



# **SIGURNOST U RUDNICIMA**

**VIII · 1973 · 3**

VIII GODIŠTE  
3. B R O J  
1973. GODINA

# **SIGURNOST U RUDNICIMA**

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

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

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

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

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

**Stampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad**

## GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Dipl. ing. IVO TRAMPUŽ, profesor univerziteta — Beograd

## ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

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

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

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

CURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

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

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

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

KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana

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

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

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

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

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

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

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

STOJKOVIĆ dipl. ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

## DİPL. ING. VLADIMIR LEPOJEVIĆ

- Poboljšanje postupka proračuna prigušivača kod regulacije režima provetranja jame ————— 5  
 Improvement of Damper Calculation Procedure for the Regulation of Mine Ventilation Regime ————— 10

## DİPL. ING. VASA RADOJČIN

- Light Water, novo sredstvo za gašenje požara lako zapaljivih tekućina ——— 11  
 Light Water, ein neues Mittel zur Brandlöschung von leicht entzündlichen Flüssigkeiten ————— 17

## PROF. ING. NIKOLA NAJDANOVIĆ — DİPL. ING. RADMILO OBRADOVIĆ

- Savremeni principi dimenzionisanja kosina na površinskim otkopima kao prilog sigurnosti u rudnicima ————— 18  
 Zeitgemässe Grundsätze bei der Bemessung von Tagebauböschungssystemen als Beitrag zur Grubensicherheit ————— 33

## DİPL. ING. JOZO BEGIĆ

- Uticao meteoroloških faktora na stabilnost etaža površinskih kopova rudnika »Ljubija«, s posebnim osvrtom na povređivanje zaposlenih radnika i mogućnost daljeg smanjivanja broja povreda ————— 35  
 Einfluss der meteorologischen Faktoren auf die Strossenstandfestigkeit der Tagebaubetriebe des Bergwerks »Ljubija« mit besonderem Rückblick auf die Verletzungsmöglichkeit auf die Verletzungsmöglichkeit der Beschäftigten und die Möglichkeiten der weiteren Herabsetzung der Unfallziffer ————— 47

DİPL. ING. JOVAN PEJČINOVIĆ — DİPL. ING. VASO ELEZOVIĆ —  
DİPL. ING. DRAGAN DODIĆ — DİPL. ING. LUKA SUČEVIĆ

- Rešenje ventilacije u rudniku »Rudnik« primenom digitalnog računara ——— 48  
 Lösung der Wetterführung im Bergwerk »Rudnik« mit Hilfe von Digitalrechenanlage ————— 59

## DİPL. ING. IVAN JAKOVAC — DİPL. ING. MILUTIN VUKIĆ

- Utvrdjivanje uzroka povreda na radu pri mrežnim modeliranjima proizvodnih situacija ————— 60  
 Bestimmung der Ursachen der Arbeitsunfälle bei Netzmodellierung der Betriebsituationen ————— 71

## DR ŽIVKO STOILJKOVIĆ — DR BORIS PIROŠKOV

- Poremećaj prometa vode i soli kod ljudi izloženih povišenim termičkim uslovima ————— 72  
 Нарушения обмена воды и соли у людей ————— 79

## DR ING. ĐORĐE KAČKIN — DİPL. HEM. BRANKA VUKANOVIĆ

- Vibracije i buka u radu klipnih kompresora ————— 80  
 Vibration and Noise in Piston Compressor Operation ————— 85

## DİPL. ING. SRBOLJUB STOJKOVIĆ

- Standardizacija, standardi i propisi, sa posebnim osvrtom na standarde u rudarstvu ————— 86  
 Standardization, Standards and Regulations and a Specific Review of Standards in Mining ————— 94

## Iz prakse

## DİPL. ING. AHMET BASIĆ

- Uticao kvašenja vodom na obrušeni materijal krovine u jami »Omazići« ——— 96  
 Effect of Water Wetting on Roof Caved Material in Pit »Omazići« ——— 99  
 Prikazi ruskih knjiga iz oblasti zaštite u rudarstvu koje će izaći u 1973. godini 100  
 Bibliografija ————— 105

# Poboljšanje postupka proračuna prigušivača kod regulacije režima provetravanja jame

(sa 2 slike)

Dipl. ing. Vladimir Lepojević

*Autor utvrđuje funkcijski oblik zavisnosti koeficijenta kontrakcije i odnosa preseka otvora prigušivača prema hodniku čime omogućuje brže i tačnije računanje površine preseka prigušivača.*

Gubici u depresiji, koji nastaju kod naglih promena preseka prostorije kroz koju protiče struja vazduha  $Q$  brzinom  $v$ , prouzrokovani su promenom brzine u skladu sa jednačinom kontinuiteta:

$$S \cdot v = S_1 \cdot v_1 \quad (1)$$

Gubitak depresije  $h_p$ , zbog promene brzine strujanja, dobija se preko obrasca za dinamički pritisak iz nauke o strujanju:

$$v = \sqrt{2gh_p \cdot \frac{1}{\gamma}}$$

odnosno

$$v - v_1 = \sqrt{2gh_p \cdot \frac{1}{\gamma}}$$

odakle sledi:

$$h_p = \frac{(v - v_1)^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g} \quad (2)$$

Kada se zameni  $v = Q/S$ ,  $v_1 = Q/S_1$  i  $\gamma = 1,2 \text{ kg/m}^3$ , dolazi se do izraza:

$$h_p = 0,061 Q^2 \left( \frac{1}{S} - \frac{1}{S_1} \right)^2 \text{ mm VS} \quad (3)$$

Broj mesta na kojima dolazi do ovakvih gubitaka u svakoj realnoj jami uvek je vrlo veliki.

Specijalan slučaj nastaje kada se u jednu jamsku prostoriju planski postavi prepreka u cilju prigušivanja vazdušne struje — prigušivač. Prigušivačem se nazivaju pregrade ili vrata sa otvorom čija se veličina može menjati u cilju podešavanja količine vazduha koja struji kroz jamske prostorije.

Otpor na prigušivaču prouzrokovan je naglim uzastopnim smanjenjem i proširenjem poprečnog preseka jamske prostorije kao vazdušnog provodnika (skica).

Ovdje se zadatak postavlja drukčije: zadata je vrednost depresije koja treba da se ostvari na prigušivaču, a treba odrediti veličinu otvora na njemu.

Ako se stavi da je  $S_2 = \xi \cdot S_1$ , može se napisati:

$$h_{pr} = 0,061 \frac{Q^2}{S^2} \left( \frac{1}{\xi} \cdot \frac{S}{S_1} - 1 \right)^2 \text{ (u mm VS)} \quad (4)$$

gde je  $\xi$  koeficijent kontrakcije preseka vazdušne struje koji je utvrđen opitima i koji je zavistan od odnosa  $S_1/S$ , pri čemu je  $S_1$  otvor prigušivača. Vrednosti za  $\xi$  navode se u literaturi tabelarno, prema pojedinim autorima (tab. 1).

Podaci za  $\xi$  po Švirkovu izračunati su na osnovu izraza:

$$\xi = \frac{1}{1,7 - 0,7 \frac{S_1}{S}} \quad (5)$$

i uneti u tablicu 1 radi upoređenja sa podacima ostalih autora. Ovi podaci prikazani su i grafički u dijagramima 1, 2, 3, 4 i 5.

Kod regulacije režima provetravanja prigušivanjem poznata je vrednost za  $h_{pr}$  i ona se mora prigušiti pregradom sa otvorom  $S_1$  — otvorom prigušivača — koji se traži.

broj prigušivača kod regulacije provetravanja jedne jame može iznositi nekoliko desetina, lako je zaključiti da je postupak spor i obiman, pošto je sigurno da će se vrlo retko iz prvog pokušaja odrediti takvo  $S_{pr}$  da  $S_{pr}/S$  zadovoljava i koeficijent  $\xi$ . Metodologija je takođe nepodesna i za primenu na elektronskim računarima. Rešenja su moguća metodom iteracija kojih će biti takođe od 1 do 10 za rešavanje svakog pojedinačnog prigušivača, ali kada se rešenja razlikuju od onih navedenih u 10 pojedinačnih tačaka u tablici, recimo da  $S_{pr}/S$  nije ni

Vrednosti  $\xi$

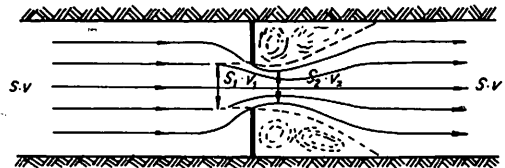
Tablica 1

$S_1/S$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Weisbach	0,63	0,64	0,65	0,67	0,69	0,72	0,77	0,85	0,92	1,0
Weeks	0,62	0,63	0,64	0,67	0,69	0,72	0,75	0,80	0,88	1,0
Žukovski	0,16	0,615	0,62	0,63	0,645	0,66	0,685	0,725	0,78	1,0
Švirkov	0,61	0,64	0,67	0,70	0,74	0,78	0,83	0,88	0,93	1,0
Prosek $\bar{\xi}$	0,6175	0,6313	0,645	0,6675	0,6913	0,72	0,7588	0,8138	0,8775	1,0

Iz formule (4) dolazi se do izraza za određivanje otvora prigušivača ( $S_1 = S_{pr}$ ):

$$S_{pr} = \frac{Q \cdot S}{\xi \left( Q + S \sqrt{\frac{h_{pr}}{0,061}} \right)} \quad (6)$$

Postupak bi bio jednostavan kada bi bila poznata i vrednost  $\xi$ . Ona međutim, zavisi od odnosa  $S_{pr}/S$ , a  $S_{pr}$  treba odrediti. Na raspolaganju je jedna jednačina, a dve nepoznate. Veza između te dve nepoznate ipak omogućuje rešavanje zadatka tako što bi se redom usvajale vrednosti za  $\xi$  iz tablice po jednom od navedenih autora i izračunavalo  $S_{pr}$ ; sa svakom izračunatom vrednošću  $S_{pr}$  proverava se odnos  $S_{pr}/S$  prema vrednosti  $\xi$  u tom ciklusu sve dok se ne nađe korektan tablični odnos  $S_{pr}/S$  prema  $\xi$ . Broj mogućih ciklusa do određivanja prave vrednosti iznosi, kao što se vidi u tablici, od 1 do 10, a kada se ima u vidu da i



Sl. 1 — Šema promene preseka vazdušne struje na prigušivaču.

Fig. 1 — Schematic of air stream cross section change at the damper.

0,4 ni 0,5, nego na primer 0,464, tada ceo postupak postaje složeniji, pošto treba ispitati da li je ovaj rezultat bliži vrednosti 0,4 ili 0,5 i tek tada usvojiti odgovarajuću vrednost za  $S_{pr}/S$ , a zatim za  $\xi$ .

Posmatrajući izraz (6) zapaženo je da se on može napisati i u obliku:

$$\xi \cdot \frac{S_{pr}}{S} = \frac{Q}{\left( Q + S \sqrt{\frac{h_{pr}}{0,061}} \right)} \quad (7)$$

Sada su sve veličine na desnoj strani poznate i izraz se može lako izračunati. S druge strane, tablica 1 sa vrednostima  $S_{pr}/S$  i  $\xi$  može se iskoristiti takođe za izra-

čunavanje veličine  $\xi \cdot \frac{S_{pr}}{S}$  i to za iste tačke koje se u tablici navode.

Ne dajući prednost ni jednom od navedenih autora, već usvajajući prosek iz njihovih rezultata, što je statistički dopušteno i metodski ispravno, dobija se nova tablica 2:

veze koja bi bila neprekidna funkciji za  $\xi$  od  $S'_{pr}$  u granicama od 0,1 do 1,0, pošto vrednosti argumenta 0 i preko 1 nemaju smisla u ovom zadatku.

Ispitujući tačke u dijagramu ( $\xi$ ,  $S'_{pr}$ ), ocenjeno je da se kroz njih dovoljno tačno može provući kriva oblika  $y = a \cdot e^{bx}$ .

Normalne jednačine za određivanje parametara a i b ovog izraza na osnovu raspoloživih tačaka jesu:

1.  $\sum \ln y = n \cdot \ln a + b \sum x$
2.  $\sum x \cdot \ln y = \ln a \cdot \sum x + b \sum x^2$

Tablica 2

$S_1/S$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\xi$	0,6175	0,6313	0,645	0,6675	0,6913	0,72	0,7588	0,8138	0,8775	1,0
$\xi \cdot \frac{S_1}{S}$	0,0617	0,1262	0,1935	0,267	0,3456	0,432	0,531	0,6509	0,7897	1,0

Tablica 3

x	y	$x \cdot \ln y$	$\ln y$	$x^2$
0,0617	0,6175	-0,4821	-0,0297	0,0038
0,1262	0,6313	-0,4600	-0,0580	0,0159
0,1935	0,645	-0,4385	-0,0849	0,0374
0,267	0,6675	-0,4042	-0,1079	0,0713
0,3456	0,6913	-0,3692	-0,1276	0,1194
0,432	0,72	-0,3285	-0,1419	0,1866
0,531	0,7588	-0,2760	-0,1466	0,2820
0,6509	0,8138	-0,2060	-0,1341	0,4237
0,7897	0,8775	-0,1307	-0,1032	0,6236
1,0	1,0	0	0	1,0
4,3976	7,4227	-0,9339456	-3,0951296	2,7637858

Jasno je da se na računaru i svakom drugom metodom može lako dobiti veličina  $S_{pr}$

