

III GODIŠTE  
3. BROJ  
1968. GOD.

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

SAFETY IN MINES  
SÉCURITÉ MINIÈRE  
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ  
ГОРНЫХ РАБОТ  
GRUBENSICHERHEIT

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

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

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

## S A D R Ž A J

## INDEX

**DR ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ — DIPL. ING. ALEKSANDAR ĆURČIĆ**

<i>Osnovi metodologije i predlog kriterijuma za razvrstavanje mineralnih ležišta po eksploatacionim uslovima</i> — — — — —	5
<i>The Fundaments of Methodology and the proposal of Criteria for the Classification of Mineral Deposits according to Exploitation Conditions</i> — — — — —	13

**DIPL. ING. W. TRUTWIN**

<i>O jednoj metodi modeliranja nestabilnih proticanja u ventilacionim mrežama</i> — — — — —	14
<i>Über eine Modellierungsmethode der nichtstabilen Durchflüsse in den Wetternetzen</i> — — — — —	17

**DIPL. ING. DRAGOLJUB MITROVIĆ**

<i>Miniranje i sigurnost u rudnicima</i> — — — — —	18
<i>Sprengen und die Grubensicherheit</i> — — — — —	26

**DR. ING. JOZEF WANAT**

<i>Označke racionalnog programiranja zadataka iz područja borbe sa opasnostima od udesa u rudnicima</i> — — — — —	27
<i>Grundlagen der rationellen Aufgabenprogrammierung auf dem Gebiet der Verhinderung von Grubenunglücken</i> — — — — —	41

**DIPL. ING. JOSIP VUČKOVIĆ**

<i>Propuštanje plina iz glavnih i razvodnih plinovoda</i> — — — — —	41
<i>Lackverluste der Haupt- und Verteilungsgasleitungen</i> — — — — —	52

**DIPL. ING. TONE KOVACIĆ**

<i>Ovire pri cikličnom delu Velenjske odkopne metode in preprečitev teh Störungen beim Zyklischen Betriebsablauf des Abbauverfahrens von Velenje und deren beseitigung</i> — — — — —	53
	59

**DR VLASTA MUCIĆ**

<i>Ispitivanje stanja uhranjenosti radnika rudnika željezne rude</i> — — — — —	60
<i>Nutritional Status of Miners</i> — — — — —	64

**DIPL. ING. MIHAJLO LASICA**

<i>Mogućnosti smanjenja povreda na radu u rudnicima magnezita</i> — — —	65
<i>Möglichkeiten der Herabsetzung der Arbeitsunfälle in den Magnesitbergwerken</i> — — — — —	70

**PROF. DR DRAGAN STANKOVIC**

<i>Opasnosti i mere zaštite od manganicma u rудarstvu</i> — — — — —	70
<i>Gefahren und Vorsichtsmaßnahmeregeln des Manganismus im Bergbau</i> — — —	76

**DR ING. VESIMIR V:**

<i>Kompleksnost uticaja prirodnih i tehničkih faktora na nastajanje endogenih jamskih požara u otkopima u rudnicima mrkog uglja Aleksinac</i> — — — — —	78
<i>Einflussverbundenheit der natürlichen und technischen Faktoren auf die Entstehung der endogenen Grubenbrände in den Abbauen der Braunkohlenwerke von Aleksinac</i> — — — — —	97

**DIPL. ING. JANKO ŠVAJGER**

<i>Osvrt na neke metodologije utvrđivanja šteta zbog povreda i havarija u privrednim preduzećima</i> — — — — —	98
<i>Methoden zur Erfassung der Betriebsunfallkosten</i> — — — — —	103
<i>Kongresi i savetovanja</i> — — — — —	104
<i>Prikazi iz literature</i> — — — — —	108
<i>Pitanja i odgovori</i> — — — — —	110
<i>Bibliografija</i> — — — — —	111

**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«, Zvečan

BLAGOJEVIĆ dipl. ing. DUŠAN, Rudnici lignita »Kreka«, Tuzla

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

DRAGOJEVIĆ dipl. ing. MILOŠ, »Rembas«, Resavica

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

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

JOKANOVIC prof. univ. ing. BRANKO, Rudarski institut, Beograd

JOVANOVIC dr ing. GVOZDEN, Rudarski institut, Beograd

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

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

KOVACIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana

LASICΑ dipl. ing. MIHAJLO, »Magnohrom«, Kraljevo

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

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

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

PETROVIC dipl. geol. VERA, Rudarski institut, Beograd

RUKAVINA MILAN-ŠAJN, Sindikat industrije i rupaarstva SFRJ, Beograd

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

SRDANOVIC dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

## S A D R Z A J

## INDEX

**DR ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ — DIPL. ING. ALEKSANDAR ĆURČIĆ**

Osnovi metodologije i predlog kriterijuma za razvrstavanje mineralnih ležišta po eksploatacionim uslovima — — — — —	5
The Fundaments of Methodology and the proposal of Criteria for the Classification of Mineral Deposits according to Exploitation Conditions — — — — —	13

**DIPL. ING. W. TRUTWIN**

O jednoj metodi modeliranja nestabilnih proticanja u ventilacionim mrežama — — — — —	14
Über eine Modellierungsmethode der nichtstabilen Durchflüsse in den Wetternetzen — — — — —	17

**DIPL. ING. DRAGOLJUB MITROVIĆ**

Miniranje i sigurnost u rudnicima — — — — —	18
Sprengen und die Grubensicherheit — — — — —	26

**DR. ING. JOZEF WANAT**

Oznake racionalnog programiranja zadataka iz područja borbe sa opasnostima od udesa u rudnicima — — — — —	27
Grundlagen der rationellen Aufgabenprogrammierung auf dem Gebiet der Verhinderung von Grubenunfällen — — — — —	41

**DIPL. ING. JOSIP VUČKOVIĆ**

Propuštanje plina iz glavnih i razvodnih plinovoda — — — — —	41
Lackverluste der Haupt- und Verteilungsgasleitungen — — — — —	52

**DIPL. ING. TONE KOVACIĆ**

Ovire pri cikličnom delu Velenjske odkopne metode in preprečitev teh Störungen beim Zyklischen Betriebsablauf des Abbauverfahren von Velenje und deren beseitigung — — — — —	53
59	

**DR VLASTA MUCIĆ**

Ispitivanje stanja uhranjenosti radnika rudnika željezne rude — — — — —	60
Nutritional Status of Miners — — — — —	64

**DIPL. ING. MIHAJLO LASICA**

Mogućnosti smanjenja povreda na radu u rudnicima magnezita — — — — —	65
Möglichkeiten der Herabsetzung der Arbeitsunfälle in den Magnesitbergwerken — — — — —	70

**PROF. DR DRAGAN STANKOVIĆ**

Opasnosti i mere zaštite od manganimza u rудarstvu — — — — —	70
Gefahren und Vorsichtsmaßnahmeregeln des Manganismus im Bergbau — — — — —	76

**DR ING. VESIMIR V.**

Kompleksnost uticaja prirodnih i tehničkih faktora na nastajanje endogenih jamskih požara u otkopima u rudnicima mrkog uglja Aleksinac	78
Einflussverbundenheit der natürlichen und technischen Faktoren auf die Entstehung der endogenen Grubenbrände in den Abbauen der Braunkohlenwerke von Aleksinac — — — — —	97

**DIPL. ING. JANKO ŠVAJGER**

Osvrt na neke metodologije utvrđivanja šteta zbog povreda i havarija u privrednim preduzećima — — — — —	98
Methoden zur Erfassung der Betriebsunfallkosten — — — — —	103
Kongresi i savetovanja — — — — —	104
Prikazi iz literature — — — — —	108
Pitanja i odgovori — — — — —	110
Bibliografija — — — — —	111

# Osnovi metodologije i predlog kriterijuma za razvrstavanje mineralnih ležišta po eksploatacionim uslovima\*

Dr ing. Gvozden Jovanović, — dipl. ing. Aleksandar Čurčić

Autori u članku predlažu metodologiju i kriterijume za razvrstavanje ležišta mineralnih sirovina po kategorijama prirodnih opasnosti koje zavise od karakteristika ležišta. Značaj takvog kategorisanja je, da se odrede objektivna merila za ocenu faktora radne okoline kao uzroka nesretnih slučajeva i šteta, koje proizilaze od prirodnih opasnosti uslovljenih postankom ležišta. Krajnji cilj kategorisanja je, da se na osnovu tako utvrđenih objektivnih merila već u fazi projektovanja unapred odrede adekvatne tehnološke i racionalne mere zaštite pri radu u budućoj proizvodnji, a u fazi proizvodnje da se operativno preduzmu najefikasnije organizaciono-tehničke mere za sprečavanje nesretnih slučajeva i šteta koje bi mogle proizći od spomenutih prirodnih opasnosti.

Objavljujući predloženu metodologiju Redakcija časopisa se obraća rudarskim stručnjacima da u diskusiji iznesu svoja stručna mišljenja o istoj, bilo javnom raspravom kroz časopis, bilo pojedinačnim predlozima i primedbama upućenim Redakciji. Svi predlozi i primedbe koje Redakcija primi biće dostavljeni autorima.

Redakcija

## Uvod

Rudarski stručnjak, naročito u podzemnoj eksploataciji, nailazi na niz teškoća koje mu, u većem ili manjem stepenu, otežavaju, a povremeno i potpuno onemogućavaju uspešno izvođenje rudarskih radova i postizanje najboljih sigurnosnih i ekonomskih efekata.

Obim tih teškoća, uglavnom, zavisi od prirodnih karakteristika eksploataisanog ležišta mineralne sirovine i ispravne usaglašenosti tehnike i organizacije eksploatacije sa tim prirodnim osobenostima.

U stručnoj literaturi i propisima, u vezi sa našim Osnovnim zakonom o rudarstvu, prirodne karakteristike ležišta definisane su pojomom »rudarsko-geološki faktori eksploatacije« u koje se ubrajaju:

- uslovi zaledanja rudnog ležišta (pad, geometrijski oblik i moćnost rudne pojave, dubina zaledanja, tektonski odnosi);
- fizičko-mehaničke karakteristike radne sredine;
- pojave opasnih gasova (gasonosnost ležišta);
- sklonost mineralne sirovine samozapaljenju;
- zapaljiva i eksplozivna svojstva mineralne prašine;
- toksikološka (agresivna) svojstva mineralne prašine;
- vodonošnost ležišta i pojave tekućih peskova;
- radio-aktivne osobine radne sredine.

Projektovanje eksploatacije u rudarstvu i njen izvođenje, za razliku od drugih privrednih delatnosti, pre svega, označava sinte-

\* Ovaj rad je, u nešto izmenjenom tekstu objavljen na Savetovanju o problemima zaštite na radu u rudarstvu i metalurgiji, održanom od 26–30. maja u Boru. Autorska prava zadržava Rudarski institut — Beograd.

zu mera odbrane od brojnih ugrožavanja radnika koja proističu, s jedne strane — od pojedinačnog ili skupnog delovanja navedenih prirodnih faktora, a sa druge — između tih faktora i tehničko-organizacionih rešenja eksploatacije. Efekat mera odbrane utoliko je veći, ukoliko su izvori i mehanizmi tih uzajamnih uticaja objektivnije upoznati, odnosno ukoliko je rudarski stručnjak sposobljeniji da ih otkriva, iskorišćava i njima upravlja.

Upravo na solidnom poznavanju izvora i težine prirodnih opasnosti i, adekvatno tom saznanju, racionalno primenjenim taktičkim i tehničkim merama zaštite u mnogim — rudarski razvijenim zemljama, radni komfor rudarskog rada je približen komforu (rada) u drugim privrednim delatnostima. To doprinosi ne samo sigurnijem već i ekonomičnjem izvođenju rudarske eksploatacije.

Saznanja jugoslovenskog rudarstva u ovom pogledu mogu se oceniti kao skromna. Sprovedene mere uglavnom su imale rutinski karakter neracionalne adaptacije tudiških iskustava na naše neistražene ležišne prilike.

Ta okolnost, kao i nepostojanje vlastitih merila (kriterijuma) za razvrstavanje oštirine izloženosti pojedinih eksploatacionih sredina prirodnim potencijalnim opasnostima, jedan je od bitnih razloga što su, u području zaštite u rudnicima, u prošlosti i pored izdašne materijalne podrške društva, postizani suprotni socijalni i materijalni efekti.

Polazeći od postavke da društveno iniciranje taktičkih i tehničkih mera zaštite u rudarstvu ima efikasan i racionalan smisao samo tada kada se te mere oslanjaju na stvarno poznavanje težine prirodnih uslova eksploatacije, u ovom radu je dat predlog metodologije i kriterijuma za razvrstavanje rudnih ležišta po kategorijama opasnosti. Na osnovu usvojenih merila u ovom radu su, u primjeru Republike Srbije, prikazani eksploatacioni uslovi u našim rudnicima sa tog aspekta.

#### Kriterijumi za razvrstavanje mineralnih ležišta po eksploatacionim uslovima

Zasnovana metodologija polazi od uslova da, u određenom ležištu, istovremeno mogu postojati jedan ili više izvora prirodnih opasnosti, vezanih za navedene rudarsko-geolo-

ške karakteristike rudnog ležišta, i da se svaki od tih izvora ispoljava različitom težinom (kategorijom) opasnosti, merljivom fizičko-matematičkim pokazateljima. Na osnovu te postavke, a u cilju stvaranja mogućnosti za pogodna upoređivanja — odnosno matematičkih uslova za ponderisanje opštег pokazateљa opasnosti za ležište (ili rudarski region), ovom metodologijom se svaki izvor opasnosti, koji proističe iz pojedinih prirodnih karakteristika rudnog ležišta, po težini razvrstava dogovorno u četiri kategorije i to: nullu, prvu, drugu i treću kategoriju.

Nulta (»O«) kategorija, obuhvata ležišta sa povoljnim eksploatacionim uslovima, tj. ležišta čije prirodne karakteristike ne izazivaju naročite teškoće u pogledu sigurnog izvođenja eksploatacionih rada.

Prva (»I«) kategorija, obuhvata ležišta sa srednje teškim eksploatacionim uslovima, tj. ležišta čije prirodne karakteristike mogu da vrše uticaj na sigurno izvođenje eksploatacije.

Druga (»II«) kategorija, obuhvata ležišta sa teškim eksploatacionim uslovima, tj. ležišta čije prirodne karakteristike vrše bitan uticaj na sigurno izvođenje eksploatacije.

Treća (»III«) kategorija, obuhvata ležišta sa vrlo teškim eksploatacionim uslovima, tj. ležišta čije prirodne karakteristike zahtevaju posebne mere za obezbeđenje sigurne eksploatacije.

Bliže definicije pojedinih kategorija za pojedine rudarsko-geološke faktore (prirodne karakteristike ležišta) okarakterisane su sledećim merljivim veličinama i odnosima.

#### Prirodna karakteristika ( $f_1$ ): način zaledanja rudne pojave

»O« kategorija. — Slojevite rudne pojave sa uglom zaledanja do  $5^\circ$  i neslojevite rudne pojave sa regularno orientisanim padom.

»I« kategorija. — Slojevite rudne pojave sa uglom zaledanja od  $5-25^\circ$  i neslo-

jevite rudne pojave sa promenljivom orijentacijom pada.

»II« kategorija. — Slojevite rudne pojave sa uglom zaledanja od  $25-45^{\circ}$ .

»III« kategorija. — Slojevite rudne pojave sa uglom zaledanja većim od  $45^{\circ}$ .

#### Prirodna karakteristika (f2): moćnost rudne pojave

»O« kategorija. — Slojevite rudne pojave moćnosti do 3,0 m i neslojevite rudne pojave ujednačene moćnosti i pravilnog oblika.

»I« kategorija. — Slojevite rudne pojave moćnosti od 3—6 m i neslojevite rudne pojave pravilnog oblika i promenljive moćnosti.

»II« kategorija. — Slojevite rudne pojave moćnosti od 6—9 m i neslojevite rudne pojave nepravilnog oblika i promenljive moćnosti.

»III« kategorija. — Slojevite rudne pojave moćnosti preko 9 m.

#### Prirodna karakteristika (f3): dubina zaledanja rudne pojave

»O« kategorija. — Dubina zaledanja rudne pojave do 150 m.

»I« kategorija. — Dubina zaledanja rudne pojave 150—300 m.

»II« kategorija. — Dubina zaledanja rudne pojave 300—500 m.

»III« kategorija. — Dubina zaledanja rudne pojave preko 500 m.

#### Prirodna karakteristika (f4): tektonski odnosi u ležištu

»O« kategorija. — Rudne pojave ne-poremećene rasedima.

»I« kategorija. — Tektonski malo poremećene rudne pojave sa više od 1,0 mil. tona rezervi po jednom prirodnom — tektonskim strukturama ograničenom polju.

»II« kategorija. — Tektonski poremećene rudne pojave sa 0,25—1,0 mil. tona re-

zervi po jednom prirodnim-tektonskim strukturama ograničenom polju.

»III« kategorija. — Tektonski jako poremećene rudne pojave sa manje od 0,25 mil. tona rezervi po jednom prirodnim — tektonskim strukturama ograničenom polju.

#### Prirodna karakteristika (f5): fizičko-mehaničke osobine rudne pojave i pratećih stena

»O« kategorija. — Ispitane fizičko-mehaničke karakteristike rudne pojave i pratećih stena dozvoljavaju izradu jamskih prostorija i izvođenje eksploatacije bez podgradivanja.

»I« kategorija. — Ispitane fizičko-mehaničke karakteristike rudne pojave i pratećih stena zahtevaju normalno podgradivanje pri izradi jamskih prostorija i izvođenju eksploatacije.

»II« kategorija. — Ispitane fizičko-mehaničke karakteristike rudne pojave i pratećih stena zahtevaju specijalno podgradivanje, kako pri izradi jamskih prostorija, tako i pri izvođenju eksploatacije.

»III« kategorija. — Ispitane fizičko-mehaničke karakteristike rudne pojave i pratećih stena, osim što zahtevaju specijalno podgradivanje jamskih saobraćajnica i otkopanog prostora, uslovjavaju i veštačko zapunjavanje otkopanog prostora.

#### Prirodna karakteristika (f6): sklonost stenskog masiva ka gorskim udarima

»O« kategorija. — Ležišta mineralnih sirovina čije fizičko-mehaničke karakteristike stenskog masiva ne pokazuju, za uobičajene dubine eksploatacije, sklonost nagomilavanju pritisaka u masivu i njegovom naglom oslobođanju.

»I« kategorija. — Ležišta mineralnih sirovina čije fizičko-mehaničke karakteristike stenskog masiva, za uobičajene dubine eksploatacije, ukazuju na mogućnost nastajanja gorskih udara malog intenziteta i male učestalosti.

»II« kategorija. — Ležišta mineralnih sirovina čije fizičko-mehaničke karakteristike

stenskog masiva, za uobičajene dubine eksploracije, ukazuju na mogućnost nastajanja gorskih udara malog intenziteta, a velike učestalosti.

»III« kategorija. — Ležišta mineralnih sirovina čije fizičko-mehaničke karakteristike stenskog masiva, za uobičajene dubine eksploracije, ukazuju na mogućnost nastajanja gorskih udara velikog intenziteta, bez obzira na veličinu učestalosti.

#### Prirodna karakteristika (f7): gasonosnost ležišta

»0« kategorija. — Ležišta bez prirodnih pojava opasnih gasova.

»I« kategorija. — Ležišta sa pojавama gasova u količini do  $5 \text{ m}^3/\text{t}$  mineralne sirovine.

»II« kategorija. — Ležišta sa pojавama gasova u količini od  $5\text{--}10 \text{ m}^3/\text{t}$  mineralne sirovine.

»III« kategorija. — Ležišta sa pojавama gasova u količini većoj od  $10 \text{ m}^3/\text{t}$  mineralne sirovine.

#### Prirodna karakteristika (f8): sklonost mineralne supstance samozapaljenju

»0« kategorija. — Mineralna supstanca prirodno nije sklona samozapaljenju (vrednost prirodnog SZ<sub>p</sub> indeksa do  $80^\circ\text{C}/\text{min}$ ).

»I« kategorija. — Mineralna supstanca malo sklona samozapaljenju (vrednost prirodnog SZ<sub>p</sub> indeksa od  $80\text{--}100^\circ\text{C}/\text{min}$ ).

»II« kategorija. — Mineralna supstanca sklona samozapaljenju (vrednost prirodnog SZ<sub>p</sub> indeksa od  $100\text{--}120^\circ\text{C}/\text{min}$ ).

»III« kategorija. — Mineralna supstanca jako sklona samozapaljenju (vrednost prirodnog SZ<sub>p</sub> indeksa veća od  $120^\circ\text{C}/\text{min}$ ).

#### Prirodna karakteristika (f9): eksplozivna svojstva mineralne prašine

»0« kategorija. — Mineralna prašina ne poseduje izražena eksplozivna svojstva (vrednost E<sub>k</sub> manja od 50).

»I« kategorija. — Mineralna prašina poseduje slabo izražena eksplozivna svojstva (vrednost E<sub>k</sub> od 50—250).

»II« kategorija. — Mineralna prašina poseduje izražena eksplozivna svojstva (vrednost E<sub>k</sub> od 250—1000).

»III« kategorija. — Mineralna prašina poseduje vrlo izražena eksplozivna svojstva (vrednost E<sub>k</sub> preko 1000).

#### Prirodna karakteristika (f10): toksikološka svojstva mineralne prašine

»0« kategorija. — Sadržaj slobodnog SiO<sub>2</sub> u mineralnoj prašini nije veći od 5%.

»I« kategorija. — Sadržaj slobodnog SiO<sub>2</sub> u mineralnoj prašini iznosi od 5—20%.

»II« kategorija. — Sadržaj slobodnog SiO<sub>2</sub> u mineralnoj prašini iznosi od 20—50%.

»III« kategorija. — Sadržaj slobodnog SiO<sub>2</sub> u mineralnoj prašini veći od 50%.

#### Prirodna karakteristika (f11): vodonosnost ležišta

»0« kategorija. — Ležišta sa pritokom vode u otvorene rudarske prostore do  $0,5 \text{ m}^3/\text{min}$ . i dubinom ispumpavanja do 100 m. Akumulirane podzemne vode ne postoje, a ne postoji ni mogućnost naglih prodora površinskih voda.

»I« kategorija. — Ležišta sa pritokom vode od  $0,5$  do  $1 \text{ m}^3/\text{min}$ . i dubinom ispumpavanja do 300 m. Akumulirane podzemne vode ne postoje, ali postoji mogućnost prodora površinskih voda.

»II« kategorija. — Ležišta sa pritokom vode od  $1,0$  do  $3 \text{ m}^3/\text{min}$ . i dubinom ispumpavanja do 500 m. Opasne akumulacije podzemnih voda postoje, kao i mogućnost naglog prodora površinskih voda.

»III« kategorija. — Ležišta sa pritokom vode preko  $3 \text{ m}^3/\text{min}$ . i dubinom ispumpavanja preko 500 m. Postoje opasne akumulacije podzemnih voda, ili mogućnosti naglih prodora površinskih voda, ili opasnost od provale tekućih peskova.

**Prirodna karakteristika (f12): radioaktivna svojstva radne sredine**

»0« kategorija. — Ležišta u kojima su moguće pojave radioaktivnosti intenziteta do  $1.10^{-9}$  kirija.

»I« kategorija. — Ležišta u kojima su moguće pojave radioaktivnosti intenziteta od  $1.10^{-9}$ — $1.10^{-12}$  kirija.

»II« kategorija. — Ležišta u kojima su moguće pojave radioaktivnosti intenziteta od  $1.10^{-12}$ — $1.10^{-15}$  kirija.

»III« kategorija. — Ležišta u kojima su moguće pojave radioaktivnosti intenziteta većeg od  $1.10^{-15}$  kirija.

**Stanje istraženosti i analiza prirodnih uslova eksploatacije u rudnicima SR Srbije**

Izložena metodologija procene kategorija prirodnih opasnosti omogućila je analitički pristup sagledavanju poznavanja ove problematike u rудarstvu SR Srbije, kao i delimično sagledavanje uslova eksploatacije za one rudnike sa podzemnom eksploatacijom za koje su postojale istražne podloge i pouzdana dokumentacija.

Ti uslovi, analitički obrađeni prema izloženoj metodologiji kategorizacije i na osnovu podataka o rudnim rezervama — odnosno ostvarenoj proizvodnji u 1965. godini, mogu se okarakterisati sledećim:

**Proizvodnja uglja**

U SR Srbiji podzemna proizvodnja uglja učestvovala je u ukupno ostvarenoj proizvodnji, u 1965. godini, sa oko 2%, na osnovu čega ovaj izvor proizvodnje predstavlja još uvek značajam faktor u Republici.

Ukupne rezerve uglja A + B + C<sub>1</sub> kategorije predviđene za podzemnu eksploataciju, prema stanju u 1965. godini, iznosile su 318,5 miliona tona, a raspored rezervi po pojedinim vrstama je bio sledeći:

— kameni ugalj	4,3%	ili	14,2 mil. tona
— mrki ugalj	52,8%	ili	168,1 mil. tona
— lignitski ugalj	42,9%	ili	138,2 mil. tona

Raspored navedenih rezervi u pojedine kategorije uslova eksploatacije po faktoru (f1) prikazan je u tablici 1.

**Tablica 1**

**Procentualni odnosi pojedinih kategorija opasnosti po faktoru f<sub>1</sub> — za ukupne rezerve uglja u SR Srbiji**

Vrsta uglja	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.
Kameni (%)	5,1	44,6	39,1	11,2
Mrki (%)	—	25,7	24,5	49,8
Ligniti (%)	45,7	54,3	—	2
Ukupno: (%)	19,7	38,5	14,6	27,2

Polazeći od, u metodologiji usvojenog kriterijuma, da su nulta i prva kategorija pogodne za izvođenje podzemne eksploatacije iz navedenih podataka može se zaključiti sledeće: glavne ugljene rezerve, predviđene za podzemnu proizvodnju (rezerve mrkog uglja), prirodno su raspoređene tako da najveći njihov deo (74,3%) pripada kategorijama sa teškim i vrlo teškim uslovima rada. Rezerve lignita pripadaju kategorijama vrlo povoljnim za izvođenje eksploatacije (sve su u nultoj i I kategoriji), dok su rezerve kamenog uglja, u pogledu pogodnosti eksploatacije, približno jednako raspoređene (49,7:50,3%).

Raspored rezervi uglja u celini pokazuje da način zaledanja ugljenih slojeva u SR Srbiji uslovljava obavljanje eksploatacije pod uslovima koji se ne mogu smatrati vrlo povoljnim, jer oko 80,3% ukupnih rezervi pripadaju kategorijama koje karakteriše termin »teški uslovi rada« (I, II i III kategorija).

Raspored ugljenih rezervi, u primeru nihovog kategorisanja po faktoru (f<sub>2</sub>), pokazuje sledeće procentualne odnose:

**Tablica 2**

**Procentualni odnosi pojedinih kategorija uslova eksploatacije po faktoru f<sub>2</sub> — za ukupne rezerve uglja u SR Srbiji**

Vrsta uglja	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.
Kameni (%)	17,7	51,0	12,6	18,7
Mrki (%)	2,7	61,1	36,2	—
Ligniti (%)	7,2	22,6	70,2	—
Ukupno: (%)	5,3	44,2	49,7	0,8

Iz navedenih odnosa uočljivo je, da po analiziranim faktorom uslova eksploatacije,

ukupne rezerve uglja u rudnicima SR Srbije uglavnom pripadaju kategorijama sa srednje teškim i teškim uslovima rada. U relativno najpovoljnijoj situaciji se nalaze rezerve kamenog uglja (68,7% rezervi pripada multoj i prvoj kategoriji), ali s obzirom na mali značaj rezervi i proizvodnje ovog uglja, ova grupacija ne može da vrši bitan uticaj na opštu ocenu uslova za koju su znatno značajniji odnosi koji se ispoljavaju kod mrkih i lignitskih ugljeva.

Raspored rezervi uglja po pojedinim kategorijama u vezi sa faktorom ( $f_3$ ) pokazuje sledeće procentualne odnose:

Tablica 3

Procentualni odnosi pojedinih kategorija opasnosti po faktoru  $f_3$  — za ukupne rezerve uglja u SR Srbiji

Vrsta uglja	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.
Kameni (%)	32,3	56,6	11,1	—
Mrki (%)	6,8	82,0	8,4	2,8
Ligniti (%)	90,8	9,2	—	—
Ukupno: (%)	43,7	49,9	4,9	1,5

Iskazani procentualni odnosi pokazuju vrlo povoljan položaj rezervi uglja u SR Srbiji sa aspekta analiziranog faktora, jer osnovne grupacije (mrki i lignitski ugalji) pripadaju kategorijama sa pogodnim uslovima eksploatacije (nulta i prva kategorija).

Procentualni odnosi rasporeda ukupnih rezervi uglja po pojedinim kategorijama, u vezi sa faktorom ( $f_4$ ), dati su u tablici 4.

Tablica 4

Procentualni odnosi pojedinih kategorija opasnosti po faktoru  $f_4$  — za ukupne rezerve uglja u SR Srbiji

Vrsta uglja	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.
Kameni (%)	—	—	81,4	18,6
Mrki (%)	—	24,0	69,4	6,6
Ligniti (%)	45,6	13,4	35,1	5,9
Ukupno: (%)	19,6	17,9	55,7	6,8

Iz navedenih podataka se vidi da najveći deo ukupnih ugljenih rezervi pripada II ka-

tegoriji (55,7%), tj. kategoriji sa teškim eksploatacionim uslovima. Teški eksploatacioni uslovi, u primeru analiziranog faktora, naročito su karakteristični za ležišta kamenog uglja, čije celokupne rezerve se razvrstavaju u II i III kategoriju. Sa opadanjem stepena karbonizacije eksploatacione prilike se poboljšavaju.

S obzirom da gasonosnost ugljenih ležišta nije sistematski istraživana i da o tome ne postoje pouzdane podloge, razvrstavanje po ovom faktoru nije moglo biti izvršeno u odnosu na ugljene rezerve, već na osnovu ostvarene proizvodnje, pri čemu su ustanovljeni sledeći procentualni odnosi:

Tablica 5

Procentualni odnosi pojedinih kategorija uslova eksploatacije po faktoru  $f_7$  — za ukupnu proizvodnju uglja u 1965. godini

Vrsta uglja	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.
Kameni (%)	40,5	18,0	14,0	27,0
Mrki (%)	53,2	42,2	—	4,6
Ligniti (%)	93,0	—	7,0	—
Ukupno: (%)	74,6	15,0	5,7	4,7

Iz navedenih podataka se vidi, da se najveći deo, tj. oko 60% ukupne proizvodnje kamenih ugljeva ostvaruje u uslovima ugroženim pojavom gasova. Kod mrkih ugljeva ugroženost iznosi 46,8%, a kod lignita svega 7%. Stepen opasnosti je najveći kod kamenih ugljeva, jer se 27% od ukupne proizvodnje ostvaruje u III (najvišoj) kategoriji opasnosti.

Prikazani odnosi u pogledu gasonosnosti na bazi ostvarene proizvodnje imaju privremeni značaj, jer će sa promenom dubine eksploatacije sigurno doći do promene ovih odnosa u korist težih kategorija, a naročito u pogledu ležišta mrkih i kamenih ugljeva.

U tablici 6 prikazani su procentualni odnosi pojedinih kategorija uslova eksploatacije za jedan — ispitani deo rezervi uglja po faktoru »prirodna sklonost mineralne supstance ka samozapaljenju« ( $f_8$ ).

Tablica 6

Procentualni odnosi pojedinih kategorija uslova eksploatacije po faktoru  $f_8$  — za ukupne rezerve uglja u SR Srbiji

Vrsta uglja	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.	Neispitano
	(%)				%
Kameni	81,4	1,1	—	—	17,5
Mrki	—	—	17,0	30,0	13,0
Ligniti	—	45,3	9,2	—	45,5
Ukupno:	(%)	3,5	19,4	12,9	15,7
					48,5

Ispitanost prirodne sklonosti ugljernih slojeva ka samozapaljenju nije potpuna i iznosi svega 51,5%. Kameni ugalj je ispitana za 82,5%, mrki sa 47%, a lignit sa 54,5%.

Rezultati istraživanja pokazuju da su ispitani kameni ugljevi malo skloni samozapaljenju. Slojevi mrkog uglja su izrazito skloni samozapaljenju i prema dosadašnjim rezultatima ispitivanja 47% njih, tj. onoliko koliko ih je i ispitano pripada II i III kategoriji. Verovatno je, da će i ostale neispitane rezerve pripadati istim kategorijama. Ligniti su, prema podacima datim u tablici 6, takođe skloni samozapaljenju, ali su u kategorijama nižim od mrkih ugljeva. U celini posmatrano od 51,5% ispitanih lignitskih slojeva samo 3,5% prirodno nije skljono samozapaljenju, dok 19,4% pripada prvoj, 12,9% drugoj i 15,7% trećoj kategoriji.

Ukupne rezerve uglja razvrstane po usvojenim kategorijama uslova eksploatacije po faktoru ( $f_{11}$ ) raspoređene su kako sledi:

Tablica 7

Procentualni odnosi pojedinih kategorija uslova eksploatacije po faktoru  $f_{11}$  — za ukupne rezerve uglja u SR Srbiji

Vrsta uglja	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.	
Kameni	(%)	26,9	62,8	10,3	—
Mrki	(%)	—	23,2	67,5	9,3
Ligniti	(%)	10,3	11,7	43,9	34,1
Ukupno:	(%)	5,7	19,9	54,9	19,5

Iz pokazanih odnosa uočljivo je, da sa analiziranog aspekta uslova rada, ukupne rezerve uglja u rudnicima SR Srbije uglavnom pripadaju drugoj kategoriji, tj. kategoriji sa većim dotocima vode i sa opasnostima prodora podzemnih i površinskih voda. Najugroženije su rezerve rudnika lignita, jer od ukup-

nih rezervi lignita, predviđenih za podzemnu eksploataciju, 34,1% pripada III kategoriji.

Tražene odnose pojedinih kategorija uslova eksploatacije po faktorima  $f_8$ ,  $f_9$ ,  $f_8$ ,  $f_{10}$  i  $f_{12}$  zbog njihove potpune ( $f_8$ ,  $f_{10}$  i  $f_{12}$ ) ili delimične ( $f_5$  i  $f_{10}$ ) neistraženosti, nažalost nismo mogli da ustanovimo, mada neki od njih u podzemnoj proizvodnji uglja u Republici imaju presudan značaj za ocenu uslova rada i definisanje potrebnog stepena zaštite, a pre svega faktori  $f_5$ ,  $f_9$  i  $f_{10}$ .

#### Proizvodnja metala i nemetala

Oskudna istraženost rudarsko-geoloških faktora u ležištima metala i nemetala ograničila je za, ova ležišta, ocenu i analizu eksploatacionih uslova po navedenim kriterijumima samo na faktore  $f_8$ ,  $f_{10}$  i  $f_{11}$ , za koje su procentualni odnosi pojedinih kategorija uslova eksploatacije dati u tablicama 8, 9 i 10. Iz podataka datih u tablicama se vidi:

— da se u pogledu dubine eksploatacije (faktor  $f_8$ ) svega 24,9% ukupne proizvodnje metala i nemetala ostvaruje pod povoljnim i srednje teškim uslovima rada. Ostala proizvodnja od 75,1% se ostvaruje pod teškim i vrlo teškim eksploatacionim uslovima.

Tablica 8

Procentualni odnosi pojedinih kategorija uslova eksploatacije po faktoru  $f_8$  — za ukupnu proizvodnju metala i nemetala

Vrsta mineralne sirovine	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.
Metali i nemetali (%)	3,0	21,9	45,4	29,7

Procentualni odnosi pojedinih kategorija opasnosti za oko 80% ispitanih ležišta metala po faktoru  $f_{10}$  (toksikološka dejstva mineralne prašine) pokazuju da 84,4% eksploatisanih ležišta pripada najvišim kategorijama uslova eksploatacije, tj. kategorijama sa najvišim stepenom ugroženosti (sadržaj slobodnog  $SiO_2$  u mineralnoj prašini veći od 20%). Verovatno je, da po ovom faktoru i neispitana metalna ležišta pripadaju najvišim kategorijama.

Što se tiče ležišta nemetala, za njih ocena uslova eksploatacije po ovom faktoru, s obzirom na vrlo mali procenat istraženih ležišta (oko 21%), ne bi bila reprezentativna.

Tablica 9

Procentualni odnosi pojedinih kategorija uslova eksploatacije po faktoru  $f_{10}$  — za ukupnu proizvodnju metala

Vrsta mineralne sirovine	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.
Metali (%)	13,0	2,6	73,4	11,0

Izvršene analize u pogledu faktora  $f_{11}$  (vodonosnost ležišta) pokazuju vrlo povoljne eksploatacione uslove u rudnicima nemetala i izrazito nepovoljne u rudnicima metala.

Tablica 10

Procentualni odnosi pojedinih kategorija uslova eksploatacije po faktoru  $f_{11}$  za ukupnu proizvodnju metala i nemetala

Vrsta mineralne sirovine	0 kateg.	I kateg.	II kateg.	III kateg.
Metali (%)	—	18,6	21,8	59,6
Nemetali (%)	—	87,1	—	12,9

Kod rudnika metala najveći deo proizvodnje (81,4%) se ostvaruje u kategorijama teških uslova rada. Nasuprot tome u rudnicima nemetala 87,1% proizvodnje se ostvaruje u kategoriji koja se ne smatra naročito teškom i opasnom.

#### Zaključak

— Izvršena analiza i prikazani rezultati omogućavaju definisanje sledećih zaključaka: Predložena metodologija razvrstavanja uslova podzemnog rada po pojedinim prirodnim faktorima opasnosti — kao njihovim izvorima, i po pojedinim kategorijama opasnosti — kao redom njihovih težina, obezbeđuje našoj rudarskoj praksi skroman doprinos stu-

dioznijem, a metodološki-naučnjem sagledavanju ukupne težine opasnosti sa kojom se rudarski stručnjak može susresti pri eksploatacionom tretiranju jednog ležišta i omogućava mu da, srazmerno toj težini, sistematske odabira taktku i tehniku obrane od raznih oblika podzemnog ugrožavanja.

Dalja razrada metodologije, naročito u pravcu iznalaženja matematičke formule za proračun vrednosti kompleksnog stepena opasnosti, koji će moći brojčano da izrazi veličinu ugroženosti nastalu iz prirodnih karakteristika rudnog ležišta, označava sledeću fazu stručnjeg tretiranja postavljenog problema.

— Sadašnji stepen istraženosti prirodnih uslova eksploatacije u našim rudnim ležištima, omogućava samo delimično sagledavanje težine eksploatacionih prilika, pa, prema tome, pruža i ograničene mogućnosti za ocenu adekvatnosti primenjenih tehnoloških rešenja — odnosno taktičkih mera zaštite na radu. Nedorvoljna istraženost u ovom pogledu, naročito je karakteristična za ležišta metala i nemetala, kao i za prirodne faktore, samozaobiljivost mineralne supstance, eksplozivna i toksikološka svojstva mineralnih prašina, fizičko-mehaničke osobine rudnih pojava i pratećih stena i gasosnost i vodonosnost ležišta, zapravo one faktore koji u podzemnoj eksploataciji predstavljaju najviši oblik ugrožavanja. Upravo zbog ove okolnosti u proteklom periodu i nisu postignuti odgovarajući efekti zaštite na radu.

— I dosadašnja — delimično obavljena istraživanja pokazuju da se rudarska proizvodnja u SR Srbiji ostvaruje u vrlo složenim rudarsko-geološkim uslovima, tj. uglavnom u uslovima koje karakterišu manje više svi izvori i najviše kategorije opasnosti. Ne postoje objektivni razlozi da se stanje u drugim republikama smatra drugojačijim. Tim se ostrije ističe potreba organizovanijeg i naučnijeg načina razrešavanja postojećih problema u području zaštite u rudnicima, čiji zadovoljavajući nivo najlakše možemo postići poštujući narodnu izreku da »nije znanje požar gasiti, već je znanje požar sprečiti«.

## SUMMARY

### The Fundaments of Methodology and the Proposal of Criteria for the Classification of Mineral Deposits according to Exploitation Conditions

Dr G. Jovanović min eng. — A. Čurčić, min eng.\*)

A mining specialist is faced with many problems especially in the underground exploitation, which more or less aggravate or even make impossible a successful execution of mining operations and the achievement of the best safety and economic effects possible.

The extent of these difficulties depends mainly on the inherent characteristics of the mineral deposits under exploitation and the proper technique and organisation of the exploitation in relation to these characteristics.

The authors have tried to give the fundaments of the methodology and the proposal of criteria for the classification of mineral deposits according to the exploitation conditions. The inherent characteristics of the deposits are defined by the term »mining and geologic factors of exploitation« and each factor has been treated separately in regard to its inherent potential hazard influencing the exploitation conditions.

This paper also offers the investigation results of the mining and geological conditions in SR Serbia, which indicate that the mining production is being performed under very complex mining and geological conditions.

\*) Dr ing. Gvozden Jovanović, upravnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu, Rudarskog instituta — Beograd.  
Dipl. ing. Aleksandar Čurčić, viši stručni saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu, Rudarskog instituta, Beograd.

# O jednoj metodi modeliranja nestabilnih proticanja u ventilacionim mrežama

..(sa 6 slika)

Dipl. ing. W. Trutwin

Na primeru konkretnе ventilacione mreže proanaliziraćemo neustaljeno proticanje služeći se električnim analogom. Ispitivana ventilaciona mreža sastoji se od tri ogranka i dva ventilatora (sl. 1). Problem, koji se postavlja u razmatranom primeru, sastoji se u određivanju neustaljenog stanja u mreži za slučaj da se isključi jedan od ventilatora. Isključenje ventilatora prouzrokuje, kako se lako može primetiti promena pravca kretanja vazduha u ogranku u kome se nalazi taj ventilator.

Grane mreže obeležene su indeksima i ( $i = 1, 2, 3$ ), petlje sa m ( $m = 1'', 2'', 3''$ ), a čvorišta indeksima k ( $k = 1', 2'$ ). Ventilatori

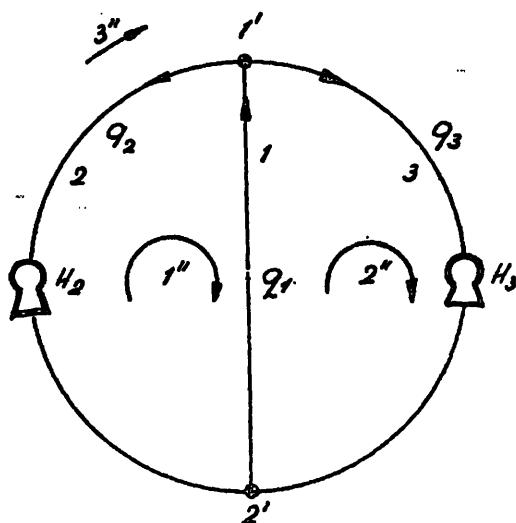
se nalaze u ograncima 2,3, a razlike pritiska, depresije koje oni stvaraju su  $h_2$ ,  $h_3$ . Simbol  $R_i$  upotrebljen je za označavanje specifičnog otpora odgovarajućeg ogranka. Na veličinu otpora odgovarajućeg ogranka utiču, kako lokalni otpori u obliku npr. regulacionih vrata, tako i otpori raspoređenih duž ogranka. Izračunavanje neustaljenih stanja na analogu izvršeno je tako da se za treću granu uzimaju različite dužine ( $L_3 = 0 - 1860$  m).

Da bi se postupak uprostio, usvojeno je da je sopstveni otpor  $R_s$  sa trećeg ogranka različitih dužina konstantan ( $R_s = \text{const}$ ). Sem toga polazi se od toga da su poprečni preseci jamskih prostorija konstantni i jednaki u svim ograncima ( $S_i = \text{const}$ ).

Isto tako usvajamo, da razlike pritiska koje se javljaju u ventilacionoj mreži opravdavaju da se gustine vazduha koji protiče uzmaju kao stalne veličine  $\rho_1 = \rho = \text{const}$ . Kretanje razlike pritiska ventilatora u trećem ogranku prikazano je na crtežu 2. Uzima se, da je kapacitet ventilatora u drugom ogranku u toku vremena konstantan. U tablici 1 dat je uporedni pregled vrednosti stalnih parametara koji karakterišu ventilacionu mrežu.

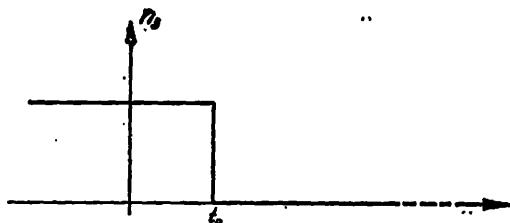
U istoj tablici date su takođe količine vazduha u pojedinim ograncima za ustaljena stanja, pre i posle isključenja ventilatora.

Pristupajući izvršavanju postavljenog zadatka prvo odredimo jednačine koje opisuju proticanje u ispitivanoj mreži, a zatim se izradi analogni sistem na kome će biti izmere-



Sl. 1 — Sema ventilacione mreže.  
Abb. 1 — Schema des Wetternetzes.

na neustaljena stanja. Ta stanja će odgovarati neustaljenim stanjima u ventilacionoj mreži.



Sl. 2 — Menjanje razlike pritiska.  
Abb. 2 — Änderung des Druckunterschiedes.

Tablica 1

Grane i	Količina vazduha $q_i$	$\left[ \frac{\text{m}^3}{\text{sek}} \right]$	Sopstveni otpor grane $R_1$	Velikina za ograncima $L_1/S_1 \text{ [m}^{-1}]$	Dužina ograncima $L_1 [\text{m}]$	$\mu = 16 \text{ [m}^2]$
			$t < t_o = \infty$			
1	181,5	35,0	$3,0 \cdot 10^{-3}$	3,0	81	1300
2	69,0	69,0	$2,5 \cdot 10^{-3}$	2,5	78	1250
3	112,5	-34,0	$3,1 \cdot 10^{-3}$	3,1	0 - 166	0 - 1860

Pad pritiska (smanjenje napora) zbog otpora trenja u dotoj grani, u odnosu na jedinicu protočne mase uzet je u obzir izrazom:

$$\frac{R_1}{e} |q_1| q_1$$

Uzimajući u obzir gornju zavisnost, dobijamo koristeći razmatranja profesora L i t w i n i s z y n-a sistem od sledeće tri jednačine petlja:

$$a_{11} \frac{dq_1}{dt} + a_{12} \frac{dq_2}{dt} = \frac{R_1}{\rho} |q_1| q_1 + \frac{R^3}{\rho} |q_2| q_2 - \frac{h_2}{\rho} \quad (1)$$

$$a_{21} \frac{dU_1}{dt} + a_{23} \frac{dU_3}{dt} = - \frac{R_1}{\rho} |q_1| q_1 - \frac{R_3}{\rho} |q_3| q_3 + \frac{h_3}{\rho}$$

$$a_{32} \frac{dU_2}{dt} + a_{33} \frac{dU_3}{dt} = \frac{R_2}{\rho} |q_2| q_2 - \frac{R^3}{\rho} |q_3| q_3 - \frac{h_2}{\rho} + \frac{h_3}{\rho}$$

koje opisuju stanje proticanja u ispitivanoj ventilacionoj mreži. U tim jednačinama su:  $q_1 = q_1(t)$ ,  $q_2 = q_2(t)$ ,  $q_3 = q_3(t)$ , količine vazduha u pojedinim ograncima, pri čemu su koe-

ficijenti koji određuju inerciju vazduha koji protiče u datom ogranku dati izrazima:

$$\begin{aligned} a_{11} &= L_1/S_1 & a_{12} &= -L_2/S_2 \\ a_{22} &= L_2/S_2 & a_{23} &= L_3/S_3 \\ a_{31} &= L_1/S_1 & a_{33} &= L_3/S_3 \end{aligned}$$

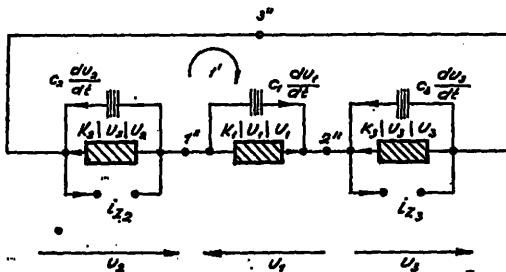
gde je  $L_i$  dužina date grane. U oba čvorišta mreže količine vazduha u ograncima zadovoljavaju jednačine:

$$\begin{aligned} -q_1 + q_2 + q_3 &= 0 \\ q_1 - q_2 - q_3 &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Jednačine 1 i 2 određuju proticanje vazduha u ispitivanoj ventilacionoj mreži.

Razmotrimo sada električni sistem na slici 3, sastavljen od kondenzatora kapaciteta  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  elemenata sa strujno-naponskom karakteristikom  $i = K_1 |U_1| U_1$ , kao i izvora struje  $i_{z2}$ ,  $i_{z3}$ .

Sa  $u_i$  obeležavamo pad napona, sa  $i$  struju koja protiče kroz dati element,  $K_1$  nazivamo koeficijentom otpora nelinearnog elementa. U čvorištima 1", 2", 3" električne mreže (sl. 3) struje koje protiču kroz pojedine elemente zadovoljavaju sledeće jednačine:



Sl. 3 — Električni sistem simulacije.  
Abb. 3 — Elektrisches Simulierungssystem.

$$\begin{aligned} -C_1 \frac{dU_1}{dt} - C_2 \frac{dU_2}{dt} &= K_1 |U_1| U_1 + K_2 |U_2| U_2 - i_{z2} \\ C_1 \frac{dU_2}{dt} + C_3 \frac{dU_3}{dt} &= -K_1 |U_1| U_1 - K_3 |U_3| U_3 + i_{z3} \quad (3) \\ -C_2 \frac{dU_1}{dt} + C_3 \frac{dU_3}{dt} &= K_2 |U_2| U_2 - K_3 |U_3| U_3 - i_{z2} + i_{z3} \end{aligned}$$

Padovi napona na paralelno spojenim elementima, u zavisnosti od usvojene orijentacije petlje, zadovoljavaju donje jednačine:

$$\begin{aligned} -U_1 + U_2 + U_3 &= 0 \\ U_1 - U_2 - U_3 &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Vidimo, da su jednačine 1 i 2 slične jednačinama 3 i 4 pri čemu količinama vazduha koje protiču u granama  $q_i$  odgovaraju padovi napona na odgovarajućim elementima električnog sistema. Struje koje protiču kroz elemente odgovaraju padovima pritiska i deprezijama ventilatora. Električni sistem kakav je iznet na slici 3 je, na taj način, analogan ispitivanju ventilacionoj mreži (sl. 1). Pri tome primećujemo da električni sistem predstavlja dualnu mrežu date ventilacione mreže.

Dualna mreža određene mreže formira se na sledeći način: u svaku petlju mreže stavlja se jedno čvorište dualne mreže. Između tih čvorišta spajaju se elementi dualne mreže, pri čemu svaki od njih odgovara isključivo jednom elementu mreže (sl. 4). Na taj način pri jednakom broju elemenata, čvorišta dualne mreže odgovaraju petljama mreže, a petlje čvorištima. Dokazano je, da jedino u ravnim površinama mogu postojati dualne mreže. Ravnom mrežom naziva se takva mreža u kojoj kad je razvijena na ravnoj površini, nema elemenata koji se ukrštaju.

Iz toga proističe da jedino ravne površine mogu da se modeliraju pomoću prikazane metode.

Uvedimo sada odgovarajuće koeficijente odnosa između električnih i ventilacionih veličina u obliku:

$$k_q = \frac{U_i}{q_i} \quad k_h = \frac{i_{zi}}{h_i/\rho} \quad (5)$$

pri čemu je  $t$  stvarno vreme, a  $\tau$  vreme analognog modela. Da bi postojala potpuna analogija između jednačina kao i jednačina 3 i 4 moraju biti ispunjene sledeće zavisnosti:

$$\frac{k_u}{k_q^2} = \frac{K_i}{R_i/\rho} \quad \frac{k_h \cdot k_t}{k_q} = \frac{C_i}{L_i S_i} \quad (6)$$

U našem primeru usvojeni su koeficijenti razmere u sledećem obliku:

$$k_q = 1 \left[ \frac{V}{m^3/sek} \right]$$

$$k_h = 0,12 \cdot 10^{-6} \left[ \frac{A}{mn H_2O / \frac{kg \ sec^2}{m^4}} \right]$$

$$K_t = 5 \cdot 10^{-2} \quad (7)$$

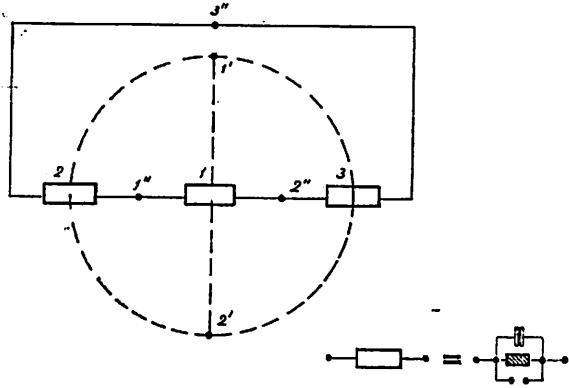
a gustina vazduha iznosi  $\rho = 0,12 \left[ \frac{kg \ sec^2}{m^4} \right]$

Te veličine su bile osnova za izračunavanje  $C_i$  i  $K_i$ , datih u tablici 2. Šema na slici 3 bila je osnova izrade analognog sistema, prikazanog na slici 5. Kao nelinearan elemenat upotrebljen je varistor sa odgovarajućim koeficijentima otpora, međutim, kao izvori  $i_{z2}$  i

Tablica 2

Br elementa i	Kapacitet kondenzatora $C_i [\mu F]$	Koeficijent $K \times 10^{-9}$ [ $\frac{A}{\cdot v^2}$ ]			
			1	2	3
1	0,485	3,0			
2	0,458	2,5			
3	0 — 1,00	3,1			

izvrsenja su dva napojnika sa stabilizovanim naponima, koji su odgovarali dvama ventilatorima sa odgovarajućim konstantnim kapacitetima. Isključenje ventilatora u trećem ogranku modelirano je isključenjem u trenutku  $\tau$  izvora  $i_{z2}$ . Da bi se odredili padovi napona kao funkcije vremena, služi merni sistem (sl. 5), koji se sastoji od oscilografa O i

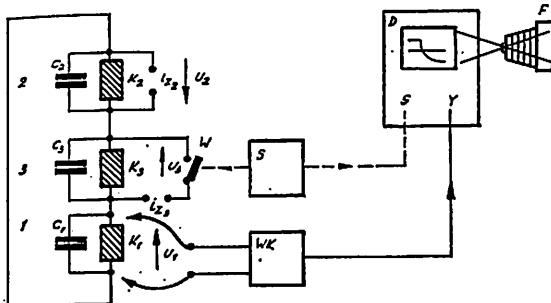


Sl. 4 — Dualna mreža.  
Abb. 4 — Dualnetz.

katodnog pojačivača WK. Za sinhronizaciju otvaranja prekidača W i kretanja krive  $U_i(\tau)$  na ekranu oscilografa, bio je postavljen sistem S. Taj sistem je dozvoljavao registraciju čitavih familija krivih  $U_i(\tau)$  za različite vrednosti kapaciteta  $C_s$ , što odgovara različitim Ls. Sa ekrana oscilografa fotografisana su kretanja krive pomoću fotografskog aparata F. Fotografija tih krivih poslužila je za dobijanje grafikona datog na slici 6. Tamo su pri-

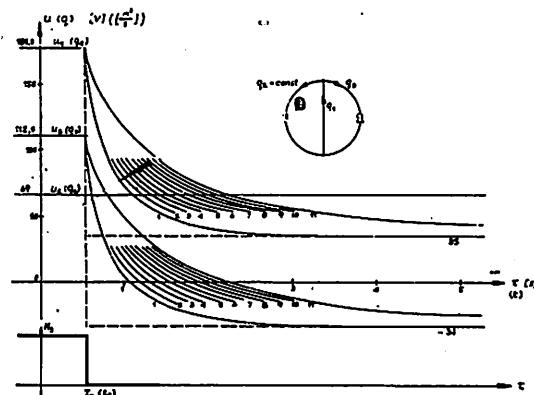
Tablica 3

$\tau_0 = 0,57$ [sek] $t_0 = 11,5$ [sek]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Br. krive	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dužina ogranka $L_s$ [m]	0	186	372	558	744	890	1116	1302	1488	1674	1860
Koefficijent $L_3/S_3$ [ $m^{-1}$ ]	0	16,6	33,2	49,8	66,4	83,0	99,6	116,2	132,8	149,4	166,0
Analogno vreme $\tau$ [sek]	1,07	1,20	1,33	1,45	1,58	1,71	1,84	1,96	2,09	2,22	2,35
Stvarno vreme $t$ [sek]	21,4	23,9	26,5	29,1	31,6	34,2	36,8	39,3	41,9	44,4	47,0
Vreme reversiranja $q_3(t-t_0)$ [sek]	9,9	12,5	15,0	17,6	20,1	22,7	25,3	27,8	30,4	32,9	35,5



Sl. 5 — Merni sistem za određivanje pada napona.  
Abb. 5 — Messsystem zur Bestimmung des Spannungsabfalls.

kazane količine vazduha kao funkcije vremena, koje predstavljaju neustaljeno stanje u ventilacionoj mreži, izazvano isključenjem, u trenutku  $t_0$ , ventilatora trećeg ogranka. Proces isključenja tog ventilatora aproksimiran je pomoću krive (sl. 2), pri čemu kapacitet ventilatora u drugom ogranku nije menjan za vreme neustaljenog proticanja u ostalim ograncima. Pri takо definisanim početnim uslovima neustaljeni protoci  $q_1(t)$  i  $q_3(t)$  su



Sl. 6 — Krive količine vazduha kao funkcije vremena.  
Abb. 6 — Luftmengenkurven als Zeitfunktion.

protoci koji, na monotoni način, asimptotski dostižu vrednosti novog ustaljenog stanja. Na grafikonu je prikazano jedanaest krivulja kretanja količina vazduha  $q_1(t)$  i  $q_3(t)$ , numerisanih brojevima od 1-11, određenih za te iste početne uslove  $q_1(t_0)$ ,  $q_2(t_0)$ ,  $q_3(t_0)$ , pri konstantnim parametrima mreže sa izuzetkom  $L_s/S_3$  tablica 3. U toj tablici data su takođe vremena reversiranja pravca proticanja u trećoj grani kao funkcije dužine te grane.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Über eine Modellierungsmethode der nichtstabilen Durchflüsse in den Wetternetzen

Dipl. Ing. W. Trutwin\*)

In dem Aufsatz wurde, auf dem Beispiel eines konkreten Wetternetzes, die Modellierungsmethode der nichtstabilen Durchflüsse mit Hilfe von Analogrechnern dargestellt.

\*) Dipl. ing. W. Trutwin, docent, Poljska akademija nauka, Krakow.

Diese Methode beruht auf einer unmittelbaren Analogie mit Nutzung des Dualnetzes, welches aus entsprechenden elektrischen Elementen besteht.

In dem angeführten Beispiel wurde der nichtstabile Zustand im Falle des Ausfalls eines von Ventilatoren bestimmt.

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

- L i t w i n i s z y n , J.: Dynamika przepływu w sieciach wentylacyjnych.
- L i t w i n i s z y n , J., 1951: A Problem of Dynamics of Flows in Conduit Networks. Bull. Acad. Polon. Sci. et des Lettres Sci. Mathématiques et Naturelles, V. 1, No 3.
- M a c z y n s k i , J., 1962: Transient Response of Mine Ventilation Archiwum Górnictwa. t. VII, z. 1.
- T r u t w i n , W., 1965: O możliwości zastosowania urządzeń analogowych do badanie automatycznej regulacji przepływu w kopalnianych sieciach wentylacyjnych. Sympozjum Elektrotechniki Górniczej. Kraków.

## Miniranje i sigurnost u rudnicima

(sa 7 slika)

Dipl. ing. Dragoljub Mitrović

### U v o d

Tehnika miniranja je srazmerno mlada tehnologija i u našoj zemlji još uvek nedovoljno teoretski proučena, naročito u rudarstvu i građevinarstvu. Ove dve važne grane privrede zapošljavaju veliki broj radnika koji neposredno rade na miniranju i koji su neprekidno u kontaktu sa eksplozivom. Karakter poslova na miniranju, kod današnjeg stepena organizovanosti naše privrede, je takav da se eksploziv troši na veoma velikom broju radnih mesta i da njime rukuje srazmerno veliki broj radnika.

Ove okolnosti utiču da je verovatnoća pojava povreda pri miniranju veoma velika. Nesreće koje se dogode pri miniranju, po pravilu, su veoma teške i skoro uvek kolektivne. Velika je šteta što se ne mogu prikupiti podaci za čitavu industriju Jugoslavije, kako bi se dobila prava slika o povredama pri miniranju. Međutim, neki zaključci se mogu stvoriti i iz pregleda o teškim i smrtnim kolektivnim povredama u Socijalističkoj Republici Srbiji za period 1961—1965. god. pokazanog u tablici 1.

Tablica 1

Punjjenje i paljenje mina (1 s).	povređenih 17 lica ili 20%
Aktiviranje neeksploziranih mina.	povređenih 13 lica ili 15%
Zamušavanje u hodnicima (3 s).	povređenih 13 lica ili 15%
Zamušavanje na otkopima (6 s)	povređenih 10 lica ili 12%
Jamski požari i gasovi (14 s)	povređenih 17 lica ili 20%
Eksplozija metana	povređenih 3 lica ili 3%
O s t a l o (2 s)	povređenih 13 lica ili 15%

U k u p n o : 86 lica ili 100%

s = smrtna povreda. (Podaci uzeti iz dokumentacije Zavoda III Rudarskog instituta, Beograd).

