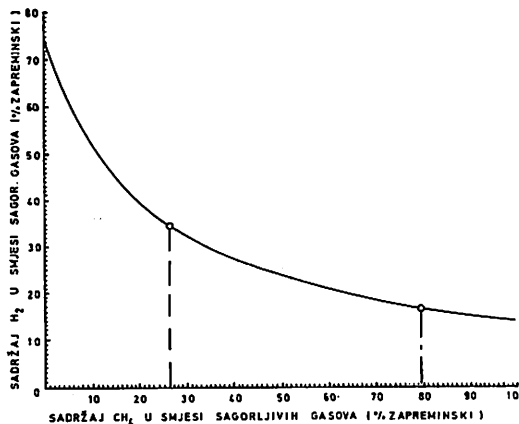


Sl. 4 — Nomogram za određivanje gornje granice eksplozivnosti složenih gasnih smjesa, po kiseoniku — — — — 1. primjer; — . — . — 4. primjer.

Abb. 4 — Nomogramm zur Bestimmung der Eckgrenze der Explosionsfähigkeit der zusammengesetzten Gasmischungen nach Sauerstoff.

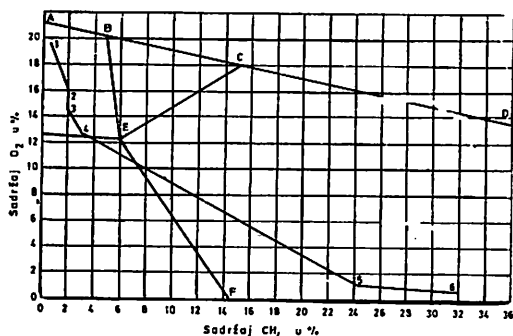
Za vrijeme izvođenja radova na izolaciji požarnog područja u jami Raspotočje Rudnika mrkog uglja Zenica, u vremenu od 11. 2. do 23. 2. 1970. godine vršena je svakodnevna

kontrola kretanja smjese, proračunavate potrebne količine vazduha za onemogućavanje smjese da padne u trougao eksplozivnosti, kao i konstruisani dijagrami eksplozivnosti. Na osnovnim izolacionim pregradama vršena je



Sl. 5 — Nomogram za određivanje gornje granice eksplozivnosti sagorljivih komponentata za složene gasne smjese — — — 1. primjer; - - - - 4. primjer.

Abb. 5 — Nomogramm zur Bestimmung der oberen Grenze der Explosionsfähigkeit der brennbaren Komponenten für zusammengesetzte Gasmischungen.



Sl. 5a — Karakter izmjene smjese metana i vazduha u požarnom reviru jame Raspotočje.

Abb. 5a — Austauschcharakter der Methan-Luft-Mischung in dem Brandrevier der Grube Raspotočje.

regulacija svježeg vazduha. Stanje gasova iza izolacionih pregrada bilo je:

Datum	Sadržaj gasova u %			
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>
11. 2. 1970.	19,50	3,00	0,30	0,50
12. 2. 1970.	16,70	3,20	0,30	1,50
15. 2. 1970.	16,00	4,00	0,30	2,00
17. 2. 1970.	15,00	4,50	0,30	2,00
18. 2. 1970.	12,50	5,85	0,30	2,90
22. 2. 1970.	0,50	7,60	—	25,00
23. 2. 1970.	0,50	8,00	—	32,00

Dana 20. 2. 1970. izvršeno je istovremeno zatvaranje regulacionih otvora na izolacionim pregradama u otpremnom i ventilacionom hodniku i hitno povlačenje članova čete za spasavanje koji su taj posao obavili. Dana 22. 2. 1970. g. uzeti su uzorci smjese iza pregrada i analiza je pokazala stanje: O<sub>2</sub> — 0,50%, CO<sub>2</sub> — 7,60% i CH<sub>4</sub> — 25,00%. Izolacija je, na taj način, uspješno izvedena i izbjegnuta eksplozija eksplozivne smjese.

Kretanje eksplozivne smjese u izoliranom prostoru za vrijeme izvođenja radova na izolaciji prikazano je na dijagramu eksplozivnosti (slika 5a).

Za razjašnjenje primjene ekspres-metode navodi se nekoliko primjera:

#### Primjer 1

Dobivena analiza gasne smjese:

CO<sub>2</sub> = 5,32%  
 CH<sub>4</sub> = 1,93 „  
 O<sub>2</sub> = 11,89 „  
 CO = 1,40 „  
 N<sub>2</sub> = 75,46 „  
 H<sub>2</sub> = 4,00 „

Proračun: — Ukupno sagorljivih komponenti (metan + vodonik + ugljenmonoksid) = 7,33%. Sadržaj CH<sub>4</sub> u sagorljivom

$$100 \frac{1,93}{7,33} = 26,30\%$$

Sadržaj H<sub>2</sub> u sagorljivom

$$100 \frac{4,00}{7,33} = 54,60\%$$

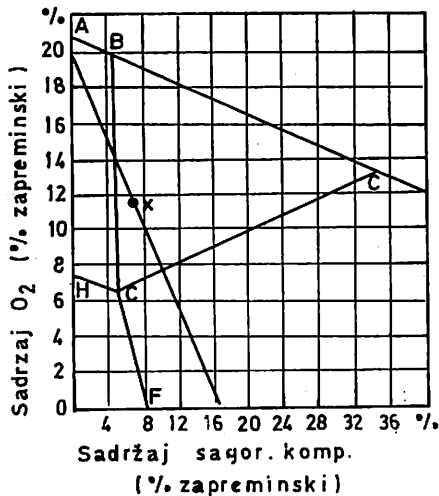
Donja granica eksplozivnosti smjese (nomogram na sl. 2) = 5,00%.

Ugaona granica eksplozivnosti po kiseoniku (nomogram na sl. 4) = 6,90%.

Ugaona granica eksplozivnosti sagorljivih komponenti smjese (nomogram na sl. 3) = 5,40%.

Gornja granica eksplozivnosti smjese (nomogram na sl. 5) = 34,60%.

Po nadenim veličinama konstruiše se trougao eksplozivnosti date složene smjese i na dijagramu se nanosi tačka koja predstavlja sastav smjese (7,33% sagorljivih komponenta i 11,89% kiseonika). Primjer je prikazan grafički na slici 6.



Sl. 6 — Određivanje eksplozivnosti složene smjese ekspres-metodom.  
Abb. 6 — Bestimmung der Explosionsfähigkeit der zusammengesetzten Masse durch Expressmethode.

Kako se vidi iz slike 6 tačka X se nalazi u trouglu eksplozivnosti, iz čega se zaključuje da je smjesa eksplozivna. Pri dodavanju svježeg vazduha u smjesu predstavljenu tačkom X, njena koncentracija će se izmijeniti po liniji koja spaja tačku X s tačkom A i izlazi iz trougla eksplozivnosti kod: sadržaja sagorljivih komponenti od 5,2% — donja granica i 10,5% — gornja; sadržaja kiseonika 14,5% — donja i 8,0% — gornja granica.

Potrebna količina vazduha za razređenje date smjese do donje granice eksplozivnosti, određuje se po formuli:

$$Q_{\text{vazd.}} = \left( \frac{G}{G_d} - 1 \right) \cdot 100$$

gdje je:

- G — sadržaj sagorljivih komponenti u smjesi, u %
- G<sub>d</sub> — sadržaj sagorljivih komponenti u donjoj granici eksplozivnosti, u %.

Za obrađeni primjer biće:

$$Q_{\text{vazd.}} = \left( \frac{7,33}{5,2} - 1 \right) \cdot 100 = 41 \%$$

Primjer 2

Dobivena analiza smjese:

CO<sub>2</sub> = 13,8%  
CH<sub>4</sub> = 3,3 „  
O<sub>2</sub> = 2,8 „  
CO = 4,3 „  
N<sub>2</sub> = 70,9 „  
H<sub>2</sub> = 4,9 „

Proračun: — Svega sagorljivih komponenti 12,5%.

Sadržaj CH<sub>4</sub> u sagorljivom:

$$100 \frac{3,3}{12,5} = 26,4\%$$

Sadržaj H<sub>2</sub> u sagorljivom:

$$100 \frac{4,9}{12,5} = 39,2\%$$

Donja granica eksplozivnosti smjese (nomogram na sl. 2) = 5,6%.

Ugaona granica eksplozivnosti smjese po kiseoniku (nomogram na sl. 4) = 7,3%.

Ugaona granica eksplozivnosti sagorljivih komponenti smjese (nomogram na sl. 3) = 6,2%.

Gornja granica eksplozivnosti smjese (nomogram na sl. 5) = 34,6%.

Na osnovu dobivenih podataka vrijednosti konstruiše se trougao eksplozivnosti (slika 7). Tačka X pada u zonu neeksplozivnih smjesa, koje mogu postati eksplozivnim ako im se dodaje vazduh. Spajanjem tačke X sa tačkom A određuju se na dijagramu granične koncentracije i to:

po sagorljivom 6 % donja i  
8,5 % gornja  
po kiseoniku 12,1 % donja i  
7,9 % gornja

Potrebna količina vazduha koju je neophodno dodati u smjesu da bi ona postala eksplozivnom, iznosi

$$Q_{\text{vazd.}} = \frac{12,5}{8,5} - 1 = 0,47 \text{ (47\%)}$$

Ako je poznata zapremina izoliranog prostora (E) i količina svježeg vazduha koja prolazi kroz izolacione pregrade ( $K_2$ ) može se izračunati vrijeme u toku kojeg je neophodno preduzeti odgovarajuće mjere za sprečavanje prodora vazduha. Pretpostavimo da je  $E = 10.000 \text{ m}^3$  i  $k_2 = 10 \text{ m}^3/\text{min}$ , tada će to vrijeme biti:

$$T = \frac{E \cdot Q_{\text{vazd.}}}{K_2} = \frac{10.000 \cdot 0,47}{10} = 470 \text{ minuta}$$

Ako tačka X leži u zonama III i IV (slika 1) dijagrama eksplozivnosti, to pri razblaženju smjese kiseonikom vazduha ona ne pada u trougao eksplozivnosti, ali se pri tome može aktivirati požar. Zato je u tom slučaju povećanje prodora vazduha kroz izolacione pregrade nedopustivo.

Vremensko dodavanje svježeg vazduha u izolirani prostor može igrati pozitivnu ulogu u slučaju ako je neophodno udaljiti od trougla eksplozivnosti smjese koja leži u zoni III.

Za izračunavanje potrebne količine vazduha za razblaženje smjese neophodno je izvršiti proračun, prikazan u primjeru 3.

### Primjer 3

Sadržaj sagorljivog u smjesi 6%, a tačku je neophodno udaljiti od trougla eksplozivnosti tako da bi sadržaj sagorljivog spao na 4%.

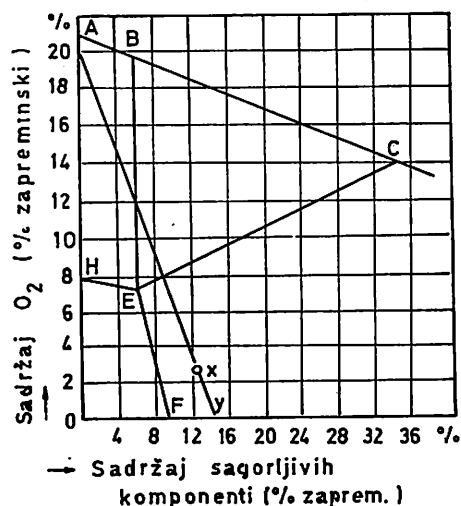
Proračun: — Kod sadržaja sagorljivog u smjesi od 8% bilo je 100% zapremine smjese.

Kod 4% biće 100 + V zapremine smjese

$$\frac{6}{100 + V} = \frac{4}{100}$$

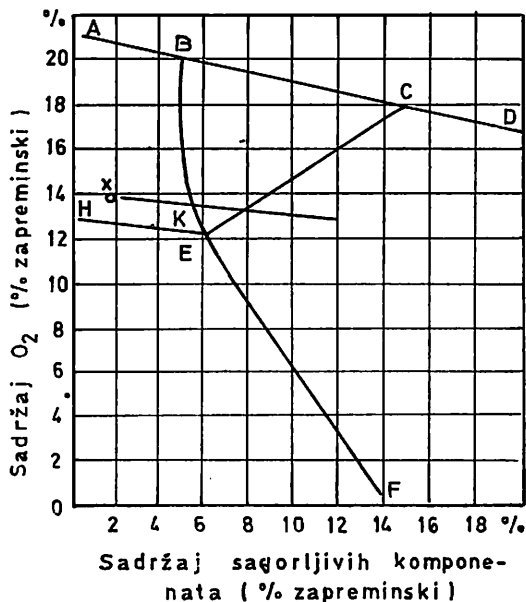
$$\text{odakle } V = \frac{6}{4} \cdot 100 - 1 \cdot 100\% = \frac{6}{4} - 1 = 0,5 \text{ prvobitne zapremine smjese, tj.}$$

neophodno je dodati vazduha u količini jednako polovini prvobitne zapremine čitave smjese.



Sl. 7 — Određivanje ekspres-metodom karaktera složene gasne smjese koja može postati eksplozivnom pri dodavanju vazduha.

Abb. 7 — Bestimmung des Charakters der zusammengesetzten Gasmischung durch Expressmethode, die durch Luftzuführung, explosionsfähig werden kann.



Sl. 8 — Određivanje ekspres-metodom gasne smjese, koja može postati eksplozivnom kod dodavanja sagorljivih komponentata.

Abb. 8 — Bestimmung der Gasmasse durch Expressmethode, die durch Zugabe von brennbaren Komponenten explosionsfähig werden kann.

Zato će za traženu smjesu formula imati oblik:

$$V_v = \left( \frac{G_p}{G_k} - 1 \right), \text{ dijela prvobitne zapremine.}$$

gdje je:

$G_k$  — konačni sadržaj sagorljivog u smjesi, u %

Na taj način biće

$$Q_{vazd.} = E \cdot V_v$$

gdje je:

$Q_{vazd.}$  — količina vazduha potrebna za razblaženje smjese do nužne koncentracije

$V_v$  — traženi dio prvobitne smjese.

#### Primjer 4

Dobivena analiza:  $CO_2 = 2,62\%$   
 $CH_4 = 3,18\%$   
 $O_2 = 13,46\%$   
 $CO = 0,83\%$   
 $N_2 = 79,91\%$   
 $H_2 = 0,00\%$

Proračun: — Ukupno sagorljivog 4,01%

Sadržaj  $CH_4$  u sagorljivom

$$100 \frac{3,18}{4,01} = 79,3\%$$

Donja granica eksplozivnosti smjese (nomogram na slici 2) = 5,7%.

Ugaona granica eksplozivnosti smjese po kiseoniku = 11,6% (nomogram na slici 4).

Ugaona granica eksplozivnosti sagorljivog (nomogram na slici 3) = 6,7%.

Gornja granica eksplozivnosti smjese (nomogram na slici 5) = 16,7%.

Na osnovu dobivenih vrijednosti konstruiše se dijagram eksplozivnosti smjese i nanosi tačka X, koja predstavlja sastav smjese. Ta tačka leži u zoni smjesa koje mogu postati eksplozivnim kod dodavanja sagorljivog.

Navedeni primjer je najrasprostranjeniji kada se u početku sazna o nastanku podzemnog požara.

Tačka X koja leži u zoni III ne može pasti u trougao eksplozivnosti pri dodavanju u smjesi svježeg vazduha. Pri dodavanju sagorljivih komponentata, a naročito metana, ona se kreće ka trouglu eksplozivnosti po pravoj liniji, koja spaja tačku X sa tačkom D.

U uslovima metanskih jama takvo kretanje je vjerovatno. Granične koncentracije (slika 8) su: po kiseoniku 13,0% — donja i 12,8% — gornja; količina sagorljivih komponentata, a naročito metana, koju je neophodno dovesti u smjesu da bi ona postala eksplozivnom, određuje se po formuli:

$$G = \left( \frac{O_2^p}{O_2^k} - 1 \right) \cdot 100, \% =$$

$$= \left( \frac{13,46}{13,00} - 1 \right) \cdot 100 = 3,0\%$$

Ako aktivna zapremina izoliranog prostora, primijenjeno na ovom primjeru, iznosi  $E = 10.000 \text{ m}^3$ , a veličina apsolutnog izdvajanja metana  $K_3 = 2 \text{ m}^3/\text{min}$ , vrijeme u kojem će se stvoriti eksplozivna smjesa biće:

$$T_{CH_4} = \frac{10.000 \cdot 3}{2 \cdot 100} = 150 \text{ minuta}$$

U početnom periodu prilikom izolacije podzemnog požara u metanskoj jami važno je znati odnos rezultata analiza uzoraka uzetih iz požarnog područja-ka liniji kritičnog značenja linije BE. Zato pred licima odgovornim za sprovođenje mjera borbe s podzemnim požarima stoji prvostepeni zadatak — tačku gasne smjese uvesti u zonu IV ili II mimoilaženjem trougla eksplozivnosti.

Kao sredstvo za to služi ugljenična kiselina u proračunatoj količini koju, od momenta zatvaranja osnovnih izolacionih pregrada, treba ubaciti u izolirani prostor.

#### Metode proračuna potrebne količine ugljenične kiseline za sprečavanje eksplozija pri kombinovanom načinu likvidacije podzemnih požara

U početku, kad su izolacione pregrade zatvorene, smjesa metana i vazduha u izoliranom prostoru će se neko vrijeme zadržati u zoni III (vidi sliku 1), u kojoj može postati eksplozivnom ako se vrši izdvajanje metana — preći će u trougao eksplozivnosti.

Vrijeme boravka smjese metana i vazduha u zoni III zavisi on zajedničkog djelovanja četiri faktora: izdvajanja metana ( $K_3$ ), prodora svježeg vazduha ( $K_2$ ), dodavanja ugljenične kiseline ( $K_1$ ) i veličine zapremine izoliranog prostora (E).

Ubacivanjem ugljenične kiseline u izolirani prostor onemogućava se preseljenje tačke smjese iz zone III u trougao eksplozivnosti (zona I).

Kod sprečavanja eksplozije u izoliranom prostoru ugljenična kiselina igra slijedeću ulogu:

- snižava procentualni sadržaj kiseonika i razređuje sve gasove
- naglo snižava temperaturu stijena i gasne smjese u izoliranom prostoru, pošto  $\text{CO}_2$  u gasnom stanju ima temperaturu  $-70^\circ\text{C}$
- ima mnogo veći efekat gašenja nego azot — suprotstavljanje gorenju  $\text{CO}_2$  veće je za 1,9 puta u odnosu na  $\text{CH}_4$ ; za 1,9 puta u odnosu na  $\text{CO}$  i u odnosu na vodonik za 1,6 puta
- povećava ugaonu granicu eksplozivnosti proste smjese metana i vazduha po kiseoniku sa 12,24 do 14,6%
- umanjuje prodor svježeg vazduha u izolirani prostor kroz pregrade, jer se kod ubacivanja  $\text{CO}_2$  kroz pregrade na otpremnom hodniku u izoliranom prostoru stvara povišenji pritisak koji se suprotstavlja prodiranju svježeg vazduha.

Za proračun potrebne količine  $\text{CO}_2$  koriste se dvije metode: grafo-analiitička i analitička.

#### Grafo-analiitička metoda

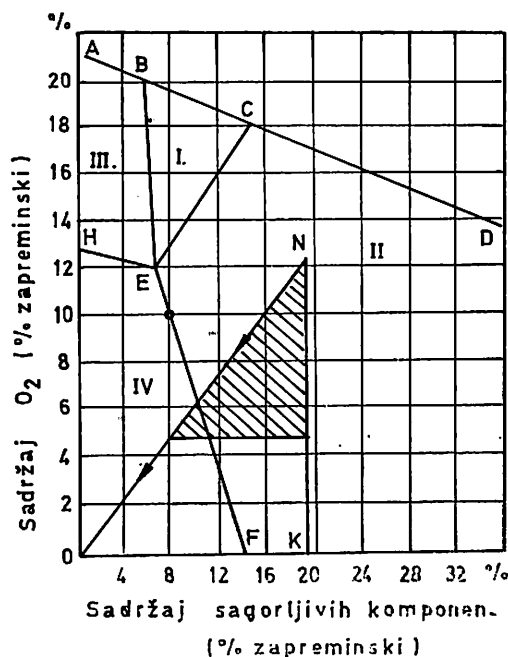
Na osnovu zakonomjernog premještanja tačke N (slika 8) u zonu IV (HEFON) pod djelovanjem ugljenične kiseline V. F. Ovičnikov je izveo formulu za određivanje  $\text{CO}_2$  — rezultati proračuna po njoj dobro se slažu sa podacima iz prakse.

Za proračun su bili korišteni podaci analize požarne smjese uzete iz izoliranog prostora:

$\text{CO}_2 = 4\%$ ;  $\text{CH}_4 = 18,75\%$ ;  $\text{N}_2 = 64,72\%$ ;  $\text{O}_2 = 12,4\%$ ;  $\text{CO} = 0,1\%$ .

Neophodni uslov za izvođenje formule (proračuna) je apsolutno odsustvo prodora vazduha kroz izolacione pregrade. Ako se povećava sadržaj  $\text{CO}_2$  u izoliranom prostoru za 2, 4, 8 i 16 puta (slika 9), to se sastav početne smjese mijenja odgovarajuće rezultatima proračuna navedenim u tablici 2.

Iz podataka u tablici vidi se da sadržaj  $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}$  ostaje stalan, mada se sadržaj samih sagorljivih komponenti u gasnoj smjesi mijenja. To se objašnjava time da  $\text{CO}_2$  potiskuje ili razblažuje u izoliranom prostoru sve gasove. Zato se odnos među sagorljivim komponentama ne mijenja. Za preseljenje tačke N



Sl. 9 — Grafoanalitički način određivanja  $\text{CO}_2$ , pri  $K_2 = 0$ .

Abb. 9 — Graphoanalytische Methode der Bestimmung von  $\text{CO}_2$  bei  $K_2 = 0$ .

na dijagramu eksplozivnosti ubacivanjem  $\text{CO}_2$  koristi se proračun gasne smjese dat u tablici 2 za slučaj kada se sadržaj  $\text{CO}_2$  u izoliranom prostoru povećava za 2, 4, 8 i 16 puta.

Tablica 2

CO <sub>2</sub> , %	4	8	16	32
Ostalo, %	100 - 4 = 96	100 - 8 = 92	100 - 16 = 84	100 - 32 = 68
CO, %	0,1	$\frac{92}{96} \cdot 0,1 = 0,0958$	$\frac{84}{96} \cdot 0,1 = 0,0875$	$\frac{68}{96} \cdot 0,1 = 0,0708$
O <sub>2</sub> , %	12,4	$\frac{92}{96} \cdot 12,4 = 11,87$	$\frac{84}{96} \cdot 12,4 = 10,85$	$\frac{68}{96} \cdot 12,4 = 8,88$
CH <sub>4</sub> , %	18,75	$\frac{92}{96} \cdot 18,75 = 17,962$	$\frac{84}{96} \cdot 18,75 = 16,416$	$\frac{68}{96} \cdot 18,75 = 13,275$
N <sub>2</sub> , %	64,75	$\frac{92}{96} \cdot 64,75 = 62,03$	$\frac{84}{96} \cdot 64,75 = 56,65$	$\frac{68}{96} \cdot 64,75 = 45,84$
Svega sagor. %	18,85	18,06	16,5	13,34
CO u sagor. smjesi, %	$\frac{0,1}{18,85} \cdot 100 = 0,53$	$\frac{0,0958}{18,06} \cdot 100 = 0,53$	$\frac{0,0875}{16,5} \cdot 100 = 0,53$	$\frac{0,0708}{13,34} \cdot 100 = 0,53$
CH <sub>4</sub> u sagor. smjesi, %	$\frac{18,75}{18,85} \cdot 100 = 99,47$	$\frac{17,962}{18,06} \cdot 100 = 99,47$	$\frac{16,416}{16,5} \cdot 100 = 99,47$	$\frac{13,275}{13,34} \cdot 100 = 99,47$

Označimo sa:

$$\Delta O_2 = 12,4 - 4,65 = 7,75\%$$

$\Delta_1$  — izmjenu sadržaja sagorljivog u smjesi pri povećanju CO<sub>2</sub> u izoliranom prostoru za 2, 4, 8 i 16 puta

$n_1$  — količnik dobiven podjelom slijedećeg smanjenja sagorljivog sa prethodnim

$\Delta_2$  — izmjenu sadržaja kiseonika pri povećanju CO<sub>2</sub> iza pregrade za 2, 4, 8 i 16 puta

$n_2$  — količnik dobiven podjelom slijedećeg smanjenja kiseonika sa prethodnim.

Pri tome se dobiju podaci koji su dati u tablici 3.

Iz podataka datih u tablici 3 i slici 8 vidi se da se tačka N kreće po pravoj koja spaja istu sa početkom koordinata, gdje je sadržaj kiseonika i sagorljivog jednak nuli, a sadržaj ugljendioksida — 100% (u računu ugljendioksid se izjednačava sa azotom).

Takav karakter kretanja ima određena tačka u dijagramu eksplozivnosti kada se vrši u bacivanje ugljenične kiseline u smjesu.

Ako se zahtijeva premještanje tačke N u položaj pri kojem se sadržaj kiseonika snižava sa 12,4 na 4,65%, to je proračun:

Iz šrafiranog dijela trougla na slici 8 vidljivo je da je izmjenjena sadržaja CO<sub>2</sub>

$$\Delta CO_2 = \frac{O_2}{\cos \alpha}$$

Tablica 3

CO <sub>2</sub> , %	Sagor. %	$\Delta_1$ , %	$n_1$ , %	O <sub>2</sub> , %	$\Delta_2$ , %	$n_2$
4	18,85	—	—	12,4	—	—
8	18,06	0,79	2	11,87	0,53	2
16	16,5	1,56	2	10,85	1,02	2
32	13,34	3,16	2	8,77	2,08	2
64	6,96	6,27	—	4,65	4,12	—

Iz trougla ONK biće:

$$\cos \alpha = \frac{O_2 - O}{100 - CO_2} = \frac{12,4 - O}{100 - 4} = 0,129$$

pa je

$$\Delta CO_2 = \frac{7,75}{0,129} = 60\%$$

Stvarno sniženje sadržaja kisemonika od 2,4 na 4,65, kako se vidi iz slike 8 i tablice 2, proizilazi kod povećanja sadržaja CO<sub>2</sub> od 4 do 64%. Pri tome je CO<sub>2</sub> = 60%.

U opštem obliku proračunska formula ima izgled

$$\Delta CO_2 = \frac{100 - CO_2}{O_2} \cdot \Delta O_2, \quad \%$$

#### Analitička metoda

Polazni podaci za proračun su:

K<sub>3</sub> — izdvajanje metana, m<sup>3</sup>/min

K<sub>2</sub> — pridolaženje vazduha kroz izolacione pregrade, m<sup>3</sup>/min

K<sub>1</sub> — dodavanje ugljenične kiseline (kapacitet kolektora, m<sup>3</sup>/min) i

E — aktivna zapremina izoliranog prostora, m<sup>3</sup>.

Proračun uključuje slijedeće etape:

1. Određivanje veličine ΔO<sub>2</sub> na koju treba dovesti sniženje procentualnog sadržaja kisemonika da se iza pregrade ne bi dogodila eksplozija. Veličina ΔO<sub>2</sub> nalazi se kao razlika između početne i konačne koncentracije kisemonika

$$\Delta O_2 = O_{P_2} - O_{K_2}, \quad \% \text{ (zapreminski)}$$

2. Određivanje zapremine kisemonika V<sub>O<sub>2</sub></sub>, koju je potrebno istisnuti iz izoliranog prostora ili je razblažiti sa CO<sub>2</sub>. Određuje se iz proporcija

$$E - 100, \quad \%$$

$$\text{odakle} \quad V_{O_2} = \Delta O_2, \quad \%$$

$$V_{O_2} = \frac{\Delta O_2 \cdot E}{100}, \quad m^3$$

3. Određivanje potrebne količine ugljenične kiseline Q<sub>CO<sub>2</sub></sub> za udaljenje iz izoliranog prostora ili razblaženje u njemu V<sub>O<sub>2</sub></sub>.

Pošto je u smjesi metana i vazduha od momenta izolacije prostora sadržaj O<sub>2</sub> blizu 20%, to je potrebno istisnuti ili razblažiti 5 V<sub>O<sub>2</sub></sub> zapreminskih dijelova gasne smjese pa će potrebna količina CO<sub>2</sub> biti:

$$Q_{CO_2} = 5V_{O_2}, \quad m^3$$

Kod proračuna se ne uzima u obzir to, da će dio kisemonika iz izoliranog prostora biti istisnut izdvajanjem metana ili apsorbovan pri reakciji oksidacije i gorenja uglja. Međutim, to povećava valjanost rezultata dobivenih proračunom.

4. Određivanje vremena potrebnog za ubacivanje proračunate količine CO<sub>2</sub> iza izolacione pregrade. To vrijeme računa se kao vrijeme stvaranja eksplozivne smjese metana i vazduha sa sadržajem od 5% sagorljivih komponenata (donja granica eksplozivnosti). Da bi smjesa metana i vazduha iza pregrade postala eksplozivnom, nužno je da se izdvoji količina Q<sub>CH<sub>4</sub></sub>, m<sup>3</sup>, koja se određuje iz proporcija

$$E - 100\%$$

$$Q_{CH_4} - (5 - CH_4^P)$$

odakle je:

$$Q_{CH_4} = \frac{E(5 - CH_4^P)}{100}$$

gdje je:

CH<sub>4</sub><sup>P</sup> — procentualni sadržaj metana u izlaznoj struji prostora do okončanja izolacije.

Izdvajanje količine metana Q<sub>CH<sub>4</sub></sub> iza pregrade izvrši se za vrijeme:

$$T_{CH_4} = \frac{Q_{CH_4}}{K_3}, \quad \text{min}$$

gdje je:

K<sub>3</sub> — izdvajanje metana (količina) u izoliranom požarnom prostoru

$$K_3 = \frac{CH_4 \cdot Q_{vaz.}}{100}, \quad m^3/\text{min}$$



gdje je:

$CH_4$  — koncentracija metana u izlaznoj vazdušnoj struji prostora do njegove izolacije, ‰

$Q_{vaz.}$  — količina vazduha ( $m^3/min.$ ) neophodna za provjetravanje požarnog prostora do njegove izolacije.

Za proračunato vrijeme neophodno je izvršiti ubacivanje proračunate količine  $CO_2$  iza izolacione pregrade, jer mora biti ispunjen uslov:

$$T_{O_2} \leq T_{CH_4}$$

5. Određivanje kapaciteta kolektora ugljenične kiseline po formuli:

$$K_1 = \frac{Q_{CO_2}}{T_{O_2}}, m^3/min$$

6. Određivanje potrebnog broja balona za  $CO_2$  iz uslova da u jednom 40-litarskom balonu ima  $16,5 m^3 CO_2$  u gasovitom stanju

$$B = \frac{Q_{CO_2}}{16,5}, kom$$

Analitička metoda proračuna dobro se slaže sa grafo-analitičkom.