$\xi \cdot \frac{S_{pr}}{S} = S'_{pr}$  koja odgovara nekom  $\xi$  i is-

tvoreno onom pravom  $S_{pr}/S$  odakle se može izračunati samo  $S_{pr}$  za postavljeni odnos  $S_{pr}/S$  prema  $\xi$ . Rešenja su korektna samo za 10 navedenih odvojenih tačaka, što još uvek nije metoda koja zadovoljava i daje potrebne efekte. Razvijajući ideju da se promene  $\xi$  izraze u zavisnosti  $S'_{pr}$  za svaku njegovu vrednost, pristupilo se traženju

odakle su:

$$\ln a = \frac{\sum \ln y - b \sum x}{n}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x \cdot \ln y - \sum x \sum \ln y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

gde su:

$$x = S'_{pr},$$

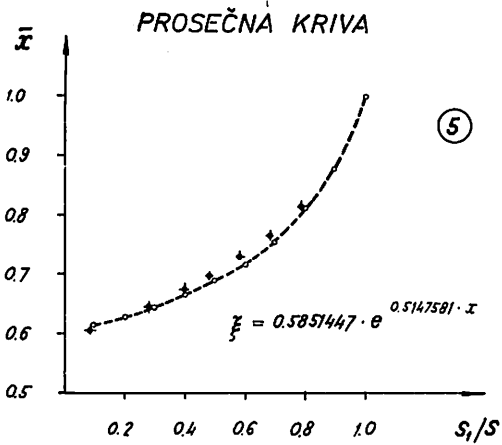
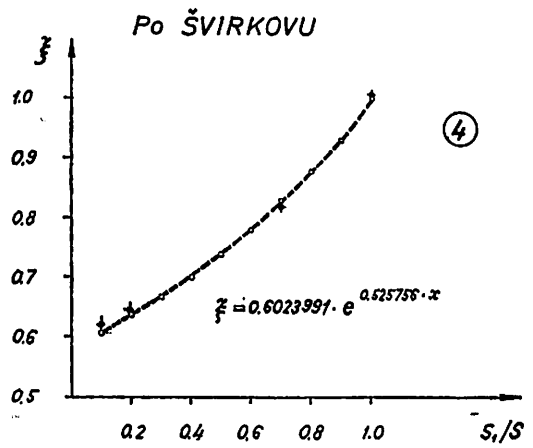
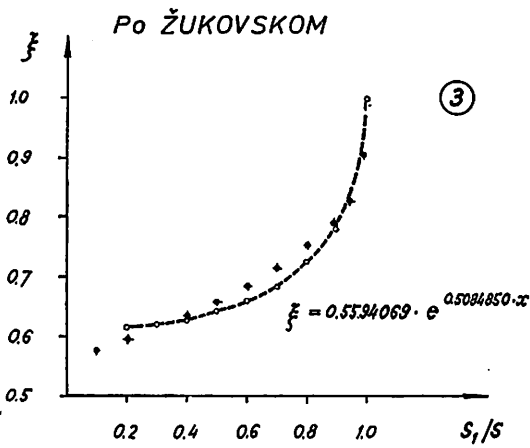
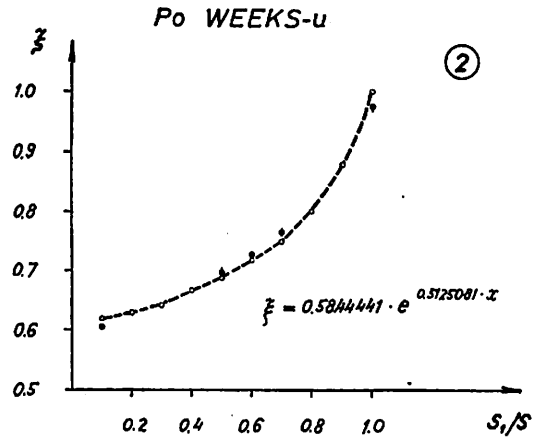
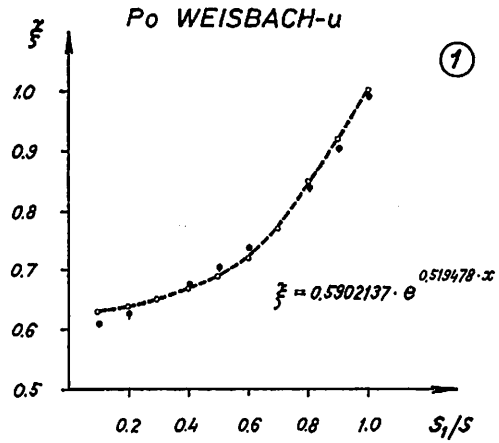
$$y = \xi,$$

a n broj poznatih tačaka u dijagramu.

Pregled postupka dat je u tablici 3.



PROMENE  $\xi$  OD  $S_1/S$



Sl. 2 — Promene  $\xi$  od  $S_1/S$ .

Fig. 2 — Changes  $\xi$  by  $S_1/S$ .

Odavde se dobija:

$$a = 0,5851447$$

$$b = 0,5147581$$

i konačno:

$$\xi = 0,5851447 \cdot e^{0,5147581 \cdot S'_{pr}} \quad (8)$$

Kada se odredi  $\xi$ , lako se najzad izračuna i samo  $S_{pr}$  iz izraza  $S'_{pr}$ , u kome je  $S$  poznato unapred, a za ispunjen uslov  $S_{pr}/S$ :

$$S'_{pr} = \xi \cdot \frac{S_{pr}}{S}$$

$$S_{pr} = \frac{S \cdot S'_{pr}}{\xi}$$

Provera tačnosti ovog izraza može se izvršiti ako preko  $S'_{pr}$  izračunamo  $\xi$  za 10 pomenutih tačaka. Ovi rezultati uporedo su prikazani u tablici 4.

Dijagrami od 1 do 4 pokazuju ove krive uporedo sa eksperimentalnim krivama. Prijetnije rasturanje nastaje samo kod podataka Žukovskog. Obrađivač zadatka iz ventilacije može izabrati bilo kojeg od ovih autora u cilju određivanja koeficijenta  $\xi$ , ili da se pozove na prosečne rezultate, kao što je ovde učinjeno.

Na ovaj način može se direktno izračunavati otvor prigušivača za potrebnu vrednost  $h_{pr}$ , bez iteracija, za svaki pojedini prigušivač. Posebna prednost metode je u tome što omogućuje jednostavan rad na računaru, naročito na onima iz familije tzv. mini kompjutera.

Primenjeni algoritam je vrlo jednostavan:

1. Unose se početne vrednosti  $h_{pr}$ ,  $Q$  i  $S$
2. Računa se:

$$S'_{pr} = \frac{Q}{Q + S \sqrt{\frac{h_{pr}}{0,061}}}$$

Tablica 4

$S_{pr}/S$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Pros. $\xi$	0,6175	0,6313	0,645	0,667	0,6913	0,72	0,7588	0,8138	0,8775	1,0
$S'_{pr} = \xi \frac{S_{pr}}{S}$	0,0617	0,1262	0,1935	0,267	0,3456	0,432	0,531	0,6509	0,7897	1,0
$\xi = a \cdot e^{b \cdot S'_{pr}}$	0,604	0,624	0,646	0,671	0,699	0,731	0,769	0,818	0,879	0,979

Krstićima su označene u dijagramu 5 tačke dobijene računski pored krive određene eksperimentalno. Dijagram pokazuje vrlo malo rasturanje, što dokazuje da se kriva  $y = a \cdot e^{bx}$  dovoljno tačno može provući kroz tačke određene merenjima i da se može upotrebljavati u svrhe za koje je izvedena.

Na isti način dobijaju se jednačine ovog tipa za vrednost svakog od autora navedenog u tablici 1:

Weisbach:  $\xi = 0,5902137 \cdot e^{0,519478 \cdot S'_{pr}}$   
 Weeks:  $\xi = 0,5844441 \cdot e^{0,5125081 \cdot S'_{pr}}$   
 Žukovski:  $\xi = 0,5594069 \cdot e^{0,508485 \cdot S'_{pr}}$   
 Švirkov:  $\xi = 0,6023991 \cdot e^{0,5257561 \cdot S'_{pr}}$

3. Računa se:

$$\xi = 0,5851447 \cdot e^{0,5147581 \cdot S'_{pr}}$$

4. Računa se:

$$S_{pr} = \frac{S'_{pr} \cdot S}{\xi} \quad \text{i} \quad S_{pr}/S$$

5. Računa se:

$$R_{pr} = \frac{h_{pr}}{Q^2} \cdot 1000$$

6. Čitaju se rezultati:

$R_{pr}$ ,  $S_{pr}$ ,  $S_{pr}/S'$  i pri čemu svakom i odgovara tačni odnos  $S_{pr}/S$ .

Stvarni algoritam je nešto složeniji i opširniji pošto se odmah za svaki prigušivač

računaju i troškovi izrade i održavanja, površina pregrade radi predračuna materijala, zatim suma troškova izrade i troškova održavanja za sve prigušivače u jednom proračunu regulacije režima ventilacije jame.

#### SUMMARY

#### Improvement of Damper Calculation Procedure for the Regulation of Mine Ventilation Regime

V. Lepojević, min. eng.\*)

On the base of tabularly presented values of air stream contraction coefficients during pass through a damper for given value intervals of the ratio of damper cross section surface to roadway cross section, experimentally defined by various authors, the author of this article determines the functional form of correlation of contraction coefficients and ratio of roadway surface to damper surface, resulting in faster damper surface calculation and reduced error possibility.

#### Literatura

Jokanović, B., Ventilacija rudnika

Merks, : Mehanika za rudare

---

\*) Dipl. ing. Vladimir Lepojević, saradnik Računskog centra u Rudarskom institutu u Beogradu.

# Light Water, novo sredstvo za gašenje požara lako zapaljivih tekućina

(sa 10 slika)

Dipl. ing. Vasa Radojčin

*Sredstvo »LW« dobilo je široku primenu za gašenje požara koji iznenada izbijaju i brzo se šire, — naročito u skladištima tekućih goriva. »LW« ne deluje na kožu ni na disajne organe, pa se može koristiti bez zaštitnih sredstava. Prikazani su rezultati i efikasnost primene ovoga sredstva.*

Kada se govori o zaštiti rezervoara za uskladištenje nafte i naftinih derivata, u novije vreme se u svetu, a eto i kod nas, sve više spominje novo protivpožarno sredstvo Light Water, odnosno »laka voda«. Pri tome se, u prvom redu, ističe njegova efikasnost u odnosu na proteinsku penu.

Sredstvo LW je do nedavno upotrebljavano isključivo za vojne potrebe u SAD-u na nosačima aviona, borbenim avionima, itd. Danas, ovo sredstvo je dobilo širu primenu, i to baš tamo gde požar može iznenada da izbije i da se brzo širi, odnosno tamo gde se lakozapaljive tečnosti ili koriste ili uskladištuju.

Primena protivpožarnog sredstva LW u Evropi datira od 6. maja 1969. godine, kada je prvi put izvedeno gašenje požara na poligonu Centra za protivpožarnu obuku u Londonu i od 26. juna iste godine, kada je vršeno gašenje požara na aerodromu u Bazel-Milhauzenu u Švajcarskoj.

O hemijskom sastavu LW-a se zna — da je to mešavina fluor — ugljovodonika. Inače, to je žućkasta tečnost, spec. težine 1,035, sa neograničenim vremenom skladištenja. Zamrzavanjem i odmrzavanjem, efekat koncentrata u pogledu primene kod gašenja nije

umanjen. Međutim, posle odmrzavanja, s obzirom na neznatno taloženje koje se tom prilikom pojavljuje, pre upotrebe, koncentrat se mora promešati.

U praksi, koncentrat LW-a se meša sa vodom, slatkom ili morskom — već prema prilici, u zapreminskom odnosu 6:94. Mešanje sa vodom vrši se putem dozatora podešenih na šest procenata. Mešanje se može vršiti i neposredno, pridržavajući se pomenutog odnosa.

Koncentrat LW-a ne izaziva koroziju vrednu pomena, ali se iz raspoložive literature ipak preporučuju materijali pogodni kod njegove upotrebe ili kod skladištenja. Tako se:

## 1. Za tankove i cevovode preporučuju:

- nerđajući čelik ili
- čelik prevučen fenolnom smolom, poliestrom, epoksi-om, čvrstim PVC-om ili
- čelik prevučen gumom ili
- veštačke mase: poliestar, epoksid
- ojačan staklenim vlaknima, i čvrsti PVC.

## 2. Za ventile se preporučuju:

- legirani čelik ili
- mesing ili
- bronza.

Referat »Light Water«, novo sredstvo za gašenje požara lakozapaljivih tekućina iznet je od autora na kolokviju 20. III 1973. godine u »Naftaplina« — Zagreb.

3. Za zaptivni materijal se može koristiti:

- etilen — propilen, terpolimer ili
- neopren.

Za ambalažni materijal, za 6%-ni rastvor, može se koristiti svaka guma i plastika.

U vezi zaštite ljudi koji rade LW-om, ispitivanja su pokazala da isti ne deluje niti na kožu niti na disajne organe, pa se uobičajena lična zaštitna sredstva ne moraju koristiti. Ukoliko LW dospe u oko, kao pomoć kod ovoga je ispiranje čistom vodom.

Takođe su vršena ispitivanja i na biološko razgrađivanje LW-a. Dobijeni rezultati odgovaraju zahtevu u vezi zaštite čovekove sredine.

**Ispitivanje efikasnosti LW-a**

Ispitivanje efikasnosti kod gašenja požara vršena su 6%-nom mešavinom LW-a sa vodom u cilju dobijanja broja penjenja. Ako se zna da broj penjenja vazdušne — proteinske pene iznosi od 75 do 1000, onda dobijeni broj penjenja mešavine LW-a sa vodom — koji iznosi od 7 do 15 — izgleda neefikasan. Međutim, dejstvo »lake vode« na zapaljenu tečnost, sa penom od samo par milimetara, bilo je iznenađujuće: vreme gašenja požara ovom penom je, u odnosu na laku penu, bilo upola skraćeno, a potrošnja ekstrakta smanjena na 1/3.

Iz tablice 1, u koju su uneti rezultati nekoliko opitnih požara, to se najbolje vidi.

Na osnovu laboratorijskih ispitivanja, a potvrđeno i opitima iz tablice, došlo se do

zaključka — da je gašenje požara »lakom vodom« efikasno baš iz razloga što, po nabacivanju pene na površinu zapaljene tečnosti, fluor vodonična smeša u tečnost ne tone, već se po njoj vrlo brzo širi, obrazujući jedinstveni pokrivač koji sprečava dalje izdvajanje lakozapaljivih gasova, a time ujedno sprečava i dalje gorenje.

Stručni list »Protivpožarna zaštita«, br. 3 iz 1970. godine, citirajući ove opite, prvi je kod nas najavio pojavu »lake vode« kao sredstva za gašenje požara i prvi ukazao na njena izvanredna svojstva:

- skraćuje vreme gorenja požara,
- mali utrošak sredstava pri gašenju i
- odstranjuje mogućnost ponovnog paljenja i gorenja.

U isto vreme, ovaj list je iz stručnog časopisa »Schweizerische Feuerwehrzitung«, br. 1 iz 1970. naveo podatke opita gašenja požara prahom, penom i »lakom vodom« — u svrhu upoređenja njihove efikasnosti gašenja, vršenih pod istim uslovima. Tu se opet mislilo na količinu goriva, na veličinu bazena za gašenje i na vreme gorenja. Tako je za:

- količinu goriva, u prvom opitu, uzeto 40 l benzina, sa tačkom paljenja —40°C
- za veličinu bazena, 1,4 m<sup>2</sup>
- i za vreme gorenja, pre početka gašenja požara, 2 minuta.

**Tablica 1**

Broj opita	Gorivi materijal	Površina m <sup>2</sup>	Količina u l	Vreme gorenja sec.	Vreme gašenja sec.	Sredstvo za gašenje	Aparat za gašenje	Kapacit. l/min.	Potrošnja litar	1/m <sup>2</sup>
1	benzin	4,64	91	30	42	laka pena 6 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>	3 ručna aparata	44	27,1	5,9
2	benzin	4,64	91	30	23	laka voda 6 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>	1 ručni aparat	14,8	5,8	1,27
3	kerozin JR 4	74,20	1800	30	145	laka pena 6 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>	1 bacač	454	1090	14,7
4	kerozin JR 4	81,30	1800	30	47	laka voda 6 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>	1 bacač	454	356	4,4

Gašenje je vršeno ručnim pp. aparatima, sa po 12 kg pomenutim sredstvima. Pri tome su postignuti sledeći rezultati:

— za suhi prah: požar je lokalizovan nakon 2 sekunde, a ugašen nakon 6 sekundi.

Efikasnost gašenja bila je vrlo izražena.

— za proteinsku penu: požar je lokalizovan nakon 24 sek. Ovde se ukazuje na činjenicu da požar nije mogao biti ugašen jednim aparatom, već su upotrebljena tri ručna aparata.

— za penu lake vode: požar je lokalizovan nakon 16 sekundi, a ugašen nakon 1 min 51 sek. Benzin, prekriven ovom penom, više nije mogao da se zapali.

Drugi ogled je vršen pod istim uslovima, ali na neravnom i travnatom terenu. Ovim ogledom su vršena upoređenja efikasnosti gašenja suhim prahom i LW-om. Pri tome je za:

— količinu goriva uzeto 50 + 20 l benzina,  
— za površinu bazena 25 m<sup>2</sup>, a za  
— vreme predgorenja 20 sek.