Od ovih 86 nesreća 30 je nastalo pri miniranju ili poslovima vezanim za miniranje. To znači, da 35% svih težih i smrtnih povreda otpada na ovaj veoma opasan deo rudarske tehnologije. Ako se uzme u obzir, da je na miniranju zaposleno svega nekoliko procenata od ukupnog broja zaposlenih radnika (uvek manje od 10%), onda se naročito ističe velika učestalost povreda pri miniranju. Ako se tome doda da se pri miniranju retko događaju lake povrede već samo teške i smrtnе, to još više ističe, u prvi plan, potrebu za iznalaženjem pravih tehničkih mera za smanjenje nesreća koje prouzrokuje rukovanje eksplozivom.

Detaljna analiza pomenutih 30 kolektivnih nesrećnih slučajeva pokazuje da su uzroci nesreća sledeći:

- bušenjem aktivirana neeksplozirana mine za koju radnici nisu znali                    5 radnika (16%)
- bušenjem aktivirana neeksplozirana mine za koju su radnici znali 8 radnika (27%)
- prevremena eksplozija zbog krafčkog štapina                    6 radnika (20%)
- prevremena eksplozija zbog paljenja većeg broja mina od propisanog                    2 radnika (7%)
- nepažnja pri prenosu opremljenih patrona                    2 radnika (7%)
- snažno nabijanje priličkom punjenja bušotina                    2 radnika (7%)
- trovanje gasovima kojii nisu blagovremeno odvedeni sa radijilista                    5 radnika (16%)

Interesantno je, da je 43% kolektivnih povreda nastalo zbog zatajenih mina i to više (62%) zbog onih za koje su radnici znali, nego onih za koje nisu znali.

Posmatrano po vrstama mineralne supstance, povrede od eksploziva su ovako raspoređene:

- rudnici metala 13 radnika ili 44%
- rudnici uglja 9 radnika ili 30%
- rudnici nemetala 8 radnika ili 26%

Značajno je napomenuti da se u posmatranom periodu od pet godina na površinskim otkopima nije dogodila nijedna kolektivna povreda čiji je uzrok miniranje. To je ohrađujući podatak i on nameće niz zaključaka koji se moraju koristiti kada se razmatra miniranje u rudnicima sa podzemnom eksploracijom.

Analiziranjem uzroka 30 nesrećnih slučajeva koji su se dogodili u razdoblju 1961—1965. g. u SR Srbiji, može se zaključiti da je, kod podzemne eksploracije, štapinsko paljenje mina glavni uzročnik povreda. Od ukupno 30 povređenih 21 (70%) je povređeno pri miniranju sa štapinom i to:

- 13 zbog zatajenih mina
- 8 zbog prevremene eksplozije.

Broj povreda čiji je uzročnik štapinsko paljenje, po vrstama radnika, izgleda:

- rudnici metala                     $2+4=6^*$ )
- rudnici nemetala                     $8+0=8^*)$
- rudnici uglja                     $3+4=7^*)$

I u ovom slučaju srazmerno najviše je povređeno radnika na nemetalima, gde se skoro isključivo minira sa štapinom.

Ne ulazeći detaljno u analizu uzroka svih pobrojanih povreda, može se, u prvom redu,

\* ) Prva cifra označava broj povređenih od zatajenih mina, a druga od prevremene eksplozije.

začljučiti da su, kod postojeće tehnologije bušenja i miniranja, glavni uzročnici povreda na radu čovek i metode miniranja. Otuda se nameću dve osnovne konstatacije:

- Velika sigurnost u rudnicima u pogledu miniranja postiže se takvom tehnologijom pri kojoj ljudi srazmerno malo dolaze u dodir sa eksplozivom i eksplozivnim sredstvima.
- Primenom pojedinih metoda bušenja i miniranja i posebnih tehničkih sredstava povećava se sigurnost pri miniranju do takve mere, da ono ne predstavlja ništa veću opasnost po život radnika od ostale rudarske tehnologije.

U daljem izlaganju ukazuje se na osnovne probleme koje treba rešiti da bi se smanjile povrede pri miniranju, a čijim se rešavanjem istovremeno značajno povećava produktivnost rada.

Prema današnjim tendencijama daljeg razvijanja tehnike miniranja i našim mogućnostima i potrebama, pomenuta rešenja se mogu postići:

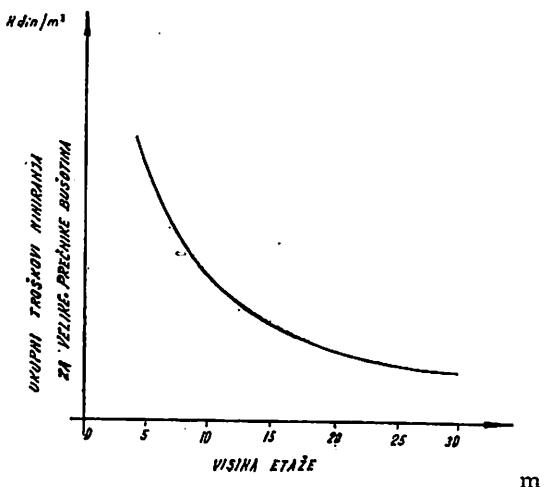
- primenom masovnog miniranja;
- upotrebo eksploziva sa velikom gustinom;
- primenom mehanizovanog punjenja minskih bušotina;
- primenom miniranja pomoću milisekundnih el. upaljača;
- iniciranjem električnim upaljačima i detonirajućim štapinom;
- primenom ostalih tehničkih sigurnosnih metoda i sredstava.

### Masovno miniranje

Veliki proizvodni kapacitet i visoki radni učinci ne mogu se danas zamisliti bez masovnog miniranja. Puno iskorišćenje mehanizacija za utovar i transport zahteva, da na radijima bude uvek dovoljno miniranog i povoljno granuliranog materijala. To zahteva, npr. na površinskim otkopima, dugačke i visoke etaže na kojima se jednovremeno minira veliki broj minskih bušotina velikog prečnika.

Na slici 1 je prikazana zavisnost ukupnih troškova miniranja od različitih visina etaže. Iz dijagrama je očigledno da troškovi miniranja opadaju sa porastom visine etaže.

Masovno miniranje, s obzirom na velike količine eksploziva koje se jednovremeno aktiviraju, omogućava mehaničko punjenje minskih bušotina i primenu električnog paljenja.



Sl. 1 — Zavisnost ukupnih troškova miniranja etaže.  
Abb. 1 — Die Abhängigkeit der Gesamtkosten der Strossensprengung.

To umnogome povećava sigurnost, jer je kod ovakvog načina rada angažovan srazmerno mali broj radnika. Time se smanjuje uloga tzv. subjektivnog faktora koji, u našim uslovima, još uvek igra značajnu ulogu koju će zadržati još veoma dugo.

Dakle, miniranje pomoću velikog broja bušotina velikog prečnika i velike dužine pruža znatno veću sigurnost, kako u jamskim uslovima, tako i pri miniranju na površinskim otkopima.

### Eksplozivi velike gustine

Zavisnost učinka eksplozivnog punjenja od njegove gustine jedan je od veoma važnih činilaca za efikasnost eksplozije i korišćenje energije eksploziva. Detonacioni pritisak zavisi od gustine punjenja, te je, za bolji efekat pri miniranju, neophodno postići što je moguće veću gustinu punjenja. Povećanjem gustine punjenja postiže se povećanje energije po jedinici zapremine minske bušotine, što znači, da se time smanjuje obim potrebnog bušenja. To je od velikog značaja, ako se ima u vidu da bušački radovi, u našim uslovima, često iznose i do 70% ukupnih troškova miniranja.

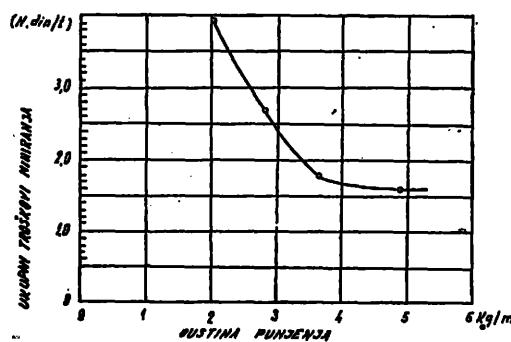
Povećanje gustine punjenja može se postići na dva načina:

- smanjenjem odnosa prečnika bušotine i patronе, i
- povećanjem gustine eksploziva.

Povećanje gustine eksplozivnog punjenja može se postići zbijanjem eksploziva, što je naročito izraženo pri pneumatskom punjenju bušotine praškastim eksplozivima. Međutim, za ovako povećanje gustine postoji granica, s obzirom da svaki eksploziv iznad određene vrednosti za gustinu ne može da prenese eksploziju, odnosno ne može da eksplodira. Ta granica se zove kritična gustina.

Drugi način da se poveća gustina punjenja je da se u bušotinu sipa nepatronirani eksploziv koji ima veliku gustinu. Na ovaj način se povećava iskorišćenje bušotine, tako da se na  $1 \text{ cm}^3$  bušotine povećava količina eksploziva — računato na težinu.

Ukupni troškovi miniranja primenom eksploziva velike gustine vrlo brzo opadaju sa povećanjem gustine punjenja. Na slici 2 prikazana je jedna takva zavisnost za miniranja u našim uslovima.



Sl. 2 — Zavisnost ukupnih troškova miniranja od gustine eksploziva

Abb. 2 Die Abhängigkeit der Gesamtsprengkosten von der Sprengstoffdichte.

Za sigurnost pri miniranju od značaja je pojava da kod velike razlike između prečnika patronе i prečnika bušotine dolazi do tzv. kanalnog efekta, čije su posledice komprimiranje vazduha u prostoru između patronе i zida bušotine, što — na pogodnom mestu — smanjuje prečnik patronе i istovremeno povećava gustinu eksploziva. Ovako kombinovanom promenom prečnika i gustine kod pra-

škastih eksploziva dolazi do prekida eksplozije, naravno samo u slučaju ako se pali električno ili sporogorećim štapinom. Međutim, dogodi se da se eksplozija ne prekine, već da nastane sagorevanje eksploziva brzinom do  $100 \text{ m/sek}$  (kod eksplozije brzina sagorevanja je  $2500$ — $6000 \text{ m/sek}$ ). Ta pojava se naziva deflagracijom i čest je uzrok nesreća u rudarstvu. U prvom redu, prilikom deflagracije se razvijaju velike količine otrovnih gasova, naročito nitroznih. Druga pojava je dvojna detonacija. Ona nastaje tako da najpre detonira jedan deo punjenja — što miner registruje, a zatim nastane deflagracija. Vremenom brzina sagorevanja eksploziva raste dok ne pređe ponovo u detonaciju. Vremenska razlika između prve i druge detonacije može iznositi i do  $20 \text{ min}$ , što znači da druga eksplozija nastaje kada se radna grupa vratи na radno mesto i postane žrtva neočekivane nesreće. Nepotrebno je naglasiti da deflagracija može imati katastrofalne posledice u rudnicima ugla sa pojavama metana i opasne ugljene prahine.

Da bi se izbegle fatalne posledice kanalnog efekta i deflagracije, potrebno je bušotine puniti patronama sa najvećim mogućim prečnikom i povećati razmak bušotine kako bi se sprečilo komprimiranje eksploziva usled delovanja susedne mine.

Pri miniranju na površinskim otkopima potrebna količina energije za rušenje opada, počev od dna etaže pa prema njenom vrhu. Znatno više energije potrebno je staviti na dno bušotine nego u delu na vrhu etaže. Da bi raspored energije odgovarao otporima koje stenski masiv pruža pri miniranju, bilo bi potrebno da bušotina ima različiti presek. Kako to nije moguće, u bušotinu konstantnog prečnika stavlja se eksploziv različite snage. U dno bušotine stavlja se eksploziv sa većom, a u gornji deo sa manjom energijom. Prema Langefors-u odnos energije treba da bude  $2,75:1$  u korist punjenja za rušenje donjeg dela etaže. U praksi se to postiže ako se u bušotinu prvo stavi eksploziv sa većom gustinom i većim detonacijskim pritiskom, po mogućству eksploziv koji nije osetljiv na vodu s obzirom da se voda nalazi na dnu bušotine, a zatim eksploziv sa manjom gustinom i manjim detonacijskim pritiskom.

Eksplozivi sa velikom gustinom imaju osobinu da sa povećanjem brzine udarnog talasa

inicijalnog eksploziva povećavaju svoju detonacionu brzinu. Zbog toga se za iniciranje ovakvih eksploziva upotrebljavaju detonatori sa velikom brizantnošću, a često po dva i više komada u jednoj bušotini. Veći broj detonatora uslovio je iniciranje eksplozije sa više mesta. Jedniovremeno iniciranje sa dna i iz vrha pokazalo je veoma dobre rezultate u pogledu granulacije.

Uopšte uzev, problem iniciranja eksploziva u dubokim minskim bušotinama je od veoma velikog značaja za efikasnost miniranja. Iniciranje sa dna je povoljnije od iniciranja sa vrha. U slučaju otpočinjanja eksplozije sa dna udarni talas kreće se u pravcu rušenja i omogućava bolje korišćenje energije koja se, kod iniciranja sa vrha, usmerava u stenski masiv. Korišćenjem detonirajućeg štapina i eksploziva osetljivih na njegov inicijalni impuls, smer kretanja detonacijskog talasa uvek je usmeren od početka bušotine ka njenom kraju. Tek primenom vodoplastičnih eksploziva koji nisu osetljivi na inicijalni impuls detonirajućeg štapina, uspelo je iniciranje iz dna, čime se, pored drugih prednosti, povećava iskorišćenje energije eksploziva.

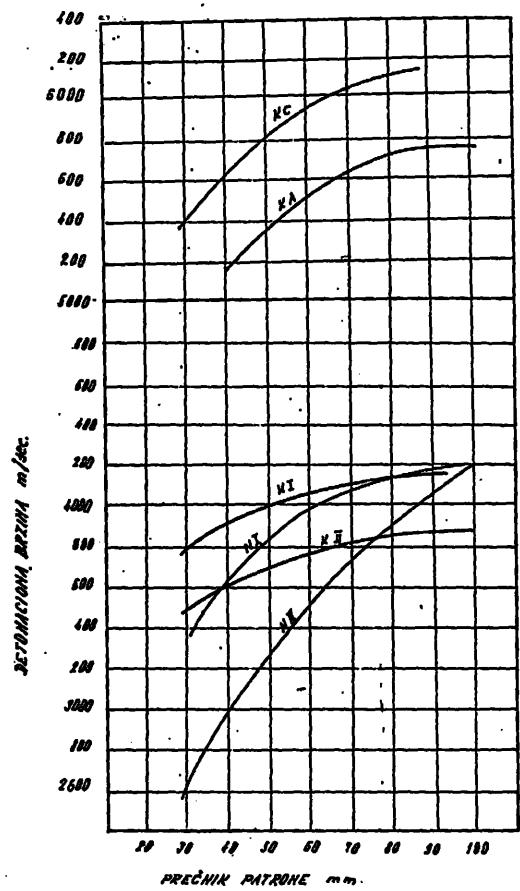
### Mehanizovano punjenje

Povećanjem količina eksploziva koje se jednovremeno miniraju, što je normalno za savremeno rudarstvo, uočeno je, da je pri tome usko grlo punjenje bušotina. Za ovu operaciju koristi se veliki broj radnika, a samo punjenje traje veoma dugo. Oba ova momenta — veliki broj radnika je veoma dugo u kontaktu sa velikim količinama eksploziva — potencijalna su opasnost i vinovnik nešreća. Rešenje problema nađeno je u mehanizovanom punjenju i to, najpre za patronirane eksplozive, a zatim za eksplozive u rasutom stanju.

Svrha nove tehnologije punjenja minskih bušotina je sigurnije, jeftinije, brže i bezbednije miniranje. U zadnje vreme, pri masovnom miniranju dubokim minskim bušotinama, kod nas se već odomačilo punjenje ulivanjem amonijum-nitratskih i vodoplastičnih eksploziva. Pneumatsko punjenje smeša AN-FO zahteva veću obazrivost sa gledišta sigurnosti (elektrostatički napon) nego kod punilaca za slurry. Međutim, pojedini proizvođači rudarske opreme već su razvili takve mašine za punjenje kod kojih se, pravilnim rukovanjem, potpuno isključuju teškoće zbog nastajanja elektrostatičkog napona.

### Bušotine velikog prečnika

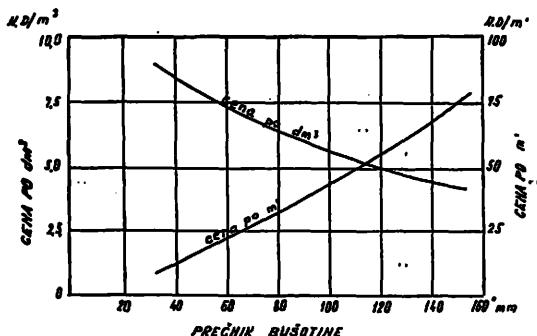
Jedna od karakteristika svakog eksploziva je prečnik ispod koga eksploziv, u obliku patrone, uopšte neće da eksplodira. To je kritični prečnik. Povećanjem prečnika raste detonaciona brzina koja je, u minersko-tehničkom pogledu, jedna od najvažnijih osobina eksploziva. Zavisnost detonacijske brzine od prečnika patrona, odnosno od prečnika punjenja za neke naše eksplozive vidi se na sl. 3.



Sl. 3 — Zavisnost detonacione brzine od prečnika patrona.  
Abb. 3 — Die Abhängigkeit der Detonationsgeschwindigkeit vom Sprengpatroneendurchmesser

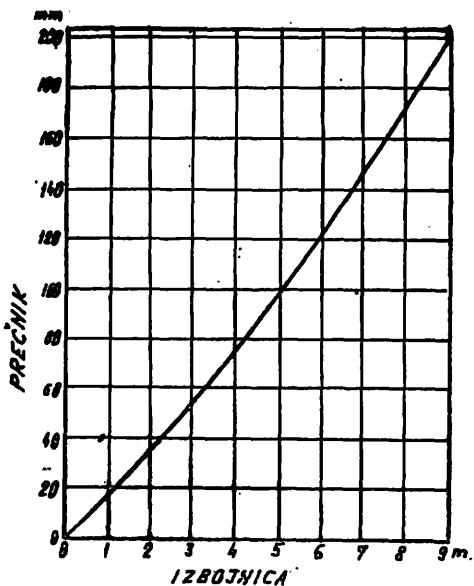
Miniranjem u bušotinama velikih prečnika smanjuje se ukupna manipulacija sa eksplozivom, što, pored veće sigurnosti, daje i značajne ekonomске efekte.

U prvom redu, bušenje minskih bušotina je jeftinije. Povećanje cena bušenja po dužnom metru bušotine ne znači da je bušenje skuplje. U minerskom pogledu od značaja je kolika je cena jedinice zapremine bušotine, jer zapremina određuje koliko se eksploziva može staviti u buštinu. Na slici 4 nalaze se di-



Sl. 4 — Zavisnost cene koštanja bušenja od dužine i prečnika bušotine

Abb. 4 — Bohrkostenabhängigkeit von der Bohrlochlänge und — durchmesser



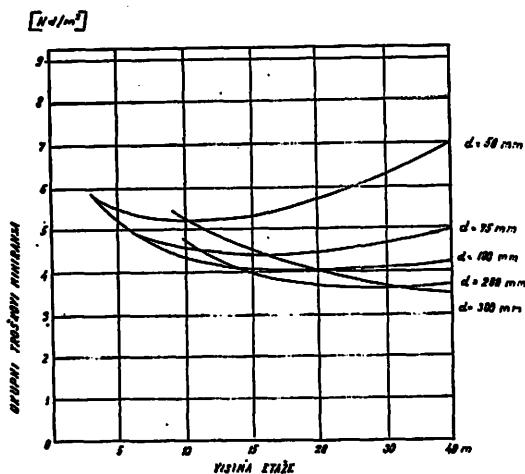
Sl. 5 — Zavisnost izbojnica od prečnika patrone  
Abb. 5 — Die Abhängigkeit vom Abschlag von dem Sprengpatronendurchmesser

jagrami cene koštanja po jedinici dužine i jedinici zapremine za bušotine različitih prečnika — za jedan određeni rudnik.

Kod miniranja na površinskim otkopima veličina izbojnica (linija najmanjeg otpora)

direktno je zavisna od prečnika patrone — odnosno bušotine. Na slici 5 prikazana je ta zavisnost za miniranja u krečnjaku.

Ukupni troškovi miniranja, u svakom slučaju, zavise i od prečnika minskih bušotina. Međutim, prečnik minskih bušotina je funkcija, između ostalog, kod miniranja na površinskim otkopima i od visine etaže. Više etaže zahtevaju bušotine većeg prečnika i obratno. Na slici 6 data je, za jedan određeni slučaj, zavisnost ukupnih troškova miniranja od visine etaže — odnosno prečnika minskih bušotina.



Sl. 6. — Zavisnost troškova miniranja od visine etaže i prečnika bušotine

Abb. 6 — Die Sprengkostenabhängigkeit von der Strossenhöhe und Bohrlochdurchmesser

### Miniranje pomoću milisekundnih upaljača

U našoj minerskoj praksi još uvek nisu iskorišćene sve prednosti koje pruža milisekundno miniranje. Mali je broj rudnika koji ga uopšte primenjuju, a još manji koji to značajki čine. Vrlo često se čuje da milisekundno miniranje ne daje one rezultate koji se od takvog načina iniciranja očekuju. To je potpuno tačno, jer milisekundno miniranje daje dobre rezultate samo onda kada se koriste optimalni parametri, od kojih je najznačajniji interval milisekundnog zakašnjenja.

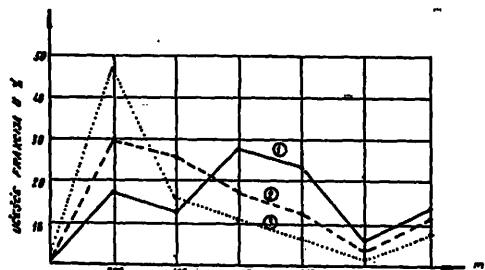
Za naše rudnike problem je i nabavka dočačih milisekundnih električnih upaljača, s obzirom da se izrađuju samo sa jednim inter-

valom (34 m/sek)\*. Pirotehnički releji\*\*) koji služe kod miniranja sa detonirajućim štapinom uopšte se ne izrađuju u našoj zemlji. To su sve teškoće koje se suprotstavljaju uvođenju milisekundnog miniranja. Ako se tome dodaju i relativno skupa merenja koja prate svako uvođenje ovakvog načina miniranja, onda se, sigurno, može naći uzrok otporu koji se već duže vremena oseća kod naših rudarskih i građevinskih stručnjaka.

Milisekundno miniranje pruža višestruke koristi od kojih su najznačajnije:

- poboljšava granulaciju minirane stene;
- smanjuje negabarite i time sekundarno miniranje;
- povećava kapacitet utovara i transporta;
- povećava količine eksploziva koje se jednovremeno mogu paliti;
- smanjuje seizmičke efekte miniranja;
- smanjuje razbacivanje komada stene;
- snižava troškove miniranja.

Poboljšanje granulacije miniranog materijala, odnosno smanjenja negabarita u miniranoj masi, direktno utiče na efekte utovarnih mašina i transportnih sredstava. Iz dijagrama na slici 7 vidi se kako se milisekundnim miniranjem smanjuje učešće krupnih frakcija, među kojima su i negabariti.



Sl. 7 — Učešće krupnih frakcija kod milisekundnog miniranja.  
Abb. 7 — Grobkornanteil bei Milisekundenschüssen.

Dijagram 1 na slici 7 označava raspodelu frakcija pri trenutnom miniranju, 2 kod milisekundnog miniranja sa dva reda bušotina i 3 milisekundno miniranje sa tri reda bušotina.

\*) Domaća industrija već osvaja MEP sa drugim intervalima.

\*\*) Neke domaće fabrike rade i na osvajanju usportivača.

Uz pomenute prednosti milisekundnog miniranja treba dodati da se smanjenjem sekundarnog miniranja smanjuju mogućnosti za povrede, jer izostaje miniranje kod koga se često komadi stene daleko razbacuju i povređuju radnike koji nisu zaposleni na poslovima miniranja.

Milisekundno miniranje nije privilegija samo površinskog miniranja i miniranja u jamašima metala i nemetala. Danas se već, sa uspehom, minira milisekundnim električnim upaljačima i u jamama sa metanom i opasnom ugljenom prašinom. Utvrđeno je, da se, za određene slojne prilike, može dozvoliti milisekundni interval između eksplozija dveju susednih mina. Pogodno postavljenom vodenom zavesom taj interval se može povećati i do dva puta, pa čak može da dostigne i 300 m/sek, odnosno 0,3 sek.

#### Električno paljenje

Analize statističkih podataka o nesrećnim slučajevima pokazuju da se srazmerno, najveći broj povreda pri miniranju događa pri upotrebi sporogorećeg štapina. Iz statističkih podataka navedenih u tablici 1 70% unesrećenih stradalo je pri štapinskom paljenju. I pored takvog stanja stvari električno paljenje sporo ulazi u sastavni deo tehnologije dobijanja korisnih mineralnih sirovina. Pojava detonirajućeg štapina je takođe uticala da se električnom paljenju ne poklanja dovoljna pažnja. Koji su uzroci takvom stanju stvari? Svakako da glavni razlog leži u prenaglašenim opasnostima od lutajućih struja i atmosferskih pražnjenja. Verovatno da na to utiče i nešto komplikovanije povezivanje pojedinih mina ili minskih polja (spojevi, pogrešne veze, ispitivanje otpora i sl.).

I pored svih teškoća koje stavljuju električno paljenje u drugi plan, ipak treba shvatiti da sigurnijeg i jeftinijeg miniranja nema bez električnog paljenja. Pogotovo je to slučaj kod milisekundnog iniciranja. Ako se, kod primene eksploziva koji su osjetljivi na detonacijski impuls detonirajućeg štapina, želi da se eksplozivno punjenje inicira sa dna, onda se to jedino može učiniti električnim upaljačima.

Dosadašnja praksa, da se brojanjem utvrđuje broj eksplodiranih mina, pokazala se veoma lošom i uzročnik je velikog broja nesreća (16% od ukupnog broja povređenih u

SR Srbiji u periodu 1961—1965.). To je posledica štapinskog paljenja. Kod miniranja sa električnim upaljačima nema opasnosti da će neka mina zatajiti pogotovo ako se one vezuju na red. Upravo to se neće dogoditi usled nepostojanja veze, jer u tom slučaju nijedna mina neće eksplodirati.

U našim organizaciono-tehničkim uslovima i kod postojećeg profila kadrova koji neposredno rade na miniranju u rudarstvu i građevinarstvu, štapinsko paljenje mora da bude stavljeno pod strožiju lupu propisa, kako bi se utvrdili stvarni parametri ovakvog načina miniranja.

I. električno paljenje može da bude uzrok nesreća. Istina, one su posledica nešto drugačijih okolnosti, na koje se želi da ukaže kako bi se shvatilo pravi red veličina opasnosti.

Glavni uzrok nesreća pri miniranju sa električnim upaljačima je prevremeno paljenje minskih punjenja. Ono može biti izazvano nepravilnim radom minera, neispravnim aparatima za kontrolna merenja i paljenja, a takođe i pojavom stranih struja u mreži za paljenje. Najčešći uzroci i najmanje kontrolisani od čoveka, su strane struje u mreži za paljenje.

#### Отровни гасови као узроčник нesрећа при минирању

Nesreće od trovanja gasovima koji nastaju pri miniranju, nisu tako česte s obzirom da nastaju isključivo u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom. Ipak u ukupnom broju svih nesreća u posmatranom periodu (1961—1965.) one dolaze na četvrti mesto (16%). Ako se ima u vidu da otrovni gasovi, čije prisustvo se ne može izbeći, nepovoljno deluju na sve radnike koji sa njima dolaze u dodir, čak i u onim slučajevima kada trovanja nemaju karakter povreda, može se shvatiti da je stvarna opasnost po zdravlje srazmerno mnogo veća.

Ukorenjeno je shvatanje da kod upotrebe industrijskih „sigurnosnih“ eksploziva ne može nastati veća količina otrovnih gasova i da je to regulisano kod izrade eksploziva. To je pogrešno shvatanje jer hemijska ravnoteža reakcije kod eksplozije i produkti razlaganja eksploziva zavise od niza promenljivih faktora. Najvažniji produkti eksplozije, od interesa za sigurnost, su: ugljen-dioksid, ugljen-monoksid i oksidi azota. U nekim slučajevima mogu nastati i manje količine cijanovodo-

nične kiseline, sumpordioksida, sumporvodenika i nekih drugih opasnih gasova.

Pri detonaciji eksploziva u bušotini, nastaju gasoviti produkti čiji sastav i količina zavise od samog eksploziva i uslova u kojima se odvija miniranje.

U idealnim uslovima, za eksploziv koji ima bilans kiseonika ravan nuli, krajnji proizvodi eksplozije su ugljen-dioksid, vodena para i azot. U praksi, bilans kiseonika može da bude pozitivan ili negativan. Pri višku kiseonika u eksplozivu jedan deo kiseonika se veže sa azotom, kod čega nastaju otrovni azotni oksidi i nešto više ugljen-monoksida. Međutim, ako eksploziv ima manje kiseonika, u produktima eksplozije ima znatno više monoksida od azotnih oksida (5—50 puta).

Za nastajanje opasnih gasovitih produkata prilikom eksplozije, izvanredno veliku ulogu imaju i neki drugi faktori na koje se može uticati u procesu miniranja. To je, u prvom redu, vrsta stene koja se minira, zatim gustina punjenja — odnosno praznine između patronе eksploziva i zida bušotine, vrsta materijala od koga je čep izrađen, prečnik patronе itd.

Miniranje u pojedinim stenama daje i do 15 puta više štetnih gasova, pri istim uslovima miniranja, nego što je to slučaj u nekim drugim stenama. Tako npr. kod miniranja u apatitu, kalijumovim solima, molibdenovoj i bakarnim rudama nastaje najmanje štetnih gasova, a azotovi oksidi mogu skoro potpuno da izostanu. U ugljevima, olovno-cinkovim rudama i rudama gvožđa nastaje znatno više gasova a naročito ugljen-dioksid.

Razlika između prečnika patronе eksploziva i prečnika minskе bušotine, utiče, kako na gustinu punjenja, tako i na količinu štetnih gasova.

Rastojanje veće od normalnog izaziva više štetnih gasova. Merenjem je ustanovljena zavisnost praznina između prečnika patronе (d), prečnika minskih rupa (D) i količine otrovnih gasova.

Tablica 2

D — d mm	Količina otrovnih gasova		
	CO l/kg	azot	oksidi l/kg
10	79,8		0,5
4	31,0		0,3

Da bi se umanjile mogućnosti za nesreće, u nekim žemljama (SSSR) propisana je raz-

lika D—d za miniranja pod zemljom. Prečnik patronne takođe ima uticaj na ukupne količine štetnih gasova. Utvrđeno je, da manji prečnici prouzrokuju veće količine gasova, pri istim drugim uslovima miniranja (tablica 3).

Tablica 3

Eksploziv	Prečnik patronne mm	Brzina detonacije m/sek	Količina gasova	
			CO l/kg	azotovi oksidi l/kg
62%	30	2.750	8,5	4,1
	25	1.850	8,6	6,1
dinamit	20	1.750	9,0	12,5

Ovi podaci upućuju na upotrebu većih prečnika minskih punjenja kod miniranja pod zemljom, što je potvrda konstatacija koje su učinjene kod razmatranja drugih aspekata miniranja.

Kvalitet začepljivanja minskih bušotina ima uticaja na količine štetnih gasovitih proizvoda. Čep mora da omogući da se eksplozija potpuno dovrši, što znači da ne sme biti izbačen iz bušotine pre nego što se stena raspadne. U suprotnom slučaju, proces eksplozije se odigrava u drugim uslovima, te su i produkti razlaganja drugačiji — odnosno više je otrovnih gasova. Najveće količine ovih gasova nastaju pri miniranju bez začepljivanja bušotina.

Položaj udarne patrone isto tako utiče na količine otrovnih gasova. U tablici 4 dati su podaci za tri položaja udarne patrone:

Tablica 4

Mesto udarne patrone	Količina otrovnih gasova		
	CO	l/kg azotini oksidi	Ukupno*
Na dnu bušotine	24	0,5	27
U sredini bušotine	36	0,6	40
Na ulazu u bušotinu	42	1,0	48

\*) uključivo i ostale štetne gasove.

Podaci iz ove tablice ukazuju da je bolje postaviti udarnu patronu na dno bušotine. Takav zaključak je povoljan i za delovanje udarnog talasa koji se, u ovom slučaju, kreće prema slobodnoj površini te povećava učinak miniranja.

Praktični zaključak koji se iz prethodnih podataka može izvući je sledeći:

- upotrebljavati patrone većeg prečnika;
- smanjiti razliku između prečnika patronne i prečnika minskih bušotina;
- udarnu patronu staviti na dno bušotine;
- pokloniti veliku pažnju izradi čepa i materijalu za njegovu izradu.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Sprengen und die Grubensicherheit

Dipl. Ing. D. Mitrović)

Der Verfasser analysiert in dem Artikel einzelne Kennziffern der Bohr- und Sprengarbeiten in den Gruben und weist auf deren Einwirkung auf die Grubensicherheit hin. Grundlagen für diese Analyse gaben die statistischen Angaben über die Verletzungen in der Sozialistischen Republik Serbien für die Zeit von 1961—1965. Der Hauptschluss, den der Verfasser aus diesen Analysen zieht, ist: Man müsste ein spezielles Sprengverfahren auswählen bei welchem möglichst wenig Arbeiter bei diesen Arbeiten beschäftigt werden sollen, was mit der Methode der Massensprengung mit Grossbohrlöchern und Sprengstoffen grosser Dichte, welche im geschütteten Zustand in die Bohrlöcher gegeben werden, erreicht wird.

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

- Frankel, K. H., 1959: Manual on rock blasting, »Atlas Copco Aktiebolag«, Stockholm.  
 Colarić, J., 1965: Eksplozivne materije. — Beograd.  
 Zangefors, U., 1963: Rock Blasting, Stockholm.  
 Stanje tehničke zaštite u rudnicima SRS. — Studija rađena u Rudarskom institutu. — Beograd.  
 Bratina, L., 1967: — Eksplozivi i pribor. — Kamnik.  
 Ivanetić, J., 1967: Bušenje i miniranje. — Ravne na Koroškem.  
 Colarić, J., 1966: Otkazivanje i prevremeno paljenje minskih punjenja pri miniranju električnim upaljačima. — Sigurnost u rudnicima, br. 1, Beograd.  
 Informator br. 2, 4, 5, 8, 9, 10, 12. — Preduzeće »Kamnik«, Kamnik.

\* Dipl. ing. Dragoljub Mitrović, viši stručni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina, Rudarskog instituta — Beograd

# Oznake racionalnog programiranja zadatka iz područja borbe sa opasnostima od udesa u rudnicima

(sa 1 slikom)

Dr ing. Jozef Wanat

## Opšti pojmovi

Jedan od osnovnih uslova za racionalnu primenu preventivnih mera kod sprečavanja udesa je pravilno obrađeni program borbe sa opasnostima od udesa.

Opravdanost ove teze je očita, te se može primiti kao aksiom izvesnog stepena, iz područja sigurnosti rada.

Problem se sastoji jedino u tome kako da se ova teza što bolje realizuje u praksi.

Iz iskustva je poznato da sva preduzeća ne poseduju takve programe, a ako ih imaju, onda oni nisu uvek pravilno obrađeni.

Određivanje izvesnih principa i smernica za delovanje u tom području može da predstavlja veliku pomoć, ne samo za ona lica rukovodstva i nadzora koja se bave planiranjem preventivnih mera za sprečavanje udesa, nego — i to pre svega — i za lica koja program preventivnih mera treba svakodnevno da realizuju.

Pošto program preventivnih mera za sprečavanje udesa treba da obuhvata zadatke koji se, pre svega, odnose na sprečavanje opasnosti od udesa, to bi, već na početku, trebalo objasniti, šta treba razumeti kao opasnost od udesa i šta predstavlja njihov glavni izvor pri radu u rudarstvu.

Kao opasnost od udesa pri radu, u najširem značenju te reči, podrazumeva se mogućnost da na području preduzeća nastanu takve opasne pojave koje bi mogle kod radnika uzrokovati telesne ili psihičke povrede, to jest oštećenja organizma.

Izvor opasnosti od udesa može, međutim, da bude svaki faktor koji se javlja na području preduzeća, a koji u sebi skriva nedostatke, oštećenja ili druge vrste štetnih osobina koje mogu doprineti nastajanju nesrećnih slučajeva.

Uprošćena klasifikacija faktora koji se javljaju u svakom preduzeću i mogu da predstavljaju izvore opasnosti od udesa prikazana je na šemici — slika 1.

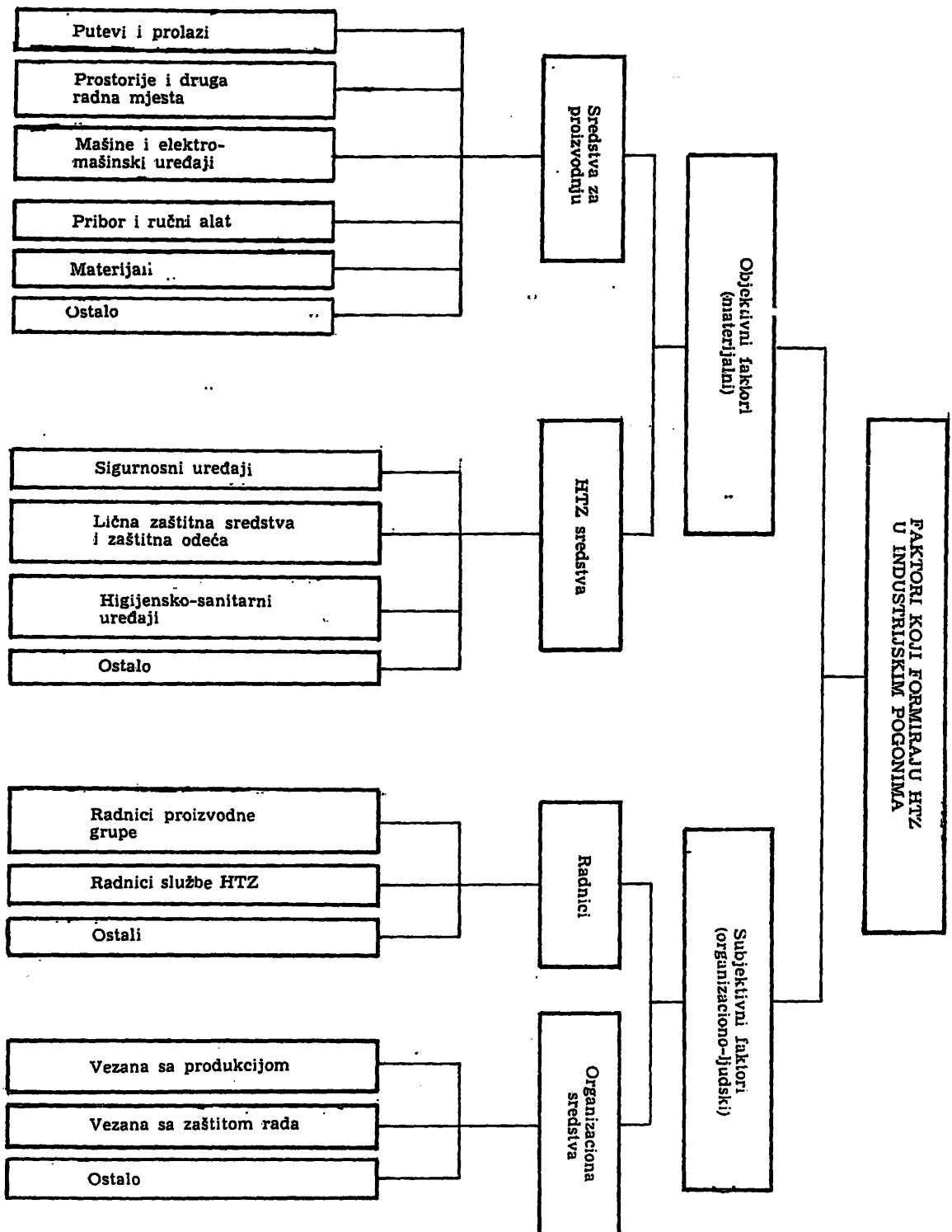
Pošto iz pojmljiva, koji su uzeti za pojedine kategorije podele, može da se na razne načine shvati pojam sigurnosnih uređaja, objašnjava se da pod sigurnosnim uređajima treba podrazumevati uređaje koji za sebe predstavljaju izvesnu celinu, a koji su instalirani na opasnim mestima kao stalni uređaji ili za duži period vremena i imaju za cilj zaštitu od povreda svakog ko se nađe u dometu njihovog delovanja.

U sigurnosne uređaje, u tom smislu, spadaju npr: ograde i hvataljke kolica na strmim putevima, protivpožarni uređaji svake vrste, protiveksplozione brane, sigurnosna vrata, alarmni uređaji za uzbunu itd.

Poklopci pokretnih delova mašina, koji predstavljaju sastavni deo maštine, ne spadaju u sigurnosne uređaje u tom smislu.

Primer veličine udela pojedinih faktora (izvora) u nastajanju udesa pri radu u podzemnim rudnicima kamenog uglja prikazan je u tablici 1.

**FAKTOVI KOJI FORMIRAJU HTZ  
U INDUSTRIJSKIM POGONIMA**



Sl. 1 — Sema podele faktora koji formiraju uslove sigurnosti i higijene rada u industrijskim pogonima  
 Abb. 1 — Schema der Faktoreinteilung, die Bedingungen der Arbeitssicherheit und der —  
 hygiene in den Industriebetrieben bilden

Tablica 1

mer procentnog učešća pojedinih izvora kod stajanja nesrećnih slučajeva I—V kategorije la u rudnicima

br. Izvori nesrećnih slučajeva	Učešće u %
1. putevi	8,7
2. prostorije i druga radna mesta	21,9
3. Mašine i elektro-maš. uređaji	6,3
4. Pribor i ručni alat	2,0
5. Materijali	2,6
6. Sigurnosni uređaji	4,0
7. Lična zaštitna sredstva i zaštitna odeća	1,2
8. Radnici	44,8
9. Organizaciona sredstva	7,7
10. Ostalo	0,8
<b>Ukupno:</b>	<b>100,0</b>

Iz ovih podataka proizlazi, da glavni izvor opasnosti od udesa pri radu predstavljaju: ljudi, prostorije, putevi, organizaciona sredstva i mašine. Ovu konstataciju treba što bolje iskoristiti kod određivanja programa preventivnih mera za sprečavanje udesa.

#### Principi programiranja zadataka iz područja borbe sa opasnostima od udesa

Program borbe sa opasnostima od udesa treba da obuhvata duži period vremena, tj. bar jednu godinu. Ipak, s obzirom na to, da realizacija izvesnih zadataka može da traje više nego jednu godinu, preporučuje se da se prihvati dvogodišnji period planiranja.

Kod izrade takvog programa treba nastojati da on bude kompleksan, uvek aktuelan i samo jedan u svakom preduzeću, ili u drugoj organizacionoj jedinici koja treba da ga realizuje.

Princip kompleksnosti zasniva se na tome da kvalitet i kvantitet zadataka, od kojih se sastoji program borbe sa opasnostima od udesa, bude prilagođen karakteru svih glavnih izvora opasnosti koje se javljaju u dotičnom preduzeću. U tu svrhu preporučuje se podela, zadataka planiranih za realizaciju, na izvesne grupe — prema vrsti izvora opasnosti — u koje oni spadaju.

Prvu grupu zadataka mogu, dakle, predstavljati nastojanja koja imaju za cilj, npr. poboljšanje uslova zaštite pri radu na putevima svake vrste, koji se nalaze kako na površini, tako i pod zemljom. Druga grupa može da obuhvata zadatke koji imaju za cilj

poboljšanje stanja sigurnosti samih prostora i drugih radnih mesta, naredna grupa zadataka može da se odnosi na poboljšanje uslova sigurnosti rada kod mašina i energomehaničkih uređaja itd.

Primena podelе zadataka prema svim glavnim izvorima opasnosti, na koje se ti zadaci odnose, ima, između ostalog, sledeće pozitivne aspekte:

- sprečava da se izostavi ma kakva opasnost od udesa;
- primorava onoga koji obrađuje program preventivnih mera za sprečavanje udesa, da što bolje proanalizira svaki izvor opasnosti radi otkrivanja, u njemu, svih suštinskih potencijalnih uzroka udesa i određivanja pravilnih načina njihovog otklanjanja, što, u krajnjem efektu, utiče kako na poboljšanje kvaliteta, tako i na porast broja zadataka planiranih za izvršenje;
- omogućuje brzu orientaciju, programa u celosti, u njegovoj sadržini i obimu delovanja, što, u znatnom stepenu, olakšava pravilnu ocenu kvaliteta programa.

Princip aktuelnosti programa najlakše se može ispuniti, ako se u njemu izdvoji poslednja grupa zadataka koji su nazvani: „Dodatni zadaci koji proizilaze iz aktuelnih potreba preduzeća u periodu realizacije programa“.

Pridržavanje tog principa će učiniti da će obrađeni program biti uvek aktuelan i, zahvaljujući tome, on će biti samo jedan u preduzeću.

Poslednji princip koji treba uzimati u obzir kod obrade programa borbe sa opasnostima od udesa je tzv. princip jedinstva programa. Taj se princip zasniva na tome, da svako preduzeće treba da ima samo jedan program ali, kako to proizilazi iz prethodno navedenih principa, treba da bude kompleksan i uvek aktuelan. Međutim, u praksi često se zapaža procedura da nakon svakog generalnog pregleda stanja sigurnosti rada u određenom preduzeću, koji je izvršen putem organa kontrole van preduzeća, preduzeće treba da izvrši ceo niz preventivnih preporuka, kako trenutnog, tako i dugoročnog karaktera. To je naravno sasvim opravданo, ali vrlo često ove preporuke za dotično preduzeće predstavljaju, u izvesnom stepenu, novi program borbe sa opasnostima od udesa, koji obavezuju tako dugo dok ne dođe sledeća kontrola

na komisija i ne odredi nove preventivne mere. Te česte izmene i zamena jednog programa drugim, uzrokuju da takvi programi nisu pravilno realizovani, a nadzor i zaposleno osoblje ne posvećuju im veću pažnju. To nezdravo stanje može se poboljšati samo putem bezuslovnog održavanja principa jedinstva programa borbe sa opasnostima od udesa. Radi se o tome, da ako preduzeće ima ovakav program, tada komisija koja vrši kontrolu uslova sigurnosti rada treba, u prvom redu, da kontroliše da li su zadaci, od kojih se sastoji taj program, pravilno realizovani.

Kontrola realizacije programa od strane spoljnih faktora uvećava značaj programa, pridonosi njihovoј racionalnoј obradi i izvršenju u roku.

Kada, međutim, komisija koja kontroliše stanje sigurnosti rada u dotičnom preduzeću naredi da se izvrše novi dodatni zadaci, čija svrha je dalje poboljšanje uslova sigurnosti rada, tada te zadatke, ako ne mogu da budu izvršeni odmah, treba upisati u postojeći program borbe sa opasnostima od udesa, u grupu „dodatnih zadataka koji proizilaze iz aktuelnih potreba preduzeća u periodu realizacije programa“.

Održavanje principa jedinstva programa ima takođe veliki značaj za odgovarajuću popularizaciju tog programa kod ljudstva kao i za efikasno organizovanje njegove realizacije.

#### Izvori određivanja zadataka koji ulaze u sastav programa borbe sa opasnostima od udesa

Glavni izvori informacija o potrebama iz područja preventivnih mera za sprečavanje udesa, koji ujedno predstavljaju osnovu za određivanje tematike zadataka koje obuhvata program borbe sa opasnostima od udesa, su sledeći:

- analiza udesa pri radu;
- pregledi aktuelnog stanja sigurnosti i higijene rada u preduzećima i
- analiza realizacije odluka i preporuka sadržanih u aktuelnim normativnim aktima koji se odnose na sigurnost i higijenu rada.

#### Analiza udesa pri radu

Analiza udesa pri radu ima svrhu da se otkriju najčešći uzroci i okolnosti, koji utiču

na nastajanje udesa, kao i da se, na toj osnovi, obrade odgovarajuće preventivne mere.

Preventivne mere, a naročito one koje se ne mogu izvršiti i čija realizacija će iziskivati ulaganje odgovarajuće radne snage i materijalnih sredstava, mogu se uključiti u program borbe sa opasnostima od udesa kao konkretni zadaci.

Analiza treba da obuhvati sve udesе koji su nastali u dužem vremenskom periodu, npr. godišnjem ili dvogodišnjem. Osnovу за pravilnu izradu analize treba da predstavljaju analitičke tablice koje prikazuju zavisnost broja ispitivanih udesа od dvostrukih sistema grupe genetskih faktora.

U te grupe spadaju:

- vrste nesrećnih slučajeva;
- objektivni i subjektivni uzroci udesа, tj. uzroci nesrećnih slučajeva;
- izvori udesа, tj. faktori koji su se javljali na mestu nastajanja udesа i u sebi skrivali uzroke udesа;
- mesta nastajanja udesа;
- vrste radova kod čijeg su izvršenja nastali nesrečni slučajevi;
- lične i stručne karakteristike oštećenih, npr. starost, staž i radno mesto;
- vreme nastajanja udesа, npr. radna smerna, čas u smeni, dani sedmice i meseca u toku godine;
- vrste telesnih povreda, tj. ozleđeni deo tela.

Analiza udesа ima svrhu da se odredi koji su genetski faktori, obuhvaćeni pojedinim grupama, imali dominantnu ulogu u nastajanju udesа. Te informacije predstavljaju osnovу za određivanje odgovarajućih preventivnih mera.

Takođe se preporučuje, da se u analitičkim tablicama istovremeno prikaže zavisnost broja udesа od sekcija ili drugih organizacionih jedinica dotičnog preduzeća, kao i od određene grupe genetskih faktora. Primer sastava sadržaja takvih prikaza predstavljen je u tablici 2 i 3.

Pošto izrada analitičkih tablica iziskuje dosta vremena, najbolje je da se one izrade pomoću elektronskih računskih mašina.

#### Pregledi stanja sigurnosti i higijene rada u preduzećima

Drugi, vrlo karakterističan izvor određivanja zadataka, koji ulaze u program borbe sa opasnostima od udesа, predstavljaju pregledi

stanja sigurnosti i higijene rada, koji su vršeni u pojedinim odeljenjima i drugim organizacionim jedinicama dotičnog preduzeća.

Ovi pregledi imaju, pre svega, svrhu da se otkriju postojeći potencijalni izvori opasnosti pri radu, kao i da se odrede odgovarajuće mере i načini njihovog brzog otklanjanja.

Ove mere i načini otklanjanja opasnosti, koji ne mogu da se odmah primene i čija će realizacija trajati više vremena i iziskuje veće ulaganje materijalnih sredstava i radne snage, mogu biti uključeni u program borbe sa opasnostima od udesa, kao njegovi konkretni zadaci.

S obzirom na veliki značaj pregleda, o kojima se govori, treba ih vršiti komisijski. Takva komisija treba da bude sastavljena od inženjera sigurnosti i higijene rada ili njegovog zamenika, društvenog inspektora rada, upravnika dotičnog odeljenja, kao i lica iz višeg nadzora, u čiji nadzor spada i dotično odeljenje (sekcija).

Tako sastavljena grupa stručnjaka treba da prekontroliše sve puteve i radna mesta u dotičnom odeljenju (jami), da objektivno oceni njihovo aktuelno stanje sigurnosti i higijene rada, kao i da odredi odgovarajuće zadatke radi poboljšanja uslova sigurnosti i higijene rada u kontrolisanom odeljenju.

Preporučuje se, da se za vreme tih pregleda odrede zadaci prema ovim grupama problema, koje će obuhvatiti konačni program borbe sa opasnostima od udesa u dotičnom preduzeću.

Pregledi, o kojima se govori, treba da budu vršeni odmah pre pristupanja obradi konačnog programa borbe sa opasnostima od udesa, to znači najmanje 3 meseca pre početka perioda planiranja, koji se odnosi na novi program.

**Naredjenja i zaključci, kao i drugi pravni i administrativni dokumenti sa područja sigurnosti rada kao izvora određivanih u okviru programa borbe sa udesima**

Treći po redu izvor za mnoge zadatke sa područja preventivnih mera za sprečavanje udesa, koje određuje preduzeće u okviru godišnjeg programa borbe sa udesima, predstavljaju sva naredjenja koja obavezuju dotično preduzeće, odluke, kao i drugi pravni i administrativni dokumenti koji obuhvataju aktuelne naredbe i odluke u pogledu sredstava — odnosno načina sprečavanja nesretnih slučajeva pri radu.

Kao primer forme ove vrste izvora mogu između ostalih, da se navedu:

- Zakoni koji se odnose na sigurnost rada,
- Odluke Predsedništva vlade,
- Naredbe, okružnice i cirkularna pisma Predsednika Ministarskog saveta, kao i resornih ministara,
- Odluke Kolegijuma ministarstva,
- Naredbe Predsednika Višeg rudarskog inspektorata,
- Naredbe Generalnih direktora preduzeća i rudnika,
- Izveštaji o izvršenim generalnim i društvenim pregledima stanja sigurnosti i higijene rada,
- Zapisnici i preporuke nakon izvršenog pregleda u području sigurnosti i higijene rada, sačinjeni putem predstavnika rudarskih inspektorata ili tehničkih inspektora rada u ime sindikata,
- Odluke organa radničke samouprave,
- Odluke i rešenja doneta na simpozijumima, kongresima ili naučno-tehničkim konferencijama po pitanjima sigurnosti rada.

Pošto, u skladu sa obaveznim naredbama, osoblje službe sigurnosti i higijene rada svakog preduzeća treba da vrši nadzor nad realizacijom odluka i naredenja u vezi higijensko-tehničke zaštite, koje su obuhvaćene raznim pravnim i administrativnim dokumentima, inženjer za tehničku zaštitu i higijenu rada ili njegov zamenik treba da pre pristupanja izradi program borbe sa opasnostima od udesa proanalizira sve aktuelne naredbe, odluke i druge pravno-administrativne izvore u pogledu higijensko-tehničke zaštite radi utvrđivanja, koje odluke i naredenja, u pogledu preventivnih mera, nisu još u potpunosti realizovane, a koje bi trebalo uneti u godišnji program borbe sa udesima kao posebne zadatke.

S tim u vezi takođe se preporučuje da se obrađenom programu borbe sa udesima priloži popis tih pravnih i administrativnih izvora iz kojih proizilaze izvesni zadaci, a posred svakog zadatka treba da se, u zagradi, navede cifra koja označava redni broj izvora navedenog u priloženom popisu.

Pozivanje, kod izvesnih zadataka, na naredjenja — odnosno druge pravno-administrativne izvore iz kojih proizilaze navedeni zadaci, treba da, s jedne strane služi pravilnom obrazloženju svrshodnosti uključivanja tih zadataka u program borbe sa udesima, što u

izvesnim slučajevima može da olakša njihovu realizaciju, a s druge strane, međutim, to će u izvesnom stepenu biti pokazatelj da su odluke i preporuke, sadržane u naredbama i drugim pravno-administrativnim izvorima u pogledu preventivnih mera za sprečavanje udesa, realizovane od strane dotičnog preduzeća.

#### Forma programa borbe sa opasnostima od udesa

Ako su poznate potrebe i namere preduzeća u pogledu preventivnih mera za sprečavanje udesa, inženjer HTZ, uz saradnju upravnika organizacionih jedinica, pristupa obradi odgovarajućeg programa borbe sa opasnostima od udesa.

Vanjska forma treba da bude sažeta i pregledna, a kod formulacije pojedinih zadataka, koji ulaze u sastav celog programa, treba kod svakog navesti šta treba da se izvrši, u kojoj će organizacionoj jedinici preduzeća biti realizovan određeni zadatak i u kom roku, kao i to, ko je od nadzora ili rukovodstva preduzeća odgovoran za izvršenje zadataka i kontrolu da li su oni pravilno izvršeni.

Na osnovu tih postulata kao i prethodno navedenih principa, obrađen je primer sastava sadržaja programa borbe sa opasnostima od udesa. Taj primer predstavlja tablica 4.

Iz tog primera proizilazi da su svi zadaci podeljeni na 11 grupa.

Prvih 9 grupa zadataka odnosi se, u principu, na poboljšanje stanja sigurnosti i racionalnog primenjivanja tih faktora koji se javljaju u preduzeću. Pošto ipak, kako na samonastajanje udesa pri radu, tako i na profilaktičke mere mogu, takođe, imati uticaj izvesni faktori vezani sa životom radnika van preduzeća, zbog toga je kod određivanja programa borbe sa udesima, predviđena, naročito za te vanjske fakture, posebna grupa zadataka, označena kao zadaci.

U ovu grupu zadataka, između ostalih, mogu se ubrojiti zadaci koji se odnose na dalje poboljšanje stambenih uslova radnika, poboljšanje organizacije zdravstvene zaštite, kao i zdravog i kulturnog provođenja slobodnog vremena, te poboljšanja uslova prevoza radnika do preduzeća itd.

Poslednju — jedanaestu grupu zadataka predstavljaju zadaci koji su naknadno uključeni u program u periodu njegove realizacije. Zahvaljujući toj grupi zadataka, program borbe sa udesima može se konstantno dopunjavati, zavisno od potreba preduzeća u tom području.

#### Realizacija programa borbe sa opasnostima od udesa

Nakon prijema i akceptiranja programa borbe sa opasnostima od udesa od strane rukovodstva preduzeća, kao i organa radničke samouprave, počinje realizacija ovog programa.

U prvoj etapi njegove realizacije treba upoznati sa svrhom i zadacima ovog programa svo ljudstvo i nadzor na specijalnoj sednici, zakazanoj na početku godine koja započinje period realizacije programa.

Nezavisno od toga, kopije programa treba da dobiju upravnici pojedinih organizacionih jedinica preduzeća, koji su odgovorni za izvršenje i kontrolu nad izvršenjem pojedinih zadataka.

Opšti nadzor nad realizacijom celosti programa treba da, prema obavezujućim naredbama, vrši inženjer HTZ. S tim u vezi, on treba da od radnika, odgovornih za realizaciju pojedinih zadataka, dobija odgovarajuće izveštaje o izvršenju.

Inženjer HTZ treba da svakog meseca pred direktoru preduzeća kratke izveštaje o toku realizacije programa.

Nezavisno od toga, realizacija programa borbe sa opasnostima od udesa treba da bude predmet svakog važnijeg sastanka rukovodstva preduzeća sa nadzornim osobljem i radnicima. Realizacija programa takođe treba da bude analizirana na sednicama Komisije za zaštitu rada, na sastancima organa upravljanja, kao i na sastancima radničke samouprave.

Treba imati na umu da će program borbe sa opasnostima od udesa ispuniti svoj zadatak samo onda- kada bude dosledno realizovan.

Prednječe ili pogon

**Prednizdeč ili pogon** *Podela svih nezrečih slučajeva pri radu prema revirima i vrstama opasnosti za period . . . .*

**Tabela 2**  
(przemył)

**Tablica 3  
(primer)**

Preduzeće ili pogon

Podela svih nesrećnih slučajeva pri radu prema revirima i uzrocima nastajanja za period .....

Redni broj	Naziv revira	Učešće materialnih uzroka												Učešće organizaciono-južskih uzroka												Ukupno broj uzroka	R <sub>i</sub> + R <sub>z</sub>								
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	R <sub>1</sub>	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	R <sub>z</sub>			
1	G-I	2	1	3	4	1									2	1	1	2	1	1		18	2	4	1	1	3	3	8		19	37			
2	G-II	6	8	17	2	2									1	1	2	3		42	6	5	2	4	3	1	3	22	2	1	49	91			
3	G-III	8	12	1	5										2	3	5	1	1		1	39	12	10	4	1	7	3	1	35	1	2	1	82	121
	itd.																																		

Preduzeće: Rudnik „X“

Revir: .....