Primjer proračuna:

$$\begin{aligned} \text{Polazni podaci: } E &= 10.000 m^3 \\ K_3 &= 1,50 m^3/min. \\ K_2 &= 10,00 m^3/min. \end{aligned}$$

Treba odrediti:  $Q_{CO_2}$ ;  $K_1$  i  $T_{O_2}$

Grafički proračun količine  $CO_2$ :

$$\Delta CO_2 = \frac{100 - CO_2}{O_2} \cdot \Delta O_2, \%$$

gdje je:

$CO_2 = 1\%$  — sadržaj ugljenične kiseline u smjesi metana i vazduha požarnog područja do njegove izolacije

$O_2 = 20\%$  — sadržaj kiseonika u smjesi metana i vazduha požarnog područja do njegove izolacije

$\Delta O_2 = 8\%$  — vrijednost na koju treba sniziti procentualni sadržaj kiseonika iza pregrade, da bi se spriječila eksplozija

$$\Delta CO_2 = \frac{100 - 1}{20} \cdot 8 = 40\%$$

otkuda:

$$Q_{CO_2} = \Delta CO_2 \cdot E = 0,40 \cdot 10.000 = 4.000 m^3$$

Analitički proračun

$$\Delta O_2 = 20 - 12 = 8\%$$

$$Q_{O_2} = \frac{\Delta O_2 \cdot E}{100} = \frac{8 \cdot 10.000}{100} = 800 m^3$$

$$\dot{Q}_{CO_2} = 5Q_{O_2} = 5 \cdot 800 = 4.000 m^3$$

$$Q_{CH_4} = \frac{E(5 - CH_4^p)}{100} = \frac{10.000(5 - 1)}{100} = 400 m^3$$

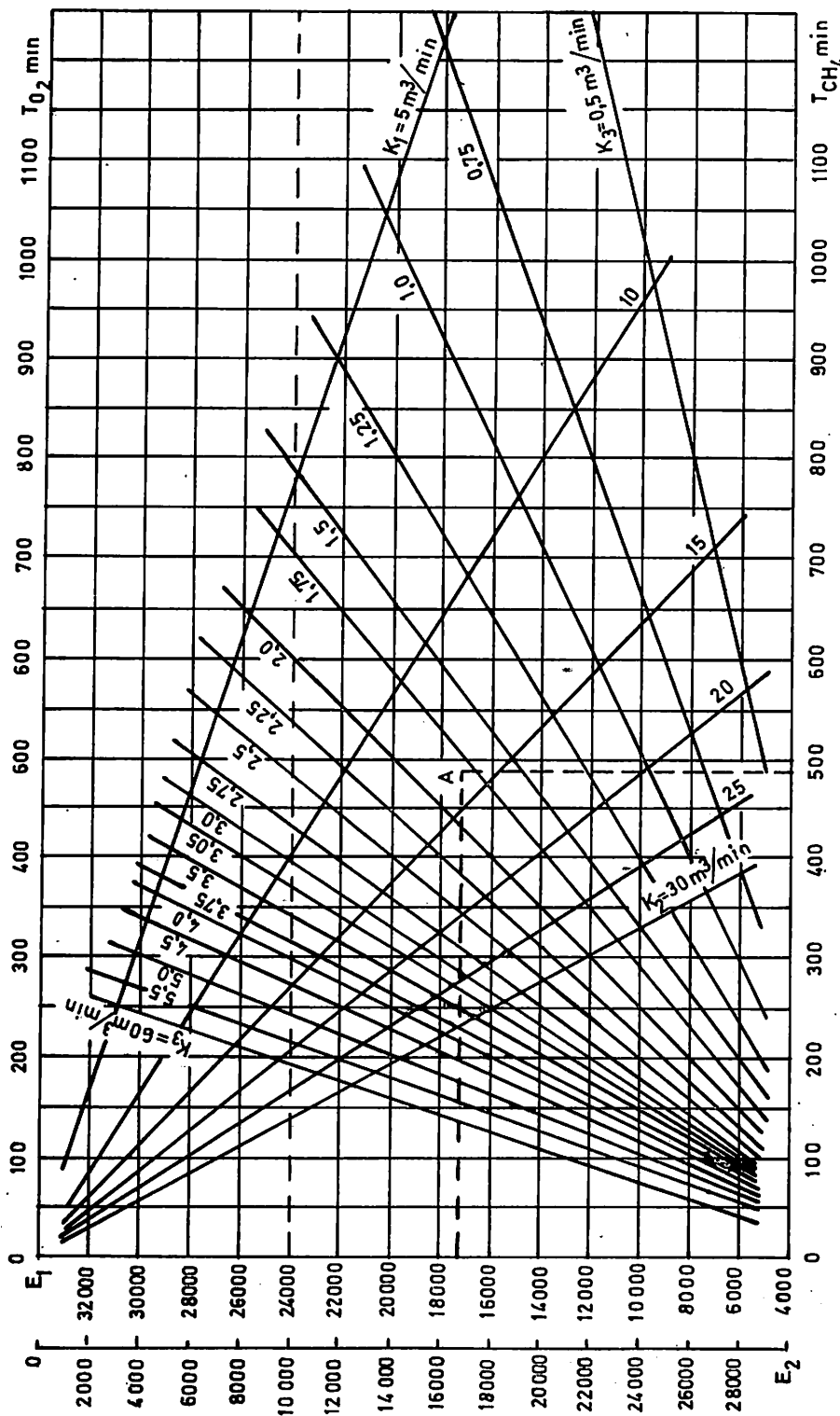
$$T_{CH_4} = \frac{Q_{CH_4}}{K_3} = \frac{400}{1,50} = 267 min.$$

$$T_{O_2} = T_{CH_4} = 267 min.$$

$$K_1 = \frac{Q_{CO_2}}{T_{O_2}} = \frac{4.000}{267} = 14,9 m^3/min$$

$$B = \frac{4.000}{16,5} = 242 balona$$

Kako se vidi iz rezultata grafo-analitičkog i analitičkog proračuna njihova tačnost određivanja potrebne količine ugljenične kiseline jednaka je, a sama metodika proračuna sasvim jednostavna. Treba napomenuti, da se kod grafo-analitičke metode određivanja  $CO_2$  postavlja zadatak definiranja pokazatelja kao  $K_1$ ,  $T_{CH_4}$ ,  $T_{O_2}$ , koji se određuju analitičkom metodom, što i čini istu značajnom.



Sl. 10 — Nomogram za odredivanje parametara za sprečavanje eksplozija prostih smjesa metana i vazduha kod izolacije podzemnih požara pri  $K_2 = 0$ .

Abb. 10 — Nomogram zur Bestimmung von Kennwerten zur Unterbindung von Explosionen einfacher Methan-Luft-Mischungen bei der Isolierung der Grubenbrände bei  $K_2 = 0$ .

Međutim, moguće je sasvim precizno i grafički odrediti  $T_{CH_4}$  i  $To_2$ . U tu svrhu — brzog određivanja tih veličina veoma važnih za blagovremeno sprečavanje eksplozija u izoliranom prostoru, konstruisan je nomogram (slika 10).

Kombinovanom načinu likvidacije podzemnog požara prethodi proračun parametara eksplozivnosti smjese gorivih gasova u izoliranom prostoru. Ti parametri su:  $K_3$ ,  $K_2$ ,  $K_1$ ,  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $T_{CH_4}$  i  $To_2$ , pri čemu  $E_1$  — predstavlja aktivnu zapreminu otkopanog prostora od žarišta požara do izolacione pregrade na ventilacionom hodniku, a  $E_2$  — aktivnu zapreminu otkopanog prostora ispod žarišta požara do izolacione pregrade na otpremnom hodniku.

Svi ti parametri koji određuju eksplozivnost požarnih smjesa moraju biti po veličini takvi da je ispunjen uslov

$$To_2 < T_{CH_4}$$

U osnovu konstrukcije nomograma postavljena je grafo-analiitička metoda proračuna ugljenične kiseline i podaci o ispitivanju zavisnosti  $T_{CH_4}$  od  $K_3$  i  $E_1$  kod  $K_2 = 0$ ,  $To_2$  od  $K_1$  i  $E_2$  kod  $K_2 = 0$ , kao i zavisnosti  $T_{CH_4}$  i  $To_2$  od  $E_1$  i  $E_2$  pri  $K_2 = 0$ .

Pravilo korištenja nomograma sastoji se u slijedećem — praktični primjer: Neka je neophodno izolirati područje s podzemnim požarom u otkopanom prostoru sa položajem žarišta požara na odstojanju od 50 m iznad otpremnog hodnika. Izbor mjesta za postavljanje izolacionih pregrada određuju veličine  $E_1$  i  $E_2$ . Uzmimo da je  $E_1 = 15.000 \text{ m}^3$  i  $E_2 = 10.000 \text{ m}^3$ . Za određivanje  $T_{CH_4}$  neophodno je znati  $K_{3max}$ . Neka je  $K_{3max} = 1,5 \text{ m}^3/\text{min}$ . Tada će po nomogramu na slici 9 vrijeme  $T_{CH_4}$  iznositi 485 minuta. Znajući  $E_2 = 10.000 \text{ m}^3$  odabire se kapacitet kolektora ugljenične kiseline  $K_1$  koji će obezbijediti da  $To_2$  bude manje od navedene veličine  $T_{CH_4}$ . Na primjer pri  $K_1 = 10 \text{ m}^3/\text{min}$ ,  $To_2$  kod ukinute razlike u depresiji na području, biće 400 minuta.

Kako se vidi, grafički način određivanja parametara eksplozivnosti, po nomogramu, vrlo je jednostavan. Ako se pokaže, da je pri datim vrijednostima  $K_3$ ,  $E_1$  i  $E_2$  kod maksimalno mogućeg kapaciteta kolektora ugljenične

kiseline  $K_1$ , veličina  $T_{CH_4}$  dobivena po nomogramu manja od veličine  $To_2$ , neophodno je umjetno povećati aktivnu zapreminu  $E_1$  udaljavanjem izolacione pregrade na ventilacionom hodniku na rastojanje koje će obezbijediti nužni uslov da  $T_{CH_4}$  bude veće od  $To_2$ . Ako je to nemoguće izvesti, to je pre izolacije neophodno izvršiti prethodno gaziranje područja ugljeničnom kiselinom.

Ovaj način određivanja parametara eksplozivnosti našao je široku primjenu u jamskim pogonima rudnika uglja SSSR i primjenljiv je u svim uslovima kada se radi o prostim smjesama metana i vazduha.

#### Ubacivanje ugljenične kiseline u izolirani prostor

Proces ubacivanja ugljenične kiseline, u izolirani prostor, efikasan je samo kod pridržavanja slijedećih zahtjeva:

— količina ubačene ugljenične kiseline mora biti veća od ukupne količine vazduha koja prodire kroz izolacione pregrade, tj. mora biti ispunjen uslov

$$K_1 > K_2$$

— količina ubačene ugljenične kiseline mora biti tolika, da bi vrijeme sniženja sadržaja kiseonika u žarištu požara bila manja od vremena stvaranja eksplozivne smjese, tj. mora biti ispunjen uslov

$$To_2 < T_{CH_4}$$

Proces ubacivanja ugljenične kiseline mora biti stabilan, dirigovan

— ugljeničnu kiselinu treba ubacivati u izolirani prostor samo sa strane ulazne vazdušne struje, jer u protivnom ista ne dolazi do žarišta požara i biće izneta iz izoliranog područja

— ugljeničnu kiselinu treba, po specijalnim cjevovodima, ubacivati što je moguće bliže pretpostavljenom žarištu požara, jer u tom slučaju proces daje maksimalni efekat.

Na slici 11 prikazan je jedan kolektor za ubacivanje ugljenične kiseline (ruske proizvodnje).

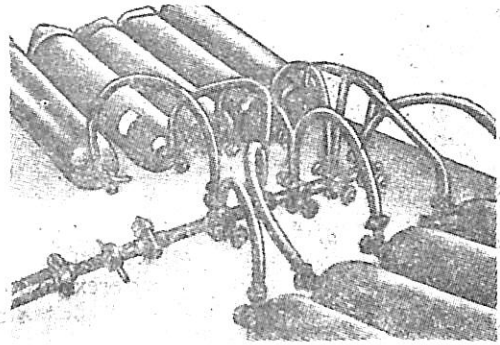
Nakon ubacivanja ugljenične kiseline u izolirani prostor uzimaju se uzorci gasa iza osnovnih izolacionih pregrada na ulaznoj i izlaznoj vazdušnoj struji. Uzorkovanje se vrši distanciono bez prilaženja izolacionim pregradama. U tu svrhu konstruisano je više vrsta injektora. Slika 12 pokazuje jednu od konstrukcija injektora.

Tek poslije uzimanja uzoraka gasa i utvrđivanja da je gasna smjesa neeksplozivna, ekipe četa za spasavanje vrše konačnu hermetizaciju otvora na osnovnim izolacionim pregradama.

U najnovije vrijeme, za sprečavanje prodora vazduha kroz izolacione pregrade, široku primjenu ima gumiranje pregrada i kontaktnih stijena uz njih lateksom i prekrivanje površine pregrada polivinilskim omotačem.

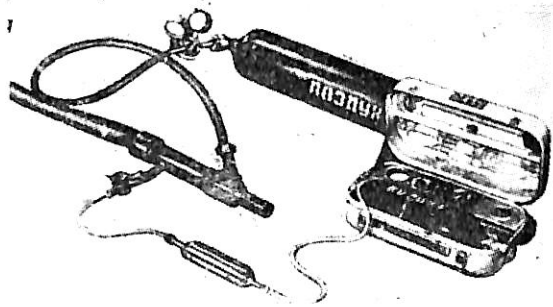
Kod gumiranja lateksom kao koagulator služi kalcijev hlorid. Prilikom gumiranja obično se nabacuje sloj debljine 2 do 3 mm. Na slici 13 prikazan je uređaj za gumiranje.

Mnogobrojna istraživanja izvedena na praktičnim primjerima pokazala su da gumiranje pregrada smanjuje prodore vazduha za oko pet puta.



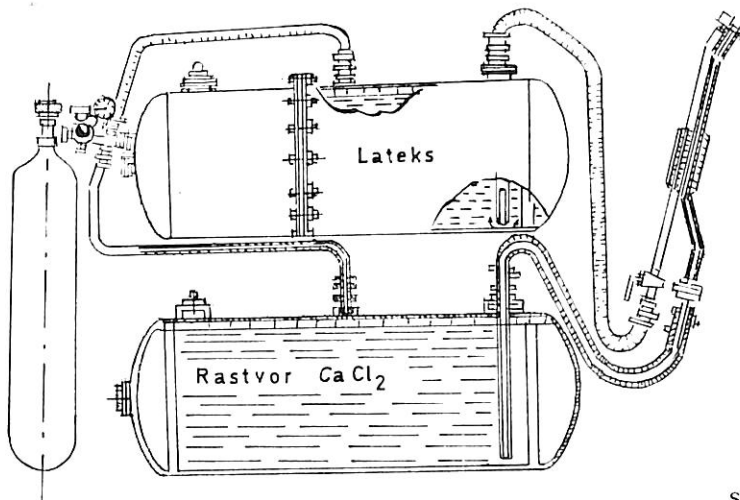
Sl. 11 — Kolektor ugljenične kiseline tipa UK-10 (konstrukcije VGSC Kadijevka).

Abb. 11 — Kohlensäure-Sammler vom Typ UK-10 (Bauart VGSC Kadijevka).



Sl. 12 — Pneumatični injektor konstrukcije VGSC Kadijevka za uzimanje uzoraka gasa iza požarnih pregrada.

Abb. 12 — Der Luftinjektor der Bauart VGSC Kadijevka für Gasprobenahme hinter dem Branddamm.



Sl. 13 — Uređaj za gumiranje.

Abb. 13 — Gummierungseinrichtung.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Die Möglichkeiten einer Explosionsentstehung bei der Isolierung der Untertagebrände in Schlagwettergruben und die Methode der Unterbindung derselben

Dipl. Ing. M. Vukić\*)

In dem Aufsatz werden zeitgemässe technische Errungenschaften auf dem Gebiet der Unterbindung der Schlagwetterexplosion und der Explosion des gefährlichen Kohlenstaub während der Ausführung der Arbeiten zur Isolierung der Untertage-Revierbrände behandelt. Es wurden analytische und graphische Verfahren zur Bestimmung der einzelnen Kennwerte für eine schnelle Bestimmung des Standes der Gasmischung und die Ergreifung der entsprechenden Massnahmen wegen Steuerung der Gasmischungsströmung und Verhinderung, dass dieselbe in das Dreieck der Explosibilität fällt, dargestellt.

Die Liquidierung des in der Grube Raspočje des Hartkohlenbergwerks Zenica entstandenen Grubenbrandes, in der rd.  $12 \text{ m}^3/\text{minCH}_4$  ausgeschieden wird, wurde durch Methode der Isolierung des Grubenbrandherdes durchgeführt. Die zeitgemässen Errungenschaften, die im Artikel dargelegt wurden, dienten als Wegweiser für eine erfolgreiche Ausführung der Abdämmung und damit der Liquidierung des Untertagebrandherdes, in der Grube Raspočje.

In Aufsatz wird auf die Möglichkeiten einer praktischen Anwendung der Isolierungsverfahren und Unterbindung der Explosionen in jugoslavischen Kohlenrevieren, in den Grubenbrände öfter entstehen, hingewiesen. Es wurde auf alle Gefahrenmöglichkeiten hingewiesen, die entstehen könnten, wenn die Abdämmung des Bereichs des Grubenbrandherdes nicht fachgemäss und rechtzeitig ausgeführt wird.

## Literatura

- Kokorin, P. I., Tarasov, B. G., Denkovič, G. A. 1967: Osnov tehniki bezopasnosti, protivpožarnaja tehnika i gornospasitel'noe delo — »Nedra«, Moskva.
- Kravčenko, V. I., Šilov, M. M., 1967: Likvidacija avarij v ugol'nyh šahtah — »Nedra«, Moska.
- Ovčinnikov, V. F. 1964: Predupreždenie vzryvov pri izolaciji podzemnyh požarov v gazovyh šahtah — »Nedra«, Moskva.
- Willet, V. F., Blunt, I., Conished, A. I. G., Tideswell, F. V., 1965: Scaling of Mine Fires — Memorandum — »Transaction of the Institution of Mining Engineers«, London.

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

# Analiza povređivanja u jami „Omazići“

(osvrt na široka čela)

Dipl. ing. Milenko Čuzović

## Uvod

Tablica 1

Od 1969. godine bivši rudnici mrkog uglja »Tito« — Banovići posluju u integrisanom preduzeću »Titovi rudnici« — Kreka-Banovići. Jama »Omazići« je ekonomska jedinica združenog preduzeća.

Sigurnost na radu je integralni dio tehničko-tehnološkog procesa cjelokupne poslovne politike radne organizacije. Samo siguran rad je istovremeno produktivan i ekonomičan.

Socijalističkom trudbeniku (po Ustavu i intencijama privredne reforme) treba obezbjediti maksimalnu sigurnost na radu. U posljednjoj godini samostalnog poslovanja rudnici uglja »Tito« — Banovići proizveli su 2.025.790 tona rovnog uglja sa 4.084 zaposlenih.

U odnosu na 1967. godinu imali smo: smanjenje broja zaposlenih, povećanje proizvodnje, porast plaćenih i neplaćenih dopusta, te porast izostanaka sa posla i bolovanja.

U sklopu bivšeg preduzeća (12 ekonomskih jedinica) nalazile su se i tri jame u kojima je zaposleno oko 37,4% od ukupne radne snage preduzeća.

Jame su karakteristične po umanjenom efektivnom radu (4,2% manje od preduzeća), velikom broju bolovanja i izostanaka.

Specifičnost podzemnog rada stvara otežane uslove za sigurnost i ukupnu ekonomičnost poslovanja.

Od ukupno 571 povrede u preduzeću (5 smrtnih i 11 teških) 66,71% povreda je nastalo u jamama. Četiri smrtna i 9 teških ozleda pripadaju jamama.

## Izgubljeni dani zbog povreda i bolovanja u 1968. g.

1. Izgubljeno radnih dana u preduzeću zbog povreda	9.596 dana
2. Izgubljeno rad. dana zbog bolovanja	70.001 dan
Ukupno: Izgubljeno radnih dana (1 + 2)	79.597 dana
3. Isplaćena naknada na ime ličnih dohodaka (1 + 2)	91.311.000 dinara

— Visok iznos izgubljenih dana i iz toga proistekli ekonomski efekti.

**NAPOMENA:** Od aprila mjeseca 1970. godine jama »Radina« prestaje sa radom.

Radi toga predviđa se proširenje proizvodnih kapaciteta jame »Omazići«.

Sa aspekta zaštite na radu najinteresantnije su jame rudnika.

## Opšti podaci o jami »Omazići«

### Geografski položaj i istorijat jame

Rudište jame »Omazići« nalazi se na istoku sjevernog dijela centralnog banovičkog ugljenog bazena.

Eksploatacioni radovi su počeli 1937. godine.

Prvo se kopalo površinskim kopom, pa jamom.

Rudnik je bio privatni posjed. Tokom rata nije se proizvodilo. Ponovna proizvodnja je počela 1946. godine. Opet se počelo sa površinskim kopom, da bi se konačno prešlo na jamski način eksploatacije. Eksploatacija uglja je počela od izdanaka sloja da bi se postepeno išlo prema njegovim dubljim dijelovima.

### Ugljeni sloj

Ugljeni sloj jame »Omazići« je mlađi, oligocenske starosti. Zaleže na dubini od 0,0—230,0 m. Generalni pravac pružanja sloja je istok—zapad, sa padom od juga ka sjeveru. Prosječni pad sloja je 10°. Odstupanja su minimalna. Debljina sloja se kreće od 5,0—25,0 m. Sloj je kompaktan sa neznatnim ulošcima u podinskom dijelu.

### Geološko-tektonske prilike ležišta

Ugljeni sloj je mrke boje, srednje tvrdoće, školjkastog loma, masnog sjaja i spada u bolje mrke ugljeve. U prosječnom geološkom profilu sloja imamo (odozdo na gore): serpentin, laporoviti krečnjak, glinovitu podinu, ugljeni sloj i seriju krovinskog laporca sa humusnim pokrivačem. Sloj je tektonski poremećen po padu i pružanju. Znatna ispresjecanost sloja (miocensko-pliocenska tektonika) daje oblik parketne strukture, sa čestim i znatnim visinskim razlikama koje prekidaju kontinuitet sloja.

### Otkopna metoda

Sve do 1959. godine upražnjavana je prečna otkopna metoda. Pri ovakvom otkopavanju otkopni gubici su se kretali i do 70,0%. Velike količine uglja su ostale nepovađene. Sloj je izrovan i ispresjecan mnoštvom hodnika. Jamski požari su bili veoma česti, a povrede na poslu (sigurnost rada) mnogobrojne.

Postizani učinci su bili nezadovoljavajući. 1959. godine uvedena je u jami »Omazići« tzv. »Radinska metoda« (širokočelno otkopavanje sa zarušavanjem krovine). Uvođenje i adaptaciju ove metode u jame Banovičkog ugljenog bazena izvršio je ing. G. Podurec. Po ovoj metodi jamski reviri se dijele u zasebna otkopna polja. Dužina otkopnih polja zavisi, prvenstveno, od montan-geoloških prilika. Dak-

le, otkopna polja su funkcija tehničkih i prirodnih pokazatelja. Optimalna dužina širokih čela je od 80—120 m. Glavne prednosti ove metode nad prečnom jesu:

- velika koncentracija radilišta na malom prostoru
- mogućnost široke primjene savremene otkopne mehanizacije
- sve veća zamjena drvene podgrade čeličnom
- povećani otkopni učinak, koncentrisana proizvodnja, lako i efikasno provjetravanje, povećana sigurnost rada, čisto otkopavanje (98,2%), veliko sniženje broja nesrećnih slučajeva, mala mogućnost nastanka jamskog požara i slično.

Otkopna metoda u »Omazićima« je širokočelna sa zarušavanjem krovine. Ugljeni sloj se podjeli (po moćnosti) u 6 pojaseva visine 2,5 m. Prvo se otkopaju 3 pojasa (I zahvat) u jednom otkopnom polju. Poslije otkopavanja I zahvata u jednom otkopnom polju, otkopava se I zahvat u drugom polju, a tek poslije toga se vraća u prethodno polje na otkopavanje drugog zahvata (ostala tri pojasa).

### Osnovni parametri širokih čela:

- visina čela 2,5 m
- dužina čela 100—120 m
- dnevno napredovanje čela 1,25 m (projektovano)
- broj produktivnih smjena 3
- broj aktivnih čela 3
- dnevna proizvodnja 1400 tona rovnog uglja.

Ovom otkopnom metodom postignuti pogonski učinci (na separisanj uglj) iznose:

Tablica 2

### Pregled učinka

Godina	1946.	1965.	1966.	1967.	1968.
Pogonski učinak kg nadnica separisanog uglja	1929	1455	1793	1958	2130

Porast proizvodnje ne prati i adekvatna produktivnost. Prisutna je veoma velika razlika između opšteg (pogonskog) i čelnog učin-

ka koji iznosi i do 8.000 kg rovnog uglja/nad. Najveći broj faza tehnološkog proizvodnog procesa obavlja se ručno (fizički). Mehanizovan je, jedino, transport uglja i bušenje minskih

Smanjenje broja zaposlenih u 1969. godini usledilo je radi odlaska radnika u prijevremenu penziju, napuštanja pogona ili zbog prelaska u druge ekonomske jedinice.

**Kvalifikaciona struktura zaposlenih**

**Tablica 3**

Kvalifikacija godine	Radnici					Službenici				Ukupno
	VK	KV	PK	NK	Ukupno	VSS	SSS	NSS	PO	
1966.	42	227	131	151	551	6	18	4	3	31
1967.	42	226	125	167	560	5	17	4	3	29
1968.	44	228	122	165	559	5	16	4	3	28
1969.	14	149	139	185	487	3	26	4	3	36

**Starost zaposlenih**

**Tablica 4**

Godine starosti	17—20	20—25	25—30	30—35	35—40	40—45	45—50	50—60
Broj radnika	8	59	137	181	104	66	29	5

rupa. Sadašnja organizacija rada (»ciklički rad po dospelju«) treba da bude zamjenjena »cikličkim radom po vremenu«.

Metoda otkopavanja je optimalna za odnosne geomehaničko-rudarske uslove i veoma perspektivna.

— Struktura zaposlenih po starosti nije najpovoljnija.

— Oko 55,7% zaposlenih bavi se još i poljoprivredom.

**Tablica 5**

**Utrošak nadnica po pojedinim radnim mjestima**

Godina radno mjesto	1966—1968.	1969. g.
Široka čela-otkopi	35,0	34,92
Izrada pripremnih prostornija	8,0	5,50
Rudarsko održavanje	8,0	4,83
Elektro-mašinsko održavanje	12,0	7,25
Nadzor	11,0	6,65
Rukovaoci i čistači strojeva	—	8,66
Tehnička služba	—	3,35
Ostali u jami	—	8,01
Radionica	—	5,64
Uprava	—	5,32
Ostali na površini	—	9,70
Vanjski radnici	12,0	—
Ostalo	14,0	—

**Tablica 6**

**Utrošak nadnica na širokim čelima — po operacijama rada (1966—1968. g.)**

Radna operacija	Učešće %
Dobivanje uglja	49,14
Podgrađivanje	16,83
Zarušavanje	5,78
Postavljanje patosa	11,61
Ostali radovi	15,60

Tablični pregled povreda (po godinama) pokazuje da stanje zaštite na radu u jami »Omazići« nije zadovoljavajuće. Pokazatelj nesrećnih slučajeva na poslu je visok (velika frekvencija) te svojim iznosima otkriva haotičnost ove komponente u ukupnoj ekonomičnosti poslovanja.



Tablica 7

Pregled povreda zaposlenih u jami »Omazići« sa pokazateljima povreda na radu

Godina	Povrede (po težini)			Ukupno povreda (tona rovnog uglja)	Proizvodnja (tona rovnog uglja)	Pokazatelji povreda na poslu		
	lake povrede	teške povrede	smrtne povrede			Ukupno izrađe- nih mad- nica na pogonu	na 100 hi- ljada izrađenih nadnica	na mili- on tona proizv.
1954.	80	2	10	92	120.363	92.400	100	765
1955.	198	1	1	200	149.756	110.100	182	1333
1956.	80	—	—	80	108.520	76.200	105	727
1957.	111	2	—	113	102.250	71.500	159	113
1958.	96	—	—	96	58.716	58.800	162	1600
1959.	42	—	—	42	60.375	56.900	74	700
1960.	50	—	—	50	60.816	46.000	108	833
1961.	38	3	—	41	80.030	52.188	79	513
1962.	86	3	2	91	123.186	79.000	115	758
1963.	131	7	—	138	308.520	140.000	99	445
1964.	177	3	3	183	281.588	145.308	126	653
1965.	106	1	—	107	191.260	121.492	89	563
1966.	135	1	—	136	279.000	142.880	97	485
1967.	128	3	—	131	301.120	129.010	101	436
1968.	143	3	—	146	338.120	129.971	111	429
1969.	116	2	—	118	308.760	125.760	98	380

Napomena:

Smrtne povrede u 1954. godini prouzrokovane su prodorom vode u jamu. Ostale smrtne povrede (1953, 1955, 1962, i 1964.) prouzrokovane su izne nadnim prurušavanjem na širokim čelima. Izne nadna prurušavanja na širokim čelima su veoma česta pojava u ovoj jami (za poslednjih 35 mjeseci rada imali smo 210 prurušavanja). S obzirom na njihov intenzitet, opasnost po zaposlene te proizvodne gubitke, ona će biti opisana u jednom od mojih sledećih radova.

Uočljiva su tri pozitivna momenta:

- uvođenje širokočelne otkopne metode (1959. g.)
- uvođenje gumenih transportera (1963. godine)
- proglašenje jame metanskom (1965. g.).

Posebno je osjetno poboljšanje stanja zaštite na radu od godine proglašenja jame metanskom.

Strukturalni pregled povreda

Na osnovu analize povreda u jami »Omazići« (period od 1966—1969. g.) imamo ovakve pokazatelje:

Povrede po mjestima događaja

a)

— široka čela	69,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— pripremna radilišta	6,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— jamsko održavanje	7,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— vanjski radovi	3,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— van radnog mjesta	3,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— ostalo u jami	9,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Ukupno:	100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

b)

— povrede pri podgrađivanju	27,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povrede pri kopanju i utovaru uglja	19,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povrede pri zarušavanju (vađenju podgrade)	17,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— uža i šira priprema	5,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Povrede po izvorima

a)

— zbog pada predmeta	58,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— zbog pada predmeta sa visine	7,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— zbog rušenja	11,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— ostale povrede	23,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Ukupno:	100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

ò)

— povrede zbog rada postrojenja	12,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povrede pri prenosu materijala	14,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povrede pri kretanju	8,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povrede iz krovine (stropa)	21,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povrede iz boka	9,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povrede zbog uboda žice i užeta	5,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— posjekotine	2,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povrede na mašinama	2,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

**Povrede po uzrocima**

— nepažnjom nesrećenog	41,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— krivicom drugog lica	21,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— »viša sila«	36,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Ukupno:	100,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

**Povrede po djelovima tjela**

— povreda ruku	48,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povreda nogu	22,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povreda glave	16,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povreda trupa	12,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Ukupno:	100,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Najviše ozljeda ima u V, VI, VII i IX mjesecu

**Povrede po danima (redosled po broju povreda)**

— ponedjeljak
— petak
— srijeda
— utorak
— subota
— četvrtak

**Vrste povreda**

— udarac, uboj	76,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— oglebotine	11,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— povrede oka	8,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
— ostalo	4,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Ukupno:	100,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

**Povrede po smjenama (od ukupnih povreda)**

— U I smjeni	43,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (47,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> zaposlenih)
— U II smjeni	30,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (27,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> zaposlenih)
— U III smjeni	26,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (25,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> zaposlenih)
Ukupno:	100,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

**Povrede po časovima rada (redosled po broju povreda)**

I smjena	II smjena	III smjena
— Od 13—14 h	— Od 17—18 h	— Od 0,1—0,2 h
— Od 9—10 h	— Od 18—19 h	— Od 0,2—0,3 h
— Od 10—11 h	— Od 21—22 h	— Od 23—24 h
— Od 8—9 h	— Od 20—21 h	— Od 0,4—0,5 h
— Od 14—15 h	— Od 19—20 h	— Od 24—0,1 h
— Od 12—13 h	— Od 16—17 h	— Od 0,5—0,6 h
— Od 11—12 h	— Od 22—23 h	— Od 0,6—0,7 h
— Od 7—8 h	— Od 15—16 h	— Od 0,3—0,4 h

**Povrede po kvalifikacijama**

— KV radnici	47,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (zaposleno 31,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— NK radnici	27,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (29,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— PK radnici	22,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (26,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— VK radnici	3,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (7,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— Službenici	0,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (4,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
Ukupno:	100,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

**Povrede po godinama radnog staža**

— od jedne godine	2,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (zaposlenih 3,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— od jedne do 3 god.	16,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (10,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— od tri do 5 god.	8,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (6,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— preko 5 godina	72,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (78,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )

**Povrede po godinama starosti**

— preko 30 godina starosti	49,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (zaposlenih 64,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— od 25—30 godina starosti	34,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (20,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— od 20—25 god.	14,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (14,38 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
— do 20 god.	1,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,82 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
Ukupno:	100,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

## Kritički osvrt na dosad preduzimate mjere za sprečavanje povreda

Tehničko-organizaciona pravilnost izvedbe (obave) pojedinih faza tehnološkog procesa doprinosi željenom stepenu sigurnosti zaposlenih te postizanju planiranih proizvodnih efekata. Tehnička pravilnost rada smanjuje broj nesrećnih slučajeva. Kontrola pravilnosti izvedbe svakog posla mora biti konstantna, uočeni nedostaci (uzročnici ozljeđivanja) imaju se odmah otklanjati (poboljšanje) organizacionom ili tehničkom kvalitetom.