Gašenje je vršeno pomenutim sredstvima u 50 kg aparatima, te su postignuti ovi rezultati:

— za suhi prah: vatra je stavljena pod kontrolu za 6 sek, a ugašena je takođe za 6 sek.

— za penu lake vode: vatra je stavljena pod kontrolu za 3 min i 45 sek, a ugašena je nakon 4 min i 23 sek.

Ovakva razlika u vremenu gašenja usledila je iz razloga što se opit vršio na neravnom i travnatom terenu, a za gašenje tečnosti penom LW-a na ovakvim terenima potrebna je velika količina iste da bi se održala kompaktnost prevlake pene na materiji koja se gasi.

Treći ogled gašenja požara, samo lakom vodom. — Ovaj ogled je vršen konvencionalnom opremom — putem vatrogasnog prevoznog vozila. Pri tome su uslovi opita bili sledeći:

— površina bazena — 200 m<sup>2</sup>,

— gorivo — 4.000 l kerozina, 500 l lož ulja i jedna auto olupina,

— vreme predgorenja — 5 minuta. Ova-ko dugo vreme predgorenja uzeto je sa ciljem da se postigne što viša toplota na mestu požara, a da pri tome ne izgori previše tečnog goriva.

Opit je vršen tako što je voda za stvaranje LW pene uzimana iz vatrogasnih kola. Pri tome je postignut sledeći rezultat:

— vatra je bila pod kontrolom za 10 sek, a ugašena je u toku daljih 50 sek,

— utrošak sredstava za gašenje je iznosio 70 l LW ekstrakta i 1.200 l vode.

Za zaključak ovoga opita može se reći da je postupak gašenja, u obema fazama (stavljanje vatre pod kontrolu i samo gašenje), vršen umirujućom sigurnošću, a sam tok gašenja bio je iznenađujući. Naime, kada bi se ovo gašenje uporedilo sa gašenjima ostalim sredstvima — proteinskom penom i suhim prahom, potrošnja praha bila bi između 400 i 600 kg, a upotrebom proteinske pene — potrošnja ekstrakta bi iznela oko 400 l. Količina vode od 2.000 l, koliko se normalno vozi vatrogasnim kolima, za stvaranje proteinske pene — u odnosu na 400 l ekstrakta — ne bi bila dovoljna.

Ovde je bilo interesantno da se vidi i to — da je pena LW-a potpuno pokrila goruću površinu, a olupina automobila, iako je i dalje gorela, plamenom i svojom temperaturom nije ponovo mogla upaliti tečno gorivo.

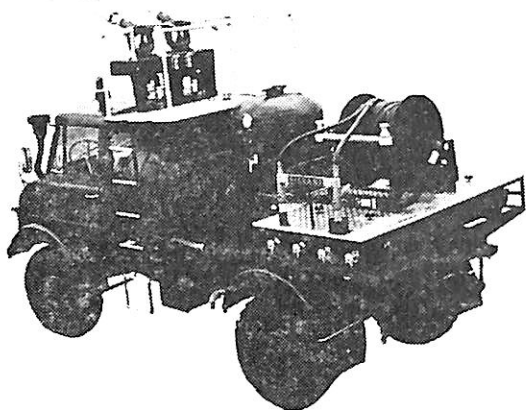
Opit sa kombinovanom upotrebom praha i LW-a. U ovom slučaju prah je korišćen za predgašenje, a LW, zajedno sa prahom, za pokrivanje zapaljene površine i gašenje.

Uslovi opita su bili sledeći:

— površina bazena — 50 m<sup>2</sup>

— gorivo: 1.000 l lož ulja, 20 l benzina, 15 autoguma i 10 do 15 kg drva,

— vreme predgorenja: 4 minuta da bi se postignutom visokom toplotom, sa sigurnošću, zapalila sva čvrsta goriva.



Sl. 1 — Univerzalno vozilo za LW i suhi prah.

Abb. 1 — Universalfahrzeug für LW und Trockenpulver.

Za gašenje je korišćen protivpožarni kamionet sa dva 50 kilogramska tanka — jedan, napunjen prahom, a drugi LW-om.

Kamionet je poslužio da se

- vatra drži pod kontrolom, što je iznelo 8 sek, i da
- vatra bude ugašena, što je urađeno za daljih 20 sek.

Pri tome je utrošeno: 40 kg praha i 50 litara LW-a kao 6% rastvora.

Iz ovog opita se može zaključiti — da kombinovano korišćenje praha i LW-a predstavlja optimalnu udarnu snagu pri napaču na vatru i totalnu sigurnost — nakon savladivanja plamena.

Naime, i ovoga puta je dokazano — da čvrsta goriva (drvo i guma), iako su delimično bila još u plamenu, nisu mogla ponovo da zapale tečno gorivo, pokriveno.

#### Demonstriranje efikasnosti pene LW-a u krugu tvornice Silvani, 30. I 1973. godine

Demonstriranje je imalo za cilj da se pokaže efikasnost LW-a kao sredstva za gašenje požara, i da se istovremeno prikaže i oprema za primenu LW-a.

U tu svrhu je izvršena potrebna priprema: obezbeđen je poligon sa bazenima različitih površina i jedan rezervoar, prečnika 8 m. Ovi su bili napunjeni tekućim gorivima. Uz to, u dvorištu je bila pripremljena jedna pumpa, nekoliko ručnih aparata, jedna univerzalna vatrogasna kola i tečno gorivo (kerozin i benzin) koje će se gasiti.

Akcija gašenja je imala svoj redosled. Najpre se počelo sa gašenjem goriva u limnim tepsijama površine 1 m<sup>2</sup>, sl. 1. Nakon ovoga, usledilo je gašenje četiri bazena, svaki od po 20 m<sup>2</sup> površine, i, na kraju, gašenje kerozina sa benzinom u otvorenom rezervoaru, gorive površine 50,2 m<sup>2</sup>.

Dobijeni rezultati ovih gašenja, potvrdili su rezultate napred prikazanih opita.

Za potvrdu efikasnosti LW i opreme za primenu LW-a za gašenje požara, neka posluže originalni snimci sa ovih demonstriranja.



Sl. 2 — Vatrogasac pre akcije gašenja požara.

Abb. 2 — Feuerwehrmann von der Brandlöschaktion.

Univerzalno vozilo za LW i prah, ima dve fiksne mlaznice koje se pri upotrebi mogu pomerati gore—dole, levo—desno i dve pokretne — noseće mlaznice.

Na šasiji vozila montirana su dva tanka, jedan za jedno sredstvo za gašenje (suh prah), drugi — za drugo (LW).

Vatrogasac sa mlaznicama spreman za dejstvo prikazan je na sl. 2. Obučen je u nezapaljiv mantil, a na glavi ima šlem sa providnim štitnikom za zaštitu lica i očiju od toplote pri gašenju.

Dok prvi vatrogasac prilazi upaljenim bazenima i počinje da dejstvuje, druga dvojica pridržavaju gumena creva i vuku ih za njim.

Leva strana zapaljenih bazena je ugašena i završni napad je prenet na desnu stranu.

Vatra u bazenima je ugašena.

Vatrogasac sa natopljenom kućinom — bakljom, dokazuje da se LW-om ugašena tečnost ne može zapaliti.



Sl. 3 — Gašenje požara na bazenima.  
Abb. 3 — Brandlöschung auf den Behältern.



Sl. 5 — Vatra u bazenima je završena.  
Abb. 5 — Das Feuer in Behältern ist erstickt.

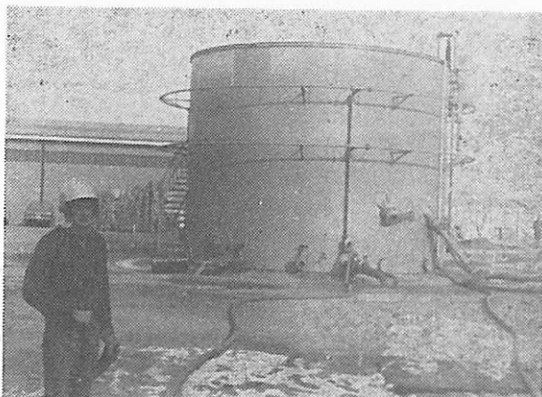


Sl. 4 — Završni napad gašenja požara na bazenima.  
Abb. 4 — Der letzte Schritt zur Brandlöschung auf den Behältern.



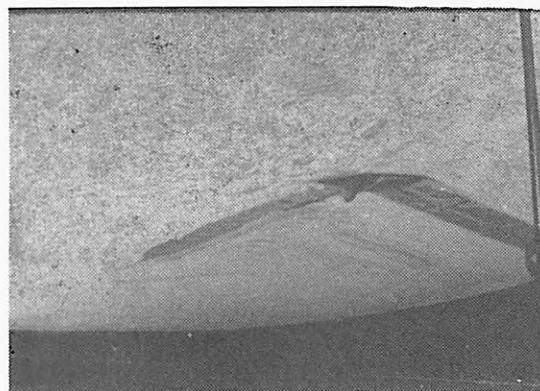
Sl. 6 — Požar ugašen LW više se ne može aktivirati.  
Abb. 6 — Der mit LW gelöschte Brand kann nicht aktiviert werden.





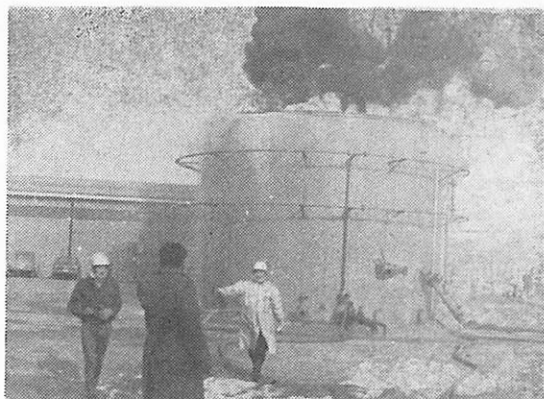
Sl. 7 — Rezervoar sa tečnim gorivom — pre paljenja.

Abb. 7 — Der Behälter mit flüssigem Brennstoff — vor der Zündung.



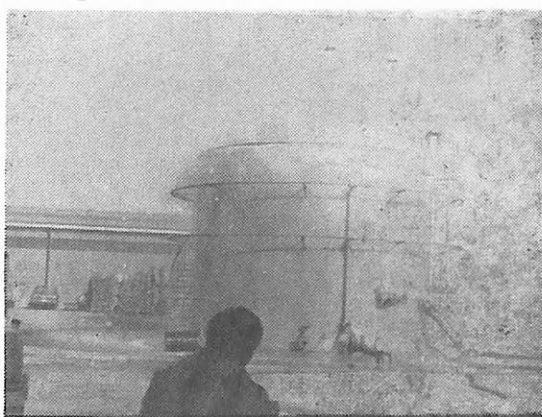
Sl. 10 — Pogled u rezervoar nakon gašenja požara.

Abb. 10 — Der Blick in den Behälter nach der Brandlöschung.



Sl. 8 — Rezervoar sa tečnim gorivom — u plamenu.

Abb. 8 — Der Behälter mit flüssigem Brennstoff — entflammt.



Sl. 9 — Požar na rezervoaru je saniran.

Abb. 9 — Der Brand auf dem Behälter ist saniert.

Rezervoar je pripremljen za opit gašenja. Levo crevo je spojeno sa instalacijom za hlađenje rezervoara, a desno sa FSSS-om, fiksnom opremom, preko koje će se gasiti.

U telu ovoga uređaja nalazi se elastično crevo od plastike, dužine — oko jedne visine rezervoara.

Rezervoar gori. Pod pritiskom pumpe, iz uređaja FSSS-a izleće plastično crevo, prolazi kroz tekućinu u rezervoaru i pojavljuje se na površini upaljene tečnosti. Tu, usled pritiska pumpe, crevo se hitro pokreće i po zapaljenoj površini rasipa penu LW-a.

Požar na rezervoaru je ugašen.

Na sl. 10 se vidi pena LW-a, koja je tokom gašenja prekrila površinu tečnosti. Plastično crevo, pošto je pumpa zaustavljena, mirno pliva na tečnosti zajedno sa penom.

#### Zaključak

Pojavom Light Water-a dobilo se još jedno protivpožarno sredstvo, sa sledećim karakteristikama:

1. LW pena, u odnosu na proteinske, je pri gašenju požara više od tri puta efikasnija;
2. Na gašenoj površini pena je dugo postojana, te time zadržava lakoisparljive gasove da se ne razvijaju sve dok i sama ne ispari;
3. LW pena brzo gasi požare lakozapaljivih tekućina u rezervoarima, prekrivajući goruću površinu sa nekoliko milimetara debelim filmom. Ovo je i eksperimentalno dokazano i to:
  - potpovršinskom primenom, uz upotrebu fiksnog uređaja FSSS, i
  - putem stabilnih sistema za gašenje požara, a sa mlaznicama na vrhu rezervoara. I, na kraju,
4. Kombinovana upotreba LW pene sa drugim penama, suhim praškovima ili ugljenim dioksidom je moguća, pa čak uz uzajamnu upotrebu, i efikasija.

Referat »Light Water, novo sredstvo za gašenje požara lako zapaljivih tekućina« iznet je od autora na kolokviju 20. III 1973. godine u »Naftaplinu« — Zagreb.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Light Water, ein neues Mittel zur Brandlöschung von leicht entzündlichen Flüssigkeiten

Dipl. Ing. V. Radojčin\*)

Das »LW«—Mittel hat eine breite Anwendung bei der Brandlöschung von plötzlich auftretenden Bränden, die sich schnell ausbreiten, besonders in den Brennstofflagerräumen — gefunden. »LW« wirkt nicht auf die Haut und Atemorgane und kann ohne Schutzmittel verwendet werden. Es wurden die Ergebnisse und die Wirksamkeit bei der Anwendung dieses Schutzmittels dargestellt.

#### Literatura

1. Studijski centar firme Silvani, Milano: Materijali za primenu opreme za korišćenje Light Water-a;
2. 3M (Minnesota Mining and Manufacturing Company): Laboratorijske karakteristike LW-a;
3. »Protivpožarna zaštita« br. 3 — 1970.

\*) Dipl. ing. Vasa Radojčin, Naftagas — Novi Sad.

# Savremeni principi dimenzionisanja kosina na površinskim otkopima kao prilog sigurnosti u rudnicima

(sa 1 prilogom)

Prof. ing. Nikola Najdanović — dipl. ing. Radmilo Obradović

*Uslovi površinskog otkopavanja, s obzirom na stabilnost kosine, koja zavisi od mnogo uticajnih faktora koji se u toku otkopavanja menjaju, sve se više menjaju sa razvojem mehanizacije dobijanja. Zato se mnogo više nego ranije mora posvetiti pažnja ispitivanjima koja moraju za pojedine faze projektovanja i izvođenja rudarskih radova biti dobro planirana. Podaci tih ispitivanja moraju biti pouzdani, jer od njih zavise, u prvom redu, dimenzije kosina. U suprotnom se moraju odrediti principi dimenzionisanja kosina na osnovu nepotpunih podataka.*

Principi dimenzionisanja kosina na površinskim otkopima znatno su se izmenili u poslednje vreme, da bi odgovorili sve većim dubinama otkopavanja i opterećenjima nove otkopne mehanizacije.