**Prikaz zadataka koji ulaze u program borbe sa opasnostima od udesa pri radu u toku 1968. godine**

Tablica 4  
Obrazac 1

Red. br.	Naziv grupe zadataka i opis pojedinih zadataka	Organizaciona jedinica koja realizuje zadatak	Rok izvršenja zadatka	Funkcija osobe odgovorne za: izvršenje zadatka	Funkcija osobe odgovorne za: kontrolu izvršenja zadatka	Primedba
1	2	3	4	5	6	7
1.	Zadaci koji se odnose na poboljšanje stanja HTZ prostorija i drugih radnih mesta					
1.1.	Na osnovu analize nesrećnih slučajeva odrediti revire, kao i mesta i radna mesta sa najvećim intenzitetom nesrećnih slučajeva, i odrediti hitne mere za odstranjanje opasnosti od nesrećnih slučajeva.	Uprava rudnika	jednom mesečno	inženjer HTZ upravnici revira i poslovode	glavni inženjer, glavni mehanički inženjer	
1.2.	Vršiti sistematsku analizu vrsta podgradađe rudarskih jamskih prostorija putem inženjersko-tehničke grupe koja je za tu svrhu formirana.	Rudarski sektor	ažurno	upravnik Jame	glavni inženjer rudnika	
1.3.	Na aktivna rudarska radilišta uvoditi stalno električno osvjetljenje itd.	Odeljenje elektro uređaja u jamu	prema harmonogramu br. 1	poslovoda elektro postrojenja u jami	šef odjeljenja rудarskih mašina	
2.	Zadaci koji se odnose na stanje HTZ na putevima i prelazima	Jamski reviri	ažurno	poslovode	upravnici revira, poslovode	
2.1.	Održavati princip, da svu prolazi za ljudi de duž transportnih puteva imaju odgovarajuću širinu, da ne budu zakrčeni materijalom, da su kanali dobro pokriveni a cevovodi i kablovi obešeni na odgovarajućoj visini.	Jamski reviri	ažurno	poslovode	upravnici revira, poslovode	
2.2.	Obnavljati postojeće i dopuniti sve oznake na prolazima za ljudе, a naročito na navozistima i odvozistima, u glavnim i revirnim transportnim hodnicima.	Jamski reviri	ažurno	poslovode	upravnici revira, poslovode	

1	2	3	4	5	6	7
2.3.	Izgraditi mostove za prolaz ljudi iznad kolica, kao i prelaze iznad transportera na mestima gde su takvi prelazi neophodni, npr. na glavnim prekopima, kod revirnih utovarnih tačaka, kao i na križistima hodnika sa transportnim niskopima, itd.	Jamski reviri	prema harmonogramu br. 2	poslovode		
3.	Zadaci koji se odnose na poboljšanje stajanja HTZ kod maština i elektro-energetskih uređaja	Elektro-maš. — sekცije u jami i na površini	kvarтално	Poslovoda jam-skih maština, jam-ski el. poslovoda, maš. posl. van. el. poslovoda van.	glavni mehanik	upravnici revira, poslovode
3.1.	Putem specijalno formirane grupe za pitanja elektro-energetskih uređaja izvršiti tačnu kontrolu stanja sigurnosti svih maština i elektro-energetskih uređaja koji su u pogonu, odstraniti sve pronađene nedostatke i greške, a uređaje koji nisu sigurni u pogonu povući iz eksploatacije.	Sva odeljenja rudnika	ažurno	rudarski i elektro-maš. nadzor	upravnik jame, glavni mehanik	
3.2.	Održavati princip da radnici koji rade na posluzi maština i elektro-mašinskih uređaja (npr. otkornih maština, transportera itd.) poseduju odgovarajuće stručne kvalifikacije.	El.-maš. odeljenja u jami i na površini	ažurno	poslovode el. — maš. odeljenja	glavni mehanik	
3.3.	Obojiti narandžastom bojom pokretno delove maština, koji se ne mogu pokriti, a koji predstavljaju opasnost za ljude.	Sva odeljenja rudnika	ažurno	nadzorno osoblje dotičnih odeljenja i radnici mater. knjigovodstva	upravnik jame, glavni mehanik, upravnici površine	
4.	Zadaci koji se odnose na poboljšanje stajanja HTZ kod opreme i ručnog alata					
4.1.	Izvršiti periodičnu kontrolu broja i kvaliteta opreme i alata, koji koriste pojedine grupe radnika (npr. posade otkoprnih radilista, posluza maština i uređaja, bravari i električari, rudari kod vodenja građe itd.) u svrhu otkrivanja i odstranjuvanja postojećih nedostataka i grešaka.	Sva odeljenja rudnika	ažurno			
4.2.	Pre pristupanja radu na otklanjanju nastalih ozbiljnijih pogonskih havarija, kao i pre potreba naruciо操io operarih radova nadzorno osoblje, koje nadzire gornje rade, proveravaće da li oprema i alat odgovara zahtevima HTZ, itd.	Sva odeljenja rudnika	ažurno	nadzorno osoblje smena	poslovode i upravnici revira	

	1	2	3	4	5	6	7
5.	Zadaci koji se odnose na poboljšanje stvari HTZ kod materijala, njihovog usklađenja i transporta						
5.1.	Obezbediti snabdevanje proizvodnih i poslovnih sekcija odgovarajućom količinom i kvalitetom materijala koji su neophodni za bezbedno vođenje radova (odgovarajuće planiranih) pravovremeno t辟ravanje tih materijala i njihove nabavke.	Nabavno odeljenje i materijalno knjigovodstvo	ažurno	šef materialnog knjigovodstva	direktor opštег sektora i inženjer HTZ		
5.2.	Obraditi principe i smernice za organizaciju i izgradnju revirnih skladista materijala u jami i na površini.	Materijalno knjigovodstvo	do kraja II kvartal 1969.	šef materialnog knjigovodstva	direktor opšteg sektora i gl. inženjer		
5.3.	Analizirati dosadašnje načine transporta materijala i uređaja na površini i u jami, kontrolisati stanje i kvalitet transportnih sredstava koja služe za tu svrhu i kontrolisati kvalifikacije radnika koji su zaposleni na tim radovima.	Zainteresovana odeljenja rudnika	ažurno	upravnici zainteresovanih odeljenja	šef proizvodnje, gl. mehanik, upravnik površine		
6.	Zadaci iz područja primene sigurnosnih uređaja i poboljšanja njihovog stanja Izvršiti pregledе stanja i ispravnosti rada pojedinih sigurnosnih uređaja, instaliranih u jami.	Odeljenja rudnika	ažurno	poslovode	upravnici revira i odeljaka		
6.1.		Rudnik	ažurno	poslovode	inženjer HTZ		
6.2.	Popravljati i dopunjavati, kao i pravilno osvjetiti tablice i znakove upozorenja i informacije, koji se nalaze u jami i na površini rudnika.	Sektor gl. mehanika	1969.	šef tehničkog razvoja	glavni mehanik		
6.3.	U plan tehničkog napretka radnika uključiti zadatak izrade osiguranja užeta ili lanca kombajna od naglih promena njenog položaja, itd.						
7.	Zadaci iz područja primene odeva i ličnih zaštitnih sredstava i poboljšanja u tom smislu	Služba HTZ i radnički savet	kvartal 1968.	inženjer HTZ i rudnički inspektor rada	tehnički direktor		
7.1.	Na osnovu analize opasnosti od nesrećnih slučajeva, kao i bolovanja, izraditi operativne (prilagođene postobjećim uslovima rada u rudniku) normativne korišćenja odeva i lične zaštitne opreme na pojedinim radnim mestima.						

1	2	3	4	5	6	7
7.2.	Pre početka vršenja naročito opasnih radova sa velikom mogućnošću nesrećnih slučajeva i oboljenja (kao npr. radovi u oknu i na visinama, — akcije, radovi u vrlo niskim i visokim temperaturama itd.) kontrolisati da li starije opreme radnika odecem i ličnim zaštitnim sredstvima odgovara zahtevima sigurnosti i higijene rada.	Rudnik	ažurno	neposredni nadzor dotičnih radova	upravnici zainteresovanih odeljenja	
7.3.	Obraditi princip tehničkog prijema zaštite opreme i zaštitne odeće, itd.	Nabavno odeljenje	II kvartal 1968.	šef nabavke	direktor opštег sektora	
8.	Zadaci iz područja izbora, školovanja po pitanjima HTZ i obuke posade, kao i poboljšanja njihovog zdravstvenog stanja.	Odjeljenja	ažurno	nadzorno osoblje	šefovi odeljenja	
8.1.	Izvršiti sa radnicima rudnika, a naročito sa novoprimljenim radnicima razgovore koji imaju za cilj dobijanje informacija o sposobnosti dotičnog radnika za pojedine radove.	Odjeljenja	ažurno	nadzorno osoblje	šefovi odeljenja	
8.2.	Izvršiti sistematsku kontrolu početnog i periodičnog školovanja u svrhu konstatacije, da li se to školovanje realizuje shodno sa programom obuke i da li se novooprmljeni radnici nalaze pod stalnom kontrolom instruktora.	Odjeljenja stručnog školovanja	ažurno	poslovode i školski instruktor	glavni rudarski inženjer i inspektor HTZ	
8.3.	Snabdjeti rudnički školski centar odgovarajućim naučnim pomagalima (plakati, fotografije, filmovi itd.) i u tim centrima organizovati kabinet zaštite rada ili kućic HTZ.	Školski centar	do kraja III kvartal	školski inspektor	glavni rudarski inženjer	
8.4.	Izvršiti kontrolne ispite iz područja poznavanja rudarskih propisa o sigurnom vršenju rudarskih radova za nadzorno osoblje onih revira, u kojima se primetiće porast pokazatelia nesrećnih slučajeva i u kojima je za vreme inspekcije konstatovano relativno najviše nedostataka iz područja HTZ.	Uprava jame	ažurno	šefovi odeljenja i inženjer HTZ	šef proizvodnje	

1	2	3	4	5	6	7
8.5.	Sistematski vršiti propagandnu delatnost Rudnik među radnicima, bazirajući na principima socijalističke kulture rada, a u tu delatnost angažovati aktiviste HTZ.	Rudnik	ažurno	nadzorno osobje	uprava rudnika	
9.	Zadaci koji se odnose na primenu organizacionih sredstava HTZ					
9.1.	Mobilisati radnike za primenu pravilnih metoda i načina izvršavanja rada putem organizovanja konkursa za najbolje revire i brigade, koje su u dotičnom kvartalu izvršile svoje proizvodne zadatke uz iskovremeni znatan pad broja nesrećnih slučajeva.	Rudnik	jednom kvartalno	sekretari pogona, obračunske službe i uprave	uprav. jame, gl. meh., uprav. površ., šef HTZ, tehnički direktor	
9.2.	Pojačati nadzor i kontrolu nad tokom rada u časovama i periodima rada, koji ukazuju na povećan broj nesrećnih slučajeva, tj. na drugoj i trećoj smeni između petog i sedmog radnog sata, kao i u trećoj smeni u poslednja dva sata.	Odeljenja	ažurno	poslovode	uprav. jame, gl. meh., uprav. površ., šef HTZ,	
9.3.	Aktualizirati i dopuniti radne instrukcije koje proizilaze iz uvođenja nove tehnike i proizvodne tehnologije.	Uprava jame, gl. mehanik, uprav. površine	ažurno	šefovi odgovarajućih odeljenja i inženjer HTZ	tehnički direktor	
9.4.	Oglasavati na platnim listama, kao i na unutarnjoj rudničkoj korespondenciji specijalne parole iz područja HTZ, kao npr.: »Pridržava se propisa i principa sigurnog rada, pa ćeš izbegić nesrećni slučaj«, »Ne štedi vreme za bezbedno izvođenje radova«, »Pazi na sigurnost u imenobića twoje porodice«, »Bezbedan rad garantuje ti visoku zaradu«.	Rudnik	ažurno	sekretar pogona, obračunske službe i uprave	inženjer HTZ	
9.5.	Aktivirati delatnost službe HTZ i poduzati njihov autoritet među radnicima putem:	Jamski reviri	ažurno	uprava rudnika		
	— odgovarajućeg izbora službenika HTZ,					
	— određivanje principa saradnje sa jamborskim nadzornim osobljem i društveno-politickim faktorima,					
	— popularizacije delatnosti aktivista HTZ i nagradjivanja onih koji se ističu na radu.					

1	2	3	4	5	6	7
9.6.	Vršiti komisijске revirne preglede stanja sigurnosti rada, što predstavlja osnovu za obradu godišnjeg programa borbe protiv opasnosti od udesa, itd.	Uprava rudnika	jednom godišnje u junu i julu	inženjer HTZ i formirana komisija	tehnički direktor	
10.	Zadaci koji se odnose na suzbijanje ostanih izvora nesretnih slučajeva.	Odeljenje investicija	1969—1970.	šef investicija	tehnički direktor	
10.1	Izgraditi dva stambena bloka sa dvosobnim stanovima za 50 porodica novoprimljenih radnika ili radnika koji stanuju.	Odeljenje investicija i centar za rehabilitaciju	1969—1970.	šef investicija i šef centra za rehabilitaciju	tehnički direktor i direktor opš. sek.	
10.2.	Nabaviti i instalirati aparaturu koja je potrebna za fizičku rehabilitaciju invalida.	Odeljenje investicija i centar za rehabilitaciju	1969—1970.	šef socijalnog odeljenja	i teh. direktor	
10.3.	Organizovati izdavanje dodatnog obroka za radnike itd.	Ceo rudnik	azurno	posl. odeljenja el. uređ. i posl. odeljenja koja imaju vitoive	glavni mehanik 1 upravnik jame	
11.	Dodatajni zadaci iz područja preventivnih mera u toku izveštajne godine	Odeljenje elektro-uredaja i odjeljenje koje ima vitoive Rudnik	mesečno septembar	IV kvartal	inspektor za stručnu obuku	
11.1.	Izvršiti verifikaciju vozača lokomotiva i radnika koji poslužuju vitoive.	Odeljenje elektro-uredaja i odjeljenje koje ima vitoive Rudnik	mesečno septembar	IV kvartal	inženjer HTZ	
11.2.	Organizovati kurs za revire davaoce prve pomoci.	Revir I	novembar	novembar	poslovoda revira I	
11.3.	Ugraditi dodatne uredaje za prihvatanje kolica na glavnom iskopu u reviru I, itd.					

## ZUSAMMENFASSUNG

### Grundlagen der rationellen Aufgabenprogrammierung auf dem Gebiet der Verhinderung von Grubenunfällen

Dr. Ing. J. Wanat\*

Eine der Hauptbedingungen für den rationellen Einsatz von Vorbergungsnassnahmen bei der Verhinderung von Grubenunfällen ist ein richtig ausgearbeitetes Programm der Gefahrenbekämpfung.

Erfahrungstatsache ist, dass die Mehrzahl der Unternehmungen solche Programme nicht besitzt, wenn sie aber bestehen, dann sind dieselben nicht immer richtig ausgearbeitet.

Bestimmung gewisser Grundsätze und Richtlinien zur Wirkung auf diesem Gebiet kann eine grosse Hilfe bedeuten nicht nur für die Betriebsleitung und Grubenaufsicht, die sich mit der Planung von Vorbeugungsmassnahmen befassen sondern auch für die Personen — und vor allem für die — die das Programm der Vorbeugungsmassnahmen täglich durchzuführen haben.

## Propuštanje plina iz glavnih i razvodnih plinovoda

(sa 9 slika)

Dipl. ing. Josip Vučković

### Uvod

Na glavnim i razvodnim plinovodima može doći do probora plina. Razlozi probora plina mogu biti različiti, kao npr.:

- propuštanje zapornih ili drugih uređaja ugrađenih u cjevovod, uslijed slabog brtvljenja;
- oštećenje cjevovoda pri izgradnji drugih objekata u blizini cjevovoda;
- oštećenje cjevovoda uslijed korozije.

Svaki probor plina može dovesti do teških posljedica, lakših ili težih ranjavanja ljudi, oštećenja imovine ili i jednog i drugog.

Osim nesigurnosti za ljude i imovinu dolazi do gubitaka plina, a time i do slabijeg korištenja cjevovoda i većih troškova.

Propuštanje cjevovoda kroz otvore, nastale iz bilo kojeg razloga, može se uzeti kao protok kroz nepravilnu sapnicu.

### Proračun protoka kroz otvore na plinovodu

Pri proračunu protoka kroz otvore na plinovodu koristili smo slijedeće označke:

- m — količina protoka, u kg/sek;  
 $\rho_1$  — gustoća plina kod unutrašnjih uvjeta stanja u plinovodu, u kg/m<sup>3</sup>;  
 $\rho_2$  — gustoća plina na izlazu iz sapnice, u kg/m<sup>3</sup>;  
 $\rho_0$  — gustoća plina kod normalnih uslova;  
 $V_1$  — količina protoka kod izlaznih uvjeta stanja iz sapnice, u m<sup>3</sup>/sek;  
 $V_0$  — količina protoka u Nm<sup>3</sup>/s ili Nm<sup>3</sup>/h;  
 $W_1$  — brzina strujanja plina na izlazu iz sapnice, u m/sek;  
 $v_1$  — specifični volumen plina kod unutrašnjih uvjeta stanja u plinovodu, u m<sup>3</sup>/kg;  
 $p_1$  — pritisak plina na izlazu iz sapnice, u kp/cm<sup>2</sup>;  
 $p_0$  — pritisak plina u plinovodu, u kp/cm<sup>2</sup>;  
 $P_1$  — pritisak plina u plinovodu, u kp/m<sup>2</sup>;  
 $F_1$  — površina presjeka sapnice na izlazu, u cm<sup>2</sup> ili m<sup>2</sup>;  
 $\varphi$  — koeficijent brzine protjecanja,

$$\pi = \frac{c_p}{c_v}$$

\* Dr. Ing. Jozef Wanat, Rudarski institut (GIG), Katowice

Jednadžbe protoka kroz sapnicu dobivene su na osnovu zakona o održanju energije. Promatranjem stanja na ulazu i izlazu iz sapnice, te zanemarivanjem razlike u potencijalnoj energiji, nastaloj uslijed različitih visina ulaznog i izlaznog mlaza i trenja, možemo zakon održanja energije izraziti slijedećom jednadžbom za jedinicu mase:

$$\frac{w_i^2 - w_1^2}{2} = \frac{1}{\rho} v d P = (i_1 - i_i) ad \quad (1)$$

Indeks »1« označava stanje na ulazu, a indeks »i« stanje na izlazu iz sapnice. Ako uvrstimo  $W_o = \phi$ , te za  $v d P$  izraz za adijabatsku radnju dobiti ćemo:

$$w_i^2 = \frac{2x}{x-1} P_1 v_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{x-1}{x}} \right] \quad (2)$$

Ulagnu brzinu u sapnicu kod cjevovoda možemo izjednačiti s nulom, jer se ulazno stanje može promatrati i na nekom presjeku okomitom na strujanje plina udaljenom od samog ulaza gdje je  $W_o = \phi$ . I u tom slučaju vrijediti će zakon održanja energije, pa će prema tome i jednadžba 2 biti valjana. Na taj način dobiti ćemo teoretsku izlagnu brzinu, gdje su zanemareni gubici uslijed trenja. Gubitke možemo uzeti u obzir pomoću koeficijenta  $\varphi$  tako da se stvarna brzina isticanja može dobiti iz jednadžbe:

$$m = \varphi \cdot F_i \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot x}{x-1} \frac{P_1}{v_1} \left[ \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{2}{x}} - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{x+1}{x}} \right]} [kg/s] \quad (7)$$

ili

$$m = \varphi \cdot F_i \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot x}{x-1} P_1 \cdot \rho_1 \left[ \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{2}{x}} - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{x+1}{x}} \right]} [kg/s] \quad (8)$$

Do kritične vrijednosti odnosa  $\frac{p_i}{p_0}$  vanjski

pritisak biti jednak izlagnom pritisaku iz sapnice, pa se u jednadžbe 4, 5 i 6, umjesto

$$W_i = \rho \sqrt{\frac{2x}{x-1} P_1 v_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{x-1}{x}} \right]} \quad (3)$$

Ako je  $P_1$  zadano u  $kp/m^2$ , a  $w_i$  želimo dobiti u metrima, dobiti ćemo slijedeću jednadžbu:

$$W_i = \rho \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot x}{x-1} P_1 \cdot v_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{x-1}{x}} \right]} [m/s] \quad (4)$$

Uvrštenjem jednadžbe kontinuiteta  $V_1 = F_i \cdot w_i$  ( $F_i$  = izlagni presjek sapnice u  $m^2$ ) u jednadžbu 4 dobiti ćemo:

$$V_1 = \rho F_i \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot x}{x-1} P_1 \cdot v_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{x-1}{x}} \right]} [m^3/s] \quad (5)$$

Jednadžbu za masu protoka ćemo dobiti ako uvrstimo za  $m = V_1$

$$m = \rho \cdot F_i \cdot p_i \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot x}{x-1} P_1 v_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{x-1}{x}} \right]} [kg/s] \quad (6)$$

Želimo li  $\varphi$  izraziti pomoću  $\varphi$  poslužiti ćemo se jednadžbom adijabatske promjene stanja  $Pv^x = \text{konst.}$ , ili  $\rho_i = \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{1}{x}}$ ,  $\rho_1 = \left( \frac{p_1}{P_1} \right)^{\frac{1}{x}} \cdot \frac{1}{v_1}$  uvrstimo li dobivenu vrijednost u jednadžbu 6 dobit ćemo:

pritiska  $p_i$ , može uvrstiti vanjski pritisak, a jednadžbe 4, 5 i 6 će ostati iste.

Volumnu količinu protoka možemo izraziti u  $Nm^3/s$ , pa ćemo dobiti slijedeću jednadžbu:

$$V_0 = \frac{\rho \cdot F_i}{\rho_0} \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 z}{z - 1} P_1 \rho^1 \left[ \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{2}{z}} - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{z+1}{z}} \right]} \quad [Nm^3/s] \quad (9)$$

Za količinu protoka izraženu u  $Nm^3/h$ ,  $F_i$  u  $cm^2$ , a  $P_1$  u  $kp/cm^2$  dobiti ćemo jednadžbu:

$$V_0 = \frac{1,553 F_i}{\rho_0} \sqrt{\frac{z}{z-1} P_1 \cdot \rho_1 \left[ \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{2}{z}} - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{z+1}{z}} \right]} \quad [Nm^3/h] \quad (10)$$

Uvedemo li novu funkciju:

$$\psi = \sqrt{\frac{z}{z-1} \left[ \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{2}{z}} - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{z+1}{z}} \right]} \quad (11)$$

dobit ćemo:

$$V_0 = \frac{1,553 F_i \psi}{\rho_0} \sqrt{P_1 \cdot \rho_1} \quad [Nm^3/h] \quad (12)$$

Iz jednadžbe 11 vidimo da je količina protoka ovisna samo o funkciji  $\psi$  i ulaznom pritisku kod istih temperatura i istog plina.

Stavimo li u jednadžbe 10 i 11 da je izlazni pritisak iz sapnice ravan vanjskom pritisku, te ako vanjski pritisak označimo s  $p_a$  dobiti ćemo da je funkcija  $\psi$  ovisna samo o ko-

eficijentu  $\frac{p_a}{p_i}$  i  $z$ . Za određeni plin  $z$  je kon-

stantna, pa će  $\psi$  ovisiti samo o odnosu  $\frac{p_a}{p_i}$ .

Ako je vanjski pritisak  $p_a$  ravan unutrašnjem pritisku  $p_i$  nema strujanja kroz sapnicu što je potpuno razumljivo. Ako je vanjski pritisak apsolutni vakuum ( $p_a = \emptyset$ ) funkcija  $\psi$  je ravna nuli, te opet nećemo dobiti strujanja kroz sapnicu, što je nemoguće, jer kod svake razlike pritiska mora doći do strujanja. Prema tome, izlazni pritisak iz sapnice

u tom slučaju neće biti ravan vanjskom pritisku, nego će biti veći.

Maksimalna brzina protjecanja će biti kod maksimalne vrijednosti  $\psi$  koju ćemo dobiti derivacijom funkcije:

$$\begin{aligned} \frac{\psi^2 (z-1)}{z} &= \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{2}{z}} - \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{z+1}{z}} \\ \frac{2}{z} \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{2-1}{z}} - \frac{z+1}{z} \left( \frac{p_i}{P_1} \right)^{\frac{1}{z}} &= 0 \\ \frac{p_i}{P_1} &= \left( \frac{2}{z+1} \right)^{\frac{z}{z-1}} \end{aligned} \quad (13)$$

Ovako dobivena vrijednost za  $\frac{p_i}{P_1}$  predstavlja maksimalni ili kritični unutrašnji pritisak kod kojega će doći do maksimalne brzine istjecanja plina, ako je  $p_i$  konstantan. Povećavamo li  $p_i$  brzina istjecanja će ostati konstantna. Uvrstimo li vrijednosti za  $\frac{p_i}{P_1}$  iz jednadžbe 13 u jednadžbu 11 dobiti ćemo maksimalni  $\psi$ :

$$\psi_{max} = \left( \frac{2}{z+1} \right)^{\frac{1}{z-1}} \cdot \sqrt{\frac{z}{z+1}} \quad (14)$$

Prema tome, porastom unutrašnjeg pritiska  $p_i$  iznad kritičnog,  $\psi$  neće ostati konstantno nego će porasti, tako da odnos  $\frac{p_i}{P_1}$  ostane konstantan, kao i brzina protjecanja. Izjednačenje izlaznog pritiska s vanjskim pritiskom nastat će poslije izlaza plina iz sapnice.

Uvrstimo li vrijednosti dobivene za  $\psi_{max}$  u jednadžbe 8 i 9 dobiti ćemo:

$$m = \rho \cdot F_i \sqrt{9,81 z P_1 \cdot \rho_1 \left( \frac{2}{z+1} \right)^{\frac{z+1}{z-1}}} \quad [kg/s] \quad (15)$$

$$V_0 = \frac{\rho \cdot F_i}{\rho_0} \sqrt{9,81 z P_1 \cdot \rho_1 \left( \frac{2}{z+1} \right)^{\frac{z+1}{z-1}}} \quad [Nm^3/s] \quad (16)$$

Ako je  $F_i$  zadano u cm, a želimo dobiti količinu protoka u  $\text{Nm}^3/\text{h}$ , dobiti ćemo slijedeću jednadžbu:

$$V_o = \frac{1,127 \varphi F_i}{\rho_0} \sqrt{x P_1 \rho_1 \left( \frac{2}{x+1} \right)^{\frac{x+1}{x-1}}} \quad [ \text{Nm}^3/\text{h} ] \quad (17)$$

$$V_o = \frac{1,553 \varphi F_i \psi_{\max}}{\rho_0} \sqrt{P_1 \rho_1} \quad [ \text{Nm}^3/\text{h} ] \quad (18)$$

Želimo li izračunati gubitke u cjevovodu kroz zadanu pukotinu, moramo najprije izračunati odnos vanjskog i unutrašnjeg pritiska,

te ako je  $\frac{P_o}{P_l} \leq \left( \frac{2}{x+1} \right)^{\frac{x}{x-1}}$  poslužit ćemo se

jednadžbama 2, 8, 9 i 12, a ako je  $\frac{P_o}{P_l} >$

$\left( \frac{2}{x+1} \right)^{\frac{x}{x-1}}$  poslužit ćemo se jednadžbama 15, 16, 17 i 18.

U tablici 1 date su vrijednosti za  $\frac{P_o}{P_l}$  i  $\psi_{\max}$  za različite  $x$ , a na slici su dati dijagrami  $\psi = f \left( \frac{P_l}{P_o} \right)$  za različite  $x$ .

Tablica 1

$x$	$P_o/P_k$	$P_k$	$\psi_{\max}$	$x$	$P_o/P_k$	$P_k$	$\psi_{\max}$
1,135	0,578	1,732	0,450	1,35	0,537	1,863	0,478
1,150	0,574	1,741	0,452	1,4	0,528	1,893	0,484
1,2	0,564	1,772	0,459	1,45	0,520	1,923	0,490
1,25	0,555	1,802	0,465	1,5	0,512	1,953	0,496
1,3	0,546	1,832	0,472	1,6	0,497	2,013	0,507

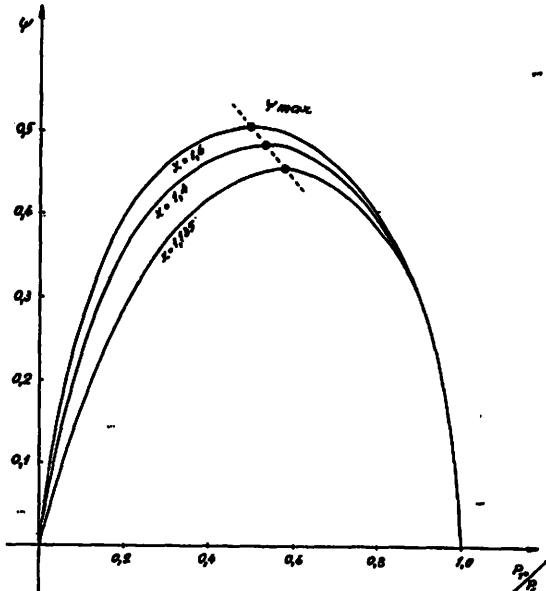
Iz jednadžbe 18 vidimo da je kod uvjeta iznad kritičnih gubitaka  $V_o$  kod iste temperature linearna funkcija pritiska, jer su veličine  $F_i$ ,  $\varphi$ ,  $\psi_{\max}$ ,  $e_0$  konstantne, a  $e_1 = \frac{P_1}{RT}$

Koefficijent brzine  $\varphi$  iznositi će kod pukotina 0,6–0,65. Kod plinovoda ukopanih u rov, pukotine neće biti direktno spojene s atmosferom, tako da će radi otpora u zemljanim zasipu biti potreoni veći pritisici u plinovodu da se postigne kritična brzina protjecanja.

Iskustveni podaci pokazuju da se kod pritiska u cjevovodu većih od 2,5 at mogu uzeti

uvjeti dati u jednadžbi 18, tj. da je gubitak proporcionalan pritisku. Kod niskotlačnih mreža s pritiskom od 40–260 mm VS gubici su također proporcionalni pritisku, ako je gubitak nastao uslijed poroznosti brtvenica na spojnicama od ljevanog željeza ili u cjevovodu koji se nalazi ukopan u rovu.

Gubici u cjevovodu prate se na bazi statističkih podataka dobivenih mjerjenjem količine plina koja je ubaćena u mrežu i koja je potrošena. Praćenje ovih podataka je vrlo važno, jer se na taj način može dobiti uvid u stanje pojedinih mreža, te dobiti komparativni podaci ili normative potrebne, kako za planiranje gubitaka, tako i za utvrđivanje učeštalosti kontrole cjevovoda radi zatvaranja mjesta koja popuštaju. Ovako postavljeni normativi treba da budu osnova za interne pravilnike sigurnosti privrednih organizacija, kao i za kontrolu inspekcijskih službi.



Sl. 1 — Promjena veličina  $\psi$  s  $x$  i  $\frac{P_1}{P_o}$

Abb. 1 — Größenveränderungen  $\psi$  mit  $x$  und  $\frac{P_1}{P_o}$

Osim gubitaka nastalih uslijed pukotina, tj. propuštanja cjevovoda treba voditi računa da će gubici, dobiveni očitavanjem plinomjera na ulazu i izlazu iz plinske mreže koju kontroliramo, sadržavati i prividne gubitke, nastale uslijed pokvarenih plinomjera, te razlike u mjerenu na ulazu i izlazu radi različitih uvjeta temperature i pritisaka. Kod ispravno baždarenih i kontroliranih plinomjera, ovi prividni gubici su vrlo mali i mogu se zanemariti. Isto tako će se na plinomjeru

očitati gubici nastali stvaranjem bilo koje vrste kondenzata u plinovodu. Kod plinskih mreža kojima se ne transportira plin bogat težim ugljikovodicima, gubici uslijed stvaranja kondenzata će biti manji od 1%. Ako se transportira plin bogat težim ugljikovodicima i u mreži dolazi do stvaranja većih količina kondenzata, potrebno je količinu kondenzata uzeti u obzir kod kontrole gubitaka.

Da bi se mogli dobiti komparativni podaci za mreže različitih dijametara, dužina i pritisaka, potrebno je i podatke pratiti na odgovarajući način.

Kod niskotlačnih plinovoda možemo uzeti da će gubitak biti funkcija dužine plinovoda, dijametra i vremena transporta. Dužina i dijametar, u stvari, određuju površinu plašta cijevi. Normalno će veća površina plašta uzrokovati više gubitaka. Pod niskotlačnim mrežama podrazumijevaju se gradske mreže s pritiskom do cca 300 mmVS. Pošto nema velikih razlika u pritiscima niskotlačnih mreža, pritisak se može zanemariti kod statističkog praćenja gubitaka.

S obzirom na izloženo može se, kod niskotlačnih mreža, uzeti kao specifična jedinica za gubitke:

$$\text{praćenja } V_g = \frac{sV}{L \cdot d \cdot t} \quad [\text{Nm}^3/\text{km dm h}] \quad (18)$$

gdje su:

$\Delta V$  — gubici dobiveni mjeranjem ulazne količine u mrežu i izlazne količine, u  $\text{Nm}^3$ ;

L — dužina mreže, u km;

d — srednji promjer mreže, u dm;

t — vrijeme.

Srednji promjer mreže dobit ćemo ponderiranjem promjera sa dužinom

$$\left( d = \frac{\sum d_i L_i}{L} \right)$$

Vrijeme t će biti ovisno o načinu očitovanja plinomjera. Svakako treba imati godišnje podatke, tj. utvrditi  $\Delta V$  za kalendarsku godinu, jer tako utvrđeni  $V_g$  je najbolji pokazatelj; želimo li komparirati stanje dviju ili više različitih mreža, jer se u toku godine uslijed promjene potrošnje mijenjaju uvjeti stanja u plinovodu, što će utjecati i na gubitke. Pošto će slična situacija biti i u drugim mrežama, to će i komparacija gubitaka ili stanja mreže biti pouzdanija. Promatramo li samo jednu mrežu, onda mogu korisno po-

služiti podaci dobiveni kroz kraći period, pa i mjesec dama.

Kod visokotlačnih mreža ( $p > p_k$ ) količina protoka kroz pukotine na cjevovodu je linearna funkcija pritiska. Prema tome, kod utvrđivanja specifičnog gubitka trebati uzeti i pritisak u obzir, kako bi se mogli dobiti dobi komparativni podaci. Ostale veličine će biti iste. Specifični gubitak kod visokotlačnih plinskih mreža će biti:

$$V_g = \frac{\Delta V}{L \cdot d \cdot t \cdot p_1} \quad [\text{Nm}^3/\text{km dm h at}] \quad (19)$$

gdje je:

$p_1$  — pritisak u plinovodu, u at.

Kako je već napomenuto, visokotlačne mreže kod cjevovoda položenih iznad zemlje će biti one u kojima je pritisak veći od 1,9 at, a kod ukopanih mreža cca 2,5 at.

Kod plinovodnih mreža sa srednjim pritiskom, pritisak će takođe utjecati na količinu gubitaka (jednadžba 10, 12). Pošto je funkcionalna veza između količine protoka kroz otvore na plinovodu i pritiska u jednadžbi 10 i 12 vrlo složena, možemo gubitak svesti na jednostavniji oblik, kako bi dobili pravilnu jedinicu za specifični gubitak.

Približna jednadžba protoka će biti:

$$V_0 = \frac{\varphi F_i p_1}{\rho_0} \sqrt{2 \cdot 9,81 (p_1 - p_a) \frac{2}{p_1 - p_a}} \quad (20)$$

U jednadžbu 20 je stavljena prosječna vrijednost  $\varphi$  između stanja u cjevovodu  $\varphi_1$  i stanja vani  $\varphi_a$ . Ako aproksimiramo da je  $\varphi_1 = \varphi_a = \varphi_0$  onda je količina protoka funkcija kvadratnog korjenja pada tlaka kroz pukotinu i  $\frac{1}{\varphi_1 + \varphi_a}$

Veličina  $\sqrt{\frac{1}{\varphi_1 + \varphi_a}}$  će od pritiska  $p_1 = 1$  at, do pritiska  $p_1 = 1,9$  at, varirati od 1,14 do 1,37, pa se može zanemariti, čime bi praćenje specifičnog gubitka bilo pojednostavljen, jer bi  $V_0$  bio samo funkcija  $\sqrt{p_1 - p_a}$  ili  $\sqrt{\Delta p}$ .

Prema tome, kod plinskih mreža sa srednjim pritiskom možemo specifični gubitak izraziti na slijedeći način:

$$V_g = \frac{\Delta V}{L \cdot d \cdot t \cdot \sqrt{\Delta p}} \quad [\text{Nm}^3/\text{km dm h dm VS}] \quad (21)$$

gdje je:

P — razlika pritiska u cjevovodu i vani, izražena u dm VS.

Ovakav način praćenja specifičnih gubitaka će nam omogućiti da dobijemo uvid u stanje pojedinih mreža, te da prema tome usmjerimo i kontrolu mreža na terenu.

### Kontrola plinovoda

Da bi se povećala sigurnost transporta cjevovodima i smanjili gubici uslijed proboga plina, potrebno je vršiti redovitu kontrolu i održavanje cjevovoda. Učestalost kontrole ovisna je o tome gdje je cjevovod položen, kapacitetu i pritisku u cjevovodu, te vremenu trajanja eksploatacije. Prema ASA propisima (Code B 31. 8. 1963. pos. 852.2) predviđa se minimalna kontrola cjevovoda jedanput godišnje, ako je cjevovod izgrađen u naseljima, te tvorničkom ili poslovnom području. Za cjevovode izvan tih područja, prema ASA propisima, minimalna učestalost kontrole cjevovoda je jedanput u pet godina.

Kontrola cjevovoda u svrhu utvrđivanja proboga plina može se vršiti na razne načine. Ako cjevovod propušta plin bilo kroz čelične cijevi ili uređaje ugrađene u cjevovod, onda će u okolnom prostoru doći do veće ili manje koncentracije plina koja se najbolje može utvrditi plinskim detektorma.

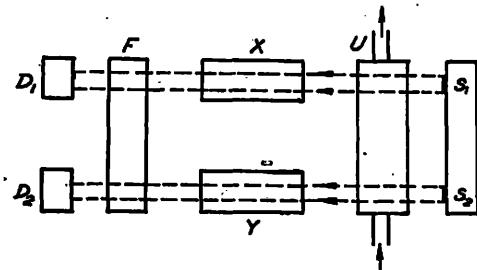
Plinski detektori mogu biti različito konstruisani. Najosjetljiviji je infracrveni detektor. To je, u stvari, spektrometar pomoću kojega se utvrđuju apsorpciona svojstva pojedinih komponenata plina za infracrvene zrake. Apsorpciona svojstva su ovisna o molekularnoj gradi spojeva. Infracrveni spektrometar je vrlo selektivan, pa se pomoću njega mogu identificirati spojevi slične molekularne gradi, kao što su ugljikovodici koji se nalaze u prirodnom plinu. Kalibriranjem slabljenja infracrvenih zraka pri prolazu kroz određeni volumen plina može se utvrditi koncentracija pojedinog spoja do tačnosti 0,005 g/l.

Postoje razne konstrukcije spektrometara. Kod kontinuiranih analiza iz nekog protičnog sistema ili intermitiranog uzimanja uzorka za analizu iz nekog sistema upotrebljavaju se spektrometri bez disperzije koji mogu biti konstruirani kao selektivni ili neselektivni.

Shema neselektivnog spektrometra prikazana je na slici 2.

Neselektivni spektrometar se sastoji od detektora  $D_1$  i  $D_2$ , filtera F, kalibrirajućih čelije X i Y, čelije za uzorak koji ispitujemo U i izvora infracrvenih zraka  $S_1$  i  $S_2$ .

Detektori  $D_1$  i  $D_2$  služe za utvrđivanje razlike u energiji koja je dospjela na jedan i drugi detektor, pri prolazu infracrvenih zraka od izvora  $S_1$  i  $S_2$ . Ako su kalibrirajuće čelije X i Y napunjene plinom koji nema apsorpcionih svojstava, onda nećemo dobiti nikakvog otklona na detektorima, jer će biti



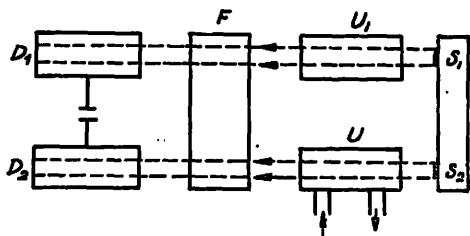
Sl. 2 — Shema neselektivnog infracrvenog spektrometra

Abb. 2 — Schema des nselektiven infraroten Spektrometers

ista redukcija energije za infracrvene zrake  $S_1$  i  $S_2$ , pošto prolaze kroz isti uzorak plina u čeliji U. Ako se kalibrirajuća čelija X napuni plinom A koji apsorbira infracrvene zrake, a čelije Y i U ostanu napunjene plinom bez apsorpcionih svojstava, doći će do redukcije energije na detektoru  $D_1$ , u odnosu na detektor  $D_2$ . Stavimo li u čeliju U uzorak koji sadrži plin A, na detektoru  $D_1$  neće doći do promjene energije, a na detektoru  $D_2$  će doći do smanjenja primljene energije tako da će se razlika primljenih energija na  $D_1$  i  $D_2$  smanjiti, u odnosu na stanje prije stavljanja uzorka s plinom A u čeliju U. Ovo smanjenje razlika nam daje koncentraciju plina A u ispitivanom uzorku. Ako ispitivani uzorak sadrži plin B, slične molekularne gradi kao plin A, on će također smanjiti razliku primljenih energija na detektoru  $D_1$  i  $D_2$ . Ako se u filter čeliju F stavi plin B, onda će se povećati osjetljivost detektora na plin A.

Na slici 3 prikazana je shema selektivnog detektora. Kod selektivnog detektora detekcija razlike energije se vrši u čelijama  $D_1$  i  $D_2$ , koje su napunjene plinom koji ima apsorbirajuća svojstva, te uslijed apsorpcije infracrvenih zraka dolazi do povećanja pritiska i temperature. Čelije  $D_1$  i  $D_2$  imaju sa svake strane membranu koje su ujedno membrane mikrofona ili su s membranama mikrofona mehanički povezane. Svaka promjena u apsorpciji čelija  $D_1$  i  $D_2$  manifestira se u promjeni otpora mikrofona tako da se mogu očitati razlike u apsorbiranoj energiji če-

lijia  $D_1$  i  $D_2$ . Veća selektivnost postiže se time što se u detektorske čelije može staviti oda-brani plin koji želimo mjeriti u uzorku. Kod prolaza infracrvenih zraka kroz uzorak u čeli-ju  $D_2$  smanjiće se količina apsorbirane energije u čeliji  $D_2$ , tako da će doći uslijed razlika energije u čelijama  $D_1$  i  $D_2$ , do sig-nala na mikrofonu.



Sl. 3 — Shema selektivnog infracrvenog spektro-metra

Abb. 3 — Schema des selektiven infraroten Spek-trometers

Uticaj drugog plina u smjesi može se reducirati pomoću filtera  $F$  koji je, u tom slučaju, napunjen interferirajućim plinom.  $U_1$  je kalibrirajuća čelija.

Infracrveni selektivni detektor se upotrebljava kod kontrole gradskih plinovoda. Infracrvenim detektorom se može vrlo brzo i uspješno izvršiti kontrola gradske mreže. S obzirom na njegovu veliku senzibilnost, kontrola se može vršiti prikladnim vozilom na koje se montira detektor, tako da se čelija za kontinuirano uzimanje uzorka nalazi ne-posredno iznad površine tla, ispod kojeg je ugrađen cjevovod. Prisustvo plina prenosi se na dijagram. Kad se utvrde manifestacije plina na površini, pristupa se detaljnijem istraživanju mesta propuštanja i to tako, da se prvenstveno kontroliraju sva okna koja se nalaze u blizini utvrđene manifestacije. Pre-gled okna može se vršiti jednostavnijim de-tektorom.

Plinski detektor koji mjeri količinu plina na principu promjene električnog otpora za-grijane platinske niti je jednostavniji. Pro-mjena otpora nastaje uslijed promjene tem-pe-rature koja se dobije oksidacijom ugljikovodi-ka prilikom prolaska smjese zraka i ugljikovodi-ka preko vruće platinske niti. Promjena otpora mjeri se pomoću  $Weat$ - $son$ -ovog mosta.

Ova metoda mjerjenja je pogodna za one količine plina kod kojih će doći do oksida-cija ugljikovodi-ka, ali neće nastupiti plame-no gorenje. Radi toga možemo ovom me-to-

dom mjeriti samo količine ispod donje grani-ce goreњa koja kod metana iznosi 5% vol., a kod prirodnog plina oko 4,5% (ovisno o sa-stavu). Normalna osjetljivost detektora je 0,1% vol.

Plinski detektor koji mjeri promjene otpora uslijed različite termičke provodljivosti ugljikovodi-ka u odnosu na zrak. Promjene otpora se također mjeru pomoću  $Weat$ - $son$ -ovog mosta, na taj način, što se uzorak koji ispitujemo propušta preko zagrijanog elementa čiji se otpor mijenja uslijed različite termičke provodljivosti ugljikovodi-ka. Mjeranjem promjene termičke provodljivosti dobivaju se podaci, manje tačni nego metodom oksidacije ugljikovodi-ka, ali se ova me-toda može primijeniti kod svih koncentracija, što nije moguće s metodom oksidacije.

Detektor na principu termičke provodljivosti se obično kalibrira na jedan plin, radi toga što ako imamo u plinu različitih komponenata, onda dobijamo samo relativne poda-te, u odnosu na količinu plina za koji smo kalibrirali detektor.

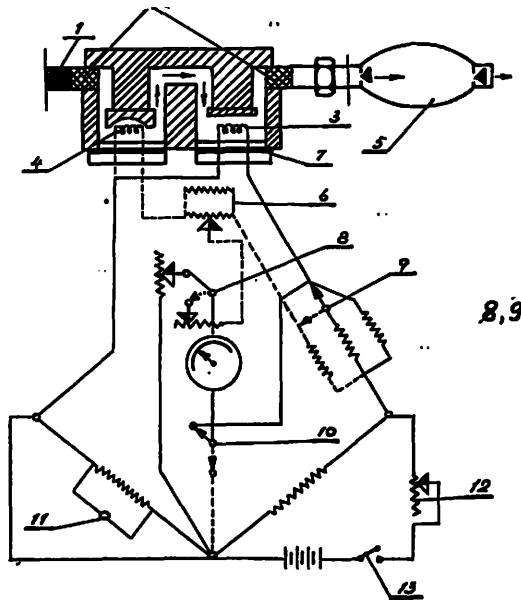
S obzirom na prednosti i nedostatke jedne i druge metode vrlo često se izrađuju detek-tori kojima se može vršiti mjerjenje i jednom i drugom metodom. Na slici 4 prikazana je shema takvog detektora. Isprekidanim lini-jom su označeni strujni krugovi za detekciju pomoću termičke provodljivosti, a punom za detekciju pomoću oksidacije ugljikovodi-ka. Uzorak koji ispitujemo prolazi najprije kroz čeliju sa elementom koji reagira na termičku provodljivost kojim možemo utvrditi da li je količina ugljikovodi-ka iznad ili ispod granice goré-ja. Ako je količina ispod gra-nice goré-ja, onda možemo izvršiti i mjere-nja u čeliji gdje dolazi do oksidacije, kako bi dobili tačniji podatak.

U navedenim plinskim detektorima se vrši povremena kontrola zraka u svim oknima na trasi glavnih i sporednih cjevovoda, kao i oko svih drugih uređaja koji su pristupačni, a spojeni su s cjevovodom, kao što su: mesta za kontrolne manometre, voltmetre, spojevi za katodnu zaštitu i drugo.

Osim navedenih mesta potrebno je uzduž trase plinovoda, na određenim odstoja-njima, bušiti rupe prečnika cca 2 cm i testi-rati ih pomoću plinskog detektora.

U uličnim otvorima može često biti ben-zinskih i petrolejskih para.

Radi toga je potrebno pred ulaz uzorka u detektor ugraditi apsorber koji će imati svojstvo da apsorbira teže ugljikovodike od propana. U tu svrhu može se koristiti aktivni ugalj.



Sl. 4 — Shema detektora plina pomoću oksidacije i termičke provodljivosti  
1 — Filter, 2 — Protupožarna mrežica, 3 — Element za sagorevanje plina, 4 — Element za termičku vodljivost, 5 — Aspirator, 6 — Brtvišo, 7 — Kalibracioni otpornik termičke vodljivosti, 8, 9, 10 — Sklopke za usmjeravanje mjerjenja pomoću sagorjevanja ili termičke vodljivosti, 11 — Kontrolna lampa, 12 — Otpornik za podešavanje nultnog stanja, 13 — Sklopka za puštanje u pogon.

Abb. 4 — Schema des Gasdetektors mit Hilfe von Oxidation und Wärmeleitfähigkeit

Kod kontrole servisnih stanica treba voditi računa da benzinske pare često sadrže tetraetil olovo koji može utjecati na tačnost čitanja. U tom slučaju treba se služiti takvim detektorima koji nisu osjetljivi na tetraetil olovo.

Osim sistematskih povremenih kontrola cjevovoda plinskih detektorima potrebno je vršiti i povremene jednostavnije kontrole.

U jednostavnije sistematske kontrole spada vizuelni pregled trase cjevovoda uz kontrolu svih uređaja na površini. Prilikom vizuelnog pregleda trase vrši se kontrola vegetacije po trasi. Vrlo često, ako cjevovod propušta, vegetacija mijenja boju, zbog toksičnog djelovanja dodataka prirodnom plinu. Vizuelnim pregledom mogu se uočiti mijehurići na površini, ako plinovod propušta, a često se može čuti šištanje plina ili osjetiti mi-

ris odorizirajućeg sredstva.

Kontrola svih pristupačnih spojeva na cjevovodu pomoću sapunice se može vršiti uz vizuelni pregled trase cjevovoda.

Kontrola mirisa plina. Ova kontrola se može primijeniti u određenim gradskim četvrtima povećanjem odorizirajućeg sredstva u plinu iznad normalne količine i nakon toga pregledom plinovodne mreže. Potrošače plina određene četvrti treba o tome obavjestiti preko javnih sredstava informiranja i tražiti od potrošača da jave ako se osjeća miris.

Kontrola pomoću pritiska se vrši redovito kod svih potrošačkih mjeseta, u slučajevima kada je potrebno izmijeniti plinomjer, uvesti novi priključak kod potrošača ili slično. Kontrola se vrši stavljanjem instalacije pod pritisak i ispitivanjem kontrolom mirisa, sapunicom i kontrolom pada pritiska.

Kontrola instalacija potrošača na miris ili pomoću sapunice prilikom očitovanja stanja na plinomjeru se može vršiti povremeno, tako da se uz čitanje povremeno utvrđuje i eventualno propuštanje plinske instalacije. U takvom slučaju čitanje plinomjera može izvesti stručno lice upućeno u način kontrole.

Svako preduzeće koje vrši distribuciju plina treba da izradi pravilnik o kontroli plinskih instalacija i da ima izučen kadar za kontrolu. Najčešće kontrolu i održavanje plinskih instalacija vrši ista posada. Kod izrade pravilnika treba posebnu pažnju posvetiti učestalosti pojedinih vrsta kontrole. Učestalost kontrole treba povećati kod tvorničkih instalacija, te instalacija u javnim objektima kao što su: kina, kazališta, bolnice i dr.

Državna ili lokalna uprava nadležna za izdavanje građevinskih dozvola dužna je obavijestiti poduzeće koje se bavi distribucijom plina o građevinskim objektima koji se izgrađuju u blizini plinskih mreža, kako bi se pravovremeno mogle poduzeti zaštitne mjere, da ne dođe do oštećenja plinovoda prilikom otpucavanja, kopanja ili drugih građevinskih radova.

#### Zatvaranje pukotina nastalih na cjevovodu

Plinovodi su svojim najvećim dijelom ugrađeni u zemlju. Vrlo mali dio je pristupačan bez otkopavanja. Kod kontrole sadržaja plina u zraku, iznad trase plinovoda, često se ne može tačno utvrditi uža lokacija

propusnog mesta. Sužavanje lokacije postiže se bušenjem više rupa po trasi na mjestu gdje smo utvrdili veću koncentraciju plina u zraku i ispitivanjem sadržaja plina u izbušenim rupama. Povećana koncentracija plina će nam ukazati da se približavamo mjestu propuštanja. Na taj način možemo smanjiti količinu otkopavanja, jer da bi se pukotina mogla zatvoriti, potrebno je otkopati zasip. Otkopavanje treba vršiti ručno.

Vrlo često, kod starijih plinovoda položenih preko livada i oranica, nije uvijek moguće rekonstruirati trasu plinovoda. Za utvrđivanje mesta gdje se nalazi plinovod pod zemljom potrebno je imati lokator. Lokator nam može poslužiti za utvrđivanje približne dubine na kojoj su cijevi ugrađene, kao i mesta svih priključaka za odvojke.

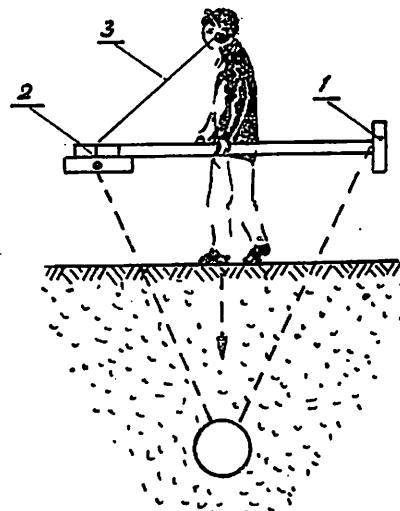
Elektronski lokator radi na principu elektromagnetskih valova. U emisionoj stanicu se induciraju elektromagnetski valovi u zemlji. Ako se pod zemljom nalaze cijevi, one će djelovati kao vodič, u kome će se inducirati struja i povratiti elektromagnetski valovi koje hvata prijemna stanica. Prijem se pretvara u zvučni signal i prenosi na slušalice — slika 5. Opservator se nalazi u sredini između prijemne i emisione stanice. Najjači zvučni signali lociraju mjesto ispod kojeg se nalaze cijevi ili neka druga željezna struktura.

Okna se često zasipaju slojem zemlje. Pošto se gornji dio okna nalazi u blizini površine može se njihova lokacija utvrditi osjetljivom magnetskom iglom.

Kad smo utvrdili mjesto gdje cjevovod propušta, brtvljenje propusnog mesta se vrši nakon što su cijevi očišćene (izolacija i korozija). Pošto se brtvljenje vrši za vrijeme rada cjevovoda, čišćenje od korozije treba vršiti češkama koje ne izazivaju iskrenje. Način zatvaranja ovisan je o mjestu i izgledu pukotine. Pukotine na čeličnim cijevima se zatvaraju čeličnim trakama približne debljine kao i cjevovod, konstruiranim tako da se mogu zategnuti oko dijela cjevovoda koji propušta. Kao brtvilo se upotrebljava neopren, umjetna guma ili koje drugo brtvilo neosjetljivo na ugljikovodike. Brtvilo treba biti takvog oblika da se može podložiti čeličnoj traci.

Ako su pukotine nastale uslijed korozije može se umjesto čeličnih traka upotrebiti magnezija traka (ili neka druga anoda)

koja će ujedno djelovati kao anoda i spriječiti dalje djelovanje korozije na mjestu proba. Na slici 6 prikazano je nekoliko načina brtvljenja čeličnih cijevi i spojeva.



Slika 5 — Lokator  
1 — Emisiona stanica, 2 — Prijemna stanica, 3 — Prenos za zvučne signale do opservatora  
Abb. 5 — Lokator

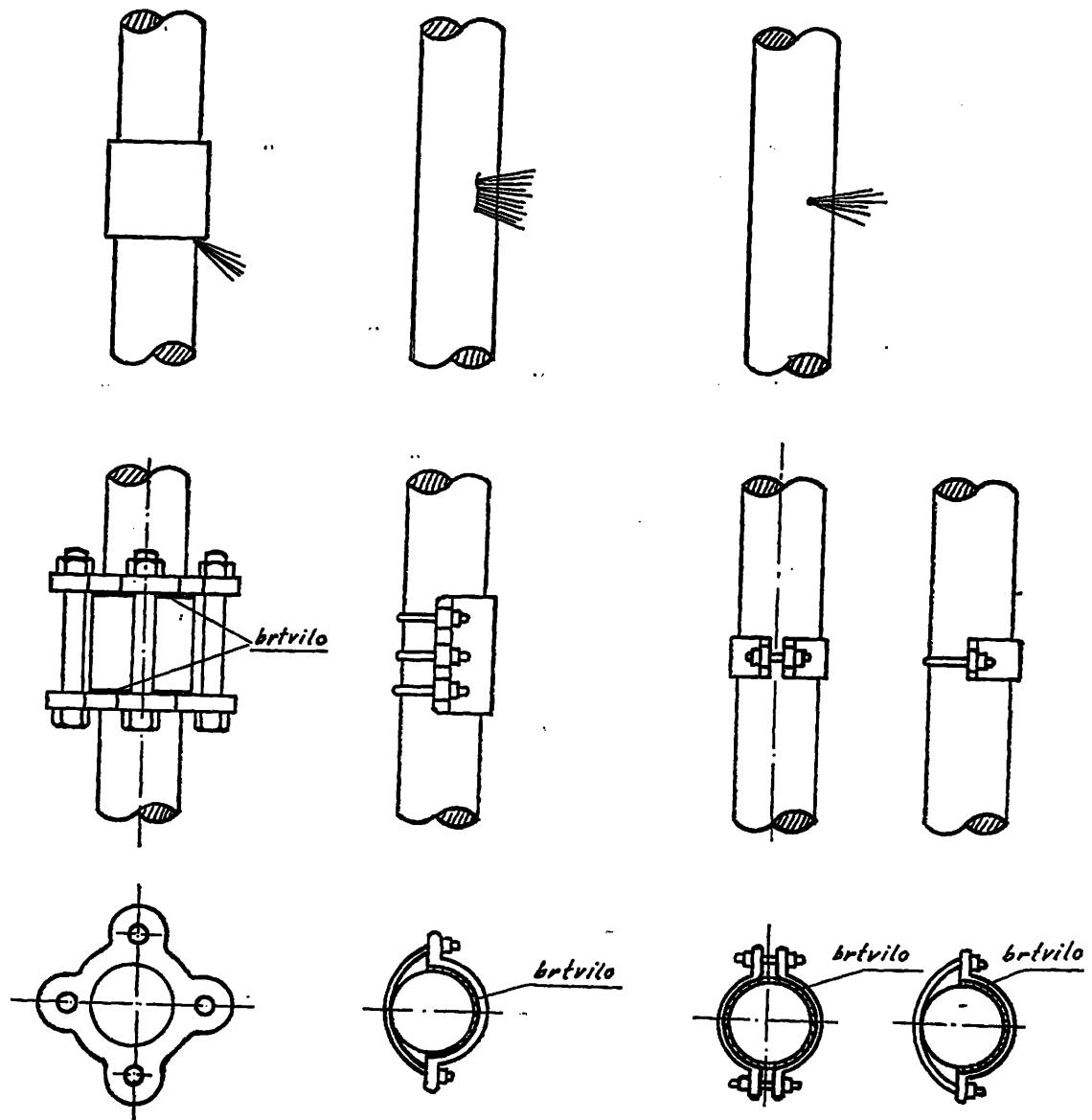
Kod cjevovoda izrađenih od cijevi iz ljevanog čeličika rijede dolazi do probaja plina na samim cijevima. Ukoliko nastanu pukotine na cijevima, mogu se na sličan način zatvoriti kao i kod ručnih čeličnih cijevi. Kod ljevanih cijevi najčešće dolazi do probaja na spojnicama uslijed pomaka cijevi, nastalog radi temperature ili pritiska, te uslijed po-maška terena, nastalog iz bilo kojeg razloga.

Na slici 7 prikazana je obična spojница za cijevi iz ljevanog čeličika. Spojnica se brtvi s dva sloja. Jedan sloj je juteno ili neko drugo brtvilo, a drugi je olovo.

Ako spojnica propušta, zatvaranje se vrši pomoću specijalnih brtvenica prikladnih za zatvaranje prostora unutar spojnice.

Na slici 8 prikazana su dva tipa specijalnih brtvenica. Metalni dio brtvenica izrađen je od segmenata koji moraju biti dovoljno čvrsto povezani među sobom, kada se ugrade, da dobro priležu uz jednu i drugu stranu spojnice. Gumeno ili sintetičko brtvilo mora biti dosta široko, a visina mora prelaziti preko otvora unutar spojnice.

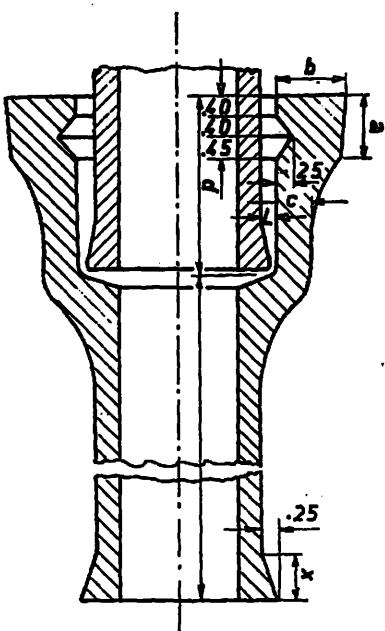
Prije ugradnje specijalnih brtvenica ponice, te čeonim dio starog olovog brtvila u trebno je spojnicu i čelične dijelove brtve-



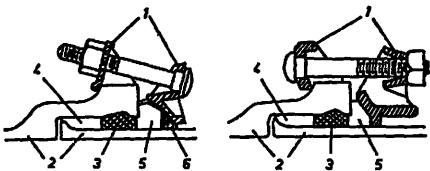
Sl. 6 — Način zatvaranja propusnih mesta na cijevima i spojnicama  
 Abb. 6 — Das Verschliessen der Leckstellen auf den Röhren und Verbindungen

spojnici očistiti. Nakon toga treba popuniti prostor unutar spojnica dodatnim olovnim ili drugim brtvilom, tako da čelo specijalne brtvenice dođe tačno na čelo brtvila u spojnici. Kod livenih spojnica kod kojih je upotrebljen cement kao brtвilo, potrebno je iskopati 12—20 mm debljine starog cementnog brtvila, a iskopani dio popuniti svježim cementom, tako da čelo specijalne brtvenice dođe uz čelo cementa. Treba paziti da ne do-

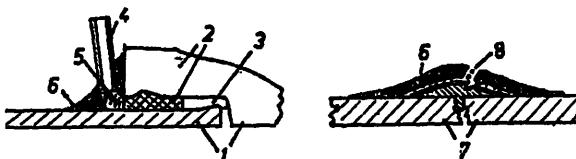
đe do upadanja nekog stranog tijela između brtvila spojnice i specijalne brtvenice. Zatezanjem vijaka na specijalnoj brtvenici postiže se brtvljenje ljevane spojnice. Da ne dode do pucanja metalnih dijelova specijalne brtvenice koji su izrađeni od ljevanog čelika, vijci se smiju zategnuti samo do dozvoljene marke određene od proizvođača specijalnih brtvenica.



Sl. 7 — Spojnica iz livenog čelika  
Abb. 7 — Verbindung aus Guss-Stahl



Sl. 8 — Način upotrebe specijalne brtvenice kod spojnica iz livenog čelika  
1 — Specijalna brtvenica, 2 — Spojnica cijevi, 3 — Olovno brtvilo, 4 — Juteno brtvilo, 5 — Brtvilo specijalno brtvenice, 6 — Armatura brtvila  
Abb. 8 — Die Verwendung von Spezialdichtung bei den Flanschen aus Guss-Stahl



Sl. 9 — Način primene epoksi smole  
1 — Spojnica, 2 — Olovno brtvilo, 3 — Juta, 4 — Cijev za ispuštanje plina, 5 — Kanal za sakupljanje plina,  
6 — Epoksi smole, 7 — Stijenka cijevi, 8 — Sapun  
Abb. 9 — Einsatz des Epoxi-Harzes

Zatvaranje propusnih mesta na glavnim i priključnim plinovodima pomoću čeličnih traka ili specijalnih brtvenica, uključujući i lociranje mesta propuštanja je naporan, du-

gotrajan i skup postupak. U SAD troškovi održavanja plinovoda iznose oko 14,9% od ukupnih troškova transporta. Ne možemo se poslužiti jugoslavenskim podacima zbog vrlo slabo razgranate plinske mreže i pomanjkanja podataka, ali se može očekivati da će staranjem i razgranjavanjem plinske mreže i kod nas porasti troškovi održavanja i da će znatno utjecati na troškove transporta. Kako je osnova troškova održavanja upravo zatvaranje propusnih mesta na plinovodima, to je razumljivo nastojanje da se pronađu jedinije metode zatvaranja.