Rudarska djelatnost je specifična grana privrede. Podzemno rudarenje spada među najteže vrste poslova. Svaka obava posla ma gdje i kako vršena, nosi u sebi rizik grešaka i propusta, a psihofizičko ulaganje čovjekovog rada (ka opredmećenju) put je ka ozljeđivanju i pomanjkanju (ako se ne sanira i regeneriše) čovjekove psihofizičke potencijalnosti.

### Faktor čovjek

Radnici ove jame žive (većina) 15—20 km od mjesta rada. Poluseljacima sa troje do 10 djece. Pretežno su siromašnog stanja. Starosna struktura nepovoljna, kvalifikacije stečene pred internim komisijama. Najveći dio njih je (usled teškog fizičkog rada, slabih uslova življenja i slično) pri kraju svog radnog vijeka. U toku 1968. godine od ukupnog broja zaposlenih na pogonu je bilo 10% invalida rada.

Oni ostaju pri pogonu, raspoređuju se na lakša radna mjesta, praktično, neproduktivni su.

Briga oko sigurnosti je u drugom planu (iza proizvodnje), kampanjska — deskriptivna. Nema kontinuirane akcije poboljšanja stanja zaštite na radu. Ako se desi teža nesreća, odmah iza nje se stanju zaštite na radu poklanja veća pažnja.

Međutim, postepeno, zaboravlja se na nesreću, brige oko sigurnosti i opreznosti popuštaju, dolazi do nove još teže nesreće. Nedovoljno razrađen sistem nagrađivanja (normiranost radova) pogoduje učestalosti povređivanja. Stimulisanje neozljeđivanja (provjereno no ukinuto) osjetno smanjuje broj povreda na poslu. Mnogi radovi nisu normirani.

Radnici izbjegavaju (pr. dopunsko podgrađivanje na šir. čelima) da rade bilo kakav dopunski posao (»ne piše se«) na osiguranju radilišta. Rad je usmjeren na normirane poslove — kvantitet posla ima osjetan primat nad

kvalitetom. Nadzorno osoblje toleriše ovakvu situaciju. Pažnja nadzornog osoblja je usredsređena na, po proizvodnju, izdašna radilišta — ostala se zanemaruju. Mnogi poslovi (rudarskim zakonom zabranjeno) se obavljaju putem vremenske norme — »akorda«.

### Tehničko-organizacione mjere koje treba preduzeti za poboljšanje stanja zaštite na radu

Rezultati uzajamnog uticaja geološko-rudarskih i tehničko-organizacionih faktora pokazuje stanje sigurnosti u rudniku te stepen ugroženosti zaposlenih.

— U 1969. godini (od ukupnog broja) 90,5% povreda je nastalo u jami. Ostale povreda (9,5%) dogodile su se van jame. Na širokim čelima (od ukupnog broja povreda u jami) se dogodilo 72,7% povreda.

— Navedeni podatak ukazuje na to da su široka čela najveće gnezdo nastanka povreda na poslu. Radi toga, proanalizirat će se povređivanje na širokim čelima (po radnim operacijama).

### Tehničke mjere

Podgrađivanje je teška radna operacija. Za normalnu obavu ovog posla potrebna su tri iskusna (jalka) radnika i kompletan pribor-alat za postavljanje stupaca i greda. Broj povreda je visok radi pomanjkanja navedenog. Ne treba dozvoliti ugrađivanje neispravne čelične podgrade i obavezno zahtijevati njeno propisno postavljanje.

Zarušavanje (vadenje čel. podgrade) je znatno olakšano uvođenjem pneumatskih raubera. Ovo je povećalo učinak kod ove radne operacije i osjetno smanjilo broj povreda. Povrede nastaju pri rukovanju rauberom (prenošenje, kopčanje vučne kuke-lanca i sl.).

Postavljanje patosa je izvor manjeg broja ozljeđivanja. Ozlede se dešavaju pri prenošenju materijala za patos.

Kopanje i utovar uglja. — Kod ove radne operacije povrede su najbrojnije. Pad boka, pad kamena iz stropa, utovar uglja u grabuljar, prebacivanje grabuljara, bušenje minskih rupa i sl. izvori su povređivanja.

— U 1968. godini 17,8% povreda (od ukupnog broja na pogonu) nastalo je zbog udara uglja iz boka.

— U 1969. godini taj broj iznosi 13,2%. Na osnovu istraživanja ove pojave došlo se do zaključka da se široka čela moraju održa-

vati na projektovanom razmaku od 15—20 m (regulisanje otkopnih pritisaka) te postavljanju otkopne linije širokih čela pod uglom od 22° u odnosu na izražene slojnice — klivaže.

— Pad kamena iz stropa (vještačke krovine) je, takođe, veoma čest izvor povređivanja. Pravilno (kvalitetno) postavljen i obnovljen patos te pravilno izvedeno podgrađivanje smanjit će osjetno broj povreda nastalih na ovaj način.

— Pregled i okucavanje radilišta poslije otpucavanja kao i dopunsko podgrađivanje — (obnavljanje patosa) su veoma važna mjera povećane sigurnosti na širokim čelima.

— Ako 2 radnika vrše bušenje minskih rupa (rukovanje bušilicom) povređivanja kod ove radne operacije mogu se sasvim isključiti.

— Pravilno izabran položaj (u odnosu na grabuljar) utovarača uz prethodno pregledan bok i strop na mjestu utovara isključuje povređivanja kod ovog posla.

— Blagovremeno zalaganje bokova i unošenje privremene podgrade sprečiti će osipanje — rušenje bokova.

— Grabuljar prebacuje čitava posada širokog čela uz pomoć rauberu vezanog za redovnu podgradu. Kao i pri zarušavanju, tako i ovdje veoma često dolazi do pada nepravilno ugrađenog čeličnog stupca i grede. To se, takođe, javlja kao uzrok povređivanja. Potrebno je izvršiti provjeru stupca, posmatrati njegovo ponašanje.

Doprema materijala (nošenjem) se vrši sa udaljenih mjesta, kroz prostorije (odvozni hodnik i ulazi na široka čela) koje su često veoma tjesne. Ovo je zamoran posao — uzrok mnogih povreda. Povređivanja na ostalim poslovima u jami nisu toliko brojna. U jami »Omazići«, do sada nijedna povreda nije prouzrokovana električnom energijom, jamskom vodom, provjetravanjem (gasoviklimatski uslovi) i radovima na otpucavanju.

Postojeći tehnološki proces u jami dobro se poznaje. Izvore opasnosti i uzroke povređivanja niko nije istraživao. Postoji niz nepogodnih uslova koji često djeluju istovremeno. Ne poznaje se — nije ispitano:

- ugrožavanje klimatskim uslovima
- ugrožavanje vodom
- ugroženost gasovima
- ugroženost jamskom prašinom
- ugroženost potresima i bukom
- ugroženost zbog smanjene vidljivosti.

Radi ovoga česta su oboljenja krsno-bedrenih mišića, oštećenja koštano-zglobnog sistema, profesionalna nagluvost i neuroza, oboljenja jetre i srca, deformisanje čula vida, te pojava kožnih bolesti i slično.

#### Organizacione mjere

Dobrim zaštitnim mjerama osjetno se produžava radna sposobnost radnika i njegov učinak.

— Na širokim čelima je potrebno postići (konstantno) odgovarajuću zaposjednutost potrebnim brojem radnika. Ovo povećava obim proizvodnje, učinak, sigurnost — ukupnu ekonomičnost poslovanja.

— Transportna sredstva treba snabdjeti zaštitnim uređajima.

— Izbjegavati privremene premještaje radnika sa jednog radilišta na drugo (obezbediti stalnost posada).

— Ograničiti do minimuma rad u III smjeni.

— Pojačati nadzorno-tehničko osoblje (brojčano i kvalifikaciono) za vođenje II i III smjene.

— Obratiti pažnju odabiranju i rasporedu radnika za III smjenu.

— Smjenske pauze — odmore, davati u određeno vrijeme.

Analizom ozleđivanja te praćenja efekata rada (po smjenama i časovima) ispostavilo se da je najbolje koristiti smjenske pauze — odmor i to:

— I smjena treba da koristi odmor od 11 do 11,30 h.

— II smjena treba da koristi odmor od 19 do 19,30 h.

— III smjena treba da koristi odmor od 03 do 03,30 h.

— Nastojati da se mehanizuju fizički teške radne operacije, te radovi koji iziskuju mnogo vremena.

— Isključiti rad u prekovremenim časovima i zabraniti »akord« (vremensku normu). Na otkope postavljati što kvalifikovaniju radnu snagu. Posebno nadzirati radove kod kojih je frekventnost povređivanja visoka.

— Praviti detaljno obrađene godišnje planove daljnjeg poboljšanja stanja HTZ.

— Vršiti potpuno i sistematsko upoznavanje (analizu) povreda-uzroka, te iznalaziti prave zaključke radi eliminisanja nesrećnih slučajeva.

— Utvrđivati protivmjere za suzbijanje nesreća.

— Tražiti izvršavanje propisanih mjera. Ne dozvoliti nastajanje (ponavljanje) povreda na isti način.

— Sve faktore koji ne ostvaruju zahtjeve u području HTZ-a (izvora ugrožavanja) uklanjati. Podizati zdravstveno stanje kolektiva.

— Ustaliti sistematsku saradnju HTZ-a služba — ljekar.

— Ljekar ne poznaje sklop pojedinih radnih mjesta u jami, ne konsultuje se i ne sugerira najbolja rešenja upravi pogona.

— Pogonu se ne dostavljaju (ne rade se) elaborati zdravstvenog stanja zaposlenih na osnovu periodičnih i selekcionih lekarskih pregleda. Ne vrši se sistematsko posmatranje i analiziranje zdravstvenog stanja kolektiva, nesrećnih slučajeva i izostanaka sa posla.

### Zaključak

Iznešeni podaci su dobra osnova za proučavanje mjesta, izvora i uzroka povređivanja. Dat je intenzitet i redosled opasnosti i ugrožavanja radnika.

Postojeća otkopna metoda je uhodana, stečena su dragocjena iskustva.

— projekti eksploatacije i tehnička uputstva izvođenja pojedinih radnih operacija ukazuju na pravilnost i kvalitet njihove izvedbe. Skoro potpuna manipulnost najvećeg broja radnih operacija čini konstantnost stepena ugroženosti. Radnim operacijama treba dati tehničko rješenje (mehanizovanost), sa adekvatnim tehničko-organizacionim mjerama preventivne zaštite.

Nizak stepen mehanizovanosti tehnološkog procesa neverovatno brzo iscrpljuje zaposlene.

Prirodne potencijalne opasnosti (faktori radne sredine) malog su intenziteta. One se daju eliminisati organizacijom sistematske kontrole.

Lični (subjektivni) faktori izvršioca su primarni činioci povređivanja: neobučenost, nepoznavanje opasnosti na radnom mjestu, slaba koncentracija, zamorenost, socijalni uslovi — problemi, samopouzdanje, nedovoljno korišćenje i poznavanje zaštitnih mjera, i sl.

De fakto, stanju zaštite na radu u ovoj jami se ne poklanja dovoljna pažnja. Sličnost

nastanka povređivanja bi trebalo da bude isključena. U protivnom, nema potrebne kontrole, sistematski rad ne uklanja faktore ugrožavanja. Ekonomski položaj ugljenokopa je veoma težak. Prioritet se daje proizvodnji. Istina, ekonomski status (kao faktor sigurnosti) se ne može zanemariti, ali pomanjkanje rada aktivista HTZ-a (loša organizacija, nedovoljna stručna izgrađenost) je glavni razlog stagnacije ove komponente poslovanja.

Ekonomski efekat ovakvog stanja ukazuje na ogromne gubitke:

U 1969. godini smo imali:

	nadnica — dana
— bolovanje zbog povreda	1.630
— obično bolovanje	10.697
<b>Ukupno:</b>	<b>12.327</b>

	dinara
Na ime običnog bolovanja	191.156,85
Na ime običnog bolovanja	199.156,85
<b>Ukupno:</b>	<b>221.679,50</b>

— Ako sa 12.327 izgubljenih nadnica pomnožimo ostvareni opšti učinak pogona, onda skupni novčani iznos doseže oko 2,610.000 dinara.

Pored ovog, treba imati u vidu da jedna smrtna povreda staje preduzeće oko 468.000,00 dinara, a teška sa trajnom invalidnošću 213.720,00 dinara.

Uobičajena kategorizacija povreda (povrede po uzrocima) po subjektivnim i objektivnim uzrocima je proizvoljna, nenaučna — kočnica je progresa, pogoduje stagnaciji. Radniku se najčešće kaže da se povredio sopstvenom nepažnjom. Veoma često se povrede (radi skidanja odgovornosti — ograničenja) pripisuju »višoj sili«. Organizaciono — lični faktor se prikriva faktorom radne sredine. Međutim, svako ugrožavanje — ako je ispitano, ima protivmjeru — komponentu zaštite, koja treba da se nalazi u tehničko-organizacionom kvalitetu (sadržaju) tehnološkog procesa.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Unfallanalyse in der Grube »Omazići«

Dipl. Ing. M. Čuzović\*)

Der Sicherheitsstand in der Grube »Omazići« ist nicht zufriedenstellend (Tab. 7).

In dem Aufsatz wurde die Analyse der Unfälle in der Grube, mit besonderem Rückblick auf Srebbau, von wo die meisten Unfälle der Beschäftigten herrühren (72,7%) gegeben.

Der Aufsatz enthält zahlreiche Angaben, es wurde umfangreiche Unfallstruktur gegeben, weiter wurden technische Organisationsmassnahmen zur Verbesserung des Sicherheitsstandes gegeben.

Die Analyse wurde aufgrund aktiver Untersuchung der Verletzungen an den Unfallstellen, Herkunft und Ursachen der Verletzungen für den Zeitabschnitt von 1966 bis 1969, zusammengestellt. In diesem Zeitabschnitt gab es im Organisationsgefüge der Berwerke Banovići 12 Wirtschaftseinheiten mit 4.084 Beschäftigten (1968).

In drei Gruben des Bergwerks waren 37,4% von der ganzen Arbeiterschaft des Unternehmens (66,71% der Verletzungen in den Gruben) beschäftigt. Die hohen Finanzverluste infolge Verletzungen und Krankengelder, die Gefährdung des physischen Potentials der Bergleute (10% der Arbeitsinvaliden — die Grube »Omazići« im Jahre 1968) u. a. m. stellen vor dieses Kollektiv eine sehr dringende und grosse Aufgabe über die Modernisierung des technologischen Prozesses der Förderung und volle Aktivierung und Aufbau des Sicherheitsdienstes auf den Grundsätzen der modernen Bergtechnik der entwickelten Länder Europas.

Dieser Aufsatz ist ein Beitrag für eine schnellere und vollkommener Lösung dieser Perspektivaufgabe.

Andererseits, kann dieser Aufsatz auch anderen Kohlengruben Jugoslawiens für ein richtiges Verständnis und Lenken des Sicherheitsstandes der Beschäftigten dienen.

---

\*) Dipl. Ing. Milenko Čuzović, jama »Omazići« — Banovići.

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

(I deo)

(sa 3 slike)

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

## Uvod

Naftno-gaskondenzatni sistem Mokrin — severni Banat je već niz godina najveći proizvođač gasa u Jugoslaviji.

Na predmetnom ležištu postoji 12 horizonata u kojima su akumulirani prirodni gas ili nafta. Jedan deo istih se prostire i u NR Rumuniji, što ovom sistemu daje poseban značaj u smislu potrebe ostvarivanja međudržavnog sporazuma o zajedničkom režimu primenjene eksploatacije u cilju obostrane koristi u pogledu dostizanja maksimalno mogućeg koeficijenta iskorišćenja otkrivenih rezervi ugljovodonika (vidi sl. 1).

Kod upoznavanja problematike ovog područja, treba napomenuti da je od navedenih 12 horizonata, nešto detaljnije obrađen gasni horizont u pliocenu, zatim glavni gasni sloj na dubini od 1970. metara, kao i naftni horizonti u središnjem delu strukture u peščarima miocena i u paleoreljefu. Na osnovu toga je i planirana dinamika proizvodnje ugljovodonika, a za ostale horizonte ostaje zadatak da se u toku procesa eksploatacije da nova ocena eksploataibilnih mogućnosti.

Kapacitet automatiziranog visokotlačnog sistema (sl. 2) kod primenjene tehnologije eksploatacije na ovom kompleksu ležišta je dat tako da obuhvata ceo proces sabiranja i transportovanja ugljovodonika (gasa i nafte), uz mogućnost sabiranja i eventualno veće proizvodnje kroz dalju razradu sistema.

## Opšte postavke ispitivanog procesa

Utvrđene rezerve ugljovodonika daju sirovinsku bazu koja obezbeđuje vek eksploatacije od cca 25 godina, uz dinamiku prosečne godišnje proizvodnje na nivou 1968. godine. Placiranje proizvoda na unutrašnjem tržištu, kako kod prirodnog gasa, tako i kod sirove nafte, je u potpunosti obezbeđeno, jer još uvek potrebe tržišta i perspektivni razvoj potrošača, daleko premašuju proizvodni kapacitet ovog područja. Pored toga, sistem otpreme, rešen kroz magistralni gasovod za prirodni gas i magistralni naftovod za sirovu naftu, omogućava, uz relativno male investicije za izgradnju priključnih sistema, snabdevanje korisnika na području od cca 250 km od ležišta.

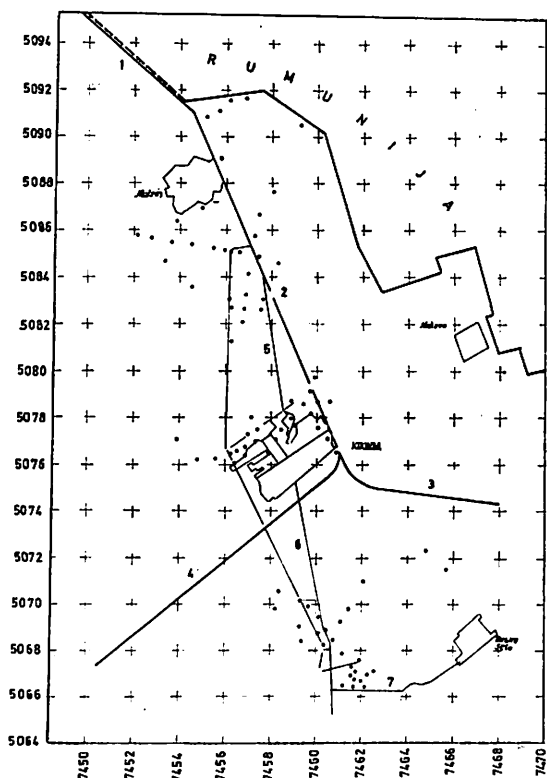
Primena automatike u projektovanom sistemu eksploatacije u datim uslovima omogućava maksimalno moguću rentabilnost eksploatacije, kako kod naftnog, tako i kod gaskondenzatnog dela ležišta.

## Specifičnosti sistema

Postojanje ležišta sirove nafte uz prisustvo gaskondenzatnog ležišta na istom području, dalo je osnovu za poseban prilaz projektovanju i razradi sistema. Opšta tehnološka šema na sistemu primene uz adekvatnu primenu određenog stepena automatike je obeležena specifičnim rešenjima. Postojanje

mogućnosti iskorišćavanja i energije dubinskih toplih voda takođe daje određenu specifičnost celom sistemu.

Velika agresivnost korozivnih agenasa i primenjena oprema zaštite sistema od nekontrolisanog izbacivanja i izlivanja fluida su takođe karakteristike proučavanog sistema.



Sl. 1 — Karta naftno-gaskondenzatnog polja Mokrins-severni banat.

Abb. 1 — Die Karte des Erdöl-Gaskondensat-Feldes Mokrins-Severni Banat.

## KARAKTERISTIKE NAFTNO-GASKONDENZATNOG LEŽIŠTA

### Položaj i komunikativne veze

Naftno-gaskondenzatni kompleks Mokrins leži u severnom Banatu, severno od grada Kikinde, a delom prelazi na teritoriju Rumunije. Središnji deo sistema leži na cca 11 km od Kikinde u pravcu sever. Ceo kompleks ima sledeći geografski položaj:

Geografska dužina — istočna 20°24' do 20° 27'  
Geografska širina — severna 45° 55' do 45°50'30"

Nadmorska visina cca 80 m.

Na severnoj i severozapadnoj strani kompleksa nalazi se naselje Mokrins koje je povezano asfaltnim putem II reda sa Kikindom. Od ovog puta se odvaja kameni put IV reda do središta sistema. Kroz područje prolazi željeznička pruga normalnog koloseka koja povezuje ovo područje sa željezničkom mrežom SFRJ.

### Prikaz geoloških i geofizičkih radova

Godine 1942. nemačka firma »Seismos« je na ovom području izvršila prva gravimetrijska merenja, a 1960. godine Geozavod, Beograd je izvršio prva seizmička merenja. U toku naredne 3 godine izvršena su i detaljna seizmička merenja uz dobijanje detaljnijih podataka o strukturi na ovom kompleksu, na bazi kojih je izrađena i strukturna karta ovog područja.

### Rezultati dubokih istražnih i eksploatacionih bušenja

Polovinom 1961. godine bušena je prva duboka istražna bušotina Mk-1, koja je dostigla dubinu od 2058,40 m probušivši nekoliko produktivnih slojeva sa prirodnim gasom. U narednih nekoliko godina nastavljeno je intenzivno bušenje dubokih istražnih i eksploatacionih bušotina.

Do sada je ukupno izbušeno 37 bušotina, sa 83.558,80 izbušenih metara, i to 31 pozitivna i 6 negativnih bušotina.

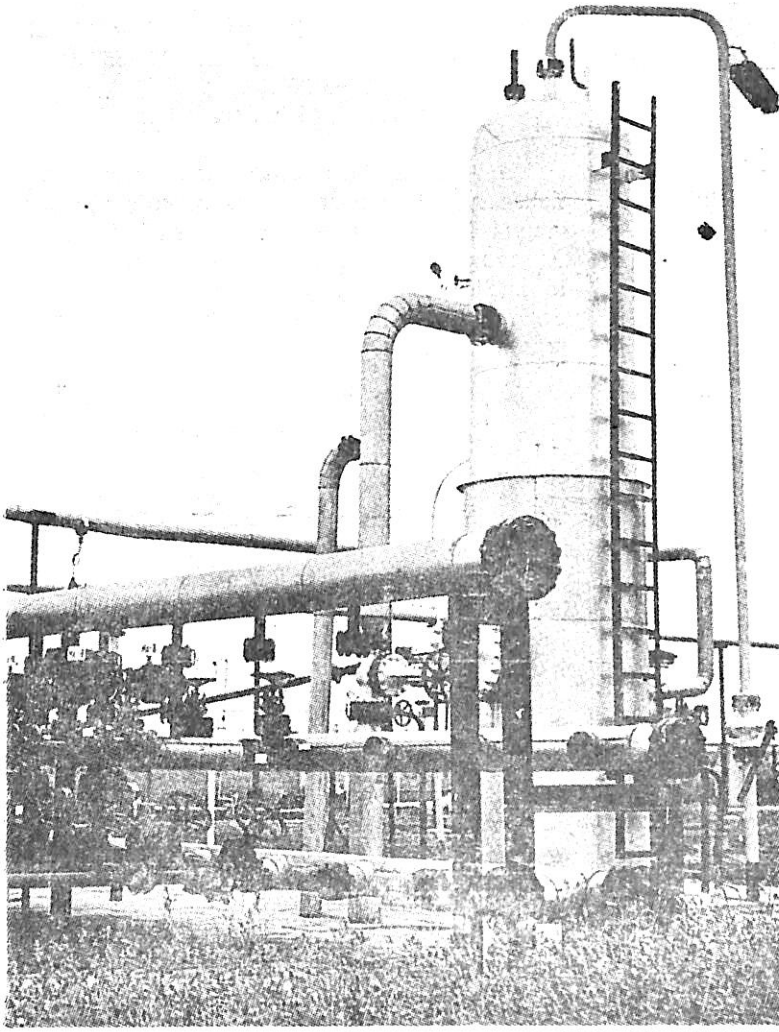
Najdublja bušotina na području SR Srbije i SAP Vojvodine nalazi se na ovom kompleksu: Mk-19 bušotina duboka je 3.166,20 metara.

### Geološke karakteristike ležišta

Naslage kvartara su predstavljene glinama delimično peskovitim i liskunovitim vodonosnim peskovima.

Pontijski sedimenti su predstavljeni u donjem delu glinovito peskovitim laporima sa interkalacijama peščara i peskova. Gornji deo ponta sadrži peskovite gline, peskove i delimično peščare. U sedimentima ponta utvrđene su količine ugljovodonika od ekonomskog značaja. Paludinski sloj je zastupljen jezersko barskim slatkovodnim naslagama.





Sl. 2 — Sabirna stanica za proizvodnju nafte i prirodnog gasa Mokrin — severni Banat.

Abb. 2 — Sammelstation für Erdöl — und Natugasförderung Mokrin-Severni Banat.



Sl. 3 — Prikaz primera štetnog dejstva korozivnih agenasa na opremu za eksploataciju zemnog gasa Mokrin-severni Banat.

Abb. 3 — Beispiel zur Darstellung der schädlichen Wirkung der Korrosionsagenten auf die Ausrüstung bei der Naturgasförderung Mokrin — Severni Banat.

Miocenski slojevi su srednjezrni i krupnozrni peščari, peskovi interkalisani glinama, zatim konglomeratičnim peščarima i litotamnjskim krečnjacima. Produkcioni slojevi ove starosti i stene podloge su jedna hidrodinamička celina.

Paleoreljef je predstavljen kristalastim škriljcima na jednom delu strukture, granitima i gnajsovima na drugom (severnom) delu. Kristalasti škriljci su ispucali i zdrobljeni u gornjem delu, i predstavljaju dobar rezervoar stene.

### **Analiza utvrđenih pozitivnih horizonata**

Na ovom kompleksu ležišta ukupno je ustanovljeno 12 pozitivnih horizonata.

Horizont I ima dubinu zaleganja 1203 — cca 1213 m.

Horizont II leži u intervalu 1456 — cca 1465 m. Ovaj sloj je stavljen u eksploataciju kao gasni sloj.

Na intervalu 2101 do cca 2126 m nalazi se naftni horizont koji ima pravac prostiranja od bušotine Mk-14 prema severu i jugu strukture.

Glavni gasni horizont se prostire od juga do severa strukture, zatim od Mk-2 prema zapadu i delimično prelazi u NR Rumuniju.

Naftno-gasni interval I<sub>a</sub> ustanovljen je na bušotinama Mk-21 i 22 i 23 a na bušotini Mk-12 se nalazi na intervalu 2074 do cca 2086 m.

Takođe naftno-gasni horizont koji označavamo sa II na bušotini Mk-12 na intervalu 2115 do cca 2106 m daje naftu, dok na bušotini Mk-1 na dubini 1944 do cca 1940. proizvodi gas sa dosta velikim procentom destilata (gazolin). Ovaj horizont se prostire u prostoru bušotina Mk-1-12-20-23.

Naftno ležište B utvrđeno je na bušotini Mk-24, delimično prelazi u NR Rumuniju gde predstavlja ekonomski značajan horizont za proizvodnju nafte.

Naftni horizont u škriljoima se prostire od bušotina Mk-1 — 9 — 10 — 13.

Gasni horizont konstatovan na bušotini Mk-24 leži na intervalu 2142 do cca 2139 m.

Naftni horizont obeležen kao III utvrđen je na intervalu 2377 — 2307 m na bušotini Mk-22.

Na bušotini Mk-24 na intervalu 2119 do cca 2113 m, kao i na bušotini Mk-21 na intervalu 2042 do cca 2038 m utvrđen je gasni ho-

rizont A, koji takođe prelazi u NR Rumuniju, gde ga obeležavaju kao naftni horizont.

Naftno ležište u škriljcima ovog kompleksa pripada po starosti miocenu, a po tipu ležišta je naftno ležište sa gasnom kapom u zdrobljenim škriljoima i miocenskim peščarima u jednoj hidrodinamičkoj celini.

Kontakt nafta-voda leži na dubini cca 2336 metara.

Dubina rezervoar stena iz eksploatacione zone škriljaca i iz produktivne zone peščara miocena leži na intervalu 2025 m do cca 1962 m. Kontakt nafta-gas leži na ovom delu ležišta na intervalu cca 1980 m.

### **Karakteristike rezervoar stena**

#### **Osobine rezervoar stena naftnog ležišta**

Rezervoar stene naftnog ležišta su predstavljene kristalastim škriljcima, miocenskim peščarima i delimično brečama. Dubina zaleganja horizonata rezervoar stena iz eksploatacione zone kristalastih škriljaca i iz horizonata peščara miocena je od 1942 do cca 2025 m. Efektivna moćnost produktivnih horizonata miocenskih peščara je cca 30 m i varira do cca 2,5 m. Moćnost rezervoar stena paleoreljefa (gornja granica) je uzeta od površine kristalastih škriljaca do dubine kontakta nafta-voda, odnosno nafta-gas. Rezervoar stene paleoreljefa odlikuju se sekundarnom, pukotinsko-prslinskom poroznošću, dok rezervoar stene miocena predstavljaju peščari i sitnozrni peskovi sa interkalacijama gline i lapora.

Kod miocenskih peščara cementna masa je predstavljena kalcijum karbonatnom i glinovitom supstancom. U jednom delu ležišta egzistiraju kao rezervoar stene breče pukotinsko-prslinske poroznosti sa sadržajem ugljovodonika.

Dubina intervala nivoa nafte nalazi se na cca 2336 m.

Kod dela ležišta gde su rezervoar stene predstavljene brečama, produktivni interval leži na dubini cca 2336 do 2309 m, ima porozitet cca 13%, efektivnu moćnost 27 m i zasićenje vodom 42%.

Kod rezervoar stena predstavljenih kristalastim škriljcima zdrobljene zone paleoreljefa, gde je zastupljena pukotinsko-prslinska poroznost, zasićenje vodom je cca 35%, dok moćnost varira od 74 m do 23 m.

Kod peščara miocena je zastupljena intergranularna poroznost (koja iznosi u proseku 17

odsto. Ukupna efektivna moćnost ovog tipa kolektora varira od cca 8 m do cca 29,50 m.

Dubine eksploatacionih produktivnih horizontata kod ležišta predstavljenog miocenskim peščarima se kreću između 2222 do 1943 m.

Naftno ležište (kompleksa Mokrin, predstavljeno navedenim tipovima rezervoar stena miocena i zdrobljene zone paleoreljefa, ima sledeće zapremine:

Rezervoar stena — kristalasti škriljoi zdrobljene zone paleoreljefa cca 87.000.000 m<sup>3</sup>.

Peščari miocena sa sadržajem nafte cca 19.500.000 m<sup>3</sup>. Miocenski peščari — sa gasom plinske kape cca 16.200.000 m<sup>3</sup>. Kristalasti škriljci — plin gasne kape cca 70.000.000 m<sup>3</sup>.

Pritisak na srednjem nivou eksploatacionog horizonta (2322 m) ... 281 kP/cm<sup>2</sup> a temperatura 134 °C.

#### Fizičke osobine fluida naftnog ležišta kompleksa Mokrin

Specifična težina nafte — 20°C	0,82
Stinište	+20°C
Sadržaj parafinskog gela	20%
Sadržaj asfaltogena	0,33%
Početak destiliranja	68°C

#### Destilacija po Engleru:

do 100°C	3%
do 150°C	16%
do 200°C	28%
do 250°C	40%
do 300°C	53%
do 350°C	69%
do 357°C	80%

Viskozitet ... 2,65 cP (na slojnoj temperaturi)

#### Viskozitet u zavisnosti od temperature:

30°C	7,87 cP
40°C	4,20 cP
50°C	3,35 cP

Rastvorljivost gasa ... 157 Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

Volumen formacije ... 1,51.

#### Fizičke osobine fluida naftnog ležišta kompleksa Mokrin — gas

Analize rastvorenog gasa u nafti naftnog ležišta kompleksa Mokrin daju sledeći sastav gasa:

C <sub>1</sub>	81,50%
C <sub>2</sub>	8%
C <sub>3</sub>	3,70%
i—C <sub>4</sub>	1,15%
i—C <sub>5</sub>	0,50%
n—C <sub>4</sub>	1,15%
n—C <sub>5</sub>	0,50%
N <sub>2</sub>	2,90%
CO <sub>2</sub>	0,67%
Spec. tež. gasa	0,6604

Na osnovu navedenog, nafta naftnog ležišta kompleksa Mokrin pripada tipu teških visokoparafinskih nafte. Gas sa sadržajem CO<sub>2</sub> ima korozivno dejstvo na opremu za eksploataciju (sl. 3).