Praksa projektovanja otkopa i odlagališta sve doskora ograničavala se na tehnološka rešenja. Međutim, u današnjim uslovima otkopa sve većih razmera, čije dubine u svetu dostižu do 500 m, a u Jugoslaviji do 100 m, dok se u sadašnjim projektima predviđaju dubine do 300 m, pokazalo se da takva praksa ima za posledicu vrlo česta rušenja na površinskim otkopima, znatne materijalne štete i ugrožavanje sigurnosti rada.

Geomehaničke podloge naših površinskih otkopa 50-tih godina predstavljale su nedovoljne kvalitativne i kvantitativne parametre, čiji je stepen pouzdanosti bio vrlo mali.

Kvalitetan skok javio se 60-tih godina, kada se počelo sa izvesnim sistematizovanjem podataka, uključujući i geomehaničke, mada se ni tada još uvek nije radilo sa dovoljno naučnim prilaženjem problemu dimenzionisanja kosina na površinskim otkopima. Razvoj površinskih otkopa Bora, Majdanpeka, Kosova, Kolubare, Bele Stene, Šičkog Broda i dr. svakodnevno je stvarao probleme vezane za sigurnost rada, tako da se počelo i na pogonima prikupljati stečena

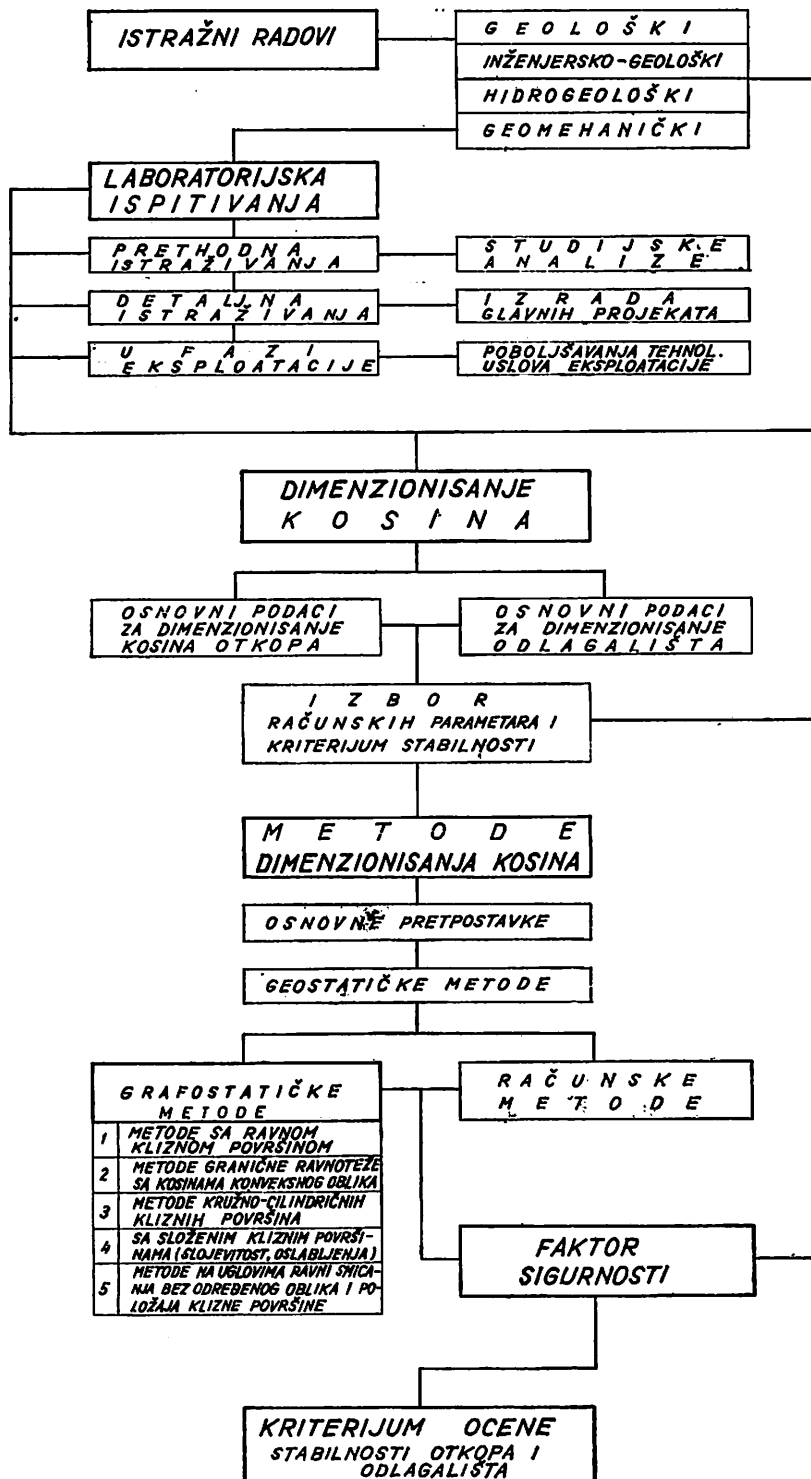
iskustva i analizirati potrebna stručna literatura koja je ukazala na ozbiljnost prilaženju problema stabilnosti otkopa i odlagališta.

Danas se može sa sigurnošću utvrditi da budući površinski otkopi »Drmno«, »Čirikovac«, »Tamnava« i polje »D« Kolubarskog basena raspolažu sa veoma solidnom geomehaničkom dokumentacijom koja je dala i novi kvalitet odgovarajućim projektima.

Zajednička saradnja geomehaničkih službi pogona (Kostolac, Kolubara, Kósovo i dr.) i Rudarskog instituta, kao i nekih inostranih institucija, dala je podstreka i stvorila uslove za izradu jedinstvene metodologije ispitivanja i istraživanja naših površinskih otkopa.

Istražne radove treba planirati u pojedinim fazama projektovanja i izvršenja rudarskih radova. Oni treba da budu takvi, da se dobiju svi potrebni podaci za dimenzionisanje kosina etaža. Međutim, treba takođe usvojiti i principe dimenzionisanja kosina sa nedovoljnim podacima, kada u pojedinim slučajevima nije moguće dobiti potpune podatke istražnim radovima.

Dimenzionisanje kosina etaža površinskih otkopa mora biti vezano sa kontrolom u toku eksploatacije. Poznato je, da i pored najsavešnije izvedenih istražnih radova, terenski uslovi mogu biti manje ili više različiti od



usvojenih za dimenzionisanje pri projektovanju. Zbog toga je potrebno sistematski i stalno praćenje terenskih uslova u toku eksploatacije, tako da bi se blagovremeno unosile potrebne korekcije u projekat rudarskih radova i na taj način izbegle štete i opasnosti usled rušenja etaža, kao i zastoji u eksploataciji.

Za dimenzionisanje sistema kosina na površinskim otkopima u današnjim uslovima treba usvojiti sledeću šemu radova (priklog 1).

Još prilikom istražnog bušenja za utvrđivanje dubine i moćnosti ugljenih slojeva, treba prikupiti sve podatke o slojevitosti i sastavu tla krovine i podine, kao i o stanju podzemne vode, koji se tada mogu dobiti i biti od velike koristi za proučavanje u cilju dimenzionisanja kosina.

U sledećoj fazi, za otvaranje površinskog otkopa, izradu glavnih projekata i eksploataciju, treba preduzeti istražne inženjersko-geološke i hidrogeološke radove. Ove radove treba prethodno planirati na situacionom planu na kome se lociraju sondažne bušotine, čiji se broj utvrđuje u zavisnosti od varijabilnosti sedimenata. Iz ovih bušotina uzimaju se uzorci za laboratorijska geomehanička ispitivanja i one istovremeno služe i za hidrogeološka proučavanja, pri čemu se izvestan broj sondi koristi kao piezometri.

Za dimenzionisanje kosina površinskog otkopa i odlagališta prikupljaju se osnovni podaci dobijeni istražnim radovima na bazi kojih se dalje vrši izbor računskih parametara i određuje kriterijum za određivanje stabilnosti kosina.

Samo dimenzionisanje kosina vrši se odgovarajućim geostatičkim metodama koje su najčešće grafostatičke a ređe računске. Među grafostatičke metode spadaju one sa ravnom kliznom površinom, kružno cilindričnom i složenim površinama, kao i metode bez određenog oblika klizne površine. Osim toga, ponekad se primenjuju i metode granične ravnoteže za kosine konveksnog oblika.

Računske metode se retko primenjuju i to uglavnom kada nisu dovoljno poznati elementi otpora tla.

Kriterijum za određivanje stabilnosti kosina površinskog otkopa i odlagališta vrši se na bazi faktora sigurnosti koji se usvaja pomoću analize svih parametara i uticaja za

svaki pojedini slučaj. Pri tome treba imati u vidu da rudarski rizik mora i dalje postojati, samo treba odrediti dokle on može da ide u novim uslovima eksploatacije.

Za otvaranje površinskog otkopa treba preduzeti prvu fazu istražnih inženjersko-geoloških i hidrogeoloških radova. U zavisnosti od konfiguracije terena, dubine ugljenih slojeva i sastava tla utvrđenih na osnovu podataka inženjersko-geoloških karata, ukoliko one postoje, zatim strukturnih bušotina, kao i podataka prikupljenih detaljnim pregledom terena, odrede se raspored i dubine istražnih bušotina. Na situacionom planu razmere 1:5000 ili 1:10.000 ucrtaju se profilske linije sa označenim sondažnim bušotinama na njima, tako da se obrazuje mreža istražnih bušotina na međusobnim odstojanjima od oko 400—500 m, sa oko 5—6 bušotina na 1 km<sup>2</sup>. U ovom slučaju tačnost istraživanja za usvojeni razmak bušotina, u zavisnosti od varijabilnosti sedimenata, kreće se od 30% do 70%. Pri rastojanju bušotina od 700 m, greške iznose do 75%, a na rastojanju od 1400 m, može se računati sa greškama preko 75%.

Povećanje broja bušotina u mreži ispod 200 m, kao i u slučajevima manjih površina sa složenijom geološkom građom, a u obodnim zonama gde dolaze završne kosine, može se sprovesti tek onda, kada su obrađeni postojeći podaci iz ovog područja i kada oni opravdavaju dalje pogašćavanje mreže.

Ovaj broj bušotina retko će biti dovoljan za dobijanje kontinuiteta slojeva litološkog sastava tla i utvrđivanje granica i debljina proslojaka i sočiva, te se još u toku ove prve faze određuju dopunske sonde za drugu fazu istražnih radova, koji se vrše pre otvaranja površinskog otkopa.

Kada su dubine slojeva korisne mineralne sirovine velike, biće potrebna i treća faza istražnih radova, koja se obavlja posle otvaranja otkopa, sa bušotinama koje zalaze nekoliko metara u podinu.

U toku istražnih radova, iz pojedinih sondi vade se poremećeni i neporemećeni uzorci za laboratorijska geomehanička ispitivanja, u principu po jedan uzorak iz svakog sloja u svakoj sondi. U laboratoriji za mehaniku tla odabiraće se od ovih uzoraka karakteristični uzorci za laboratorijska ispitivanja.

Sondažne bušotine koriste se i za hidrogeološka proučavanja, s tim što se izvestan broj od njih koristi kao piezometri.

Sa povećanjem dubine sonde, javlja se i veliki broj uzoraka koje treba ispitati. Smanjenje broja laboratorijskih opita u racionalne granice, zahteva statističku zavisnost i zakonitost između pojedinih fizičko-mehaničkih parametara. Ova zavisnost moguća je, ako su sedimenti pod sličnim geološkim uslovima.

### Laboratorijska ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina tla

#### O p š t e

Osnovni uslov za naučno zasnovanu tehnologiju otvaranja jednog ležišta i postavljanje programa rada za geomehanička istraživanja je svestrana i sistematska analiza geoloških, hidrogeoloških i inženjersko-geoloških uslova mikrolokacije, kao i susednog područja. Na osnovu analize ovih podataka postavlja se dalji zahtev i to:

- tehničko-ekonomski zahtev za projektovanje, odvodnjavanje, otkopavanje, transport i odlaganje sa aspekta uslova stabilnosti svih radnih sistema.

Metodika istraživanja, bušenja i uzorkovanja treba da je jedinstvena i prema trenutnom stanju istraživanja i razvoja tehnike, mora se izraditi i primenjivati optimalna metoda istraživanja. Istu moraju primenjivati sva preduzeća i institucije koje se bave ovim poslom i to na bazi osnova metodike koja je specifična za odgovarajuće ležište, a takođe i ekonomski optimalna. Dosadašnja praksa je potvrdila potrebu za sledećim fazama istraživanja:

- prethodna istraživanja
- detaljna i
- u fazi eksploatacije.

Prethodna istraživanja daju podatke za studijske analize.

Detaljna istraživanja daju podatke za investiciono-tehničku dokumentaciju i za izradu glavnih projekata, a u skladu sa našim pravilnikom o sadržini rudarskih projekata od 1968. god.

Istraživanja u fazi eksploatacije izvode se u toku samog izvođenja radova na izradi odlagališta i delova otkopa sa složenim geološkim uslovima.

#### Opšte osnove izvođenja laboratorijskih ispitivanja

U fazi opštih ispitivanja treba prvo odrediti pokazatelje tla radi klasifikacije (granulometrijski sastav, granice konsistencije, prirodna vlažnost i zapremninska težina).

Sledeća faza je određivanje parametara čvrstoće (elemenata unutrašnjeg otpora) i ispitivanje ponašanja prema vodi (koeficijent vodopropustljivosti, sposobnost i brzina upijanja vode i dr.). Naročito je interesantan podatak o poroznosti krovinskih slojeva svakog materijala posebno. Dijagram poroznosti omogućava da se uoči zavisnost između koeficijenta poroznosti i čvrstoće smicanja tla, što može biti od uticaja na njegov unutrašnji otpor za proračun stabilnosti.

Pri izvođenju laboratorijskih ispitivanja čvrstoće na smicanje, treba obuhvatiti sledeće:

Tačnost ispitivanja, tj. stepen detaljnosti laboratorijskih istraživanja treba da odgovara fazi poznavanja ležišta. Program ispitivanja treba sistematizovati tako, da bi pojedine etape laboratorijskih ispitivanja što detaljnije razjasnile geotehničke uslove radne sredine.

Kod ispitivanja treba težiti što verijem prilaženju uslova stanja tla u prirodi. Sistematizovani program laboratorijskih ispitivanja treba da obuhvati inženjersko-geološka objašnjenja, kao i osnovne tehnološke postavke.

U fazi detaljnijih istraživanja treba koristiti ostvareni napredak znanja, uvodeći nove savremenije metode, pri čemu se stvara mogućnost njihove brže verifikacije u prirodnim uslovima.

Napominje se slučaj istražnih radova na polju »Tamnava«, gde je broj sondažnih bušotina bio zadovoljavajući, ali je njihov raspored bio neadekvatan, kao i da je izvršen veliki broj laboratorijskih opita, ali da je za koherentne slojeve ovaj broj bio vrlo mali, tako da su parametri čvrstoće tla bili nedovoljni baš za one slojeve gde su bili najpotrebniji.

## Privremena i trajna čvrstoća na smicanje

Privremena čvrstoća na smicanje  $\tau$  je vrednost otpora na smicanja koja se ostvaruje u elementu tla u određenom vremenu  $t$  trajanja njegovog opterećenja ( $0 < t < \infty$ );

Određivanje privremene čvrstoće na smicanje treba vršiti nedreniranim triaksialnim opitom ili opitom direktnog smicanja.