Za zatvaranje propusnih mesta za vrijeme rada plinovoda već je s uspjehom primjenjeno nekoliko drugih metoda koje se, u principu, razlikuju od metoda krpanja pomoću čeličnih traka i brtvenica.

»Carboseal« metoda se primjenjuje za zatvaranje propusnih mesta na spojnicama od ljevanog željeza koje se, uz olovu, brtve i jutenim brtvilom. »Carboseal« je trgovачki naziv za negoreću kapljevinu. Obrada se sastoji u tome da se »Carboseal« dodaje u manjim količinama u cjevovod, i to na najvišim mjestima cjevovoda. Pošto kapljina teče lagano po dnu cijevi, prema dolje, to na svom putu upada u spojne kanae ljevanih spojnica. Uslijed djelovanja kapilarnih sila natopi se cijela juta oko spojnica glikolom radi čega juta nabubri oko 40% i zatvara eventualne pukotine koje propuštaju. Ova metoda neće imati efekta ako se juta jako isušila ili je jako natopljena katranom. Kod velikih spojnica (preko 8"), može se vršiti ubrizgavanje direktno u jutu, bušenjem rupe na olovnom brtvilu.

Otkopane spojnice od ljevanog čelika koje propuštaju, a neprikladne su za ugradnju specijalne brtvenice, mogu se zabrtviti pomoću tiokola ili epoksi smole.

Nepolimerizirajućem tiokolu se dodaje akcelerator uslijed čega dolazi do stvaranja gel-a, u roku od 3—4 sata, koji se, nakon dva do tri dana, stvrđne u gumastu masu. Pošto tiokol ne djeluje kao brtво prije nego se stvrđne, najprije se utiskuje u specijalnu spojnicu u svrhu preliminarnog brtljenja. Kad se postiglo preliminarno brtljenje, tiokolom se premaže spojница koja je prethod-

no dobro očišćena. Premaz treba biti dovoljno debeo i treba da se postavi oko cijele spojnice u području brtviла. Ne preporuča se, nakon što je tiokol premazan, ispitivati propusnost spojnice sapunicom, jer ona sprječava dobro prijanjanje tiokola na željezo. Spojnicu zabrtvljenu tiokolom ne treba odmah zatravljati zemljom, kako bi se narednog dana mogla ispitati propusnost.

Epoksi smola se može upotrijebiti kao unutrašnje ili vanjsko brtviло. Kad se epoksi smola stvrđne vrlo je čvrsta i otporna na

kemijsko djelovanje i vrlo dobro prijanja uz čelik, ako je suh i nije zamazan uljem. Radi toga, prije upotrebe epoksi smole kod vanjskog brtvljenja, treba mjesto koje se brtvi dobro očistiti i osušiti. Kod vanjske upotrebe epoksi smole obustavlja se transport plina ili se, kod manjih pukotina, zatvaranje vrši najprije sapunom, a kod propuštanja na spojnicama se ugrađuje cijev za otpuštanje plina koja se može zatvoriti. Na slici 9 prikazano je nekoliko načina zatvaranja propusnih mješta pomoću epoksi smole.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Leckverluste der Haupt- und Verteilungsgasleitungen

Dipl. Ing. J. Vučković<sup>\*)</sup>

In den Haupt- und Verteilungsgasleitungen kann es zu Leckstellen kommen. Gründe zum Leckwerden können verschieden sein. Das sind z.B. Leckstellen an den Ventilen und anderen in die Gasleitung eingebauten Geräten wegen schlechter Dichtung, Beschädigung der Gasleitung beim Bau anderer Objekte in der Nähe der Gasleitung und Beschädigung der Gasleitung infolge der Korrosion.

Jede Leckstelle kann zu schweren Folgen führen. Ausser zu einer Bedrohung der Menschenleben und Objekten kommt es zu Gasverlusten und dadurch zu einer schlechteren Querschnittsausnutzung und grösseren Kosten.

Im Aufsatz werden Lecköffnungen einer theoretischen und rechnerischen Betrachtung unterzogen und gleichzeitig Vorschläge zu deren Verhinderung gemacht.

<sup>\*)</sup> Prof. ing. Josip Vučković, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

# Ovire pri cikličnem delu Velenjske odkopne metode in preprečitev teh

(z 9 slikami)

Dipl. ing. Tone Kovacič

## Uvod

Delovni ciklus velenjske odkopne metode predstavlja do sedaj najbolj izpopolnjeno obliko organizacije dela na širokočelnih odkopih velenjske Jame. Opis takega načina dela je bil podrobnejše obdelan v Rudarstvo geologija i metalurgija št. 11/1966 pod naslovom „Ciklično odkopavanje na širokih čelih Jame Vzhod rudnika lignita Velenje“.

Po temu načinu odkopavanja se dosegajo lepi uspehi. Časovni fond, ki je na razpolago in obstoječa sredstva klasičnih širokočelnih odkopov pa ne dovoljujejo ovir pri delu in časovnih prekinitev dela iz enega ali drugega vzroka. Večina ovir pa zaradi svoje prvotne oblike ali zaradi podaljševanja delovnih postopkov pri istem obsegu opravljenega dela povečuje nevarnost zaposlenih na teh deloviščih.

S popolno odpravo ovir pri cikličnem delu na širokočelnih odkopih bo možno delo izvajati načrtno, proizvodni stroški bodo manjši, učinki se bodo povečali delo pa bo varnejše.

V tej obravnavi bom na kratko opisal najvažnejše ovire, ki vplivajo na izvedbo 100% cikličnega dela širokočelnih odkopov velenjske Jame.

## Ovire pri cikličnem delu

### Zastoji jamske mehanizacije

To su mišljeni zastoji, kateri nastanejo pri odvozu premoga s širokih čel. Ti zastoji so tako dolgi, da vplivajo na normalni postopek del, del moštva čaka na ponovno obratovanje odvoznih naprav ali pa dela neefektivna.

Odvisno od faze, v kateri je odkop, lahko že 15 minut zastoja na čelnem odvozu prepreči doseg ciklusa (npr. povzem premoga tik pred prestavilom čelnega transporterja).

Za doseg cikličnega dela je važna dolžina zastoja in faza dela pri kateri zastoj nastopi.

Najneugodnejše faze dela na čelu so:

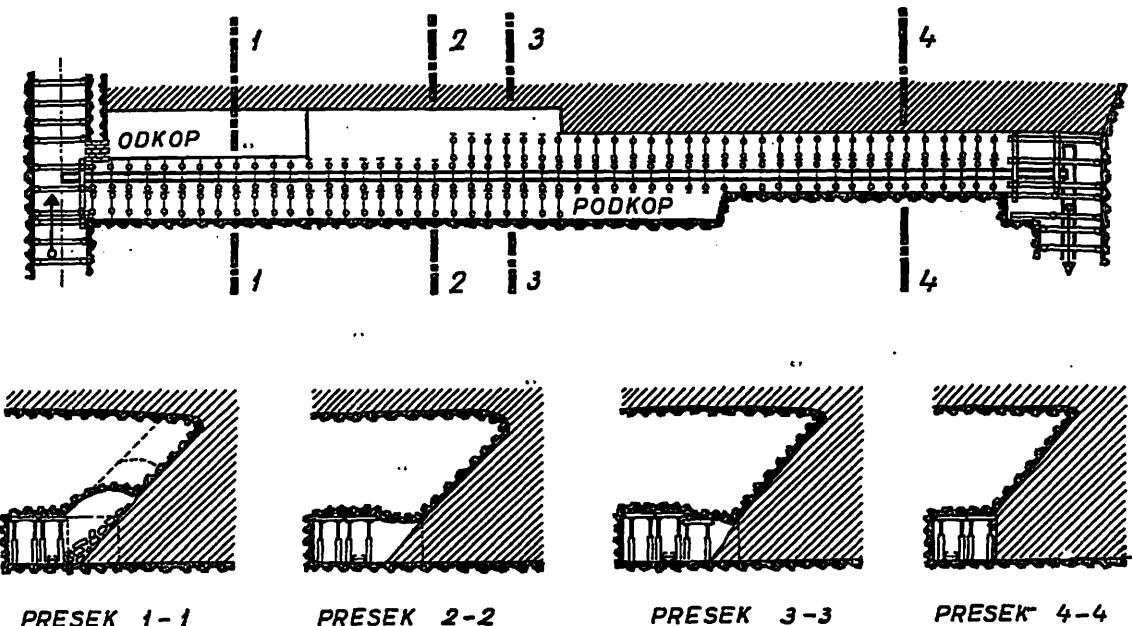
- povzem podkopa pred prestavilom,
- že zaminirani podkop,
- že odstreljeni podkop.

V teh primerih vsak zastoj povzroči prekinitev dela na čelu in izgubljene efektivne minute. Ako upoštevamo še primere, kjer zastoji bistevno ne spremenijo predvideni razpored delavcev in bistevno ne zmanjšajo efektivnega delovnega časa, so te faze sledeče:

- podgrajevanje podkopa
- prestavilo čelnega transporterja.

V najugodnejšem primeru vplivajo na zmanjšanje efektivnega delovnega časa za-

**PRVA TRETINA**



Sl. 1 — Potelek odvijanja del enega zaključenega ciklusa po izmenah  
Abb. 1 — Betriebsablauf von einem abgeschlossenen Zyklus nach einzelnen Phasen

stoji cd. 35 do 45 minut (povprečno 40 min.), v najugodnejšem primeru pa že zastoji od 5 do 15 minut (povprečno 10 min.).

Iz podanih srednjih vrednosti 40 in 10 min. in s prevzetjem, da zastoji enakomerno nastopajo v najugodnejših in najneugodnejših primerih oziroma fazah dela, dobimo povprečni zastoj 25 min., kateri resno vpliva na doseganje ciklusa na širokotelnem cdkopu. Zaradi tega je potrebno spraviti vse zastoje jamske mehanizacije na minimum. Proizvodnjo s cel pa je nujno organizirati tako, da bodo glavni jamski trakovi enakomerno obremenjeni. S tem se bodo zmanjšale ali celo odpravile konice proizvodnje, ko jih transportna mehanizacija ne prenese.

Za to je potrebno urediti faze dela na celotni odkopni fronti jame.

**N a p r i m e r :**

Od skupne dolžine odkopne fronte npr. 1,200 m se mora delo organizirati tako, da

bo 1/3 te fronte (400 m) prestavljalna v prvi izmeni, druga in tretja tretina pa v drugi in tretji izmeni. S ciljem doseči čim enakomernoje proizvodnjo pa je nujno teh 400 m odkopne fronte v vsaki izmeni še nadalje razdeliti. Ena tretina te fronte (cca 130 m) mora prestavljati svoje transporterje v začetku vseke izmene, druga in tretja tretina te fronte pa v sredini oziroma na kraju izmene. S tem je možno doseči enakomerno proizvodnjo, odpraviti konice proizvodnje, zmanjšati vzroke zastojev in njih posledice.

**Nemirni, nevarni in visoki stropi**

Pri nemirnem stropu, kjer stalno odletava premog, obstaja večja nevarnost za delavca. Ta nevarnost preprečuje vstop delavca v nadkopni del širokega čela (v nadalje imenovano strop). V tem primeru je potrebno solidno obtrkovovanje premoga z dolgimi letvami in počakati na umiritev v stropu. V primeru, da so stropi višji od 6 m, se mora delati v njih po posebej izdanih navodilih in pod posebnim nadzorom.

Večje povprečne višine stropov se pojavijo v območjih višje zadnjega prečnika, kjer se odvozne in ostale smerne proge po potrebi večkrat pretesarijo. Pri tem se te proge dvignejo od prvotnega nivoja tudi do nekaj metrov. Ustja čel sledijo nivoju teh prog in se s tem tudi dvigajo. Pogosti so tudi pojavi dviganja tal širokega čela v sredini čela. Pri tem ustje čela drži nivo smerne proge. Ta pojav imenujemo „napeta čela“. Normalno 60 m dolgo čelo se v sredini tako lahko dvigne tudi do 2 m.

Dviganje smernih prog pri pretesarjanju in napenjanju čel zmanjšuje višino stropa na tej etaži, močno pa jo povišuje na spodnji etaži. Normalna višina stropa, ki znaša 5 m se poviša tudi na 9 m (sl. 2 shematično prikazuje tak primer).

Ta pojav dvignjenih in napetih čel lahko odpravimo s stalnim rednim povzemanjem in čiščenjem smernih odvoznih in ostalih prog in z doslednim povzemanjem tal pred vsakim prestavilom čelnega transporterja. Vedno se je potrebno držati prvotnega nivoja etaže.

#### **Težko zapiranje stropov in pojavi „noge“**

Težko zapiranje stropov ali težko zarušavanje krovnine v odkopani prostor se pojavlja predvsem tam, kjer se na zgornji etaži ni dovolj čisto odkopavalo. Večkrat se v sredini širokega čela, kjer se zaključi ena in druga polovica stropa puščajo takozvane »noge«.

Taka noge je del neodkopanega premogovega stebra. Običajno je taka noge spodaj ožja, zgoraj širša.

Tako kot v sredini, se take noge večkrat puščajo tudi nad kanalom med enim in drugim čelom.

Te noge povzročajo na čelih spodnje etaže težave. Predvideni čas za likvidacijo enega stropa se občutno podaljša, delo v stropu je nevarno in krovina težje zapoljuje odkopani prostor.

V določenih primerih je potrebno te noge še razstreliti, kar povzroča še večje višine stropov in dodatne nevarnosti. Pojave nog pa lahko z doslednim delom preprečimo.

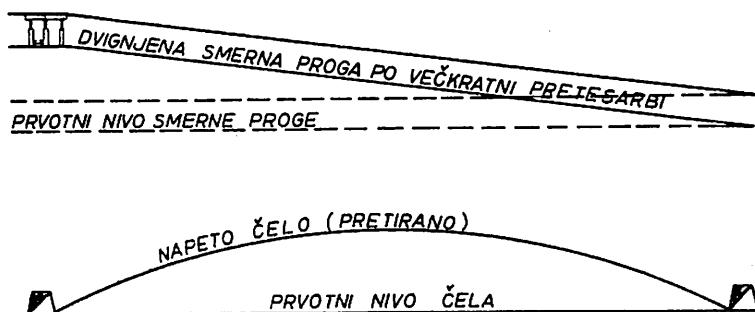
Noge, katere nastajajo v sredini čela, preprečimo tako, da se pri pobiranju stropa ne držimo točne sredine čela, ampak pri vsaki polovici čela podaljšamo strop nekoliko v drugo polovico stropa.

Noge, ki nastajajo nad medčelnimi kanali pa preprečimo tako, da naslednje čelo čisto pôbere oz. odkoplie ves premog v območju kanalov. Strop tega čela se nekoliko podaljša proti staremu delu predhodnega čela.

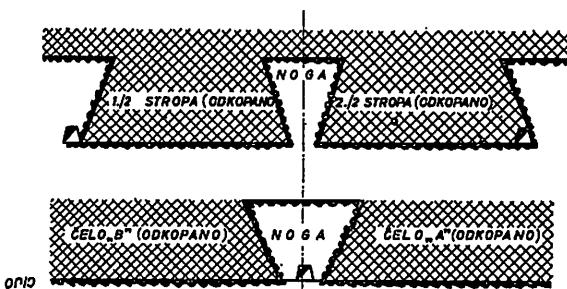
#### **Različne širine stropov**

Pojav nenormalno širokih stropov je pogost. Kjer se tak strop pojavi se sokraj vedno periodično ponavlja. Tako imamo strope enojne širine in strope dvojne širine. Odkopna metoda določa širino stropa enako dvojni širini podkopa. Paralelno z nasipnim kotom starega dela (krovnine) se pušča tudi previs v premogu stropnega dela odkopa.

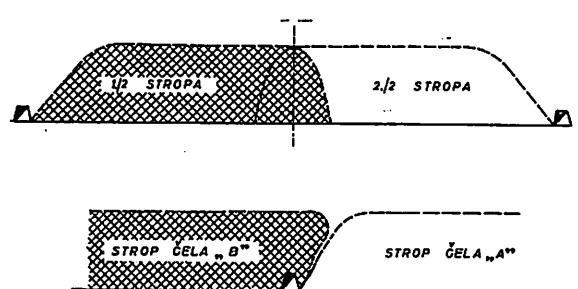
V jami pa se ta zahteva večkrat poruši.



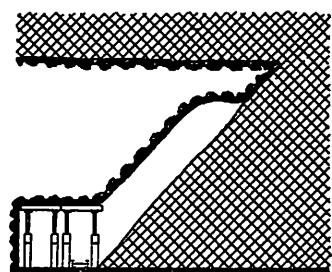
Sl. 2 — Dvignjena in napeta čela  
Abb. 2 — Hochgehobene und gespannte Strebbaue



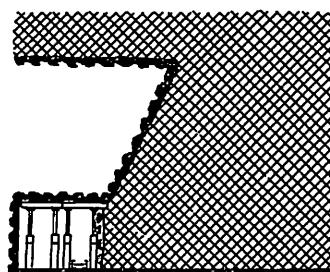
Sl. 3 — Puščanje »Nog« na odkopih  
Abb. 3 — Gewinnung vom »Kohlenbein«



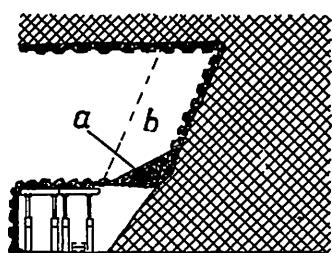
Sl. 4 — Preprečitev tvorbe »Nog« na odkopih  
Abb. 4 — Verhinderung der Entstehung vom Kohlenbein



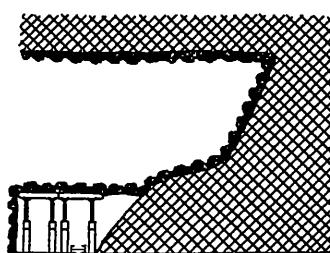
A



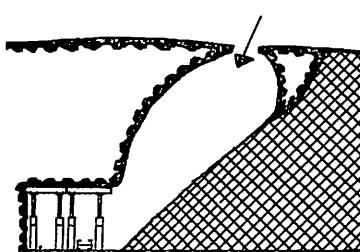
B



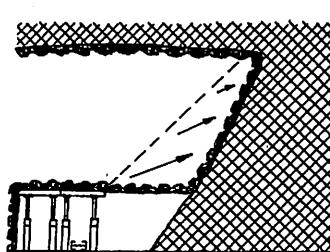
C



D



E



F

Sl. 5 — Različne širine stropov  
Abb. 5 — Verschiedene Firstenbreiten

Zaradi bilokaterego vzroka se običajni in normalni previs odlomi, napačno odstrelji in podobno.

Strop nima več normalnega previsa, ampak bolj strmi večkrat pa skoraj navpični previs. Oko v primeru, ko nimamo pravilnega previsa odstrelimo v štropu prvo ali drugo serijo strelov (po sliki 5/C) del „a“, takoj zapolni ta prostor jalovina iz starega dela. Strop je tako takoj zaprt in premog „b“ je ostal nepridobljen. V tem primeru govorimo o enostavnem ali enojnem stropu. Pri naslednjem stropu istega dela odkopa pa pride do širšega ali dvojnega stropa. Normalna širina stropa se tu podvoji (slika 5/D). Odstreljuje se v več serijah. Po zadnji seriji odstrelov se naredi na mestu, kjer bi moral strop že zapreti obok. Pojavi se mala odprtina do starega dela skozi katere pa krovina ne more prodreti. Večji del premoga „b“ pa se v obliki „noge“ nastoli na pobočje starega dela in prepreči normalni potek zarušavanja (slika 5/E). Delo v tako širokem stropu je nevarno. Običajno se mora dodatno razstreliati ta noge.

Take pojave dvojnih stropov moramo ob vsemu začetku preprečiti, ker se drugače redno pojavljajo pri vsakem drugem stropu. Odstranimo pa ta pojav tako, da v primeru dvojnega stropa vse vrtine zastavimo čim bliže staremu delu in pri vsaki nadaljni seriji odstrelov vrtine usmerimo paralelno z nagibom želenega previsa.

#### Sprostitev pritiskov

Sprostitev pritiskov so se v velenjski že do nekdaj pojavljale. Te nastopajo v veči ali manjši jakosti, v daljšem ali krajiščem času v vseh odprtih jamskih prostorih.

Posebno vidne in delavcu nevarne pa so trenutne sprostitev v krovnem premogu širokega čela akumuliranih sil. Zaradi velikih težav, ki jih take sprostitev pritiskov povzročajo na širokih čelih, je bila narejena posebna študija, kjer se je na podlagi velikega števila analiz takih sprostitev in večletnega zasledovanja ugotovilo vzroke, posledice in mesto nenadnih sprostitev.

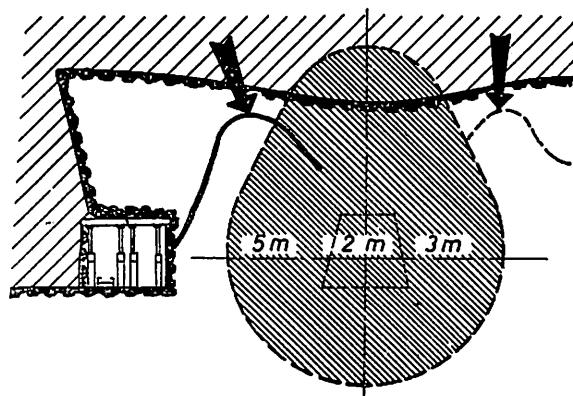
Ker vsaka sprostitev pritiska ali kot ga domače imenujemo „steberni udar“ ogroža delavce na odkopih, naredi materialno škodo na podporju in povzroči večji ali manjši za- stoj v programu cikličnega dela je nujno de-

lo na čelih organizirati tako, da do takih sprostitev pritiska ne bo prišlo ali pa da se njihove posledice čim bolj zmanjšajo. Zaključki te študije o stebernih udarjih pa služijo kot vodilo pravilnemu delu.

Ko primerjamo vzroke in posledice sprostitev pritiska v rudniških Velenje, Raša in Zenica, pridemo do zaključka, da v velenjski jami ni takozvanih gorskih udarov. Sprostiteve pritiskov se v velenjski jami pojavljajo v premogu samem. Sprostiteve v podkopnem delu širokočelnega odkopa velenjske jame so do neke mere slične sprostivam drugih rudnikov (Raša, Zenica), ker tukaj stropni premog tvori direktno krovino podkopnemu premogu.

Sprostiteve se v glavnem pojavljajo v srednjem pasu sedanjih etaž jame Vzhod in v srednjem pasu preseka premoškega sloja v območju večjih sprememb strukture premoga (večjih velenitnih vložkov).

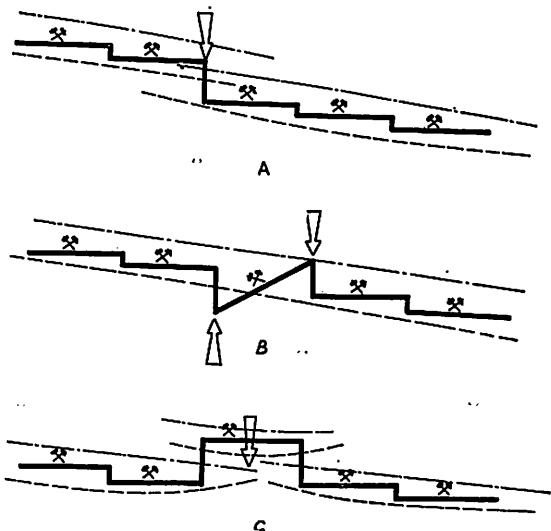
— Nenadna sprostitev se v območju prehoda čel preko prečnikov v širini, ki je označuje slika 6, normalno ne pojavlja.



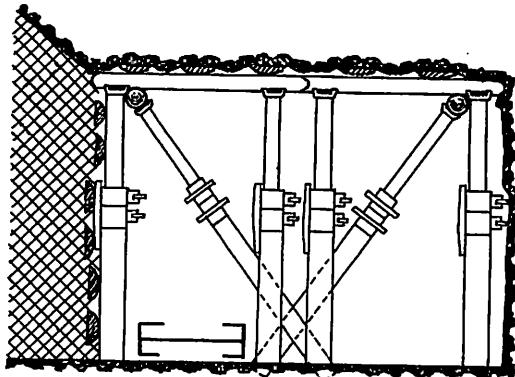
Sl. 6 — Območje okrog prečnika kjer sprostitev ni  
Abb. 6 — Bereich ohne Druckentlastung

Za najugodnejši prehod čel preko prečnikov v območju velikih sprostitev pritiskov, je zelo ugodna tesarba prečnikov s TH loki, ki se pravočasno odstranijo, na njihovo mesto pa se vgradijo močno razredčeni leseni podboji.

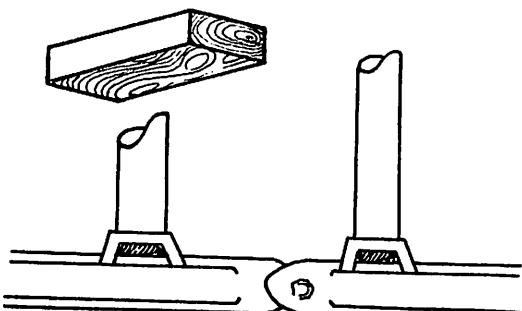
— Na sprostitev pritiskov zelo vpliva hitrost odkopavanja, ki naj doseže vsaj 1,3 m/dan, kar odgovarja trotretinskemu cikličnemu delu na širokem čelu.



Sl. 7 — Vpliv geometrije odkopne fronte na koncentracijo pritiskov  
Abb. 7 — Einfluss der Geometrie der Abbaufront auf die Druckkonzentration



Sl. 8 — Vzdoljne križne razpore  
Abb. 8 — Abspreizen des Ausbaues



Sl. 9 — Mečkalni leseni vložki  
Abb. 9 — Weichholzeinlagen

— Nujno je treba v nevarnem območju držati čim manjše in enako dolge medčelne kanale. Izgoniti se je treba večjemu medčelnemu kanalu pri normalni geometriji ostale odkopne fronte (slika 7/A). Preprečiti je treba postrani ležeča široka čela z ostrimi prehodi iz čela v medčelnih kanalih (slika 7/B). Brezpojno je treba preprečiti tvorbo takozvanega »Žaplja«, kjer enočelo zaostaja za obema sosednjima (slika 7/C). V tem primeru pride do koncentracije več napetostnih polj na premoški stebri žaklja.

— Čim manj naj se kvari nevarno območje etaže s smernimi progami. Čela tega območja naj imajo (v kolikor niso ostale zahteve večje) čim večjo dolžino. S tem se bo zmanjšalo število medčelnih kanalov in njih škodljivi vpliv.

— Večino sprostitev smemo pričakovati (v odvisnosti od lastnosti premoga) v fazi del v stropnem delu odkopa, največ pa konkretno pri samem zaruševanju odprtega prostora s krovino ali takozvanemu „zapiranju stropa“.

— Pri vseh sprostitvah je delavec najresneje ogrožen od samega podpora, ki pri tem v večini slučajev spremeni svojo lego. V takem nevarnem območju pa se posledice podpora na delavca lahko občutno zmanjšajo ali celo odpravijo na več načinov:

V nevarnem območju je potrebno vgrajevati vzdolžene križne razpore s čimer se dosegne solidna povezava vseh čelnih podbojev.

V najneugodnejših primerih se naj uporablja kombinacija: jeklena stojka, leseni stropnik. Močno ublažijo posledico nenačne sprostiteve pritiska debeli krajniki ali deske nad stropniki.

Za elastično povezavo med jeklenimi stojkami in jeklenimi stropniki proti elastičnim sprostitvam pritiskov v premogu pa se zelo uspešno in redno vgrajujejo leseni kvadri preizkušenih dimenzij. Ti se vgrajujejo med glavo stojke in stropnik in služijo kot mečkalni vložki.

Dosledno je potrebno globko gnezdenje stojk. Dosledno je potrebno zalagati strop podkopa s krajniki.

## Zaključak

Vsi problemi, ki sem jiv v predhodnem poglavju omenil so le glavni del ovir, ki preprečujejo doseganje cikličnega dela na širokočelnih odkopih. Poleg teh pa nastaja še mnogo vprašanj, ki tudi povzročajo težave pri delu in zmanjšujejo uspeh dela na klasičnih odkopih.

Ta vprašanja so npr. problem težkega ropanja podporja iz starega dela podkopa, težka ročna izdelava gnezd za stojke, težka in zamudna dostava materiala (lesa) pa križišča

čel, zamudno in neefektivno postavljanje lesnih skladov, zamudno in zahtevno podgrajevanje medčelnih kanalov in podobno.

Večina teh problemov pa je že rešena z raznimi napravami, novimi načini podgrajevanja in novimi postopki del. To vse se postopoma uvaja na klasična široka čela. Učinki na teh čelih so visoki. Nekje obstaja meja teh učinkov in možnost nadaljnega razvoja odkopavanja po sedanjemu načinu trotretinskega ciklusa. Nujno bo potrebno pristopiti k novim načinom odkopavanja, kar se pa v velenjski jami tudi že preizkuša.

## KRATAK IZVOD

Velenjskom otkopnom metodom postignuti su do sad добри uspesi. Metodom širokočelnog otkopavanja postignut je do sad najbolji oblik organizacije.

Smetnje, koje nastaju za vreme rada ometaju izvođenje ciklusa, a i ugrožavaju sigurnost ljudi.

U članku su nabrojane smetnje kao što su: zastoji jamske mehanizacije; strop nemiran, nesiguran i suviše visok; teško pduhvatanje stropa i stvaranje »noge«; različite širine stropa; rasterećenje pritiska; podgradivanje i mere za njihovo odstranjenje.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Störungen beim Zyklischen Betriebsablauf des Abbauverfahrens von Velenje und deren beseitigung

Dipl. Ing. T. Kovačić\*)

Mit dem Abbauverfahren von Velenje (Scheibenbau) wurden bisher gute Ergebnisse erzielt. Durch den Strebbruchbau wurde bisher die beste Organisationsform erreicht.

Störungen, die während des Betriebsablaufs entstehen behindern die Durchführung der Zyklusarbeit und setzen die Arbeitssicherheit herab.

In dem Aufsatz wurden Störungen aufgezählt, wie: Stillstand der Grubenmechanisation, die Firste beunruhigt, unsicher und hech; schweres Abfangen der Firste und Entstehung der Kohlenbeine, verschieden grosse Firstenbreiten, Druckentlastung, Ausbau im Abbau und Massnahmen zur Beseitigung der Störursachen.

# Ispitivanje stanja uhranjenosti radnika rudnika željezne rude

(sa 2 slike)

Dr Vlasta Mučić

Ispitivanje stanja uhranjenosti radnika rudnika željezne rude (površinski kop), vršeno je paralelno sa ispitivanjima fizičkog napora. Ispitivanjem je obuhvaćeno ukupno 418 radnika, sa 21 radnog mesta. U analizu su uzeta radna mjesta, koja se smatraju fizički najtežim. Od ukupnog broja radnika na takovim radnim mjestima (654) ispitivanjem je obuhvaćeno 64% (418 radnika).

Uhranjenost je važan faktor zdravlja i radne sposobnosti. Biološki potencijal, otpornost prema bolestima, fizička i psihička kondicija, radni kapacitet i efikasnost, u znatnoj su mjeri ovisni o prehrani. Stanje uhranjenosti, kao odraz procesa prehrane i zdravstvenog stanja organizma, zavisi od kvantiteta i kvaliteta hrane, te o sposobnosti organizma da koristi energetske, građevne i zaštitne materijale hrane. Postoji čitav niz neutričijskih faktora, kao na primjer teški fizički rad i sl., koji utječu na stanje uhranjenosti. Ovdje ćemo se baviti problemom nedovoljne i nepravilne prehrane, koja je kod nas još daleko važnija i češća nego preobilna prehrana. Definicija nedovoljne i deficitarne prehrane prema K r u s e-u je slijedeća: smanjenje koncentracije bitnih faktora u krvi, poremećaj u stvaranju tjelesnih rezervi, smanjenje izlučivanja izvjesnih materija mokraćom, mikrokemijske, te strukturalne promjene u tkivima i na kraju funkcionalne i patološke promjene. Teške slike kaloričnog deficit-a hrane, kao i floridne slike deficit-a esencijalnih prehrambenih faktora — bjelančevina, vitamina, minerala —

u tehnički razvijenijim zemljama rjeđe nalazimo. Često vidimo lakše oblike energetskog deficit-a. Prvi znak energetskog deficit-a je pad tjelesne težine. Vrlo vjerojatno da danas još češće postaje takovi oblici prehrane, kod kojih prehrana energetski zadovoljava, ali zadovoljava kvalitativno, tj. u odnosu na esencijalne prehrambene faktore. Kod takove prehrane, nastupaju u organizmu metaboličke promjene. Ove promjene dovode do funkcionalnih poremećaja i oštećenja, ali još nema kliničkih znakova deficitarne prehrane, i isto tako nema promjena u tjelesnoj težini. Podizanjem životnog standarda možemo sve češće očekivati takove slučajeve nepravilne prehrane. Ovakovi slučajevi obično prolaze kao bolest nejasne etiologije. Naime, uslijed raznih metaboličkih i funkcionalnih poremećaja pokreti tijela postaju tromi i slabici. Javljuju se smetnje koordinacije i refleksa, smetnje osjetila, dolazi do brzog umaranja. Postepeno se javljaju posljedice na području psihičke sfere: volja i interes za rad slabe, pada koncentracija i pažnja, nastupa razdražljivost, zlovoljje. Zbog ovih promjena dolazi do pada radnog kapaciteta, radne sposobnosti i produktivnosti, te sklonosti nesrećama i oboljenjima. U slučaju trajne pothranjenosti ozbiljno je ugrožen radni i biološki potencijal čovjeka. Ispitivanje i utvrđivanje ovakovih stanja moguće je tek biokemijskim i funkcionalnim analizama, koje su, međutim, teško dostupne za terenski rad.

Moramo imati na umu da ishrana igra važnu ulogu u etiologiji tuberkuloze i drugih zaraznih bolesti; u etiologiji oboljenja probavnog trakta, bolesti srca i krvnih žila, anemije i drugih deficitarnih bolesti i nutritivnih oboljenja. Ispitivanje stanja uhranjenosti jedna je od epidemijoloških metoda utvrđivanja etioloških faktora poboljevanja, ozljeda te niske produktivnosti rada.

### Metoda rada

U ispitivanju stanja uhranjenosti radnika služili smo se antropometrijskim, kliničkim i laboratorijskim ispitivanjima.

### Antropometrijsko ispitivanje

Antropometrijsko ispitivanje uključilo je mjerjenje tjelesne težine i visine, mjerjenje promjera ramena i zdjelice, opsega nadlaktice i ručnog zgloba, te debljine kožnog nabora na nadlaktici. Ovo je mjerjenje vršeno na sredini dorzalne strane nadlaktice. Tjelesna težina i visina mjerene su kod radnika obučenih samo u donje rublje bez obuće.

Antropometrijsko ispitivanje daje nam uvid u stanje osnovnih tkiva tijela: koštanog, mišićnog i masnog tkiva. Ova tkiva mogu biti u raznim kvantitativnim odnosima. Zbog toga je važno poznavanje stanja ovih tkiva, kako bi se utvrdio stepen njihovog udjela u tjelesnoj težini.

Masno tkivo je najvarijabilniji dio osnovnih tkiva tijela i najuže je vezano s prehranom. Potkožno masno tkivo je jedan od najznačajnijih depoa masti. Karakteristično varira, s obzirom na gradu tijela i regulirano je nervnim i endokrinim sistemom. Objektivno određivanje debljine potkožnog masnog tkiva mjeranjem debljine kožnih nabora daje vrlo dobar uvid u stanje uhranjenosti. Mjeranjem kožnog nabora nadlaktice vršeno je kaliperom konstantnog pritiska.

### Kliničko ispitivanje

Kliničko ispitivanje je uključilo opću inspekciju i ispitivanje onih promjena, koje mogu biti posljedice deficita nekih metabolita. Ispitivane su promjene na koži, očima, usnama, sluznicama ustiju, jeziku, zubnom mesu i lojnim žlijezdama.

### Laboratorijsko ispitivanje

Od laboratorijskog ispitivanja vršeno je ispitivanje hemoglobina u krvi po metodi King Gilchrist. Ispitivanje je vršeno kod svakog drugog radnika, tako da je određen sadržaj hemoglobina kod 207 ili 50% od svih ispitivanih radnika. Sadržaj hemoglobina u krvi je jedan od važnih pokazatelja deficitarne prehrane. Njegovo pomanjkanje nastaje ne samo uslijed manjka željeza u hrani, već je od važnosti i opskrba bjelančevinama, vitaminima i mineralima (B, C-vitamin, bakar, kobalt).

### Rezultati

#### Antropometrijsko ispitivanje

Upotrebljena statistička mjerila: aritmetička sredina i pogreška aritmetičke sredine, standardna devijacija, koeficijent varijabilnosti i distribucija rezultata pokazuju da postoje velike razlike u pojedinim rezultatima, što je često kod bioloških veličina. Vrijednosti kožnog nabora nadlaktice pokazuju najveću varijabilnost (29,3).

Tablica 1

#### Vrijednost antropometrijskih mjeri i hemoglobina (Rudari)

	N	M	SE	SD	V	Raspont
Težina kg	418	65,1	0,4	7,1	11,0	51,0—88,0
Visina cm	418	173,8	0,3	5,1	3,0	155,0—184,0
KNN m/m	418	4,9	0,1	1,4	29,3	2,1—11,0
Hemoglobin g/100 ml.	207	13,4	0,2	2,4	17,7	7,1—20,4

gdje je:

N = broj radnika

M = aritmetička sredina

SE = standardna pogreška aritmetičke sredine

SD = standardna devijacija

V = koeficijent varijabilnosti

KNN m/m = debljina kožnog nabora na nadlaktici, u milimetrima

Budući da ne postoje podaci o normalnim, standardnim ili idealnim vrijednostima antropometrijskih obilježja za našu populaciju, to se moramo služiti bilo upoređenjima homogenih grupa, bilo indeksima i inostranim standardima. Za ocjenu stanja uhranjenosti uzeli smo tjelesnu težinu u odnosu na visinu, dob i spol. Kao kriterij poželjne tjelesne težine uzeli smo standard, koji se upotrebljava kod nas: „Standardne tjelesne težine za visinu, dob i spol“ iz „Medico-Acturial Mortality Investigation, Vol. 1, 1912, Medical Directors and Actuarial Society of America“. Pomoću ovog standarda eliminirali smo utjecaj visine i dobi i izračunali relativnu tjelesnu težinu. Relativnu tjelesnu težinu dobili smo tako, što smo stvarnu tjelesnu težinu izrazili kao postotak od standardne tjelesne težine, koja nam predstavlja indeks 100. Na grafikonu 1. su prikazane relativne tjelesne težine u postocima.

U području standarda, tj. relativne tjelesne težine sa indeksima 100—104 nalazi se 15,6% radnika, odnosno 39,0%, ako uvrstimo indeks 95—100 kao indeks poželjne relativne tjelesne težine; 50,2% radnika je ispod standardne tjelesne težine.

#### Hemoglobin

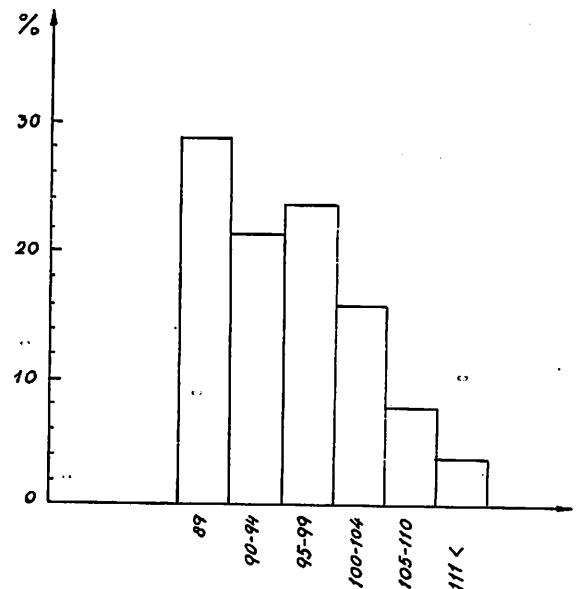
Vrijednosti hemoglobina kreću se od 7,10—20,35 g/100 ml, sa srednjom vrijednosti od 13,4. Po primjenjenoj metodi (K i n g G i l-

Tablica 2

Distribucija vrijednosti hemoglobina g/100 ml — N = 207 (Rudari)

Razred (g/100 ml)	Frekvencija	Relativna frekvencija	Relativna kumulativna frekvencija
do 13,9	112	54,0	54,0
14,0—14,9	43	20,8	74,8
15,0—15,9	32	15,5	90,3
16,0 i više	20	9,7	100,0
	207	100,0	

Raspon: 7,10 — 20,35 g/100 ml



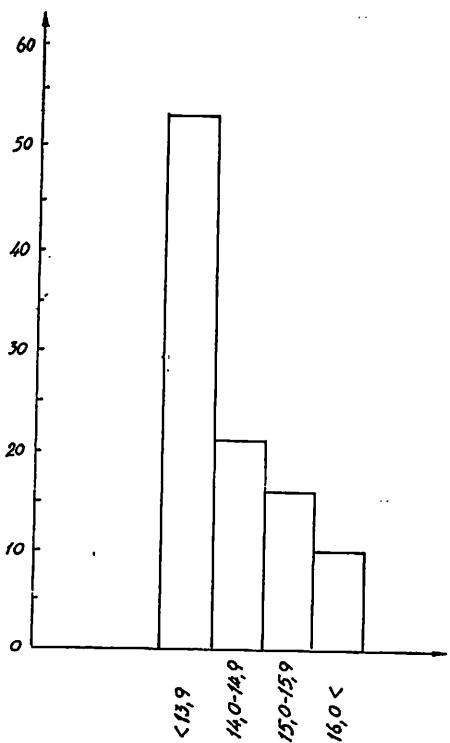
#### »R U D A R I«

Razred	Frekvencija	Relativna frekvencija %	Relativna kumulativna frekvencija %
<89	115	28,9	28,9
90—94	85	21,3	50,2
95—99	93	23,4	73,6
100—104	62	15,6	89,2
105—110	59	7,3	96,5
110 <	14	3,5	100,0
N = 398		100,0%	

Raspon : 73—119

Sl. 1 — Distribucija relativnih tjelesnih težina u %  
Fig. 1 — Distribution of relative body weights in %

chris) prosječna normalna vrijednost je 15,2 g/100 ml, raspon 14,1—16,3 g/100 ml. 54,0% radnika ima vrijednosti hemoglobina ispod 14,0 g/100 ml, tj. vrijednosti niže od donje granice normale. Možemo pretpostaviti da je vjerojatno loša prehrana igrala ulogu u nastanku ovih anemija, iako u analizi ovih slučajeva moramo uzeti u obzir i druge faktore, koji dovode do anemija (bolesti probavnih organa, kronični upalni procesi i sl.).



#### »R U D A R I«

Razred	Frekvencija	Relativna frekvencija %	Relativna kumulativna frekvencija %
<13,9	112	54,0	54,0
14,0—14,9	43	20,8	74,8
15,0—15,9	32	15,5	90,3
16,0+	20	9,7	100,0
<b>N = 207</b>		<b>100,0%</b>	

Raspon: 7,10—20,35 g/100 ml

Sl. 2 — Distribucija vrijednosti hemoglobina (g/100 ml) u %

Fig. 2 — Distribution of Hemoglobin values (g/100 ml) in %

#### Kliničko ispitivanje

Kod kliničkih pregleda evidentirani su samo simptomi, koji se mogu dovesti u vezu sa nedostatkom nekih metabolita. Za interpretaciju pojedinih promjena deficitita vitamina služili smo se shemom po Jolliffe-u. Nismo našli jasnih znakova ni prave slike avitaminoze. Našli smo promjene, koje se najčešće spominju kod nas; kod 23,5% radnika postoje simptomi, koji bi se uzročno mogli povezati

sa deficitom vitamina A (promjene na koži, očima), kod 46% sa deficitom riboflavina (promjene na koži, usnama, očima) i kod 80% sa deficitom vitamina C (gingivitis, krvarenje desni — spontano i na pritisak). Drugih znakova deficitita nismo našli.

#### Kožni nabor nadlaktice

Distribucija vrijednosti kožnog nabora nadlaktice je abnormalna, a što je i tipično za kožne nabore. Zbog toga smo vrijednosti kožnog nabora nadlaktice prikazali u apsolutnim, relativnim i kumulativnim frekvencijama. Upozoravamo, da za interpretaciju nije dovoljno mjerjenje jednog kožnog nabora. No ipak, ako naše rezultate upoređimo sa podacima iz literature, gdje se navodi da je kožni nabor na nadlaktici kod odraslih muškaraca ispod 7 mm sumnjiv na pothranjenost, to vidimo da je čak kod 90,7% naših radnika debljina kožnog nabora nadlaktice ispod 7 mm. To bi se donekle podudaralo sa rezultatima relativne tjelesne težine.

Tablica 3

#### Distribucija rezultata debljine kožnog nabora nadlaktice u mm — N = 418 (Rudari)

Razred (m/m)	Frekvencija	Relativna frekvencija	Relativna kumulativna frekvencija
2,1—3,0	4	0,9	0,9
3,1—4,0	150	35,9	36,8
4,1—5,0	132	31,6	68,4
5,1—6,0	62	14,9	82,3
6,1—7,0	35	8,4	90,7
7,1—8,0	18	4,3	95,0
8,1—9,0	10	2,4	97,4
9,1—10,0	3	0,7	98,1
10,1—11,0	4	0,9	100,0
	418	100,0	
Raspon: 2,1 — 11,0			

## Zaključak

Stanje uhranjenosti kod ispitivanih radnika je u znatnoj mjeri nepovoljno. Kod velikog broja radnika postoji pothranjenost (50,2 posto), uz vrlo niske vrijednosti debljine kožnih našlora kao znak energetskog deficita. Postoje i znaci pomanjkanja esencijalnih nutritivnih faktora — bjelančevina i vitamina.

Jedan od uzroka ovakvom stanju je nedovoljna, odnosno deficitarna prehrana. Budući da na stanje uhranjenosti utječe i drugi neprehrambeni faktori: stepen fizičkog opterećenja na radu i izvan rada, prekovremeni rad, mogućnost pravilnog odmora kod kuće i na radu, kronične bolesti itd., treba i njih ispitati i uzeti u obzir kod rješavanja problema na podizanju i poboljšanju zdravstvenog stanja, radnog kapaciteta i radne sposobnosti radnika.

## SUMMARY

### Nutritional Status of Miners

V. Mučić, M. D.\*)

In a survey carried out in a Yugoslav mine the nutritional status of 418 miners (64%) from working places requiring high energy expenditure was analysed by accepted standard methods. The indices used for the appraisal of nutritional status were: relative body weight, skinfold thickness, hemoglobin, and clinical signs of vitamin deficiency.

Relative body weight was calculated as the percentage of »standard weight« (Medico-Actuarial Mortality Investigations, Vol. 1, 1912) to eliminate the effect of height and age. Hemoglobin was determined in 50% of the workers by the King-Gilchrist method. Skinfold thickness was measured on the upper arm. Clinical examination, in addition to general impressions, included the analysis of all the changes likely to be produced by the deficiency of certain metabolites on the skin, eyes, lips, buccal mucosa, tongue, gums, and sebaceous glands.

The results have shown that the nutritional status of the workers examined is from satisfactory. There were signs of energy deficiency and the deficiency of essential nutritive factors — proteins and vitamins; 50% of the workers proved to be undernourished, their relative weight being below standard weight, while skinfold thickness was indicative of undernourishment in 91% of the workers. Anemia (hemoglobin values under 14.0 g/ml) was found in 54% of the workers. Deficiency of essential nutritive factors was clinically suggested only by symptoms of vitamin deficiency. A clear-cut picture of avitaminosis was not observed. Symptoms indicating vitamin A deficiency were observed in 23.5%, riboflavin deficiency in 46%, and vitamin C deficiency in 80% of the workers examined.

\* Dr Vlasta Mučić, Republički zavod za zaštitu zdravlja — Zagreb

# Mogućnosti smanjenja povreda na radu u rudnicima magnezita

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Mihailo Lašica

## Uvod

Eksplotacija magnezitne rude već godinama se proširuje u našoj zemlji, paralelno sa razvojem visokovatrostalne industrije. Ako se posmatra način eksplotacije i kapaciteti rudnika videćemo da se postojeća proizvodnja ostvaruje iz prilično velikog broja rudnika. Ako ovome dodamo da pojedini rudnici imaju i po nekoliko pogona onda je očigledno da je problematika otkopavanja, a povezano sa tim i zaštita na radu, daleko složenija nego što bi se to na prvi pogled dalo zaključiti, naročito ako se uzme u obzir da od ukupnog broja rudnika magnezita samo dva eksplotišu magnezit isključivo površinskim kopom dok se kod svih ostalih vrši eksplotacija jamskim putem.

Već ovo nekoliko podataka govori o tome da se zaštiti na radu u rudnicima magnezita mora posvetiti više pažnje. U ovim rudnicima je manja opasnost od većih kolektivnih nesreća na poslu, ali su pojedinačne povrede vrlo česte.

Dugo vremena je bilo rasprostranjeno mišljenje da u rudnicima magnezita nema većih opasnosti. Osim toga, usitnjena proizvodnja uslovila je, da u većini rudnika nije dovoljno organizovana služba higijensko-tehničke zaštite. Zato se u tim rudnicima dovoljno ažurno ne prate povrede na radu po mestima povreda i uzrocima, kao u većim rudnicima — naročito u rudnicima uglja.

Potrebno je naglašiti da su u rudnicima magnezita uslovi rada, sa aspekta zaštite, vrlo različiti...

U narednim poglavljima biće opisani pojedini uzroci povreda na radu u rudnicima magnezita, kao i mere koje je neophodno preduzimati da bi se smanjio broj povreda.

## Analiza povreda po mestima i uzrocima

Već je naglašeno da u svim rudnicima magnezita nisu kompletirane službe zaštite, kao ni potpuno praćenje povreda na radu po radnim mestima, izvorima i uzrocima, smenama i danima, itd. U tom pogledu najviše je urađeno u Rudniku magnezita „Šumadija“, koji je najveći proizvođač žičnih magnezita čija se cela proizvodnja obavlja jamskim kopom (u više jamskih pogona). Zato će se podaci o povredama na ovom rudniku koristiti za dalja razmatranja njihovih uzoraka.

Kod praćenja povreda na ovome rudniku posebno se evidentiraju i analiziraju povrede u jami, a posebno na spoljnim prometima. Interesantno je pogledati kako se kreće odnos broja povreda u jami prema broju povreda na spoljnjem prometu.

U tablici 1 prikazano je procentualno učešće broja povreda u Rudniku magnezita „Šumadija“ za nekoliko godina.

Tablica 1

Godina	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.
Ukupno (%)	100	100	100	100	100	100	100
Jama (%)	62	53	63	49	59	70	62
Spolja (%)	38	47	37	51	41	30	38

Iz ovog tabličnog pregleda proizilazi da u 1967. godini u ovom rudniku, od ukupnog broja jamskih povreda, preko 44% otpada na povrede do kojih je došlo na otkopavanju rude (na otkopima).

Preko 36% povreda, u istom periodu, otpada na povrede prilikom transporta u jami, dok ostali broj povreda (20% od ukupnog broja) otpada na sva ostala radna mesta u jami.

Posmatrajući podatke navedene u tablici 1 i podatke iz 1967. godine po mestima povreda, mogu se sa sigurnošću izvući sledeći zaključci:

- da se na rudnicima magnezita, gde se vrši jamska eksploatacija (svi žični magneziti) najveći broj povreda tj. oko 60% dešava u jami, a oko 40% u spoljnjem prometu,

- da od ukupnog broja povreda u jami najviše otpada na povrede na otkopima, a zatim na transportu.

U tablici 2 dati su podaci o broju teških telesnih povreda u rudniku magnezita „Šumadija“ za nekoliko poslednjih godina.

Tablica 2

Godina	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.
Ukupno (%)	100	100	100	100	100	100	100
Jama (%)	100	—	100	40	80	75	72
Spolja (%)	00	—	00	60	20	25	28

Iz tablice 2 se vidi, a logično je i očekivati, da od ukupnog broja teških povreda na rudnicima sa jamskom eksploatacijom najveći procenat otpada na jamu.

U ovoj kratkoj analizi uzeti su u obzir podaci za rudnik „Šumadiju“ zato što se u tom rudniku za jedan duži period vode uredno podaci koji se mogu uzeti kao verodostojni. S druge strane, posmatrajući podatke i uslove rada, može se sa sigurnošću tvrditi da je slična situacija na ostalim rudnicima žičnih magnezita.

Prema tome, navedeni podaci mogu u potpunosti da nam posluže za dalju detaljniju

analizu. Ova analiza treba da se usmeri najpre na ona mesta, gde dolazi do najvećeg broja povreda, a u konkretnom slučaju to su jamski radovi na otkopavanju i transportu.

U narednom poglavljju biće razmatrana problematika smanjenja povreda na otkopima, pošto je, kako se iz prethodnih izlaganja vidi, procentualno najveći broj povreda na tim mestima.

#### Analiza uzroka povređivanja i mogućnosti smanjenja istih na otkopnim radilištima

Pošto do najvećeg broja povreda dolazi u jami na otkopnim radilištima, to analizu uzroka treba početi od ove problematike. Analizirajući karakter i uzroke povreda na otkopnim radilištima u rudnicima magnezita može se konstatovati da su najčešće povrede prouzrokovane padom manjih ili većih blokova. Dalja ispitivanja pokazuju da se blokovi najčešće odvajaju iz krovinskog dela otkopa, zatim iz podinskog i konačno iz samog stropa otkopa.

Učestalost odvajanja blokova na otkopu je različita, što uglavnom zavisi od uslova radne sredine, odnosno stanja krovine, podine i kompaktnosti same rudne žice. Ovi uslovi su doista različiti u pojedinim rudnicima i jamama. Dok su u rudniku „Goles“ na glavnoj rudnoj žici krovina i podina, kao i sama rudna žica, vrlo kompaktni i vrlo je redak slučaj pada blokova dotele ima, u nekim drugim jamama, i žica (Brezak, Milićevci, Divčibare) sa vrlo nestabilnim — mekanim pratećim stenama, pa i rudom magnezita, gde vrlo često dolazi do odvajanja manjih ili većih blokova.

Radni uslovi kakvi su na glavnoj žici u rudniku „Goleš“ su jedinstveni i vrlo retki u rudnicima magnezita, dok su ovi drugi uslovi redovna i vrlo česta pojava.

Ranije smo već naveli da se ustalilo mišljenje, s obzirom da su opasnosti od kolektivnih nesreća male, da se u rudnicima magnezita ne moraju preduzimati opreznije zaštitne mere. Ovome je svakako doprinela i činjenica da je do pre 4—5 godina u rudnicima magnezita u našoj zemlji radio vrlo mali broj rudsarskih inženjera, koji bi stručno analizirali i sagledavali opasnosti pri radu.

Međutim, u poslednje vreme na stručnom sprovođenju zaštite se radi sve više. Pošto su

radni uslovi na samim otkopima vrlo različiti — od vrlo povoljnih (Goleš), do vrlo nesigurnih (Brezak, Milićevci) — to otežava stručnom nadzornom osoblju blagovremenu i na pravom mestu primenu odgovarajućih zaštitnih mera. Zbog takvih uslova na pojedinih otkopnim radilištima praktično nije potrebno nikakvo osiguranje podgrađivanjem, dok je na drugim potrebno potpuno podgrađivanje. Da bi se pravovremeno sprovedla odgovarajuća zaštita potrebno je izvršiti sledeće radove.

#### Ispitivanje fizičko-mehaničkih osobina prateće krovine i podine kao i same rude

Da bi blagovremeno mogli utvrditi kakvo osiguranje na otkopima treba preduzeti neophodno je, već kod izvođenja pripremnih radova, uzeti dovoljan broj uzoraka krovinskog i podinskog serpentina, kao i rude magnezita. Na uzorcima izvršiti određena ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina, čiji će podaci biti dovoljni za preduzimanje mera za osiguranje otkopa. Mali broj ispitivanja, koji je do sada vršen pokazuje da je dovoljno ispitati čvrstoču dovoljnog broja uzoraka.

U praksi se, naime, pokazalo da su, ako prateće stene — odnosno neposredni podinski i krovinski serpentini imaju čvrstoču 450—500 kg/cm<sup>2</sup>, a magnezitna ruda 700—900 kg/cm<sup>2</sup>, a na otkopima nema većih prelomnica, uslovi na otkopu zadovoljavajući i da skoro uopšte nije potrebno podgrađivanje. U ovakvim slučajevima postavlja se po nekoliko samostalnih stupaca uz samu otkopnu stepenicu.

Ukoliko pak, vrednosti za čvrstoču padaju ispod navedenih neophodno je primeniti odgovarajući sigurniji način podgrađivanja.

#### Kartiranje istražnih i pripremnih radova

Kod eksploatacije i otvaranja rudnika magnezita kartiranje su do sada vršile geološke službe samo prilikom izvođenja istražnih radova i obračuna rudnih rezervi. Samo kartiranje nije bilo upotpunjeno detaljnim podacima mikro-tektonike, već se, uglavnom, odnosilo na moćnost žice po horizontima, pad, pružanje, zaliđeganje po dubini itd.

Praksa je međutim, pokazala da je angažovanje geoloških službi na kartiranju — snimanju jamskih radova neophodno u daleko većem obimu. Već počev od snimanja istra-

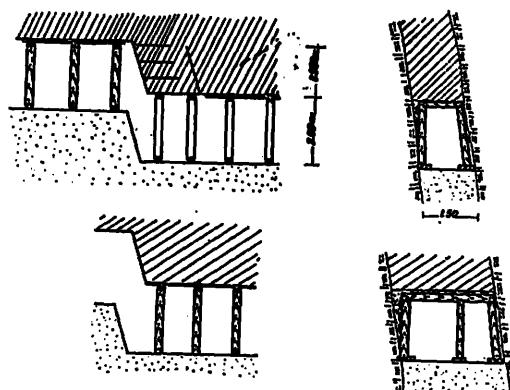
žnih radova, a zatim i kod izvođenja pripremnih radova potrebno je da geološke službe obrate više pažnje evidentiranju pukotina i kliznih ravni — manjeg i većeg obima. Isto tako, neophodno je redovno praćenje faze otkopavanja, što danas nije slučaj.

Pošto već svaki rudnik magnezita ima formiranu takvu službu, to je samo potrebno veće angažovanje postojećih geoloških službi po rudnicima i proširenje njihovog rada.

Na osnovu ovako pripremljenih podataka u toku istraživanja i pripreme, kao i u toku otkopavanja odabira se način osiguranja radilišta na otkopima od pada blokova. S obzirom na čvrstoču i kompaktnost stena i rudne žice osiguranje se može izvršiti na nekoliko načina koji se u daljem izlaganju pojedinačno razmatraju.

#### Osiguranje radilišta kod vrlo mekih pratećih stena i nekompaktne rudne žice

Očigledno je, da je ovo najnepovoljniji slučaj u pogledu sigurnosti otkopa. Međutim, to nije redak slučaj u eksploataciji žičnih magnezita. U takvim slučajevima otkopne stepenice, odnosno otkopna radilišta moraju biti u potpunosti osigurana podgradom. Sistem pograde dat je na slici 1.



Sl. 1 — Podgrađivanje otkopa kod vrlo mekih pratećih stena i nekompaktne rudne žice  
Abb. 1 — Abbauausbau bei weichem Nebengestein und einem nicht kompakten Gang

S obzirom da postoji stalna opasnost odvajanja većih i manjih blokova bilo iz krovine, podine i rudne žice, podgrađivanje mora biti kontinuirano. Podgrada mora najčešće biti izrađena na zub, i dobrim delom založena tanjim polutkama ili cepanom gradićem.

Ovako se podgradije kada je moćnost žice magnezita do 2,0 m. Međutim, u praksi je vrlo redak slučaj da rudna žica prelazi ovu moćnost i da je meka, odnosno da krov otkopa nije siguran. I tokom slučaja treba osiguranje izvesti odgovarajućom sigurnijom podgradom.

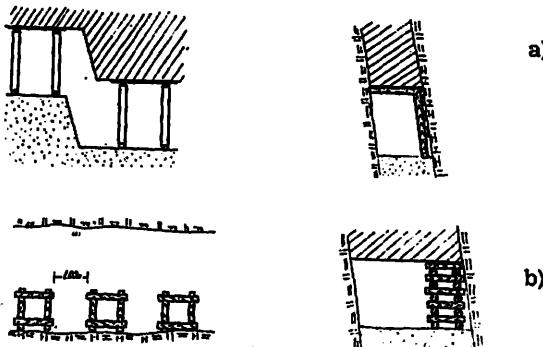
Na slici 1b prikazano je ojačavanje grede dodatnim stupcima čiji broj zavisi od širine otkopa, odnosno moćnosti rudne žice.

Činjenica je, da ovako osiguravanje otkopa poskupljuje proizvodnju, ali je zato osiguranje potpuno. S druge strane, međutim, jednom postavljena grada može se u potpunosti koristiti više puta.