#### Karakteristike gasnog ležišta i ostalih naftno-gasnih horizontata kompleksa Mokrin

Nalazišta zemnog gasa i nafte u pontijskim peščarskim sedimentima su raznovrsna i brojna, i smatraju se kao zasebne celine u hidrodinamičkom pogledu. Rezervoar stene su predstavljene peščarima međuzrnske poroznosti, dok je horizont plina označen sa »2« predstavljen peskovima.

Moćnost horizontata varira. Na horizontu Ia iznosi cca 15 m, a na gasnom ležištu I, utvrđenom kao glavni plinski sloj, moćnost se kreće do cca 22 m, dok kod horizonta »2« — plinski interval varira u granicama cca 7 do 8 m.

Eksploatacioni horizonti rezervoar stena pontijske starosti sa sadržajem nafte i plina (interval II) zaležu u intervalu od 2115 m do 2.940 m, dok slojevi horizonta Ia imaju dubinu zaleganja u intervalu 2077 do 1974 m. Na plinskom ležištu I peščari pontijske starosti imaju

dubinu zaleganja 2069 do 1905 m, dok kod plinskog horizonta »2« se nalaze na dubini 1565 do 1456 m.

Porozitet ima srednju vrednost cca 22,67%, a srednje zasićenje je cca 30,44%.

Ukupna efektivna moćnost ležišta Ia kompleksa Mokrin iznosi 14,60 m, porozitet 16,85%, zasićenje 29,20%.

Karakteristike rezervora stena glavnog gasnog sloja ležišta I kompleksa Mokrin:

Srednja poroznost	20,72%
Srednje zasićenje	31,24%
Efektivna moćnost varira od cca 2 m do cca 21,20 m.	

Početni slojni pritisak iznosi cca 205 kp/cm<sup>2</sup>, a slojna temperatura cca 113°C. Stav zemnog gasa po uzorku uzetom iza erupcionog uređaja je sledeći:

C <sub>1</sub>	93,5 vol %
C <sub>2</sub>	1,2 vol %
C <sub>3</sub>	0,4 vol %
i—C <sub>4</sub>	0,2 vol %
N <sub>2</sub>	4,10 vol %
CO <sub>2</sub>	cca 1 vol %

Količina kondenzata ... 103 g/Nm<sup>3</sup>

Specifična težina kondenzata 0,74

Na bazi iznetih i drugih podataka utvrđene su sledeće zapremine navedenih horizonata i slojeva kompleksa Mokrin:

	m <sup>3</sup>
Horizont II sa sadržajem nafte	cca 17,500.000
Horizont Ia gasni	cca 27,900.000
Glavni gasni sloj (I)	cca 141,500.000
Gasni horizont »2«	cca 5,300.000

Na bazi karakteristika rezervoar stena i fluida u svim ležištima kompleksa Mokrin, programirana je tehnologija eksploatacije, sabiranja i transporta nafte i zemnog gasa

#### SUMMARY

### Exploitation of Oil-Gas-Condensating System Mokrin — Severni Banat with a Review to Safety Measures

V. Rosić, min. eng. — B. Ristić min eng.\*

The system for exploitation of natural gas and oil Mokrin (North Banat) is the largest producer of natural gas in SFRY, and it is connected by the longest Yugoslavia's gasline (Mokrin—Kikinda—Pančevo—Smederevo) with consumers in industry and public consumption ranging from the North to South Banat. The deepest exploitation borehole in Serbia is within this system (Mk-19 — 3.166.20 m).

The system is completely automated — one operator (high-skilled mines) per shift produces approx 300 million Nm<sup>3</sup> of natural gas/year.

Owing to the characteristics (explosive) of the produced fluid, as well as the properties of the deposit (see section I of the paper), up-to-date safety methods in oil winning were designed and applied in practice, both in the underground and surface installations of the exploitation system (Odorization of the gas, Dynamic Relief underground equipment by fixing packers, Prevention of Corrosive actions by pumping anticor inhibitors, installment of Depth safety valve counter-retaining valve and Automatic safomatic device, hydro-insulation of pipelines, installment of a Fire-fighting valve on side gas lines, as well as the use of automation in safety equipment in consumers gas installations), and this will be fully discussed in the section II of this paper (to be published in the next number of this journal).

\*) Dipl. ing. Velibor Rosić, upravnik revira i dipl. ing. Božidar Ristić, glavni inženjer revira, Kikinda.

## Literatura

- Aksin, V., 1967: Geologija nafte. — »Naftagas«, Novi Sad.
- Ivanović Z., Marojević R. 1964: Proizvodnja nafte i gasa. — »Naftagas«, Novi Sad.
- Katz, L. D., 1959: Handbook of Natural Gas Engineering, Mc Gran-Hill Book Company, inc. New York, Toronto, London.
- Nedeljković, V., 1963: Eksploatacija naftnih i gasnih ležišta I i II deo. — »Naftagas«, Novi Sad.
- Parađanin, Lj., 1965: Geotermska energija, Beograd
- Rosić, V. S., —Ristić, B. T., 1968: Prilog proučavanju proizvodnje nafte i zemnog gasa u naseljenim područjima pri eksploataciji visokotlačnim separiranjem. — Rudarski Institut Beograd, »Sigurnost u rudnicima«, 3 (2).
- Rosić, V. S., — Ristić, B. T., 1969: Analiza visokotlačnog sistema za proizvodnju nafte ležišta Kikinda-varoš sa aspekta sigurnosti u naseljenom području. — »Nafta«, Zagreb 20 (2).
- Rosić, V. S., — Ristić, B. T., 1969: Nekontrolisano izbacivanje i prodiranje nafte i gasa iz eksploatacionih bušotina. — »Nafta«, Zagreb 20 (5).
- Steiner, I. Žinić, S., Čizmić, N. 1969: Suvremena pitanja naftnog rudarstva. — »Nafta«, Zagreb (8).
- Stark, E. 1970: Plinska privreda Jugoslavije. — »Nafta«, Zagreb (1), god. XXI.
- Vučičević, M. — Đurić, N. 1970: Priprema prirodnog gasa gaskondenzantnog ležišta Mokrin za transport i potrošnju. Izdavač R. J. Kikinda.
- Dokumentacija Naftne industrije »Naftagas« Novi Sad.

## Neki aspekti zaštite na radu u kompaniji Cerro de Pasco Corp. u Peru-u

Dr ing. Stevan Marković

### Uvod

Ova kompanija poseduje desetak većih rudnika bakra, olova, cinka i srebra u centralnom delu Peru-a zajedno sa šest postrojenja za pripremu rude i topionice i rafinerije olova, bakra, cinka i retkih i plemenitih metala. Ovim proizvodnje kompanije Cerro de Pasco iznosio je u 1969. godini oko 60.000 tona bakra, 86.000 tona olova, 155.000 tona cinka, 8.000 tona bizmuta, 650 tona srebra, 500 t koncentrata volframa pored proizvodnje kadmijuma, indijuma, antimona, selena, telura, zlata i drugih nusproizvoda.

Ukupan broj zaposlenih iznosio je oko 14.000 radnika i službenika.

### Opšta organizacija preduzeća

Pomenuto preduzeće pripada grupi velikih rudarskih preduzeća koja imaju, osim sopstvenih rudnika i postrojenja, takođe interese u

vidu uloženog ili pozajmljenog kapitala u drugim malim preduzećima.

Preduzećem rukovodi generalni direktor sa dva pomoćnika. Delatnosti preduzeća podeljene su na sektore na čijem čelu se nalaze direktori sektora. Sve operativno i administrativno rukovođenje vrši se preko sektora. Postoje sektori za rudarstvo, geologiju, pripremu mineralnih sirovina, metalurgiju, konstrukcije i održavanje, istraživanja, personalni sektor i sektor zaštite na radu. Ovde treba podvući da je sektor zaštite na radu u istom rangu kao ostali sektori osnovnih delatnosti, ali za razliku od ostalih u kojima rukovođeće položaje zauzimaju stranci, on je sastavljen isključivo od peruanskih službenika i stručnjaka. Isto tako, dok je službeni jezik u svim ostalim sektorima engleski, u sektoru zaštite službeni jezik je španski.

## Organizacija sektora zaštite na radu

Organizacija je vrlo jednostavna. Sektor se sastoji iz odeljenja za medicinu rada, odeljenja inspektora, odeljenja instruktora, odeljenja za propagandu i odeljenja za evidenciju. Odeljenje medicine rada ima nekoliko lekara i više tehničara koji proučavaju ambijent i profesionalne bolesti. Lekari koji se bave medicinom rada objavljuju povremeno studije koje se dostavljaju upravi i zainteresovanim sektorima i pogonima. Ti radovi se čak publikuju i u interameričkim časopisima za medicinu rada i profesionalna oboljenja. Lekari ovog odeljenja imaju za dužnost da redovno pregledaju radnike, propisuju radne uslove i nadgledaju vođenje zdravstvene statistike.

Odeljenje inspektora ima za zadatak obilazak pogona i laboratorija radi provere kako se sprovode propisane i zakonske mere zaštite na radu. Inspektori takođe u svakoj organizacionoj jedinici jednom mesečno drže zbor radnika i službenika po pitanjima zaštite o čemu će biti reči docnije. Inspektori i njihovi pomoćnici su kvalifikovani stručnjaci, obično inženjeri, mahom mlađi ljudi kojima je ovo posebna struka, ako ne i jedina specijalnost od koje će stvarati karijeru. Veliki broj inspektora primio je posebnu obuku u inostranstvu u pogledu zaštite, najviše u SAD.

U instruktorskom odeljenju se održavaju kursevi na raznim nivoima u vezi obuke pogonskih inspektora, merama zaštite, kao i obuka novih radnika koji se tek primaju na rad. Postoje i posebni povremeni kursevi po raznim temama za šefove smena i poslovođe pogona.

Propagandno odeljenje sektora zaštite organizuje neku vrstu stalnog takmičenja u sigurnosti na radu među pogonima i drugim radnim jedinicama. Na primer, na vidnim mestima postavljaju se table koje govore o pogonima gde je zaštita dobra i gde ima najmanje povreda i nesretnih slučajeva. To odeljenje takođe priprema plakate po raznim pitanjima zaštite koji se postavljaju na vidnom mestu u pogonima. Ovde se takođe pripremaju i parole koje se postavljaju u krugu preduzeća, kao na primer: »Bolje je izgubiti minut u životu no život za jedan minut« i dr.

Treba naglasiti da su sigurnosne mere i rad službe za zaštitu propisani zakonima republi-

ke Peru-a. Postoji u čitavoj Južnoj Americi jedna jedinstvena međunarodna organizacija za zaštitu na radu, tako da je funkcionisanje ove službe prilično ujednačeno na čitavom kontinentu.

## Organizacija zaštite na pogonima

U svim važnijim pogonima sektora nalazi se po jedan službenik direktno odgovoran za zaštitu na radu. To je takozvani terenski inspektor koji je odgovoran sektoru zaštite i koji koordinira i pomaže rad onih ljudi u pogonu koji su zaduženi za zaštitu.

Svaki novi radnik koji se prima na posao prvi put, obavezan je da prvo prođe kroz kratku obuku u sektoru zaštite, što ujedno treba da predstavlja i test njegovih duševnih sposobnosti. Radnik takođe dobije knjižicu sa opštim pravilima sigurnosti na radu, koju treba da ima uza se i koja se povremeno »prorađuje« sa poslovođama ili drugim iskusnijim radnicima. Radniku se takođe izdaje oprema za zaštitu koja se sastoji od tvrdog šlema i zaštitnih naočara, maske za prašinu, specijalnih dubokih čipela i rukavica za rad. Svaki radnik je obavezan da svu opremu za zaštitu redovno upotrebljava. Poslovođe pogona i radnici su i sami disciplinski odgovorni da njihovi radnici nose zaštitna sredstva kao i o sprovođenju mera zaštite na radnom mestu uključujući tu red i čistoću na radilištu ili laboratoriji.

Iz redova rukovodećeg osoblja svaka radna jedinica bira svog posebnog inspektora za sigurnost na radu, koji svoj rad koordinira sa inspektorom naimenovanim od strane sektora za zaštitu u datom pogonu.

Mandat inspektora iz redova osoblja traje jednu godinu, a zatim se bira drugi. Ovaj inspektor bavi se zaštitom uzgred, ali zato poseduje velika ovlašćenja u vezi onoga za šta je zadužen. On uopšte ne dolazi u konflikt sa poslovođama, jer im pomaže u radu, a time i ublažuje njihovu odgovornost po ovim pitanjima, jer im u stvari olakšava kontrolu sprovođenja zaštitnih mera.

Pojedini istaknuti radnici se takođe biraju i deluju kao pomoćnici inspektora. Svi inspektori i pomoćnici nose na reveru veću jasno istaknutu značku koja potvrđuje dopunsku delatnost kojom su zaduženi, njihovo pravo da intervenišu po pojedinim pitanjima.

Kada novi radnik stupi na svoje radno mesto, on se prvih nekoliko dana ne zadužuje ni sa kakvim poslom. On prve dane rada na novom radnom mestu provodi u obući i upoznavanju posla, gledajući šta se i kako radi, upoznavajući se u isto vreme sa potencijalnim opasnostima ili mogućim izvorima opasnosti na njegovom budućem radnom mestu. Poslovođa, ili šef smene, obavezni su da prvog dana rada novoprimljenog radnika budu uglavnom sa njim da bi ga lično uputili u posao i pokazali mu sve u pogonu, i da mu ujedno skreću pažnju na opasnosti koje dolaze zbog rada mašina, otrovnih reagenasa i sl.

Kao što smo već napomenuli, jednom mesečno se drže takozvana savetovanja o zaštiti na radu u svakoj radnoj jedinici. Čitav sastanak, kome obavezno prisustvuju svi rukovodioci i radnici radne jedinice u pitanju, traje najviše jedan i po čas. Sastanku obavezno prisustvuje i inspektor iz sektora zaštite. Na dnevnom redu sastanka prvo se obično nalazi informacija u kojoj se daje pregled povreda u proteklom mesecu i zbirno od početka godine u radnoj jedinici i sektoru, zatim po svim ostalim sektorima. Povrede se klasiraju na fatalne, onesposobljavajuće, one sa gubitkom vremena (koje zahtevaju bolovanje) i takozvane trivijalne. Broj povreda u radnoj jedinici se upoređuje sa brojem i frekvencijom povreda u ostalim radnim jedinicama u preduzeću. Insistira se na frekvenciji povreda i na ukupnom broju radnih sati koji je protekao u radnoj jedinici ili pogonu od poslednje teže povrede koja je dovela do bolovanja radnika, ili imala i teže posledice. Vrlo se mnogo vodi računa i koliko je koji pogon imao radnih sati bez težih povreda i podaci o tome saopštavaju se ispisivanjem na vidnom mestu. Ukoliko je u radnoj jedinici u proteklom mesecu došlo do povrede sa gubitkom vremena ili do teže povrede, poslovođa drži kratko predavanje objašnjavajući okolnosti pod kojima je došlo do povrede. Obično se posle ovoga razvije diskusija u toku koje izlagač daje dopunska objašnjenja auditorijumu, odgovarajući na postavljena pitanja radi razjašnjenja svih detalja slučaja i pouka za budućnost. Ukoliko do povrede dođe zbog greške poslovođe ili nadzornika, rukovodilac se uzima na disciplinsku odgovornost.

U daljem toku sastanka drži se kratko predavanje, uvek od strane nekog rukovodioca u pogonu po nekoj ranije utvrđenoj temi. To može biti, na primer, zaštita od električne struje ili pravilno korišćenje zaštitnih sredstava, ili kako radnik treba da dođe na posao odmoran i u stanju da može uspešno da sprovodi mere zaštite na radu koje zavise od njega, itd. S obzirom da se u principu teži da se i sami radnici što više zainteresuju za sopstvenu bezbednost, na ovakvim sastancima pohvaljuju se ili nagrađuju oni radnici u radnoj jedinici koji su najviše doprineli sprovođenju mera zaštite ili koji su se na tome poslu na bilo koji način istakli. Nagrade se kreću u iznosima koji odgovaraju vrednosti u našem novcu od 100,00 do 300,00 dinara.

Sastanak se završava prikazivanjem filma u trajanju od oko 10 minuta i koji se odnosi na razne teme. Na primer, prikazuje se kako dolazi do nesretnih slučajeva na transportu ili u radionici, šta se može preduzeti da se spreči, ili kako se pruža prva pomoć, primenjuje veštačko disanje, vrši masaža srca i dr.

Već smo istakli da se vodi vrlo tačna evidencija o broju radnika sati koji je realizovan od poslednje teže povrede u svakom pogonu. Odeljenje za propagandu sektora za zaštitu na radu te podatke ističe na vidnom mestu u svakom pogonu, a za one pogone koji su dostigli izuzetno visoke cifre i na istaknutom mestu pred upravom preduzeća. Kada se u nekom pogonu dostigne cifra od miliona radnika sati bez povrede održavaju se proslave u čast takvog dostignuća i oni koji su za to zaslužni, radnici i poslovođe nagrađuju se novčano i izdaju im se specijalne diplome. Apsolutni rekord jedno vreme držala je topionica — odeljenje bakra i olova, koja je 1967. godine bila dostigla tri miliona radnika sati bez težih povreda.

### Postignuti rezultati

Svakako da stepen i organizacija sprovođenja zaštitnih mera koji su napred opisani i koji su, pre svega, prilagođeni radnoj snazi koja potiče iz vrlo primitivne i vrlo zaostale sredine, bez neke školske predpreme, imaju i određen uspeh. I pored toga što postrojenja nisu najmodernija niti automatizovana, jedan smrtni slučaj za poslednjih pet godina dolazio je na oko devet miliona radnika sati, povreda

sa gubljenjem izvesnog procenta sposobnosti na blizu tri miliona radnika sati, a povrede sa gubitkom vremena na svakih 70.000 radnika sati.

Kompanija ili bilo koje preduzeće zakonski su odgovorni za sprovođenje mera zaštite na radu od povreda i profesionalnih oboljenja. Kompenzaciju za povrede dužno je da izda samo preduzeće. Ono je zakonski obavezno da pruža materijalnu pomoć svim svojim radnicima i članovima njihovih porodica, pa prema tome i da radnika izdržava dok se leči od povrede. Radnik koji je oglašen nesposobnim za rad zbog povrede ili profesionalnog oboljenja stečenog na radnom mestu, prima doživotnu penziju koja najmanje iznosi 80% od njegove poslednje plate. Svaki smrtni slučaj košta kompaniju najmanje 100.000,00 novih dinara zbog kompenzacije porodici, itd.

Ovakve obaveze nameću kompaniji imperativnu potrebu da učini sve da smanji broj povreda i spreči što je moguće više nastajanje profesionalnih oboljenja. Sa druge strane, u interesu kompanije je da obezbedi dobar društveni standard svojim radnicima kao i medicinsku zaštitu i čestu kontrolu zdravlja zaposlenog osoblja. U stvari, svaki radnik ide jednom godišnje obavezno na kompletan lekarski pregled uključujući i rentgenski snimak.

S obzirom na već gotovo ustaljenu tradiciju da se rudari i neke vrste industrijskih radnika slabo hrane i pored relativno visoke zarade, a zbog teškoća u snabdevanju u zabačenim mestima, mnoge strane kompanije u Južnoj Americi, pa i Cerro de Pasco održavaju i sopstvene stočarske farme (koje im takođe donose izvesnu dobit zbog dobrih uslova za gajenje stoke, obimnosti farmi i uvođenja savremenih metoda). Farme su namenjene proizvodnji mesa koje se radnicima prodaje po nižoj ceni od one u normalnoj maloprodaji (čak i do 50%) i na kredit. Kompanija Cerro de Pasco bila je tako razvila stočarstvo da je imala oko 250.000 grla razne stoke, najviše ovaca.

Preduzeće se i na svoj način obezbeđuje da ne dođe u situaciju da plaća odštete, te zbog toga pri prijemu novih radnika gleda da zaposli relativno mlađe ljude, fizički i psihički zdrave.

Informacije koje su napred navedene treba da posluže, kao što smo na početku već naglasili, samo, da bliže obaveste zainteresovane. Takođe, treba imati u vidu da pišući ove beleške nismo imali za cilj da posebno ističemo opisane mere zaštite kao nešto što bi trebalo kopirati i kod nas, miti da time isključivo svu zaslugu pripišemo kompaniji čijim smo se primerom poslužili.

#### SUMMARY

##### Some Aspects of Safety Measures Application in Cerro de Pasco corp. in Peru

Dr S. Marković, (in. eng.)\*

Some details of safety department organisation and of its activities are described in the paper for the sake of information on such matters from South America. Details of the company organisation are given and the importance of the safety department is stressed. This department consists of several sections including inspection, instruction, propaganda, professional diseases and statistics. Activity of each section is discussed. Practical application of safety measures in workshops and plants is detailed, stressing the drilling of new workers in safety before they are assigned to their jobs. As an example a safety meeting in a company's section was described which consists of a review of statistics of various types of injuries which have occurred in the section. Number of injuries is compared with other sections. A lecture is usually given on some safety topic and also a short film on safety measures. Workers are encouraged to practice safety through various incentives and all measures combined result in a comparatively low frequency of accidents.

\*) Dr ing. Stevan Marković, vanredni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.



# Utica j veze motor-kompresor na mogućnost nastanka havarije kod rotacionih klipnih kompresora

(sa 6 slika)

Dr ing. Đorđe Kačkin

## U v o d

Klipni kompresori sa krivajnim mehanizmom po pravilu nisu radne mašine sa posebnim zahtevima u pogledu veze kompresor-motor. Zavisno od specifičnih uslova primene i montaže podjednako se mogu primeniti i direktna veza pomoću odgovarajuće spojnice, i veza preko odgovarajućeg klinastog kaišnika.

Rotacioni klipni kompresori (klipni kompresori sa obrtnim klipovima) predstavljaju, u pogledu veze motor-kompresor, radne mašine sa posebnim zahtevima. Mogućnost nastanka havarije, kod ovog tipa klipnih kompresora, može bitno da zavisi od primenjene vrste veze. Često sigurnost rada kompresorskog postrojenja direktno zavisi od toga, da li je veza motor-kompresor pomoću odgovarajuće spojnice ili preko odgovarajućeg klinastog kaišnog prenosa. Projektant kompresorske stanice, ako raspolaže ograničenim prostorom za smeštaj kompresorskog agregata (jednog ili više), često odabere vezu motor-kompresor na način, koji mu je najpodesniji sa gledišta raspoloživog prostora za smeštaj kompresorskog agregata unutar kompresorske stanice. Neodgovarajuća veza motor-kompresor, ako se radi o rotacionim klipnim kompresorima, može da dovede do loma vitalnih delova kompresora, često i za vrlo kratko vreme. U našoj zemlji su registrovani slučajevi loma rukavca rotora kompresora. Vreme rada kompresora do havarije bilo je u svakom pojedinom slučaju različito, a u jednom slučaju vanredno kratko. Kod tog kompresora do havarije je došlo već nakon

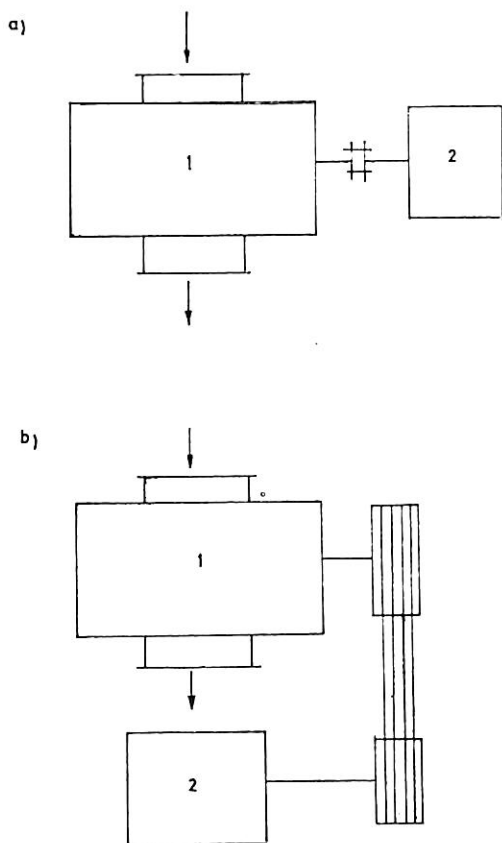
195 časova rada. Broj obrta kompresora iznosio je  $1195 \text{ min}^{-1}$ . Pogon kompresora je bio preko elektromotora domaće proizvodnje (Sever) sa sledećim osnovnim karakteristikama 109 KS (80 KW),  $1460 \text{ min}^{-1}$ , uz pomoć kaišnog prenosa sa 8 klinastih kaiševa ( $16 \times 13 \times 7 \times 3350$ ). Prilikom havarije došlo je do loma rukavca na kome se nalazi kaišnik, neposredno u korenu rukavca na mestu prelaza tela rotora u rukavac. Telo rotora kompresora i rukavci bili su izliveni u jednom komadu.

Očigledno je da prilikom projektovanja kompresorskih postrojenja, ukoliko se radi o rotacionim klipnim kompresorima, problemu veze motor-kompresor, treba pokloniti odgovarajuću pažnju.

Rudarstvo predstavlja industrijsku granu u kojoj su kompresori vemo široko primenjeni. Na prvom mestu po brojnosti primene u rudarstvu su klipni kompresori u svim vrstama konstruktivnog izvođenja. Imajući u vidu brojnost klipnih kompresora primenjenih u rudarstvu, ovaj članak ima za cilj da ukaže na specifičnost veze motor-kompresor, kada se radi o rotacionim klipnim kompresorima i njen uticaj na mogućnost nastanka havarije, a time i na sigurnost rada kompresorskog postrojenja.

## Karakteristike rotacionih klipnih kompresora

Rotacioni klipni kompresori služe za sabiranje vazduha i gasova i rade na istom principu kao i klipni kompresori sa krivajnim mehanizmom.



Sl. 1 — Sematski izgled veze motor-kompresor  
 a. direktna veza pomoću elastične spojnice  
 b. veza putem kaišnog prenosa.

Fig. 1 — Schematic layout of motor-compressor connection  
 a. direct connection by elastic clutch  
 b. connection by a transmission belt.

Osnovni konstruktivni elementi rotacionog klipnog kompresora su sledeći:

— nepokretno cilindrično kućište kompresora

— rotor kompresora, koji se u radu obrće oko ose koja je postavljena ekscentrično u odnosu na osu cilindričnog kućišta

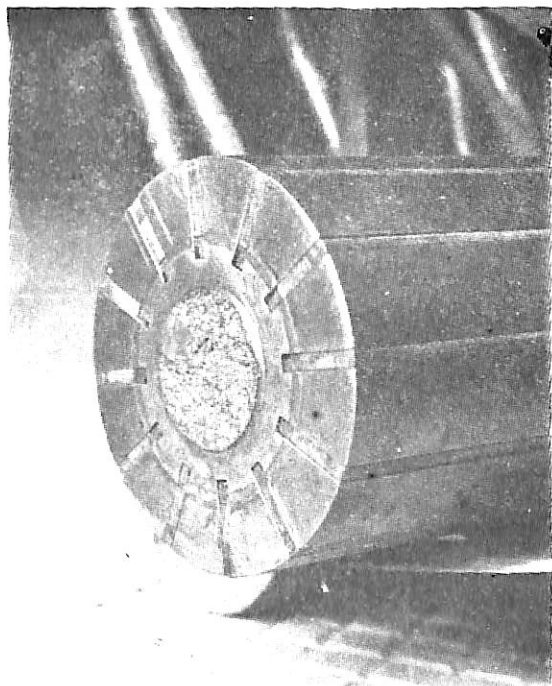
— krilca koja se u radu pomeraju u procepima rotora i klize po unutrašnjoj površini cilindričnog kućišta.

U osnovne prednosti ovog tipa kompresora spadaju: nepostojanje translatornih elemenata znatne mase, mogućnost direktnog spajanja kompresora sa pogonskim elektromotorom uz relativno visok broj obrtaja, visoka uravnoteženost, nepostojanje usisnih, a u najvećem broju slučajeva i potisnih ventila.

U nedostatke rotacionih klipnih kompresora ulaze: povećani mehanički gubici u poređenju sa klipnim kompresorima sa krivajnim mehanizmom, ograničenost pritiska sabijanja, složenost izrade.

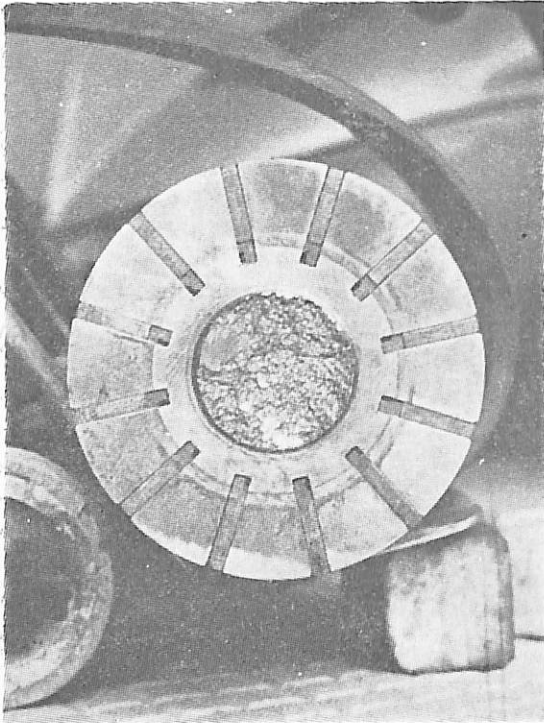
Rotacioni klipni kompresori izrađuju se kao jednostepeni do pritiska sabijanja 4 kp/cm<sup>2</sup> i kao dvostepeni do pritiska sabijanja 8 kp/cm<sup>2</sup>.

Rotacioni klipni kompresori izvode se skoro isključivo za neposredno spajanje sa pogonskim elektromotorom putem elastične spojnice. Obično se čak preporučuje da se elastične spojnice snabdeju sigurnosnim zupcima, koji se automatski smiču kada torzioni momenat dostigne granično dozvoljenu veličinu, usled čega se spojnica razdvaja. Zbog toga se broj obrtaja kompresora određuje brojem obrtaja elektromotora, koji služi za pogon kompresora, pri čemu važi pravilo: što je veći kapacitet kompresora, to je veći njegov broj obrtaja.



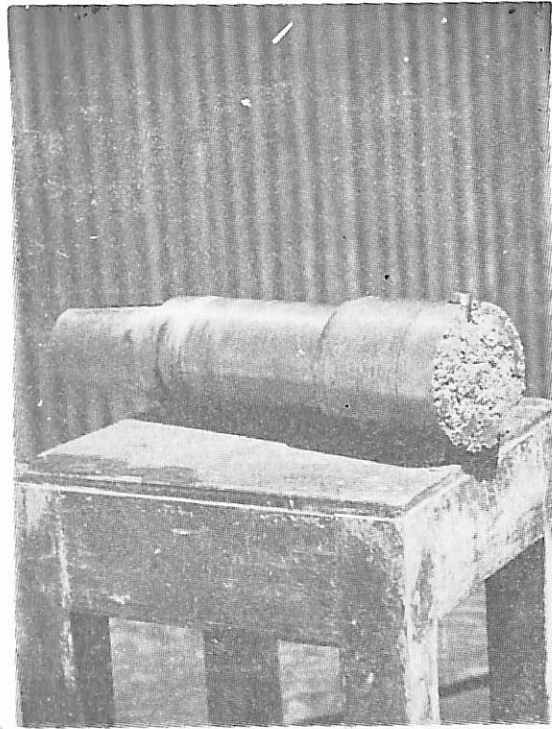
Sl. 2 — Izgled mesta loma jednog havarisanog rotacionog kompresora.

Fig. 2 — Appearance of breakdown point in a damaged rotary compressor.



Sl. 3 — Izgled havarisanog rotora jednog rotacionog kompresora.

Fig. 3 — Appearance of a damaged rotor of a rotary compressor.



Sl. 4 — Izgled havarisanog rukavca jednog rotacionog kompresora.

Fig. 4 — Appearance of a damaged sleeve of a rotary compressor.