Trajna čvrstoća na smicanje  $\tau$  je vrednost otpora na smicanje koja trajno može da bude ostvarena u elementu tla, tj. u neograničenom vremenu trajanja opterećenja elemenata.

Određivanje, trajne čvrstoće izvoditi triaksialnim dreniranim opitima ili nedreniranim sa odbitkom pritiska porne vode.

## Ispitivanje čvrstoće na smicanje u fazi prethodnih istraživanja

### Opšti zahtevi

Ispitivanje čvrstoće na smicanje treba vršiti na uzorcima uzetim iz postavljene prostorne mreže bušotina. U slučaju postojanja uzoraka sa poremećenom strukturom (raspucalost i slično), rezultate ovih ispitivanja treba posebno analizirati i uključiti u ostale podatke koji se koriste za određivanje parametara, merodavnih za računске svrhe.

U slučaju nedovoljne količine materijala potrebne za izradu uzoraka za ispitivanje, dozvoljava se ispitivanje na jednom uzorku metodom sukcesivnih prerada (za različite  $\gamma$  i  $w$ ). U tom slučaju, rezultati prvog ispitivanja na neporemećenom uzorku uzeli bi se kao merodavni za određivanje dela čvrstoće koji otpada na koheziju, a rezultati narednih ispitivanja na prerađenim uzorcima za određivanje vrednosti ugla unutrašnjeg trenja.

### Opis ispitivanja

**Cilj ispitivanja.** — Cilj ispitivanja je određivanje privremene čvrstoće na smicanje neophodne za dimenzionisanje objekata površinskog otkopa u fazi studijskih razmatranja.

**Vrsta ispitivanja tla.** — Ova uputstva se odnose na ispitivanje tla neporemećene

strukture i prirodne vlažnosti. U slučaju sipkih materijala (nekoherentnih), za koje bi bilo nemoguće uzimanje neporemećenih uzoraka, dozvoljeno je izvođenje ispitivanja na poremećenim uzorcima s tim, da se radi sa više stepena zbijenosti i vlažnosti, kako bi se odredilo ono stanje koje odgovara prirodnim uslovima u ležištu.

**Aparatura za ispitivanje.** — Ispitivanja se mogu izvoditi pri korišćenju:

- aparata za direktno smicanje i
- aparata za triaksijalna ispitivanja.

Aparati treba da imaju uređaje za izazivanje različite brzine horizontalnih i vertikalnih deformacija (zavisno od tipa aparata).

Materijale jednog litološkog člana (sloja) treba ispitivati primenom samo jednog tipa aparata.

**Šema ispitivanja.** — Za podloge studijskih analiza predviđaju se samo brza ispitivanja, bez prethodne konsolidacije. U momentu specifičnog ispitivanja dozvoljena je filtracija vode iz uzoraka, u zavisnosti od vremena ispitivanja i vrste materijala. Šema opterećenja pri korišćenju aparata za triaksijalna ispitivanja je u skladu sa standardnim ispitivanjima, što znači da su bočna opterećenja uzoraka konstantna, a vertikalna opterećenja povećavaju se na način koji je uslovljen brzinom deformacije za datu vrstu materijala.

**Priprema uzoraka za ispitivanje.** — Ispitivanja se izvode na aparatu za direktno smicanje na uzorcima neporemećene strukture, dimenzija  $100 \times 100 \times 30$  mm ili  $60 \times 60 \times 30$  mm, a prema već standardnim uputstvima.

Ispitivanja koja se izvode u triaksijalnom aparatu, vrše se na uzorcima neporemećene strukture cilindričnog oblika, pri čemu je odnos početne visine uzorka prema njegovom prečniku najmanje jednak ili veći od 2. U cilju brzog izjednačenja pornog pritiska u uzorku, uzorak se obavlja filterskom hartijom.

**Definicije načina ispitivanja.** — Kada se tlo nalazi pod smičućim naponom, onda ono nastoji da prilagodi svoju zapreminu pora kritičnoj gustini materijala, a sa time su povezani promena zapremine ili pritisak porne vode u uzorku.

Kod nekoherentnog tla, zbog veće propustljivosti i neznatnog ili nikakvog otpora porne vode, otpor promeni zapremine je vrlo mali. Ako na ovom materijalu dođe do opterećenja ili rasterećenja, onda on može praktično odmah da promeni svoju zapreminu pora, a pri tome će voda oticati, odnosno će se usisavati. Tada imamo otvoreni sistem ili drenirano stanje.

Koherentna tla imaju isto takvu težnju za promenom zapremine, ali će biti u prirodi pod smičućim naponom samo delimično drenirani. Stepent ocedivanja nije lako oceniti zbog uticaja vremena. S' obzirom da je u opitnom modelu jedva moguće u celini podržavati prirodne uslove, ispituju se samo granična stanja.

**Drenirani opit (D).** — Jedan od graničnih uslova je potpuno dreniranje. Opit koji zadovoljava ove uslove, označava se kao drenirani opit (D).

**Nedrenirani opit (CU, UU).** — Drugu granicu čine opiti bez dreniranja. U saglasnosti sa time da li je uzorak prethodno konsolidovan ili ne, razlikuju se konsolidovani nedrenirani opit (CU = consolidated undrained) i nekonsolidovani nedrenirani opit (UU = unconsolidated undrained).

**Posebni slučajevi.** — Postoje još mnoge druge vrste D i CU opita, koje uvek služe određenoj naročitoj vrsti i koje se posebno uslovljavaju.

**Broj opita.** — Kao minimalan broj opita treba prihvatiti četiri. Prvo ispitivanje izvesti u aparatu za direktno smicanje. Sledeća ispitivanja vršiti u triaksijalnom aparatu, pod početnim pritiskom u komori od 1 kp/cm<sup>2</sup>, i sledećim dva puta većim od prethodnog.

#### Obrada rezultata ispitivanja

**Kriterijum kritične deformacije.** — Pri ispitivanjima u aparatu direktnog smicanja, za trenutak kritične deformacije usvaja se stanje u kome kontaktni napon u ravni smicanja postiže maksimalnu vrednost ili se ustaljuje.

Za ispitivanja izvedena u triaksijalnom aparatu usvajaju se dva kriterijuma:

a) Ako uzorak podleže smicanju, naponsko-deformacijski kriterijum loma je kada vertikalna deformacija uzorka od 5% na-

stupa za priraštaj napona od 0,1 kp/cm<sup>2</sup> ili manje od toga.

b) Ako uzorak podleže plastičnom smicanju, prihvata se lom u momentu postizanja deformacije od 10%.

U slučaju da nije moguće jasno odrediti vrstu deformacije, preporučuje se kao merodavna srednja vrednost iz prethodna dva kriterijuma.

**Određivanje čvrstoće na smicanje.** — Ispitivanja treba obraditi polazeći od hipoteze Coulomb ili Coulomb—Mohr.

**Tok proračuna.** — Kod ispitivanja u aparatu direktnog smicanja, uslov graničnog stanja definisan je obrascem:

$$\tau_{gr} = c + \sigma_{gr} \operatorname{tg} \varphi.$$

u kome su:

$\tau_{gr}$ ;  $\sigma_{gr}$  — odgovarajući tangencijalni i normalni napon u ravni smicanja u trenutku loma uzorka.

Pri određivanju brojčanih vrednosti napona ne izvodi se korekcija koja definiše stvarnu površinu smicanja, jer kod ovih ispitivanja, s obzirom na neravnomernost naponskog stanja u uzorcima, imaju približan karakter.

Ako označimo sa  $\varphi_i$  i  $C_i$  vrednosti dobijene za svaki pojedinačni opit, konačne vrednosti parametara  $\varphi$  i  $C$  na uzorcima iz istog sloja se izračunavaju na osnovu obrasca

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sum_1^n \operatorname{tg} \varphi_i}{n} \quad \text{ i } \quad C = \frac{\sum_1^n C_i}{n}$$

gde je:

$n$  — broj izvršenih opita.

Kod ispitivanja u triaksijalnom aparatu, parametri  $\varphi_i$  i  $C_i$  najpogodnije se određuju grafičkom metodom, korišćenjem konstrukcije Mohra.

Mohrov krug u koordinatnom sistemu ( $\tau - \sigma$ ) gradi naponsko stanje koje vlada u uzorcima u momentu loma. Za svaki uzorak iz istog sloja odredi se  $\varphi_i$  i  $C_i$ . Krajnje vrednosti  $\varphi$  i  $C$  određuju se na napred navedeni način.



**Statistička obrada rezultata laboratorijskih ispitivanja.** — Pouzdanost računskih veličina, potrebnih za projektovanje kod kojih stenska masa ima značaja, ne može se ostvariti bez prethodnog određivanja količinskih karakteristika radne sredine pomoću ispitivanja u laboratorijskim ili terenskim uslovima.

Rezultati ispitivanja ukazuju da ako iz istog topografsko-litološkog člana ispitamo seriju uzoraka, na primer na smicanje, da će čvrstoća na smicanje svakog ispitanog uzorka biti različita pri istim ostalim uslovima ispitivanja.

Osnovni zadatak je da se dobije što tačnija predstava o osobinama ispitivane serije i to na osnovu rezultata ispitivanja ograničenog broja uzoraka.

Rezultati merenja nikada se ne podudaraju sa tačnim vrednostima veličina i mogu biti veće ili manje od nje u zavisnosti od veličine grešaka zapaženih u vreme merenja ili ispitivanja. Sve greške koje se javljaju u toku merenja, dele se na sistematske, slučajne ili stohastičke i grube greške.

Sistematske greške nastale greškama mernih pribora, metodama merenja i uticajem spoljne sredine, predstavljaju greške čije su veličine obično poznate, slučajne greške, koje se menjaju i po veličini i po znaku, ne mogu se zapaziti odvojeno. Dok se sistematske greške mogu ispraviti, a grube izbeći, slučajne greške ne dopuštaju da se izvede ispitivanje i merenje stvarne vrednosti veličine. U takvim slučajevima izbor karakterističnih veličina iz brojnih podataka prikupljenih od strane eksperimentatora nije moguć bez njihove obrade, korišćenjem metoda i rezultata matematičke statistike, koja se primenjuje kod ocene podataka dobijenih putem opita.

Savremena teorija grešaka zasniva se na normalnom (Gauss-ovom) zakonu raspodele slučajnih veličina.

Ispitivanje fizičko-mehaničkih karakteristika neophodno je za rešavanje niza dataka. U zavisnosti od cilja ispitivanja, postavljaju se i zahtevi za određivanje statističkih veličina. Treba težiti da se kroz računске postupke postigne mogućnost određivanja sledećih karakteristika:

- srednja vrednost
- disperzija
- koeficijent varijacije.

Sa gledišta planiranja i programa rada potrebno je utvrditi broj opita u cilju smanjenja eksperimenata do minimuma. Iza toga utvrditi korelacione veze između određenih statističkih serija u smislu da porast jedne prati porast druge ili obrnuto.

Varijacija eksperimentalnih rezultata velikog broja pojedinačnih određivanja neke slučajne veličine ponaša se po zakonu normalne raspodele.

Najbliža vrednost stvarnoj je srednja aritmetička vrednost niza eksperimentalno merenih veličina. Suma kvadrata odstupanja merenih veličina od srednje aritmetičke vrednosti je minimalna.

Srednja aritmetička vrednost niza rezultata merenja može se izračunati po formuli

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

gde je:

- $x_i$  — rezultat pojedinačnog merenja
- $n$  — broj merenja.

Ako je broj opita dovoljno veliki, onda i srednja aritmetička vrednost niza teži ka stvarnoj vrednosti merene veličine

$$\mu = \lim_{n \rightarrow \infty} \bar{x}$$

Odstupanje rezultata pojedinačnih merenja od stvarne vrednosti merene veličine

$$\Delta x = x - \mu$$

Srednje kvadratno odstupanje  $S$  daje ocenu stepena rasipanja svakog pojedinačnog rezultata merenja datog varijacionog niza.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

gde je:

- $n - 1$  — broj stepena slobode.

Za slučaj beskonačno velikog broja opita, vrednost S teži nekoj stalnoj veličini koja se naziva standardom merenja  $\sigma$

$$\sigma = \lim_{n \rightarrow \infty} S$$

Veličina kvadrata standarda merenja  $\sigma^2$  naziva se varijansa.

Srednja aritmetička vrednost iz niza pojedinačnih merenja javlja se kao tačnija karakteristika, s obzirom na prvu vrednost izmerene veličine od bilo kojeg pojedinačnog člana niza. Prema tome, i kvadratno odstupanje srednje aritmetičke vrednosti je manje od kvadratnog odstupanja svakog pojedinačnog merenja.

Za relativnu karakteristiku rasipanja rezultata koristi se koeficijent varijacije koji ukazuje koliko je veliko rasipanje članova varijacionog niza u poređenju sa srednjom aritmetičkom vrednosti.

Koeficijent varijacije jednak je odnosu srednje vrednosti odstupanja S i srednje aritmetičke vrednosti rezultata merenja  $\bar{x}$ .

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Za ocenu tačnosti i pouzdanosti rezultata služi interval poverenja i koeficijent poverenja. Koeficijent poverenja rezultata ispitivanja određuje verovatnoću rezultata da se dobijena srednja vrednost  $\bar{x}$  ne razlikuje od stvarne vrednosti veličine  $\mu$  više od  $\Delta X$ , dok se interval od  $X - \Delta X$  do  $X + \Delta X$  naziva interval poverenja. Kao pokazatelj intervala poverenja često se uzima standard  $\sigma$ .

Što se tiče veličine koeficijenta pouzdanosti P, treba napomenuti da se u građevinarstvu i u geotehnici poslednjih godina dopuštaju samo vrednosti između 95% i 99,9%. U rudarstvu se smatra povoljnim P = 70% do 95%.

Interval pouzdanosti za veličinu koju ispitujemo, može se izraziti u zavisnosti od tipa raspodele pri izrazu

$$P \rightarrow \bar{x} - t \frac{S}{\sqrt{n}} < m < \bar{x} + t \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$$

gde je:

P — verovatnoća ili koeficijent pouzdanosti

$\bar{x}$  — srednja veličina serije (za izabranu grupu)

m — teoretska srednja vrednost serije iz koje je uzeta grupa

t — promenljiva, zavisna od veličine slobodnog stepena serije (za normalnu raspodelu  $t = 1,96$ )

n — broj analiza u seriji.

Pouzdanost ukazuje da od npr. 95% može samo u 5 slučajeva od sto ispitanih uzoraka doći do odstupanja nađene srednje vrednosti od stvarne.

Najčešće se susrećemo sa problemom koji se sastoji od ocene jednorodnosti srednjih vrednosti ispitivanih uzoraka, kao i pitanjem da li smemo uzeti jednu zajedničku srednju vrednost za pojedini parametar za neko određeno područje ili zonu. Provera ove jednorodnosti vrši se preko kriterijuma Studenta (6).

Ispitivanje neke fizičke veličine zahteva često poznavanje po kome se zakonu raspodele ta veličina ponaša. Analitička ocena bliskosti eksperimentalno određenog zakona raspodele prema zakonu Gauss-ove raspodele vrši se preko  $X^2$  kriterijuma

$$X^2 = \sum_{i=1}^l \frac{(n_i - \bar{n}_{pi})^2}{\bar{n}_{pi}}$$

gde su:

l — broj klasa

$n_i$  — broj uzoraka u svakoj klasi

n — ukupan broj uzoraka.