#### Osiguranje otkopnog radilišta kada je mek samo krovinski deo pratećih stena

Ovakvi uslovi su na otkopima u rudnicima magnezita takođe česti. Problematika osiguranja otkopa podgrađivanjem se deli u dva slučaja. I ovde na problematiku prvenstveno utiče širina otkopa, odnosno moćnost rudne žice. Kod moćnosti rudne žice do 2,0 m osiguranje otkopnog radilišta vrši se poluokvirima (slika 2a).

Kod moćnosti rudne žice preko 2,0 m osiguranje otkopa se vrši prema krovini pomoću drvenih slogova (slika 2b).



Sl. 2 — Podgrađivanje otkopa kod deblijne rudne žice do 2 metra poluokvirima (sl. 2a), a preko 2 m pomoću drvenih slogova (sl. 2b)

Abb. 2 — Abbauausbau bei einer Gangmächtigkeit bis 2 m mit Halbtürstücken (Abb. 2a) und über 2 m mit Hilfe von Holzpfählen (Abb. 2b)

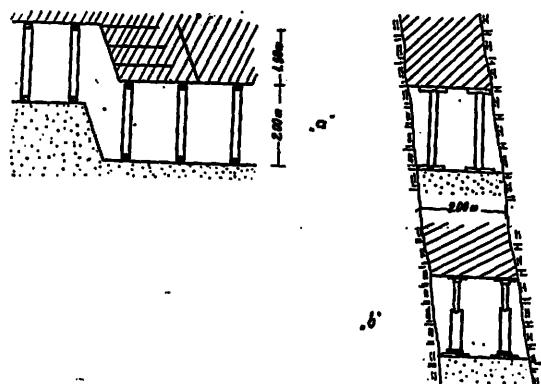
I kod ovog slučaja je očigledno da se osiguranjem radilišta podgrađivanjem opterećuje cena koštanja i ako se grada, skoro u potpunosti, može koristiti više puta. Međutim, takođe je činjenica da se, kod selektivnog otkopavanja, mora primenjivati ovako osiguranje koje se sada vrši skoro u svim rudnicima magnezita.

#### Osiguranje otkopnog radilišta u slučaju čvrstih pratećih stena i nekompaktnе rude

I ako ovakav slučaj nije čest kod eksploatacije magnezitne rude, ipak se u praksi javljuje. U takvoj situaciji osigurava se samo strop otkopa pomoću dovoljnog broja samostalnih stojki. Stojke mogu biti od grade sa drvenim podmetaćima pri krovu i na zasipu. Posebna pažnja se mora obratiti kod same otkopne stepenice. Ovde se mora miniranje i podgrađivanje prilagoditi uslovima i stanju rudne žice. Na slici 3a prikazan je detalj stepenice u fazi bušenja minskih bušotina.

U ovakvim radnim uslovima na otkopu je moguća i primena čeličnih stupaca. Takva ispitivanja su vršena u rudniku magnezita „Šumadija“. I za čelične stupce je potrebno ubaciti drvene podmetače u krovu i na zasipu. U krovu je potrebno ubaciti kraće podmetače od meke (čamove) grade.

Na slici 3b je prikazan detalj otkopa sa podgrađivanjem čeličnim stupcima.



Sl. 3 — Podgrađivanje otkopa kod čvrstih pratećih stena i nekompaktnе rude pomoću drvenih stojki (sl. 3a) i pomoću čeličnih stupaca (sl. 3b)

Abb. 3 — Abbauausbau beim festen Nebengestein und nicht kompaktem Gangmineral mit Holzstempeln (Abb. 3a) und mit Stahlstempeln (Abb. 3b)

Broj drvenih ili čeličnih stojki se određuje, za svaki slučaj, prema konkretnim uslovima, odnosno prema stepenu čvrstoće i kompaktnosti rudne žice na otkopu.

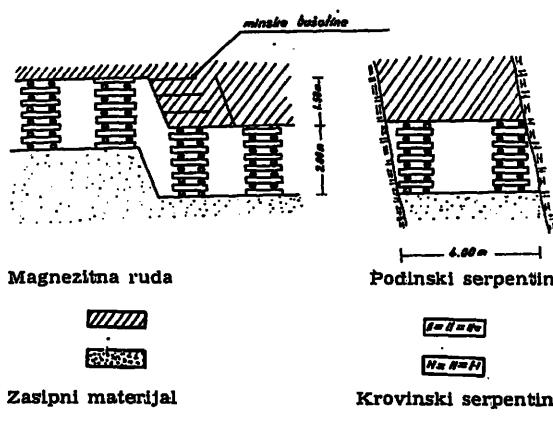
#### Osiguranje otkopa u slučaju kada je žica magnezita ispresecana većim brojem tektonskih pukotina manjeg i većeg obima

Nije retka pojava da su žice magnezita ispresecane manjim pukotinama, a ponegde i većim pukotinama u samoj židi. Ovakve pukotine su obično zapunjene finim sitnim

materijalom, ponajviše mekim — u vidu ilovače. Ovakvo stanje na otkopu dovodi do opasnosti odvajanja i pada blokova rude na radilište, ovo tim pre što se zadizanjem otkopne stepenice i miniranjem još više pospešuje odvajanje većih blokova.

Osiguranje otkopa građom i stojkama, kao u ranijim slučajevima, u ovom slučaju nije preporučljivo.

Da bi se obezbedio siguran rad na radilištu, otkop treba podgradićati drvenim slogovima. Kako otkopna stepenica napreduje, tako se i slogovi premeštaju na zasipu. Potrebno je naglasiti, da su navedeni radni uslovi najčešće na magnezitnim rudnim žicama veće moćnosti, odnosno veće širine otkopa. To omogućuje lakši raspored slogova i manipulaciju na otkopu. Na slici 4 prikazan je detalj otkopa sa navedenim radnim uslovima.



Sl. 4 — Osiguranje otkopa pomoću drvenih slogova  
Abb. 4 — Abbauausbau mit Holzpfellern

Broj slogova i njihov raspored određuje se za svaki konkretni slučaj posebno. Kretanje ljudi na otkopu i transport obavlja se između redova slogova, ili između čvrste podine i reda slogova.

#### Organizacija službe HTZ

Već je spomenuto da u mnogim rudnicima magnezita ne postoje i da se ne prate svi potrebni podaci u vezi sa povredama na rudniku. Ovo nije bez razloga. Malo je rudnika magnezita, koji imaju formiranu službu zaštite prema intencijama zakona. Obično se, još uvek, za tu službu odredi jedan radnik sa nadzorničkom školom ili tehničar da bi se delimično udovoljilo propisima, ali se time ne rešava problem.

S druge strane i ta zadužena lica nemaju u praksi, nikakvih ovlašćenja niti mogućnosti za efikasno delovanje u pogledu preventivne, već samo delimično vode evidenciju.

Takva organizacija službe zaštite ne može da sa uspjehom rešava problematiku zaštite na radu, niti može punopravno uticati na operativu u pogledu preduzimanja mera. Ovde je interesantno navesti podatak, da je u rudnicima magnezita zaposleno preko 30 rudarskih inženjera, a da je svega 1 određen za službu zaštite.

Ovakvo stanje u službi zaštite prvenstveno proizilazi iz dva razloga:

— Još uvek se smatra da kod eksploracije magnezitne rude ne postoje veće opasnosti za unesrećenje, ili bar ni približne onim opasnostima koje postoje u rudnicima uglja ili u većim rudnicima metala. Ovome doprinosi činjenica da je proizvodnja magnezita prilično usitnjena — kod žičnih magnezita i po kapacitetima znatno zaostaje za proizvodnjom rudnika uglja i rudnika metala. S druge strane, ne postoje opasnosti eksplozivnih i štetnih gasova, kao ni požara većih razmara, pa su opasnosti od nesreća daleko manje nego u pomenutim rudnicima.

Duže vremena usitnjena proizvodnja po rudnicima magnezita uslovjavala je nisku akumulaciju, pa su se svi stručni kadrovi direktno angažovali u proizvodnji. Služba zaštite se smatrala neproduktivnom službom, pa joj se takvo mesto davalno i u pravilnicima o nagradivanju itd. Ovo je svakako imalo za posledicu izbegavanje inženjerskog kadra da radi u ovoj službi.

Poslednjih godina rudnici magnezita se jače razvijaju, a paralelno sa tim sve ozbiljnije se rešava i pitanje službe zaštite.

Na kraju ovog kraćeg razmatranja i analize povreda na radu u rudnicima magnezita može se sa sigurnošću tvrditi, da će prilažeње — na predloženi način — sigurno pozitivno uticati na smanjenje broja povreda na otkopnim radilištima u jamama ovih rudnika.

U ovom radu je data skraćena analiza povreda i predlog određenih rešenja za osiguranje otkopnih radilišta, jer je broj povreda procentualno najveći baš na ovim radilištima. Međutim, iz analize se takođe vidi da posle broja povreda na otkopima najveći broj otpada na povrede pri transportu u jami koje će biti analizirane u potrebnom napisu.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Möglichkeiten der Herabsetzung der Arbeitsunfälle in den Magnesitbergwerken

Dipl. Ing. M. Lasic\*)

In diesem Aufsatz wurde eine kurz gefasste Analyse der Arbeitsunfälle und ein Vorschlag zur Lösung der Sicherung von Abbauräumen gegeben weil die Unfallzahl prozentuel am grössten beim Abbau ist. Aus der Analyse ist auch zu ersehen, dass nächst höchste Unfallziffer auf die Grubenförderung entfällt, was in dem nächsten Aufsatz analysiert wird.

## Opasnosti i mere zaštite od manganizma u rudarstvu

Prof. dr Dragan Stanković

### Uvod

U proučavanju štetnih efekata mangano-vih jedinjenja na organizam čoveka, a naročito u naučnom razradivanju preventivnih mera za sprečavanje trovanja manganom, neophodno je poznavanje hemijske prirode i toksikoloških karakteristika mangana i njegovih jedinjenja.

U prirodi mangan se ne nalazi u slobodnom stanju već u sastavu raznih minerala. Nalazišta manganove rude su veoma bogata i ona iznose oko 0,08—0,9% celokupne zemljine kore. Među manganovim rudama, za industriju, najveći značaj imaju oksidi — piroluzit ( $MnO_2$ ), manganozit ( $MnO$ ), hausmanit ( $Mn_3O_4$ ), braunit ( $Mn_2O_3$ ) i manganit  $Mn(OH)_2 \cdot MnO_2$ , od manganata-psilomelan i vad i od karbonata — rodokrozit ( $MnCO_3$ ). Pored jedinjenja sa oksidima magnezijuma, gvožđa, kobalta, cinka i bakra, mangan se takođe nalazi i u raznim mineralnim solima

u sulfidima-alabandit i hauzerit, hloridima, fosfatima-triplit i silikatima-tefroit, knebelit i rodonit.

Mangan je skoro stalni pratilec gvozdenih ruda, a u malim količinama nalazi se u mineralnim vodama i u morskoj vodi.

Najveća nalazišta mangana u svetu su u Sovjetskom Savezu — na istočnim obalama Crnog mora, na Kavkazu i kod Nikopolja, gde se nalazi oko 65% ukupnih svetskih rezervi mangana. Bogata su nalazišta manganove rude u Indiji, Brazilu, Kubi, Čileu, Zlatnoj obali, Maroku i Egiptu. Manjim rudnicima mangana raspolažu skoro sve evropske zemlje. U Jugoslaviji su najvažnija nalazišta manganove rude u Čevljaniću-piroluzit i psilomelan, u Car Nebojši kod Kičeva piroluzit, i u Starom trgu kod Trepče rodokrozit. Manganove rude proizvedeno je kod nas 1939. g. — 5.700 tona, a u 1953. godini oko 10.000 tona.

\*) Dipl. Ing. Mihailo Lasic, tehnički direktor preduzeća »Magnohrom«, Kraljevo

## Industrijska upotreba mangana

Mangan se najviše upotrebljava u metalurgiji koja troši preko 90% proizvodnje mangana za izradu manganskih legura. U tehnološkom procesu dobijanja čelika koristi se legura mangana sa gvožđem-feromangan koja sadrži 30 do 80% mangana i ogledalo-sto gvožđe (Spiegeleisen) koja sadrži 9—25% mangana. Pored toga koristi se i legura sili-ko-mangan, koja pored silicijuma i gvožđa sadrži do 30% mangana.

Mangan se još upotrebljava u industriji stakla i boja, u keramici, elektrotehnici i hemijskoj industriji — gde se naročito koristi u proizvodnji anilina i raznih sredstava za konzerviranje drveta, za dezinfekciju i dezodoraciju. Manganov sulfat se upotrebljava kao veštačko đubrivo.

## Toksikološke karakteristike manganovih jedinjenja

Profesionalna oštećenja manganom uglavnom su prouzrokovana manganovim oksidima. Manganovi oksidi nisu rastvorljivi u vodi. Mangan-dioksid delimično se rastvara u želudačnom soku, pri čemu rastvorljivost zavisi od stepena acidnosti soka i dužine kontakta.

Iako su eksperimentalni podaci o toksičnosti manganovih jedinjenja dosta oskudni i neprovereni, smatra se da su niži oksidi mangan — MnO, MnO<sub>2</sub> i MnO<sub>3</sub> toksičniji od viših oksida. Pretpostavlja se da su toksični efekti manganovih oksida zasnovani na oksidativnom dejstvu ovih jedinjenja. Manganova jedinjenja u proizvodnim uslovima mogu izazvati tri vrste oštećenja:

- oboljenje centralnog nervnog sistema sa predilepcionim promenama u striopalidarnom sistemu, čija klinička slika ima karakter postencefalitičkog parkinsonizma pa se i naziva manganski parkinsonizam ili manganicum;

- povećano oboljevanje od pneumonije, čija klinička slika podseća na tešku krupoznu pneumoniju ima relativno visok letalitet;

- promene na plućima u smislu pneumokonioze (mangakonioza).

Tablica 1

### Sadržaj mangana u nekim manganovim rudama

Naziv rude	Sadržaj Mn u %
Manganovi oksidi:	
Piroluzit	63,2
Braunit	64,3
Manganit	62,5
Hausmanit	72,0
Manganati:	
Psilomelan	45—60
Vad	5—15
Mangan-karbonat:	
Rodokrozit	47—48

### Opasnosti od manganizma u rudnicima

Prvi objavljeni podaci o profesionalnom oštećenju manganom potiču od engleskog farmakologa John-a Couper-a, koji je 1837. godine kod radnika koji su radili na usitnjavanju manganove rude piroluzita dao, u stvari, prve opise kliničke slike hroničnog trovanja manganom (1). Ova ispitivanja ostala su, međutim, više decenija potpuno zaboravljena. Godine 1879. Schlockow je opisao tri slučaja sa ekstrapiramidalnim poremećajima kod topioničara cinkove rude koji su u sebi imali veliku količinu mangana (2). Nezavisno od radova Couper-a i Schlockowa, koje vrlo verovatno nije poznavao, V. Jaksch je 1907. godine objavio nekoliko slučajeva »difuznog oštećenja velikog mozga i kičmene moždine«, koja su podsećala na multiplu sklerozu (3). Karakteristično je da su i Schlockow i V. Jaksch, opisujući svoje slučajeve, potpuno odbacivali etiološku ulogu mangana objašnjavajući opisane neurološke simptome nagnim promenama temperature. Tek 1909. godine Embden objavljuje jedan slučaj trovanja manganom u kome, pozivajući se na rad Couper-a, prvi ukazuje da je mangan »nervni otrov« i da je on, u stvari, etiološki faktor nastalih ekstrapiramidalnih poremećaja (4). Od tada pa do početka drugog svetskog rata u svetu je, prema podacima koje daje Baader, objavljeno svega oko 250 slučajeva manganizma (5). Iako nema tačnih podataka o broju objavljenih slučajeva manganizma posle drugog svetskog rata, može se pretpostaviti da se on kreće negde oko

300—350 slučajeva, tako da broj svih dosada objavljenih slučajeva, za koje postoji vero-

hroničnog trovanja mangansom u rudnicima mangana u blizini Sueca (11). Ekspozicija ru-

Podaci o objavljenim slučajevima manganizma

Tablica 2

u nekim rudnicima mangana

Rudnici mangana	Broj ispitanih rudara	Apsolutna vrednost	%	Vrsta rude	Autori
Maroko	740	6	0,88	Vad, psilomelan	Dubreuil
	341	11	3,2	Psiromelan, braunit	Dubreuil
	800	11	1,37	Piroluzit, vad	Dubreuil
	100	0	—	Psilomelan	Rodier
Čile	4500	223	5,0	"	Rodier
	432	64	14,8	Piroluzit	Überall
	83	15	17,6	"	Schüler
Španija	179	—	40	"	Sudzuki
Nemačka	70	10	14	"	Bickert
	67	11	16	"	Fairhall
SAD	34	11	32	"	Fairhall
Mađarska	94	30	32	"	Czobor

dostojna medicinska dokumentacija, verovatno ne prelazi 600 slučajeva.

Veoma je karakteristično, da se u radovima objavljenim do 1935. godine veoma retko sreće pojava manganizma kod rudara u rudnicima mangana. To bi se najverovatnije moglo objasniti manjom ekspozicijom mangana. Manganova ruda se većinom kopa u vlažnom stanju i ranije, dok se pri kopanju pretežno upotrebljavao prosti mehanički alat, uslovi za stvaranje visoko disperzne prašine u rudničkim jamašama bili su relativno mali, pa je prema tome i ekspozicija manganu bila znatno manja. Daleko veću opasnost od profesionalnog trovanja mangansom predstavljali su radovi na usitnjavanju i transportu rude i industrijska primena mangana u metalurgiji, industriji stakla i boja, keramici, elektrotehnici i hemijskoj industriji, što potvrđuje većina slučajeva objavljenih do 1935. godine. Casamajor je, na primer, 1912. objavio 9 slučajeva trovanja mangansom kod radnika koji su radili na električnim separatorima u kojima je u usitnjenoj rudi vršeno odvajanje mangana od gvožđa i drugih minerala (6). Nekoliko desetina pojedinačnih slučajeva trovanja mangansom opisano je u crnoj metalurgiji pri tehnološkom procesu dobijanja čelika i naročito u proizvodnji feromangana (Beintker, Kapp, kod nas Šlezinger i Ivančević; 7, 8, 9, 10).

Od 1936. godine među objavljenim slučajevima trovanja mangansom sreće se sve veći broj obolelih rudara. Godine 1936. Scander i Sallam su objavili 11 slučajeva

dara bila je relativno kratka, svega 3 do 6 meseci. U kliničkoj slici obolelih rudara dominirali su znaci hipomimije sa licem poput maske, povećana nervna razdražljivost, loše raspoloženje, napadi histeričnog smeha — »prisilni smeh«, usporen spastični hod sa retruskijom, otežan nejasan govor i jak tremor raštreñenih prstiju. Pojavu manganizma među rudarima u egipatskim rudnicima mangana Bader dovodi u neposrednu vezu sa upotreboom pneumatskih bušilica pri kopanju rude, jer je upravo kratko vreme posle uvođenja pneumatskih bušilica u više egiptskih rudnika mangana od hroničnog trovanja mangansom obolelo preko 30 rudara (12). Büntner i Lenz su 1937. godine vršili ispitivanja u jednom rudniku mangana, u čijoj je rudi bilo 20% mangana. Od 44 eksponirana rudara kod 11 nađen je parkinsonski tremor, kod 8 — hipomimija, kod 5 — bradikardija, dok je svega jedan pokazivao potpunu kliničku sliku manganizma. Posle 10 godina 40 rudara je umrlo većinom od pneumonije koja je imala veoma težak klinički tok (13).

Dalji podaci o manganizmu, objavljeni u toku drugog svetskog rata, ukazuju na sve veću opasnost od trovanja mangansom kod rudara. Godine 1942. u Čileu su registrovana 64 slučaja hroničnog trovanja mangansom, od kojih najveći deo otpada na rudare u rudniku mangana (14). Još veći broj slučajeva manganizma među rudarima objavljen je posle drugog svetskog rata. Prema podacima Rodiera, u Maroku u od 1951. do 1957.

godine utvrđeno 223 slučaja trovanja manganim, od kojih je samo među rudarima u rudnicima mangana bilo 158 slučajeva (15). Ekspozicija obolelih rudara iznosila je svega 1 do 2 godine. Pri kopanju rude u svim rudničkim jamama upotrebljavane su pneumatske bušilice.

U Sovjetskom Savezu koji raspolaže najvećim rudnicima mangana u svetu, pre drugog svetskog rata nije bilo objavljenih slučajeva trovanja manganim kod rudara (M ač a b e l i — 16). Bilo je, međutim, poznato da rudari i radnici koji rade na mlevenju i transportovanju manganeve rude boluju od teške pneumonije, B a k a r a d z e, 1923., B u b a r e v, 1931. (17, 18). Posle drugog svetskog rata veći broj slučajeva trovanja manganim otkriven je u čeličanama i pri procesima električnog varenja, a u periodu posle 1950. i kod rudara u rudnicima mangana, G r a c i a n s k a, H a v t a s i, 1955. (19, 20).

U Jugoslaviji je do sada objavljen mali broj radova o intoksikaciji manganim. Godine 1939. u tvornici feromangana u Šibeniku obolela je veća grupa radnika sa neurološkim simptomima, za koje se pretpostavljalno da je u pitanju profesionalno trovanje manganim. O ovim slučajevima dali su prikaze Šlezinger, I v a n č e v i Ć i i K a r m i n s k i (9, 10, 21). D o g a n i Beritić su 1953. godine prikazali 10 slučajeva manganizma među radnicima iste tvornice (22). Promene u krvnoj slici kod rudara izloženih mangani proučavali su Kesić, S t a n k o v i Ć , S a v i Ć e v i Ć i Petrović (23, 24). S t a n k o v i Ć i S a v i Ć e v i Ć proučavali su 1960—1963. manganizam u rudniku mangana u Č e v l j a n o v i Ć i m a . Otkrivena su 2 slučaja izraženog manganizma, kod 10 rudara utvrđeno je povišenje tonusa, kod 7 poremećaji u hodu sa retropulzijom i kod 8 hipomimija (25).

#### Dužina profesionalne ekspozicije Rani znaci manganizma

U literaturi se navode različiti podaci u pogledu dužine profesionalne ekspozicije do pojave prvih znakova trovanja manganim. Prema D r i n k e r u, da bi se razvio manganizam potrebna je ekspozicija od 1/2 do 3 meseca. Među ranim znacima autor ističe slabost, pospanost, grčeve, poremećaje u govoru, propulziju i repropulziju (26). C h a r l e s je 1922. godine objavio 3 slučaja trovanja manganim kod radnika zaposlenih na drobljenju i utovaru manganeve rude čija se

ekspozicija kretala od 9 meseci do 3 godine (27). Prema podacima B a a d e r - a, prvi znaci hroničnog trovanja manganim mogu se javiti već pri ekspoziciji od nekoliko meseci. Među ranim znacima najčešće se javljaju klonulost i malaksalost, pospanost, osećaj nesigurnosti u nogama, tremor i promena u rukopisu (28).

L e c l e r c q, u jednom svom radu, koji je specijalno posvećen dijagnostici manganizma, ističe da su rani znaci trovanja manganim najčešće nejasni i neodređeni — glavobolja, osećaj stalnog zamora i laki digestivni poremećaji (29). D a n t i l G a l l e g o je 1935. godine objavio jedan slučaj trovanja manganim kod koga se, posle 6 meseci neprekidne ekspozicije manganovoja prašini, prvo javio osećaj zamora i nesigurnosti u hodu sa retropulzijom (30). M c N a l l y, na osnovu vlastitih zapažanja i prikupljenih podataka iz literature, koji su obuhvatili 113 slučaja trovanja manganim, smatra da se prvi znaci intoksikacije mogu javiti već posle 15 dana, međutim, oboljenje može nastati i posle ekspozicije od 28 godina. Među ranim znacima trovanja manganim ističe lake poremećaje hoda, stalni zamor, lako uzbudivanje i tremor ruke i glave. Prema njegovom mišljenju, pretrage krvi i mokraće za dijagnozu trovanja manganim nemaju većeg značaja (31). B r y a n je 1937. godine objavio jedan slučaj trovanja manganim kod radnika koji je radio na drobljenju manganeve rude. Prvi znaci trovanja javili su se tek posle 8 meseci, u vidu bolova u nogama i astenije, a kasnije se razvila slika izraženog parkinsonizma (32). Na osnovu sopstvenih zapažanja F e i l smatra da se prvi znaci trovanja manganim mogu javiti posle nekoliko meseci, pa čak i posle nekoliko nedelja ekspozicije manganim. Među ranim znacima naročito ističe zamor, asteniju, apatiju, čutljivost i pospanost. Po redovnih simptoma često se javljaju: glavobolja, digestivni poremećaji, hiperhidroza i impotencija (33). M ü l l e r i C h r i s t i a e n s su 1939. godine opisali jedan slučaj hroničnog trovanja manganim kod radnika koji je radio svega godinu dana na transportu i mlevenju manganeve rude. Prvi simptomi su se počeli javljati posle 11 meseci sa drhtanjem leve noge i leve ruke i nespretnim pokretima gornjih i donjih ekstremiteta, a kasnije se javio i karakterističan petlov hod (34). D o g a n i Beritić su 1953. godine objavili 10 slučajeva trovanja manganim (22). Najkratča ekspozicija iznosila je 18 meseci, a najduža 12 godina, međutim, svi oboleli radnici

imali su u toku rata duže ili kraće prekide u radu, pa je teško proceniti stvarnu dužinu ekspozicije do pojave prvih znakova oboljenja.

### Individualna osjetljivost

Iako je relativno veliki broj radnika u raznim granama industrije, u rudnicima manganom, pri drobljenju i transportovanju manganove rude izložen manganu, od trovanja manganom, oboleva, u stvari, samo veoma mali broj izloženih radnika — prema proceni nekih autora jedva jedan slučaj na hiljadu eksponiranih radnika. Analizirajući različite faktore, koji mogu uticati na pojavu manganizma mnogi autori ističu veliki značaj individualne osjetljivosti za mangan (Flintzer, Friedet, Hilpert).

Bader, na primer, navodi interesantan slučaj trovanja manganom koje se javilo kod jednog 44-godišnjeg radnika koji je u Hamburškoj luci, od 1926. do 1930., radio na istovrivanju manganove rude (38). Posle prvih znakova oboljenja razvila se tipična slika teškog trovanja manganom sa licem poput mase, poremećajima u hodu i karakterističnim promenama u rukopisu. S obzirom da drugi transportni radnici, koji su u isto vreme radili isti posao, nisu pokazivali znake oštećenja manganom, Bader smatra da je oboleli radnik verovatno imao povećanu osjetljivost prema manganu. Kaffman, Daryl i Coucha su 1942. godine objavili dva slučaja trovanja manganom u rudniku manganom (39). Jedan oboleli rudar imao je 27 godina i bio je izložen prašini mangana 8 meseci, drugi je imao 42 godine i radio isti posao 6 meseci. Iako je u istom rudniku još 200 rudara radio isti posao, čak i sa znatno dužom ekspozicijom, kod ostalih nisu otkriveni znaci trovanja manganom.

### Manganska pneumonija

Među oštećenjima prouzrokovanim manganom posebno mesto zauzima manganska pneumonija. Godine 1921. Brezina je opisao mangansku pneumoniju u jednom mlinu piroluzita, u kome je od 10 zaposlenih radnika, u toku 27 meseci, 5 radnika umrlo od teškog zapaljenja pluća (40). Prema podacima Bakareza, u rudniku mangana Čijatara u Rusiji od 1905. do 1914. godine veliki

broj rudara i transportnih radnika bolovao je od teške pneumonije koja je imala relativno visok letalitet (17). Slične podatke iznosi i Bubarev, koji je u jednom rudniku mangana, na osnovu anamnestičkih podataka, zapazio da je preko 50% rudara bolovalo od pneumonije (18). Bütnér iznosi da je u jednom rudniku piroluzita u Nemačkoj od 1934. do 1937. godine od pneumonije bolovalo 17% rudara, prema 0,54% u kontrolnoj grupi (13). Prema podacima Rodiera, u rudnicima mangana u Maroku je od 1951. do 1957. godine oko 4% rudara bolovalo od pneumonije, čiji je letalitet iznosio skoro 11% (15). Još veće oboljevanje od pneumonije zapaženo je kod radnika zaposlenih u mlinovima manganske rude i naročito u tvornicama manganskih legura. Prema podacima koje iznosi Heinze, u jednoj tvornici manganskih legura u Nemačkoj od 1932. do 1938. godine od pneumonije je bolovao 41 radnik, sa letalitetom od oko 65% (40). Slične podatke iznose i italijanski autori kod radnika zaposlenih u industriji feromangana u Aosti, gde je u periodu od 1935. do 1941. veliki broj radnika bolovao od teške pneumonije, čiji se letalitet krećao do 32% (41).

### Manganokonioze

Rudnici u rudnicima mangana, izloženoj manganovoj prašini, mogu oboleti od pneumokonioze koja se naziva manganokinoza. Kvanchahadze je eksperimentalno izučavao fibrogeno delovanje prašine manganeve rude i čistog mangandioksida. Na osnovu više ogleda utvrdio je, da obe vrste prašine izazivaju u plućima nodularne promene sa pojavama peribronhijalne i perivaskularne fibroze (43). Pigulevskaja je vršila oglede sa prašinom mangandioksida i dobila je izražene sklerotične promene u plućima (44). Mačabeli je 1949. godine izučavao pneumokoniozu u rudnicima mangana i utvrdio je pneumokoniozu kod 59,6% rudara (45). U grupi od 109 ispitanih rudara kod 14 bila je pneumokonioza prvog stepena, kod 32 mangokinoza drugog stepena, a kod 19 mangokinoza trećeg stepena. Kod 7 rudara utvrđena je koniotuberkulzoza. Intenzitet radiografskih promena u smislu manganokinoze neposredno je zavisio od dužine rada u rudničkom oknu. Početni rani oblici mangokinoze otkriveni su kod rudara koji su bili izloženi prašini mangana 2—4 godine.

U radiografskoj slici manganokinoze najčešće se opisuje difuzna plućna fibroza sa simetrično raspoređenim nodularnim promenama u srednjim i donjim partijama pluća i izraženim emfizemom u vrhovima. Veoma je karakteristično prisustvo bronhektatičnih formi.

#### Mere zaštite

##### Tehničke zaštitne mere

Zaštitne mere od manganizma u rudnicima mangana moraju biti usmerene, u prvom redu, na borbu protiv stvaranja prašine. Smanjenje prašine u rudničkoj jami ispod maksimalno dopuštene koncentracije, tehnički predstavlja veoma težak i složen zadatak. Sitna prašina koja se stvara od manganove rude, sa veličinom čestica ispod 2 mikrona, teško se uklanja postojećim metodama, dok čestice ispod 0,1 m dugo lebde u vazduhu u stanju Brown-ovog kretanja. Upotreboom pneumatskih bušilica u rudničkim jamama jako se povećalo stvaranje upravo tih — najsitnijih čestica. Efikasnost postojećih metoda za obaranje jamske prašine je ograničena i skučenim prostorom u jami, koji, u velikoj meri, otežava korišćenje raznih tehničkih uređaja koji se upotrebljavaju u borbi protiv prašine. Stoga se nijedna, do danas poznata metoda, sama za sebe, ne može smatrati potpuno efikasnom i u borbi protiv prašine moraju se kombinovati različite mere tehničke zaštite.

Među najvažnije metode koje sprečavaju stvaranje prašine u rudničkim okнима spada mokri sistem kopanja rude, kvašenje rude, zatim mehanizacija i automatizacija svih radova pri kopanju i transportu i vretenje jamskog prostora — naročito posle otpucavanja. S obzirom da je jedan od glavnih izvora finno-disperzne prašine bušenje pneumatskim bušilicama, osnovne zaštitne mere moraju biti usmerene na borbu protiv stvaranja prašine prilikom bušenja. Na bazi mnogobrojnih istraživanja usavršene su metode mokrog bušenja stene, sa dovođenjem vode pod pritiskom, bočno ili u pravcu osovine bušenja (42). Otvaranje dnevnog kopa i dobijanje rude sa površine zemlje, primenom mehanizacije koju opslužuje relativno mali broj radnika, takođe doprinosi sprečavanju oštećenja manganom.

Koliki je značaj primene tehničkih mera zaštite od prašine pokazuju mnogobrojni po-

daci o oboljevanju radnika u rudnicima manganod od opštih i profesionalnih bolesti. Prema podacima koje daje Mačabeli u SSSR-u — posle drugog svetskog rata, zahvaljujući usavršavanju sistema mokrog bušenja i otvaranju dnevnog kopa sa primenom visokog stepena mehanizacije za dobijanje i transportovanje rude, pojave manganizma i manganokinoze su se, u poslednje vreme, jako smanjile. Klinički izraženih trovanja manganom u tim rudnicima mangana danas praktično nema, a manganokinoze drugog i trećeg stepena su izuzetno retka pojava (46). Ventilacija jamskih prostora i pogona za usitnjavanje rude veoma je važna u prevenciji manganizma i manganokinoza. Cohen navodi interesantan primer jednog proizvodnog pogona za mlevenje manganove rude u Hamburgu u kome je, od 1921. do 1928. godine, otkriven svega jedan slučaj trovanja manganom. Posle tehničkog kvara u ventilaciji koji se duže vremena nije mogao otkloniti, u toku svega nekoliko meseci pojavilo se deset slučajeva manganizma (47).

U cilju zaštite od udisanja manganove prašine rudari treba da koriste respiratore čiji filtri moraju biti efikasni, kako za grubu, tako i za najfiniju prašinu. Za finu prašinu koja se stvara od manganove rude filter se obično pravi od hartije izrađene od specijalne celuloze koja se, u obliku valovite hartije, stavlja u filter-kutiju. Respiratori moraju da imaju rezervne filtre, koje treba, prema uputstvima, češće menjati. Pri nabavci novih respiratora od proizvodača treba zahtevati atest sa podacima o veličini otpora za disanje, koji za filtre koji treba da štite od manganske prašine ne sme da bude veći od 7–10 mm Hg.

Upotreba respiratora je veoma važna u sprečavanju trovanja manganom i manganokinoza, ali se pri tome ne bi smeće zapostavljati osnovne mere zaštite u pravcu sprečavanja stvaranja prašine.

Koncentraciju prašine u jami treba redovno kontrolisati.

#### Medicinska prevencija

S obzirom da je manganizam veoma teško oboljenje koje dovodi do invalidnosti, radnici izloženi udisanju manganove prašine moraju biti pod stalnom lekarskom kontrolom.

Prilikom zapošljavanja novih radnika u rudniku mangana lekar strogo treba da vodi

računa o zdravstvenom stanju. Medicinske kontraindikacije za rad sa manganom predstavljaju sledeća oboljenja:

— organska oboljenja centralnog nervnog sistema, sva psihička oboljenja, oboljenja jetre, nefritis, nefroza i nefrosklerоза, hronični bronhitis, emfizem pluća, bронхијална astma i recidivirajuće pneumonije, izražena neurotska stanja.

Periodične preglede rudara u rudnicima mangana i radnika koji rade na usitnjavanju i separaciji manganove rude treba vršiti najmanje jedanput u šest meseci.

#### Ocena radne sposobnosti

Rami znaci manganizma predstavljaju medicinsku kontraindikaciju za dalji rad s manganom. Vraćanje radnika na staro radno mesto posle oporavka, čak i pri početnim formama intoksikacije, iziskuje krajnju opreznost.

Vodeći računa o težini posledica trovanja manganom i mogućnosti egzarzebacije lica koja su bolovala od hronične intoksikacije manganom ne bi smela raditi poslove na kojima postoji izloženost manganu.

Ako se utvrde sigurni znaci manganskog parkinsonizma, radnika treba uputiti na invalidsku komisiju radi penzionisanja.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Gefahren und Vorsichtsmassnahmeregeln des Manganismus im Bergbau

Dr D. Stanković\*

In dieser Arbeit ist die Gefahr des Manganismus in den Mangangruben, mit besonderer Berücksichtigung auf die Länge der Exposition und die frühzeitigen Vergiftungssymptome, geschildert. In den, vor dem Jahre 1953, veröffentlichten Arbeiten, begegnet man sehr selten Fällen von Manganismus bei Bergarbeitern in Mangangruben, jedoch später, bei immer häufiger werdende Gebrauch von Bohren im Bergbau, kam es zu einer Steigerung der Manganergiftung unter den Bergarbeitern.

Vorsichtsmassnahmeregeln gegen den Manganismus in den Mangangruben, müssen in erster Reihe an den Kampf gegen die Staubbildung gerichtet werden, neben Anwendung von komplexen Methoden der technischen Massnahmeregeln, des feuchten Systems der Mineralgewinnung, des Mechanismus und die Automatisierung der Arbeiten beim Graben und Transportieren des Minerals, sowie auch eine effektive Ventilation der Gruben. Da eine der Hauptquellen des feinen dispersen Staubes das Bohren mit pneumatischen Bohrern ist, müssen die Vorsichtsmassnahmen an den Kampf gegen die Staubbildung während des Bohrens gerichtet werden. Das Aufschliessen von Tagebauen und die Gewinnung des Minerals über Tage mittels der Verwendung der Mechanisation — ist von enormer Bedeutung beim Verhindern des Manganismus.

Bei Anstellung neuer Arbeiter im Manganbergbau müssen die medizinischen Kontraindikationen in der Arbeit mit Mangan streng berücksichtigt werden. Wenigstens einmal in Laufe von 6 Monate müssen periodische ärztliche Untersuchungen der Bergarbeiter durchgeführt werden.

\* Prof. dr Dragan Stanković, Medicinski fakultet — Sarajevo

## Literatura

1. Couper, J., 1837: Brit. Ann. Med. Pharm. — 1, 41.
2. Schloko w, J., 1879: Deutsch. mediz. Wochenztschr. — 5, 208.
3. V. Jaksch, R., 1913: Jama. — 61, 1042.
4. Embden, H., 1909: Deutsche med. Wochenztschr. — 796.
5. Baader, E., 1939: Arch. med. sociale et d'hyg. — 2, 776.
6. Casamajor, L., 1913: Jama. — 60, 646.
7. Beintker, E., 1932: Zentralbl. f. Gewerbehyg. — 9, 207.
8. Kappe, J., 1937: Jour. Ind. Hyg. a. toxic. — 19, 133.
9. Šle zinger, M., 1940: Lij. vjes. — 62, 361.
10. Ivančević, I., 1941: O šibenskom manganižmu, Izvanredna izdanja Instituta za farmakologiju i toksikologiju u Zagrebu. — 1.
11. Scander A., Sallam H. A., J., 1936: Egyptian Med. Assoc. — 19, 57.
12. Baader, E., 1939: Arch. f. Gewerbepath. u. Gewerbehyg. — 9, 477.
13. Bütner, H. E., Lenz, F., 1937: Arch. f. Gewerbepath. u. Gewerbehyg. — 7, 672.
14. Alvarez, J., 1947: Revista Chilena de neuropsiquiatria. — 1, 118.
15. Rodier, J., 1958: Maroc. med. — 37, 395.
16. Mačabeli, M. E., 1948: K voprosu o vlijanii marganca na organizm. Naučnye issledovaniia instituta gig. truda. T. II., Tbilisi.
17. Bakradze, 1923: Gig. truda. — 10, 39.
18. Bubarev, A. S., 1931: Gigenija bezopasnosti i patologija truda. — 6, 85.
19. Gracianskaja, L. N., 1957: Gig. truda i prof. zabol. — 6, 158.
20. Hvatasi, A. A., 1958: Gig. truda i prof. zabol. — 4, 36.
21. Karminski, Đ., 1949: Izvanredna izdanja Farm. Inst. Zagreb, Vol. 5.
22. Dogan, S., Beritić, T., 1953: Arch. Hig. rada. — 2, 139.
23. Kesić, B., 1954: Arch. industr. Hyg. a. occup. Med. — 4, 36.
24. Stanković, D., Savićević, M., Petrović, Lj., 1961: Med. arhiv. — 2, 79.
25. Stanković, D., Savićević, M., 1963: Usmena saopštenja. — Beograd.
26. Drinker, C. K., Shaw, L. A., 1921: Exper. Med. — 33, 77.
27. Charles, J. R., 1922: Neurol. and Psychopath. — 3, 262.
28. Baader, E., 1932: W. Arch. f. Gewerbepathol. u. gew. Hyg. — 4, 1.
29. Leclercq, J., 1934: Arch. f. Gewerbepath. v. Gewerbehyg. — 5, 337.
30. Dantin, G., 1936: J. Clin. y lab. — 28, 136.
31. Mc Nally, W. D., 1935: Indust. Med. — 4, 581.
32. Bryan, A. W., 1937: Arch. f. Neurol. and Psychiat. — 37, 1488.
33. Feil, A., 1953: Presse med. — 90, 1937.
34. Müller, M., Christiaens, L., 1939: Ann. De Med. leg. — 19, 234.
35. Flintzer, H., 1931: Arch. f. Psych. v. Nervenkrank. — 93, 84.
36. Friedel, 1909: München, med. Wochenschr. 56, 681.
37. Hilpert, P., 1929: München med. Wochenschr. — 76, 1359.
38. Baader, E. W., 1932: Zbl. f. gewerbl. Hyg. — 1, 1.
39. Kauffman, M., Dayr, J., Coucha, E., 1942: Revista Medica De Chile. — 70, 892.
40. Heine, W., 1943: Z. Hyg. — 3, 125.
41. Povolari, F., 1947: Med. d. lavoro. — 38, 30.
42. Tkachev, V. V., 1964: Effektivnost protivopyljevih meroprijatij u rudnih šahtah, u knjizi Borba s pyleobrazovanjem na proizvodstve, Izd. Akad. medic. nauk, SSSR — Moskva.
43. Kvancahadze, G. S., 1960: Gig. truda i profzabol. — 7, 30.
44. Pigulevskaia, M. L., 1960: Trudy instituta kraevoy patologii Kazahskoj AN SSR, Alma-Ata. — VIII.
45. Mačabeli, M. E. i sar., 1960: Gig. truda i profzabol. — 4, 72.
46. Mačabeli, M. E. i sar., 1959: Rol' marganca v razvitii pnevmokonioza, Sb. tr. NII gig. truda i profzabol., Tbilisi. — VI.
47. Cohen, G., 1928: Zentralbl. f. d. Neurol. u. Psychiatr. — 50, 155.

# Kompleksnost uticaja prirodnih i tehničkih faktora na nastajanje endogenih jamskih požara u otkopima u Rudnicima mrkog uglja Aleksinae

(sa 15 slika)

Dr ing. Vesimir Veselinović

## Uvod

Eksplotaciono područje Aleksinačkih rudnika mrkog uglja, koje se prostire severno od grada Aleksinca, otvoreno je po celoj dužini sa tri jamska pogona: »Dubrava«, »Morava«, i najseverniji »Logorište«, koji je danas već likvidiran. Kod eksplotacije ugljova su se rudnici stalno sukobljavali sa problemom jamskih endogenih požara, usled kojih je, do danas, izgubljeno 35 ljudskih života i oprema neocenjive vrednosti, a pored toga je oštećeno oko 80 miliona tona ugljenih škriljaca.

U ovom članku pregledno su izloženi svi prirodni faktori vezani sa postankom ugljenog ležišta, koji uslovjavaju prirodnu sklonost uglja samozapljenju, a potom svi organizacioni faktori, naročito u uslovima koji su uticali na čestu pojavu endogenih jamskih požara, do rekonstrukcije jame koja je počela 1960. godine.

## Geologija bazena

Po K. Petkoviću profil aleksinačke produktivne serije je sledeći:

— podinsko-briobalska serija predstavljena crvenim i žutim peščarima i konglomeratima, debljine oko 200 m;

— flišolika serija, prosečne debljine oko 300 m, sastavljena od laporaca, peščara i glinaca i podinskih uljnih škriljaca;

— ugaj;

— krovinska serija sastavljena iz uljnih škriljaca i laporaca.

U krajnjem severnom i južnom delu — krilu bazena pojavljuju se samo podinsko-priobalska i flišolika serija. Produktivna tercijarna (oligo-miocenska) serija leži transgresivno i diskordantno preko kristalastih škriljaca (mikašta i gnajseva) i perma (crvenih peščara).

Glavni ugljeni sloj ima generalni pad prema jugozapadu. Sa povećanjem dubine pad se ublažava i to počev od strmog do blagog pada.

Teren je blago talasast sa strmim stranama prema reci Moravici, a blagim prema Južnoj Moravi. Najviša kota terena je 322 m, a najniža 160 m.

## Tektonika bazena

Tektonika produktivnog aleksinačkog bazena je karakteristična po ubranosti naslaga. Starijim oligocenskim radikalnim rasedanjima moravske kristalaste mase stvoren je deo prostranog gornje-oligocenskog slatkovodnog bazena. Uzrok ovoj intenzivnoj ubranosti su

verovatno donje-miocenski orogeni pokreti za vreme Šavske faze, koji su zahvatili i moravski jezerski bazen. Pritisak je svakako došao od jugoistoka i istoka, od tektonski aktivnih kristalastih škriljaca i tako stvorio veću stisnutu aleksinačku sinklinalu, odvojenu uzanom antiklinalom Rujevice. Istočno krilo ove sinklinale je otkriveno na brežuljcima iznad sela Subotinca i Aleksinca, na desnoj obali Moravice, dok je zapadno krilo pokriveno mlađim naslagama. Istočni deo rujevičke antiklinale je razlomljen uzdužnim rasedima, kojim su dovedeni u vertikalalan položaj slojevi uljnih škriljaca, ugljeni sloj, pa možda i flišna serija. Poprečni rasedi su češći, ali manji i oni se, kako izgleda, u pravcu zapada fleksurno završavaju. Istočno krilo aleksinačke sinklinale je razlomljeno poprečnim rasedima.

Aleksinačka tercijarna kotlina predstavlja jednu uvalu u kristalastom masivu u obliku jaruge. Rudarskim radovima su utvrđene četiri dislokacione zone i to između V i I, I i II, III i IV okna i četvrta dalje na sever. Okno IV predstavlja jednu malu kotlinu koja je sa istočne strane ograničena većim prelomom. Glavne prelomne zone protežu se u pravcu istok-jugoistok i zapad—severozapad. Takođe je utvrđeno da se u bazenu pojavljuju mala boranja i povijanja i sitna učestana rasedanja sloja, kao i razna izjalovanja, kako po padu, tako i po pružanju sloja. Pored izraženih radijalnih poremetaja pojavljuje se čitav niz uzdužnih, poprečnih i diagonalnih rasedanja koja su ležište podešila u blokove.

#### Korisne naslage

U aleksinačkom produktivnom bazenu kao korisne naslage javljaju se mrki ugalj i uljni škriljci.

#### Ugalj

U ugljonosnom bazenu pojavljuje se više ugljenih slojeva, od kojih je eksplorabilan prvi ili glavni sloj. U podinskoj seriji dubinskim bušenjem utvrđeno je više ugljenih slojeva, odnosno proslojaka, debljine oko 1 m. Krovinu glavnog ugljenog sloja čini glavni horizont uljnih škriljaca, a podinu sitnozrni glinoviti peščar. Debljina glavnog ugljenog sloja u južnom delu bazena (I okno — jug pogona »Morava« i V okno »Logorište«) iz-

nosi od 1,7—3,5 m, dok je u ostalom delu bazena od 3,5—20 m debljine, a najčešće — na najvećoj dužini od 4—7 m. U centralnom i severnom delu bazena karakteristična je pojava gasnog uglja skoro po sredini ugljenog sloja, debljine od 0,2—3 m.

U glavnem ugljenom sloju se jasno opažaju ravni raslojavanja, koje su odvojene tankim proslojcima gline i pirita. Samo mestimično se pojavljuje loptasti ugalj, ili kako ga na rudniku zovu »muglasti ugalj«, pri čemu se loptice javljaju usamljene ili u većoj masi u uglju, kada protkane prevlakama pirita ili kalcita. Usled singenetske mineralizacije pojavljuju se u uglju: glinasta supstanca, zatim kalcijum-karbonat i pirit. Epi-genetska mineralizacija raste od juga prema severu.

Ugljonosnost u aleksinačkom bazenu iznosi 5,46 t/m<sup>2</sup>.

Aleksinački ugalj je mrki polusajjni ugalj, izrazito hemijski i fizičko-mehanički nestabilan, što je posledica izrazite endo- i egzoklivaže i drugih osobina uglja, kao i neravnomjerne raspodeljenosti petrografskih mikrolitotipova u ugljenom sloju, a posebno liptobiolita. Velika zastupljenost mikro i makro pršlina je rezultat bogatstva sjajnim ugljem. Zbog ovih svojih osobina ugalj je naklonjen dezintegraciji, tj. lako je drobljiv u sitne komadiće i prašinu, a u vezi sa tim, mnogo je sklon samooksidaciji — u normalnim uslovima.

Po stepenu ugljenifikacije i genetsko-hemijskoj klasifikaciji aleksinački ugalj dolazi u grupu humita višeg stepena ugljenifikacije i ugalj heterogenog sastava koji lako podleže oksidaciji. Osnovna materija od koje je nastao ugaljeni sloj nisu samo drvenasti delovi biljaka, već i pretaloženi, isprani i veoma otporni delovi biljaka. Pri genezi ovog uglja imali su posebnu ulogu aerobni i hipautohton uslovi. Veći deo bazena je alohtonog porekla. Kao čisti humit može se smatrati podinski ugaljeni sloj, a kao čisti liptobiolit gasni ugalj.

#### Uljni škriljci

U krovini ugljenog sloja javljaju se naslage uljnih škriljaca debljine od 30—120 metara. One se takođe javljaju i u podini u debljini 15—40 m na rastojanju 40—70 m od ugljenog sloja. Debljina naslage uljnih škriljaca, kao i ugljenog sloja, povećava se od juga prema severu. Ovo ležište predstavlja

najveće i najznačajnije ležište uljnih škriljaca u našoj zemlji. Škriljci su zapaljivi; u tankim listićima vrlo lako se zapale plamenom šibice. Naslage uljnih škriljaca u krovini su delimično poremećene otkopavanjem ugljenog sloja, a usled njihove zapaljivosti zapaljene od požara u uglju. Zbog toga je u pojedinim delovima bazena dolazilo do njihovog švelovanja i uništenja. Kod mnogih jamskih požara u ovom bazenu istovremeno su goreli ugalj i uljni škriljac. Prilikom zapaljenja škriljaca požari su uzimali veće razmere i teško ih je bilo lokalizovati. Pri razmatranju uzroka požara uglja u Aleksincu mora se uzeti u obzir i zapaljivost uljnih škriljaca.

Sadržaj ulja (bitumija) u škriljcu kreće se od 2—34%, a srednji sadržaj u krovinskoj zoni računa se na 10%. On varira u horizontalnom i vertikalnom smislu, što znači da nije vezan za jedan stratigrafski nivo. Sadržaj ulja je veći neposredno uz ugljeni sloj. Podinska zona uljnih škriljaca još nije istražena, mni je poremećena rudarskim radovima. Toplotna vrednost škriljaca sa 8,6—17,2% ulja iznosi 650—2870 Kcal. Ukupna topotna energija sadržana u škriljcu je 6 puta veća od energije sadržane u uglju u ovom bazenu.

Fizičko-mehaničke osobine uljnih škriljaca pri primeni otkopnih metoda sa zarušavanjem takođe utiču na stvaranje uslova za nastajanje endogenih požara. Zbog teškog zarušavanja uljnih škriljaca ili njihovog zarušavanja u velikim blokovima, kao i zbog naknadnog zarušavanja, povećavaju se otkopni pritisci i drobljenje uglja u stubovima, stvaraju se prazni prostori i šupljine u kojima se akumuliraju voda ili gasovi. U takvim uslovima, a pod uticajem nekontrolisanog pronicanja vetrane struje zapali se u staram radu ugalj i uljni škriljac.

#### Kompleksnost uticaja prirodnih i tehničkih faktora na nastajanje endogenih jamskih požara u otkopima

Proces samozapaljenja uglja u prirodnim uslovima još nije u potpunosti proučen i objašnjen. Molekularni mehanizam reakcija koje nastaju u kontaktu ugljene supstance sa kiseonikom još nije objašnjen, te postoje različita mišljenja o početnom stadijumu samozagrevanja i porasta temperature do 65°C, kao neophodne za hemosorpciju uglja. Uzroci

su različiti — kao i vrednosti sa kojima učestuju pojedini faktori.

Vanredna složenost i šarenilo u pogledu hemijskih, fizičkih i petrografskih svojstava i sastava uglja otežavaju potpunije rešenje problema o sklonosti samozapaljenju raznih ugljeva. »Ugalj kao faktor«, kao gorljiva supstanca u određenim prirodnim uslovima, bez obzira na vrstu i svoje specifične raznovrsne osobine, može postati sklon samooksidaciji i samozapaljenju i dovesti do endogenih jamskih požara. Sklonost uglja ka samozapaljenju ne može se u svim slučajevima povezati sa učestalošću endogenih jamskih požara. Prirodni indeks samozapaljenja uglja, određen po bilo kojoj metodi, ima značaj faktora, koji treba uzimati u obzir pri ocenjivanju opšte sklonosti uglja samozapaljenju i pri projektovanju novih ili proširenju starih objekata. On nema presudni značaj i ulogu kod samozapaljenja u prirodnim uslovima i nastajanja endogenih jamskih požara u rudnicima uglja, jer ima rudnika sa visokim indeksom samozapaljivosti bez požara, kao i obratno. Značajniju ulogu kod procesa samozapaljenja uglja imaju geološke karakteristike ležišta i klimatski uticaji kao prirodni faktori — najčešće presudnu ulogu imaju rudarski faktori, a posebno provetrvanje jama kao tehnički faktor. Specifičnost ležišta i primjena tehnika izvođenja radova i provetrvanja diktiraju vrednost, odnosno veličinu uticaja pojedinih faktora i daju različiti značaj pojedinim faktorima ili grupi faktora u jednom ležištu ili delu ležišta. Pri utvrđivanju uzroka požara u jednom rudniku potrebno je pojedinačno obraditi svaki uzrok i njegovu funkcionalnu zavisnost sa ostalim uzrocima i uticajima i njihovo kompleksno dejstvo.

U daljem izlaganju se iznose najkarakterističniji prirodni i tehnički uticaji na samozagrevanje i samozapaljenje aleksinačkog uglja i njihovo uzajamno dejstvo.

#### Hemijsko-fizički faktori

Sadržaj isparljivih materija (28—39%), vodonika (2,5—3,9%), petrografski sastav uglja i poroznost uglja su u izvesnoj međusobnoj povezanosti. Sve ove komponente u aleksinačkom uglju se dopunjaju i povećavaju njegov stepen sklonosti samozapaljenju.

Sadržaj sumpora od preko 3% i posebno način pojavljivanja pirita i markazita, pred-

stavljaju faktor samozapaljivosti uglja koji, u uzajamnom dejstvu sa drugim faktorima, kao npr. vlažnim ugljem, vlažnim vazduhom, vodom i uz prisustvo umetaka gline u uglju, povećavaju specifičnu površinu uglja i potpomažu njegovo samozapaljenje. Konkrecije pirita, u bilo kom obliku pojavljivanja, potpomažu drobljivost uglja pod dejstvom pritiska. Pojava markazita u klaritu ubrzava oksidacione procese.

Karakteristike ugljenog sloja, litološki sastav pratećih stena, prisustvo anorganskih umetaka u ugljenom sloju i tektonski uslovi u ležištu povećavaju kontaktnu površinu uglja sa kiseonikom iz vazduha i sklonost ka samozapaljenju.

Umerena vlažnost uglja, visoki procenat humusnog gela (11,8—18,0%), sadržaj higroskopske vlage (12,6—14,5%) i ukupne vlage (18,9—21,1%), zatim prisustvo pirita i drugih anorganskih materija i postojanje uslova za hidrataciju intenziviraju izmenu gasova u programu uglja.

Endo- i egzoklivaža, dizjunktivni prelomi, »korozija uglja« i trakasta tekstura, zajedno sa sadržajem vlage u uglju, sadržajem isparljivih delova i mikrotektonikom, a u zavisnosti od petrografskega sastava uglja i karakteristika krovine, povećavaju specifičnu površinu aleksinačkog uglja, njegovu krtost, trošnost i poroznost, odnosno njegovu dezintegriranost i mehaničku nestabilnost i stvaraju pogodnije uslove za samozagrevanje uglja. Zbog velike zastupljenosti pukotina i mikroprsilina i specifičnosti njihovog rastojanja, malog otpora prema drobljenju i niske tvrdoće ugljenog sloja, ovaj ugalj se ubraja u slabe uglicheve lako podložne samozapaljenju (sem gasnog uglja).

#### Faktor — petrografski sastav uglja

Heterogenost petrografskega sastava aleksinačkog uglja koja ga čini trakastim i fino-trakastim, uključenja fuzita u vitritu, izrazita apsorpcijska sposobnost vitrita i klarita i njihova fina protkanost piritom i glinenom supstancom, kao i izrazita klivaža svrstavaju aleksinački »vitritski i klaritski ugalj« u one petrografske ingradijente uglja koji potpomažu oksidacionu moć uglja i njegovu sklonost samozapaljenju.

#### Faktor — atmosferske prilike

Postojanost iste i visoke temperature, kroz duži period u funkciji umerene vlažnosti uglja, postojane i visoke relativne vlažnosti vazduha, visoki afinitet uglja prema vazi, postojani i mineralni barometrijski pritisak, velike dužine dejstva-faktora vremena, gođišnjeg doba i niske provetrvajuće moći jama doprinose učestalosti požara u Aleksincu.

#### Geološki faktori

Prisustvo raznih proslojaka i umetaka u ugljenom sloju, kao npr. pirita, gline, glinastog pečara, pečane laporaste gline, silifikovanog argilita, ugljevitog škriljca, glinastog uglja i škriljave gline, povećava delovanje jamskog i otkopnog pritiska, povećava kontaktnu površinu uglja sa kiseonikom iz vazduha i, u izvesnim slučajevima, uz dejstvo vode, stvara sve uslove za nastajanje pukotinskih požara u jamskim prostorijama.

Hidro-geološke prilike u ovom bazenu omogućavaju umereno i konstantno priticanje vode u aktivne rudarske radove i potpomažu oksidaciju uglja i mineralnih primes (pirita i markazita) i nisko toplotnu reakciju.

Dubina radova (200—400 m), fizičko-mehaničke osobine uglja i pratećih stena, čvrsta krovina i neotporna podina, razni umeci u uglju, konkrecije pirita, tektonika i mikrotektonika, cirkulacija podzemnih i jamskih voda, vremenska neusklađenost pripremnih radova sa otkopavanjem, ikakad nepravilno bušenje i miniranje, slabo i nedovoljno podgradivanje, pregusti pripremni radovi i klimatski uticaji u raznoj funkcionalnoj zavisnosti, potpomagali su deformaciju uglja i stena, narušavali njihovu stabilnost i prouzrokovali jamske pritiske u ovom bazenu. Nastavak zarušaka prvenstveno je vezan za delovanje jamskog pritiska.

Stepen nadimanja, bujanja i raspadanja podine sitnozrnog pečara sa umecima gline, je funkcija jamskog i otkopnog pritiska, hidro-geoloških prilika, odvodnjavanja i sadržaja vlage u vazduhu. Intenzivno dejstvo navedenih faktora izaziva drobljenje susednog ugljenog stuba i pojačava samozagrevanje i samozapaljenje uglja. Ista funkcionalna zavisnost u starom radu, u izvesnim slučajevima, umanjuje mogućnost nastajanja požara jer potpomaže njegovo zaptivljanje.

Učestalost požara kod strmih, srednje debelih i debelih slojeva je veća nego kod blažih i tankih ugljenih slojeva, kao rezultat većeg dejstva cirkulacije voda kroz endogene i egzogene pukotine u ugljenom sloju i dizjunktivne pršlome, termičkog pritiska, veće mogućnosti kratkog spoja vetrenih struja sa spoljnom atmosferom, kao i kratkog spoja kroz stare radeve, izrazitih jamskih i potkopnih pritisaka, veće mogućnosti nastajanja zarušaka i prenosa starih vatri u nove radeve. Izvođenje novih radeva neposredno i ubrzo ispod starih otkopnih polja dovodi do povećanja otkopnih i jamskih pritisaka, posebno pri strmom padu ugljenog sloja, kao i do veće učestalosti požara.

#### Rudarski faktori

Nastajanje jamskog požara funkcionalno je zavisno od sistema razrade po uglju i dubine, pa usled toga, kod jednokrilnog načina pripremanja i otkopavanja revira ili polja i koncentracija otkopavanja u većim dubinama povećava mogućnost nastajanja požara.

Krovinski sistem razrade primenjen pri jako strmom ili vertikalnom ugljenom sloju ima prednost nad sistemom razrade po uglju, međutim zapaljivost uljnih škriljaca umanjuje punu bezbednost od požara.

Podinski sistem razrade, koji je sad najviše primenjen u celom bazenu, pruža najveću požarnu sigurnost. Najopasnija mesta za nastajanje požara su mesta ulaska podinskim prečnikom u ugljeni sloj i uopšte sva presecanja ugljenog sloja zbog stvaranja zarušaka, kao i nejednakomerno ulaženje prečnicima u ugljeni sloj — na raznim horizontima u jednom otkopnom polju.

Kod jednokrilnog načina izvođenja pripremnih radeva i otkopavanja, velika dužina i obim polja, duga izloženost uglja oksidaciji i pritiscima, neposredno otkopavanje ispod nedavno zarušenih otkopa i nezatisnutost starih radeva, omogućuju stvaranje kratkog spoja vetrenih struja i njihov prodor u stari rad.

Jednokrilni način izvođenja pripremnih radeva u pojedinim malim otkopnim poljima zbog kratkog trajanja eksploatacije polja pruža veliku požarnu sigurnost, a pored toga, kada se pojavi požar većeg opsega, celo polje se može brzo i sigurno zatvoriti bez ometanja rada i bez opasnosti u susednom otkopnom

polju. Kod pojave dva ugljena sloja na kratkom rastojanju i istovremenog otkopavanja, povećavaju se otkopni pritisci i mogućnosti kratkih spojeva vetrenih struja, a umanjuje brzina napredovanja i povećava požarna opasnost.