### Mogućnost primene kaišnog prenosa za vezu motor-kompresor kod rotacionih klipnih kompresora

U slučaju primene kaišnog prenosa za vezu motor-kompresor kod rotacionih klipnih kompresora, kritična naprezanja, koja mogu da dovedu do loma, javljaju se u korenu rukavca na kome se nalazi kaišnik, na mestu prelaza tela rotora u rukavac. Kod ovog tipa kompresora, telo rotora kompresora i rukavci su, po pravilu, izliveni izjedna. Na kritičnom preseku javljaju se sledeća naprezanja:

— naprezanje usled čiste torzije (statičko opterećenje)

— naprezanje usled čistog savijanja (statičko opterećenje),

koje se javlja zbog postojanja kaišnog prenosa, usled sopstvene težine rotora, sile pritiska na lamelama rotora i zbog težine kaišnika na rukavcu. Pri tome treba imati u vidu, da je naprezanje na savijanje usled sopstvene težine

rotora i sile pritiska na lamelama rotora usled velike blizine tačke oslonca i kritičnog preseka, u praksi uvek moguće zanemariti, a iz istog razloga i naprezanje na savijanje usled težine kaišnika na rukavcu. Pošto moment savijanja kaišnika i moment usled napred navedenih sila imaju, po pravilu, suprotan smer, ova uprošćenja se, po pravilu, mogu smatrati kao sasvim opravdana:

— složeno naprezanje (statičko opterećenje)

— stvarno složeno naprezanje (dinamičko opterećenje).

Očigledno da merodavna naprezanja u kritičnom preseku nisu naprezanja izazvana statičkim opterećenjem, već stvarna naprezanja koja se javljaju u toku rada kompresora. Dopuštena naprezanja u slučaju koji se razmatra, predstavljaju tipičnu tzv. treću vrstu opterećenja (naizmenično promenljivo opterećenje) i znatno su manja nego u slučaju statičkog opterećenja.

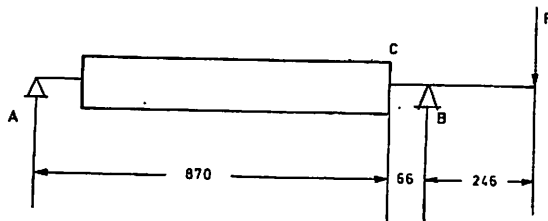
Uticaj koncentracije napona u kritičnom preseku, takođe se mora uzeti u obzir, da bi se dobila slika o dinamičkom stepenu sigurnosti pri složenom naprezanju.

Jasno se iz toga vidi da u slučaju veze motor- kompresor putem kaišnog prenosa u odnosu na direktnu vezu, postoji i dopunsko naprezanje na savijanje koje se javlja baš zbog kaišnog prenosa. Postavlja se pitanje, koliki je uticaj ovog dopunskog naprezanja na izdržljivost u kritičnom preseku, a time i na mogućnost nastanka havarije kompresora.

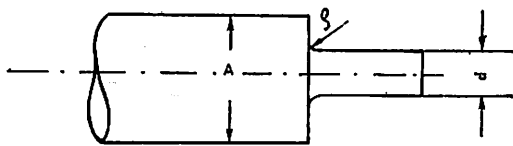
Na ovo pitanje se može najbolje odgovoriti na konkretnom brojnom primeru odgovarajućeg proračuna jednog rotacionog klipnog kompresora. U poglavlju koje sledi dati su rezultati u tom smislu izvršenog proračuna jednog stvarnog rotacionog klipnog kompresora.

### Brojni primer

Računska provera je izvršena za naprezanje u korenu rukavca na kome se nalazi kaiš-



Sl. 5 — Šematski izgled rotora sa rukavcima (brojni primer).  
Fig. 5 — Schematic display of the rotor and sleeves (numeric example).



Sl. 6 — Šematski izgled prelaza rotor-rukavac (brojni primer)  
D = 241 mm  
d = 90 mm  
φ = 4 mm

Fig. 6 — Schematic display of the rotor-sleeve pass (numeric example)  
D = 241 mm  
d = 90 mm  
φ = 4 mm

nik. Telo rotora kompresora i rukavci izliveni su izjedna. Materijal: perlitno-feritni grubo zrnasti sivi liv, niske zatezne čvrstoće.

Osnovni podaci:

- snaga merodavna za proračun: P=90 KS
- prenosni odnos kaišnog prenosa,  $i=1,22$
- broj obrtaja pogonskog elektromotora:  
 $n = 1460 \text{ min}^{-1}$
- osno rastojanje kaišnika: L = 980 mm.

Geometrijski podaci dati su na skici.

Rezultati proračuna:

- naprezanje usled čiste torzije (statičko opterećenje)

$$\tau = \frac{16 M_t}{\pi d^3} = 0,38 \text{ kp/mm}^2$$

statički stepen sigurnosti:

$$v = \frac{\tau_m}{\tau} = 32$$

apsolutno zadovoljava.

- Naprezanje usled čistog savijanja (statičko opterećenje)

$$\sigma_f = \frac{32 M_d}{\pi d^3} = 1,43 \text{ kp/mm}^2$$

statički stepen sigurnosti:

$$v_1 = \frac{\sigma_{fm}}{\sigma_1} = 12,4$$

apsolutno zadovoljava.

Složeno naprezanje (statičko opterećenje)

$$G_i = \sqrt{G_f^2 + \left(\frac{k_f}{k_t} \tau\right)^2} = 1,61 \text{ kp/mm}^2$$

zadovoljava.

- Stvarno složeno naprezanje (dinamičko opterećenje)

$$1,61 > 1,16 \div 1,26$$

ne zadovoljava.

— Dinamički stepen sigurnosti pri složenom naprezanju:

$$v_{Di} = \frac{v_{Df} v_{Dt}}{\sqrt{v_{Df}^2 + v_{Dt}^2}} = 1,11$$

gde je:

$v_{Df}$  — dinamički stepen sigurnosti za savijanje

$v_{Dt}$  — Dinamički stepen sigurnosti za torziju.

Obično je dovoljno da za normalne trajne konstrukcije  $v_{Di}$  bude između 2 i 3, a samo za lake kratkotrajne konstrukcije između 1,6 i 2,2. Za LG koje je izrazito krta materijal, ova vrednost treba da bude i veća. U slučaju koji se razmatra  $v_{Di}$  je znatno manje od potrebnog dinamičkog stepena sigurnosti pri složenom naprezanju.

## Zaključci

Pravilan izbor veze motor-kompresor u slučaju rotacionih klipnih kompresora je od velikog značaja za sigurnost rada kompresora. Rotacioni klipni kompresori grade se skoro isključivo za neposredno spajanje sa pogonskim elektromotorom putem elastične spojnice. U slučaju kaišnog prenosa, opterećenje od savijanja izazvano kaišnim prenosom je važniji uticajni faktor od opterećenja izazvanog torzijom. Svaka nepravilnost u eksploataciji, kod kaišnog prenosa, znatno pogoršava i onako teške uslove pod kojima radi rukavac kompresora. Kaišni prenos uvek daje nepovoljnije uslove rada sa gledišta mogućnosti nastajanja havarije u odnosu na direktan pogon preko odgovarajuće spojnice.

## SUMMARY

### Effects of Motor-Compressor Connection on the Possibility of Breakdowns in Rotary Piston Compressors

Dr Dj. Kačkin, min. eng<sup>\*)</sup>

Adequate selection of the motor-compressor connection in the case of rotary piston compressors is of a great import for the safety of compressor operation. Rotary piston compressors are constructed for direct connection with the driving electro-motor by an elastic clutch. In case of belt transmission, bending load caused by the belt transmission is a more important factor than the stress caused by torsion. Every operation fault, in the belt transmission case, imperils substantially the already difficult operation conditions under which the compressor sleeve operates. Belt transmission always yields more inconvenient operating conditions from the view of breakdown possibilities in regard with direct drive by means of and adequate clutch.

<sup>\*)</sup> Dr ing. Đorđe Kačkin, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

# Aerobni i anaerobni radni kapacitet sa zaštitnom maskom

(sa 1 dijagramom)

Dr Živko Stojiljković — dr Rade Brdarić — dr Srđan Savić

Neposredni izvor — pri mišićnoj kontrakciji — za stvaranje energije je adenzotrifosfat (ATP). Sadržaj ATP-a u ćelijama našeg organizma je relativno mali, ali je vrlo stalan. Utrošak rezerve ATP-a mora se brzo popuniti, pošto mišići gube sposobnost kontrakcije. Resinteza ATP-a ostvaruje se hemijskim reakcijama, i to na dva načina: oksidativnim (ili aerobnim) reakcijama i anaerobnim reakcijama. Konzumacija kiseonika obično služi za vreme rada, kao vrlo dobar pokazatelj aerobnih procesa, odnosno aerobne radne sposobnosti. Nasuprot tome, anaerobne reakcije dovode do nagomilavanja u organizmu proizvoda nepotpunog razlaganja, koji se uklanjaju ne samo za vreme rada već i u periodu oporavka. A to opet, dovodi do porasta konzumacije kiseonika posle rada u odnosu na onaj u periodu relativnog mirovanja. Taj višak utroška kiseonika, koji je dobio naziv »kiseonički dug«, služi kao merilo anaerobnih reakcija, odnosno anaerobne radne sposobnosti.

Aerobne i anaerobne mogućnosti u potpunosti karakterišu funkcionalni optimum energetskeg prometa jednog čoveka i njegove opšte energetske mogućnosti.

Za vreme slobodnog disanja, kada organizam ima dovoljno kiseonika za energetske obezbeđenje rada, koristi se oksidativna fosforilacija koja je najpogodnija i najefikasnija u određenom trenutku. Ali za vreme rada sa zaštitnom maskom, u izvesnom stepenu stvaraju

se hipoksični uslovi koji ograničavaju oksidativnu fosforilaciju i organizam je primoran da se u većem stepenu koristi svojim anaerobnim mogućnostima. Tu, u prvom redu, dolazi do intenzivnije glikolitične fosforilacije, pri čemu se kao krajnji proizvod javlja mlečna kiselina. U sistemu regulacije metabolizma ćelije, oksidacija i glikoliza imaju nekoliko dodirnih tačaka. U tim tačkama one mogu da »konkurišu« jedna drugoj, u odnosu na korišćenje supstrata ili koenzima koji su za njih zajednički. Pitanje je, međutim, koji će od tih procesa preovladati pri napornom mišićnom radu, jer to zavisi od uslova pod kojima se vrši određeni rad.

Korišćenje anaerobnih procesa za energetske obezbeđenje rada dovodi do niza neželjenih promena u organizmu. Imajući to na umu, u našim ispitivanjima pratili smo kretanje koncentracije mlečne kiseline u krvi, koja može da posluži kao vrlo dobar indikator za utvrđivanje stepena anaerobnih procesa pri telesnom naprezanju, a koji su, u stvari, posledica stvorenih hipoksičnih uslova upotrebom zaštitnih maski M-53-MZ i M-65-MZ.

## Koncentracija mlečne kiseline u krvi

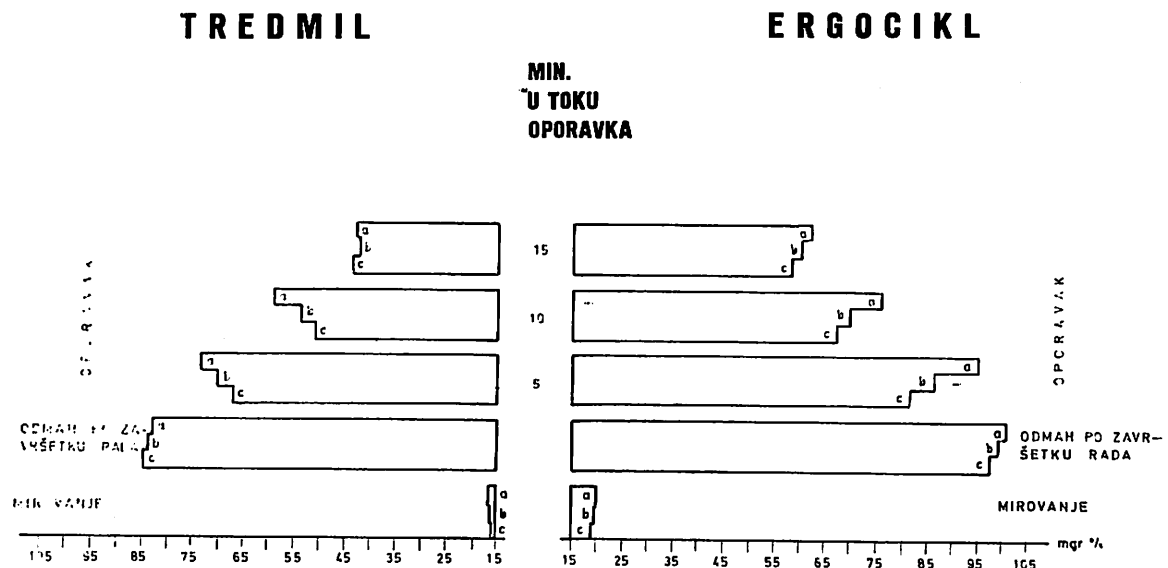
Početak mišićnog rada i maksimalnog naprezanja obeleženi su uvek anaerobnim procesima. U lancu anaerobnih procesa prva je kreatinfosfokinazna reakcija koja je vezana za

razlaganje kreatinfosfata. Rezerve kreatinfosfata u ćeliji su ograničene i one se brzo iscrpljuju — za 10 do 15 sekundi. Taj mehanizam energetskog obezbeđenja mišićnog rada nazvan je alaktatnim mehanizmom. Posle prestanka tog mehanizma odmah nastupa — laktatni mehanizam energetskog obezbeđenja, koji je vezan za glikolitično razlaganje glikoze do pirogroždane kiseline, i to bez prisustva kiselonika.

Najveći deo pirogroždane kiseline se redukuje pod anaerobnim uslovima i prelazi u mlečnu kiselinu, koja iz ćelija lako difunduje u ekstracelularnu tečnost. Mlečna kiselina je, prema tome, neka vrsta »odvoda« kojim mogu nestati konačni proizvodi glikolize. Time se omogućuje to, da glikoliza teče znatno duže nego što bi to bilo moguće kada se pirogroždana kiselina ne bi uklanjala iz ćelije. Pošto organizam ima više rezervi ugljenih hidrata

(glikogen mišića) nego rezervi u kreatinfosfatu, energetsko obezbeđenje mišićnog rada na taj način trajeće znatno duže. Međutim, u toku tog procesa u organizmu se gomila »višak« mlečne kiseline, koji može da izazove niz neželjenih promena, a u prvom redu pomeranje pH-krvni ka acidozi.

Iz dosadašnjeg izlaganja se vidi da se koncentracija mlečne kiseline u krvi pri relativnom mirovanju na ergociklu i na tredmilu u sve tri varijante kretala od  $16,10 \pm 5,34$  do  $18,64 \pm 6,33$  mg<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, što odgovara podacima iz stručne literature (2, 4, 6, 7, 8), iako te varijante međusobno ne pokazuju razlike koje su signifikantne ( $P > 0,05$ ). Međutim, mlečna kiselina je imala nešto veće vrednosti pre početka opterećenja na ergociklu ( $E_1 = 18,21$ ;  $E_2 = 18,64$  i  $E_3 = 18,32$  mg<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) nego na tredmilu ( $T_1 = 16,10$ ;  $T_2 = 16,12$  mg<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), i to vrlo malo veće pri upotrebi zaštitne maske nego bez nje.



Sl. 1 — Koncentracija mlečne kiseline u krvi u toku opterećenja radom na ergociklu i tredmilu.

Fig. 1 — Concentration of the lactate in the blood during the work strain on ergocycle and treadmill.

**Koncentracija mlečne kiseline u krvi (ergocikl)**

**Tablica 1'**

Varijante	Procentna vrednost	Odmah po završetku rada	Oporavak			
			5'	10'	15'	
E <sub>1</sub>	0	436	353	272	223	(bez maske)
E <sub>2</sub>	0	445	413	310	236	(M-53-MZ)
E <sub>3</sub>	0	441	371	282	229	(M-65-MZ)

Odmah posle završetka telesnog naprezanja koncentracija mlečne kiseline u krvi na ergociklu pokazuje približne vrednosti u kontrolnoj varijanti E<sub>1</sub> (97,70 ± 20,39 mg %, odnosno 436%) u eksperimentalnoj E<sub>2</sub> (101,70 ± 22,28 mg %, odnosno 445%) i u varijanti E<sub>3</sub> (99,35 ± 21,60 mg % odnosno 441%), iako one međusobno nisu signifikantne (P > 0,05). Međutim, na tredmilu, koncentracija mlečne kiseline u krvi pokazuje u kontrolnoj varijanti T<sub>1</sub> neznatno veće vrednosti (od 84,20 ± 26,53 mg %, ili 423%) nego u eksperimentalnim varijantama T<sub>2</sub> (od 82,81 ± 21,79 mg % ili 413%) i u varijanti T<sub>3</sub> (od 83,50 ± 23,50 mg %, ili 415 odsto) u odnosu na početne vrednosti pri relativnom mirovanju, mada razlike između tih varijanti nisu signifikantne (P > 0,05).

b) Odmah posle prestanka telesnog naprezanja koncentracija mlečne kiseline u krvi i u kontrolnim i u eksperimentalnim varijantama pokazuje približno iste vrednosti i razlike koje nisu signifikantne (P > 0,05), mada je u kontrolnoj varijanti savladano veće opterećenje (E<sub>1</sub> = 230 W, a T<sub>1</sub> = 8° nagiba) nego u eksperimentalnoj (E<sub>2</sub>—E<sub>3</sub> = 200 W, a T<sub>2</sub>—T<sub>3</sub> = 6° nagiba), što će reći da je udeo anaerobne razgradnje u snabdevanju energijom u drugoj varijanti bio veći.

c) Pri praju petnaeste minute oporavka koncentracija mlečne kiseline u krvi u svim varijantama i na ergociklu (E<sub>1</sub> = 58,88 mg %, E<sub>2</sub> = 62,79 mg %, a E<sub>3</sub> = 60,44 mg %) i na tredmilu (T<sub>1</sub> = 43,56 mg %, T<sub>2</sub> = 42,85 mg %

Koncentracija mlečne kiseline u krvi (tredmil)

Tablica 2

Varijante	Procentna vrednost	Odmah po završetku rada	Oporavak			
			5'	10'	15'	
T <sub>1</sub>	0	423	318	217	168	(bez maske)
T <sub>2</sub>	0	413	355	264	166	(M-53-MZ)
T <sub>3</sub>	0	415	335	229	161	(M-65-MZ)

Za vreme petnaeste minute oporavka koncentracija mlečne kiseline u krvi na ergociklu još pokazuje vrlo visoke vrednosti, i to kako u varijanti E<sub>1</sub> (od 82,45 ± 17,89 do 58,88 ± 18,12 mg %, ili od 353—223%) tako, i još više u varijanti E<sub>2</sub> (od 95,63 ± 20,61 do 62,79 ± 25,75 mg %, ili od 413—236%) i, slično prvima, u varijanti E<sub>3</sub> (od 86,50 ± 19,81 do 60,44 ± 23,69 mg %, ili od 371—229%). Vrlo slična situacija je i na tredmilu, i to kako u kontrolnoj T<sub>1</sub> (od 67,34 ± 24,40 do 43,12 ± 25,13 mg %, ili od 318—168%) tako, i još više, u eksperimentalnoj T<sub>2</sub> (od 73,45 ± 19,81 do 42,85 ± 20,21 mg %, ili od 355—166%) i u varijanti T<sub>3</sub> (od 70,23 ± 22,41 do 42,15 ± 23,50 mg %, ili od 355—161%). U toku oporavka, međutim, ni na ergociklu ni na tredmilu ni jedna od varijanti ne pokazuje međusobnu signifikantnost (P > 0,05).

Na osnovu izloženih podataka može se konstatovati sledeće:

a) Pre početka telesnog naprezanja koncentracija mlečne kiseline u krvi na ergociklu i na tredmilu pokazuje vrednosti prihvaćene za relativno mirovanje, s tom razlikom što su malo veće u relativnom mirovanju (na ergociklu) a neznatno veće pri nošenju zaštitne maske nego prilikom slobodnog disanja.

a T<sub>3</sub> = 42,15 mg %) pokazuje dva do tri puta veće vrednosti nego što su početne vrednosti u relativnom mirovanju.

Koncentracija mlečne kiseline u krvi — prema Margari-u (6) i Jakovlev-u (4) — kreće se, u stanju mirovanja, od 10 do 26 mg %, a pri većim opterećenjima radom — od 100 do 150 mg %, dok za vreme vrlo kratkih i maksimalnih opterećenja može iznositi i 150 do 250 mg %. Za vreme odmora od 15 minuta dolazi do opadanja koncentracije mlečne kiseline u krvi za oko 50% od opšteg nivoa na kraju rada, da bi se, u kasnijem oporavku, spustila na nivo koji odgovara relativnom mirovanju. Kada koncentracija mlečne kiseline dostigne vrednost od 100—150 mg % — prema mnogim autorima (4), (5), (8), (10) — postoje mnogi činioci koji ograničavaju dalje vršenje rada.

U našim ispitivanjima dobivene su vrednosti od oko 100 mg %, što pokazuje da su opterećenja radom i na ergociklu i na tredmilu — bila maksimalna.

Ispitivanja mnogih autora, kao što su, na primer, Hermansen, Saltin, Keul, Henderson, Huckabee i drugi su pokazala da u hipoksičnim uslovima, pri mišićnom radu, dolazi do povećanog stvaranja



mlečne kiseline. Naša ispitivanja saturacije arterijske krvi sa zaštitnom maskom (pogotovo s maskom M-53-MZ) pokazala su da su u izvesnom stepenu stvoreni hipoksični uslovi koji su izazvali brži porast koncentracije mlečne kiseline u krvi na nižim opterećenjima radom nego na većim opterećenjima izvršenim pri slobodnom disanju. Tako je, na primer, izvršeni rad (kao što je već izloženo) na ergociklu sa zaštitnom maskom M-53-MZ iznosio 200 Watt-i, uz prosečnu koncentraciju mlečne kiseline od 101,70 mg %, a sa zaštitnom maskom M-65-MZ na istom nivou opterećenja imao je 99,35 mg %. Pri slobodnom disanju, međutim, on je iznosio na 230 Watt-i, uz manju prosečnu koncentraciju mlečne kiseline u krvi, 97,70 mg %. Slični rezultati su postignuti i za vreme opterećenja radom na tredmilu. Na to povećanje mlečne kiseline, za vreme opterećenja radom sa zaštitnom maskom, utiče i povećani energetska zahtev, usled većeg angažovanja dišajne muskulature u stvorenim hipoksičnim uslovima.

Pri radu uz slobodno disanje svakako je bolje snabdevanje organizma kiseonikom, manje se stvara mlečne kiseline, a i ona koja je stvorena u toku rada podleže oksidaciji, što utiče na porast oksidativne fosforilacije, koja je znatno ekonomičnija i energetska efikasnija od glikolitične fosforilacije (stvora se 38 ATP-a, umesto 4 ATP-a). Sve je to došlo kao posledica većeg izvršenog rada pri slobodnom disanju.

Upotrebom zaštitnih maski M-53-MZ i M-65-MZ za vreme opterećenja radom na ergociklu i na tredmilu stvoreni su izvesni hipoksični uslovi koji su izazvali veći i brži porast koncentracije mlečne kiseline u krvi. To je, opet, uslovalo raniju pojavu zamora, a samim tim i raniji prekid rada u odnosu na rad izvršen u uslovima slobodnog disanja.

#### **Formećaj acido-bazne ravnoteže**

Poznato je da porast koncentracije ugljen-dioksida smanjuje pH-krvi u pravou acidoze, a smanjenje koncentracije ugljen-dioksida povećava pH-krvi prema alkaloziji.

U toku opterećenja radom sa zaštitnim maskama M-53-MZ i M-65-MZ došlo je do toga da je povećano stvaranje mlečne kiseline sa porastom koncentracije ugljen-dioksida u krvi uticalo na pomeranje pH-krvi ka acidozi. Ispitivanja su pokazala (Brdarić, R. 1968. god.) da je sniženje vrednosti pH-krvi u toku

opterećenja radom u neposrednoj srazmeri sa povećanjem koncentracije mlečne kiseline u krvi. Pojaćana acidoza, tj. povećana koncentracija vodonikovih jona, neposredno utiče na porast alveolarne ventilacije. To nastaje zbog toga što vodonikovi joni deluju neposredno na respiratorni centar, u meduli oblongati, koji kontroliše disanje.

Ako se pH-krvi menja od 7,6 do 7,0 onda se i ventilacija pluća menja. Prema tome, pad arterijske pH-krvi prema jako kiselom području može toliko povećati ventilaciju, da ona bude četiri do pet puta veća od normalne.

Na osnovu izloženog može se slobodno tvrditi da pri opterećenju radom sa industrijskim zaštitnim maskama M-65-MZ, a naroćito M-53-MZ, povećana koncentracija mlečne kiseline u krvi, kao i povećana koncentracija ugljen-dioksida u krvi, zbog mrtvog prostora zaštitne maske, povećavaju acidozu koja utiče na pojaćanu respiraciju.

#### **Saturacija arterijske krvi kiseonikom**

U našim ispitivanjima, pri opterećenju radom sa zaštitnom maskom M-53-MZ i M-65-MZ, saturacija arterijske krvi kiseonikom potvrdila je da su stvoreni određeni hipoksični uslovi.

Saturacija arterijske krvi kiseonikom, pri normalnim atmosferskim uslovima i pri slobodnom disanju, kreće se u granicama od 96—98%.

Za vreme opterećenja radom na ergociklu (od 50 W do 230 W), pri slobodnom disanju, saturacija arterijske krvi u toku naših ispitivanja kretala se od 96—99%, tj. u normalnim granicama. Istovremeno, u toku opterećenja radom na istom nivou na ergociklu, sa zaštitnom maskom M-53-MZ, saturacija arterijske krvi na nižim opterećenjima iznosila je u proseku oko 95%, da bi na većim opterećenjima pokazala izraziti pad vrednosti, tj. oko 84%. Slična situacija je bila i kod zaštitne maske M-65-MZ, mada je ona na nižim opterećenjima pokazivala vrednosti u normalnim granicama, tj. oko 97%, a pri većim opterećenjima bilo je vrednosti ispod normale tj. oko 90%, ali su one bile još znatno veće nego prilikom upotrebe zaštitne maske M-53-MZ.

Saturacija arterijske krvi kiseonikom u toku oporavka i pri slobodnom disanju naglo se vraća na početne vrednosti koje odgovaraju relativnom mirovanju. Nasuprot tome, pri upotrebi zaštitnih maski saturacija arterijske

krvi kiseonikom se mnogo sporije vraća na početnu vrednost, pogotovo prilikom disanja pomoću zaštitne maske M-53-MZ.

Na osnovu rezultata do kojih smo došli prilikom naših ispitivanja može se reći da u toku relativnog mirovanja, pri disanju pomoću zaštitnih maski M-53-MZ i M-65-MZ — nema promena kod saturacije arterijske krvi kiseonikom. Ali pri opterećenju radom — i na ergociklu i na tredmilu — saturacija arterijske krvi kiseonikom pokazuje manje vrednosti od onih prilikom slobodnog disanja. To smanjenje je utoliko veće ukoliko je veće naprezanje, pa je pad saturacije arterijske krvi kiseonikom najjače izražen pri maksimalnim naprezanjima.

#### Ostale biohemijske reakcije organizma za vreme rada sa zaštitnim maskama

Opterećenje radom na ergociklu i na tredmilu izaziva povećano izlučivanje 17-OH-kortikosteroida. Ta stimulacija sekrecije kore nadbubrežnih žlezda je izrazito pojačana disanjem pomoću zaštitne maske M-65-MZ, a još više ako je upotrebljena maska M-53-MZ, pošto stvoreni hipoksični uslovi utiču na koru nadbubrežne žlezde kao neka vrsta stresa, a samim tim i na pojačano izlučivanje 17-OH-kortikosteroida.

Na osnovu naših ispitivanja došli smo do saznanja da za vreme disanja pomoću zaštitnih maski M-53-MZ i M-65-MZ i pri opterećenju radom na ergociklu i na tredmilu — dolazi do porasta koncentracije mlečne kiseline u krvi i do pomeranja pH-krvi ka acidozi. A sve to, manje-više, ima uticaja na pojavu proteina u mokraći.

Ispitivanja su vršena za vreme opterećenja radom na ergociklu (od 50 W do 230 W), i to kako pri slobodnom disanju tako i pri disanju

pomoću zaštitnih maski M-53-MZ i M-65-MZ, a uzorci mokraće za analizu uzimani su tri-deset minuta posle prestanka rada.

Dobiveni rezultati proteinurije za vreme opterećenja radom sa zaštitnim maskama pokazuju najveće vrednosti prilikom upotrebe maske M-53-MZ, znatno manje vrednosti pri upotrebi maski M-65-MZ i, prirodno, najmanje vrednosti pri slobodnom disanju. Istovremeno, podaci pH-krvi govore o tome da je najveća acidoza za vreme rada pod zaštitnom maskom M-53-MZ, a što je neosporno uticalo i na izrazito povećanje proteinurije.

Prema podacima iz stručne literature (2,7) smatra se da je proteinurija, koja se javlja posle fizičkog naprezanja, funkcionalna promena tj. da je posledica maladaptacije organizma na izmenjenu hemodinamiku bubrega i da nastaje u onom slučaju kada se glomeruli, koji su zbog renalne vazokonstrukcije za vreme rada bili zatvoreni, ponovo otvore. To objašnjenje, međutim, ne može poslužiti kao oslonac za tumačenje dobivenih rezultata pri opterećenju radom sa zaštitnim maskama M-53-MZ i M-65-MZ u odnosu na slobodno disanje. Za ta tumačenja mogu poslužiti koncentracija mlečne kiseline i vrednosti pH-krvi, koji ukazuju na to da su stvoreni izvesni hipoksični uslovi za vreme rada pod zaštitnim maskama, te su za energetske obezbeđenje rada korišćeni anaerobni procesi.

Na kraju našeg izlaganja, a na osnovu postignutih rezultata, može se zaključiti da su povećana koncentracija mlečne kiseline, zajedno sa porastom koncentracije ugljen-dioksida u krvi (zbog mrtvog prostora obrazine) — uticali na to da dođe do jačeg pomeranja pH-krvi prema acidozi. A to je, svakako, dovelo do većih promena hemodinamike u bubrezima, a samim tim i do povećanog izlučivanja proteina u mokraći.

Tablica 3

Odnosi prosečnih vrednosti proteina, u mokraći, koncentracije mlečne kiseline i pH-krvi za vreme opterećenja radom na ergociklu i pri disanju pomoću zaštitne maske

Varijante	Proteini u mokraći (mg)	Konc. mlečne kisel. u krvi (mg/o)	pH-vrednosti u krvi	Opterećenje radom na ergociklu (Watti)
Bez zaštitne maske	2,07 ± 0,82	97,70 ± 20,39	7,302 ± 0,023	203
M-53-MZ	5,92 ± 1,93	101,70 ± 22,28	7,264 ± 0,043	200
M-65-MZ	3,63 ± 1,47	99,35 ± 19,81	7,288 ± 0,040	200

## Zaključak

Pri kontinuelnom telesnom naprezanju sa zaštitnom maskom dolazi do izvesnih hipoksičnih uslova koji pri maksimalnim opterećenjima radom dovode do većeg i bržeg porasta koncentracije mlečne kiseline u krvi. Ovakvo stanje utiče na ograničenje radnog kapaciteta i to znatno više pri disanju kroz zaštitnu masku M-53-MZ nego kroz M-65-MZ u odnosu na slobodno disanje.

U toku opterećenja radom sa zaštitnom maskom M-65-MZ, a naročito sa M-53-MZ dolazi do porasta ugljen-dioksida u krvi, zbog mrtvog prostora zaštitne maske, koji utiče na poremećaj acido-bazne ravnoteže tj. dovodi do jačeg pomeranja pH-krvi prema acidozi.

Saturacija arterijske krvi kiseonikom pri telesnim naprezanjima sa zaštitnom maskom

pokazuje manje vrednosti kod maske M-53-MZ u odnosu na M-65-MZ od onih prilikom slobodnog disanja i to naročito pri maksimalnim naprezanjima.

Proteinurija za vreme kontinualnog opterećenja radom je izrazitija pri nošenju zaštitne maske M-53-MZ nego M-65-MZ u odnosu na slobodno disanje — a što je direktna posledica većih promena hemodinamike u bubrezima.

Posebno je značajan fiziološki odnos industrijske zaštitne maske M-65-MZ prema M-53-MZ. Prva pokazuje bolju funkcionalnu adaptabilnost organizma ljudi pri najtežim opterećenjima radom, te znatno manje utiče na ograničenje radnog kapaciteta nego što je slučaj za vreme upotrebe zaštitne maske M-53-MZ.