Ako su izračunate veličine za  $X^2$  manje od tabličnih, tada je hipoteza raspodele po Gaussu opravdana.

Statistička analiza podataka laboratorijskih ispitivanja neophodna je i omogućava donošenje kvantitativnih ocena o ispitivanim vrednostima pojedinih fizičkih parametara. Posle obrade serije veličina koje predstavljaju rezultate dobijene u laboratoriji ili na terenu, istraživač dobija seriju infor-

macija koja omogućuje da se utvrdi sa pouzdanošću da li srednja vrednost predstavlja pokazatelj i da li se ona može preporučiti kao karakteristična veličina.

Bez obzira što statistička operacija zahteva vrlo mnogo rada, ona predstavlja jedini put pomoću kojeg istraživač može da smanji do minimuma negativne uticajne greške. Poželjno je za statističku obradu koristiti električne računске mašine koje su u mnogom doprinele skraćivanju vremena obrade podataka.

**Definisane vrednosti koje se ne određuju neposredno iz opita.** — Bazirajući se na već izvršenim laboratorijskim analizama, može se u projektantske svrhe, u fazama studijskih rešavanja, ocenjivati:

Trajna otpornost materijala  $\tau_t = 0,55 \cdot \tau_r$ , gde je  $\tau_r$  = privremena otpornost materijala.

Rezultati ispitivanja čvrstoće smicanja dobijeni u prethodnoj fazi istražnih radova, mogu se koristiti samo uz rezultate novih ispitivanja u sledećoj fazi detaljnih istražnih radova.

#### **Ispitivanje čvrstoće na smicanje u fazi detaljnih ispitivanja**

Ovim ispitivanjima daju se podaci za izradu glavnog projekta.

U skladu sa poglavljem »Ispitivanje čvrstoće na smicanje u fazi prethodnih istraživanja« laboratorijska ispitivanja za investiciono tehničku dokumentaciju daju sledeću etapu detaljnije analize geotehničkih uslova. S obzirom na to, ispitivanja u ovoj fazi se dele na dve grupe:

a) Ispitivanja kojima se proveravaju karakteristike tla dobijene u periodu idejnih rešenja (pomenutog poglavlja) i

b) Ispitivanja namenjena dobijanju preciznijih podataka, naročito u složenim geološkim oblastima u okviru eksploatacionog polja.

Ispitivanja u fazi detaljnijih istraživanja su tačnija u poređenju sa prethodnim ispitivanjima za studijska rešenja problema. Zbog toga se razlikuju postupci izvođenja opita u I i II grupi.

U I grupi ispitivanja usvaja se slobodan izbor uzoraka za svaki litološko-stratigrafski sloj, ali tako da odgovaraju stepenu ve-

rovatnoće rezultata  $P = 70\%$ . Iz odabrane mase uzoraka treba obaviti ispitivanje otpornosti za 4 različite vrednosti pritiska u komori triaksijalnog aparata. Ostale uzorke sačuvati do završetka radova u I grupi kao materijal dopunskih ispitivanja.

Ispitivanja u II grupi vrše se za izabrane oblasti i reone u eksploatacionom ležištu, s tim da odgovaraju stepenu verovatnoće  $P = 90\%$ .

Utvrđivanje lokalnih reona i oblasti vrši se na osnovu zajedničke rudarske i inženjersko-geološke dokumentacije. Za ispitivanja u ovoj grupi predviđaju se ispitivanja na svim uzorcima dobijenim iz kritične oblasti i iste treba grupisati prema litološko-stratigrafskim uslovima. Svi uzorci tako stvorene mase predstavljaju materijal za određivanje parametara otpornosti za posmatrani litološki stratigrafski sloj.

#### **Opis ispitivanja**

**Cilj ispitivanja.** — Cilj ispitivanja je određivanje privremene čvrstoće na smicanje u laboratorijskim uslovima, a za potrebe dimenzionisanja rudarskih objekata na površinskim otkopima. Ova ispitivanja vrše se na uzorcima neporemećene strukture i u stanju prirodne vlažnosti.

**Šema ispitivanja.** — U toku laboratorijskih ispitivanja treba obezbediti uslove koji će se javiti u konkretnim primerima, što znači potrebno je raščlaniti metod ispitivanja parametara otpornosti u zavisnosti od toga, da li će materijal biti u uslovima kada srednji napon raste ili opada. Kao metodologiju ispitivanja treba usvojiti »brzo« ispitivanje, sa sledećim šemama opterećenja uzorka:

A)  $\sigma_1 = \text{raste}$ ,  $\sigma_3 = \text{const}$ .

B)  $\sigma_3 = \text{opada}$ ,  $\sigma_1 = \text{const}$ .

gde je:

$\sigma_1 = \text{ukupno normalno vertikalno naprezanje (osovinsko)}$

$\sigma_3 = \text{ukupno normalno horizontalno naprezanje (radijalno)}$ .

U oba slučaja početni pritisak u komori aparata treba da bude ravnomeran.

Brzina promene pritiska  $\sigma_1$  u slučaju ispitivanja prema šemi A i promena pritiska  $\sigma_3$  kod ispitivanja prema šemi B, ne treba da bude veća od 0,2 kp/cm<sup>2</sup> na 15 min.

**Aparatura za ispitivanje.** — Ispitivanje čvrstoće tla treba izvoditi u aparatu triak-sijalnog pritiska. Aparat treba da bude oprem-ljen uređajem za merenje pritiska vode u porama materijala, da poseduje brzinu ver-tikalne deformacije od 0,3—0,0006 mm/min, zatim da za ispitivanja prema šemi B. (po-glavlje »Šema ispitivanja«), aparat bude opremljen uređajem koji na uzorku održava konstantnu vrednost vertikalnog napona.

**Priprema uzoraka za ispitivanje.** — Za ispitivanje koristiti uzorke bez vidljivih ošte-ćenja, tj. bez pukotina, izbijenih komadića materijala i sl. Uzorak obraditi kao što je rečeno u poglavlju »Priprema uzoraka za ispitivanje«. Sve ostale pripreme vršiti pre-ma našim standardnim opitima za laborato-rijska ispitivanja.

#### Obrada rezultata ispitivanja

**Kriterijum loma uzorka.** — Dostizanje graničnog stanja u uzorku može da se odra-zi »krtim« ili »plastičnim« lomom. U prvom slučaju javlja se površina loma i uzorak se deli na dva ili više komada. U drugom slu-čaju površina loma se ne zapaža i uzorak dobija prošireni oblik. Ovde se pojavljuje slučaj neograničene deformacije pri kon-stantnoj vrednosti napona.

Preporučuje se kriterijum

a) Za slučaj krtog loma, naponsko-de-formacijski kriterijum nastaje kada je pri-raštaj razlike napona ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) jednak ili manji od 0,1 kp/cm<sup>2</sup> na 5% osovinske defor-macije.

b) U slučaju plastičnog loma, usvaja se trenutak loma vrednosti naprezanja pri osovinskoj deformaciji od 10%.

Kada nije moguće odrediti vrstu loma u-zorka, preporučuje se kao merodavna vred-nost srednja od ova dva kriterijuma.

Kao pomoćan kriterijum kod određivanja trenutka loma uzorka može da posluži me-renje promene pornog pritiska za vreme is-pitivanja. Kod ispitivanja prema šemi a) u momentu loma uzorka, vrednost pornog pri-tiska je maksimalna. Kod ispitivanja prema šemi b) nastupa izrazita promena brzine pa-da pornog pritiska.

**Tok proračuna.** — Na osnovu rezultata ispitivanja, potrebno je, u zavisnosti od še-me opita, izraditi dijagrame razlike napona ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) i aksijalne deformacije  $\delta$ , zatim pornog pritiska i deformacije ( $\mu - \delta$ ), od-nosa ( $\sigma_1/\sigma_3 - \delta$ ), dijagrama promene zapre-mine ( $\frac{\Delta V}{V} - \delta$ ) i dijagrama ( $\tau - \sigma$ ).

#### Ispitivanje trajne otpornosti

Trajna otpornost određuje se na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja u triak-sijalnom aparatu.

**Tok proračuna.** — Na osnovu re-zultata triaksijalnog opita, izraditi dijagram zavisnosti prema poglavlju »Tok proračuna« i odrediti efektivni  $\varphi'$  i koheziju  $C'$ .

#### Ocena rezultata ispitivanja

Uzimajući u obzir rezultate dobijene is-pitivanjem u grupi I, razlikuju se dva slu-čaja:

a) Usaglašenost rezultata sa parametrima usvojenim u fazi prethodnih istraživanja;

b) Neusaglašenost rezultata sa prethod-nim parametrima.

Merodavne usaglašene vrednosti treba usvojiti ako je:

$$\Delta\tau_{sr} = \frac{\tau_{sr}^D - \tau_{sr}^P}{\tau_{sr}^D} \leq 0,1$$

gde je:

$\tau_{sr}^D$  — Srednja vrednost privremene čvr-stoće smicanja  $\tau_f$  određene za po-smatrani litološko-stratigrafski sloj u fazi detaljnih ispitivanja za normalni pritisak  $\sigma = 4,0$  kp/cm<sup>2</sup> (vidi poglavlje »Ispitivanje čvr-stoće na smicanje u fazi detalj-nih ispitivanja«).

$\tau_{sr}^P$  — Srednja vrednost privremene čvr-stoće smicanja  $\tau_f$  za taj isti lito-loško-stratigrafski sloj, određen u fazi prethodnih ispitivanja a za  $\sigma = 4,0$  kp/cm<sup>2</sup> (vidi poglavlje »Ispitivanje čvrstoće na smicanje u fazi prethodnih istraživanja«).

Za slučaj nepostojanja saglasnosti, tj. ako je  $\Delta_{\text{sr}} > 0,1$  treba na materijalu ostavljenom od uzorkovanja sprovesti dopunska ispitivanja kao za II fazu detaljnijih ispitivanja. Analizirajući dobijene rezultate, treba korigovati odgovarajuća projektna rešenja.

U slučaju usaglašenosti rezultata, preostali materijal može se iskoristiti za ispitivanja vezana za probleme odlagališta.

## Ispitivanja u fazi eksploatacije

### Oblasti ispitivanja

Ispitivanja koja se izvode u fazi eksploatacije predstavljaju završnu etapu analize geomehaničkih uslova ležišta i osnovu za prognoziranje i programiranje tehnološkog procesa eksploatacije ležišta.

Ispitivanja u ovoj kategoriji obuhvatila bi sledeće:

- a) Ispitivanje uticaja transporta materijala na promenu njegovih fizičkih svojstava;
- b) Ispitivanje jalovinskog nasipnog materijala;
- c) Ispitivanje trajne čvrstoće smicanja jalovine;
- d) Ispitivanje čvrstoće smicanja u kontaktnim površinama;
- e) Ispitivanja neophodna za sledeću fazu eksploatacije;
- f) Ispitivanja koja su usmerena na poboljšanje tehničkih uslova napredovanja.

### Cilj ispitivanja

Cilj ispitivanja za:

- Utvrđivanje uticaja transportnih sredstava na promenu fizičkih svojstava otkopanog tla.
- Utvrđivanje parametara u zavisnosti od zapreminske težine i čvrstoća smicanja jalovine za proračun stabilnosti kosina i to:
  - određivanje zavisnosti između zapreminske težine i vertikalnog pritiska;

— zavisnosti između čvrstoće na smicanje i vertikalnog napreznja jalovine i

— određivanje odnosa mešavine i izbor »racionalne mešavine«.

— Određivanje trajne čvrstoće na smicanje, na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja.

— Ispitivanja čvrstoće na smicanje za materijale koji grade kontakte litoloških slojeva, treba izvoditi saglasno sa metodologijom ispitivanja, specifičnom za detaljna istraživanja.

— Ispitivanja vezana za dalju fazu eksploatacije vršiti kao za detaljnu fazu ispitivanja.

— Za ostvarivanje tehničkog napretka treba razlikovati tri vrste ispitivanja:

— Ispitivanja za oblasti, u kojima su primenjena nova, do tada neprimenjena projektna rešenja, u cilju njegove objektivne ocene.

— Ispitivanja za oblasti, u kojima postoji nesaglasnost parametara u projektnoj dokumentaciji i u toku procesa eksploatacije, u cilju utvrđivanja uzroka odstupanja i dobijanja novih zaključaka za korigovanje dosadašnjih istražnih metoda.

— Programska ispitivanja koja se baziraju na novim naučno-tehničkim saznanjima i rezultatima modelskih ispitivanja na terenu i u laboratoriji.

Svi ovi radovi imaju naučno-istraživački karakter, zbog čega metodologiju laboratorijskih i terenskih istraživanja treba definisati individualno, za svaki konkretan slučaj.

### Otkopi na većim dubinama

Za slučaj otkopa velikih dubina preko 150 m od površine terena ili gornje površine odlagališta, treba za računke svrhe usvojiti da su vrednosti čvrstoće tih materijala nezavisne od daljeg prirasta normalnih napreznja, što znači da za njih treba usvojiti vrednosti otpornosti koje odgovaraju normalnim napreznjima na dubini od 150 m.

nepotpunih podataka kako u pogledu karakteristika tla, tako i u pogledu tehnologije otkopavanja, usvaja se  $F = 1,5$ .

Međutim, za proračun radnih kosina usvajaju se privremeni parametri tla, koji postoje u još neotkopanom tlu i neko vreme iza otkopavanja, kao što su prividni ugao unutrašnjeg trenja  $\varphi_u$  i prividna kohezija  $c_u$ , za razliku od završnih i generalnih kosina, za koje se usvajaju efektivni ugao unutrašnjeg trenja  $\varphi'$  i prava kohezija  $c'$ . Pri tome se mora imati na umu, da su privremeni parametri tla vremenski ograničeni, te da tehnologiju otkopavanja treba podesiti tako, da bude u okviru postojanja privremenih parametara, što se postiže odgovarajućom brzinom rada i dužinom fronta otkopavanja.

- Prisutnost slojeva ili proslojaka glina ili drugih vrsta tla sklonih klizanju, sa padom prema površinskom otkopu;
- Nagib podine sa padom većim od 20% u pravcu otvaranja otkopa.

#### Podaci za dimenzionisanje odlagališta

- Inženjersko-geološke i hidrogeološke podloge osnove odlagališta;
- Raspored jalovine u odlagalištu po vrstama materijala;
- Tehnologija odlaganja jalovine u odlagalištu;
- Podaci o veličini i vrsti opterećenja mehanizacije na odlagalištu;
- Rezultati ispitivanja karakteristika jalovine i njihovih mešavina;
- Podaci proučavanja, osmatranja i iskuštva na drugim radilištima.

Nepovoljni uslovi za stabilnost odlagališta. — Za dimenzionisanje odlagališta treba prikazati podatke o nepovoljnim uslovima za stabilnost odlagališta, kao što su:

- Postojanje neotkopanih stubova uglja prema odlagalištu;
- Nepovoljni uslovi odvodnjavanja odlagališta.

#### Metode dimenzionisanja kosina

Teorijski postoje dva načina proučavanja stabilnosti kosina u pogledu loma pri smicanju:

- Proučavanja naponskog stanja na osnovu teorije elastičnosti i plastičnosti. Ove analitičke metode za sada u praktične svrhe nisu postigle tačna rešenja.
- Analize zasnovane na usvajanju potencijalne klizne površine. Na ovim principima razvio se prilično veliki broj geostatičkih metoda.