Naizmenično izvođenje pripremnih radeva i otkopavanja u dva revira pruža veću požarnu sigurnost nego kada se istovremeno, u oba revira, izvodi otkopavanje na višim horizontima, a pripremni radevi u niže ležećim delovima ugljenog sloja, jer se u pripremnim radevima stvaraju veliki pritisci zbog neslegnutih otkopa.

Prerano izvršeni pripremni radevi, njihova velika dužina, kao i načinadno produženje otkopne granice, izrada rezervnih otkopnih polja i zakašnjenje izvršenja pripremnih radeva su elementi koji regulišu obim i starost pripremnih radeva, a samim tim i mogućnost delovanja pritisaka, dužinu izloženosti ugljenog sloja samooksidaciji i drugim uticajima kao i učestalost požara.

Cesto presecanje ugljenog sloja u vertikalnom i horizontalnom smislu i veliki broj jamskih prostorija i otkopa na malom prostoru, velika otvorena površina uglja, neracionalno provetravanje, veliki otkopni pritisci, zatim mali ugljeni stubovi do starog rada, izvođenje pripremnih radeva ubrzo posle završenog otkopavanja na višim horizontima, slomovi, kao posledica pritiska i neodgovarajućeg podgrađivanja, nepravilnog bušenja i miniranja i neredovnog održavanja, uzajamnom funkcionalnom zavisnošću povećavali su učestalost jamskih požara u Aleksincu.

Iako su kod nastupnog otkopavanja malim otkopnim poljima, kod podinskog sistema otkopavanja kratki, a otkopno polje se može brzo zatvoriti, ovaj redosled otkopavanja se kod sistema razrade po krovini ili sistemom po uglju u Aleksincu ne može primeniti zbog opasnosti od požara.

Kod odstupnog otkopavanja radevi na dobivanju uglja, udaljuju se od starih radeva i pritisaka zarušenih otkopa, kao i od gasova koji se stvaraju i sakupljaju u starom radu, a i smanjuje nekontrolisano kretanje vazdušne struje u starom radu.

Zato požarna opasnost kod odstupnog otkopavanja zavisi od dužine i veličine polja,

uslova zaledanja ugljenog sloja, metode otkopavanja i sistema provedravanja.

Otkopavanja odozgo na niže pri uslovima zaledanja ugljenog sloja u Aleksincu i primenjenih otkopnih metoda znatno utiče na nastajanje požara u starom radu, spuštanje starih vatri u nove radove, stvaranje recidiva požara i proširenja požara u starom radu.

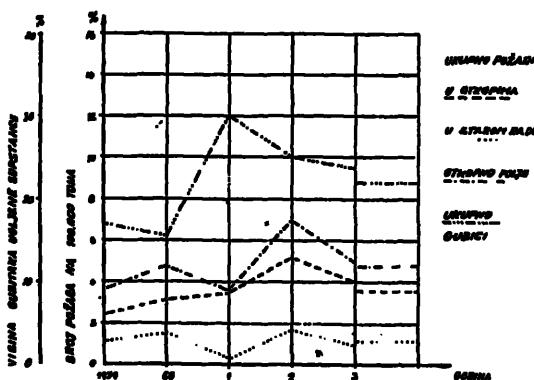
Kako u otkopima, tako i u "starom radu", broj požara po pogonima i raznim godinama nije u skladu sa visinom gubitaka ugljene supstance, kod analize — evidencije broja požara u otkopnom polju u odnosu na ukupne gubitke ugljene supstance ustanovljeno da je kod većih gubitaka ugljene supstance u otkopnom polju, broj požara bio manji i obratno (sl. 1). Ova činjenica ukazuje da je u Aleksincu povećanjem brzine otkopavanja smanjen broj požara. To je ukazivalo i na to da je teži, dugotrajniji, ali ekonomičniji i efikasniji put ka smanjenju broja požara uvođenje prikladnije metode otkopavanja. Gubici ugljene

ugljonoštosti u  $t/m^2$ , menja se i visina gubitaka; sa povećanjem ugljonoštosti povećavaju se gubici ugljene supstance. To povećanje nije jednakomerno već progresivno. Sa povećanjem ugljonoštosti povećava se i broj požara, međutim to se ne sme uzeti kao pravilo, pošto kod nastajanja požara utiče kompleks faktora. Od raznih uslova će zavisiti koji će od tih faktora biti najuticajniji. Najveći broj požara u otkopnom polju u Aleksincu je, kod srednje ugljonoštosti — tj. kod  $5 t/m^2$ , jer je kod te ugljonoštosti i drugih uslova zaledanja sloja najteže izvršiti izbor prikladne metode za otkopavanje celog ugljenog sloja.

Brzina otkopavanja, kao funkcija primenjene otkopne metode i transportnih sredstava, geoloških uslova ležišta, veličine otkopnih polja i drugih — manje uticajnih faktora, je regulator pritisaka i sigurnosti od nastajanja endogenih požara. Ona takođe diktira ekonomičnost rada. Sveži ugaj ima veću moć apsorpcije kiseonika iz vazduha nego izvjeteli.

Brzina otkopavanja u aleksinačkim jama-ma sada iznosi od  $1,3$  —  $1,5 m/dan$ . Do 1949. godine, dok se radiло sa malim brojem mehanizovanih sredstava, napredovanje otkopa je iznosilo oko  $20 m/mesec$ . Manje dubine na kojima su se izvodili radovi i manja koncentracija otkopa, sa takođe manje izrazitim pritiskom, su dozvoljavali da se napreduje do  $20 m$  bez povećane učestalosti požara. Uvođenjem stresaljki i otkopnih grabuljastih transporterata za odvoz, grabuljastih i člankastih transporterata za prevoz i novih izvoznih mašina za izvoz, brzina napredovanja otkopa se povećala na  $30$ — $50 m/mesec$ . Istovremeno su povećane dubine eksploatacije uglja i koncentracija otkopavanja. Otkopni pritisci, u poređenju sa ranijim, su samo neznatno povećani, zahvaljujući povećanoj brzini otkopavanja. Napredovanje otkopa kod širokočelnog otkopavanja ispod  $30 m/mesec$ , a kod uskoplostubnog otkopavanja ispod  $35$ — $40 m/mesec$  (zavisno od varijante otkopne metode) predstavlja požarnu opasnost.

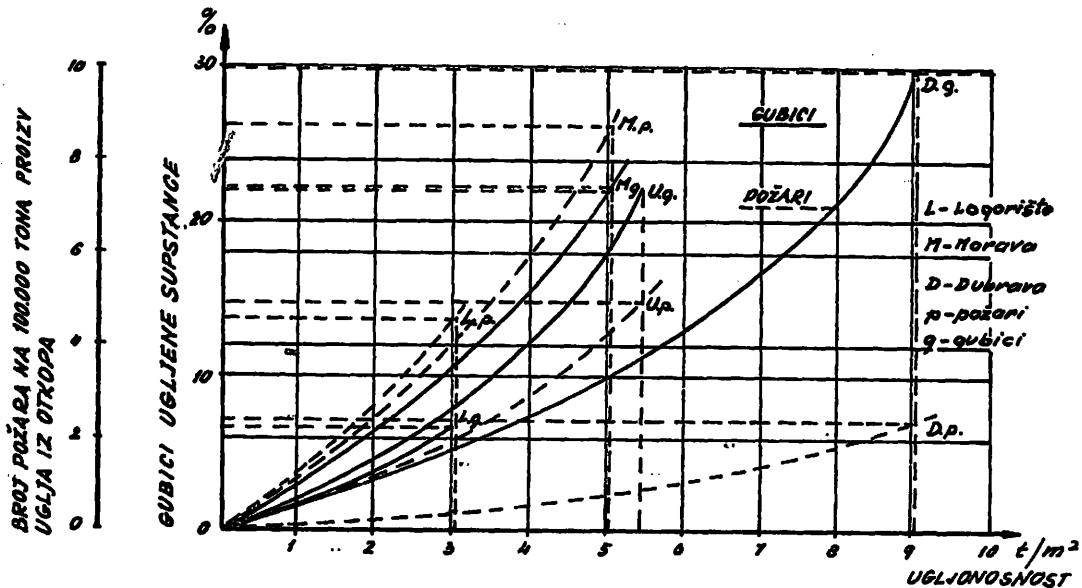
Brzina otkopavanja mora se posebno povećati u tektonski poremećenim zonama, u predelu velikih izjađovljenja sloja, pri otkopavanju novim otkopima ispod starih — nedavno zarušenih otkopa koji se još nisu dovoljno slegli i kod likvidacije jednog otkopnog polja. U svim navedenim slučajevima, kada br-



Sl. 1 — Zavisnost ukupnog broja požara (u otkopima i starom radu) od visine gubitaka ugljene supstance pri otkopavanju u Aleksincu u periodu od 1959—1963. god.  
Abb. 1 — Die Abhängigkeit der Flözbrandgesamtzahl (in den Abbauen und Atem Mann) von Kohlenstoffverlustshöhe beim Abbauen in Aleksinac im Zeitabschnitt 1959—1963.

supstance pri otkopavanju u Aleksincu utiču na nastajanje endogenih požara, ali ne i na njihovu povećanu učestalost. Pošto je uljni škriljac zapaljiv, to visina gubitaka uglja ne diktira obim i dužinu trajanja požara; obim požara može biti veliki, a trajanje i po više godina.

Zavisnost visine gubitaka pri otkopavanju od ugljonoštosti sloja pokazuje nesumnjivu pravilnost (sl. 2). Pri tome ne treba isključiti uticaj primenjene metode otkopavanja. Primenom iste otkopne metode, kod različite ug-



Sl. 2 — Zavisnost gubitaka ugljene supstance pri otkopavanju i broja požara od ugljonosnosti u Aleksincu u periodu od 1959—1963. god.

Abb. 2 — Abhängigkeit der Kohlensubstanzverluste beim Abbau und der Flözbrandanzahl von der Kohlenmächtigkeit im Zeitabschnitt von 1959—1963.

zina otkopavanja nije bila dovoljna, nastajali su požari u ovom bazenu.

Pored već navedenih činilaca brzina otkopavanja zavisi od debljine i pada ugljenog sloja, primenjene otkopne metode, jednako-mernosti visine otkopnih stubova, obima i veličine zarušaka, korišćenja otkopne mehanizacije, transporta uglja, snabdevanja električnom energijom itd.

Kod brzog napredovanja mesta prolaza vazduha i kratkih spojeva se brzo menjaju, te se temperatura ne može povisiti i izvor samozagrevanja zaostaje, pa se ne može pretvoriti u izvor samozapaljenja i požara. Neotkopani i sitan ugalj, zgnječeni stubovi i noge brzo zaostaju u otkopanom prostoru, te su kratko vreme podvrgnuti uticaju kiseonika iz vazduha. Brzim napredovanjem ne daje se mogućnost ni uglju sklonom samozapaljenju da dođe do stanja samozagrevanja. U ovim rudnicima brzo napredovanje je utoliko važnije, jer je ugljeni sloj pretežno strm, čime je mogućnost prenosa vatre iz gornjih — otkopanih horizonata u donje veća. Frema tome, jedan od osnovnih načina borbe protiv nastajanja jamskih požara je brzo napredovanje.

Zastoji u radu za vreme praznika, nedelja, usled prekida dovoda električne energije, zastoji na odvozu, prevozu i izvozu uglja — zbog kvara transportnih mašina, kao i fluktuacija

radnika izazivaju pometnju u radu, a posebno u otkopima i povećavaju mogućnost nastajanja požara.

Neregulisano odvodnjavanje po jamskim prostorijama u uglju, a posebno po vretenim uskopima i sipkama, uz potporažuće dejstvo raznih umetaka u uglju — posle osušenja vode, stvaralo je uslove za nastajanje požara.

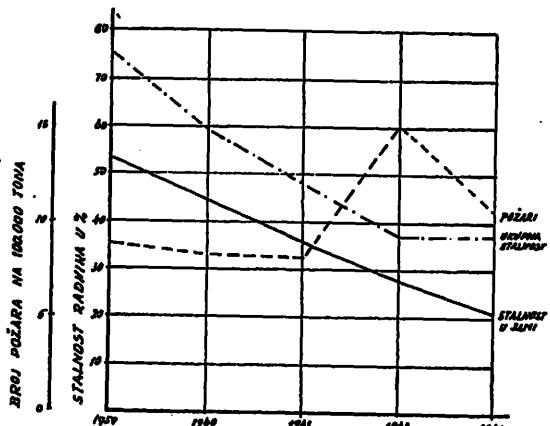
U cilju borbe protiv požara, odnosno borbe protiv stvaranja zarušaka, radi sprečavanja drobljenja uglja u stropu i bokovima, kao i ovlađavanja pritiskom uvedeni su razni načini podgrađivanja, od kojih su nekima postignuti dobri rezultati. Danas se najčešće upotrebljava, u pripremnim radovima, gvozdena lučna popustljiva podgrada saставljena od 5 segmenta. Neposredno pred otkopavanje ona se uklanja i zamjenjuje drvenom podgradom. U otkopima se upotrebljava samo drvena podgrada.

Intenzitet održavanja sada iznosi 7 nadn./100 tona, što predstavlja veliko opterećenje po toni uglja i ukazuje na teške prilike u jamama. Održavanje jamskih radova u letnjim mesecima je dosta neredovno, a katkad potpuno zapušteno zbog nedostatka radne snage i velike fluktuacije. Tada su česte pojave slomova i ruševina po hodnicima, nepodgrađenih delova jame, neredovno zamenjene podgrade i naslaganog uglja po prostorijama.

Nesumnjivo da su navedeni razlozi uzrok većoj učestalosti požara u letnjim mesecima u ovom ugljenom bazenu.

Pri miniranju u otkopima, radi dobijanja većih količina uglja, u izvesnim slučajevima, nekontrolisano su upotrebljavane povećane količine eksploziva pri čemu nije bio redak slučaj da umesto uglja ili zajedno sa njim provali stari rad i time stvori uslove za docnije samozagrevanje uglja. Pri miniranju blokova uljnih škriljaca i gasnog uglja koji su zatvorili otkop i onemogućili dalji rad u njemu, više puta je nepažnjom dovedena stara vatra u otkop.

Stalnost radnika u celom bazenu i na svim radovima, a posebno u jami, u analiziranom periodu, od 1959—1963. godine, stalno je u opadanju. Nedovoljna obučenost i nedovoljno iskustvo novih radnika za jamske poslove remete normalni tok izvođenja i kvalitet radova, što smanjuje protivpožarnu sigurnost. Smanjenjem stalnosti radnika, u jami se povećavao, u prošlosti, broj požara (sl. 3).



Sl. 3 — Zavisnost broja požara od stalnosti rudnika u Aleksincu u periodu od 1959—1963. god.

Abb. 3 — Die Abhängigkeit der Flözbrandanzahl von der Arbeitsdisziplin in Aleksinac im Zeitabschnitt 1959—1963.

Privredne krize, ratne prilike, otežani plasman uglja i neredovno snabdevanje osnovnim potrošnim materijalima u izvesnim slučajevima mogu biti uzrok požara. Rudnik je osetljiv organizam koji zahteva kontinuiranost rada i dalekovidno planiranje. Nagle i neočekivane promene, kao već navedene, dovode su do stvaranja rana u njemu, koje je teško brzo zalečiti. To posebno važi za rudnike sa požarnom opasnošću.

#### Faktori provetrvanja jama

Mala topotna depresija sa kojom su provetrvane jame aleksinačkih rudnika pružala je, kod stanja radova i u uslovima do rekonstrukcije jame, veću sigurnost s obzirom na pojavu požara. Pri velikoj požarnoj depresiji međutim postojala je mogućnost promene pravca vetrenih struja. Izrazito mala topotna depresija u pojedinim periodima, kao predestrožnost od razbuktavanja postojećeg požara nije omogućavala dobro provetrvanje dubokih i razgranatih jama, tako da su vladale visoke temperature koje su potpomagale nastajanje novih požara. Neusklađenost količina vazduha koji se dovodi u jame, sa stvarnim potrebama za razređivanje i odvodnje metana, vlage i prašine, kao i za sniženje temperature, povećava ugroženost od požara i otežava radne uslove. Mala brzina i količina vazduha u otkopima, odnosno provetrvanje difuzijom, potpomaže stvaranje požara u otkopima.

Učestalost ranijih požara u Aleksincu može se takođe objasniti dugogodišnjom primenom centralnog provetrvanja. Razlika u pritiscima vetrenih struja je jedan od osnovnih i najvažnijih razloga za nastajanje jamskih požara. Sada je na pogon „Morava“ sprovedeno dijagonalno provetrvanje. Ono pruža veću požarnu sigurnost od centralnog, jer su vetreni putevi kraći, količina vazduha je konstantna, dejstvo oksidacije uglja i geotermijskog stepena je na manjoj dužini i u kraćem vremenu.

Ekvivalentni otvor jama u Aleksincu iznosi: za pogon „Logorište“ oko  $0,210 \text{ m}^2$ , za pogon „Morava“ oko  $0,450 \text{ m}^2$  i za pogon „Dubrava“ oko  $0,350 \text{ m}^2$ . Prema tome, aleksinačke jame spadaju u tesne jame, jer je  $A < 1 \text{ m}^2$ . Bujice točkova vetrene struje difuzija, kao i „mrtve vetrene zone“ u rudniku su, u svakom slučaju, nepoželjne i svestrano štetne, te se moraju odstraniti postavljanjem vetrenih pregrada i vrata i uvođenjem separatnog provetrvanja. Nepravilnosti u primeni separatnog provetrvanja mogu pogoršati uslove provetrvanja u jami i potpomoći nastajanje endogenih požara.

Primena serijskog provetrvanja u otkopnim poljima u aleksinačkim jama prouzrokovala je obustavljanje radova pri pojavi požara u otkopima, teške klimatske uslove, a

zbog visoke temperature vetrane struje potpomognuto je razviće požara.

Razvođenju, račvanju glavne vetrane struje na pojedina vetrana odeljenja nije dat potreban značaj kroz ceo period rada rudnika. Mala depresija spoljašnjeg i unutrašnjeg sistema provetrvanja sā velikim otporima u aleksinačkim jamama, posebno u ranijem periodu, zatim strmi pad ugljenog sloja, slabo održavanje vetranih puteva i pripustljivost vetranih pregrada i vrata povećavali su opasnost od požara, a pri pojavi požara sa velikom požarnom depresijom, uvek je postojala mogućnost promene pravca vetrane struje sa požarnim gasovima i dimom.

Svaki požar i svaku vrstu požara treba analizirati, pronaći osnovne uzroke njegovog nastajanja, kao i one uzroke koji potpomažu ili sprečavaju njegovo nastajanje. Pri svemu tome, pored uzroka koji su delovali u određenom vremenu, treba znati i one prethodne sa indirektnim uticajem.

Statistički podaci o pojавama požara u Aleksincu obrađeni su tako što su obuhvaćena sva samozapaljenja u rudniku, bez obzira da li je bila potrebna intervencija četa za spasavanje i prijava rudarskom inspektoratu ili nije. Na taj način mogli su se potpunije sagledati uzroci požara i doneti pravilniji sud o njima. Radi toga broj požara u Aleksincu, prividno, izgleda veći nego u drugim rudnicima uglja. Sva dosadašnja proučavanja uzroka jamskih požara u svetu bazirana su samo na ozbiljne slučajeve požara.

Potrebno je napomenuti da je u najnovije vreme nakon rekonstrukcije Jame i svršishodnog rešenja načina podgradivanja jamskih saobraćajnica i kod visoke depresije stvorenog mehaničkom ventilacijom znatno smanjena učestalost požara.

Endogeni jamski požari nanose štete priredi, smanjuju bezbednost radnika, povećavaju fluktuaciju i stvaraju problem dolaženja nove radne snage u rудarstvu, a, uz to, otežavaju napore na povećanju produktivnosti rada. Endogeni jamski požari osim toga, ukazuju na slabe klimatske i otežane radne uslove u jamama.

Povećana proizvodnja, koncentracija i mehanizacija rada u rudnicima uglja i velike količine sitnozrnog uglja, u izvesnom smislu, povećavaju mogućnost nastajanja požara.

Konkurentni izvori energije kao hidroenergija, nafta i najzad atomska energija, pri-

nuđavaju današnje ugljarstvo da primeni sve moguće mere u cilju racionalizacije, koncentracije i mehanizacije svih postupaka pri dobivanju uglja, radi postizanja što veće ekonomičnosti. Pri tome, od posebnog je značaja sprovođenje svih profilaktičkih mera koje treba da posluže ranom otkrivanju oksidacionih procesa i sprečavanju izbijanja požara, a da se, pri tome, ne poremeti normalni tok radova i proizvodnje. Većina naših rudnika mrkog uglja, uključujući tu i Aleksinac, spada u srednje-mehanizovane rudnike, sa potrebom i zahtevom za što većom koncentracijom radova, tako da u njihovim jamama, pri nedovoljnom preduzimanju profilaktičkih mera, svaka pojava požara dovodi do ometanja celokupnog rada u jamama.

#### Metode otkopavanja i njihova požarna opasnost

Pri izboru metode otkopavanja u rudnicima uglja, pored drugih zahteva, mora se uzeti u obzir i zahtev minimalne požarne opasnosti. Pogodan izbor otkopne metode može da svede broj požara na minimum, pa čak i da ih isključi. Otkopna metoda mora da obezbedi pravilno i dobro provetrvanje radilišta, jer baš sistem i način provetrvanja imaju znatan — odnosno najveći uticaj na javu jamskih požara. Manja sklonost uglja samozapaljenju omogućuje širi izbor metode otkopavanja.

Dugi niz godina na ovim rudnicima se otkopavalo komornom metodom, a zatim uskorno-stubnim metodama sa zarušavanjem krovine. Posle oslobođenja vršeni su razni pokušaji uvođenja novih metoda, od kojih se u praksi održalo širokočelno otkopavanje. Četiri osnovne metode sa ukupno primenjenih 16 varijanti nisu uvek sprovedene, u praksi, prema svim zahtevima maksimalne požarne sigurnosti i prema mogućnostima koje su pružale ležišne prilike.

Sadašnja produktivnost otkopa iznosi od 40—100 t/m, prosečna visina otkopnih horizontata 10 m, a prosečna kosa dužina otkopa oko 17 m.

#### Komorno otkopavanje

Po ovoj metodi otkopavalo se, uglavnom, u području današnjih pogona „Dubrava“ i „Morava“. Provetralo se difuzijom. Primjenjivane su dve varijante.

**Prva varijanta.** — Kod veće debeline ugljenog sloja otkopavano je u komorama ispod i iznad gasnog uglja, pri čemu je debeli gasni ugalj služio kao pod gornjim komorama, odnosno kao krov donjim. Ostavljeni su jaki ugljeni stubovi između komora i radilo se bez eksploziva i bez zarušavanja. Godine 1947. ulazio je autor ovog napisa u takve stare radove u području IV okna. Većina jamskih prostorija, pa čak i stari otkopi bili su očuvani i posle 70 godina. Jama je predstavljala pravi labyrin. Mestimično, ali retko, nailazilo se na tragove starih jamskih požara.

Otkopavanje zaostalih ugljenih stubova u ovom području, kao i otkopavanje ispod ovih starih radova (1947. i 1948. godine) iz jame IV okna, dekoncentracija radova, neregulisan provetranje i nemogućnost održavanja — zbog velikog broja jamskih prostorija požarnih pregrada na svim stranama pretvorili su jamu IV okna u ognjište požara.

**Druga varijanta.** — U kasnijem periodu pristupilo se otkopavanju sa upotrebom eksploziva i ostavljanjem malih ugljenih stubova između komora (2—3 m) i zarušavanjem krovine. Velika visina otvorenih otkopa i mala debeljina stubova, zatim čvrsta krovina

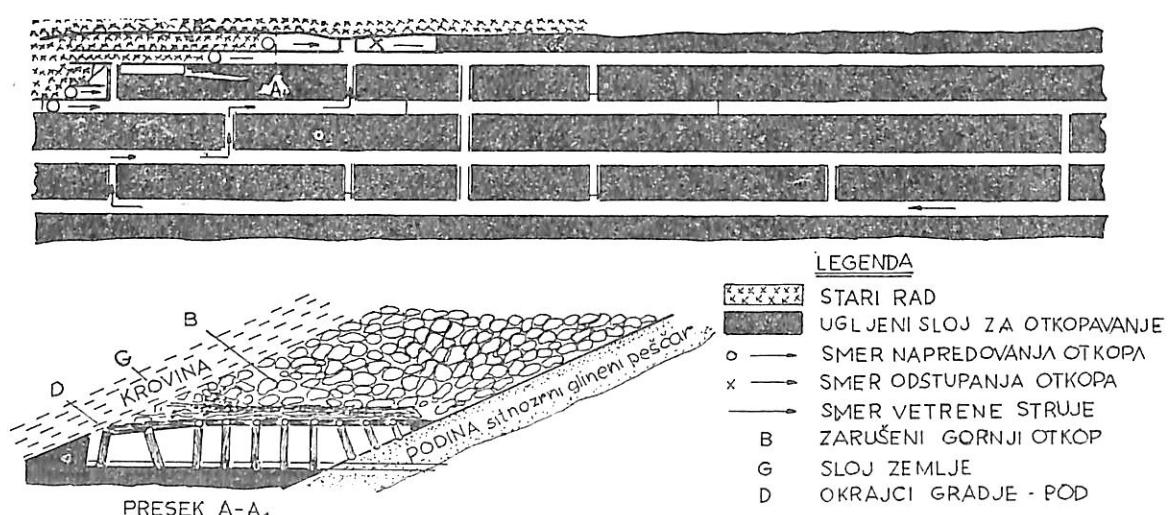
i njeno slabo zarušavanje, izazvali su gnječeњe stubova. Pored toga, mala brzina otkopavanja, oko 10 m/mesec, zbog potpuno manuelnog rada, neregulisani režim provetranja i veza jamskih prostorija sa površinom kroz prolome poplate dovodili su do vrlo čestih požara. Otkopni gubici su iznosili oko 60%.

#### Prečno otkopavanje sa zarušavanjem

Sa ovim načinom ctkopavanja prvi put se pokušalo 1946. godine, ali se ubrzo prekinulo. Pre zarušavanja pod otkopa je oblagan jamskom gradom, okrajcima drveta i daskama. Pri otkopavanju niže ležećeg dela ugljenog sloja ispod poda dolazilo je do prorušavanja starog rada u donje otkope, prenošenja starih vatri iz starih radova gornjih otkopa ili nastajanja novih (sl. 4).

#### Uskopno-stubno otkopavanje sa zarušavanjem

Ova metoda se primenjuje u svim jamama ovog bazena i to u više varijanti koje imaju različiti stepen požarne opasnosti. Ugljeni sloj se ceo odjednom otkopava, sa dva otkopna uskopa istovremeno ili samo sa jednim uskopom. Pored toga, otkopavalo se u dva pojasa — prirodno podeljena gasnim ugljem, i to sa



Sl. 4 — Poprečno otkopavanje sa zarušavanjem.  
Abb. 4 — Querbruchbau.

otkopnim uskopima neposredno iznad i ispod gasnog uglja, ili sa otkopnim uskopima naizmenično iznad i ispod gasnog uglja.

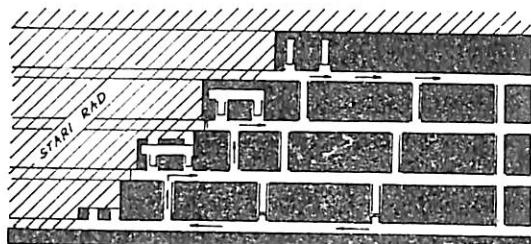
Način izvođenja grube i detaljne pripreme je isti kćd svih navedenih varijanti. U otkopnom polju se izrađuju dva ili tri otkopna hodnika na rastojanju od 30—40 m po padu sloja. Međuhodnici se izrađuju neposredno pred otkopavanje. Gornji otkopni hodnik ne-ma nikakvog spoja sa gornjim starim radom, da bi se sprečilo širenje aktivnih požara iz starog rada u nove pripremne radove. U gruboj pripremi rastojanje između vretenih uskopa iznosi 50—100 m, a u detaljnoj pri-premi se izrađuju neposredno pred otkopima — 10 m ispred njih. Transport uglja otkop-nim prečnicima i otkopnim hodnicima obavlja se grabuljastim transporterima, a takođe i vagonetima. Otkopi se provetrawaju difuzijom, što stvara teške radne uslove, visoku temperaturu uglja i vazduha i visoki procenat vlage u vazduhu.

#### Uskopno-stubno otkopavanje celog sloja sa zarušavanjem (2 otkopna uskopa)

Ovom metodom otkopavanje je u III oknu sloj debljine 5 m i različitog pada. Iz otkopnih hodnika se, uz podinu ugljenog sloja, izrađuju 2 paralelna otkopna uskopa širine 2 m na medusobnom rastojanju od 8 m. Prema gornjem starom radu obavezno se ostavlja stub debljine oko 2 m, da bi se sprečilo nje-govo spuštanje u otkopne uskope (sl. 5). Od levog otkopnog uskopa do bočnog starog rada ostavlja se ugljeni stub širine 2—3 m. Rasto-janje između otkopnih uskopa na pojedinim horizontima iznosi oko 10 m. Sa vrha levog otkopnog uskopa izrađuje se otkopno čelo širine 3 m u levu i u desnu stranu a iz des-nog uskopa samo u levu stranu, zabuše se u ugalj u stropu minske rupe i minira strop. Oboren ugalj se zgrće i na dele po uskopu a potom se zaruši otkopani deo. Pre zarušava-nja, čelo uskopa prema starom radu osigura se jakom podgradom da bi se sprečilo spuštanje odlomljenih blokova krovine iz sta-rog rada u uskop. Na isti način se nastavlja otkopavanje po podu, izradom novog otkop-nog čela tzv. „fronta“ 1,5 m niže. Ukoliko je veća visina ugljenog stuba utoliko se više puta postupa na opisani način. Najzad se pri-

stupa otkopavanju stuba tzv. „noge“ nad ot-kopnim hodnikom, što je više puta teže ili nemoguće zbog jakog otkopnog pritiska. Pri ovom načinu otkopavanja „noge“ ostaju vrlo često neizvadene. Gubici ugljene supstance iznose i do 50%.

Ovom se metodom postiže veća brzina ot-kopavanja nego kod drugih varijanti uskopno — stubnog otkopavanja, ali su gubici pri otkopavanju nešto veći. Zbog istovremenog rada sa 2 otkopna uskopa i obuhvatanja, isto-vremenim otkopavanjem, dužine do 16 m i time otvaranja veće površine, postiže se bolje zarušavanje otkopa.



Sl. 5 — Uskopno stubno otkopavanje celog sloja sa zarušavanjem (2 otkopna uskopa)

Abb. 5 — Der schwebende Pfeilerbruchbau des ganzen Flözes (zwei Abbauaufbrüche)

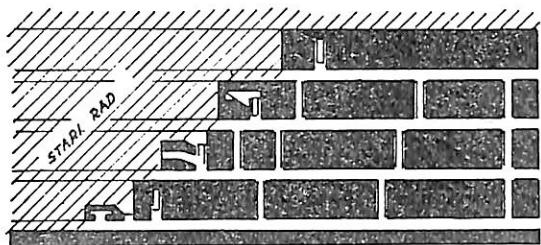
Slabo provetrawanje, zdrobljene „noge“ u starom radu, veliki otkopni pritisak i nepotpuno zarušavanje krovine su glavni uzrok učestalošći požara kod ove varijante uskopno-stubnog otkopavanja, te se ona sada redi primenjuje.

#### Uskopno-stubno otkopavanje celog sloja sa zarušavanjem

##### (1 otkopni uskop)

Ova metoda se od napred opisane metode otkopavanja razlikuje po tome što se umesto 2 otkopna uskopa izrađuje samo jedan i što se iz otkopnog uskopa otkopava samo u jednu stranu, prema bočnom starom radu (sl. 6). U primeni je, na II cknu, u centralnom delu pogona „Morava“, a povremeno i mestimično na drugim pogonima tj. svuda gde se očekuju povećani pritisci i to u tektonskim zonama, u blizini većih preležnica i izjajevljenja sloja, gde se pojavljuju veći umeci jalovine u ug-ljenom sloju, gde je sloj mnogo ispresecan jamskim prostorijama i pre napuštanja po-žarnog polja.

Otkopavanje počinje izradom 2 otkopna uskopa, a zatim se nastavlja izradom samo jednog. Iz otkopnih hodnika po podini ugljenog sloja izrađuje se otkopni uskop širine 2 metra u odstojanju od bočnog starog rada od oko 5 m. Pošto se otkopni hodnici i uopšte sve jamske prostorije izrađuju u gornjem delu ugljenog sloja neposredno uz krovinu, to je kod debljeg ugljenog sloja potrebno najpre izraditi otkopni prečnik do podine i zatim početi otkopni uskop uz podinu. Odstojanje otkopnih uskopa na pojedinim otkopnim hodnicima iznosi oko 5 m. Oboreni ugalj se gravi-



Sl. 6 — Uskopno stubno otkopavanje celog sloja sa zarušavanjem (jedan otkopni uskop)  
Abb. 6 — Der schwebende Pfeilerbruchbau des ganzen Flözes (ein Abbauaufbruch)

tacijski ili zgrtanjem spušta niz uskop. Celokupni postupak na otkopavanju iz jednog otkopnog uskopa traje oko 8 dana. Do uvođenja grabuljastih transporterata postupak na otkopavanju je bio spor i postizana su mesečna napredovanja od 15—25 m, što je uslovljavalo učestalost požara. Sada se postiže napredovanje preko 30 m/mesec, pritisci nisu povećani uprkos rada na većim dubinama i u većini

slučajeva „noge“ se mogu otkopati. Otkopni gubici iznose maksimalno 40%.

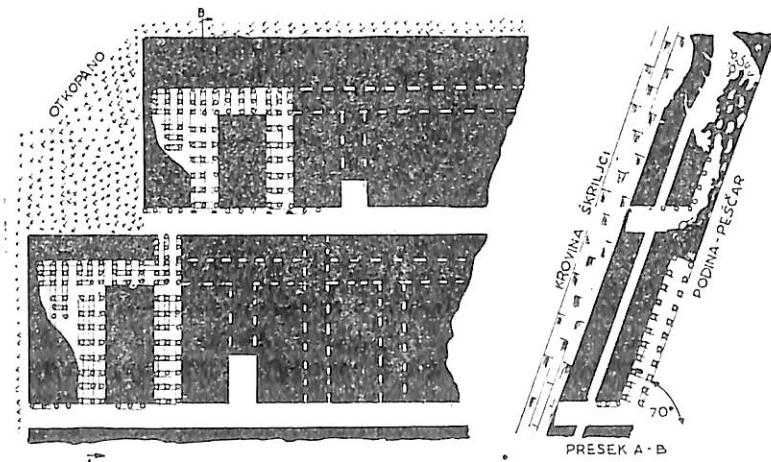
#### Uskopno-stubno otkopavanje celog sloja sa vetrenim spojem otkopa između horizonta, sa zarušavanjem krovine

Kod ove metode provetrvanje direktnom vetrenom strujom je bilo obezbeđeno izradom kratkih kamala-proboja, koji su povezivali otkope na raznim horizontima (sl. 7). Ovaj način provetrvanja nije pružao posebne prednosti, jer su se otkopi mogli provetrvati samo u početnoj fazi otkopavanja, tj. samo kratko vreme, a pored toga gubici vazduha u starom radu su bili veliki. Zato se od tog načina rada i provetrvanja otkopa ubrzalo odustalo. Zbog otkopavanja direktno do starog rada vazduh je prodirao u stari rad pa su požari bili česti.

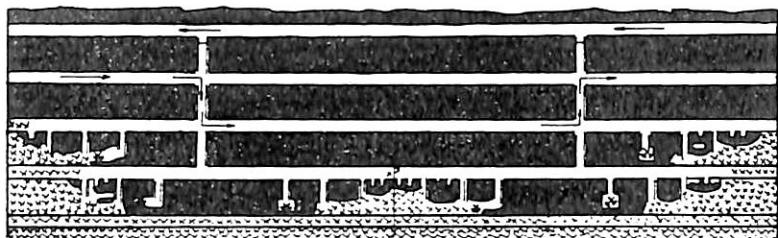
#### Napuštene metode otkopavanja

Zbog potpunosti pregleda — iako s obzirom na specifične montangeološke uslove Aleksinačkih rudnika nemaju značaja za sistematsku i, s obzirom na pojavu jamskog požara, sigurnu eksploataciju uglja, pa su zato napuštene — potrebno je spomenuti još i sledeće metode:

— dvočrknno uskopno stubno otkopavanje u poljima sa dve ili četiri napadne tačke sa zarušavanjem. Kod ove metode, koja je periodično primenjivana — najčešće od 1946—

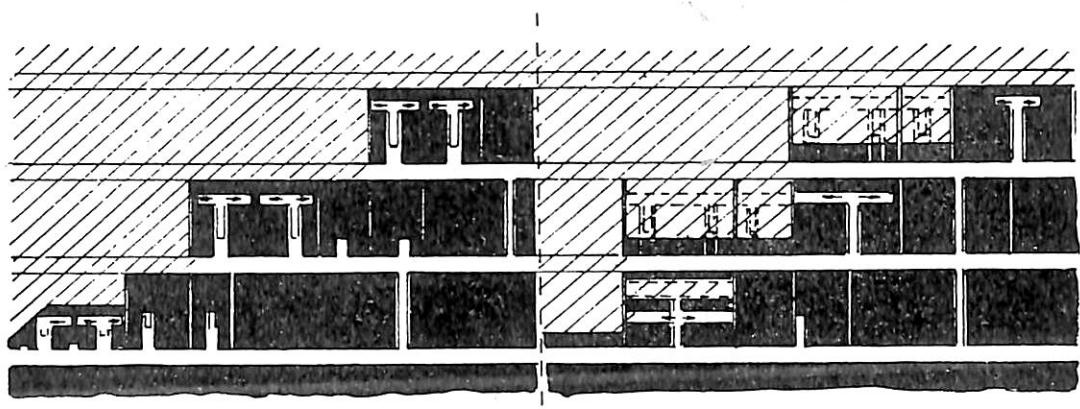


Sl. 7 — Uskopno stubno otkopavanje sa zarušavanjem (stari način otkopavanja)  
Abb. 7 — Der schwedende Pfeilerbruchbau (die alte Abbauweise)



Sl. 8 — Uskopno stubno otkopavanje u poljima sa zarušavanjem od dve ili četiri napadne tačke

Abb. 8 — Der schwebende Pfellerbau mit Bruchfeldern aus zwei oder vier Angriffspunkten

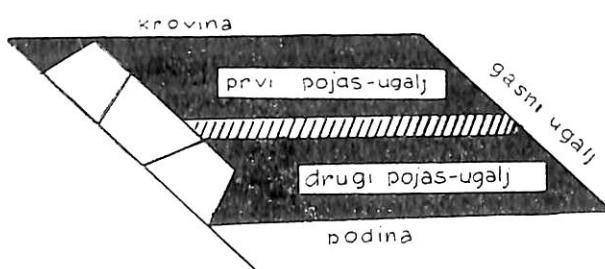


DONJI POJAS - ISPOD GASNOG UGLJA

GORNJI POJAS - IZNAD GASNOG UGLJA

Sl. 9 — Uskopno stubno otkopavanje u 2 pojasa sa zarušavanjem (otkopni uskopi naizmenično ispod i iznad gasnog uglja)

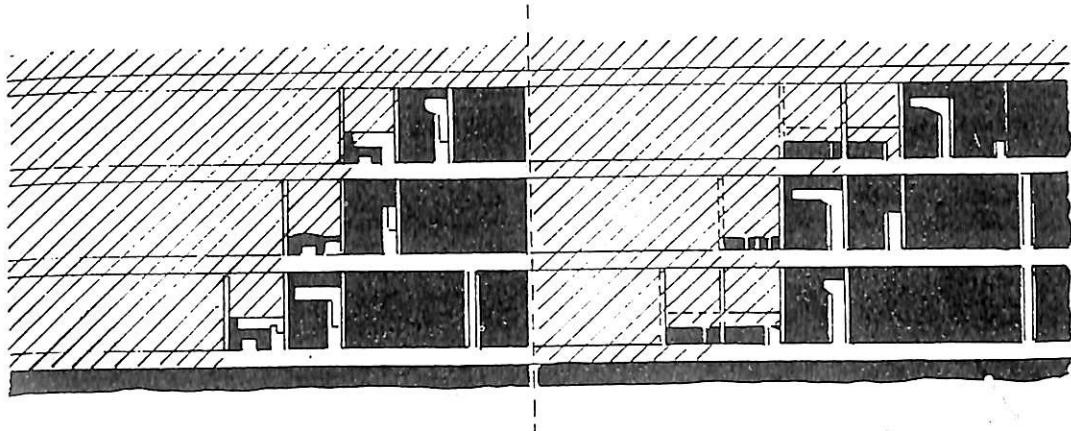
Abb. 9 — Der schwebende Pfelerbruchbau in zwei Scheiben (die Abbauaufbrüche abwechselnd unter- oder oberhalb des Gasflözes)



Sl. 10 — Otkopni uskop iznad i ispod gasnog uglja  
Abb. 10 — Abbauaufbruch oder- und unterhalb des Gasflözes

— 1949. godine kada, zbog posledica drugog svetskog rata, rudnik još nije bio organizaciono-tehnički sređen. Požar se redovno pojavljivao u sredini polja, a otkopni gubici su iznosili do 7,5%.

— Uskopno stubno otkopavanje u dva pojasa sa zaručavanjem (otkopni uskopi naizmenično iznad i ispod gasnog uglja) primenjivano je u oknu IV pri različitom padu ugljenog sloja. Otkopno polje bilo je podeљeno u sekcije dužine po 14 m; sa međusobnim rastojanjem sekacija u pojedinim horizontima od 5 do 10 m. Ovom metodom se je postigao učinak od 4—5 t/nad, a gubitak ugljene supstance iznosio je do 25%. Međutim, otežano savlađivanje pritiska zbog sporog napredovanja otkopavanja i ostavljanja zaštitnih stubova, otežane potpunije zarušavanje zbog velikog utroška grude, slabo provetrvanje i znatni gubici ugljene supstance stvarali su vrlo povoljne uslove za samozapaljivanje uglja.

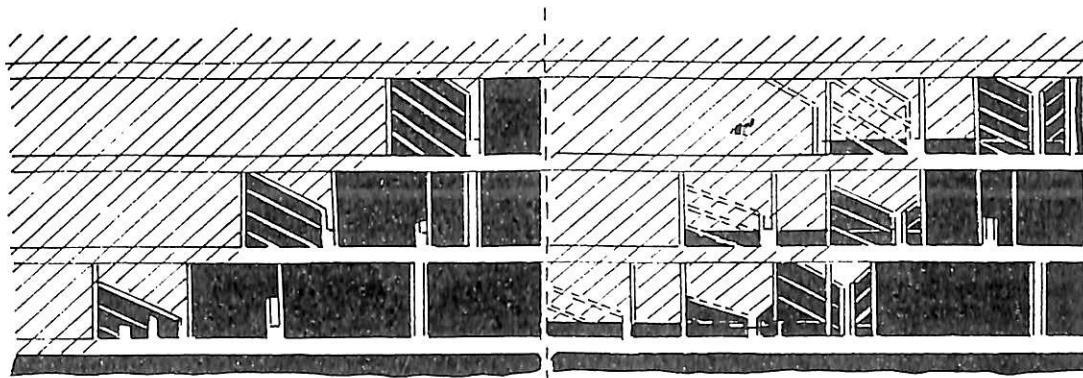


DONJI POJAS - ISPOD GASNOG UGLJA

GORNI POJAS - IZNAD GASNOG UGLJA

Sl. 11 — Uskopno stubno otkopavanje u 2 pojasa sa zarušavanjem (otkopni uskopi neposredno jedan nad drugim, ispod i iznad gasnog uglja)

Abb. 11 — Der schwebende Pfeilerbruchbau in zwei Scheiben (Abbauaufbrüche unmittelbar übereinander, unter- und oderhalb des Gasflözes)



DONJI POJAS - ISPOD GASNOG UGLJA

GORNI POJAS - IZNAD GASNOG UGLJA

Sl. 12 — Uskopno stubno koso, u obliku „V“, otkopavanje sa zarušavanjem (otkopni uskopi ispod i iznad gasnog uglja)

Abb. 12 — Der schwebende Pfeilerschrägbruchbau in „V“-Form (Abbauaufbrüche unter- und oberhalb des Gasflözes)

Uskopno stubno otkopavanje u dva pojasa sa zarušavanjem (otkopni uskopi neposredno jedan nad drugim, iznad i ispod gasnog sloja), primenjivano je kod raznih padova ugljenog sloja u II i IV oknu; dužina sekcija iznosila je 7 m. Primenom ove metode postignut je otkopni učinak 8 t/nad., a gubitak ugljene suptance iznosio je 22%.

Zbog istih nedostataka kao prethodna metoda cva je takođe napuštena (sl. 10 i 11).

— Uskopno stubno koso otkopavanje („obliku „V“) u dva pojasa sa zarušavanjem (otkopni uskopi iznad i ispred gasnog uglja) primenjivano je pri blagom padu ugljenog sloja u četvrtom oknu.

Kod primene ove metode otkopavalo se u sekcijama dužine 12 m. Ovom metodom postignuta je veća brzina napredovanja, otkopni gubici su smanjeni na 20%, a smanjen je i utrošak građe, pa je zato broj pojava požara u odnosu na prethodne metode bio manji.

#### Zaključak o stubnim metodama otkopavanja

Stubne metode otkopavanja sa zarušavanjem, u raznim oblicima izvođenja, su najčešće primenjene metode otkopavanja u rudnicima uglja, jer se mogu prilagoditi svakom padu i debljini sloja.

Neotkopani stubovi uglja u otkopima i „noge“ oko niskopa, vetrenih uskopa, siplki i otkopnih hodnika, kao i neizvađena podgrada predstavljaju izvor za nastajanje požara u starom radu. Mogućnost izbijanja jamskog požara je još veća kad tako preostali ugalj dođe pod pritisak, kad se zgnjeći i zdmobi. Kod otkopavanja srednje debelih i debelih ugljenih slojeva, po ovim metodama, gubici ugljene supstance su neizbežni.

Pored toga, gubici vazduha, kod ovih metoda su veliki, jer vazduh prolazi nekontrolisanim putevima. Ulazak vazduha u stari rad ne može se potpuno spričiti, usled čega, pri dužem zadržavanju otkopavanja na jednom mestu, dolazi do samozagrevanja uglja. Kod završetka otkopavanja u jednom otkopnom polju, posebno kod dvokrilnog otkopavanja, zadnji otkopi se mnogo puta moraju provetravati silazno, što nije pogodno kod pojave metana i vatri. Skoro je pravilo, u ovim rudnicima, da se u takvim prilikama pojavi vatrica. Kad se požar pojavi, požarno polje je teško dobro i sigurno zatvoriti, zbog ispresecanosti otkopnog polja hodnicima i uskopima.

Srednja debljina ugljenog sloja, strmi pad i teško rušenje krovine su tri činioца u Alekšincu koja povećavaju mogućnost nastajanja požara primenom stubnih metoda otkopavanja. Kod otkopavanja na malim dubinama i kod ovih prirodnih uslova, prorušavanja do površine usled otkopavanja sa zarušavanjem krovine i veza jamskog vazduha sa spoljašnjim, kroz stari rad, još više pojačavaju učestalost požara. Ove metode takođe imaju uticaj na znatnost uglja, daju dosta sitnih vrsta.

Ukoliko bi se otkopavanje u pojasevima izvodilo čisto i potpuno i direktno iznad i ispod gasnog uglja, a što zavisi od debljine pojedinih pojaseva, opasnost od nastajanja požara bi, dobrim delom, bila otklonjena. Kod otkopavanja gornjeg pojasa sa zarušavanjem, stari rad se često ne naslanja, ne legne na susedne blokove uglja (stari rad nije »legao«), stvaraju se široke pukotine, koje pri otkopavanju donjeg pojasa u znatnoj meri potpomažu nekontrolisanu cirkulaciju lutajućih vetrenih struja kroz stari rad. Usled neravnomerne raspodele pritiska kod otkopavanja u pojasevima dolazi do raspucalosti cele

ugljene mase. Ispucali ugalj se često nalaz, u blizini starog rada i susednog — višeg pojasa. Velika potrošnja građe i mjesto teško vađenje iz otkopa sprečavaju zarušavanje krovine. Otkopavanje najpre donjeg pojasa zahtevalo bi uvođenje zasipavanje — bar donjeg pojasa ili uvođenje drugog načina otkopavanja.

Zbog neekonomičnosti daljeg rada na velikim dubinama sa pojedinim malim pogonima raspoređenim na rastojanju od oko 2 km, uprava rudnika je pristupila projektovanju centralizacije i koncentracije svih jamskih radova kao i prevoza i izvoza. Prvi pokušaj koncentracije otkopavanja na pogonu »Morava« (1961/62.) nije urođio plodom, jer se ostalo pni istoj otkopnoj metodi, istoj brzini otkopavanja i serijskom provetrvanju otkopa. Ubrzo se morao smanjiti broj otkopa i opet preći na stari način rada. Koncentracija znači veću vrednost uloženog rada, materijala i opreme na manjem području. Jednim požarom u koncentrisanom otkopnom polju, rudnik može ostati bez proizvodnje duže vreme i bez većeg dela opreme. Koncentracija znači ekonomičnost, ali i veću opasnost u slučaju požara, jer je lokalizacija i izolacija požara teža. Otklanjanjem osnovnih uzroka požara i sprovođenjem strogih profilaktičkih mera, koncentracija radova ima svoj smisao. Ona mora da pruži veću produktivnost rada, povećanje zaštite i uslove za uspešnu borbu protiv požara. Koncentracija otkopavanja u pojedinim periodima od 1945—1949. godine uvedena zbog povećanih zahteva za proizvodnjom ili nepravovremeno izvršenih pripremnih radova, doveća je do mnogo teškoća. Zato pre pristupanja njenom uvođenju treba izvršiti korenite promene u sistemu otkopavanja i provetrvanja, jer se samo tako može uspeti.

Programom investicione izgradnje rudnika, na pogonu »Morava« je predviđeno otkopavanje u otkopnim poljima po stubnoj metodi sa posebnim provetrvanjem svakog otkopnog polja. U slučaju pojave požara na jednom krilu otkopnog polja, zatvaranjem 4 hodnika može se postići potpuna lokalizacija vatre i nesmetan rad na drugom krilu. Otkopavanje nižeg otkopnog odeljenja treba da počne kada je gornja etaža napredovala najmanje 60 m i to pod uslovom, da se postiglo dobro zarušavanje krovine. Ovaj način bi trebalo da omogući koncentraciju rada, ekonomičnost i bezbednost.

Kod stubnog otkopavanja požari su češći ako se u krovini nalazi prateći sloj. U Alek-sincu se događa da se deo ugljenog sloja u krovini, iznad silifikovanog argilita, ostavi neotkopan, što docnije izaziva smetnje i požare.

Velika potrošnja građe, zatim otežano, nesistematsko ili nikakvo vađenje građe iz otkopa, kod otkopavanja stubnom metodom, otežava zarušavanje otkopa tako da ostaju šupljine i praznine u starom radu.

Najčešća mesta pojave požara u aktivnim otkopima su raskrsnice otkopnih hodnika sa otkopnim prečnicima ili otkopnim uskopima i to prvenstveno kod srednjeg otkopa, gde je količina dolazećeg vazduha nedovoljna da hlađi zagrejani ugalj, a dovoljna za samozapaljenje uglja. Česti su takođe požari u gornjem otkopu, naročito kod strmog sloja, u sleđišta stare vatre.

Iz svega do sada izloženog sledi, da uskopno-stubne metode otkopavanja sa zarušavanjem krovine, bilo u kom obliku izvedenja, presudno utiču na nastajanje endoge-nih požara u aktivnim i starim radovima.

Varijante uskopno-stubnog otkopavanja sa zarušavanjem, razvrstane u odnosu na opasnost od jamskog požara, odnosno stepen ugroženosti od požara, počev od manje ka većoj, su sledeće:

— uskopno-stubno, koso (u obliku „V“) otkopavanje u dva pojasa sa zarušavanjem (otkopni uskopi ispod i iznad gasnog uglja, na rastojanju);

— uskopno-stubno otkopavanje u dva po-jasa sa zarušavanjem (otkopni uskopi naizme-nično iznad i ispod gasnog uglja);

— uskopno-stubno otkopavanje celog sloja sa zarušavanjem (dva otkopna uskopa);

— uskopno-stubno otkopavanje celog sloja sa zarušavanjem (jedan otkopni uskop);

— uskopno-stubno otkopavanje celog sloja sa vetrenim spojem otkopa, sa zarušava-njem;

— uskopno-stubno otkopavanje u dva po-jasa sa zarušavanjem (otkopni uskopi neposredno jedan nad drugim, iznad i ispod gas-nog uglja);

— uskopno-stubno otkopavanje u polji-ma sa zarušavanjem, sa dve ili četiri napadne tačke — dvokrilno.

Izvesnim izmenama kod pojedinih metoda i varijanti, požarna opasnost bi se izmenila

a time bi se izmenio i navedeni redosled. Razvrstavanje je izvršeno na osnovu studije učestalosti požara i zapažanja autora ovog napisa.

#### Otkopavanje širokim čelom

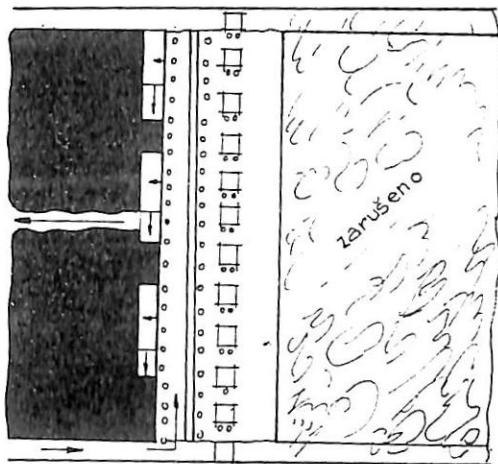
Otkopavanje širokim čelom sa zarušava-njem krovine, uglavnom, je primenjivano od 1949. godine i to kod tankog ugljenog sloja, do 2,5 m debeline. Otkopavanje širokim čelom sa zasipavanjem otkopanih prostora primenjivo je kod debelog ugljenog sloja i to peri-odično, odnosno vrlo retko. Priprema otkop-nog polja se sastoji iz izrade 2 paralelna otkopna hodnika na rastojanju 50—60 m po padu ugljenog sloja i izrade spojnog uskopa i srednjeg hodnika neposredno pre otkopavanja. Jedan otkop napreduje za drugim na rasto-janju 5—10 m. Sipke-niskopi kojima se ugalj transportuje sa gornjih horizonata na osnovni hodnik izraduju se na rastojanju od 30 m. Na gornjem ili prednjem otkopu ugalj se transporтуje do sipke grabuljastim transpor-terima, a ranije takođe i stresaljkama. Na do-njem otkopu ugalj se obično tovari direktno u vagonete ili u grabuljaste transportere. U samom otkopu ugalj se spušta skliznicom ili putem gravitacije i zgrtanjem. Otkopi se pro-vetrvaju serijski, tako da se u slučaju požara u donjem otkopu mora obustaviti celokupni rad na otkopavanju. Otkopi se podgrađuju drvenom podgradom. Pojava požara u sippama je bila česta, jer su one, u mnogo slu-čajeva, služile i kao vetreni uskopi.

#### Otkopavanje širokim čelom sa zarušavanjem

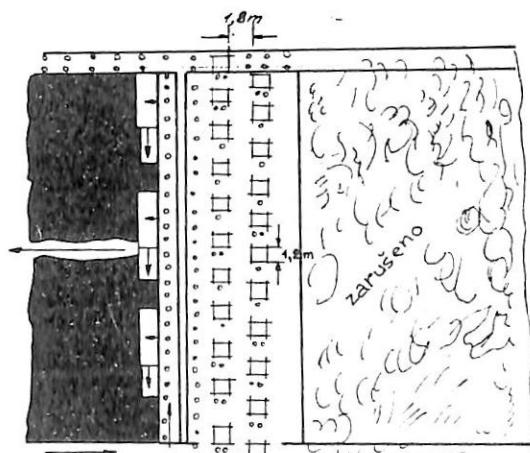
Primenjuje se u dve varijante koje se, uglavnom, razlikuju po načinu podgrađiva-nja. Prva varijanta se primenjuje kod tankog sloja i blažeg pada, a druga kod većih priti-saka i strmijeg pada ugljenog sloja i to na tankom i srednje debelom sloju. Otkopavanje se obavlja u tri faze. Dužina otkopa iznosi 25—30 m.

Prva varijanta. — Otkopno čelo se podeli u tri sekciјe širine 8—10 m. U prvoj fazi se otkopava istovremeno u sve tri sekciјe sa generalnim napredovanjem 1 m/dan po pružanju slojā. U drugoj fazi se premeštaju skliznice, postavljaju novi drveni slogovi na

početku i kraju otkopa i premeštaju stari. U trećoj fazi se podgradije novo čelo otkopa i zarušava otkopani deo (sl. 13). Otkopi se osiguravaju samo jednim redom drvenih slogova. Zbog velikih pritisaka događa se da se stari slogovi ne mogu izvaditi, što otežava



Sl. 13 — Otkopavanje širokim čelom na I. oknu  
(prva varijanta)  
Abb. 13 — Strebbruchbau im I. Schacht (die erste Variante)

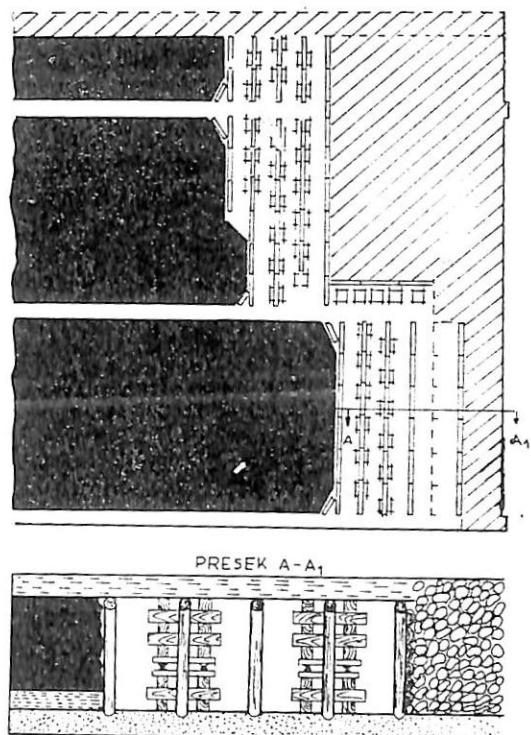


Sl. 14. — Otkopavanje širokim čelom na I. oknu  
(druga varijanta)  
Abb. 14 — Strebbruchbau im I. Schacht  
(zweite Variante)

zarušavanje krovine. Otkopni učinci iznose 3.5—4.0 t/nadn. Ciklus otkopavanja se završava u toku jednog dana, u tri smene.

**Druga varijanta.** — U prvoj fazi ugalj se otkopava otkopnim čekićem ili ručno; rečko se upotrebljava eksploziv. U većini slučajeva mora se pouzeti direktna, nestan-

bilna podina u debljini od oko 0.5 m. U drugoj fazi se premeštaju drveni slogovi, podgradije i postavlja odbrana prema starom radu. Postavljaju se 2 reda drvenih slogova. Oni se postavljaju ispod slemenjača: po njihovoj sredini. U trećoj fazi se buši u krovini, minira i zarušava stari rad. Zarušavanju se pristupa kada je čelo otkopa udaljeno od starog rada oko 5 m. Učinci iznose od 3.0—5.0 t/nadn., a otkopni gubici do 10% (sl. 14).



Sl. 15 — Otkopavanje širokim čelom na V. oknu  
(druga varijanta)  
Abb. 15 — Strebbruchbau im V. Schacht  
(zweite Variante)

Kod otkopavanja u srednje debelom sloju, do 7 m debljine, otkopavan je, po ovoj metodi, samo deo ugljenog sloja iznad gasnog uglja u dva pojasa. Kod otkopavanja donjeg pojasa pojavljuju se veći pritisci i otkopavanje eksploracionog polja traje duže. Otkopni gubici iznose do 15%, što u poređenju sa uskopno-stubnim otkopavanjem, predstavlja veliku prednost.

Postupak otkopavanja širokim čelom koji se donedavno primenjivao u pogonu „Logo-rište“ prikazan je na sl. 15. Ovaj postupak

nema neke bitne razlike sa varijantom koja se primenjivala kod velikih pritisaka, to jest sa drugom varijantom. Do starog rada se ostavlja zaštitni stub koji se docnije otkopava, istovremeno sa gornjim otkopom. On predstavlja zaštitu od provale, gornjeg starog rada ili stare vatre u nove — niže ležeće otkope i obezbeđuje veću sigurnost rada u nižim otkopima. Ukoliko se ne otkopa on podleže pritisku i postaje izvor požara. Otkopavanje zaštitnih stubova duž jamskih prostorija pre napuštanja otkopa povećava požarnu sigurnost. U periodu uvođenja otkopavanja širokim čelom i njegovog uhcđavanja od 1949—1955. godine, broj požara je, kod ove metode, bio veći nego kod stubnog otkopavanja.

#### Otkopavanje širokim čelom sa zasipavanjem

Ova metoda je primenjivana na IV oknu pri blagom padu ugljenog sloja i to samo u gornjem delu ugljenog sloja, iznad gasnog uglja. Donji deo ugljenog sloja je otkopavan po uskopno-stubnoj metodi sa zarušavanjem krovine ili je ostavljan. Godine 1955. u centralnom delu IV okna otkopavano je sa zasipavanjem kod strmog ugljenog sloja.

Jedan od načina borbe protiv požara je, u određenim uslovima, takođe i zasipavanje otkopanih prostora. Neki rudnici su uveli zasipavanje ili zamuljivanje otkopa u cilju sprečavanja i borbe protiv jamskih požara. Dobrim zasipavanjem starih otkopa gubici vazduha u starom radu se svode na minimum. Pored toga sprečava se sakupljanje vode i gasova u starom radu, postiže se bolje iskorisćenje ugljene supstance, osiguranje površine od provala, osiguranje od iznenadnog zarušavanja krovine, smanjuje se potrošnja jamske građe i poboljšava provetranje jame. Čisto otkopavanje i potpuno zasipavanje otkopanih prostora isključiće pojavu požara u starom radu.