## SUMMARY

### Aerobic and Anaerobic Work Capacity with the Industrial protective Mask

Dr. Ž. Stojiljković, Dr. R. Brdarić, Dr. S. Savić\*)

The spiroergometrical and biochemical tests have been made with a group of young workmen, with the aim to prove the influence of the industrial protective mask (type M-53-MZ and M-65-MZ) on the organism of the workmen during various work strain.

The range of physiological and biochemical parameters was observed mostly continually, such as: concentration of lactate in the blood, saturation of the arterial blood with the oxygen, PH in the blood, and the concentration of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> in the expired air — while proteinuria was worked out of the urine patterns 30 minutes after the work had been ended.

According to the results which follow our tests it can be concluded that during the relative rest with breathing through both industrial masks there are not explicit changes in physiological and biochemical parameters that we have observed. However, during the intensive work strain there appears the increasing concentration of lactate, which influenced heavier moving of PH in blood towards the acydosis. This hypoxical condition caused some heavier changes of the hemodynamic in the kidneys and by this also the increased secreting of the protein in the urine. All this brought decreasing aerobic and anaerobic work capacity with our workmen, especially with those who had protective mask M-53-MZ.

\*) Dr med. sc. Živko Stojiljković, ITMZ — Dr pharm. sc. Rade Brdarić, JZFK — Dr med. Srđan Savić, ITMZ.

## Literatura

1. Astrand, I. O. 1960: Aerobic Work Capacity in Mean and Woman with special reference to Age-Acta Physiol. Scand., Vol. 49, Suppl. 169, Stockholm.
2. Brdarić, R., 1968: Specifične promene biohemijskih indeksa kod sportista pri doziranom radu (Teza) — Beograd.
3. Davies, C. H., 1962: Design and Use of Respirators, Symposium publications, Pergamon Press — Oxford.
4. Jakovlev, J. O., 1955: Očerki po biohīmii sporta — Fiskultura i sport, Moskva.
5. Kreuzer, J. A. F., 1962: Physiologikal Adjustmans to Exercise, 16, 50—58, Kasteel and Wassenar, Netherlands.
6. Margaria, R., 1963: A Historical Review of the Physiology of Oxygen Debit and Steady in Relation to Lactic Acid Formation and Removal — Medicina della Sport, Vol. 3, br. 1 6, Torino.
7. Nikolić, B., 1963: Biohemija, Izdanje »Naučne knjige« — Beograd.
8. Soltin, B., 1964: Aerobic Work Capacity and Circulation of Exercise in Man, Acta Physiolog. Scand. Vol. 62, Supp. 230, Stockholm.
9. Stojiljković, Ž., 1964: Uticaj industrijske gasmaske tipa »M. Zakić« — Kruševac na organizam ljudi pod datim uslovima. (Teza) — Beograd.
10. Volkov, N. T., 1962: Potreblenie kisloroda i soderžanie moločnoj kisloty v krovi pni naprjaženoj mišečnoj rabote. — Fiziol. žurnal SSSR, Tom 48, br. 3, Moskva.

## Kongresi i savetovanja

**Šesti međunarodni rudarski kongres.** — (Organizacija kongresa)

Od 1. do 5. juna 1970. god. pod geslom »Nauka u službi rudarstva« u Madridu je održan VI međunarodni rudarski kongres. Kongresu je prisustvovalo 1.093 predstavnika rudarstva iz 42 zemlje, a podneseno je 88 referata iz četiri grupe naučnih oblasti, koje su pripremili 168 autora i saradnika.

Za vreme kongresa u prostorijama Industrijske i trgovinske komore u Madridu otvorena je Međunarodna izložba rudarskih mašina, održavana su predavanja i prikazivani razni dokumentarni filmovi o najnovijoj opremi. Time je svim učesnicima data mogućnost da se upoznaju sa najnovijim dostignućima rudarske tehnike i tehnologije u svetu. Ekspozite su izložili SR Nemačka, Austrija, Španija, USA, Finska, Francuska, Engleska, Poljska, Švedska i SSSR.

Osim toga je u prostorijama kongresne zgrade priređena izložba španskog rudarstva.

Za sve učesnike, posle zaključenja kongresa, organizovane su od 7—14 juna četiri grupe sedmodnevni stručnih ekskurzija, na kojima su učesnici imali prilike da se upoznaju sa najvažnijim španskim rudnicima kao što

su: Rudnik žive u Almadenu, zatim veliki površinski kopovi: rudnika bakra Rio Tinto, željezne rude u provinciji Marquesada, olovno-cinkove i piritne rude Manto de los Arules, rudnika silvina i karnalita u Cordoni i Potasas de Navarra, kao i ugljenih rudnika Santa Lucia (moćni sloj) i Hunosa (okomiti tanki slojevi); te rudnik olovno-cinkove i piritne rude u Reocinu.

### Rad kongresa

Rad kongresa odvijao se na plenarnim sednicama. Referati podneseni kongresu nisu razmatrani pojedinačno, već na osnovu generalnih referata u kojima su dati rezime i zaključni osvrti za svaku podgrupu referata. Generalni referati podneseni su za sledeće podgrupe:

I — A Istraživanje mineralnih ležišta i ocena rudnika. (Ova grupa obuhvata 8 referata među kojima i referat dr V. Milutinovića, profesora Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

I — B Matematika i druge nauke u oblasti rudarske tehnologije (9 referata).

- II — A Organizacija naučnog istraživanja u rudarstvu (9 referata).
- II — B Pogonska istraživanja (8 referata).
- III — A Planiranje i naučno rukovođenje rudarskim pogonima (9 referata).
- III — B Primena nauke u razvoju rudarske tehnike (9 referata).
- III — C Rezultati tehničkog napretka u rudarstvu (10 referata).
- III — D Razvoj tehnike u cilju postizanja optimalnih pogonskih uspeha (9 referata).
- IV — Faktor čovek u rudarstvu (8 referata).

#### Zaštita pri radu i sigurnost u rudnicima

Problemi zaštite pri radu i sigurnost u rudnicima, kao interdiscipliniranog ogranka rudarsko-tehničkih, geoloških i drugih nauka, na kongresu nisu odvojeni od opštih tehničkih problema i problema tehnologije čijim se rešenjem moraju obezbediti sigurni radni uslovi, već su razmatrani u referatima zajedno sa ostalima tehničkim i tehnološkim problemima.

U ovom prikazu navešće se samo oni referati, u kojima su tretirani problemi zaštite na radu i sigurnosti u rudnicima zajedno sa tehničkim i tehnološkim problemima, kao i referati IV. grupe.

Problemi zaštite raspravljani su u sledećim generalnim i pojedinim referatima pojedinih podgrupa:

- I — B Matematika i druge nauke u oblasti rudarske tehnologije — generalni referat — G. B. Fetweis (Austrija)
- I — B — 6 »Naučno istraživanje kao osnova tehničkog progressa u ugljarskoj industriji SSSR« — Dobuhni (SSSR)
- I — B — 9 »Geomehanika, tehnika modeliranja, matematika i geofizika u službi rudarske nauke u Čehoslovačkoj — K. Charbula — E. Petyrek (ČSSR)
- I — B 7 »Osnovni uslovi mehanike strujanja kod razvođenja vazduha« — Mücke (Austrija)
- I — B — 1 »Poznavanje rudarenja kao rudarska tehnička nauka — Fetweis

- I — C Mehanika stena — Generalni referat — H. G. Denkhausa (Južna Afrika)

U ovim referatima razmatrani su problemi koncentracije proizvodnje, zaštite od provala gasova geofizičkim metodama u vezi sa degazacijom, visinom proizvodnje i ventilacijom, zatim automatizacija, borba protiv zaprašenosti, vibracije i buke, istraživanja u cilju smanjenja zaprašenosti pomoću vode, geomehanički problemi kao kretanje kosina i gorski udari. Osim toga obuhvaćene su zavisnost strujanja od pada pritiska i od otpora vetrenih puteva, provetravanje otkopanih prostorija velikim količinama vazduha, metanske trake i njihovo suzbijanje, pritisak i količina vazduha na ventilacionim uređajima, podgrađivanje, odvodnjavanje, rasveta i sigurnost u rudnicima.

- I — C 5 »Značaj mehanike stena kao osnovne rudarske nauke, i uticaj poznavanja mehanike stena na razvoj rudarske tehnike u DDR« — K. H. Höfer-a (NDR)

- I — C 8 »Značaj mehanike stena za bezbednost i ekonomičnost u rudarstvu — Z. F. Benzavski. (Južna Afrika)

- II — A Organizacija naučnog istraživanja u rudarstvu — generalni referat — M. Borecki (Poljska)

- II — B 3 Razvoj nauke i tehnike u poljskim rudnicima kamenog uglja u oblasti mehanizacije i automatizacije proizvodnje — M. Borecki, E. Mikula, A. Osuh, P. Zahačevskij (Poljska)

- II — B 3 Orijentacija naučnih istraživanja u oblasti uranovih ruda u Španiji — H. Martin — Delgado, A. Matines, P. Ortega (Španija).

- II — B 5 Geološke istrage i istraživanja u cilju prognoze geoloških uslova za planiranje i projektovanje rudnika u SSSR — N. I. Pogrebnov i E. V. Terentijev.
- II — B 8 Nova naučna saznanja mehanike stena u sonim masivima i njihova praktična primena u modernoj tehnologiji — W. Gimm — G. Duchrow — K. H. Höfer (NDR)
- III — A Planiranje i naučno rukovođenje rudarskim pogonima, generalni referat — A. Neumann (NDR)

i referatima:

- III — A 5 Kompleksno osvajanje ležišta u Ribničkom reviru kamenog uglja — J. Kucharczik — R. Bromwich — Z. Macijasz (Poljska).
- III — A 7 Rudnici kao predmet naučnog istraživanja — G. Dorstewitz (Nemačka Savezna Republika)
- III — A 9 Razvoj rudarske industrije uglja u Poljskoj — K. Dzimikovski — M. Glanovski — Z. Kuytowski (Poljska)
- III — B Primena nauke za perspektivni razvoj rudarske tehnike — generalni referat — M. Wane (SAD)
- III — B 1 Mogućnost bušenja stenja vodenim mlazom velike brzine — N. Brook i C. H. Page (Engleska)
- III — B 2 Problemi mašina za dobijanje uglja i njihovo rešenje naučnim metodama — B. Šan (SRN)
- III — B 3 Razvoj permanizacije betonskim blokovima u hodnicima kružnog profila revira Kampine — H. van Duyse (Belgija)
- III — B 4 Razvoj planskih specifikacija za sidrenje na osnovi istraživanja u kanadskim rudnicima — D. F. Coatse, T. S. Cochrane (Kanada)

- III — B 5 Dostignuća na japanskim ugljenim poljima pomoću metode dubljenja okna pomoću vazdušnog mlaza — G. Omari (Japan)
- III — B 7 Istraživanja i razrada tehnologije dobijanja ruda i preventivne mere pri eksploataciji halkopirita sklonog samozapaljenju — V. K. Miniayev (SSSR)
- III — B 6 Poboljšanje tehnološkog procesa — važan faktor za proširenje primene površinskog otkopavanja — S. Duma — D. Manescu (Rumunija)
- III — B 8 Ispitivanja zakonomernosti pojave jamskog pritiska i usavršavanje sistema eksploatacije pri prelazu rudarskih radova u dublji horizont bazena Krivoj Rog — A. M. Baluta (SSSR)
- III — D Razvoj tehnike za postizanje optimalnih pogonskih uspeha — generalni referat, P. Vlad (Rumunija)
- III — D 1 Rezultati geohidroloških istraživanja u mađarskim rudnicima uglja i boksita — A. Schmieder K. Pohl (Mađarska)
- III — D 3 Potpuno vezivanje zasipa kao odlučujući faktor za postizanje rentabilne eksploatacije pirita — P. L. Salle, A. Bonetti, G. Vaiani (Italija)
- III — D 4 Ispitivanja gorskih udara u rudniku Raičl. Grupa autora rudarskog instituta Torino, Rudarskog instituta Prag i uprave jame Raičl.

Od posebnog značaja je deseta grupa referata (IV) iz oblasti zaštite koja razmatra ugroženost čoveka pri radu usled štetnih uticaja radne sredine i faktor čovek kao uzrok nesrećnih slučajeva. Referati ove grupe su:

- IV — Faktor čovek u rudarstvu — generalni referat — L. Stanek (ČSSR)
- IV — 1 Smanjenje prašine i vlažnosti u dubokim rudnicima — A. Uilljar i P. H. Kitto (Južna Afrika)

- IV — 2 Potreba kompleksnih analiza radnih mesta u rudnicima — J. Jung-  
haus, B. Pfeiffer, H. Wild (DNR)
- IV — 3 Pomoć nauke u stvaranju životne  
i radne sredine rudara — L. Liš-  
ka, K. Kubec, F. Kyntera (ČSSR)
- IV — 4 Ispitivanje vibracija i prašine pri  
mehaničkom bušenju R. Cotka, G.  
Gecchelo, E. Occlla (Italija)
- IV — 5 Čovek u poljskom rudarstvu — J.  
Rabsztyń, F. Śpiewak (Poljska)
- IV — 6 Smanjenje zagađenosti okoline  
razvojem novih postupaka u ru-  
darskoj industriji — G. H. Da-  
mon, H. P. Gregor (SAD)
- IV — 7 Nauka u službi zdravlja rudar-  
skih radnika i bezbednosti pri ra-  
du — V. V. Jodat, A. E. Petrosian,  
N. J. Lindenau (SSSR)
- IV — 8 Gasovi usled miniranja — E. Mu-  
niz, P. L. Urierte, J. Rios (Špani-  
ja).

Prof. ing. Ivo Trampuž

#### **Savetovanje u vezi sa zaštitom na radu u rudarstvu SR Slovenije**

Na rudniku olova Mežica, Črna u Korušk-  
koj 5. i 6. maja o. g. održano je redovno go-  
dišnje savetovanje o zaštiti na radu u rudar-  
stvu SR Slovenije, koje je organizovao Repu-  
blički rudarski inspektorat SR Slovenije uz  
pomoć rudnika Mežica. Savetovanju je prisu-  
stvovalo 40 predstavnika iz 14 rudarskih or-  
ganizacija Slovenije, 11 predstavnika iz 8 us-  
tanova, među kojima i podsekretar Republič-  
kog sekretarijata za privredu SR Slovenije i  
glavni rudarski inspektor SR Hrvatske.

Cilj savetovanja bio je:

— da se na osnovu podataka o telesnim  
povredama i smrtnim nesrećama pri radu u  
1969. godini u rudarskim organizacijama u SR  
Sloveniji, da analiza stanja zaštite na radu u  
rudarstvu SR Slovenije, i uporede karakteris-  
tični pokazatelji pojedinih rudarskih preduze-  
ća i njihovih grupacija, kao i da se uporede  
opšti pokazatelji o povređivanju u 1968. i  
1969. godini;

— da se na osnovu nekih karakterističnih  
težih telesnih povreda, grupnih i smrtnih ne-  
sreća i opasnih pojava u 1969. godini, kao i  
na osnovu zapažanja rudarskih inspektora  
prilikom inspekcijskih pregleda u rudarskim  
organizacijama ukaže na uočene propuste u  
sprovođenju zaštite pri radu;

— da se ukaže na nužnost potrebe izmena  
i dopuna nekih odredaba u zakonskim propi-  
sima i usaglašavanja propisa donetih na os-  
novu osnovnog zakona o zaštiti na radu sa  
propisima izdatim na osnovu Osnovnog zaka-  
na o rudarstvu, koje su tražene na savetova-  
nju u Trbovlju 1968. godine i unesene u za-  
ključke savetovanja, ali iz nepoznatih razloga  
nisu još realizovane;

— međusobne razmene iskustava stečenih  
u rudarskim organizacijama u sprovođenju za-  
štite pri radu.

Prvog dana savetovanja Republički rudar-  
ski inšpektorat SRS podneo je referat sa ana-  
lizom stanja zaštite pri radu u rudnicima SR  
Slovenije u 1969. godini, dok su po istom pi-  
tanju tri koreferata podneli rukovodioci službi  
zaštite pri radu Rudnika svinca in topilnice  
Mežica, Rudnika rjavega premoga Kanižarica  
i Rudnika in industrije nekovin »Kremen«  
Novo Mesto.

Na osnovu pomenutih referata i korefera-  
ta razvila se prvog i drugog dana savetovanja  
široka diskusija, u kojoj je učestvovao veliki  
broj učesnika iz koje su izvedeni zaključci sa-  
vetovanja. Trećeg dana omogućeno je učesni-  
cima savetovanja da razgledaju jamski pogon,  
flotaciju ili topionicu rudnika Mežica.

Na žalost na savetovanju nisu učestvovali  
predstavnici Saveznog sekretarijata za privre-  
du i rudarskih inspektorata ostalih republika  
(osim SRH), koji su bili pozvani na savetova-  
nje i kojima je bio dostavljen referat rudar-  
skog inspektorata SR Slovenije. Njihova sa-  
radnja bila je na savetovanju veoma poželj-  
na, da bi se sa međusobnom razmenom ste-  
čenih iskustava i u drugim našim republika-  
ma postigla veća efikasnost savetovanja.

No, unatoč tome savetovanje je u punoj  
meri postiglo svoj cilj i izražena je želja, da  
se ovakva savetovanja održe svake godine u  
jednom od rudarskih centara ili većih predu-  
zeća u SR Sloveniji. Ujedno je zaključeno, da  
se zaključci savetovanja dostave svim rudar-

skim preduzećima i zainteresovanim ustanovama u SRS te svim republičkim rudarskim inspektoratima, kao i Saveznom sekretarijatu za privredu u cilju što bržeg ostvarenja zaključaka savetovanja i poboljšanja tehničke zaštite i zaštite pri radu u rudarstvu.

Dipl. ing. Matija Cerovac

## Kratke vesti

### VIJESTI IZ S-KOMISIJE

— I —

Djelatnost Komisije za ispitivanje eksplozivno zaštićenih S-uređaja.

Eksplozivno zaštićeni električni uređaji, stoje pod neposrednom kontrolom Komisije, koja ima službeni naziv Komisija za ispitivanje S-uređaja (K—Komisija), a njezin je djelokrug rada određen na osnovu važećih Propisa i standarda za električna postrojenja za rad u atmosferi eksplozivnih smjesa objavljenih u službenim listovima SFRJ br. 10/62, 9/64, 16/67, 23/67 i 52/68.

Prema navedenim Propisima S—Komisija je stalna stručna Komisija, odnosno stručna ustanova nadležna za ispitivanje S—uređaja na teritoriji Jugoslavije i za izdavanje atesta o tome.

Ova Komisija izdaje ateste o ispravnosti električnih uređaja u pogledu njihove eksplozivne sigurnosti, i označava ih osnovnim znakom eksplozivne zaštite »S«, prema citiranim propisima.

Komisija je formirana 1949. godine rješenjem Ministarstva teške industrije FNRJ broj 11404. od 16. 7. 1949. za vršenje laboratorijskih ispitivanja, odnosno provjeru ispravnosti eksplozivne zaštite, istim aktom kojim je formirana Komisija, ovlaštena je Ispitna stanica poduzeća »R. Končar«, koja je ujedno bila zadužena za organizaciju administrativno operativne službe u poslovanju Komisije, što je danas preneseno u nadležnost Zavoda za eksplozivnu zaštitu, Elektrotehničkog Instituta poduzeća »R. Končar« u Zagrebu, čime je u potpunosti održan pravni kontinuitet djelovanja S—Komisije.

U djelokrug rada S—Komisije spadaju:  
— atestiranje eksplozivno zaštićenih električnih uređaja i to: tipska i pojedinačna ispitivanja uređaja domaćeg i inozemnog porijekla,

— davanje stručnih mišljenja o provedbi eksplozivne zaštite.

Tipsko ispitivanje i atestiranje eksplozivno zaštićenih električnih uređaja sastoji se od:

a) Ispitivanje dokumentacije za izradu

b) Ispitivanje eksplozivne zaštite uzoraka iz prve ili pokusne serije.

Ispitivanje dokumentacije za izradu uređaja vrši se na osnovu odgovarajućih jugoslovenskih standarda za odgovarajuću vrstu eksplozivne zaštite.

Kada S—Komisija utvrdi da dokumentacija sa definiranom eksplozivnom zaštitom odgovara važećim propisima, odnosno standardima, ovjerava tu dokumentaciju i izdaje tražiocu tipnog ispitivanja potvrdu o ispravnosti konstrukcije eksplozivne zaštite, u kojoj određuje uvjet za izbor uzoraka i laboratorijsko ispitivanje. U potvrdi se određuje i minimalna količina prve proizvodne serije, iz koje će se birati potreban broj uzoraka za laboratorijsko ispitivanje.

Izrada uzoraka za tipsko ispitivanje mora biti u skladu sa odobrenom dokumentacijom.

Na osnovu provedenih tipskih ispitivanja, a ukoliko proizvod zadovolji postojeće Propise i standarde za odgovarajuću vrstu zaštite, Komisija izdaje tipni atest za svaki tip eksplozivno zaštićenog uređaja, koji se odnosi samo na eksplozivnu zaštitu.

Tipni atest treba da sadrži:

- a) nominalne podatke
- b) granične tehničke karakteristike
- c) opis uređaja
- d) način i rezultate ispitivanja i broj ispitnog protokola
- e) popis ovjerene dokumentacije za proizvodnju
- f) specifične uvjete za pojedinačno ispitivanje, koji nisu obuhvaćeni odgovarajućim jugoslovenskim standardima

Tipni atest sa ovjerenom dokumentacijom izdaje se samo proizvođaču eksplozivno zaštićenih električnih uređaja.



Pojedinačno ispitivanje vrši se na svakom pojedinom proizvodu, a prema odgovarajućem jugoslovenskom standardu i uvjetima propisanim u tipnom atestu. Nakon provedenog pojedinačnog ispitivanja izdaje se pojedinačni atest koji treba da sadrži: ime proizvođača, tipsku oznaku, proizvodni broj, vrstu eksploziona zaštite, broj tipnog atesta izdanog od strane S—Komisije, kao i ostale karakteristike bitne za eksplozionu zaštitu, izjavu ispitivača o izvršenom ispitivanju, i oznaku standarda prema kojem je vršio ispitivanje.

Pojedinačni atesti o ispravnosti eksploziona zaštite, obavezni su za sve uređaje inozemnog porijekla prema prije navedenim propisima, (Sl. list SFRJ br. 52/68, tč. 5. 3. 4). Osim pojedinačnog atesta kupci ili korisnici inozemnih eksploziona zaštićenih električnih uređaja dužni su prije nabavke zatražiti od S—Komisije mišljenje o eksplozionoj zaštiti ure-

đaja koje namjeravaju uvesti, odnosno uvjete koji trebaju biti ispunjeni za priznavanje ispravnosti eksploziona zaštite inozemnih električnih eksploziona zaštićenih uređaja.

Ispitivanje uzoraka inozemnih električnih uređaja vrši se prema odgovarajućim jugoslovenskim standardima, kao tipsko ispitivanje.

Uzorci za ispitivanje biraju se kod svake novo uvezene količine i to jedan ili više uzoraka po tipu uređaja, koji se ispituje.

Nakon provedenog ispitivanja, na uzorcima i ako su rezultati ispitivanja pozitivni izdaje se atest (zbirno ili pojedinačno prema želji naručioca) za sve količine uređaja istog tipa.

U slijedećim brojevima biti će objavljeni svi do sada izdani tipni atesti koje je izdala S—Komisija, a prema kojima se izrađuju eksploziona zaštićeni električni uređaji za korištenje u rudnicima.

— II —

Popis tipnih atesta o eksplozionoj zaštiti, koje je izdala Komisija za ispitivanje S—uređaja, a po kojima se još izrađuju električni uređaji za korištenje u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom

Atest	Proizvođač	Tip	Predmet	Ekspl. zaštita	Karakteristike
1	2	3	4	5	6
110	KRUŠIK Valjevo	FW—500 KRUŠIK R1—1	Rudarska ručna akumulatorska svetiljka	(Sb) n Nikal-kadmium akumulator 20 AS	
111	»TEP« — Zagreb	NJ—1a	Transformatorska kućišta	(Sb) t Jednofazni suhi transformator od 1 kVA, 500 V, 50Hz za prim. 220V, 41A sek.	
112	R. KONČAR Zagreb	AKT—527	Trofazni kolutni asinhroni motor	(Sb) t 80 kW, 980 o/min do 500V, 50Hz 64 kW, 735 o/min do 500V, 50Hz	
114	TEVE VARNOST Zagorje	VKT-138-2	Cijevni ventilator	(Sb) t 0,8kW, 2850 o/min 500V, 50Hz	
115	KRUŠIK Valjevo	13301 (RL—5)	Akumulatorska kapna svetiljka	(Sb) n Nikal-kadmium akumulator 12—13 Ah	

Atest	Proizvođač	Tip	Predmet	Ekspl. zaštita	Karakteristike
1	2	3	4	5	6
120	TEP Zagreb	M—68/35	Kabelska uvodnica	(Sb) s 250V, 5A	
122	TEVE VARNOST Zagorje	VKJ-1611-2	Cijevni ventilator	(Sb) t 0,8 kW, do 500 V 50 Hz	
125	TEP Zagreb	SO—II	Sabirnički ormarić	(Sb) s do 500 V	
142	TEVE VARNOST Zagorje	VKT—2013—2	Cijevni ventilator	(Sb) t 6 kW, 2920 o/min do 500V, 50Hz	
143	„	TS—1 A	Kućište	(Sb) t do 500V, 50Hz	
145	R. KONČAR, Zagreb	Kt—1	Kućište	(Sb) t Za sklop. aparata do 200 A, do 550 V	
146	„	Kt—2	„	(Sb) t Za sklop. aparata do 400 A, do 550 V	
147	„	Ks—2—1	Sabirni ormarić	(Sb) s Do 500 V, do 800 A	
148	„	Ks—3—p	Priključni ormarić	(Sb) s Do 500 V	
149	„	Kt—3	Kućište	(Sb) t Za sklop. aparata do 630 A, do 550 V	
134	Rudnik Zagorje	TS 10	Kućište	(Sb) t do 500 V	
140	IUR — RAŠA	T—2	Kućište	(Sb) t do 500 V do 1000 A	
141	Rudnik Zagorje	RSN—3	Akumulatorska kapna svjetiljka	(Sb) n	
154	TEVE—VARNOST Zagorje	KT—2	Trofazni kavezni asinhroni motor	(Sb) t 2,2 kW, 2865 o/min do 500 V, 50 Hz	
156	„	KT—1	„	(Sb) t 0,8 kW, 2830 o/min do 500 V, 50 Hz	
158	„	NTT	Zakretno tipkalo	(Sb) t do 600 VA, do 380 V 50 Hz	
159	„	TS2A	Kućište	(Sb) t za kontrolnik izolacije-RK1	
161	„	KT 6	Trofazni kavezni asinhroni motor	(Sb) t 7,5 kW, 1430 o/min do 500 V, 50 Hz	
163	„	KT 7	„	(Sb) t 11 kW, 1440 o/min do 500 V, 50 Hz	
168	„	VST—11	Bušilica za ugajlj	(Sb) t 1,1 kW, 110 V 150 Hz, 900 o/min	
169	„	KT—S—4	Trofazni kavezni asinhroni motor	(Sb) t 5,5 kW, 1500 o/min do 500 V, 50 Hz	
170	„	FPT—150	Pretvarač frekvencije	(Sb) t 4 KVA, 380 na 125 V, 50 Hz na 150 Hz	

Atest	Proizvođač	Tip	Predmet	Ekspl. zaštita	Karakteristike
1	2	3	4	5	6
173	„	KTs 2	Trofazni kavezni asinhroni motor	(Sb) s	1,1 kW, 1380 o/min do 500 V, 50 Hz
175	TEVE—VARNOST Zagorje	TS 2—125	Kućište	(Sb) t	Za sklopne aparate do 500 V, 50 Hz, 125 A
176	TEVE—VARNOST Zagorje	KT 14	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	40 kW, 1455 o/min do 500 V, 50 Hz
177	„	OP	Dozemni provodnici	(Sb) t	Za 25, 60, 125 i 200 A
178	„	KT 10	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	22 kW, 1460 o/min do 500 V, 50 Hz
179	IUR—RAŠA	T3	kućište	(Sb) t	Za sklopne uređaje
180	TEVE—VARNOST Zagorje	KT 8	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	15 kW, 1500 o/min do 500 V, 50 Hz
181	„	KT A	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	Za 1,1 2,2 4,0 kW, 3000 o/min do 500 V, 50 Hz
182	„	PI	Provodni izol.	(Sb) t	za 15, 25, 60, 125 i 200 A, 500 V
184	KRUŠIK Valjevo	RL—19	Kapna rudarska dvočelijska Aku svjetiljka	(Sb) n	13 Ah, 2, 6 V, 1 A
185	„	RL—18	Kapna rudarska tročelijska Aku svjetiljka	(Sb) n	13 Ah, 3,75, V, 1 A
186	R. KONČAR Zagreb	Pt—p15 do Pt—p200	Provodni izolatori	(Sb) t	15 A, 60 A, 100 A 20 A, 500 V
187	„	Pt1—p400 Pt1—p600	„	(Sb) t	400 A, 600 A, 500 V
188	„	Pt1—pv 10 Pt2—pv 10	„		200 A, 10000 V
189	„	Pt3—PU 10 — 10 — 200	Dozemni provodnici	(Sb) t	60 A, 100 A 200 A
191	TEVE—VARNOST Zagorje	TS	Kućište	(Sb) t	—
192	„	FAD 200	Fluorescentna svjetiljka	(Sb) t	20 W, 30 W, 40 W
193	„	DVT 2013—2	Cijevni ventilator	(Sb) t	4 kW, 500 V 50 Hz 3000 sin. sin.
194	TEVE—VARNOST Zagorje	DVT 1611—2	Cijevni ventilator	(Sb) t	1,1 kW, 500 V, 50 Hz 3000 o/min, sin.