Kod analize stabilnosti, prikazuju se nekoliko različitih kliznih površina.

Klizne površine u homogenom koherentnom materijalu imaju zakrivljen oblik, što su potvrdila opažanja u prirodi i na modelima. Sve su to teorijski složene krive, koje se u praksi najčešće zamenjuju kružno-cilindričnim kliznim površinama, pomoću kojih se mogu izvršiti jednostavni proračuni ravnotežnog stanja i loma.

Takođe se jednostavni proračuni ravnotežnog stanja mogu izvesti i sa kliznom površinom oblika logaritamske spirale.

Nagibi klizne površine u nekoharentnom materijalu praktično se ne menjaju sa dubinom, ali se i u ovim materijalima klizanja ispituju uz pretpostavku krivih kliznih površina.

Klizne površine u nehomogenom materijalu (jalovini) mogu imati i složenije oblike, koji zavise od promene osobina materijala na različitim tačkama opterećene kosine.

U slučaju slojevitih tla, gde su jasno definisane klizne ravni i mesta oslabljenja, proračuni stabilnosti izvode se u kombinaciji ravnih i kružnih kliznih površina.

Sile koje deluju u tlu na kosinu su sledeće:

- gravitacione sile
- uzgon
- strujni pritisak od hidrauličkih uticaja
- porni pritisak vode u porama tla, usled promene spoljnog opterećenja
- dopunsko opterećenje od radne mehanizacije.

Geostatičke metode zasnivaju se na analizi napona u preseku kosine u graničnom stanju. Ove metode ne daju egzaktne rezultate, ali je njihova primena u inženjerskoj praksi relativno jednostavna. Proveravanjem njihove primene za kontrolne

analize postojećih klizanja, dokazana je opravdanost njihove primene i pouzdanosti.

Ove metode služe za posmatranje ravnoteže segmenta u celini, što se može primeniti ako su karakteristike materijala  $\varphi$  i  $c$  duž klizne površine konstante, ali se segmenti dele u više lamela i za svaku lamelu posebno se posmatraju uslovi ravnoteže. Ovakav postupak se može primeniti kada  $\varphi$  i  $c$  nisu konstantni duž klizne površine.

Na ovim principima razrađene su mnogobrojne metode koje su više ili manje pogodne za praksu.

Geostatičke metode mogu se podeliti u dve osnovne grupe i to grafostatičke i računске.

Grafostatičke metode primenjuju se u analizi stabilnosti za kosine u homogenim materijalima koje posmatraju segment u celini, a za nehomogena tla sa tla u lamele.

Računske metode se retko primenjuju i to uglavnom kada nisu dovoljno poznati elementi otpora tla.

#### Osnovne pretpostavke

Svim metodama proračuna stabilnosti kao osnova služe sledeće pretpostavke:

- Lom se istovremeno pojavljuje duž cele klizne površine.
- Kosinu treba posmatrati kao beskrajno dugačku, može se računati sa jednakim stanjem napona. Kod rešavanja praktičnih zadataka taj uslov je ispunjen ako je dužina kosine najmanje 2,5 puta veća od njene visine.
- Od mogućih kliznih ravni usvaja se ona, za koju se dobija najniži faktor sigurnosti.
- Prema ispitivanjima Felleniusa i Taylor-a klizne površine prolaze uvek kroz podnožje kosine za njen ugao nagiba  $\beta \geq 5^\circ$ .

Primenjene metode proračuna stabilnosti mogu se uglavnom razvrstati u šest grupa:

- Metode proračuna sa ravnim kliznom površinom (C. A. Coulomb; W. J. Rankine).
- Metode proračuna granične ravnoteže na kosinama konveksnog oblika, koje se baziraju na teoretskim radovima V. V. Sokolovskog i S. E. Goluškovića.

- Metode kružno-cilindričnih kliznih površina.
- Metode proračuna sa složenim kliznim površinama, koje uzimaju u obzir slojevitost i zone oslabljenja.
- Metode koje se baziraju na uglovima ravni smicanja, bez određenog oblika i položaja klizne površine.
- Računske metode.

Ravne klizne površine. — Usvajanje ravnih kliznih površina kod homogenog tla je vrlo gruba aproksimacija. Ova pretpostavka se zasniva na principu da se kosina kod aktivnog zemljanog pritiska ponaša po Rankinu, što znači da je tlo usled bočnog širenja postiglo plastično granično stanje.

Metode proračuna stabilnosti koje se baziraju na graničnoj ravnoteži tla. — Polazi se od pretpostavke, da granično stanje vlada samo duž linije loma i uspostavlja se ravnoteža mase loma. Kod ovih metoda klizna površina izgrađuje se u tlu prema proračunu od tačke do tačke, tako da se konačno dobije oblik lančanice. Ovde spadaju metode V. V. Sokolovskog i drugih autora.

Ove metode imaju primenu za jednorodne materijale u posmatranom preseku, a za slučaj kada nema hidrodinamičkih sila.

Primena ovih metoda pri približnom ispunjenju navedenih uslova je dozvoljena ako su:

- slojevi vertikalni ili asekventni (sa padom suprotnim od radnog prostora);
- odstupanje računskih parametara za pojedine slojeve na prelazi 20% srednje merodavne vrednosti.

Ove metode omogućavaju tabličnu i dijagramsku obradu podataka.

Metode kružno - cilindričnih kliznih površina. — Ove su metode najrasprostranjenije u inženjerskoj praksi. U homogenim materijalima najčešće se primenjuju metode sa segmentom kao što su metoda kruga trenja po Tayloru, zatim Fröhlichova metoda i dr. Za jednostavnije slučajeve mogu se umesto grafičkih proračuna koristiti pripremljeni dijagrami (Taylor, Bishop i Morgenstern, Fröhlich i dr.).

Ako je kosina sastavljena od raznovrsnog tla, onda će klizna površina prolaziti kroz materijale različite čvrstoće na smicanje i u takvim slučajevima najcelishodnija je primena metoda koje klizni segment deli na lamele, tako da su karakteristike tla na delu klizne površine ispod svake lamele konstantne. Ovdje su najpoznatije metoda Fellaniusa, Kreya, Breth-a, Bishopa i dr.

U slučajevima kada se ne može ni aproksimativno računati sa kružnim površinama, Janbu je razradio metodu i izveo iz uslova ravnoteže za svaku lamelu jednačinu sličnu Bishopovoj.

Metode proračuna sa složenim kliznim površinama. — Metode ove grupe najviše odgovaraju uslovima postojanja slojevitosti i zona oslabljenja.

Klizne površine slede strukturna oslabljenja i pojavljuje se složena površina klizanja, tj. usvaja se izlomljena linija.

Metode proračuna koje se mogu primeniti, zasnovane su na posmatranoj ravnoteži kliznog tela na kosoj ravni, sa i bez uzimanja u obzir bočnih napona.

Metode koje se baziraju na uglovima ravni smicanja bez određenog oblika i položaja klizne površine. Najrasprostranjenije metode ove grupe jesu metoda N. N. Maslova, metoda Stefanova i dr.

Ove metode baziraju se na analitičkoj vezi između indeksa čvrstoće tla i normalnog napona (litološkog opterećenja) u podnažju kosine.

Računske i empirijske metode. — Kada u fazi izrade studija nekog ležišta nisu prethodno određene fizičko-mehaničke karakteristike tla, kao ni konačna dubina otkopavanja, za određivanje nagibnog ugla primenjuju se računске i empirijske metode (B. P. Bogoljubova i dr.) koje koriste geometrijske elemente otkopa i pretpostavljene parametre tla.

#### **Izbor metode dimenzionisanja**

Izbor metode dimenzionisanja treba vršiti na bazi osnovnih podataka, navedenih u poglavlju »Ispitivanja u fazi eksploatacije« i predviđenog vremena trajanja kosine u tehnološkom procesu.

Selekciju metoda sprovesti prema fazama projektovanja, dajući prednost metodi koja

za odgovarajući stepen istraženosti daje najverodostojnije rezultate sigurnosti prema inženjersko-geološkim prognozama.

Izbor metode u geostatičkoj grupi nije primaran. Međutim, praktikuje se analiza stabilnosti po nekoliko metoda iz ove grupe, te se upoređenjem dobijenih rezultata usvaja najprihvatljivije rešenje.

Na šemi 1 prikazani su principi dimenzionisanja sistema kosina na površinskim otkopima.

#### **Terenska ispitivanja stabilnosti kosina**

##### **Zadatak terenskih ispitivanja**

Terenska ispitivanja stabilnosti treba izvršiti u cilju:

- dobijanja podataka za kontrolu i korekciju izvršenih proračuna u prethodnim fazama projektovanja, a naročito podataka za korekciju računskih parametara,
- dobijanja statističkih podataka za prethodna dimenzionisanja u budućim projektima i usavršavanje metoda dimenzionisanja.

Terenska ispitivanja moraju da budu sistematska i dugotrajna. Ova ispitivanja treba da sprovodi specijalna geotehnička služba, organizovana na svakom površinskom otkopu još u fazi izrade projekata, da bi se u periodu eksploatacije proširila i odgovorila postavljenom zadatku.

Programi ispitivanja metode interpretacije rezultata treba da budu prilagođeni najsavremenijim saznanjima iz ove oblasti.

##### **Kontrola stabilnosti kosina i etaža**

Trajanu kontrolu sprovesti u slučaju postojanja sumnje da će u određenom reonu eksploatacije biti ugrožena predviđena stabilnost kosine, a naročito ako se radi o važnim objektima kao što su saobraćajnice, postrojenja za odvodnjavanje i drugo.

Neophodne dopunske kontrole usvojiti u slučaju sumnje da će doći do ugrožavanja stabilnosti radnih sistema na pojedinim etažama.



Sistematske kontrole — sprovoditi po ustaljenim profilskim "linijama u toku čitavog veka eksploatacije, koje su povezane sa geodetskim merenjima, a po posebno razrađenom programu.

#### Ispitivanja u vezi sa kontrolom i dimenzionisanjem kosina

Dopunska ispitivanja na mestima postanka klizišta treba obuhvatiti u cilju definisanja:

- geološkog profila — detaljno;
- opterećenja koja postoje u momentu pojave klizišta i vremena dejstva tih opterećenja;
- trajanje otpornosti duž definisane linije loma i odgovarajućih slojeva iza te površine;
- svih dopunskih faktora koji bi mogli da imaju uticaj na primenu sistema opterećenja i postojanje klizišta, kao što su sufozije, prodori vode, padavine i sl.

Istraživanja u oblasti strmih kosina koje uslovljava mehanizacija i tehnologija rada i koje se nalaze u stanju granične ravnoteže ili ispod nje. U ovom slučaju definisati:

- opterećenja koja postoje u vremenu opažanja kao i vreme njegovog delovanja;
- konstrukciju svake-kosine;
- privremenu i trajnu otpornost tla na smicanje za svaki sloj;

— ocenu stanja ovih kosina pri dosadašnjem radu.

#### Obezbeđenje uslova ravnoteže kosina

##### Cilj inženjerskih metoda obezbeđenja kosina

Inženjerske metode obezbeđenja kosina treba primenjivati da bi se izbeglo nekontrolisano postojanje sistema opterećenja, koja su nepovoljnija od onih usvojenih u računskoj šemi, zatim da se kontrolišu vrednosti otpornosti tla na smicanje i njihova opažanja sa promenom vlažnosti i dr.

I pored srazmerno lake kontrole opterećenja etaža, kontrola hidrodinamičkih uslova stanja na otkopu je komplikovanija i uslovljena je režimom odvodnjavanja i zaštitom površine kosina od erozije.

— Održavanje hidrodinamičkih sila u dozvoljenim granicama treba kontrolisati pomoću:

- postojećeg stanja odvodnjavanja i njegovog funkcionisanja;
- odbrane od protoka vode;
- odvodnjavanja podloge odlagališta i
- odvodnjavanja površinskih voda.
- Zaštita površine kosina treba da bude primenjena kako na stalnim kosinama, tako i na onim radnim koje traju više od jedne godine i to putem planiranja površine odlagališta, besprekornog odvodnjavanja i ozelenjavanjem.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Zeitgemässe Grundsätze bei der Bemessung von Tagebauböschungssystemen als Beitrag zur Grubensicherheit

Dipl. Ing. N. Najdanović — Dipl. Ing. R. Obradović\*)

Bisherige Bedingungen der Tagebaugewinnung, die in der letzten Zeit der Förderleistung und der Grubenteufe entsprechend immer weiter sich entwickeln, erfordern im Zusammenhang mit der schnellen Entwicklung der Gewinnungsmaschinen und Fördermöglichkeiten die Einführung neuer Grundsätze für die zeitgemässe Mechanisierung. Als erste Folge dieser Entwicklung wird das Problem der Böschungsstand-

\*) Prof. ing. Nikola Najdanović — Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu.  
Dipl. ing. Radmilo Obradović — saradnik Zavoda za površinsku i podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta u Beogradu.

festigkeit der Strossen aufgestellt sowohl wegen immer geforderten grösseren Böschungshöhen für rationelle Gewinnung als auch wegen der grösseren Anzahl der Einflussfaktoren, die im Laufe der Gewinnung sehr veränderlich sind.

An erster Stelle wird die Frage des Bergbaurisikos gestellt, weil diese in neuen zeitgemässen Gewinnungsbedingungen bestehen muss, man muss aber bestimmen wie weit es gehen darf.

Viel mehr als früher bei damaligen Gewinnungsbedingungen muss den Erkundungsarbeiten eine Beachtung geschenkt werden, die in einzelnen Projektierungsphasen und der Durchführung der bergmännischen Arbeiten gut geplant sein müssen. Die Angaben aus den Erkundungsarbeiten müssen vollkommen zuverlässig sein, weil von ihnen in erster Linie die Bemessung der Strossenböschungen abhängig ist. In Sonderfällen, wenn zuverlässige Angaben aus Erkundungsarbeiten nicht zu erhalten sind, dann sind auch Grundsätze zur Strossenböschungsbemessung mit ungenügenden Angaben zu bestimmen.

Die Bemessung der Tagebaustrossenböschungen muss während der Gewinnung kontrolliert werden, mit Rücksicht auf veränderliche Geländebeziehungen, die von den angenommenen für die Bemessung bei der Projektausarbeitung verschieden sein können. Ebenso müssen auch die Materialkenngrössen sowohl beim Abbau als auch bei der Verkippung im Laufe der Gewinnung durch entsprechende Laborversuche kontrolliert werden.

Unter heutigen Gewinnungsbedingungen darf man nicht glauben, dass mit dem Projekt alle Projekte gelöst sind, sie müssen fortlaufend kontrolliert und nach Bedarf abgeändert werden, damit eine rationelle Gewinnung und Grubensicherheit erreicht wird.

#### Literatura

1. Uputstva za sprečavanje klizanja na otkopima mrkih ugljeva u Nemačkoj: Bergbautechnik (1963) 13, Leipzig.
2. Najdanović, N. — Kun, J. — Obradović, R., 1964: Geomehanička ispitivanja i proučavanja na površinskim otkopima i odlagalištima. Rudarski glasnik br. 4, Rudarski institut — Beograd.
3. Najdanović, N. — Obradović, R. — Kun, J., 1970: Predlog za izradu propisa i uputstava za geomehanička ispitivanja i proučavanja na površinskim otkopima uglja. — Rudarski glasnik br. 3, Rudarski institut — Beograd.
4. Petz, B., 1970: Osnovne statističke metode, Zagreb.
5. Korn, G. — Korn, T., 1966: Mathematical Handbook for Scientists and Engineers, Mc Graw Hill Co, New York.
6. Milanović, P., 1971: Primena metoda matematičke statistike kod obrade rezultata geomehaničkih ispitivanja. — Rudarski glasnik br. 1 i 2, Rudarski institut — Beograd.
7. Badania Laboratoryjne Fizycznych i mechanicznych włosei wacei gruntow dla potrzeb kopalni odkrywkowych — Wytyczne. Poltegor — Wrocław.