Statistika požara u Poljskoj (Gornja Šlezija) pokazuje da se broj požara posle uvođenja zasipavanja povećao i to posebno tamo gde se upotrebljava mokro zasipavanje. Ne mogućnost da se otkopani prostori potpuno zasipa, ili docnije sleganje zasipa, dozvoljavaju ugibanje krovine koja jako pritiska i gnjeći ugljene stubove u otkopnom polju. Dejstvo ovog pritiska, u mnogo slučajeva, je jače od dejstva kod otkopavanja sa zarušavanjem i

to od one faze kada se krovina nije zarušila. Voda iz mokrog zasipa — po ocedenju — stvara pogodne uslove za samozapaljenje ostavljenog uglja u starom radu.

Uvođenje zasipavanja u ovim rudnicima bi povećalo i onako visoke troškove eksploracije. Pritisci na stubove uglja, zbog nemogućnosti potpunog zasipavanja, bi se povećali. Pored toga, nemoguće je i kod metoda sa zasipavanjem otkopanih prostora sprovesti potpuno čisto otkopavanje kod debelih i srednje debelih slojeva, a i najmanje količine ostavljenog uglja u starom radu predstavljaju opasnost od samozapaljenja koje se lako može preneti na zapaljivi uljni škriljac. Ublažavanje pada ugljenog sloja i očekivano dalje smanjenje pada dovelo bi još više u pitanje ekonomičnost rada sa zasipavanjem. U sadašnjoj situaciji ekonomičnije bi bilo uvesti otkopavanje u više pojasa sa dirigovanim zarušavanjem krovine, čistim otkopavanjem i velikom brzinom otkopavanja; požari bi bili svedeni na minimum.

#### Zaključak o otkopavanju širokim čelom

U Aleksincu su, do sada, primenjivani sledeći načini otkopavanja širokim čelom:

— otkopavanje tankog sloja sa jednim redom drvenih slogova i zarušavanjem krovine;

— otkopavanje tankog sloja sa dva reda drvenih slogova i zarušavanjem;

— otkopavanje srednje debelih slojeva u dva pojasa sa dva reda drvenih slogova i zarušavanjem;

— otkopavanje samo gornjeg pojasa srednje debelog sloja sa dva reda drvenih slogova i zarušavanjem krovine, pri čemu se donji pojas otkopava po uskopno-stubnoj metodi ili se ostavlja neotkopan;

— otkopavanje samo gornjeg pojasa kod srednje debelog ugljenog sloja sa dva reda drvenih slogova i zasipavanjem, pri čemu se donji pojas, uglavnom, otkopava po uskopno-stubnoj metodi ili se ostavlja neotkopan.

Ovaj redosled je istovremeno red ugroženosti od požara počev od manje ka većoj.

Pri navedenim varijantama otkopavanja širokim čelom učestalost požara je manja, u odnosu na stubne metode. Takođe mogućnost kratkih spojeva vetrenih struja je manja, jer je i broj vetrenih uskopa manji. Provet-

ravanje je izdašno, jer vetrena struja prolazi celom dužinom otkopa. Požar se može lako zatvoriti — pregraditi. Problem predstavlja zarušavanje krovine i otkopavanje stubova između otkopa. Požari su najčešći u područjima izjalovljenja sloja i u srednjem hodniku, jer se iz njega najteže može izvaditi podgrada zbog pritisaka dva susedna otkopa. Među preostalom gradom u starom radu ostaje čitav kanal kojim vazduh prolazi u stari rad. Slično se dešava i na donjem otkopu, mada na tako izrazito.

#### Zaključak o otkopnim metodama

Po stepenu opasnosti od požara, 4 osnovne otkopne metode, koje su primenjivane u Rud-

njenjem veličine otkopnih pripremnih polja, odnosno skraćenjem veka jamskih prostorija, broj požara — u pripremnim radovima — će se svesti na minimum.

Broj požara u starom radu, kao i ukupan broj požara u otkopnom polju je, kod otkopavanja širokim čelom, dosta visok, jer velika dubina i dužina otvorenog starog rada, zbog nezarušene ili slabo zarušene krovine, stvaraju uslove za nastajanje požara u njemu.

Veća gustina; obim i duži vek horizontalnih jamskih prostorija kod stubnog otkopavanja povećavali su broj požara u hodnicima. Neznatno manji obim pripremних radova —

Širokočelno otkopavanje sa zarušavanjem krovine - prospekt 1950-1963. godine										
Proizvodnja u %			Broj požara na 100.000 tona proizv. uglja							
Otkopi	Priprema	Ukupno	Otkopno polje			Priprema				Ukupno
Otkopi	Priprema	Ukupno	Otkopi	Starci rad	Ukupno	Utkopi	Hodnici	Ukupno	Ukupno	Ukupno
76,5	23,5	23,0	3,0	2,2	4,2	10,9	11,7	22,6	8,6	

Stubno otkopavanje sa zarušavanjem krovine - prospekt 1950-1963. god.										
76,0	24,0	77,0	3,7	1,7	5,4	8,2	16,8	25,0	10,9	

nicima mrkog uglja Aleksinac, mogu se — počev od manje ka većem stepenu opasnosti razvrstati u: 1. otkopavanje širokim čelom; 2. uskopno-stubno otkopavanje sa zarušavanjem; 3. komorno otkopavanje i 4. prečno otkopavanje. Sada je u primeni uskopno-stubno otkopavanje u varijanti sa izradom jednog otkopnog uskopa i, donedavno, otkopavanje širokim čelom u drugoj varijanti. Kod obe metode se istovremeno otkopava ceo sloj sa zarušavanjem krovine. Upoređenjem ove dve otkopne metode, u odnosu na požarnu opasnost u periodu od 1950—1963. godine, dolazi se do sledećih zaključaka — tablica 1.

Kod stubnog otkopavanja vladaju veći pritisci u otkopima, a provetrvanje difuzijom stvara visoke temperature u otkopnom polju tako da je broj požara veći nego kod otkopavanja širokim čelom. Savlađivanjem pritisaka u otkopnom polju kod stubnog otkopavanja, uvođenjem racionalnijeg podgradivanja i povećanjem brzine otkopavanja, smanjuje se broj požara u otkopima, a sma-

hodnika i uskopa kao i mala dužina otkopnih čela, kod otkopavanja širokim čelom, ne mogu dovesti do očekivanog smanjenja broja požara u pripremnim radovima. Korišćenje udaljenih starih vetrenih uskopa kao sipki, kod otkopavanja širokim čelom i stvaranje kratkih spojeva vetrenih struja sa različitom toplotnom depresijom, prouzrokuje veći broj požara kod ove metode otkopavanja. Izrada vetrenih uskopa u podlini, umesto u ugljenom sloju, u periodu od 1952—1957. godine, uticala je na smanjenje broja požara u uskopima.

Kod otkopavanja širokim čelom stalnom primenom dirigovanog zarušavanja i postizanjem dobrog zarušavanja krovine, smanjuće se učestalost požara u starom radu. Sprečavanjem kratkih spojeva vetrenih struja kroz sipke i njihovim redovnim održavanjem i kontrolom reducirajuće se broj požara u uskopima. Nužno je povećanje dužine otkopnih čela i sniženje koeficijenta pripreme, kako bi primena otkopavanja širokim čelom imala

vidnu prednost nad stubnim otkopavanjem. Kod sadašnjeg načina primene ona ima neznatnu prednost, tako da nije postignut osnovni cilj njenog uvođenja. Sa druge strane kratka široka čela, kod primene paralelnog provetrvanja, imaju prednost, jer ako se u jednom otkopu pojavi požar, on se može zatvoriti požarnim pregradama, a rad se nastavlja na susednim čelima. Kod dugih širokih čela, zatvaranje čela zbog požara često dovodi do obustavljanja celokupne proizvodnje u jami. Duga široka čela imaju prednost nad kratkim, pod uslovima sprovodenja svih rudarsko-tehničkih i protivpožarnih mera.

U aktivnim i starim otkopima požari se mogu sprečiti:

— izborom otkopne metode, redosleda i pravca otkopavanja koji će biti najbolje prilagođeni uslovima zaledanja sloja, tehničkom

i ekonomskom nivou proizvodnje, kao i pravilnim izborom lokacija vretenih puteva;

— izvođenjem i sprovodenjem rudarsko-tehničkih mera koje će reducirati stvaranje pritisaka u otkopima, eksplotacionom polju i pripremnim radovima, savlađivanjem nastalih pritisaka i njihovim regulisanjem;

— povećanjem brzine otkopavanja, pogotovu u uslovima koncentracije otkopavanja, i ostalih radova u jami;

— potpunim i čistim otkopavanjem ugljenog sloja, izbegavanjem potkopavanja pojedinih etaža u sloju i sprečavanjem pristupa vretene struje u stari rad;

— dobrom izolacijom otkopanih polja i izradom odgovarajućih profila jamskih prostorija;

— izdašnjim provetrvanjem otkopa, a po potrebi i uvodenjem separatnog provetrvanja.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Einflussverbundenheit der natürlichen und technischen Faktoren auf die Entstehung der endogenen Grubenbrände in den Abbauen der Braunkohlenwerke von Aleksinac

Dr. Ing. V. Veselinović\*)

Das Abbaufeld der Braunkohlenwerke von Aleksinac, welches sich nördlich vom Stadtgebiet Aleksinac erstreckt, ist seiner ganzen Erstreckung nach mit drei Grubenbetrieben »Dubrava«, »Morava« und ganz im Norden »Logorište«, der jetzt aufgegeben ist, aufgeschlossen. Bei der Kohlengewinnung haben diese Gruben ununterbrochen mit den Problemen der endogenen Grubenbrände zu schaffen gehabt, weswegen bis heute 35 Menschenleben zu beklagen sind und gegen 80 Mio t Oelschiefer beschädigt wurden.

In diesem Aufsatz wurden der Reihe nach alle natürlichen Faktoren verbunden mit der Kohlenlagerstättenbildung, die eine natürliche Neigung der Kohle zur Selbstzündung bedingen, danach aber alle Organisationsfaktoren, besonders unter Bedingungen die vom Einfluss auf eine öftere Erscheinung von endogenen Grubenbränden waren, bis zur Rekonstruktion der Grube, die am Anfang des Jahres 1960 begonnen wurde, dargelegt.

## Literatura

Miladinović B., Zorić L., Veselinović V. i dr. Program investicione izgradnje rudnika mrkog uglja Aleksinac Petković, K., 1955: Geologija i tektonika aleksinačkog ugljenog bazena

Veselinović, V., 1965: Doktorska disertacija, Beograd Fond dokumentacije rudnika Aleksinac i arhivski podaci rudnika.

\*) Dr. ing. Vesimir Veselinović, savetnik, »Rudex«, poslovno udruženje proizvodača rudarsko-eksplozivnih materijala, Beograd

# Osvrt na neke metodologije utvrđivanja šteta zbog povreda i havarija u privrednim preduzećima

Dipl. ing. Janko Svajger

Ne može se dovoljno naglasiti značaj istraživanja pravih uzroka i pravih troškova sva-ke nesreće. Oba faktora su neprocenjiva za sprečavanje telesnih povreda i havarija, po-što nepobitni uzroci sugeriraju metode koje treba upotrebiti kako bi sprečili njihovo po-navljamje, a izračunati troškovi čine istinski utisak na rukovodstvo organizacije zbog oz-biljnosti ekonomskih posledica ako se povre-de i havarije ignorisu.

Ekonomsku štetu koju pričinjavaju telesne povrede i havarije povređenom, radnoj-orga-nizaciji i zajednici možemo smanjiti samo u-napređenjem zaštite na radu.

Rukovodioci preduzeća dugo nisu bili-svesni štete koje im pričinjavaju telesne po-vrede i havarije. Verovali su da su uplatom premije zavodu za osiguranje preneli na nje-ga svu brigu u vezi sa nesrećom.

Tu iluziju im je srušio pre 40 godina ame-rički inženjer Heinrich, koji je na osno-vi proučavanja posledica velikog broja teles-nih povreda i havarija dokazao da postoje, pored „direktnih“ troškova — premija, koje plaćaju preduzeća osiguravajućim zavodima zato da brinu o lečenju povređenih, naknadi njihovih ličnih dohodaka i isplati odštete i in-validnina — još i drugi „indirektni“, daleko veći troškovi, koji terete preduzeće.

Heinrichovo otkriće dotle sakrivenih „indirektnih“ troškova nesreća snažno je uticalo na poslodavce tako da su obratili oz-biljnju pažnju problemu nesreća na radu.

Heinrichovi „indirektni“ troškovi nisu posebno zabeleženi u knjigovodstvu preduzeća, svakog ponaosob treba izračunati, a ima ih 11 različitih vrsta od plaćenog neproduk-tivnog proizvodnog vremena samog povređe-nog, kao i radnika i nadzornika koji su morali zbog povređenog prekinuti rad, preko-vremenog rada za nadoknadu izgubljene pro-izvodnje, troškova opravki oštećenih strojeva, opreme i materijala zbog nesreća, sma-njenog prenosa vrednosti strojeva koji ne ra-de — do manje opipljivih troškova prou-rokovanih zbog neodržavanja rokova ispo-ruke, gubitka porudžbine, pogoršanog radnog morala — kao posledica uzbuđenja posle-učestalih nesreća na radu i — gubitka ugleda preduzeća.

Osim otkrića i identifikacije „indirektnih“ troškova nesreća, Heinrich je postavio, između „direktnih“ i „indirektnih“ troškova nesreća, stalnu relaciju u сразмерi 1:4 tj. da su „indirektni“ troškovi nesreća četiri puta veći od „direktnih“.

Pošto je iznos „direktnih“ troškova poznat svakom preduzeću — to je iznos njegove pre-

mije osiguravajućem zavodu — nije teško utvrditi „indirektne“, kao i celokupne troškove nesreća.

Zbog vrlo jednostavnog načina izračunavanja troškova nesreća, Heinrich-ov metod je bio rado prihvaćen i primjenjen u svim industrijskim razvijenim zemljama i obilno korišćen u propagandi za sprečavanje nesreća.

Dvadeset godina posle Heinrich-ovog proračuna, izradio je prof. Simonds novu, mnogo tačniju koncepciju troškova nesreća. Simonds je, u suštini, prihvatio Heinrich-ovu podelu troškova, samo je upotrebio ispravniju terminologiju: „osigurani“ i „neosigurani“ troškovi.

Simonds je mnogo šire od Heinrich-a obuhvatio troškove nesreće. Kod nesreća sa povredom uzeo je u obzir i najbrojnije povrede koje su iziskivale samo prvu pomoć, a koje je Heinrich potpuno ignorisao. Sem toga Simonds je istraživao i nesreće bez povreda.

Dok je Heinrich došao do svojih rezultata uglavnom proučavajući akta osiguravajućeg zavoda (u kojem je bio zaposlen) Simonds je proučavao troškove nesreće odmah posle događaja nesreće u preduzeću, na samom mestu nesreće.

Suprotno Heinrich-u koji nije pravio nikakve razlike između nesreća, Simonds ih je podelio na četiri kategorije — prema njihovim posledicama: ozbiljnosti povrede i materijalnoj šteti, dok je troškove nesreća sa najozbiljnijim posledicama izračunao posebno za svaku nesreću.

Za četiri kategorije nesreća izračunao je Simonds stvarne troškove i to na osnovu podataka za najmanje 20 primera svake kategorije nesreća. Iz njih je izračunao prosečne troškove za jednu nesreću svake kategorije.

Za nekoliko narednih godina nije trebalo ponovo izračunavati troškove četiri kategorija nesreća, dovoljno je bilo pomnožiti godišnji broj nesreća svake kategorije, sa odgovarajućim prosečnim troškom za jednu nesreću dotične kategorije.

Jedanput izračunati prosečni troškovi, za svaku od četiri kategorije nesreća, mogu se koristiti više godina, tako što se sa njima pomnoži broj nesreća svake godine, sve dok se bitno ne izmene faktori koji utiču na troškove

nesreća: cene, plate, tehnički procesi, radna snaga.

Simondsov sistem je očigledno mnogo pouzdaniji od Heinrich-ovog, samo je mnogo komplikovaniji, tako da za masovnu upotrebu nije prihvatljiv.

Bird direktor odeljenja zaštite rada američke železare Lukens, prvi je uključio i nesreće bez povreda u program sprečavanja telesnih povreda i havarija i izračunavanja njihovih troškova. U tu svrhu je definisao nesreću kao: „neplanirani i neočekivani događaj sa mogućim posledicom materijalne štete, povrede, zastoja ili smetanja radnog procesa, ili bilo koje kombinacije tih uslova, u takvim okolnostima da je mogao završiti povredom čoveka.“

Odgovor na pitanje: da li je bio događaj neplaniran i neočekivan i da li je postojala realna mogućnost povrede, odlučuje o tome da li je nastala materijalna šteta baš zbog telesnih povreda i havarija.

Sa malim dopunama važe za prijavu nesreća bez povrede ista pravila, kao za prijave nesreća sa povredom i za istraživanje ovih nesreća upotrebljava se metod koji važi za istraživanje nesreća sa povredom.

Bird-ov sistem „kontrole štete“ obuhvata samo one troškove, koji su zbog svog značaja, preciznosti i mogućnosti brze identifikacije prihvatljivi za rukovodioce preduzeća. Ti troškovi predstavljaju nov izvor motivacija za smanjenje svih vrsta nesreće, a time i za smanjenje štete.

Uместo terminologije „direktni“ — „indirektni“, „osigurani“ — „neosigurani“ troškovi, koristi Bird-ov sistem kontrole štete pet elemenata proizvodnje: radnu snagu, strojeve, opremu, materijal i vreme za koje izračunava troškove nesreća (troškove zbog povrede čoveka, troškove zbog oštećenja strojeva, opreme i materijala, kao i troškove zbog gubitaka proizvodnog vremena).

Kontrola štete ne sadrži nikakve nedickazive troškove iz Heinrich-ovih „indirektnih“ troškova, već samo realne troškove koji su zabeleženi u glavnoj knjizi preduzeća, a u drugim koncepcijama troškova nesreća potpuno su izostavljeni.

Kadrovi u proizvodnji primaju i shvataju materijalnu štetu zbog telesnih povreda i havarija kao sastavan deo svog normalnog, rutinskog rada, što se ne može tvrditi za povrede.

Glavni cilj sistema kontrole štete nije otkrivanje celokupne štete zbog telesnih povreda i havarija, već smanjenje te štete putem smanjenja svih vrsta telesnih povreda i havarija, a time i povreda. Prevencija nesreće, koncentrisana samo na povrede, u suštini ne rešava problem, koji možemo smanjiti samo evidentiranjem i istraživanjem nesreća bez povrede.

Radnici moraju odmah prijaviti svom poslovodju svaku štetu nastalu zbog nesreća na stroju, opremi ili materijalu na kojem rade. Poslovode istražuju svaki primer štete i preduzimaju potrebne mере da se ne bi ponovile. Štetu treba da ocene i prijave i rukovodiocima odeljenja, koji kontrolišu sve prijave i istražuju primere sa znatnjom štetom.

Posebni „kontrolori štete“ vode računa da sva šteta bude otknivena i prijavljena. Redovno kontrolišu odeljenja i centar za opravke i pomažu poslovodjama kod ocenjivanja štete.

Služba za zaštitu rada sarađuje kod istraživanja nesreća sa većom štetom, vodi brigu o prijavljivanju štete i obaveštava rukovodstvo o napredovanju kontrole.

Rukovodstvo preduzima mere za smanjenje štete, analizom njenih uzroka.

Sva, do sada pomemata, istraživanja troškova nesreća ograničila su se na troškove koje snosi preduzeće. Jedina objavljena studija koja obrađuje kompleksnu štetu zbog nesreća, kaško za preduzeće tako i za društvo, je delo H a r t u n g-a i T s c h i n k e l-a saradnika drezdanskog instituta za zaštitu rada.

Autori su finansijski prikazali celokupnu štetu proisteklu iz telesnih povreda i havarija, podeljenu na sistem troškova i gubitaka.

Troškovi nesreće su efektivni izdaci preduzeća i društva za lečenje povređenog i brigu za izdržavanje njega i njegove porodice. Gubici nastaju zbog direktnog uticaja nesreća na proces proizvodnje.

Troškovi potrebni za sprečavanje nesreća ne ulaze u taj sistem troškova. Uzimaju se u obzir samo oni troškovi i gubici koje je nesreća neposredno prouzrokovala.

Gubici nastali zbog nesreća ne predstavljaju nišakve izdatke, ali se ipak mogu izraziti u novcu.

Gubici nastaju kao posledica izgubljenog radnog vremena zbog povrede. Povreda može imati za posledicu i trajno smanjenje radne sposobnosti, što predstavlja takođe gubitak za proizvodnju.

Za proračun gubitaka proizvodnje nema nikakve formule. Treba načelno utvrditi šta znači gubitak za društvo.

Ekonomski gubitak izražen u novou zbog izgubljenog radnog vremena, nije jednak celokupnoj vrednosti neostvarene proizvodnje — bruto produktu. Stvarno je ispaо samo onaj deo novostvorene vrednosti koji predstavlja produkt rada za društvo, pošto preduzeće za neostvarenu proizvodnju nije potrošilo ni materijal ni plate radnika.

Za vreme nesposobnosti za rad povredenog, otpada njegovo stvaranje nove vrednosti — narodnog dohotika — koji je sastavljen iz produkta rada za proizvođače i produkta rada za društvo. Odnos između produkta rada za radnika — ličnih dohodata — i produkta rada za društvo — akumulacije i fondova — je varijabilan i zavisi od stanja proizvodnje odnosno produktivnosti rada — od globalne podele narodnog dohotika.

Kod odnosa 1:1 gubitak vrednosti rada povređenog zbog privremenе nesposobnosti za rad jednak je njegovom prosečnom dnevnom dohotiku pomnoženom sa brojem izgubljenih radnih dana.

Vrednost gubitaka rada drugih radnika sem povređenog, je dva puta veća od gubitka povređenog, zato što ti radnici primaju platu i za vreme prekida rada. Društvo gubi, po red produkta rada za društvo, i produkt rada za radnika.

Osim izdataka i gubitaka koji se mogu izraziti u novcu, nastaju za društvo-zbog nesreća i druge ekonomiske posledice koje se ne mogu kvantitativno izmeriti (npr. smanjenje rentabilnosti rada, poštorežijski troškovi ostaju isti uz smanjenu proizvodnju itd.).

Nedostaci H a r t u n g — T s c h i n k e l-ovog metoda izračunavanja troškova nesreća su što nisu istraživani troškovi odmah posle nesreće, što je istraživan sviše malo broj nesreća i što nisu uzete u obzir i najbrojnije nesreće, sa povredom do četiri dana nesposobnosti za rad.

Među najpotpunija istraživanja troškova nesreća ubrajamo proučavanje ing. C o m p e s-a u Fordovim fabrikama u Kölnu, izvršeno 1962. godine na bazi S i m o n d-s-ove metode.

C o m p e s je proučavao samo troškove nesreća sa povredama koje je podelio na 10 kategorija, prema stepenu ozbiljnosti povrede.

C o m p e s takođe razlikuje dve vrste troškova: „pojedinačne“ i „zajedničke“, koji uglavnom odgovaraju S i m o n d s-ovim „nesiguranim“ i „osiguranim“. Pojedinačne troškove je raščlanio na 94 vrsta, a zajedničke na 18. Istraživanje troškova je vršio sa celom ekipom stručnih pomoćnika uz saradnju poslovoda i odeljenja računovodstva u preduzeću.

Na osnovu statistički reprezentativnog uzorka izračunao je prvo stvarne troškove za najmanje sto primera svake kategorije povreda. Iz njih je izračunao prosečne troškove jedne nesreće svake kategorije i pomožio ih sa brojem svih nesreća dotične kategorije koje su se desile za vreme jedne godine u celoj fabrići.

Celokupnu štetu predstavlja suma svih pojedinačnih troškova, plus suma svih zajedničkih troškova. Toj sumi treba dodati još posebno izračunate troškove retkih nesreća, sa neobično velikim troškovima.

Rezultat ovog, do sada najsavesnijeg i najdetaljnijeg ispitivanja troškova nesreća sa povredama pokazao je, da je moguće smanjiti pojedinačne troškove nesreća, naročito najbrojnijih nesreća koje iziskuju samo prvu pomoć, dok na zajedničke troškove preduzeće nema uticaja.

Na osnovi stečenog iskustva u ovom pažljivom istraživanju, organizovao je C o m p e s jednostavnija proučavanja troškova nesreća u 14 preduzeća metalne industrije, tako da određeni kadrovi u preduzećima sami, uz pomoć upitnika, utvrđuju svoje troškove nesreća.

H e i n r i c h-ovim metodom istraživala je grupa stručnjaka „indirektne“ troškove nesreća u šest nemačkih željezara. Uzimali su u obzir samo povrede sa nesposobnošću za rad od najmanje tri dana. Rezultati, 11:1 razlikuju se dijametralno od H e i n r i c h-ove relacije 1:4.

Međunarodno udruženje socijalne sigurnosti u Ženevi, organizovalo je, kod više od stotinu svojih članica u svim državama sveta, ispitivanje indirektnih troškova nesreća na osnovu posebnih upitnika za male povrede, koje su tražile samo prvu pomoć i upitnika za povrede sa privremenom potpunom nesposobnošću za rad.

Na međunarodnom kolokviju tog udruženja, u Beču 1965. godine, konstatovano je da

ova brižno pripremljena velika akcija nije uspela, pošto je u mnoj učestvovalo samo pet država.

Austrijski Opšti zavod za osiguranje protiv nesreća pokušao je, još 1953. godine, zainteresovati preduzeća da sama ispituju svoje troškove po vrlo jednostavnoj metodi pomoću upitnika. Prema izjavama bedžkog zavoda u tome nisu uspeli, pošto preduzeća nisu bila raspoložena da učestvuju.

I u Jugoslaviji je bilo nekoliko pokušaja proučavanja ekonomске štete zbog nesreća na radu.

Još 1953. godine izašla je brošura „Analiza nesreć pri delu u Sloveniji“, u kojoj su izračunati „indirektni“ troškovi nesreća na osnovu modificirane H e i n r i c h-ove relacije 1:2.

U trećoj svesci „Biblioteke udruženja referata za HTZ i inspektora rada u Osijeku“ objavljen je sumirani izveštaj o proračunu ekonomске štete zbog telesnih povreda i havarija u jednom preduzeću.

Zavod za zaštitu pri radu Št. Hrvatske izdao je — 1961. godine u posebnoj brošuri — uputstva za izračunavanje ekonomskih gubitaka nastalih zbog nesreća i povreda na radu.

Zavod je prilagodio H e i n r i c h-ov metod našim prilikama i zakonskim propisima, a preuzeo je i upitnik Međunarodnog udruženja socijalne sigurnosti. Svoj metod je isprobao na četiri nesreće u rudniku Raša. Prema tim uputstvima radne organizacije treba da računaju troškove za tri kategorije nesreća: nesreće bez povreda, nesreće sa povredom koja traži samo prvu pomoć i nesreće sa povredom koja prouzrokuje nesposobnost za rad najmanje za jedan dan.

Metod se bazira na prikupljanju podataka o direktnim izdacima i na globalnom izračunu indirektnih izdataka na bazi modificirane H e i n r i c h-ove relacije 1:2, odnosno 1:3.

Nema podataka da li i koliko organizacija je izračunalo troškove nesreća po toj metodi.

Zavod SR Slovenije za zaštitu na radu je 1963. godine istraživao troškove telesnih povreda i havarija u preduzeću „Litostroj“ u Ljubljani upotreboom metode H a r t u n g-T s c h i n k e l.

Istraživani su samo troškovi telesnih povreda i havarija, diferencirani prema ozbiljnosti povrede na osam stepena.

Troškovi nesreća, odnosno podaci za proračun troškova prikupljeni su odmah posle

nesreća na licu mesta. U tu svrhu boravio je, za sve vreme istraživanja saradnik zavoda u Litostroju. U četiri različita vremenska razdoblja u jednoj godini istraženi su metodom statističkog uzorka, troškovi više od 700 telesnih povreda i havarija, od toga 600 primera prve pomoći.

Za svaku kategoriju izračunati su prosečni troškovi i pomnoženi sa brojem nesreća iste kategorije za celu godinu.

Izračunati su takođe prosečni gubici proizvodnje za iste kategorije povreda. Posebno su izračunati gubici zbog invalidnosti, kao i ispad prenosa vrednosti strojeva koji zbog posledica nesreća nisu radili.

Rezultat je pokazao da otpada 70% ekonomiske štete zbog nesreća na gubitke proizvodnje.

Troškovi su bili sigurno veći od izračunatih pošto su poslovode u preduzeću vrlo površno beležile gubitke vremena za proizvodnju, činjenici da su bili prethodno upoznati sa svrhom ispitivanja i datim uputstvima i formulama za beleške.

Da bi konačno došli do realnih podataka o troškovima nesreća, a u vezi sa osnovnim zakonom o evidencijama na području rada, morade, ubuduće, radne organizacije obavezno da izračunavaju i ekonomsku štetu zbog nesreća na radu. U tu svrhu Savezni savet za rad poverio je Zavodu SRS za zaštitu rada u Ljubljani izradu modela za praćenje i izračunavanje štete i gubitaka zbog povreda na radu u radnim organizacijama.

Zbog što manjeg opterećivanja radnih organizacija, istraživanje troškova ograničeno je na ekonomске posledice samo onih nesreća na radu, koje prouzrokuju povrede sa posledicom potpune nesposobnosti za rad u trajanju bar jednog dana — isključene su nesreće na putu na rad i sa rada, kao i profesionalne bolesti.

Troškovi povreda izračunavače organizacije svih grana industrije, kao i iz delatnosti poljoprivrede, šumarstva, građevinarstva i saobraćaja.

Štetu zbog pomenutih povreda na radu računaće organizacije pojednostavljenom B i r-d-ovom metodom „kontrole štete“ uzimajući u obzir samo one troškove i gubitke koji su neposredna posledica povrede na radu.

Prema tome radne organizacije će izračunavati troškove i gubitke zbog:

— lečenja u nesreći povređenog i gubitka njegovog proizvodnog vremena;

— oštećenja ili uništenja strojeva i alata, kao i ometanja proizvodnje zbog oštećenih strojeva i alata;

— oštećenja materijala, sirovina i proizvoda, kao i ometanja proizvodnje neposredno zbog oštećenja tih materijala;

— oštećenja opreme, građevinskih objekata, instalacija, koje su za rad neophodne (bez strojeva i alata), kao i zbog ometanja proizvodnje prouzrokovane neposredno zbog oštećenja opreme.

Podatke o izgubljenom proizvodnom vremenu u nesreći povređenog, kao i o vremenu ometanja proizvodnje zbog oštećenih strojeva i alata, materijala i opreme beležiće neposredni starešina povređenog u poseban upitnik za svaku povredu.

U taj upitnik žigivaće takođe približnu ocenu štete prouzrokovane nesrećom na strojevima, alatu, opremi i materijalu uz specifikaciju tih strojeva alata i opreme i navedenje količine materijala.

Tačan proračun štete pričinjene organizaciji telesnom povredom i havarijom: troškove lečenja povređenog i naknadu ličnog dohotka, kao i troškove opravki oštećenih strojeva, alata, opreme i materijala ili nabavke uništениh strojeva, alata, opreme i materijala, izrađice računovodstvo preduzeća, na osnovu podataka iz upitnika, kao i sopstvenih uknjiženih beležaka, koje će upisivati u poseban obrazac za svaku povredu posebno.

Sem toga, izračunaće i gubitak proizvodnog vremena povređenog, kao i gubitke proizvodnje zbog uništenih ili oštećenih strojeva i alata, pokvarene ili uništene opreme i materijala.

Iz navedenog se vidi da pravilno izračunavanje troškova povreda zavisi, pored zainteresovanosti rukovodstva, u prvom redu od saveznosti poslovoda i predrađnika, kao i od svesrdne saradnje računovodstva.

U Sloveniji se trenutno proverava u praksi u desetini preduzeća glavnih industrijskih grana kao i u poljoprivredi, šumarstvu, građevinarstvu i saobraćaju, ovaj način izračunavanja troškova nastalih usled telesnih povreda i havarija.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Methoden zur Erfassung der Betriebsunfallkosten

Dipl. Ing. J. Švajger\*)

Nach einem über die bisherigen Methoden zur Erfassung der Betriebsunfallkosten im Ausland, gibt der Verfasser einige Angaben über die vereinfachte Methode von Bird, mit der die Betriebe in Industrie, Land und Forstwirtschaft, im Bauwesen und im Verkehr in Jugoslawien ihre Unfallkosten selbst ermitteln werden.

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

- B i r d, F., G e r m a n i n, G., 1967: Damage Control. A New Horizont in Accident Prevention and Cost Improvement. — American Management Association, New York.
- B r i n k m a n, A., H o s m a n n, A., i dr., 1954: Die direkten und indirekten Kosten von Betriebsunfällen. Ergebnisse einer wissenschaftlichen Untersuchung. Verlag Stahleisen, Sozialwirtschaftliche Schriftenreihe, Heft, 6, — Düsseldorf.
- C o m p e s, P., 1965: Betriebsunfälle wirtschaftlich gesehen. Ein Beitrag zur Ermittlung und Senkung der Unfallkosten im Betrieb, Aulis Verlag Deubner Co. — Köln.
- G u m p e s b e r g e r, H., 1961: Die Ermittlung der betrieblichen (indirekten) Kosten von Arbeitsunfällen. »Sichere Arbeit« 1. — Wien.
- H a r t u n g, S., T s c h i n k e l, E., 1958: Die ökonomischen Auswirkungen des betrieblichen Unfallgeschehens. Verlag Tribüne. — Schriftenreihe Arbeitsschutz Heft, 6. Berlin.
- H e i n r i c h, H. W., 1959: Industrial Accident Prevention. A Scientific Approach. Mc. Graw Hill — New York.
- I n t e r n a t i o n a l e K o l l o q u i e n über die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten. Wien 1965. Koloquium II. Die wirtschaftlichen Folgen des Arbeitsunfalls. Genf 1967.
- P r o h a s k a, V., 1961: Ekonomski gubici usled povreda na radu i profesionalnih bolesti. Biblioteka udruženja referenata HTZ i inspektora rada, 3 — Osijek.
- S i m o n d s, R. H., G r i m a l d i, J. V., 1963: Safety Management — Accident Costs and Control. Homewood, Irwin.
- Nesreća pri delu v Sloveniji, 1954. Svet za zdravstvo in socialno politiko LRS Ljubljana.
- Izračunavanje ekonomskih gubitaka nastalih zbog nesreća i povreda na radu. Zavod za zaštitu pri radu SR Hrvatske, Zagreb.

\*) Dipl. ing. Janko Švajger, gl. i odgovorni urednik časopisa »Delo in varnost«, Ljubljana

# Kongresi i savetovanja

## II međunarodni sajam rudarstva

Zahvaljujući suradnji Privredne komore SRH, Saveza rudarskih, geoloških i metalurških inženjera i tehničara SRH, Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, poduzeća »Rudar« import-export i Zagrebačkog velesajma održan je, u okviru prolijetne privredne smotre, a u nizu specijalnih priredbi, II međunarodni sajam rudarstva.

Ostvarenje ove kompleksne stručne manifestacije potvrđuje rudarsku tradiciju naše zemlje, kao i tradiciju međunarodne rudarske solidarnosti i suradnje.

Zelja i nastojanje, da Sajam rudarstva preraste u stalni Bijenale rudarstva, pokazuje opravdanost postojanja ove priredbe, kako s privrednog, tako i sa stručnog aspekta.

Na ovom Sajmu je organizovan i susret geologa, naftaša i rudara u vidu stručne popratne manifestacije »Tribine rudara« koja je održana od 17. — 20. IV 1968. u organizaciji Saveza rudarskih geoloških i metalurških inženjera i tehničara SRH, Privredne komore SRH i Zagrebačkog velesajma.

Iz područja zaštite u rudnicima održana su sledeća predavanja:

Ing. I. Marinović: »Osvrt na propise o zaštiti na radu u odnosu na tehnički razvoj«;

Prof. ing. A. Zambelli: »Utjecaj ugljena na sklonog samozapaljenju na projektiranje i rad pogona«;

Prof. i ing. R e i s s e r, Savezna republika Njemačka: »Primjena izopjene u rudnicima ka menog ugljenu.«

Na kraju smatramo potrebnim spomenuti i predavanje ing. M e h m e d a B a b ića: »BM metoda miniranja na površinskim kopovima« koji je kao autor te metode nagrađen zlatnom medaljom na Sajmu pronalazača 1967. g. u Beču i Nürnbergu, (saradnik Kontor for fjellsrengningsteknik, tj. Instituta za tehniku miniranja u Oslu).

Program izložbe obuhvatio je geološke i geofizičke istražne usluge, opremu za rudarstvo i industriju naftne, sredstva i opremu za direktnu i indirektnu zaštitu pri radu u rudarstvu, te, prvi put, automatizaciju i inžinjering u rudarstvu — uz sudjelovanje stotinjak izlagачa na preko 25.000 m<sup>2</sup> izložbenog prostora.

Udruženu domaću industriju zaštitne opreme predstavilo je poduzeće »Rudar« import — export, Zagreb i TV Varnost, Zagorje ob Savi. Od inozemnih izlagачa bili su zastupljeni: Drägerwerke i Schubertwerke (Savezna republika Njemačka), Mašpriborintorg (SSSR), Mining Equipment (Velika Britanija), Medizintechnik (Demokratska Republika Njemačka) i Setwin (Austrija).

Od neposredne zaštitne opreme bila je zastupljena zaštitna oprema za disanje, filtri i maske za zaštitu od plinova i prašine, uređaji za spašavanje, te sredstva lične zaštite (odijela, rukavice, šljemovi i dr.).

Veli broj eksponata bio je već poznat, po konstrukciji i principu djelovanja, tek su kod pojedinih primjerača opažene nezнатне promjene, bilo u skladnijem tj. praktičnijem obliku ili nešto manjoj težini (izolacioni aparati).

Novost predstavljaju zaštitna odijela i rukavice u proširenom assortimanu za specijalne primjene kao npr. zaštitu u industriji naftne, u separacijama, u vatrogasnoj rudarskoj operativi, metalurgiji i sl.

Među već poznatim proizvodima firme »Auer« zapažena je nova univerzalna plinska maska i izolacioni samospasici. Montan-Forschung se predstavio, posredstvom firme »Nilos«, sa dva interesantna eksponata (kooperacija sa »Auerom«) i to: indikatorom brzine vjetrene struje i mjerom stanicom za CH<sub>4</sub>.

Indikator brzine vjetrene struje GW—WZ omogućuje očitavanje brzine vjetrene struje mjerene daljinskim anemometrom GW-WM6 u stacioniranoj i prenosivoj izvedbi. Daljinski anemometar emitira impulse koji se pretvaraju u istosmjernu struju proporcionalnu frekvenciji impulsa, a koja se može očitavati na skali. Podjela skale omogućuje očitavanje impulsa, kao i brzine vjetrene struje u mjernom području od 0,3 + 3,0 m/sek. Instrument je kopčan paralelno za daljinski prenos, a napaja se strujom iz jamske mreže.

Mjerna stanica za CH<sub>4</sub> (GW—CH<sub>4</sub> sistem Montan) služi za daljinski prenos procenata CH<sub>4</sub> mjerenoj ručnim indikatorom Auer M—452, a napaja se strujom napona 12 V iz jamske mreže.

Nalog za mjerjenje se daje vremenskim upravljačem ugrađenim u kućištu mjernog elementa i daljinskim upravljanjem sa površine. Vrijeme usisavanja i mjerjenja je ovisno o dužini usisnog voda i traje prosječno 7 sekundi.

Od ostale opreme kojom se povećava sigurnost u rudnicima potrebno je spomenuti:

— hidrauličnu podgradu Dobson (Velika Britanija);

— opremu za konvejere Nilos (Savezna Republika Njemačka) koja se, uglavnom, sastoje od nezapaljive obloge trake i sistema hladnog vulkaniziranja oštećenih mjestâ;

— niz instrumenata firme Hidro (Savezna Republika Njemačka), za mjerjenje i kontinuiranu registraciju (autografe) količine vjetrene struje i depresije, za registraciju samo depresije, temperature i barometarskog stanja u uslovima nepovoljnim za mjerjenje;

— opremu za otkope, tj. agregate za natapanje sloja pod visokim pritiscima i agregate za kombinirano miniranje (natapanje + miniranje pod vodom) i lafete za bušenje minskih bušotina za natapanje sloja firme Gelder (Savezna Republika Njemačka).

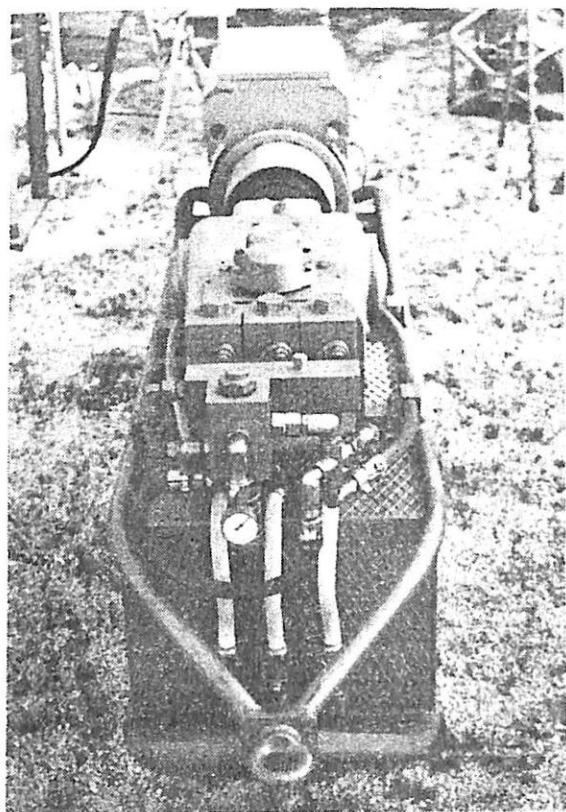
Radi pobližeg upoznavanja sa primjenom ove opreme, daju se i uslovi o mogućnosti korištenja te opreme.

Komplet hidrauličke podgrade Dobson sastoji se od 5 (tip 5—150), odnosno 6 hidrauličkih stojki (tip 6—180), a prikladan je za slojeve minimalne debljine 0,9 m.

Podnožna i sljemena ploča omogućuju primjenu i u uvjetima mekane podine i vrlo lomive krovine.

Stojke su dvostruko teleskopske, a standardni komplet se lako može adaptirati za kose slojeve, slojeve do 3 m debljine i sistem punog zasipa.

Upravljanje stojkama je sinhrono pomoću regulacionog ventila, a postoji i potpuno automatizirana elektronska regulacija sa daljinskim upravljanjem, što isključuje potrebu radne snage.



Sl. 1 — »Gesbo«, agregat za natapanje sloja pod visokim pritiskom vode.

Agregati za natapanje sloja pod visokim pritiscima »Gesbo« (sl. 1). Firma Gedler, Herbede /Ruhr izložila je pod motom »borba protiv jamske prašine« agregate za natapanje sloja pod visokim pritiscima sa potpuno automatiziranim hodom.

Prednost metode natapanja sloja nije samo u punoj eliminaciji opasne ugljene prašine, već i u

rastresanju sloja što napose, u kombinaciji sa miniranjem »pod vodom«, omogućuje postizavanje visokih učinaka i dobivanje krupnog asortimana ugljena uz punu sigurnost rada.

Daljnja prednost za rudnike s akumulacijama CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> je u izdvajaju ovih plinova bilo putem absorpcije ili potiskivanja van sloja i postepenog razblaživanja u vjetrenoj struji. U zonama gorskih udara stvaraju se preduvjeti za ublaživanje intenziteta udara.

Kompletни agregat, dimenzija prikladnih i za najuže prostore (širina svega 0,6 m), opremljen je sa tri tlачne glave, pa se natapanje vrši doбавom vode 60,35 i 26 litara/min i adekvatnim pritiscima od 160, 250 i 315 atp.

Agregat je opremljen sigurnosnim uređajima:

— elektro-kontrolnik tekućine osigurava rad agregata i automatski ga isključuje u slučaju prekida dovoda vode;

— kontaktni manometar podešen na radni pritisak isključuje motor kod dosega maksimalnog pritiska, a uključuje ponovo kod minimalnog;

— sigurnosni prelačni ventil podešava se također na maksimalni radni pritisak u svrhu regulacije rada u slučaju bilo kojeg kvara;

— ventil regulacije pritiska podešava se na potreban radni pritisak u svrhu prebacivanja na prazni hod po zatvaranju odvodne strane; u tom slučaju se usisana voda bez pritiska odvodi u rezervoar sadržine 60 litara, na kojem se nalazi kontrolnik nivoa tekućine.

Oprema je kompletirana prečistačem vode, a materijal tlačne glave i crpke dozvoljava upotrebu i jamske vode.

Dispozicija bušotina i dimenzije kod raznih radnih pritisaka su slijedeće:

	P r i t i s a k		
	80 atp	200 atp	350 atp
Dubina bušotine, m	1,5—2,5	1,5—3	3—6
Međusobni razmak, m	1,5—3—5	1,5—3—3	1,5—3—5—10
Dubina sonde u bušotini, m	0,3—1,5	0,5—1,7	1—6
Dužina rukavca sonde, m	0,65	0,8	1,0—1,5—2,5
Udaljenost mlaznice od dna, m	0,50	0,5	0,5

Gesbo agregati za natapanje sioja pod visokim pritiscima demonterani su u rudnicima Velenje, Trbovlje i Kakanj.

Lafeti za bušenje minskih bušotina i bušotina za natapanje sloja sa automatiziranim hodom rade u vertikalnom i horizontalnom položaju teleskopski izvedenog upornika. Isplačna glava montirana je na lafetu — snaga 2 KS kod 4 atp.

## Agregati za kombinirano miniranje

Radni proces je kombiniran sa prethodnim natapanjem sloja i miniranjem »pod vodom«, odnosno miniranjem s uronjavanjem eksploziva u vodu.

Poznata, u Velikoj Britaniji razvijena, metoda natapanja sloja pod visokim pritiscima i miniranja pod vodom u svrhu obrane od ugljene prašine pokazala se povoljnog za dobivanje ugljena tamo, gdje se, zbog tvrdoće ugljena, nije mogla primjeniti mehanizacija. U tu svrhu izведен je novi eksploziv Hydrobel, poboljšani upaljači i izolacija žica upaljača, što je omogućilo izlaganje eksploziva pritisku od  $70 \text{ kg/cm}^2$  kroz 24 sata. Nastojanja su bila usmjerena na izvođenje detonacije u bušotini napunjenoj vodom i djelovanju visokog pritiska na sloj, kojim treba tlačiti vodu u sve pukotine u svrhu rasstresanja sloja.

Pokusni su vršeni u sloju Yard, debljine 85 cm u rudniku Desford. Bušotine su izvedene u bokovima pod izvjesnim kutom prema čelu i nakon natapanja uložen eksploziv uz ponovno natapanje. Paljenje mina je izvršeno dok je u bušotini još, djelovao tlak vode. Optimalni rezultati su postignuti kada je bušotina usmjerena pod kutom od  $35^\circ$ , uz medusobni razmak bušotina od 1.65 m. Optimalna dubina bušotina je iznosila 2 m, a količina eksploziva 340 g Hydrobela. Konačni ekonomski rezultat metode bio je:

- smanjenje broja bušotina za 28%;
- smanjeni utrošak eksploziva za 27%;
- smanjena količina ugljene prašine;
- ušteda na materijalu zapune bušotina i potrebnom radu za zapunu.

Medutim, nedostaci metode su bili dvojaki: administrativni i tehnički. Za svako miniranje sa uronjavanjem eksploziva u vodu, trebala je posebna dozvola rudarskih nadzornih organa i postojala je nesigurnost u pogledu kontinuiranog ovoja vode oko eksploziva. Naime, protupritisak iz sloja je često bio veći od maksimalno dozvoljenog pritiska natapanja.

Ovi su nedostaci eliminirani kod metode Gesbo. Kompletna oprema se sastoji od:

- visokotlačnog cjevovoda sa odgovarajućom crpkom;
- niskotlačnog vodovoda za područje statičkog pritiska;
- uređaja za izradu bušotina dubine 1,8 — 3,0 m;
- agregata za natapanje pod visokim pritiskom;
- agregata za miniranje.

Organizacija rada je slijedeća: maksimalno potreban broj radnika je 4—5 (po 2 čovjeka u bušačkoj i minerskoj grupi; dok je za izvanredno teške tehničke uvjete bušenja potrebno pojačati bušačku grupu).

Bušotine se izrađuju po utvrđenoj shemi, kao glavno pravilo uzima se medusobni razmak bušotina od 2 m, no on se smanjuje ili povećava prema vrsti i tvrdoći ugljena.

U polovini ciklusa bušenja, počinje ciklus natapanja iz visokotlačnog cjevovoda i natapa se cca 3 minute. Sa svim predradnjama i operacijama učinak je 10 bušotina/sat, a vrijeme natapanja omogućava učinak, natapanja sa 10 litara vode  $\text{m}^3$  mase.

Natapanjem je rastreseni sloj dobro pripremljen za miniranje i počinje minerski ciklus.

Razdjelna glava agregata za miniranje (sl. 2) priključuje se na niskotlačni cjevovod. Pred razdjeljivačem je prečistač sa dvostrukim sitom, na razdjeljivaču je montiran manometar, a svaka fleksibilna sonda ima ugraden indikator strujanja.

Praksa je pokazala da se optimalni učinci postižu sa 3 bušotine. Eksploziv se stavlja na dno plastičnog ovoja, dužeg od dužine bušotine. Optimalno se ulazi 1—2 patrone, maksimalno 3. U maksimalno punjenje iznosi 375 g.



Sl. 2 — „Gesbo“, agregat za kombinovano miniranje.

U slučaju nepovoljnih uvjeta u sloju ne povećava se punjenje već se smanjuje razmak između bušotina. Eksploziv se oprema na licu mesta, plastični ovoj se puni vodom preko izlazne mlaznice rukavca sonde za natapanje, koji se ubaci 0,3 m duboko u bušotinu. Tako se osigurava oblaganje eksploziva vodom u času otpuštanja. Nakon 2—3 minute natapanja, serija se

otpuci uz istovremeni prekid dovoda vode. Dozvoljeno je samo miniranje pod tlakom vode.

U ovom slučaju otpada zapuna bušotine, jer tu ulogu preuzima rukavac sonde, a vek jednog rukavca je 60—200 miniranja. Prednost metode je mnogostruka. »S« izvedba omogućuje primjenu u ugroženim jamama. Prethodno natapanje pod visokim pritiskom eliminira eventualno u sloju akumulirani  $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}_2$ , visoki pritisak i djelovanje eksploziva (a uvjeti omogućuju primjenu eksploziva veće brizantnosti) daju visoke učinke, ugljen se lagano odvaljuje u krupnim komadima, nema stvaranja opasne ugljene prahine. Poslije miniranja nema zaplinjenosti radilišta; sva energija eksploziva je iskorišćena, pa i plinovi djeluju unutar sloja u vidu radne energije.

S obzirom na punu sigurnost rada omogućeno je u ugroženim rudnicima provesti miniranje unutar smjene, što znači veliku vremensku uštedu, a mogućnost rada na radilištu odmah po miniranju povećava ušteđeni vremenski fond;

- raspon pritiska kod miniranja je 5—30 atm;
- međusobni razmak bušotina 0,75—3 m;
- minimalna dubina bušotine 1,6 m;
- dubina sonde u bušotini 0,5—0,7 m;
- udaljenost mlaznice rukavca do eksploziva 0,5 m.

Agregat je testiran u pokusnom rudniku Tremontia, Dortmund. Pokusno STS miniranje (kombinirano) je vršeno na radilištu Girondelle u sloju debljine 0,45 cm sa 9 bušotina promjera 45 mm, dužine 1,5 m i međusobnim razmakom 0,75 m.

Punjjenje eksploziva — po 2 patronе Wetter-Nobelit-W (klasa I), sonde su pod pritiskom 10 atm., a paljenje je vršeno mosnim upaljačima. Mine su otpucane pojedinačno ili u parovima. Eksploziv je potpuno detonirao u svim slučajevima. Dobiver je sitniji asortiman.

Pojedinačnim otpucavanjem je postignuto potpuno odvaljivanje komada ugljena sa ravnim rubovima cjeline, dok je kod otpucavanja u parovima, potpuno odbaciла само prva mina, a kod druge su ostale neravnine 0,5—0,7 m, koje su naknadno uklanjane otkopnim čekićima.

Za procjenu sigurnosti od zapaljenja metana vršeni su slijedeći pokusi: plastični ovoj s eksplozivom stavljen je u pukotinu dimenzija 140x x70x6 cm ispunjenu smjesom zraka 10%  $\text{CH}_4$ , pukotina prelazi u komoru veličine 2—3 m<sup>3</sup> ispunjenu istom smjesom.

Izvršen je niz otpucavanja sa slijedećim rezultatima:

I miniranje, sa barutom - 6 paljenja (6 zapaljenja smjese);

II miniranje, eksploziv u ovoju 13 paljenja (3 zapaljenja smjese);

III miniranje, eksploziv u ovoju sa vodom 14 paljenja (bez zapaljenja smjese).

Uzv u obzir sve navedene činjenice može se reći da se ovom metodom postiže puna sigurnost rada uz minimalni utrošak eksploziva i maksimalnu ekonomičnost.

Za primjenu ove metode kod nas postoji potreškoća u tome, što ne posjedujemo adekvatan eksploziv, već bi u slučaju korišćenja bili vezani na uvoz.

Na svjetskom tržištu postoji niz eksploziva za miniranje pod vodom:

- Velika Britanija: Hydrobel;
- Belgija: Aquadex;
- Sav. Rep. Njemačka: Wetter-Nobelit-W I;
- Poljska: Barbarit (koji se pokazao najboljim).

Dipl. ing. Ivana Kljač

### Savetovanje o zaštiti na radu u Boru

Savez inženjera i tehničara Jugoslavije u zajednici sa Rudarsko topioničkim kombinatom Bor i redakcijom »Zbirka propisa« Beograd organizovali su savetovanje o aktuelnim problemima zaštite na radu u rudarstvu i metalurgiji, koje je održano 27, 28, 29. i 30. maja 1968. godine u Boru.

Na savetovanju je učestvovalo oko 150 predstavnika iz raznih rudarskih i metalurških organizacija Jugoslavije.

Pošto je generalni direktor RTB — Bor pozdravio učesnike savetovanja, na savetovanju je podneseno 18 referata\* i to:

- 1) Unapredjenje tehnologije sa aspekta povećanja bezbednosti i ekonomičnosti proizvodnje (Božin Jovanović)
- 2) Opšta problematika zaštite na radu u rudnicima (dr ing. Gvozden Jovanović)
- 3) Produktivnost rada u rudnicima sa aspekta bioenergetike (dr Vudrov Radmilo i dr Živko Stojiljković)
- 4) Osnovi za tehničke analize o nesrećama na poslu i iznalaženje mogućnosti njihovog smanjenja (prof. ing. Branko Jokanović)
- 5) Organizacija zaštite na radu u RTB — Bor (Dragomir Vučić)
- 6) Prirodni izvori i uzroci nesreća (dr ing. Gvozden Jovanović i dipl. inž. Aleksandar Čurčić)
- 7) Analiza stanja zaprašenosti, primjene kolektivne i lične zaštitne mere u rudarstvu i pratećoj industriji (dipl. inž. Ivan Ahel)
- 8) Transport u rudarstvu sa aspekta zaštite i sigurnosti pri radu (dipl. inž. Milet Srdanović)
- 9) Uticaj miniranja na produktivnost rada i sigurnost u rudnicima (dipl. inž. Dragoljub Mitrović)
- 10) Zaštita na radu u Majdanpeku (dipl. inž. Nikola Dimitrijević)
- 11) Lična zaštita sredstava u industriji u rudarstvu (dipl. inž. Vladimir Ivanović i viši tehnik. Dragoljub Golubović)
- 12) Prilog poznavanja tehničke i bioenergetske osobenosti samospasioца (tip M—67—MJ) pri telesnim naprezanjima (dr Ž. Stojiljković, B. Mićić, D. Đurđević i Lj. Mandić)

\* Referate je izdala »Zbirka propisa«, Beograd.

13) Mogućnost usavršavanja podgradivanja otkopa u rudnicima metala i nemetala sa posebnim osvrtom na sigurnost rada (dipl. ing. Blaža Đukić)

14) Problemi zaštite na radu u metalurško hemijskim pogonima RTB — Bor (dipl. ing. Đorđe Stanković)

15) Uticaj ventilacije na sigurnost i produktivnost rada kao i ekonomičnost u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom (dipl. ing. Radoš Tanasković)

16) Tehnička analiza kolektivnih nesreća, koje su se dogodile u rudnicima Jugoslavije za poslednjih 10 godina (dipl. ing. Aleksandar Ćurčić i dipl. ing. Nenad Mihalđić)

17) Zaštita pri podzemnom radu u Borskoj jami (dipl. ing. Božidar Simonović)

18) Osvrt na propise u oblasti zaštite na radu u rudarstvu (dr. Teofilo Popović, Aleksandar Nikolić)

#### Tok diskusije

Na osnovu podnetih referata i diskusija, koje su se vodile po izloženoj problematici, na savetovanju došlo se je do sledećih zaključaka:

— i pored napretka u sprovođenju zaštite u rudnicima cele zemlje u poslednjim godinama broj povreda, smrtnih udesa i profesionalnih oboljenja na radu još je uvek visok i u cilju daljeg poboljšanja zaštite potrebno je razvijati u preduzećima istraživački rad i koristiti specijalizovane i naučne ustanove, rezultati istraživačkog rada do sada su još i suriše skromni zbog razdjeljenosti akcija i nedovoljno materijalnih sredstava potrebnih za istraživanje. U vezi s time potrebno je, da za istraživački rad preduzeća odvajaju i objedine materijalna sredstva. Osim toga prilikom donošenja budžeta treba izdvojiti veća sredstva za istraživanja, koja treba poveriti onim ustanovama odnosno istraživačkim organizacijama, koje garantuju uspešno rešavanje aktualnih zadataka u oblasti zaštite života i zdravlja radnika zaposlenih u rudarstvu i metalurgiji.

— U cilju oticanja subjektivnih faktora koji su pretežno najčešći uzroci povreda, treba uvesti nastavu stručne zaštite na radu u školama svih rangova, međusobno usaglasiti njihove programe i prilagoditi savremenoj tehnologiji i osim toga preduzeća moraju naročitu pažnju posvetiti podizanju i odabiranju kadrova koji se bave problemima zaštite na radu kao i njihovom usavršavanju prema specifičnim uslovima i opasnostima pri radu.

U diskusiji je istaknuto da je potrebno prći racionalizaciji mreže visokog školstva formiranjem jedinstvenog fakulteta za izučavanje rudarsko-geološko-metalurških disciplina. A ovakvom integracijom visokog školstva iz ove oblasti postiže se viši kvalitet obrazovanja potrebnih stručnjaka i direktnija veza fakulteta i privrede.

Preporučuje se nadležnim organima da propisu jedinstvenu evidenciju i statistiku, kao i kategorizaciju povreda po težini za celu zemlju, da bi se omogućilo uspešnije sagledavanje stanja

povredivanja naročito po izvorima i uzrocima i iznalaženje pogodnijih rešenja za smanjenje povreda, smrtnih udesa profesionalnih oboljenja u rudarstvu i metalurgiji.

Savetovanje smatra, da je i pored dosadašnje aktivnosti potrebno da se sindikalna organizacija i političko društvene organizacije više uključe u razmatranje rešavanja problema iz oblasti zaštite na radu, a naročito da se zauzmu za hitnije rešenje pitanja skraćenog radnog staža, penzionog i invalidskog osiguranja i prevremenog penzionisanja radnika iz rudnika koji prestaju sa radom.

Ova nerešena pitanja su uzrok velike fluktuacije radnika što otežava adekvatno sprovođenje savremenih tehničkih mera na radu.

U podnetim referatima i svestranoj diskusiji istaknut je problem profesionalnih oboljenja radnika, a naročito silikoze u mnogim našim rudarskim i metalurškim preduzećima, čemu nije posvećena odgovarajuća pažnja.

Pri rešavanju ovog problema treba prvenstveno izučavati i primenjivati preventivne mере за zaštitu.

Na savetovanju iznesen je predlog da se do kraja 1968. godine održi savetovanje koje će trebiti zaprašenost radne sredine i okoline i iznalaženje odgovarajućih rešenja za primenu kolektivnih i ličnih zaštitnih sredstava sa ciljem efikasnijeg smanjenja profesionalnih oboljenja.

Za realizaciju ovog savetovanja preporučuje se, da se zaduži Savez inženjera i tehničara rudarske geološke i metalurške struke Jugoslavije, Rudarski institut — Beograd, centralni odbor Sindikata rudnika industrije i rudarstva uz angažovanje radnih organizacija rudarstva i metalurgije i redakcije Zbirke propisa.

L. T.

#### Prikazi iz literature

Autor: M. P. Kalinuški

Naslov: Ventilačni uređaji (Ventiliatornye ustavovki)

Izdavač: »Vysšaja škola« — Moskva, 1967.

U knjizi su izneti razni uslovi korištenja ventilacionih uređaja, uređaja za aspiraciju, pneumatski transport, kondicioniranje vazduha i dr.

Pored uvodnih poglavija o vazduhu i njegovim svojstvima, gubicima pritiska na trenje i lokalne otpore obrađena su sledeća interesantna pogлавља:

- proračun cevovoda i aspiracionih sistema;
- proračun ventilatora;
- karakteristike ventilatora;
- rad ventilatora u mreži;
- izbor motora za ventilatore;
- montaža ventilacionih uređaja;
- ispitivanje i regulacija ventilacionih uređaja;
- eksplatacija ventilacionih uređaja.