Atest	Proizvođač	Tip	Predmet	Ekspl. zaštita	Karakteristike
1	2	3	4	5	6
195	TEP, Zagreb	PSF 220	Fluorescentna svjetlost	(Sb) s	2 × 20 W
196	TEVE—VARNOST Zagorje	TS 3	Kućište	(Sb) t	—
198	TEP, Zagreb	S IV—D	Razvodna kutija	(Sb) s	60 W, 25 W, 380 V
200	TEVE—VARNOST Zagorje	KRT—200	Kabelska razvodnica	(Sb) s	—
201	TRUDBENIK Doboj	EBU—50	Rudnička bušilica za uglj	(Sb) t	1,5 KS, 125 V, 50 Hz
203	TEVE—VARNOST Zagorje	KT8—2 KT8—4	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	18,5 kW, 500 V, 27,2 A, 2930 o/min, 15 kW, 500 V, 23 A, 1455 o/min
205	„	RJP	Dojavljivač požara	(Sb) t	220 V, 1000 VA 600 o/min, brzina trake 2 m u sek.
207	R. KONČAR Zagreb	T6	Tahogenerator		
208	TEVE—VARNOST Zagorje	KT 16	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	70 kW, 380 V, 132 A, 2960 o/min, 500 V, 100 A 60 kW, 380 V, 118 A, 1470 o/min, 500 V, 89 A, 50 kW, 380 V, 81 A, 975 o/min, 500 V, 62 A, 30 kW, 380 V, 65 A, 730 o/min, 500 V, 50 A
209	R. KONČAR Zagreb	KTt 200	Kućište suhog rudničkog transformatora	(Sb) t	200 KVA, 6/04 KV 50 Hz
210	„	KTSt—200	Transformatorska strana kućišta		200 KVA, 6/05 kV 50 Hz
211	TEVE—VARNOST Zagorje	KT —	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	3,7 kW, 220 V, 13,5 A, 380 V, 7,8 A 500 V, 6,0 A 220 V, 14,2 A. 2860 o/min
211	TEVE—VARNOST Zagorje	KT —	Trofazni kavezni asin. motor	(Sb) t	3,7 kW, 380 V, 8,2 A 500 V, 6,2 A 220 V, 9,1 A 1430 o/min 2,2 kW, 380 V, 5,3 A 500 V, 4,0 A 220 V, 6,3 A 920 o/min

Atest	Proizvođač	Tip	Predmet	Ekspl. zaštita	Karakteristike
1	2	3	4	5	6
					1,5 kW, 380 V, 3,6 A 500 V, 2,7 A 220 V, 19,5 A 715 o/min 5,5 kW, 380 V, 11,4 A 500 V, 8,7 A 220 V, 20,0 A 290 o/min 5,5 kW, 380 V, 11,5 A 500 V, 8,8 A 220 V, 14,8 A 1450 o/min 3,7 kW, 380 V, 8,6 A 500 V, 6,5 A 220 V, 10,2 A 950 o/min 2,2 kW, 380 V, 5,9 A 500 V, 4,5 A 715 o/min
212	TEVE—VARNOST Zagorje	KT —	Trofaz. kavezni asin. motor		11 kW, 220 V, 37,2 A 380 V, 21,5 A 500 V, 16,5 A 220 V, 26 A 2920 o/min 7,5 kW 380 V, 16 A 500 V, 12 A 220 V, 22 A 1440 o/min 5,5 kW, 380 V, 12,3 A 500 V, 9,3 A 220 V, 15,8 A 950 o/min 3,5 kW, 380 V, 9,2 A 500 V, 7 A 220 V, 51,3 A 715 o/min 15 kW, 380 V, 29,7 A 500 V, 22,6 A 220 V, 38 A 2920 o/min
212	TEVE—VARNOST Zagorje	KT —	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	11 kW, 380 V, 22 A 500 V, 17 A 220 V, 28,6 A 1445 o/min 7,5 kW, 380 V, 16,5 A 500 V, 12,5 A 220 V, 22,5 A 965 o/min 5 kW, 380 V, 13 A 500 V, 10 A 715 o/min
214	TEVE—VARNOST Zagorje	KTL —	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	5,5 kW, 380 V, 11,4 A 500 V, 8,7 A 2920 o/min 3 kW, 380 V, 6,7 A 500 V, 5,1 A 1420 o/min 2,2 kW, 380 V, 5,3 A 500 V, 4,0 A

Atest	Proizvođač	Tip	Predmet	Ekspl. zaštita	Karakteristike
1	2	3	4	5	6
					960 o/min 1,5 kW, 380 V, 3,8 A 500 V, 2,9 A 720 o/min
215	TEP, Zagreb	TSF 240	Fluorescentna svjetiljka	(Sb) t	40 W, 220 V
216	TEP, Zagreb	PS 590	svjetiljka	(Sb) t	500 W, 220 V
222	R. KONČAR Zagreb	Pt <sub>1</sub> —pv 12e Pt <sub>3</sub> —pv 12e	Provodni izolator Provodni izolator	(Sb) t (Sb) t	— —
	”				
225	ISKRA KRANJ	F03—sl	Mjerni instrumenti	(Sb) s	1,5 A, 2,5 A, 4 A, 6 A, 10 A, 15 A i 25 A
228	TEVE—VARNOST Zagorje	TS 1	Signalna svjetiljka	(Sb) s	2,4 W, 6 V
229	TEVE—VARNOST Zagorje	TT 1	Jednopolno tipkalo	(Sb) t	500 V, 2 A
231	TEVE—VARNOST Zagorje	KTL —	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	1,1 kW, 380 V, 2,7 A 3000 o/min 0,55 kW, 380 V, 1,5 A 1500 o/min 0,37 kW, 380 V, 1,2 A 1000 o/min 0,25 kW, 380 V, 0,85 A 750 o/min 2,2 kW, 380 V, 0,82 A 3000 o/min 1,1 kW, 380 V, 0,78 A 1500 o/min 0,75 kW, 380 V, 0,74 A 1000 o/min 0,55 kW, 380 V, 0,70 A 750 o/min
232	TEVE—VARNOST Zagorje	KTI —	Trof. kavezni asin. motor	(Sb) t	2,2 kW, 380 V, 5 A, 50 Hz
236	TEP, Zagreb	NO—2 T	tipkalo	(Sb) t	380 V, 3 A
240	R. KONČAR Zagreb	2KTO	kućište	(Sb) I	—
247	TEVE—VARNOST Zagorje	KTV 19 —	Elektromotor	(St) I	110 kW, 380 V, 205 A 110 kW 380 V, 204 A 75 kW 380 V, 145 A 55 kW 380 V, 115 A
248	TEVE—VARNOST Zagorje	T0620	Kućište	(St) I	—
249	TEVE—VARNOST Zagorje	T0310	Kućište	(St) I	—

Atest	Proizvođač	Tip	Predmet	Ekspl. zaštita	Karakteristike
1	2	3	4	5	6
251	TEVE—VARNOST Zagorje	TOP 190	Príključni ormarić	(Ss) I	—
259	GFG Dortmund SR Njemačka	G70 D G70 P	Metanometar	(Si) I	do 5% CH <sub>4</sub>
260	TEVE—VARNOST Zagorje	TOZ 316	Sabirnički ormarić	(Ss) I	500 V, 200 A
266	TEVE—VARNOST Zagorje	KT112M	Trof. kavezni asin. motor	(St) I	3,7 kW, 380 V, 7,5 A, 2860 o/min 3,7 kW, 380 V, 8,1 A 1430 o/min 2,2 kW, 380 V, 6,35 A 940 o/min 1,8 kW, 380 V, 4,86 A
274	TEVE—VARNOST Zagorje	—	Ispusni čep	(St) I	—
277	TEVE—VARNOST Zagorje	TS3—200	Kućište	(St) I	500 V, 200 A
280	R. KONČAR Zagreb	Pt—3PU60 Pt <sub>3</sub> —PU100	Provodnici uzemljenja	(St) I	—
282	GFG Dortmund SR Njemačka	G 70 F	Metanometar	(Si) I	0—2% CH <sub>4</sub> 0—5% CH <sub>4</sub>
284	„	—	Metanometar	(Si) I	„
285	„	Gasotrans	Indikator plinova	(Si) I	„
286	R. KONČAR Zagreb	ATb 133—4	Trof. kavezni asin. motor	(St) I	0,73 kW, 220 V, 2, A 380 V, 1,16 A 1400 o/min
288	TEP, Zagreb	SR 30, 50, 70	Razvodište	(Ss) I	—
289	„	SPS—25	Provodni izolator	(St) I	25 A
290	PRICALLI Italija	ND 500	Trof. kavezni asin. motor	(St) I	—
307	TEP, Zagreb	0401.14	svjetiljka	(St) I	125 W, 220 V
308	„	0421.1	svjetiljka	(St) I	125 W, 220 V
309	„	25016.16	Razvodna kutija	(Ss) I	660 V
310	„	25016.15	Razvodna kutija	(Ss) I	660 V, 10 mm <sup>2</sup>
311	„	25016.12	Razvodna kutija	(Ss) I	500 V, 6 mm <sup>2</sup>

Atest	Proizvođač	Tip	Predmet	Ekspl. zaštita	Karakteristike
1	2	3	4	5	6
312	„	25016.6	Razvodna kutija	(Ss) I	500 V, 2,5 mm <sup>2</sup>
313	„	6598/1	S-grlo S 40	(St) I	—
314	„	23046.4	S-grlo E 27	(St) I	—
315	„	040135/1	S-svjetiljka	(Ss) I	100 W, 150 W, 220 W
316	„	20133.29/1 do 2013340/1	Paketna sklopka	(St)	250 V, 15 A
326	GFG Dortmund SR Njemačka	G75/st/10	Metanometar	(Si) I	0—2% i od 1,8—5%
327	TEVE—VARNOST Zagorje	KT 90 S	Trof. kavezni asin. motor	(St) I	0,55 kW, 380 V, 1,5 A 2790 0,55 kW, 380 A, 1,55 A 1380 o/min 0,37 kW, 380 V, 0,83 A 910 o/min 0,22 kW, 380 V, 0,83 A 670 o/min
331	TEP, Zagreb	PS 60—1	Svjetiljka	(Ss) I	220 V, 60 W
334	SIEMENS Berlin SR Njemačka	dzR 1457	Kućište sa ugra- đenom sklopkom	(St) I	380 V, 600 A
336	TEVE—VARNOST Zagorje	TTL—J	Dojavljivač požara	(St) I	500 V, 2 A
341	„	KT 90 —	Trof. kavezni asin. motor	(St) I	0,22 kW, 0,75 A, 890 o/min 5,5 kW, 380 V, 11,2 A
342	„	KT 132 S	„	(St) I	3,7 kW, 380 V, 8,6 A 960 o/min 2,2 kW, 380 V, 5,5 A 700 o/min 7,5 kW, 380 V, 14,74 A 2910 o/min
343	„	KT 132M—	Trof. kavezni asin. motor	(St) I	5,5 kW, 380 V, 13,25 A 960 o/min 3,7 kW, 380 V, 8,5 A, 710 o/min
344	R. KONČAR Zagreb	SPK—1	Priključna kutija	(Ss) I	500 V, 200 A
354	„	SPK—2	Priključna kutija	(Ss) I	500 V, 200 A

Izdavanjem novih Jugoslovenskih tehničkih propisa za konstrukciju, izradu i ispitivanje električnih uređaja za rad u atmosferi eksplozivnih smjesa, Sl. list SFRJ br. 52/68. izmjenile su se oznake za pojedine vrste eksplozione zaštite. U danom pregledu izdanih tipnih atesta, nove oznake su uvedene počev od broja 240 i dalje.



Radi boljeg pregleda daje se usporedba do-  
maćih sadašnjih i prijašnjih oznaka eksplozione  
zaštite za rudarstvo i industriju, kao i među-  
narodnih oznaka prema IEC.

#### Sadašnje oznake eksplozione zaštite

Vrsta zaštite	Oznaka	
	za domaću upotrebu	međuna- rodna
	S ...	IEC 79...
Neprodorni oklop	(St)	IEC 79—1
Povećana sigurnost	(Ss)	IEC 79...
Samosigurnost	(Si)	IEC 79—3
Punjenje čvrstim materijama	(Sq)	IEC 79—5
Punjenje plinom	(Sp)	IEC 79—2
Punjenje tekućinama	(So)	IEC 79...
Naročita vrsta zaštite	(Sn)	—

#### Područje primjene

Rudarstvo	I
Industrija	II
Grupe plinova	A, B, C, D

#### Oznake zagrijavanja

Temperaturni razred	T1, T2, T3, T4, T5, T6
Maksimalna dozvoljena temperatura zagrija- vanja u °C	°C (T ...)

#### Primjer označavanja

Rudnici	(St) I	(IEC 79—1) I
Industrija	(St) IIAT3	(IEC 79) II AT3

#### Prijašnje oznake eksplozione zaštite

Vrsta zaštite	Sb	S	Se
	u rudarstvu	opća oznaka	u indust.
Neprodorni oklop	Sb—t		Se—t
Pločasta zaštita	„—p		—
Uljna zaštita	„—o		„—o
Strana ventilacija	„—v		„—v
Samosigurnost	„—i		„—i
Povećana sigurnost	„—s		„—s
Naročita sigurnost	„—n		„—n

Dipl. ing. Rade Marjan

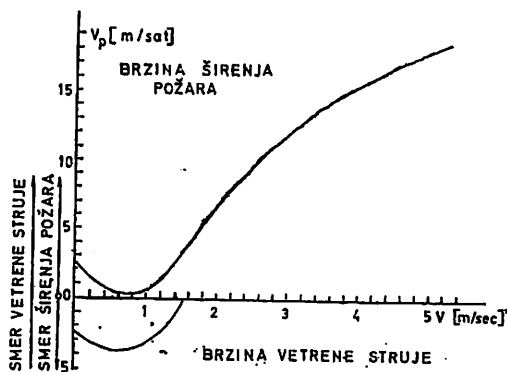
## Prikazi iz literature

Vitkovský, M.: Širenje požara u jami.  
Kakvom brzinom se širi požar u jamskim pros-  
torijama. (Šíření požáru v dole)

»Ostravský Horník«, ČSSR, br. 9 1965.

Da bi gašenje jamskog požara moglo biti što  
uspješnije potrebno je da se zna, čiji da se ume  
proceniti kojim će se pravcem i kojom brzinom  
požar širiti. Na razvoj požara u jamskim pros-  
torijama utiče ceo niz faktora, kao što su  
npr. pravac i brzina vetrene struje, naglon jam-  
ske prostorije, prisutnost sagorljivih materija  
i njihova količina (drvene podgrade, uglj, gu-  
meni transporteri, kablovi i dr.).

Zavisnost između brzine i pravca vetrene  
struje — i razvoja požara proučavao je V. J.  
Baltajtis iz materijala prikupljenog od 104 po-  
žara u u ugljenim rudnicima SSSR, i od 17 po-  
žara u probnom rudniku u Kadijevcu. Između  
njih odabrao je požare do kojih je došlo u hori-  
zontalnim jamskim hodnicima profila 6—7 m<sup>2</sup>,  
sa drvenom podgradom, a u međusobnom od-  
stojanju drvenih okvira 0,5—0,65 m. Dobivene  
rezultate V. J. Baltajtis izložio je u sledećem  
dijagramu



Dijagram zavisnosti brzine širenja požara i brzine vetrene  
struje.  $V_p$  (m/sat) — brzina širenja požara;  $W$  — pravac  
vetrene struje;  $V$  — pravac  $V$  (m/sec) — brzoća vetrene struje.

U horizontalnom delu jamske prostorije, u  
kojem praktično nema vazdušne struje, požar  
se širi na obe strane od mesta nastanka jedna-  
kom brzinom, koja je uslovljena sagorljivošću  
materijala i njegovom količinom, kao i količi-  
nom svežeg vazduha, koji struji prema požaru  
konveksno sa obe strane. Za odabrane tipove  
jamskih hodnika, pri brzini vetrene struje rav-  
noj nuli, požar se širi na obe strane brzinom  
oko 2,6 m na sat.

Pri malim brzinama vetrene struje (npr. vet-  
reni gubici, vetreni kratki spojevi) požar se širi  
brže u pravcu protiv vetrene struje, nego li u

njenom pravcu. Iz prakse su poznati slučajevi da pregori pregrada u pravcu protiv dolaženja kiseonika. Ispitivanjima su bila proverena saznanja iz prakse — da kada brzina vetrene struje postigne 0,7 m/sek, tada požar prestane da se uopšte širi u pravcu vetrene struje (brzina širenja pada sa 2,6 m za sat na nulu), a brzina širenja požara u pravcu protiv vetrene struje poraste na 4 m za sat.

Povećana brzina širenja požara protiv pravca vetrene struje pri malim brzinama struje prouzrokovana je nesumnjivo sledećim okolnostima:

- a) plamen nije mehanički suzbijan,
- b) do žarišta požara pridolazi mala količina vetrene struje, koja ne uspeva da ga ohladi, ali donosi ipak dovoljnu količinu kiseonika,
- c) količina kiseonika toliko je mala, da ga požar utroši, tako da za požar kiseonika više nema dovoljno.

Kod daljeg povećanja brzine vetrene struje, požar prestaje da se širi protiv struje (to se događa kada brzina pređe 1,6 m/sek), i posle toga širi se samo u pravcu vetrene struje, i to tim brže, čim je veća brzina struje.

U ovom slučaju požar prestaje da se širi protiv pravca vetrene struje iz sledećih razloga:

- a) plamen požara mehanički je suzbijan,
- b) čelo požara sa provetravane strane intenzivno se rashlađuje dovoljnom količinom vazduha, koji prema razmeri požara može do određene mere da dodaje dovoljno kiseonika da se zapali prostor pozadi požara.

Brzina vetrene struje, pri kojoj požar prestaje da se širi u pravcu protivnom struji, naziva se kritičnom brzinom. Shvatljivo je, a i praksa to potvrđuje, da čim je više sagorljivog materijala u jamskoj prostoriji, i čim je taj materijal kaloričniji, tim je i kritična brzina veća.

Veliki uticaj na pravac i na brzinu širenja požara ima svakako i naklon jamske prostorije. Ako u naklonjenoj (kosoj) jamskoj prostoriji u momentu nastanka požara ne prolazi dovoljno efikasna silazna vetrena struja, tada momentano dolazi do obrtanja promene njenog pravca, i požar se velikom brzinom širi uzlazno (protiv pravca struje). Ova brzina je tim veća, ukoliko je veći naklon jamske prostorije. Pri silaznom provetravanju naklonjene jamske prostorije vrednost kritične brzine je veća, nego li pri sličnim uslovima u horizontalnoj jamskoj prostoriji. Jasno je da je pri uzlaznom provetravanju iz istih razloga ta kritična brzina manja, nego li u horizontalnim prostorijama.

U daljem delu članka (V. J. Baltajtisa) dat je opis likvidacije jednog požara u kosoj jami (oknu) sa drvenom podgrađom, kojom prilikom je radi zaštite ljudstva bilo upotrebljeno nekoliko puta ponovljeno reverziranje vetrene struje.

Problem pravilnog prosuđivanja brzine širenja požara u jamskim prostorijama ima veliki značaj ne samo za organizaciju radova spasilaca, nego je to u ne maloj meri od odlučujuće važnosti i za njihovu bezbednost.

R. M.

H a j e k, L.: Smrtonosni azotni gasovi. — (Smrtonosni nitrozni pliny) »Záchránár«, ČSSR, br. 3, 1970.

U jami kalijevog rudnika u Južnom Harcu, dana 16. septembra 1963. godišne radila su u popodnevnoj smeni dva rudara sa, skreperom na utovaru minirane rude u komorskom otkopu. Iako otkop još nije bio potpuno provetren od gasova nastalih pri miniranju, revirni nadzornik, pošto je pregledao otkop, odobrio je da se nastavi sa radom. Po njegovoj proceni i izjavi koncentracija škodljivih gasova bila je neznatna.

Treba imati u vidu da u to vreme u ovim kalijevim rudnicima tehničko osoblje još nije imalo indikatore za određivanje koncentracije gasova nastalih pri miniranju, i da se je tada u svojim odlukama rukovodilo jedino iskustvom i osećanjem. Sve do navedenog slučaja ovde takođe nisu bili primećeni slučajevi glavobolje ili sličnih znakova trovanja u vezi sa miniranjem. A ukoliko su se ponekad i pojavili, tada su pripisivani drugim uzrocima, ali nikada dejstvu azotnih gasova.

Nakon što su otpočeli sa utovarom, prekinulo se je uže skrepera. Tada su oba rudara ušla u komoru, da bi uže navezali. Tu su se zadržali oko 15 minuta. Po povratku jedan rudar se je požalio revirnom na glavobolju. Nakon što je ponovo bilo otpočeto s utovarom, uže se opet prekinulo, i u komoru je tada ušao samo jedan rudar, onaj koji nije osećao nikakve tegobe. Posle povratka iz komore nije se žalio na bilo koje teškoće, i radio je sve do kraja smene.

Po povratku iz jame požalio se je na glavobolju, i dobio je praške protiv glavobolje. Ali, drugoga dana rano, ponovo je došao u zdravstveni centar, i žalio se na glavobolju i na mučnost na povraćanje, pa je tada saopštio da se je prošlog dana u popodnevnoj smeni nadisao gasova, nastalih pri miniranju. Odmah je bio primljen u revirnu bolnicu, ali prilikom pregleda ni ovde nisu spoznali da se radi o trovanju azotnim gasovima. Osim inhalacije sanobinina dobio je kapi protiv nadražaja na kašalj, i adsorgen.

Istoga dana, u popodnevnim časovima, došlo je do ubrzanog disanja, telesna temperatura povećala mu se je na 38,3°C, a bilo na 128 otkucaja u minuti. Kako se je njegovo stanje pogoršavalo, prevezen je u okružnu bolnicu.

Tokom noći stanje pacijenta se je i dalje neprestano pogoršavalo, i već u ranim časovima život mu je bio doveden u pitanje. Dat mu je kiseonik, docnije i nekoliko transfuzija krvi, a vršeno je i veštačko oživljavanje.

I pored velikog zalaganja lekara postradali nije mogao da bude spašen. Umro je u 15,30 sati. Obdukcijски nalaz nesumnjivo je utvrdio pravi uzrok smrti — bilo je to trovanje azotnim oksidima. Od vremena intoksikacije već je bilo prošlo gotovo 48 sati.

#### Pouka

Opasnost azotnih (nitrozni) gasova ne sme da se potcenjuje, kako u metalnim i nemetalnim jamama, isto tako ni u jamama uglja. Ipak:

u najvećoj merni to važi za metalne rudnike, gde se danas otpaljuje odjednom više stotina kilograma eksploziva, tako da je u njima opasnost naročito izražena i aktuelna. Koncentracija azotnih oksida posle miniranja ovde će bez sumnje i prelaziti dozvoljenu granicu od 17 ppm (0,0017% ili 0,035 mg/l) za osmo-časovno radno vreme, a biće za prvih 30 minuta posle miniranja i trostruko veća od dozvoljene granice.

#### Koji su i kakvi su ovi gasovi?

Pod azotnim gasovima ( $N_xO_y$ ) podrazumevamo smešu azotmonoksida, azotdioksida, azotpentoksida i drugih azotnih gasova, u kojoj su kao glavni sastojci zastupljeni, azotmonoksid i azotdioksid.

Azotmonoksid (NO) bezbojan je gas, nastaje na temperaturi el. luka (oko 3000°C). U dodiru sa kiseonikom iz vazduha odmah oksiduje i stvara jako otrovni mrko-crveni azotdioksid ( $NO_2$ ). Ako se azotdioksid ohladi ispod 25°C, tada nastaje azotpentoksid ( $N_2O_5$ ), koji se rastvara u vodi i obrazuje azotastu kiselinu ( $HNO_2$ ) i azotnu kiselinu ( $HNO_3$ ).

Azotni oksidi stvaraju se u jami najviše u slučaju kada eksploziv prilikom miniranja ne eksplodira već sagori. Interesantno je da oni nastaju takođe i prilikom autogenog zavarivanja.

Azot dioksid je veoma opasan i silno otrovan gas. Miris mu je neprijatan, štapa i nadražuje sluzokožu očiju i disajnih organa. Njegovo otrovno dejstvo ispoljava se u početku u nadražaju na kašalj, i u osećanju vrtoglavice i povraćanja. Na svežem vazduhu ovi znaci nestaju, postradali nema teškoća i daje dojam zdravog čoveka. Međutim, ovo stanje je samo latentna faza trovanja, jer dejstvo ovog gasa je podmuklo i ne ispoljava se odmah neposredno po udisanju, već istom posle nekoliko sati. Veoma brzo dolazi do plućnog edema, dok se subjektivne teškoće javljaju istom tada, kada se veći deo pluća napunio sa tečnošću. Ali, čak ni to nije spojeno sa bolovima. Krv je u to vreme postala već znatno gušća, a srce ne može da obezbedi normalan krvotok. Dolazi do insuficijencije (obamiranja) srčanog mišića. Pored toga krvni pritisak se smanjuje, nastupa nesvestica, a kod velikog dela postradalih i smrt.

Spasioci moraju da znaju da postradalom, dok je pri svesti, ne smeju da pružaju veštačko disanje ni na jedan od poznatih načina, niti da mu daju da inhalira kiseonik. Jedino što se mora da učini je, da se postradalom, što boljim pokrivanjem obezbedi da zadrži telesnu toplotu. On se mora ostaviti da miruje i pažljivo, što je moguće brže, otpremiti u bolnicu, gde se ne sme propustiti da, se precizno objasne uzroci trovanja.

Situacija je međutim potpuno drukčija ako se postradali nađe u nesvesti u gasovima, nastalim posle miniranja. U tom slučaju jasno je, da je nesvest nastupila usled trovanja ugljen-monoksidom (CO), i tada moramo da pokušamo sa veštačkim disanjem i kiseonikom, da bi što pre obnovili disanje postradalog. U ovako važnoj situaciji mora se pozvati lekar, i postradali mesta otpremiti u bolnicu.

Prema čehoslovačkim propisima, maksimalna dozvoljena količina azotanih oksida u jamskom vazduhu za osam-sati rada iznosi 17 ppm, tj. 0,035 mg/l. Kod koncentracije od 250 ppm, tj. 0,5 mg/l,  $NO_2$  već posle kratkotrajnog udisanja nastradali umire. Niža koncentracija osetljivo će oštetiti zdravlje postradalog.

Obzirom na osobine azotnih oksida, najefikasnija preventiva je da se mesta, koja će se minirati, veoma dobro poprskaju vodom, zatim da se već pri samom miniranju upotrebi vodena magla, a što je najvažnije — da provetranje bude izdašno. Ne sme se pri tome da zanemari ni činjenica da se deo gasova, nastalih pri miniranju, zadržava u miniranom materijalu, odakle može da se oslobodi i pređe u jamsku atmosferu.

Za kontrolu jamske atmosfere u pogledu azotnih oksida koriste se detektorske cevčice. Precizne podatke dobijemo međutim samo uzimanjem i analizom uzoraka atmosfere, pri čemu se sme da koriste samo specijalne posudice za uzimanje uzoraka azotnih oksida. Pri akcijama u atmosferi azotnih oksida, čete za spasavanje moraju radi toga da budu snabdevene vakuum posudicama, kao sastavnim delom opreme čete.

R. M.

#### Samospasilac SK 7. — (Sebezáchraný přístroj SK 7). »Záchranár«, CSSR, br. 3 1970.

U Sovjetskom Savezu već je u upotrebi aparat samospasilac SK 7. To je izolacioni regenerativni samospasilac sa kiseonikom pod pritiskom, a predviđen je za zaštitu disajnih organa rudara prilikom povlačenja iz škodljive — za gušljive i otrovne jamske atmosfere, do čega dolazi usled nezgoda u jami, kao što su iznenadni prodori gasova, prolomi uglja, požari i eksplozije.

#### Karakteristika aparata

Trajanje zaštitnog dejstva samospasioca iznosi 50 minuta.

Mere aparata:

visina: 275 mm

širina: 190 mm,

debljina: 116 mm.

Težina aparata:

4,2 kg

Zapremina boce za kiseonik:

0,4 litara

Radni pritisak kiseonika u boci:

200 kp/cm<sup>2</sup>

Težina kalcijum hidroksida  $Ca(OH)_2$  u patroni za regeneraciju vazduha:

1 kg

Zapremina vrećice za disanje:

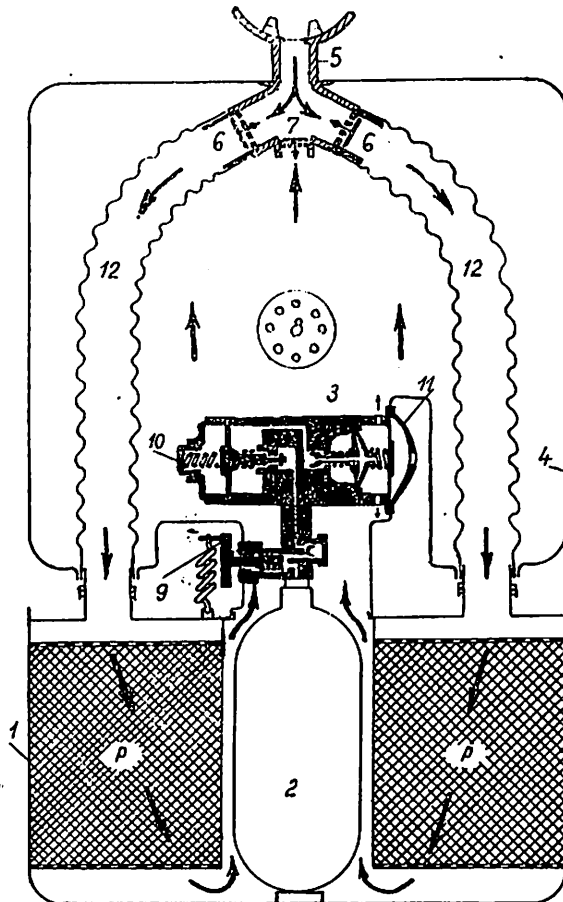
5 litara

Konstatno dodavanje kiseonika:

1,4 ± 0,1 l/min.

## Konstrukcija aparata

Aparat je smešten u dvostruku kutiju koja se tesno zatvara, i koja ujedno obuhvata patrone za regeneraciju vazduha.\*) Specifičnost ovog aparata su dva izdisna ventila, pored samo jednog udisnog ventila. Poboľšanje predstavlja takođe i uvođenje plućnog automatskog doziranja (plućna automatika) — vidi sliku.



Sema aparata samospasioca SK7  
1 — donji deo limene kutije; 2 — boca za kiseonik; 3 — redukcioni ventil; 4 — vrećica za disanje; 5 — nausnik; 6 — izdisni ventili; 7 — udisni ventil; 8 — ventil za natpritisak; 9 — ventil za zatvaranje boce; 10 — reduktor pritiska; 11 — plućna automatika; 12 — crevo; p — patrone za regeneraciju vazduha.

Vazduh izdahnut iz pluća struji kroz oba izdisna ventila nabranim cevima, i kroz patronu za regeneraciju vazduha do srednjeg valjkastog otvora. Otuda ide dalje kroz prostor između boce za kiseonik i stene patrona za regeneraciju vazduha u vrećicu za disanje. Pri udisaju vazduh iz vrećice za disanje struji kroz udisni ventil i nausnik u pluća.

\* U češkom tekstu stoji »pohlčovač«.

Konstantno dodavanje kiseonika iz redukcionog ventila struji u vrećicu za disanje, a isto tako iz plućnog automatskog doziranja. Dodatno dodavanje kiseonika može još da se izvrši i ručnim pritiskanjem na membranu plućne automatike preko tkanine vrećice za disanje.

Ispravnost aparata kontroliše se redovnim vaganjem. Prirast od 15 g na težini aparata i smanjenje težine za 10 g jesu krajnje vrednosti, koje predstavljaju granicu upotrebljivosti aparata. U tom slučaju aparat mora da se ponovo sastavi, i to sa novim punjenjem patrona za regeneraciju vazduha, i sa novom boćom kiseonika.

R. M.

## Pokretna skladišta eksploziva

Cahiers des Comités de Prévention du Batiment et des Travaux publics, br. 4/1968.

(»Jugoslovenska i inostrana dokumentacija zaštite na radu« — Niš, broj 7/1969.)

U šest poglavlja ovog članka obrađeni su uslovi koji moraju biti ispunjeni da bi se mogla vršiti primena eksploziva koji potiče iz pokretnih skladišta.

U posebnim odredbama obrađene su opšte mere zaštite u vezi sa transportom, skladiranjem i upotrebom eksploziva bez obzira na tip depoa na gradilištu.

Pokretni depoi moraju da ispunjavaju posebne uslove u pogledu dobijanja ovlašćenja za korišćenje, maksimalno dozvoljene količine i vrste eksploziva, posebnog smeštaja detonatora, vođenja evidencije prijema i izdavanja eksplozivnih sredstava i dr.

U saobraćaju pokretna skladišta podležu Zakonu o putevima i propisima o transportu i parkiranju opasnih materija.

Detonatori se moraju čuvati u depou koji je odvojen od depoa za eksploziv. Ako su u svojoj ambalaži mogu se razvoziti najviše do 10 hiljada komada u metalnom kovčegu ili ormanu, opremljenom sigurnosnom bravom. Vozilo sa depoom za detonatore može da ih sadrži najviše do 30 hiljada komada i sa njima se mogu skladiirati sporigoreći fitilji i štapini.

Oprema i uređenje pokretnih skladišta mora da bude tako izvedena da garantuje apsolutnu bezbednost.

Depo na parkiralištu treba da je zaštićen ogradom visine 2 m na udaljenosti od najmanje 0,5 m.

Prikolica u kojoj je smešten depo mora da ima napravu za podupiranje kojom se na parkiralištu postiže savršena stabilnost u svim pravcima.

Svaki depo mora da ima po dva aparata za gašenje požara.

Elektro oprema vozila treba da je dobro zaštićena izolacionom materijom koja isključuje nastajanje kratkog spoja.

D. D.

## Bibliografija

- Li, K. B. i Bondarev, A. M.: **Higijenska procena uticaja meteoroloških uslova na provetravanje rudnika kombinata »Apatit«.** (Gigieničeskaja ocenka vlijanija meteoroloških uslovij na provetrivanie rudnikov kombinata »Apatit«). »Gornyj ž«, (1969) 10, str. 76—78, (rus.).
- Patrušev, M. A., Karnauh, N. V. i Kisil', V. S.: **Topološki parametri ventilacionih mreža jama Doneckog basena.** (Topologičeskie parametry ventilacionnyh setej šaht Doneckogo bassejna). U sb. »Tezisy dokl. na Resp. naučno-tehn. konferencij po probl. ugol'n. prom-sti. Č. 1«, Doneck, 1969, str. 76—79, (rus.).
- Ventilacija i odvodnjavanje .... projektovanje i praksa.** (Ventilation and drainage... planning and practice).
- »Coal Age«, 73 (1968) 10, str. 124—130, (engl.).
- Karnauh, N. V.: **Ispitivanje stabilnosti pri usmeravanju kretanja vazdušnih tokova u dijagonalama kod jamskih ventilacionih mreža pri različitim režimima provetravanja.** (Issledovanie ustojčivosti po napravleniju dviženija vazdušnyh potokov v diagonaljah šahtnyh ventilacionnyh setej pri različnyh režimah provetrivaniija). U sb. »Tezisy dokl. na Resp. naučno-tehn. konferencij po probl. ugol'n. prom-sti. Č. 1«, Doneck, 1969, str. 91—94, (rus.).
- Nejkov, A. G., Paršin, Ja. D. i dr.: **Količina vazduha koja je neophodna za provetravanje jamskih prostorija izrađenih skreperom.** (Količestvo vazduha, neobhodimoe dlja provetrivaniija vyrabotok skreperovaniija). »Sb. naučn. tr. N.-i. in-t po ventilaciji i očištke vazduha na gornorudn. predpriyatijah metallurg. prom-sti«, 1969, vyp. 2, str. 86—94, (rus.).
- Mihajlov, V. A., Makarevič, D. N. i Čerkonos, A. I.: **Ispitivanje vazdušnih struja na površinskim otkopima krivoroškog basena.** (Issledovanie vazdušnyh potokov v kar'erah Krivoroškogo basejna). »Sb. naučn. tr. N.-i. in-t po ventilaciji i očištke vazduha na gornorudn. predpriyatijah metallurg. prom-sti«, 1969, vyp. 2, str. 114—122, (rus.).
- Tuluzakov, V. V.: **Po pitanju primene drenažnih prostorija za provetravanje dubokih površinskih otkopa.** (K voprosu ispol'zovanija drenažnyh vyrabotok dlja provetrivaniija glubokih kar'erov). U sb. »Materialy II konferencij po obmenu opytom v naučn. issl. i proektir. osušč. mestorožd. polezn. iskopaemyh«, Belgorod, 1969, str. 337—342, (rus.).
- Čomakov, P.: **Tehnička sredstva za veštačko provetravanje površinskih otkopa.** (Tehnički sredstava za izkustvena ventilacija na otkriti rudnici). »Bjul. naučno-tehn. inform. niproroda«, (1969) 2, str. 26—32, (bugar.).
- Jarcev, V. A. i Čudov, Ju. A.: **Modeliranje elemenata jamskih ventilacionih mreža posredstvom zakona o otporu kretanju vazduha.** (Modelirovanie elementov šahtnyh ventilacionnyh setej s promežutočnym zakonom soprotivlenija dviženiju vozduha). »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1969) 10, str. 49—50, (rus.).
- D'jakov, V. V., Kovalev, V. I. i Kulikov, V. M.: **Proračun provetravanja jamskih prostorija pri utovaru i skreperovanju.** (Rasčet provetrivaniija gornyh vyrabotok pri pogruzočnyh i skrepernyh rabotah). »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1969) 9, str. 64—68, (rus.).
- Nejkov, O. D., Alekseev, A. G. i Paršin, Ja. D.: **Proračun zajedničkog rada ventilatora u recirkulacionim sistemima.** (Rasčet sovместnoj raboty ventiljatorov v recirkuljacionnyh sistemah). »Sb. naučn. tr. N.-i. in-t po ventilaciji i očištke vazduha na gornorud predpriyatijah metallurg. prom-sti«, (1969), vyp. 2, str. 94—99, (rus.).
- Sigurnost, ekonomičnost i automatsko regulisanje glavnih ventilacionih uređaja u jami.** (Nadežnost' ekonomičnost' i avtomatičeskoe regulirovanie glavnih ventiljacionnyh ustanovok šaht). (Sbornik) In-t gorn. dela Sib. otd. AN SSSR, Novosibirsk, (1969), 127 str., il., bibliografija, (rus.).
- Petrov, N. N. i Ponomarev, P. T.: **Efektivnost ventilacije i ekonomičnost ventilacionih uređaja jame.** (Effektivnost' ventiljacij i ekonomičnost' ventiljatornyh ustanovok šaht). U sb. »Nadežnost', ekonom. i avtom. regulir. glavn. ventiljatorn. ustanovok šaht.«, 1969, str. 3—16, il., 7 bibl. pod., (rus.).
- Petrov, N. N.: **O konstrukciji sistema automatskog upravljanja provetravanjem jame.** (O postroenii sistem avtomatičeskogo upravljenija provetrivanjem šaht). U sb. »Nadležnost', ekonom. i avtomat. regulir. glavn. ventiljatorn. ustanovok šaht«, Novosibirsk, 1969, str. 17—28, il., 4 bibl. pod., (rus.).
- Petrov, N. i Ermoalev, P. N.: **Viševrijantna sistema automatskog upravljanja regulisanjem glavnih ventilacionih uređaja jame.** (Mnogoinvarijantnaja sledljaščaja sistema avtomatičeskogo regulirovanija glavnih ventiljatornyh ustanovok šaht). U sb. »Nadežnost', ekonom. i avtomat. regulir. glavn. ventiljatorn. ustanovok šaht«, Novosibirsk, (1969), str. 51—61, il., 10 bibl. pod., (rus.).
- Dimitrov, D.: **Sistem lokalnog i telemehaničkog upravljanja ventilacionim uređajima pomoću beskontaktnih elemenata.** (Sistema za mesto telemehanično upravljenje na ventilatorni uređbi s beskontaktni elementi). »V'glišča«, 24 (1969) 7, str. 14—18, (bugar.).
- Kozenko, N. D.: **Procena efektivnosti provetravanja i određivanje optimalne neophodne količine vazduha za radni front rudnika uglja** (Ocenka nadežnosti provetrivaniija i opredelenija optimal'no neobhodimogo količestva vozduha dlja vyemočnyh učastok ugol'nyh šaht) »Ugol' Ukrainy«, (1968) 10, str. 45—47, (rus.).

- Levin, E. M.: **Primena korelacionih metoda kod hidrogeoloških prognoza izdvajanja gasova** (Primenenie korreljacionnyh metodov pri gidrogeologičeskikh prognozah i prognozah gazovydelenij) »Tr. Tjumensk. industr. in-ta«, (1969), vyp. 6, str. 111—124, (rus.)
- Kašuba, V. S. i Bokarev, V. V.: **Karakteristike gasnog režima i uslovi primene inertne gasne sredine kod sistema razrade kratkim čelima** (Osobennosti gazovogo režima i uslovij primenenija inertnoj gazovoj sredy pri korotkozabojnyh sistemah razrabotki) U sb. »Tezisy dokl. na Resp. naučn.-tehn. konferencij po probl. ugol'n. prom-sti. Č. 1«, Doneck, (1969), str. 87—90, (rus.)
- Ušakov, K. Z., Pučkov, L. A. i Čižikov, G. I.: **Formiranje parametara ventilacionih struja u cilju borbe protiv nagomilavanja metana iz sloja u rudnicima uglja** (Formirovanie parametrov ventilacionnyh potokov s cel'ju bor'by so sloevymi skoplenijami metana v šah-tah) »Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. isko-paemyh«, (1969) 5, str. 75—79, (rus.)
- Kozłowski, B.: **Nova metoda prognoziranja izdvajanja metana u rudnicima kamenog uglja** (Nowa metoda prognozowania zagrożenia gazowego) »Zesz. nauk. Politechn. slaskiej«, (1969) 251, str. 107, (polj.)
- Gorb, B. Ju.: **Praksa likvidacije nesrećnih slučajeva u jami »Gorlovskaja—Glubokaja«** (Opyt likvidacii avarii na šahte »Gorlovskaja—Glubokaja«) U sb. »Poglošč. inert. gazov v gorn. vyrabotkah«, Tula—Doneck, (1969), str. 210—213, (rus.)
- Vasiljanskij, N. P., Voronin, P. A. i dr.: **Ispitivanje uslova sigurnog vođenja minerskih radova u strmim slojevima Donbasa** (Issledovanie uslovija bezopasnogo vedenija vzryvnyh rabot na krutyh plastah Donbassa) U sb. »Bor'ba s vybrosami uglja i gaza, podzemn. požarami, bezopasn. vzryvn. rabot«, M., »Nedra«, 1969, str. 36—48, (rus.)
- Sirota, O. C.: **Ispitivanje naponskog stanja stenskih masa u zonama koje su opasne na izboj uglja i gasa** (Issledovanie napražennogo sostojanija gornyh porod v zonah, opasnyh po vybrosam uglja i gaza) U sb. »Bor'ba s vybrosami uglja i gaza, podzemn. požarami, bezopasn. vzryvn. rabot«, M., »Nedra«, 1969, str. 20—24, (rus.)
- Szurtes, L.: **Razvoj postupka za zaštitu od iznenadnog izboja uglja i gasa** (A szénés gazki-törések elleni védekezés fejlődése) »Banyasz. és kohasz. lapok. Banyasz.«, 102(1969)9, str. 577—586, (mađar.)
- Bessonov, Ju. N. i Smirnov, N. S.: **Prethodna degazacija slojeva uglja u jami Nr. 1 »Kapital'naja« kombinata Vorkutaugolj** (Predvaritel'naja degazacija ugol'nyh plastov na šahte Nr. 1 »Kapital'naja« kombinata Vorkutaugol') »Tr. Pečorsk. n.-i. ugol'n. in-ta«, 1969, vyp. 4, str. 199—209, (rus.)
- Wecker, K. i Bobak, B.: **Podzemna degazacija u Ostravsko-Karvinskom basenu** (Dulni degazace v ostravsko-karvinském reviru) »Uhli«, 11(1969)7, str. 251—253, 278—279, (češk.)
- Ross, C. R.: **Aktivnost međunarodnih organizacija po problemima opasnosti od prašine u rudnicima** (International activities relating to the problem of dust hazards in mines) »Canad. Mining and Metallurg. Bull.«, 62(1969)690, str. 1041—1044, (engl.)
- Nedin, V. V. i Gagauz, F. G.: **Ispitivanje adsorpcije otrovnih gasova pomoću inertne prašine** (Issledovanie adsorpcij jadvityh gazov dispersnoj pyl'ju) »Sb. naučn. tr. N. I. in-t po ventiljacii i očištke vazduha na gornorudn. pred-prijatijah metallurg. prom-sti«, 1969, vyp. 2, str. 60—71, (rus.)
- Sniegowski, A.: **Primena membranskih filtera za smanjenje koncentracije prašine u vazduhu i neki principi uzimanja proba prašine** (Zastosowanie filtrow membranowych do pomiarow koncentraciji pylu w powietrzu oraz niek-tore zasady pobierania prob pylu). »Arch. gorn.«, 14 (1969) 3, str. 311—323, (polj.)
- Maguire, B. A. i Barker, D. A.: **Instrument za gravimetrijsko uzorkovanje prašine (Simpeds): Preliminarni rezultati podzemnih ispitivanja** (A gravimetric dust sampling instrument (SIMPEDS): preliminary underground trials) »Ann. Occupat. Hyg.«, 12(1969)4, str. 197—201, (engl.)
- Vasin, V. I., Larčev, I. A. i dr.: **Kompleks inženjersko-tehničkih mera u borbi sa prašinom na površinskim otkopima kod otvaranja aluvijalnih ležišta u uslovima žarke klime** (Kompleks inženerno-tehničeskikh meroprijatij po bor'be s pil'ju v kar'erah pri razrabotke osadočnyh mestoroždenij v uslovijah žarkogo klimata) U sb. »Razrabotka mestorožd. v uslovijah vysokogor'ja i žarkogo klimata«, Taškent, 1969, str. 122—123, (rus.)
- Baluta, A. M.: **O rezultatima uvođenja kompleksne metode otprašivanja** (O rezul'tatah vnedrenija kompleksnogo metoda obespylivanja) »Sb. naučn. tr. N.-i. in-t po ventiljacii i očištke vazduha na gorno-rudn. predprijatijah metallurg. prom-sti«, 1969, vyp. 2, str. 5—16, (rus.)
- Vasin, V. I., Larčev, I. A. i Šilov, P. D.: **O uticaju vlažnosti stena na obrazovanje prašine pri ekskavatorskim radovima na površinskim otkopima koji se nalaze u rejonima sa suvom žarkom klimom** (O vlijanij vlažnosti gornyh porod na pyleobrazovanie pri ekskavatornyh rabotah v kar'erah, raspoložennyh v rajonah s suhim žarkim klimatom) U sb. »Razrabotka mestorožd. v uslovijah vysokogor'ja i žarkogo klimata«, Taškent, 1969, str. 124—125, (rus.)
- Čižikov, E. N. i dr.: **Sniženje krajnje dopuštene koncentracije prašine u rudničkom vazduhu** (Sniženie predel'no dopustimij koncentracij pyli u rudničnom vozduhe) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1969)11, str. 25—26, (rus.)

- Safihin, M. S., Benjuh, N. D. i Maslenikov, R. R.: **Određivanje optimalnog režima obaranja prašine orošavanjem** (Opredelenie optimal'nogo režima pylepodavlenija orošeniem) »Sb. naučn. tr. Kuzbassk. politehn. in-t«, (1969)14, str. 176—181, (rus.)
- Gel'man, D. Z. i Popovič, S. P.: **Sprečavanje obrazovanja prašine na radnim mestima skreperista** (Predupreždenie obrazovanija pyli na rabočih mestah skreperistov) »Sb. naučn. tr. N.-i. in-t po ventiljacii i očištke vozduha na gornorudn. predpriyatijah metallurg. prom-sti«, 1969, vyp. 2, str. 24—26, (rus.)
- Occella, E.: **Ubrizgavanje vode u ugljeni plast u cilju borbe sa prašinom** (La tecnica dell'iniezione di acqua negli strati di carbone come mezzo di lotta contro le polveri) »Boll. Assoc. miner. subalpina«, 4(1967)3, str. 410—419, 311, 319, (ital.)
- Čilavšili, Š. E. i Bregdvaze, M. E.: **Suvo hvatanje prašine kod površinskog otkopavanja** (Suhoe ulavlivanje pyli pri otkrytyh razrabotkah) U sb. »Razrabotka mestoroždenij v uslovijah vysokogor'ja i žarkogo klimata«, Taškent, 1969, str. 136—137, (rus.)
- Seleketin, A. V. i Žovtuha, G. A.: **Elektrofilter za čišćenje vazduha koji se uvodi u jamu** (Elektrofil'tr dlja očištki vozduha, podavomogo v šahty) »Sb. naučn. tr. N.-i. in-t po ventiljacii i očištke vozduha na gornorudn. predpriyatijah metallurg. prom-sti«, 1969, vyp. 2, str. 135—140, (rus.)
- Altynbekov, B. E. i Li, V. A.: **Higijenska procena novih tipova sistema za orošavanje pri dobijanju uglja uskozahvatnim kombajnom KŠ-1KG u slojevima velike moćnosti** (Gigieničeskaja ocenka novyh tipovyh orositel'nyh sistem pri vyemke uskozahvatnym kombajnom KŠ-1KG na plastak bol'šoj moćnosti) U sb. »Materialy Itogoj. naučn. konferencij po vopr. gigieny truda i profzabolevanij, 1969«, Karaganda, 1969, str. 12—15, (rus.)
- Filatov, V. G., Sobennikov, L. D. i dr.: **Rezultati ispitivanja tipskog sistema za orošavanje kombajna 1K—101 u jamj Nr. 2 »Velikomostovskaja«** (Rezultaty ispytanij tipovoj orositel'noj sistemy (TOS) kombajna 1K—101 na šahte Nr. 2 »Velikomostovskaja«) »Ugol'«, (1969)12, str. 47—49, (rus.)
- Versmée, P. i Durand, J. M.: **Uloga bioloških elemenata na izbijanje rudničkih požara** (Le rôle des éléments biologiques dans l'origine des feux de mines) »Rev. ind. minérale«, 51(1969)9, str. 743—769, (franc.)
- Osipov, S. N. i Grekov, S. P.: **Karakteristike izolacije požara primenom inertnih gasova** (Osobennosti izoljacii požarov s primeneniem inertnyh gazov) U sb. »Pogloščenie inertn. gazov v gorn. vyrabotkah«, Tula—Doneck, 1969, str. 180—182, (rus.)
- Kozljuk, A. I., Gugučkin, V. D. i Lumer, B. I.: **Sniženje opasnosti od požara kod ventilacionih i izvoznih okana** (Sniženie požarnoj opasnosti ventiljacionnyh i otkatočnyh štrekov) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1969)10-str. 52—53, (rus.)
- Kokorin, P. I. i Moissev, V. A.: **O uticaju veličine ukupne depresije jame na samozapaljivost uglja** (O vlijanii veličiny obšteštajnoj depressii na samovozgoranie uglja) U sb. »Vopr. rudničn. aerologii«, Kemerovo, 1969, vyp. 2, str. 306—309, (rus.)
- Heavilon, J. L., Jones, D. A. i Thomas, B. A.: **Metoda izolovanja jamskih požara** (Method for mine fire control) Dayton Fly Ash Co., Inc.) Patent SAD, kl., 169—2, (A 62 c), Nr. 3421587, prijav. 20. 09. 67, publ. 14. 01. 69.
- Schewe, A. ž.: **Ekspres-metoda otkrivanja podzemnih požara pomoću uređaja koji registruju sadržaja CO u rudničkoj atmosferi**. Uređaji i rezultati primene ove metode u ugljenom basenu Rur (La détection précoce des feux et incendies à l'aide d'enregistreurs des teneurs en CO. Etat de l'équipement et résultats dans de Bassin de la Ruhr) »Publs, techn. charbonn. France«, (1969)4, str. 161—163, (fr.)
- Krivoručko, A. M. i dr.: **Rezultati radova na primeni penopoliuretana i fenol-rezol penoplasta u cilju poboljšanja provetravanja i sigurnosti rada u rudnicima uglja** (Rezultaty rabot po primeneniju penopoliuretana i fenol'no-rezol'nogo penoplasta dlja celej ulučšenija provetravanija i bezopasnosti rabot v ugoľ'nyh šahtah) U sb. Tezisy dokl. na Resp. naučno-tehn. konferencii po probl. ugoľ'n. prom-sti, Č. 1«, Doneck, 1969, str. 69—71, (rus.)
- Mahon', P. I.: **O merama poboljšanja tehnike sigurnosti u rudarskim preduzećima trusta »Ordžonikidžemarganec«** (O merah ulučšenija tehniki bezopasnosti na gornorudnyh predpriyatijah tresta »Ordžonikidžemarganec«) »Tr. 3 Obl. naučn. konferencij po profilaktike proizvodstven. travmatizma v gornorudn. metallurg. prom-sti i lečeniju posledstvij travm.«, »Promin'«, 1969, str. 27—30, (rus.)
- Rabsztyn, J. i Bastron, H.: **Vazdušni potencijal i tehnika sigurnosti u rudnicima** (Potencijal powietrza a bezpieczenstwo w kopalni) »Przegl. gorn.«, 25(1969)6, str. 279—284, (polj.)
- Fritze, A.: **Sprečavanje nesrećnih slučajeva u rudarstvu** (Unfallverhütung unter Tage) »Kompass«, 79(1969)9, str. 238—242, (nem.)
- Mel'nikov, N. V. i Česnokov, M. M.: **Tehnika sigurnosti na površinskim otkopima. III-će prerađeno i dopunjeno izdanje** (Tehnika bezopasnosti na otkrytyh gornvyh rabotah. Izd. 3-e, pererabot. i dop.) M., »Nedra«, 1969, 399 str., (rus.)

# OBAVEŠTENJE

## 2. KONGRES MEĐUNARODNOG DRUŠTVA ZA MEHANIKU STENA

Jugoslovensko društvo za mehaniku stena i podzemne radove organizuje 2. kongres Međunarodnog društva za mehaniku stena. Kongres će se održati u Domu sindikata u Beogradu od 21. do 26. septembra 1970. godine. Priprema kongresa rukovodi Organizacioni komitet od 38 članova na čelu sa prof. ing. Branislavom Kujundžićem.

Na dnevnom redu su sledeće teme:

1. Osnovna svojstva stenskih masa: prirodni naponi, heterogenost, anizotropija, diskontinualnost.
2. Defornabilnost stenskih masa: mehanizam i karakter deformacija, uticaj opterećenja i vremena.
3. Mehaničke otpornosti stenskih masa: na pritisak, zatezanje i smicanje. Problem loma.
4. Podzemni radovi: sekundarno stanje napona, deformacije, podzemni pritisci, međusobno dejstvo stenske mase i podgrade odnosno obloge.
5. Razaranje stenske mase: fizičko-mehaničke osnove, bušenje, miniranje, drobljenje, abanje.
6. Pобоljšanje osobina stenskih masa: injektiranje, dreniranje, sidrenje itd.
7. Stabilnost padina i kosina u stenskim masama stalnih i privremenih.
8. Ponašanje stenskih masa ispod temelja objekata.

Ukupno je primljeno i biće štampano 278 referata od autora iz 32 zemlje; jugoslovenski autori podnose 17 referata.

Pored toga predviđena su i dva posebna predavanja:

1. »Dostignuća jugoslovenskih stručnjaka na području mehanike stena« i
2. »Geologija Jugoslavije«.

Program rada Kongresa obuhvata plenarne kongresne sednice, posete naučno-istraživačkim organizacijama u Beogradu, jednodnevne ekskurzije, posetu kulturno zabavnim manifestacijama, prijem i završni banket. Pored toga, u posebnoj sali biće omogućeno prikazivanje naučno-stručnih filmova iz oblasti mehanike stena.

Kongresne sednice će za svaku temu obuhvatiti izveštaj generalnog izveštioća i diskusiju. Referati se neće posebno prikazivati, pošto će materijal biti ranije dostavljeni učesnicima kongresa.

Pravo učestvovanja na kongresu maju svi stručnjaci koji se bave proučavanjem ili primenom mehanike stena.



---

# Časopis „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	24,00 ND
za ustanove i preduzeća	140,00 ND

Pozivamo sve rudarske stručnjake, saradnike naučnih ustanova i drugih organizacija na saradnju u časopisu »Sigurnost u rudnicima« po svim pitanjima iz oblasti zaštite na radu u eksploataciji mineralnih sirovina, nafte i gasa, kamena i dr.

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

- za naučne i stručne članke od 350,00 do 500,00 ND
- za prikaze iz prakse (iskustva u sprovođenju zaštite na radu) od 250,00 do 350,00 ND
- za prikaze savetovanja, kongresa do 250,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 60,00 do 120,00 ND po prvom tabaku.

Oglašavajte se u našem časopisu!

Cena oglasa je 1.200,00 ND 1/1 strana  
900,00 ND 1/2 strane

**Redakcija časopisa**

---

N A R U D Ź B E N I C A

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 190,00

SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 140,00

Ukupno: 330,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

\_\_\_\_\_ (mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa \_\_\_\_\_

MP \_\_\_\_\_

N A R U D Ź B E N I C A

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 32,00

SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 24,00

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

**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 naj eminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Rečnik je izašao iz štampe.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik će imati format pogodan za upotrebu.

**O-113**

**odlagalište, hidromonitorno visinsko**

flushing dump above level  
décharge (f) à chasse d'eau au  
dessus du niveau  
Hochspülkippe (f)  
высокосмывной отвал

**O-114**

**odlagalište, klizanje**

stockpile sliding; depot sliding  
glissement (m) du remblai  
Kippenrutschung  
отвальный оползень

**O-115**

**odlaganje, mesto**

depot position; storage position  
position (f) du dépôt  
Kippstelle (f)  
отвальное место

**O-116**

**odlagalište, napredovanje**

advance of waste dump  
avancement (m) du dépôt  
Kippenfortschritt (m)  
подвигание отвала

**O-117**

**odlagalište, odbacivačko**

stacker dump  
dépôt (m) formé par l'engin de rejet  
Absetzerkippe (f)  
экскаваторный (абзетцерный) отвал

**O-118**

**odlagalište, okrenut ka**

facing the stockpile; facing the depot  
face (f) vers le dépôt; face (f) vers  
le remblai  
kippenseitig  
со стороны отвала

Cena iznosi 230,00.— din.

Sledeću transportnu opremu savremenih i namenskih konstrukcija za korišćenje u raznim granama delatnosti možete da nađete na izveznoj listi Spoljnotrgovinskog preduzeća »CENTROZAP«:

### **Šinske zakretne odlagače sa trakom, tip ZOS**

Konstrukcija ovih mašina omogućuje lako odlaganje naslaga materijala i obrazovanje odlagališta do 200 m dužine.

Odlagači su prilagođeni za neprekidan – kontinualan transport pomoću transportnih traka i opremljeni su trakom za ponovni utovar i istovar.

### **Šinski rotorni bager sa utovarnom i istovarnom trakom, tip LZKS**

Ove utovarno-istovarne trake su dvo-namenske mašine za odlaganje i ponovni utovar odloženog materijala. Konstrukcija ove mašine omogućuje lako ponovno utovarivanje materijala duž celog odlagališta dužine 180 i više metara i do visine od 12 m.

Beskomorni rotor sa vedrima prečnika 6.3 m služi za ponovni utovar materijala sa odlagališta. Obezbeđena su lako zamenljiva vedra pogonjena hidrauličnim uređajem preko reduktora.

### **Šinski rotorni utovarači, tip LWKS-250**

#### **Rotorne utovarne trake — guseničari tip POG**

Imaju široku primenu kada oprema za utovar i prenos materijala često menja mesto. Pored toga, oni povećavaju dohvat mašina za otkopavanje i omogućuju transportovanje materijala iznad druge opreme i između raznih horizonata. Transporteri tipa POG se često koriste za povezivanje rotornih utovarača koji rade na odlagalištu sa rotornim bagerom koji radi na otkopavanju zemlje.

Rotorne trake – guseničari se izrađuju u dva osnovna tipa:

– tip POG–801/32 konstruisan za utovarne i istovarne stanice koje često menjaju mesto u odnosu jedna na drugu

– tip POG  $\frac{1000}{18+13}$  za jednu utovarnu ili istovarnu stanicu koja menja svoje mesto.

Na zahtev kupca, transporteri-guseničari se mogu izraditi i sa karakteristikama koje se razlikuju od standardnih,

Zastupnik za SFRJ:

MAŠINOKOMERC, Beograd, Knez Mihajlova 1–3

Isključivi izvoznik:

# **centrozap**

Spoljnotrgovinsko preduzeće  
Katowice – Ligonja 7 – Poljska  
Poštanski fah 825  
Telex 31316  
Telefon: 513–401  
Telegrafaska adresa: Centrozap–Katowice



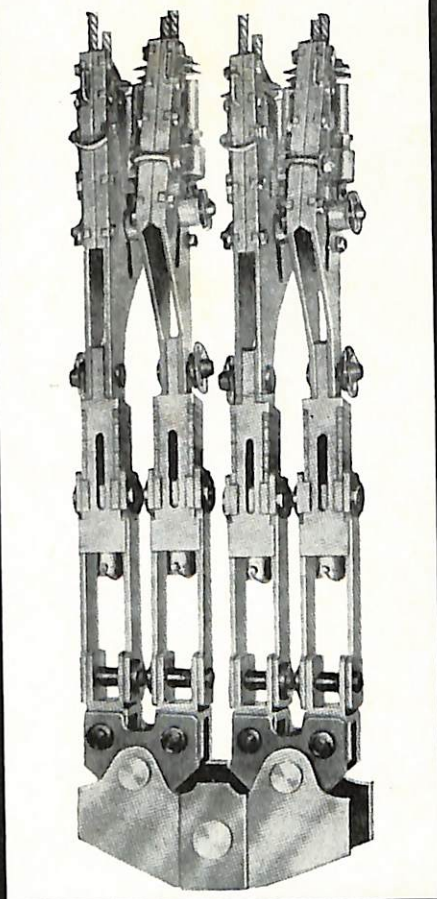
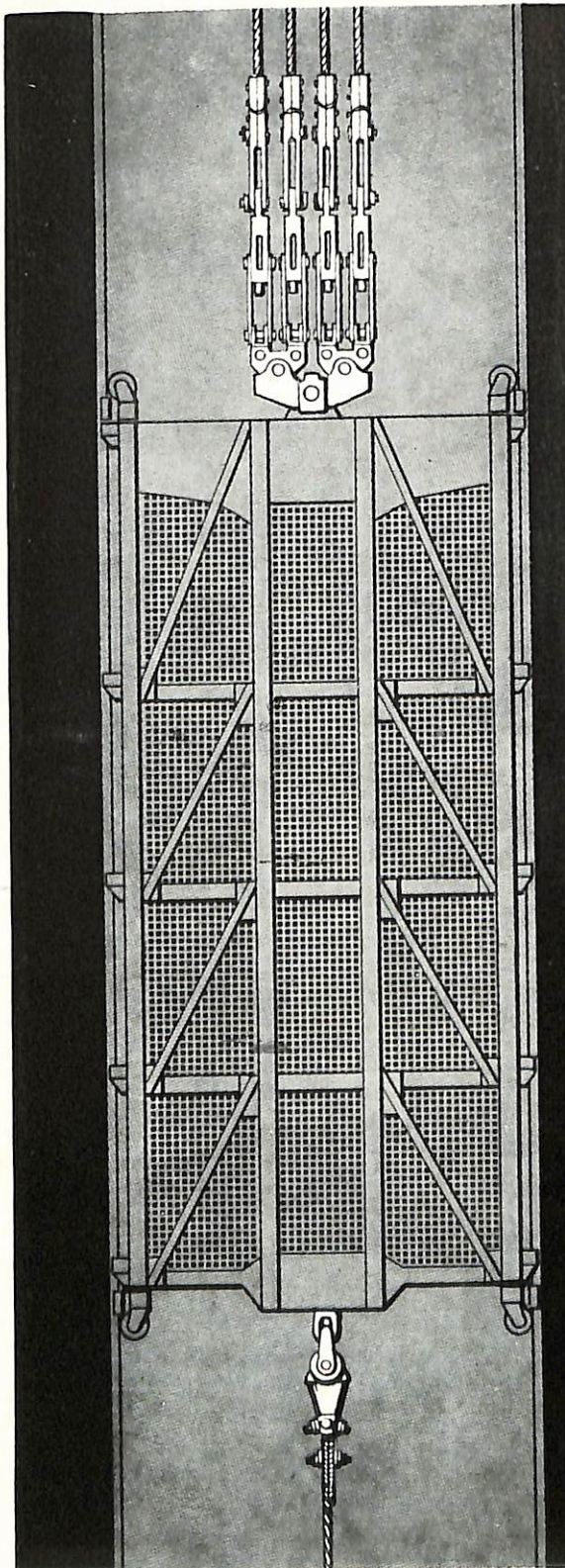
# „PASTOR“

Tvornica vatrogasnih aparata i automatskih instalacija  
Zagreb — Selska cesta 90/a nudi Vam svoje suvremene proizvode:

- Vatrogasne aparate na suhi prah od  
1/2 do 250 kg punjenja;
- Kemijska vatrogasna kola  
na suhi prah tipa S—500;  
S—1000; S—2x1000; S—2000;  
S—2x2000 i S—2x3000;
- Automatske stabilne  
protivpožarne instalacije  
tipa CO<sub>2</sub>; Siclimatic i  
Sprinkler.
- Mehaničko-akustički geofon  
tipa P-1

**40 — GODIŠNJE PROIZVODNO ISKUSTVO GARANTIRA VISOKI  
KVALITET PROIZVODA TVORNICE »P A S T O R«.**





**Oberseil-Zwischengeschirre**  
für Ein- und Mehrseil-Förderung mit hydraulischer Verstelleinrichtung zur Verstellung unter Last

**Unterseil-Zwischengeschirre**  
(auch isoliert für Korbtelefonie)

**Abteuf-Zwischengeschirre**

**Heuer-Seilträger**  
zum Abfangen von Förderseilen

**Seilklemmen · Endschutzklemmen**

**HEUER  
HAMMER**



5868

Letmathe-Untergrüne



# RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 608.541-549 telex 11830 YU RI

---

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA
  - površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
  - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
  - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA

**Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svet-  
ske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti..**

---

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje dva kvartalna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA





# RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 608.541-549 telex 11830 YU RI

---

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
  - open-cast and underground exploitation of mineral ores
  - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
  - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.**

---

The Institute of Mines editorial activities include two quarterly periodicals:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA



- 
- veliki broj stručnjaka
  - visok naučni i stručni nivo
  - ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni u praksi
  - Iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
  - savremena oprema
- garantuju: **BRZE**

**SAVREMENE  
KVALITETNE**

usluge iz navedenih delatnosti

---

obratite se na:

**POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE  
I INŽENJERING U RUDARSTVU**

**Beograd – Zemun, Batajnički put broj 2.  
Telefon 608 541-549 (Teleks 11830 YU RI)  
Poštanski fah 116.**

---

**RI**

---

- 
- large number of experts
  - high scientific and specialized level
  - realized scientific-research results applied in practice
  - experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
  - up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

**FAST**

**CONTEMPORARY**

**HIGH QUALITY**

services in above activities

---

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

**CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING**

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2  
tel. 608. 541.549 — telex 11830 YU RI

---

**RI**

---