Obuhvaćena su nova teoretska i praktična saznanja iz ove oblasti te knjiga može korisno služiti u praktičnom radu.

## V. I.

A. J. Duz', Šikita, I. M.: Neki slučajevi pojave iznenadnih izboja uglja i gasa i mere u borbi sa njima (Nekotorye slučai projavlenija vnezapnyh vybrosov uglja i gaza i mery bor'by s nimi) — Bezopasnost' truda v promyšlennosti, (1968) No. 1, str. 15—16.

Kako je iz prakse poznato, do sada razradene i primenjivane metode borbe sa iznenadnim izbojima uglja i gasa ne obezbeđuju uvek sigurne uslove rada. Razrada slojeva koji su opasni na izboj, na mestima geoloških poremećaja, mora se obavljati uz dopunske mere zaštite, koje obezbeđuju sigurnost rada.

U članku je prikazana razrada sloja Tolstyj u jami im. Artyoma — kombinat Artemugol', koji je poznat po iznenadnim izbojima uglja i gasa, kao i po samozapaljivosti uglja. Njegovo otkopavanje je vršeno pod zaštitom sloja Peščanka, koji nije opasan na izboje, a koji leži u krovini na rastojanju od 40 m po normali.

Sloj se sastoji iz dve serije slojeva koji su razdvojeni proslojkom škriljca debeline 0,05 m. Gornja serija slojeva je nestabilna i sklona obrušavanju. Donja serija slojeva — ugalj je debeljine 1,8 m. Zaleganje sloja je relativno stabilno, ugao pada 58—60°. Sadržaj gasa iznosi 19,58 m<sup>3</sup>/t.

Za degazaciju izvoznog hodnika, na svakih 5 m buše se bušotine dijametra 100—120 mm na visini 70—80 m. Na završetku svake etaže buši se jedna drenažna bušotina dijametra 250 mm i dužine 5 m koja je postavljena pod uglom od 18°, u odnosu na liniju prostiranja etaže.

U cilju poboljšanja sigurnosti izvođenja rudarskih radova u slojevima složene strukture koji su opasni na izboje (naročito na mestima geoloških poremećaja) i sprečavanja pojave iznenadnih izboja, neophodno je:

- povećati dužinu drenažnih bušotina na etažama na 7—8 m, kod dijametra bušotine 250—300 mm;
- pri malom radijusu drenaže (0,7—1,0 m) povećati broj bušotina po dužini etaže;
- dirigovanje jamskim pritiskom vrši se potpunim ili delimičnim obrušavanjem na debele stupce ili na tanke stupce koji su postavljeni kao orgulje.

Lj. N.

Zaštita protiv havarija — osnova sigurnog rada rudnika (Protivoavarijnaja zaštita — osnova bezopasnoj rabote šaht) — Bezopasnost' truda v promyšlennosti. (1968) No. 2, str. 23—26.

Razvoj industrije uglja za poslednjih nekoliko godina karakteriše se koncentracijom i intenzifikacijom proizvodnje, prelaskom radova na dublje horizonte i znatno složenijim rudarsko-geološkim uslovima, što je pruženo povećanjem jamskog pritiska, povećanjem izdvajanja metana i složenijom šemom ventilacije.

U vezi sa ovim javio se niz neodložnih zadataka u cilju poboljšanja sigurnosti rada, u prvom redu snabdevanje rudnika automatskim uređajima i priborima za sprečavanje havarija.

Za poslednjih nekoliko godina projektno-konstruktorske i naučno-istraživačke organizacije razradile su, a fabrike počele serijsku proizvodnju, niz pribora i sredstava za zaštitu od požara.

U članku su prikazani najnoviji uređaji, koji pomažu rešavanju sledećih problema:

**Kontrola sastava rudničke atmosfere.** Najrasprostranjeniji portabilni uređaj za kontrolu sadržaja gasova u rudničkoj atmosferi je optički merač gasova ŠI-3, ŠI-5 i ŠI-6. Signalizatori za metan su: SMP-1, SS-2, AMT-2, metan-rele tipa MMP-61. Detaljno su prikazane prednosti i nedostaci ovih pribora.

**Kontrola provetrvanja slepih okana.** Aparatura za kontrolu količine vazduha koji dolazi u slega okna, koja se provetrvaju ventilatorima za lokalno provetrvanje, izrađuju se serijski.

**Kontrola zaprašenosti rudničkog vazduha i jamskih prostorija.** U ovu svrhu za sada se još uvek upotrebljavaju pribori F-1 (osetljivost 50 mg/m<sup>3</sup>) i DPV-1 (osetljivost 10 mg/m<sup>3</sup>), mada je još 1964. g. razrađen pribor KPR-1, koji se iz tehničkih razloga još uvek ne proizvodi serijski.

**Zaštita jamskih električnih mreža.** Jamske visoko-naponske mreže za sada nemaju zaštitu od lutajućih struja, što predstavlja stalnu opasnost od požara. Razrađeni su eksperimentalni modeli aparature za zaštitu od lutajućih struja: AZU-6 i ZZP-1, koji su već prošli kroz industrijska ispitivanja i očekuje se njihova primena i serijska proizvodnja.

**Sprečavanje havarija kod jamskog transporta.**

**Sprečavanje požara na trakaškim transporterima.**

Članak je vrlo interesantan za stručnjake koji se bave problemom sigurnosti u rudnicima, jer su svi problemi tehničke zaštite na radu obrađeni na jednom mestu.

Lj. N.

W. S. Krawitschenko: Naučna ispitivanja u SSSR-u u vezi sa bezopasnom primenom elektriciteta u rudnicima uglja. (Wissenschaftliche

Untersuchungen der UdSSR über die gefahrlose Verwendung von Elektrizität in Kohlengruben) — Bergakademie, 19 (1967), 12, 728—733, 1 fot., 1 crt., 65 bibl. pod. (nem.)

Autor daje pregled mera, postupaka i opreme koji se primenjuju u Rusiji od 1890., zatim u Donjeckom institutu od 1910. i u institutu MakNII (osnovanom za vreme sovjeta, 1931). Posle drugog svjetskog rata radovi su raščlanjeni i prošireni. Njih obavljaju i neke nove ili obnovljene ustanove: Giproniselektrošahrt (Donjeck), VostNII (Kemerovo) i — sa najboljim kadrovima i najopremljenijim laboratorijama — Rudarski institut »A. A. Skočinski« (Moskva), među čije saradnike spada i autor članka. Prvi naučni radovi u MakNII su se odnosili na proučavanje fizičkih pojava pri izbijanju vrelih gasova. Ova su ispitivanja poslužila za donošenje niza propisa i standarda o električnoj opremi zaštićenoj od eksplozije (1932. i 1933.). Daljim proučavanjima su ustanovljeni odnosi gasa i vazduha, energije aktivacije, brzine širenja plamena, maksimalnih temperatura paljenja i provodljivosti (MakNII, 1940). Posle rata nastavljena je obrada ovih tema. Saradnici VostNII smanjili su dejstvo niza opasnih faktora zahvaljujući izradi nove opreme i određivanju verovatnoće nastanka i prenosa eksplozije. Ovo se postiže jednom matematičkom funkcijom u kojoj se jedan koeficijent i jedan eksponent utvrđuju iskustvom i tretiraju kao konstante. U nekoliko laboratorijskih raznih autoru došli su do podataka o maksimalnom pritisku pri eksploziji metana i vazduha. Ovo je uticalo na izmene u konstrukcijama kućišta (preinačavanje dimenzija, oblika i materijala).

Radovi na električnoj opremi — bezbednoj od varništenja, počeli su još 1931. — uglavnom u oblasti signalizacije. Utvrđeni su fundamentalni parametri i primena (1946), a potom formulisana teorija (1952), odnosno iznađene metode za merenje koeficijenata bezbednosti od varništenja. Obrazložena je formula i propisi kojima se rešavaju uticaji napona, induktivnosti, trajanja, energije i drugih faktora. To je podstaklo projektante na izradu novih tipova sigurnosne opreme.

Kontinuirana kontrola sadržaja metana sa svrhom automatskog davanja signala i istovremenog isključivanja električne energije pri visokim koncentracijama metana predstavljala je svojevrsnu teškoću. Rešavanjem jednih zadataka postavljali su se novi, čime se problematika umnožavala. Prednost je data sledećem: pogonskim temperaturama, katalitičkim površinama, signalizaciji, neaktivnim elementima u komori sagorevanja, preciznosti instrumenata (analizator AMT-2 i signalizatori SMP-1 i SS-2). U ovim radovima je, pored već pomenutih, učestvovalo i preduzeće Giprougleavtomatizacija. Daljom tehničkom razradom dobijena je nova električna oprema, npr. prenosni rele za metan tipa MMR-61.

Niz radova je takođe usmeren na uklanjanje opasnosti koje nastaju sa sve većom razgranatošću mreža električnih kablova. Prikazani su različiti vidovi zaštite ovih mreža. Zaštite se odnose na spoljašnja oštećenja, izazivanje eksplozija, uključivanje, isključivanje, odvod struje, sprečavanje kratkih spojeva i na koroziju.

Autor posebno izdvaja radove o požarima i povredama izazvanim električnom strujom u jama. Tu su obuhvaćeni: uzemljenje i greške na opremi, metode merenja, komponente i izolacije. Pored ispitivanja u rudnicima uglja opisana su i ispitivanja koja se odnose na rudnike metala. Ova problematika postaje sve aktuelnija: porast mehanizacije i automatizacije zasnovan je na povećanoj potrošnji električne energije i njenoj sve raznovrsnijoj primeni. Život i rad radnika su ugroženi iz dana u dan. Bezbednost u ovoj oblasti postaje i privredno i socijalno pitanje.

Popis korišćene literature na kraju članka zaslužuje da bude posebno pomenut. Obuhvaćeni su sovjetski autori i dati podaci o korisnim publikacijama koje se ne mogu naći u izdavačkim katalogozima. Pored članaka i knjiga, naveden je i niz patenata, elaborata i neke doktorske disertacije.

A. B.

## Pitanja i odgovori

### Pitanje:

Da li se radna odela radnika na podzemnim rudarskim radovima smatraju ličnim zaštitnim sredstvima i da li njihova nabavka pada na teret materijalnih troškova?

### Odgovor:

Opštim pravilnikom o higijenskim i tehničkim zaštitnim merama pri radu — čl. 93. (»Službeni list FNRJ«, br. 16/47 i 36/50) utvrđeno je šta se smatra radnim odelom, a šta zaštitnom odelicom i obućom. U razlikovanju ova dva pojma valja imati u vidu da se zaštitnom radnom obućom i odelicom smatra ona obuća i odelica koja se mora staviti na raspolaganje radnicima koji su izloženi štetnim uticajima rada, da bi im štitila život i zdravlje od: otrovnih i nagrizajućih materijala, materija štetnih po zdravlje (boje lakovi i sl.), znatnih količina prašine, nepovoljnih klimatskih uslova u zatvorenim prostorijama, pri radovima napolju, pri podzemnim radovima (visoka ili niska temperatura, voda, vlaga, neposrednog uticaja plamena, udara električne struje, mogućnosti infekcije, rentgenskih, radioaktivnih i sličnih zračenja itd.).

I pored toga, što je i svako radno odelo u izvesnom smislu i zaštitno, jer štiti radnikovo telo od prljavštine i dodira sa raznim štetnim materijama, izvršeno je izvesno diferenciranje u odnosu na zaštitnu radnu odelu i obuću, s obzirom na njihovu namenu, kvalitet izrade (azbest

guma i sl.) i izvore finansiranja njihove nabavke.

Tako je odredbom tačke 5. pod 2) Naredbe o materijalnim i ostalim troškovima poslovanja privrednih organizacija (»Službeni list FNRJ«, br. 19/61, 4/62 i 22/62 i »Službeni list SFRJ«, br. 26/63, 40/63, 3/64, 31/64 i 57/65) predviđeno da se privrednim organizacijama, kao materijalni troškovi, priznaju izdaci za zaštitnu odeću i obuću i druga zaštitna sredstva koja radnici, na osnovu posebnih propisa o zaštiti na radu, upotrebljavaju pri radu, radi zaštite od povreda i profesionalnih bolesti, odnosno koja se daju radnicima na radnim mestima predviđenim statutom ili drugim opštim aktom radne organizacije.

Kao poseban propis o zaštiti na radu smatra se i pravilnik o zaštiti na radu ili drugi pravilnik koji je radna organizacija donela u skladu sa odredbama OZZR-a, odnosno saglasno s pravilima (merama i normativima) koja se primenjuju do donošenja novih propisa o zaštiti na radu sadržanih u odredbama Opštег pravilnika o higijenskim i tehničkim zaštitnim merama pri radu.

Iz iznetog proizilazi, da se, kao materijalni troškovi, ne bi mogli priznati izdaci za zaštitno delo koje je dato radniku raspoređenom na radno mesto za koje pravilnikom o zaštiti na radu ili drugim opštim aktom radna organizacija nije predviđela davanje zaštitnog dela, kao i u slučaju kad je svojim pravilnikom radna organizacija predviđela давanje zaštitnog dela radniku na radnom mestu za koje odredbama OZZR-a, odnosno pravilima sadržanim u odredbama Opštег pravilnika o HTZ merama pri radu nije predviđeno давanje zaštitnog dela.

U vezi sa ovim napominje se, da je odredbama Naredbe o izdacima za službena i radna dela i obuću koji se priznaju kao materijalni troškovi privrednih organizacija (»Službeni list FNRJ«, br. 24/61 i 24/62 i »Službeni list SFRJ«, br. 26/63 i 57/65) predviđeno kojim se privrednim organizacijama i pod kojim uslovima izdaci za službena i radna dela i obuću priznaju kao materijalni troškovi.

#### Pitanje:

Treba li u opštem aktu (Pravilniku) o zaštiti na radu propisati predroranu?

Ako treba, koju vrstu na kojim radnim mestima, po kojim kriterijumima i na čiji teret padaju izdaci za predroranu?

#### Odgovor:

Sama predrhana ne predstavlja sredstvo za zaštitu na radu (radnik koji npr.: radi u zatvorenoj prostoriji, a nije zaštićen odgovarajućim sredstvom i opremom za zaštitu na radu, otrovaće se iako je dobijao predroranu). Međutim, izvesno je, da predrhana povoljno utiče na okolnosti koje radnikov organizam čine otpornijim u odnosu na bolesti i zdravstvena oštećenja. Imajući ovo u vidu Naredbom o izmenama i dopunama Naredbe o materijalnim i ostalim troško-

vima poslovanja privrednih organizacija (»Službeni list FNRJ«, br. 8/61, 26/61, 12/62, i 12/63 i »Službeni list SFRJ« br. 52/63, 4/64, 14/65, 35/65 i 57/65) predviđeno je, da se — kao materijalni troškovi — priznaju i izdaci za druge napitke koji se, kao sredstva higijensko tehničke zaštite na radu, na osnovu posebnih propisa o zaštiti na radu ili po nalogu odnosno preporuci nadležnog organa inspekcije rada, besplatno daju radnicima određenih kategorija, odnosno radnicima na radnim mestima predviđenim statutom ili drugim opštim aktom.

Takođe, kao materijalni troškovi, priznaju se i izdaci za hranu i tople napitke koje privredna organizacija za vreme elementarnih nepogoda ili posle njih besplatno daje radnicima zaposlenim na vršenju hitnih radova — u cilju otklanjanja posledica nastalih usled ovakvih nepogoda.

Na osnovu iznetog, predrhana se može davati radnicima (mleko, jogurt, čaj, voćni sokovi, gazirana slana voda, kisela voda, soda-voda i drugi osvežavajući napicci), zavisno od vrste posla, težine i uslova rada, snabdevenosti sredstvima i opremom za zaštitu na radu, zdravstvenog stanja i drugih okolnosti na radnom mestu.

Ukoliko su ovi napicci određeni statutom ili opštim aktom, prema kriterijumima koje utvrdi sama radna organizacija za svako određeno radno mesto, odnosno ako se daju radnicima na osnovu posebnih propisa o zaštiti na radu ili po nalogu — odnosno preporuci organa inspekcije rada, u tom slučaju izdaci za njih terete materijalne troškove radne organizacije.

## Bibliografija

**Banik, E.** — Studija o sigurnosnim rastojanjima pri planiranju, podizanju i pogonu fabrika eksploziva i fabrika za bezdimni barut. (Eine studie über Sicherheitsabstände bei der Planung, Errichtung und Pulverfabriken für rauchschwache Pulver). »Explosivstoffe«, 15(1967) 9, str. 200-205, 1 dijag., 2 tabl.

**Márothy, G., Lázár, I., i dr.** — Neka pitanja konstrukcije i ispitivanja metanskih upaljača. (Sújtólegbiztos gyutacsaink felépítésének néhány kérdése és vizsgálata). »Bányászati lapok«, (1967) 7, str. 438—444, 3 crt., 2 tabl.

**Bloha, K.** — Razvoj mera protiv prevremenog paljenja eksplozivnih naboja. (Entwicklung von Massnahmen gegen Vorzeitinges Zünden von Sprengladungen). »Glückauf«, 103 (1967) 21, str. 1102—1103.

**Evdokimov, A. G., Mihajlenko, V. M.** — Metodi proračuna jamskih ventilacionih mreža na računarima. (Metody rascheta sahtnyh ventilacionnyh setej na cifrovych vyčislitel'nyh mašinah). »Gornyj Žurnal« — IVUZ, (1967) 12, str. 63—67.

**Abramov, F. A., Mosin, I. M., i dr.** — Proračun režima ventilacije jama pri havarijama na elektronskim računskim mašinama. (Rasčety avarijnyh režimov ventilacii šaht na elektronnyh vychisliteľnyh mašinah). »Ugol' Ukrayny«, (1968) 2, str. 30—31, 3 sl., 3 tabl.

**Sarančuk, V. I.** — Određivanje količine vazduha za provetrvanje u rudnicima mrkog uglja kombinata Aleksandrija ugalj. (Opredelenie količestva vozduha dlja provetrvaniija burougol'nyh šaht kombinata Aleksandrijaugol'). »Ugol' Ukrayny«, (1968) 1, str. 33—34.

**Medvedev, B. I.** — Gubici pritiska pri kretanju vazduha u jamskim prostorijama u uslovima intenzivne toplotne razmene. (Poteri napora pri dviznenii vozduha v gornyh vyrabotkah v usloviyah intensivnogo teploobmena). »Gornij Žurnal« — IVUZ, (1968) 1, str. 65—71.

**Marinovskij, E. S.** — Ispitivanje nekih parametara kanala jamskih ventilatorskih uređaja. (Opredelenie nekotoryh parametrov kanalov šahtnyh ventilatornyh ustankov). »Gornij Žurnal« — IVUZ, (1968) 1, str. 78—82, 2 sl.

**Kovalevskaia, V. I., Bondarenko, A. D.** — Izbor motora za ventilatore glavnog provetrvanja. (Vybor dvigatelej ventilatorov glavnogo provetrvaniija). »Ugol' Ukrayny«, (1968) 1, str. 26—27, 5 sl.

**Sprava za ispitivanje strujanja vazduha.** (Prüfgerät für Luftströmungen). »Brenstoff-Chemie«, 48(1967) 12, str. 50.

**Medvedev, B. I., Horol'skij, V. T.** — Uticaj toplotne razmene u jamskim prostorijama na provetrvanje jama pri podzemnim požarima. (Vlijanie teploobmena v vyrabotkah na provetrvanje šaht pri podzemnyh požarah). »Ugol' Ukrayny«, (1968) 1, str. 34—36, 2 sl.

**Ventilacija novog blekvelskog tunela.** (Ventilating of the New Blackwall Tunnel) »The Heating and Ventilating Engineer«, 41(1967) 483, str. 177—180, 5 sl., 1 tabl.

**Pućkov, L. A.** — Ispitivanje nekih parametara prelaznih gasodinamičkih procesa na rudnicima uglja. (Issledovanie nekotoryh parametrov prehodnyh gazodinamičeskikh processov v ugol'nyh šahtah). »Gornij Žurnal« — IVUZ, (1968) 1, str. 72—77, 4 sl.

**Belić, A.** — Pribor za određivanje zagađenja zraka u eksplozionalno-opasnim pogonima. »Sigurnost u pogonu«, X(1968) 1, str. 13.

**Tarasevič, V. N.** — Prelazna funkcija gasnog režima radilišta u zavisnosti od režima rada mašina sa dobijanje uglja. (Peređatočnaja funkcija gazovog režima očisnyh zaboev v zavisnosti ot režima raboty ugledobičnyh mašin). »Ugol' Ukrayny«, (1968) 2, str. 32—34, 1 tabl.

**Baltajtis, V. Ja., Petruhin, P. M., i dr.** — Rasprostiranje vazdušnog udarnog talasa po jamskim prostorijama, od eksplozije smeše metana i vazduha. (Rasprostranenie vozdušnoj u-

darnoj volny po vyrabotkam ot vzryva metanovozišnoj smesi). »Ugol' Ukrayny«, (1968) 1, str. 28—29, 2 sl., 1 tabl.

**Preporuke za izradu bušotina za usisivanje gasa pomoću postupka novog bušenja.** (Empfehlungen für die Herste von Bohrlöchern für die Gasabsaugung mit Hilfe des Trockenbohrverfahrens, »Glückauf«, 104(1968) 3, str. 145.

**Heden, K., Ruch, S.** — Katalitičko razlaganje metana. (Zur katalytischen Metan-Zersetzung). »Glückauf«, 104(1968) 3, str. 1017—1023, 14 sl.

**Veselinović, V.** — Problemi odvodnjavanja u rudnicima uglja, s osvrtom na požarnu opasnost. »Tehnika«, XXIII(1968) 3, str. 411—418, 8 sl.

**Olhovičenko, A. E.** — Početna brzina izdvajanja gase u prognoziranju iznenadnih izboja uglja i gase u Donbasu. (Načal'naja skorost' gasovydelenija v prognozirovani unezapnyh vysibosov uglja i gaza v Donbase). »Ugol' Ukrayny«, (1968) 1, str. 30—31, 3 sl.

**Both, W.** — Iskustva sa zapisivačima ugljen-monoksida za ranu indikaciju jamskih požara. (Erfahrungen mit Kohlenmonoxid-Schreibern beim frühen Erkennen von Grubenbränden). »Glückauf«, 104(1968) 3, str. 135—138, 2 dijag.

**Glatz, V.** — Izolacija požarnih mesta i starih radova pomoću pregrada od gipsa. (Uzavirání požáříšt a starin hrázemi ze sadry). »Uhli«, (1967) 8, str. 337—341, 6 sl., 1 tabl.

**Guney, M.** — Oksidacija i spontano gorenie uglja I i II. (Oxidation and Spontaneous Combustion of Coal I and II). »Colliery Guardian«, (1968) 5571, 5572, str. 105—110, 137—143.

**Reisner** — Ukupni iznos prašine kao mera za eksploziju prašine. (Staubsummenwert als Mass für die Staubexposition). »Gewerkschaftliche Rundschau«, 20(1967) 10/11, str. 425—427, 1 dijag., 1 tabl.

**Scholl, E. W.** — Eksploziona pregrada kao sredstvo za gašenje, sprečavanje i širenje eksplozije od metana i ugljene prašine. (Löschnitself-Explosionssperre zur Verhinderung der Fortpflanzung von Schlagwetter und Kohlenstaubexplosionen). »Bergbauwissenschaften«, 14(1967) 10, str. 373—383, 5 sk., 5 fot., 13 dijag.

**Čurkin, V. K., Ovcarenko, I. R.** — Borba sa samozapaljivošću uglja u ugljenom stubu. (Borba s samovozgoraniem uglja v celike). »Ugol' Ukrayny«, (1968) 2, str. 28—29, 1 sl.

**Čermelj, S.** — Ob izidu pravilnika in predpisov o tehničnih ukrepih in o varnosti pri rudarskih jamskih del. »Rudarsko metalurški zbornik«, (1967) 3 4, str. 279—284.

**Borisenkova, R. V., Kočrtkova, T. A., i dr.** — O pitanju dejstva prašine na mahove. (K voprosu ob intermitirujuščem dejstvii pyli). »Gigiena truda i prof. zabolovanija«, (1968) 2, str. 6—13, 4 sl., 1 tabl.

**Človeški faktorji kot vzroki nesreč. »Delo in varnost«, (1968) 1, str. 4—9.**

**Tarasenko, N. Ju., Hodireva, M. A. — O pitanju primene zaštitnih kremova pri radu sa radioaktivnim sredstvima. (K voprosu o primenii profilaktičeskikh kremov pri rabote s radioaktivnymi veščestvami). »Gigiena truda i prof. zabolеваниja«, (1968) 2, str. 29—32, 2 tabl.**

**Ančugin, B. A. — Terapijsko-profilaktička primena kalcijum-dinatrijumove soli EDTA pri hroničnoj intoksikaciji živom. (Lečebno-profilaktičeskoe primenение kal'cit-dinatrijevoj soli EDTA pri hroničeskoj rtutnoj intoksikacii). »Gigiena truda i prof. zabolevanija«, (1968) 2. str. 33—36, 2 tabl.**

**Ljubomudrov, V. E. — Ispitivanja o problematici bolesti od prašine u Ukrajini u godinama sovjetske vlasti. (Issledovaniya po probleme koniotičeskoj — pylevoj — bolezni na Ukraine v gody sovetskoj vlasti). »Gigiena truda i prof. zabolevanija«, (1968) 2, str. 3—6.**

**Zislin, D. M., Gol'delman, A. G. — O pitanju zaštite vakcinom radnika koji rade na poslovima opasnim po silikoze, kao i bolesnih od silikoze. (K voprosu o vakcinoprofilaktike u rabočih silikozopasných proizvodstv i bol'nyh silikozom). »Gigiena truda i prof. zabolevanija«, (1968) 2, str. 23—29, 3 tabl.**

**Kacnel'son, B. A., Babuškina, I. G., i dr. — Uticaj niske temperature vazduha na**

**razvitak silikoze — eksperiment. (Vlijanie nizkoj temperatury vozduha na razvitie silikoza v eksperimente). »Gigiena truda i prof. zabolevanija«, (1968) 2, str. 17—23, 2 tabl.**

**Zalešskij, P. S. — Ispitivanje pojave iskrenja statičkog elektriciteta pri eksplataciji opreme, koje je opasno po eksploziju. (Issledovanie vozniknovenija vzryvoopasnyh iskr statičeskogo električestva pri ekspluatacji oborudovaniya). »Ugol«, (1968) 1, str. 61—62, 1 sl. Penušavi sintetički materijali u rudarstvu. (Schaumkunststoffe im Bergbau). »Explosivstoffe«, 15(1967) 11, str. 264.**

**Suharevskij, V. M. — O uzrocima i karakteru havarija na otkopima. (O pričinah i karaktere avarij na porodnyh otvalah). »Ugol«, (1968) 1, str. 55—57.**

**Mel'nikov, O. I., Šelehov, I. G. — Približni metod određivanja koeficijenta filtracije ugljene mase oko jamske prostorije. (Približennyj metod opredelenija koeficiente fil'tracii massiva ugleja vokrug vyrobok). »Gornij Žurnal« — IVUZ, (1967) 12, str. 22—26, 2 tabl.**

**Mihajlov, V. A., Kolobovskij, A. K. — Metod proračuna iskrenja u aparaturi jamske automatike. (Metod učeta iskrenii v appurature šahtnoj avtomatiki). »Gornij Žurnal« — IVUZ, (1967) 12, str. 140—143.**

# Postrojenja za livenje kontinuelnih čeličnih gredica u Poljskoj

## Kratak sadržaj

Ovaj članak prikazuje savremeni nivo tehnologije kontinuelnog livenja čeličnih gredica u Poljskoj krajem 1967. godine. Sadrži kratak opis uređaja, koji se nalaze u radu u topionicama »Balldon«, »Jednošć« i »Zawiercie«, kao i tehničke podatke u odnosu na proizvodne efekte. Na kraju članka se daje, na bazi parametara, perspektivni razvoj tog procesa u poljskoj metalurgiji, uzimajući u obzir probleme skopčane sa tom metodom.

## Uvod

Dinamički razvoj poljske metalurgije za vreme poslednjih 20 godina zahteva primenu modernih tehnologija u proizvodnim procesima. Kod proizvodnje čelika u ovo, pre svega, spada: uvođenje kiseonika u metalurške procese, kao i livenje kontinuelnih čeličnih gredica. Čeličane sa uduvavanjem kiseonika postižu visoke učinke, uz vrlo povoljne tehničko-ekonomiske parametre. Tehnologija livenja kontinuelnih čeličnih gredica omogućava proizvodnju većeg broja metalurških proizvoda i time smanjenje proizvodnih troškova, pri čemu se istovremeno smanjuju investiciona ulaganja u poređenju sa dosadašnjim sistemima »bluming«, a i radni uslovi za ljude u čeličanama znatno su poboljšani.

Da je livenje kontinuelnih čeličnih gredica postiglo puno savršenstvo u velikim industrijskim razmerama svedoči broj u svetu podignutih postrojenja poslednjih godina.

Tablica 1 prikazuje razvoj te moderne tehnologije tokom poslednjih dvadeset godina.

Broj sagrađenih postrojenja za livenje kontinuelnih čeličnih gredica u pojedinim vremenskim razmacima:

Tablica 1

do 1950.	1951/55.	1956/1960.	1961/1965.	1966/1970.
2	14	20	105	210*)

U Poljskoj je Institut za siderurgiju (studije o tehnologiji livenja) kao i Biro za projektovanje metalurške industrije — Biprohut (projektovanje i konstrukcija) počeo sa istražnim i projektantskim radovima na uvođenju livenja čeličnih kontinuelnih gredica. Rezultat tih radova je bio gradnja tri po-

\*) planirani broj, od toga se 33 postrojenja nalaze u gradnji.

strojenja za livenje čeličnih gredica: u topionici »Balldon« — u maju 1962, u topionici »Jednošć« — u januaru 1963. I u topionici »Zawiercie« — u decembru 1966.

## Postrojenje za livenje čeličnih kontinuelnih gredica topionice »Balldon«

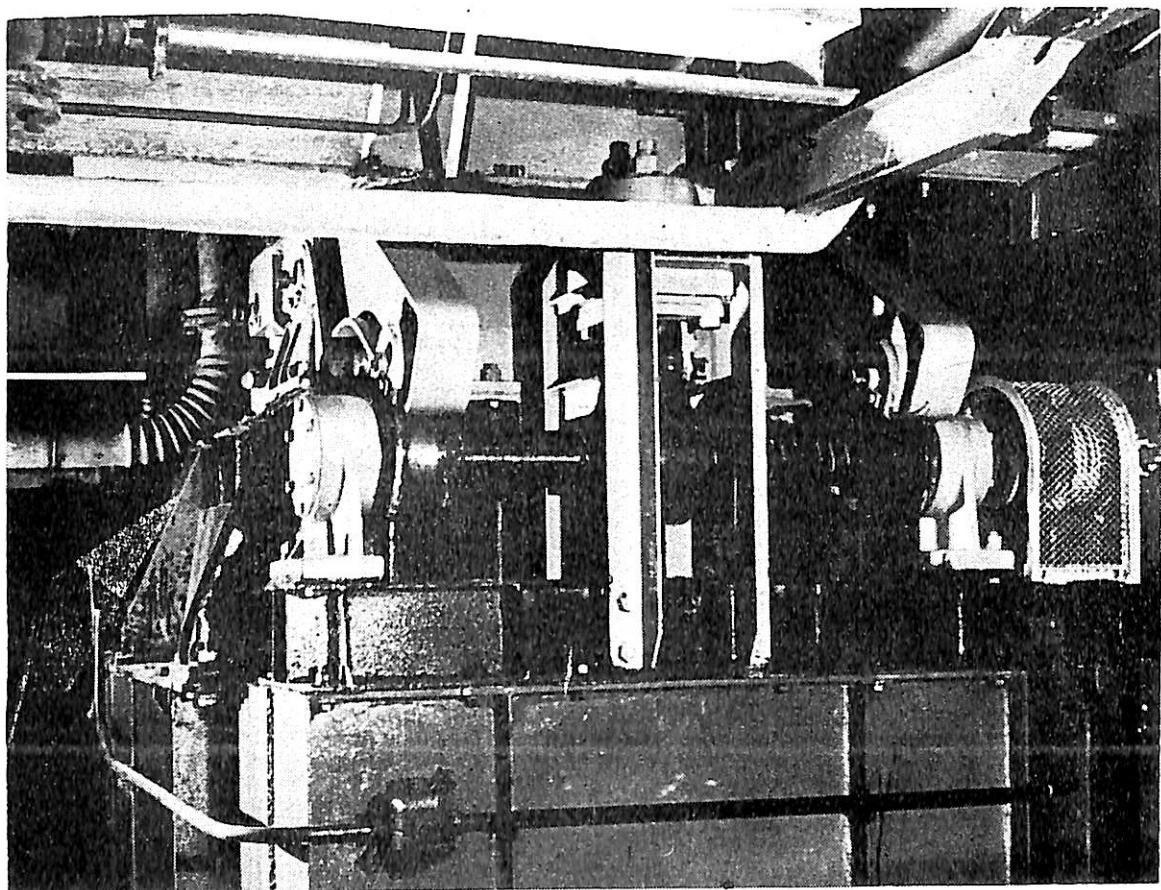
Postrojenje u topionici »Balldon« ima industrijski opitni karakter. Lije se visoko legirani čelik, koji se topi u induksionim pećima kapaciteta od 1,5 t u kontinuelne blokove preseka 100/100 mm. To je jednogredično postrojenje vertikalne konstrukcije, koja je smeštena delom iznad poda hale, a delom u udubljenju 5,0 m prečnika i 7,0 m dubine. Sud za livenje se zagreva do temperature od oko 800° C zbog relativno male zapremine lonca i, sa tim u vezi, velikog pada temperature čelika.

Pomoćni sud, sadržine oko 120 kg, ima cev za otakanje iz cirkonijumsilikata (oko 95% Zr SiO<sub>4</sub>) prečnika 7–10 mm, ali nema nikakvih čepova; ta se posuda pre otakanja zagreva do temperature od 1200° C. Količina čelika izlivenog u kristalizator reguliše se izborom odgovarajućeg prečnika uređaja za otakanje, kao i nivoom čelika u sudu za livenje. Kristalizator, dužine 825 mm, je izrađen od bakarne cevi, debeline zida od 12 mm. Kretanje kristalizatora tamo amo, sa amplitudom od 15 mm, se vrši preko mehanizma sa krivljom. Uređaj se kreće pomoću elektromotora.

Kao sredstvo za podmazivanje unutrašnjih zidova kristalizatora upotrebljava se replično ulje.

Sekundarni sistem za hlađenje ima vodeće role za gredični blok kao i raspršivače, pomoću kojih se kontinuelna gredica hlađi prskanjem vode, mešaviniom vode i komprimovanog vazduha odnosno samo komprimovanim vazduhom.

Stan valjaka za transportovanje ima dva paravučnih valjaka. Opruge stvaraju pritisak, koji valjci prenose na blok. Sećenje kontinuelne gredice na odgovarajuću parčad vrši se pomoću kiseoničkog gorionika uz dodatak gvozdenog praha. Gredice isečene na dužinu od 1,2 m odnosi skip u specijalnim posudama u halu. U tom postrojenju se lije, uglavnom, alatni čelik (1,7% C, 0,4% Mn, 0,4% Si, 12% Cr) brzorezni čelik (0,8% C, 18,0% W, 1,3% V, 5,0% Cr) kao i nerđajući i termički postojani čelik (0,14% C, 2,0% Mn, 1,2% Si, 18,0% Cr, 8,0% Ni).



Postrojenje za livenje kontinuelnih gredica u topionici »Jednošć«

Postrojenje u topionici »Jednošć« je izvedeno sa četiri gredice vertikalne konstrukcije i određeno za izlivanje šarže sa masom od 50 t u gredice kvadratnog preseka, dimenzija stranica 140, 150 i 160 mm.

Čelik se topi u SM pećima. Celo postrojenje je smešteno u okno od 18 m prečnika i 23 m dubine, koje se nalazi u produženju hale za livenje. Noseća konstrukcija postrojenja se nalazi na podu hale za livenje, jer je isto relativno nisko. Tečni čelik se donosi do postrojenja u posudama sa čepovima. Pomoćna posuda, kapaciteta 7 t, leži na obrtnom stolu i pre otakanja se zagревa do temperature od oko 1000° C.

Pomoćni sud ima četiri cevi za otakanje, koje se mogu zatvoriti čepovima; na taj način se može regulisati količina čelika izlivenog u kristalizator. Karakteristična crta postrojenja je primena dvogredičnih kristalizatora. U kućištu su smeštene dve bakarne cevi-debljine zida 15 mm i dužine 1200 mm. Bakarne cevi su na čeličnom kućištu, tako postavljene, da im je omogućeno slobodno širenje i istovremeno stalno održavanje osovine kristalizatora u tehnološkoj osovini postrojenja. Radi hlađenja kristalizatora upotrebljava se meka voda. Kristalizator se kreće samo sa amplitudom od 15 mm,

koju prouzrokuju ekscentri; ove pokreće motor istosmislene struje, čiji je broj obrtaja sinhronizovan sa pogonskim motorom transportnog stanra. Podmazivanje unutrašnjih zidova kristalizatora vrši se repičnim uljem. Sekundarni sistem za hlađenje sa vodećim rolnama, visinom 7,6 m snabdeven je sa četiri raspršivača, kojim se prskaju kontinuelne gredice, koje se nalaze u fazi stvrdnjavanja. Transportni stan ima za svaku gredicu po jedan par valjaka. Valjci vrše pritisak pomoću opruga. Za dve gredice, izlivene u istom kristalizatoru, postoji zajednički pogon. Brzina kretanja gredice nadole reguliše se kontinuelno pomoću pogona istosmislenim motorom u granicama od 0 do 2 m/min.

Sečenje gredica u parčad dužine 3,0–4,0 m vrši se pomoću kiseoničkog gorionika. Brzina sečenja iznosi oko 250 mm/min. Parčad koja su istovremeno odsečena preuzima uredaj za nakretanje, koji ih spušta i postavlja na donji sistem rolni. Sa sistema donjih rolni podižu se gredice liftom na nivo hale za livenje i odmah zatim, kroz gornji sistem rolni, na posteljicu za hlađenje. Svi radovi skopčani sa sečenjem i transportovanjem blokova su automatizovani. Odvijanje rada na najvažnijim tačkama postrojenja posmatra se iz centralne komandne kabine pomoću televizijske komore.

U postrojenju se lije umireni nelegirani čelik, pre svega čelik za izradu bešavnih cevi, u oko 6

topljenja na dan. Godišnji kapacitet postrojenja iznosi oko 100.000 t.

Kod prerađivanja tečnog čelika do gotovih cevi postiže se veći kapacitet, u proseku za 11% prema livenju u bloku i valjanju gredica preseka 150/150 mm, koji predstavljaju polazni materijal za valjaonice cevi.

#### Postrojenje za livenje kontinuelnih gredica topionice »Zawiercie«

U topionici »Zawiercie« je u radu postrojenje sa osmama gredicama vertikalne konstrukcije. Ovo postrojenje je određeno za izlivanje šarži sa oko 140 t u jednu gredicu preseka 160x160 mm. Godišnji kapacitet postrojenja iznosi 280.000 t. Ovo postrojenje je smešteno u odvojenoj hali pored hale za livenje čeličane, delom iznad poda hale, a delom ispod nivoa poda, u oknu od 25 m prečnika i dubine 20,8 m. Platforma za livenje se nalazi na visini od +7,75 m.

U tehnološkom pogledu su to, u stvari, dva postrojenja instalisana u topionici »Jednošć«, koja stoje jedno prema drugom kao dve slike u ogledalu. Šema tog postrojenja je data na slici 1. Karakteristična crta te konstrukcije su dvogredični kristalizatori. Taj sistem se pokazao vrlo korisnim u praksi, jer je posluživanje postrojenja znatno olakšano i smanjen broj pogonskih mehanizama.

Održavanje konstantnog nivoa tečnog čelika u kristalizatoru, koji se dopunjava tečnim čelikom pomoću dve cevi za otakanje, uz jednaku brzinu spuštanja livenje gredice, ne stvara nikakve teškoće, jer se nivo može lako regulisati pomoću zapušaća na pomoćnom sudu. U konstrukcionim rešenjima postrojenja izvedene su neke izmene, koje rezultiraju iz drukčijih tehnoloških prilika, odnosno iz iskustava skupljenih u topionici »Jednošć«. To su one izmene:

- posuda za livenje kapaciteta od 140 t ima dva oluka za otakanje sa mehanizmima za začepljivanje iz kojih se istovremeno snabdevaju dva pomoćna suda tečnim čelikom;
- pomoćni sudovi stoje na kolicima, koja se kreću od mesta za zagrevanje do kristalizatora i do rezervne kokile za izlivanje ostataka čelika i šljake;
- kao rezultat, na širokoj osnovi postavljenih istražnih radova na različitim tipovima kristalizatora, izabrani su na kraju cevni kristalizatori dužine 900 mm;
- zbog relativno malog prečnika ingota otežano je vizuelno osmatranje nivoa tečnog čelika u kristalizatoru, tako da je bilo potrebno, da se instalise aparatura sa izotopima. Merna aparatura se sastoji iz aparata za registriranje, koji registruje kolebanja nivoa tečnosti, indikatora na komandnom pultu i signalnih lampi za personal, koji poslužuje zapušaće;
- postrojenjem, koje se sastoji iz četiri dvogredične mašine, komanduje se iz dve kabine postavljene na platformi za livenje. Komandni pult, kao i kontrolna i merna aparatura prikazani su na slici 2.

U postrojenju se lije umireni nelegirani čelik, koji je određen kao polazni materijal za valjaonice čeličnih šipki. Težina livenih gredica iz jedne šarže iznosi, u proseku, oko 115 t.

Za sve obavesti u vezi dobave ovakovih spoljnotrgovinsko poduzeće CENTROZAP, Katowice, Ligonia 7, Poljska.

#### Razvojne perspektive

Dobri ekonomsko-tehnički rezultati, ova tri postrojenja za livenje čeličnih kontinuelnih gredica, koja se nalaze u radu, omogućili su, da se na široj osnovi planira uvođenje ovog postupka u izgrađenu i modernizovanu poljsku metaluršku industriju.

Planirana proizvodnja postrojenja za livenje čeličnih kontinuelnih gredica daje se u tablici 2.

Tablica 2

Vrsta čelika	1970.	1975.	1980.
Siemens-Martinov čelik	380.000	830.000	850.000
elektro-čelik	5.000	225.000	1.500.000
konvertor-čelik		— 1.200.000	3.500.000
Svega	385.000	2.225.000	5.850.000

Gradnja tih postrojenja je predviđena, kako u modernizovanim, tako i u novosagrađenim čeličanama.

Glavni razlozi za uvođenje ovog procesa su:

- veća proizvodnja metalurških proizvoda u odnosu na tečni čelik;
- neposredna veza livenica gvožda sa valjaonicama u pogonima, koje ne poseduju »bluming»;
- povećana proizvodnja u halama za livenje u čeličanama;
- poboljšanje radnih uslova za radnike čeličana.

Većina, od planiranih 16, postrojenja spada u red velikih čiji se kapacitet šarži predviđa na više od 100 t. O izboru tipa postrojenja — vertikalna ili lučna konstrukcija — odlučuju sledeći faktori: presek gredice, geološki uslovi i površina koja стоји na raspolažanju u postojećim čeličanama. Velik presek gredice sa debљinom većom od 220 mm, povoljne prilike u pogledu podzemnih voda, čvrsto i suvo tle govore u prilog vertikalne konstrukcije.

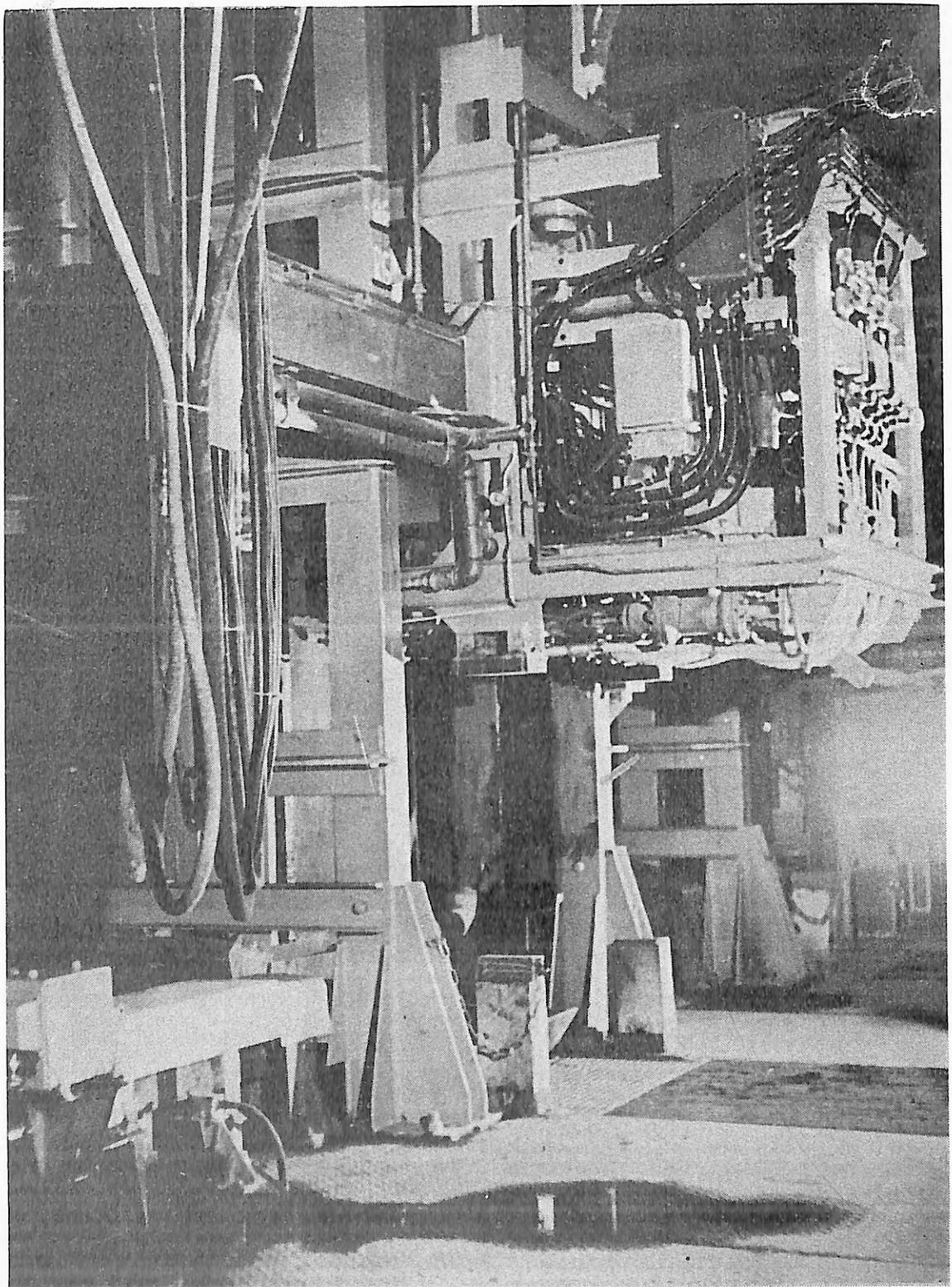
Kod relativno malog preseka gredice, nepovoljnih geoloških uslova i dovoljno velikog mesta u halama čeličane daje se prednost lučnim kristalizatorima.

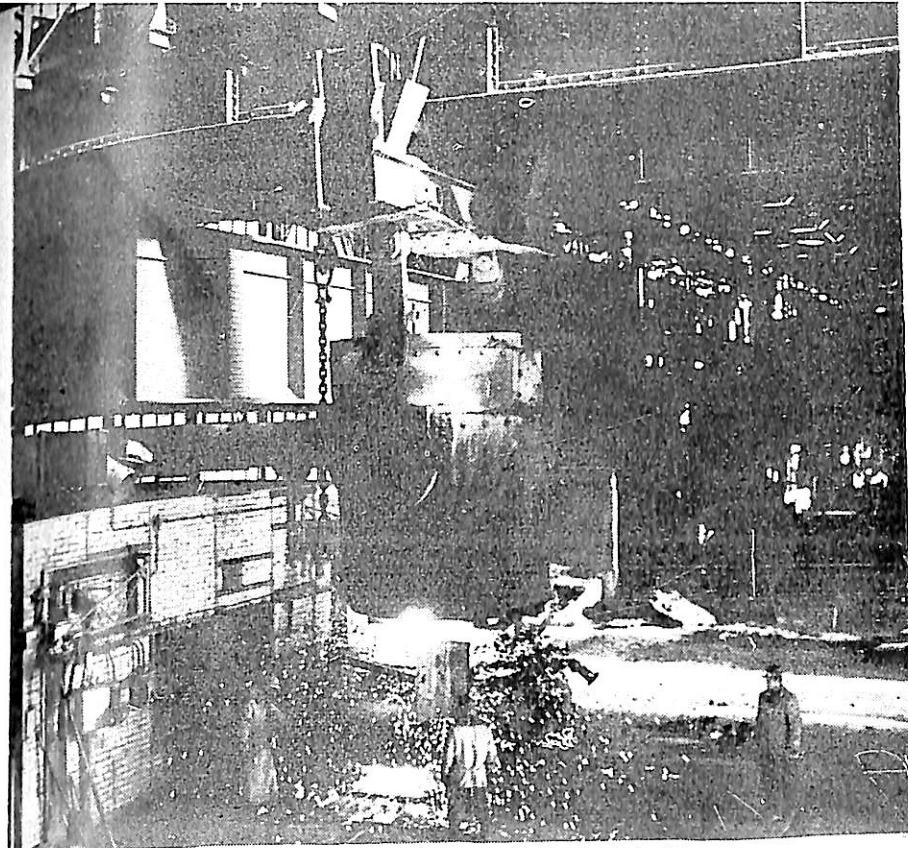
Nezavisno od tipa postrojenja moguće je postići planirano proizvodnju, a time i ekonomski efekti, maksimalnim iskorишćenjem postrojenja za neposrednu proizvodnju i skraćivanjem vremena potrebnog za pripremu postrojenja, održavanje i popravke.

Gradevinski delovi postrojenja, koji su podložni abanju, moraju biti podešeni tako da se njihova izmena vrši brzo i mehanizovano. U cilju garantovanja dobrog kvaliteta gredice postrojenje je opremljeno kontrolnom i mernom aparaturom, koja garantuje održavanje optimalnih tehnoloških parametara.

Glavni problemi su: temperatura tečnog čelika, intenzivno hlađenje u kristalizatoru i sekundarno hlađenje, kao i održavanje konstantnog nivoa tečnog čelika u kristalizatoru i pomoćnom sudu. Maksimalna mehanizacija i automatizacija procesa olakšava znatno ovaj zadatak. Važan problem kod livenja gredica su vatrostalni materijali. Posebni zahtevi se postavljaju na ozid pomoćnih sudova, kao i na oluke za otakanje i zapušaće. Da bi se ti problemi rešili uspostavljena je saradnja između metalurških pogona i naučnih instituta, kao i odgovarajućih projektantskih i konstrukcionih biroa.

postrojenja izvolite se obratiti na poljsko Katowice, Ligonia 7, Poljska.





Kontinuelno livenje čelika u čeličani »Jednošć«.

# INSTALACIJE ZA LIVENJE ČELIKA KONTINUALNOM METODOM U ČELIČANI

## „JEDNOŠĆ“

Instalacija čeličane vertikalnog tipa, sa 4 linije jedna iza druge. Adaptirana za pripremne radove za livenje težine 50 tona, oblik odlivaka je ingot, kvadratnog preseka dimenzija: 40, 150 i 160 mm.

Ugljenični čelik se topi u Martin peći. Instalacija je u produženju hola za izlivanje, u jami, prečnika 18,0 m, a dubine 23,0 m.

Granik lvnice je u nivou hale za izlivanje jer je sama hala relativno niska. Tečni čelik se donosi u instalaciju u loncima sa čepovima. Posredni lonac, kapaciteta 7 tona leži na obrtnom stolu. Pre livenja, šarža lonca se zagрева до temperature od 1000° C.

Posredni lonac ima 4 kljuna sa tamponima koji služe za podešavanje količine čelika koja se sipa u kristalizatore.

Karakteristika instalacije je u primeni duplih kristalizatora. Dve bakarne cevi, debljine zidova 15 mm, a dužine 1200 mm, su pričvršćene za čelični trup tako što je orinogućena njihova slobodna dilatacija, a da, pri tome, osa kristalizatora ostane u tehnološkoj osi instalacije.

Kristalizator se hlađi mekom vodom. Kristalizator se naizmenično okreće amo tamo, hodom dužine 15 mm, što se postiže ekscentričnim sistemom pokretanim elektro-motorom jednosmislenе struje. Brzina obrtanja je sinhronizovana sa pogonskim motorom.

Unutrašnji zidovi kristalizatora se podmazuju repičnim uljem. Sekundarni rashlađivač, valjčastog tipa visine 7,6 m, ima 4 sekcije dizni koje sprovode direktni kontinuelan mlaz vode na ingot koji se solidificira. Stan pogonskih valjaka je snabdeven jednim parom valjaka za svaki ingot.

Pritisak valjaka se obavlja putem opruga. Pogon je zajednički i kontinuelan za dva ingota, izlivena u istom kristalizatoru. Brzina sruštanja kontinuelnog ingota se podešava u gami od 0–2 m/min, pogonskim motorom jednosmislenе struje.

Kontinuelni ingoti se seku na dužinu od 3–4 m oksi-acetilenskim gorionikom. Brzina rezanja je približno 250 mm/min. Dva ingota, rezana jednovremeno, prolaze preko klackalice, koja ih stavlja na donji autotransporter. Odavde se kontinuelni ingoti prenose skipom do nivoa hale za livenje, a zatim gornjim autotransporterom na stovarište za ingote.

Sve radnje oko rezanja i transportovanja ingota su automatizovane. Rad svih najvažnijih čvrstih punktova instalacije se kontroliše televizijskom kamerom iz centralne kabine.

Instalacija lije ugjenični umireni čelik, a naročito čelik namenjen proizvodnji bešavnih cevi i to oko 6 livenja za 24 časa.

Kapacitet instalacije je oko 100.000 tona godišnje. Povećanje dobitka, u odnosu na tečni čelik i na potpuno gotove cevi, iznosi oko 11% u poređenju sa livenjem ingota u kokilama i na valjanje traverzi preseka 150/450 koje sačinjavaju šarže za valjke cevi.

Za sve obavesti u vezi dobave ovakovih postrojenja izvolite se obratiti na poljsko spoljnotrgovinsko poduzeće CENTROZAP, Katowice, Ligonia 7, Poljska.

# Metalurgija visokih peći u Poljskoj

U ovom se momentu u Poljskoj nalazi u radu 26 visokih peći. To su moderne jedinice, potpuno mehanizovane; njihov kapacitet iznosi 769, 862, 1033, 1719 i 2000 m<sup>3</sup>.

## SIROVINSKE BAZE

K o k s. — Poljska raspolaže velikim ležištimama uglja, uračunavajući i ugalj koji se prerađuje u koks, čija eksploatacija pokazuje stalan porast. Proizvodnja metalurškog koksa dostiže cifru od više od 8 miliona tona godišnje, što pokriva potrebe metalurgije.

R u d a. — Eksploracija željezne rude u Poljskoj, kao i metalurški otpaci na bazi željeza pokrivaju 20% potreba. Ostala količina se pokriva uvozom rude iz SSSR-a i drugih zemalja. Prosječna sadržina »Ge« šarže visoke peći uračunavajući topitelje, iznosi aktuelno oko 40,7%.

R adionica za aglomeraciju. — Najveći deo aglomerata se proizvodi u pećima za sinterovanje tipa DL čija je površina usisavanja 50 m<sup>2</sup> i 75 m<sup>2</sup>. Godišnja proizvodnja dostiže 7 miliona tona, što daje 1.400 kg aglomerata/t, liva iz Martin peći. Perspektivni planovi za proširenje metalurgije predviđaju izradu radionice za aglomerat, radi tretmana koncentrata rude.

T o p i t e l j i. — Obližnji kamenolomi, najvećih metalurških fabrika, snabdevaju krečnjakom sadržine u CaO od 51%, a sa manje od 1,5% SiO<sub>2</sub>.

Prosečna potrošnja topitelja iznosi 320 kg/t sirovog liva. Dalje navodimo nekoliko rešenja, karakterističnih u elementima za visoke peći, prema poljskim projektima koja su stavljeni na praktičnu probu.

## OBLAGANJE VISOKIH PEĆI VATROSTALNIM MATERIJALOM

U svim visokim pećima, donji deo je obložen vatrostalnim materijalom u obliku blokova osnovnih dimenzija 500x500x2000 mm složenih pomoću kita od sintetične smole i grafita. Otpornost blokova uglja na kompresiju je veća od 350 kg/cm<sup>2</sup>, a njihova sadržina u pepelu je niža od 4%. Ova obloga, postavljena u tri sloja, služi da se obloži posteljica visoke peći na visini od 1500 mm, kao i zidovi pećice, sve do visine duvaljki. Otvor za isticanje je izrezan u bloku, bez ozidivanja šamotskim opekama. Ovako pripremljena posteljica izdržava 2 revizije pećice, što znači vreme od 8—10 godina. Ova vrsta obloge je dokazala svoj kvalitet već dugi niz godina.

H lađenje peći. — Ploče za hlađenje, izlivenе od hromnog liva, sa cevima za vodu i šamotnim opekama smeštene su ispod plašta peći, u nivou dna posteljice — sve do polovine pećice.

**Peći sa tankim zidovima.** — Metalurška fabrika u Szczecin-u opremljena je sa 2 peći kapaciteta  $400 \text{ m}^3$  svaka sa pećicom tankih zidova. Na plašt su zavarene police od lima debeline 20 mm čija je dužina oko 300 mm. Police su snabdevene sa 3 sloja opeka oblika »romb«, što formira zid pećica debljine 250 mm. Pećica se hlađi pomoću spoljnog mlaza vode. Pećica se mora revidirati svake četiri godine. Ova konstrukcija je jeftina i lako se popravlja.

#### MEHANIZAM ZA ZATVARANJE OTVORA ZA UBACIVANJE

Velike visoke peći rade pod povećanim pritiskom gasa u otvoru za ubacivanje koji postiže  $0,6\text{--}1,5 \text{ kg/cm}^2$ . Takav povećani pritisak stvara velike teškoće oko održavanja zaptivenosti gornjeg obrtnog konusa.

Već se 10 godina upotrebljavaju zatvarači. Njihovi obrtni delovi gornjeg konusa nisu izloženi akciji visokog pritiska. Zatvaranje otvora za ubacivanje sastoji se iz 2 dela: gornji i donji. Gornji ima konstantan sud. Kako gornji konus, tako ni sud nisu obrtne konstrukcije. Iznad gornjeg konusa nalazi se fiksni bunker čiji kapacitet odgovara onom koji ima skip, i to iznad obrtnog bunkera. Ovaj bunker je otvoren i ne iziskuje nikakvu zaptivenost. Bunker počinje da se obrće kada skip uspori, kako bi se približio otvoru visoke peći.

U momentu kada se skip klati bunker postigne obrtnu brzinu — maksimalnu — od oko 20 obrtaja na minut, tako da za vreme pražnjenja skipa bunker obavi oko  $1\frac{1}{2}$  obrtaj. Pri tome se sadržina bunkera rasporedi ravnomerno. Šarža se, isto tako, raspoređuje ravnomerno na unutrašnji konus, unaokolo perimetra. Ovaj sistem garantuje ispravno raspoređivanje šarže u otvoru visoke peći. Mehanizam za zatvaranje se obnavlja posle  $1\frac{1}{2}$  godine rada.

**Duvaljke visoke peći.** — Nekada su se upotrebljavale duvaljke za visoke peći, bilo livene, bilo od bakarnog lima. Posle upotrebe presovanih duvaljki od elektrolitskog bakra sa pojačanim kljunom od 26 mm, njihova trajnost

se povećala za nekoliko puta, ako se uporedi sa onima koje su bile pre tога u upotrebi. Njihovo trajanje iznosi 12—14 meseci.

#### APARATURA ZA ZAGREVANJE VAZDUŠNE STRUJE VISOKIH PEĆI

Aparatura »Cowper« se sastoji od elemenata »Freyne«, kao odlivci ili kao prave opeke dimenzija  $40 \times 130 \times 230$  mm, koje sačinjavaju petlje sa unutrašnjim dimenzijama  $45 \times 45$  mm. Različite peći su opremljene sa 3 ili 4 aparature za zagrevanje sa površinom zračenja od  $60\text{--}70 \text{ m}^2/\text{m}^3$  zapremine visoke peći. Temperatura tople vazdušne struje dostiže u novim jedinicama  $1070^\circ\text{C}$  ili  $1150^\circ\text{C}$ . Reverzija aparata za zagrevanje je automatska.

Predviđa se upotreba, u gornjem delu aparata za zagrevanje, opeka Dinas kao i povećanje temperature na  $1200^\circ\text{C}$ .

**Precišćavanje gasea.** — Oblast visokih peći u metalurškoj fabriци u Czestochow-i raspolaže instalacijom za precišćavanje gasea koji se sastoji od:

- Statičkog otprašivača,
- Prve propiračice Venturi,
- Skrubera,
- Druge propiračice Venturi,
- Dehidratora,
- Prigušivača.

Sadržina pepela u čistom gasu ne premašuje  $5 \text{ mg/Nm}^3$  gasea. Precišćavanje gasea je bolje i jefтинije no u drugim metalurškim fabrikama, gde su postavljeni dezintegratori ili elektrofilteri. S obzirom na brzi zamah instaliranja visokih peći, mehaničke radionice kao i one za konstrukciju su adaptirale svoje proizvodnje za izradu svih aparatura, neophodnih za peći, zapremine  $500\text{--}2000 \text{ m}^3$ . Izuzetak se čini za one duvaljke koje se ne proizvode u Poljskoj.

Poljska takođe proizvodi vatrostalne materiale neophodne za ozidivanje visokih peći i aparata za zagrevanje.