# Uticaj meteoroloških faktora na stabilnost etaža površinskih kopova rudnika „Ljubija“, s posebnim osvrtom na povređivanje zaposlenih radnika i mogućnost daljeg smanjivanja broja povreda

(sa 10 slika)

Dipl. ing. Jozo Begić

*U ovom radu su prikazani rezultati izučavanja uticaja meteoroloških faktora na stabilnost stijenskih masa i povređivanje zaposlenih radnika u procesu eksploatacije željezne rude površinskim kopovima.*

*Utvrđena je kriva identičnosti kretanja povreda i prosječnih mjesečnih količina padavina po mjesecima za duži vremenski period čime je, pored ostalog, ukazano na postojanje uticaja meteoroloških faktora na povređivanje radnika.*

*Osavremenjavanjem tehnološkog procesa eksploatacije na površinskim kopovima, i pored daljeg uticaja meteoroloških faktora, smanjen je broj povreda za preko 42,27%, pa autor ukazuje na potrebu daljeg izučavanja uticaja ovih faktora na proces eksploatacije i povređivanje zaposlenih radnika, kao i potrebu dalje modernizacije i njenog uticaja na smanjenje broja povreda u sve izraženijim uslovima uticaja meteoroloških i drugih faktora.*

## Uvod

Izučavanje uzroka povređivanja i uticaja pojedinih faktora na sigurnost rada u procesu eksploatacije mineralnih sirovina površinskim kopovima, danas je u žiži stručnog interesovanja, posebno na onim rudnicima, gdje oči velikog broja uticajnih faktora zavisi sigurnost zaposlenih radnika i rudarske mehanizacije. U tom pogledu površinski kopovi su specifični, naročito oni sa složenim montan-geološkim sklopom stijenskih masa. Broj uticajnih faktora na sigurnost rada u procesu eksploatacije vrlo je veliki. Njihovo izučavanje mora biti kontinuirano. Neke od uticajnih faktora nije moguće naučnim metodama u cjelosti dokazati. Zbog toga je uvažen princip, koji ukazuje da se zakonitost uticaja nekog faktora na povređivanje može uočiti pomoću opažanja kroz duži vremenski period.

Uticaj meteoroloških faktora na proces eksploatacije i povređivanje u ovom radu je, u stvari, početno razmatranje, koje samo djelomično ukazuje na složenost problema i pravce daljih izučavanja. To je i prirodno, kada je poznato da se eksploatacija odvija tokom cijele godine na otvorenom prostoru, gdje utiču svi meteorološki faktori, kako na stijene u kojima se obavlja tehnološki proces rada i zaposlene radnike, tako i na rudarsku mehanizaciju.

Bilo da se menjaju uslovi radne sredine zbog uticaja nekog faktora na stijenu ili rudarski stroj, bilo da taj faktor neposredno utiče na čovjeka i izazove koju od fizikalnih promjena, posledica je skoro uvijek ista: povećani stepen opasnosti i mogućnost povređivanja.

Sa ovog i nekih drugih aspekata, naučno izučavanje uticaja meteoroloških faktora na sigurnost rada u procesu eksploatacije mi-

neralnih sirovina površinskim kopovima od posebnog je značaja. Međutim, treba ukazati da je to složen problem. Ovaj faktor različitom težinom utiče na pojedine faze rada i čovjekovu radnu sredinu. Osim toga, potrebna su složena i brojna mjerenja, koja moraju biti zasnovana na velikom broju opita i kroz duži vremenski period. Uticaj raznih faktora na povređivanje, a naročito meteoroloških, treba izučavati na više rudnika, pri čemu timski stručni rad treba da postane dominantan, a zastupljenost raznih specijalnosti stručnjaka da dođe do punog izražaja.

U toku naših posmatranja došlo se do zaključka da meteorološki faktori imaju uticaj na povređivanje, ali, nažalost, nije se mogao izučiti, pojedinačni stepen težine uticaja, jer se još uvijek nedovoljno, pa i neobjektivno, sagledavaju uzroci za svaki slučaj povrede, a naročito složeni meteorološki uticaj za svaki konkretni slučaj, na osnovu kojih bi se moglo zaključiti kakva zakonitost postoji među istima. U tom pravcu bi trebalo unificirati metodologiju praćenja uzroka povređivanja.

Tako, na primjer, kada je riječ o meteorološkim faktorima, trebalo bi ih u momentu povrede radnika tačno poznavati, na primjer: kiša, snijeg, led, poledica, magla, izmaglica, rosa, temperatura, relativna vlažnost vazduha i dr., te za svaki konkretan slučaj procijeniti i dokazati stepen uticaja tih faktora; bilo da su oni primarno djelovali na stijensku masu ili rudarski stroj, što je imalo za posledicu povređivanje, ili je neki od ovih faktora direktno djelovao.

U procesu površinske eksploatacije, vrlo je čest slučaj da dolazi do klizanja stijenskih masa, njihovog obrušavanja, osipanja, mržnjenja, klizanja vozila, smanjene vidljivosti zbog kiše, snijega, magle, izmaglice, rose, prevelike vlažnosti vazduha, visokih ili pak niskih temperatura i niz pojava, isključivo vezanih za meteorološke faktore čija je redovna posledica povećanje stepena opasnosti i broja povreda. U ovom radu su prikazane izmjerene vrijednosti meteoroloških pojava za period 1955—1969. godine i kretanje broja povreda od 1956. do 1971. godine. Autor je u ovom radu prikazao neke pojave u stijenskim masama površinskih kopova »Ljubije«, a koje su izazvane uticajem meteoroloških faktora. Ovaj rad, u stvari, predstavlja priloge riješavanju složenih problema

izučavanja uticajnih faktora na radnu sredinu i povređivanje zaposlenih radnika na površinskim kopovima.

## Meteorološki podaci

### Temperatura vazduha

Svakodnevnim osmatranjem u meteorološkoj stanici Prijedor (7, 14 i 21 čas), od 1955. do 1969. godine, dobijeni su podaci o temperaturama vazduha (5).

### Srednja mjesečna i godišnja temperatura

Srednja godišnja temperatura iz niza mjerenja dobijena je 10,1°C. Na bazi tih mjerenja može se zaključiti da ležišta željezne rude »Ljubije« pripadaju sjeverobosanskom području umjereno-kontinentalne klime, čije se srednje godišnje temperature kreću između 10 i 12°C.

Podaci o periodskom kolebanju temperatura prikazuju se u tablici 1.

Tablica 1

Mjeseci	Najviše vrijednosti	Najniže vrijednosti	Periodsko kolebanje
I	3,2	-3,1	11,3
II	6,5	-9,8	16,3
III	5,0	1,7	7,3
IV	13,0	8,0	5,0
V	18,4	12,5	5,9
VI	20,5	16,4	4,1
VII	21,6	18,3	3,3
VIII	21,5	18,3	3,2
IX	17,6	14,1	3,5
X	14,2	8,6	5,6
XI	11,4	2,6	8,8
XII	5,7	-4,0	9,7
GOD.	11,0	8,7	2,3

Kolebanje temperatura jula i augusta je najmanje (3,2—3,3°C), a zimi najviše (9,7—16,3°C).

Najviša srednja mjesečna vrijednost iz cijelog niza bila je 21,6, a najniža -9,8.

Pri izučavanju temperaturnog faktora i njegovog uticaja na radnu sredinu, posebnu pažnju treba posvetiti tzv. temperaturnim pragovima. To su datumi u kojima srednja

dnevna temperatura dostiže neku određenu vrijednost, npr.  $\geq 0^\circ$ ,  $\geq 5^\circ$ ,  $\geq 10^\circ\text{C}$  itd. Iz ovoga proizilazi da smo u mogućnosti izučavanjem kretanja temperaturnih pragova naučno odrediti datume početka zagrijavanja radnih prostora (servisne radionice, centralne remontne radionice i druge radne prostorije u zgradama), te na taj način dati doprinos u stvaranju normalnih uslova radne sredine. Pod pretpostavkom da kod temperature  $15^\circ\text{C}$  započinje zagrijavanje prostorija u zgradama (individualnih domaćinstava), a centralno grijanje obično počinje sa radom tek kod temperatura od  $12^\circ\text{C}$ , zaključuje se dijapazon kretanja temperatura pri kojima mora početi riješavanje problema zagrijavanja. U Sjevernoj Americi se za početak zagrijavanja uzima temperatura  $65^\circ\text{F}$  ( $18,3^\circ\text{C}$ ). Gas Council (1957) u Velikoj Britaniji preporučio je temperaturu od  $60^\circ\text{F}$  ( $15,3^\circ\text{C}$ ) za početak zagrijavanja. U posmatranom periodu se došlo do zaključka da se temperatura u proljeće i jesen dosta linearно mjenja. Linearnom interpretacijom je utvrđeno da u ljubijskim uslovima počinje period od  $15^\circ\text{C}$ , 21. septembra, a završava se 17. maja, te da traje 239 dana.

Srednje maksimalne, srednje minimalne i apsolutne maksimalne i minimalne temperature, prikazane su grafički na sl. 1.

#### Relativna vlažnost vazduha

Srednje mjesečne i godišnje vrijednosti relativne vlažnosti izražene u procentima, kao i srednja mjesečna temperatura po su-

hom i mokrom termometru prikazani su na sl. 2.

Vrijednosti relativne vlažnosti kreću se između  $76\%$  (maj, juni, juli) i  $90\%$  (decembar). Srednja godišnja vlažnost vazduha iznosi  $82\%$ .

#### Padavine i sniježni pokrivač

Mjerenje padavina je vršeno Helmanovim kišomjerom, na visini 1 m, sa prijemnom površinom od  $200\text{ cm}^2$ . Mjerenja su vršena jedanput na dan (ujutro u 7 časova) i označavaju količinu padavina za prethodna 24 časa u milimetrima (jedan milimetar ima značenje jednog litra po  $\text{m}^2$ ). Sniježni pokrivač je mjerен takode u isto vrijeme. Mjerena je visina novog i ukupnog snijega snjegomjernim lenjirom.

Mjesečne i godišnje količine padavina (mm) prikazane su u tablici 2.

Broj dana sa dnevnim količinama padavina  $\geq 0,1\text{ mm}$ , sa kišom i snijegom

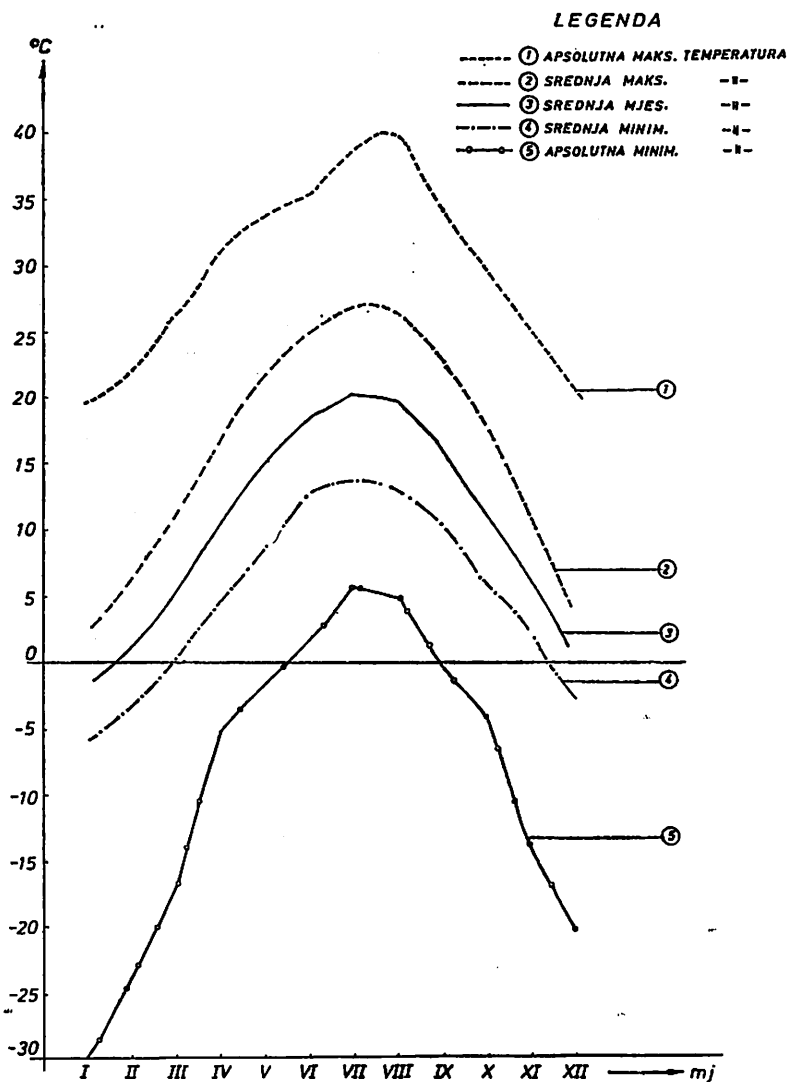
Godišnji broj dana sa padavinama  $\geq 0,1\text{ mm}$ , ili kraće, broj padavinskih dana iznosi 128.

Najviše padavinskih dana ima u decembru (14 dana), a najmanje u avgustu, septembru i oktobru (8 dana).

Vjerovatnoća pojave padavinskog dana prikazuje se u tablici 3.

Tablica 2

Mj.	1955.	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.	Pros- jek
I	28	40	59	43	77	89	30	46	117	4	99	69	71	96	57	62
II	112	74	141	69	10	94	45	46	44	32	45	27	37	28	156	64
III	75	46	62	84	41	57	26	117	31	89	85	102	64	14	56	63
IV	58	92	93	114	70	49	116	60	40	124	87	66	143	16	97	82
V	81	252	288	12	118	46	116	30	57	92	91	86	112	80	64	101
VI	104	270	108	152	184	66	75	142	64	80	81	64	134	74	156	117
VII	135	95	85	49	33	119	154	87	75	88	51	118	110	54	121	92
VIII	110	34	150	30	111	59	16	1	123	86	105	85	22	161	169	84
IX	54	9	88	27	40	98	12	55	54	57	164	49	186	157	69	75
X	205	115	84	92	42	98	59	21	67	132	.	58	31	38	20	71
XI	49	109	58	130	53	152	108	146	50	66	99	189	91	121	120	103
XII	74	115	27	95	151	70	64	40	110	137	92	96	92	49	128	89
Godiš. suma:	1085	1251	1243	897	930	997	814	791	832	987	999	1009	1093	888	1213	1003



Sl. 1 — Kretanje srednjih i apsolutni htemperatura po mjesecima za period 1955—1969. godine.

Abb. 1 — Die Bewegung der mittleren und absoluten Temperaturen nach Monaten für den Zeitabschnitt 1955—1969

**Tablica 3**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,36	0,35	0,39	0,40	0,36	0,40	0,29	0,26	0,27	0,26	0,43	0,45

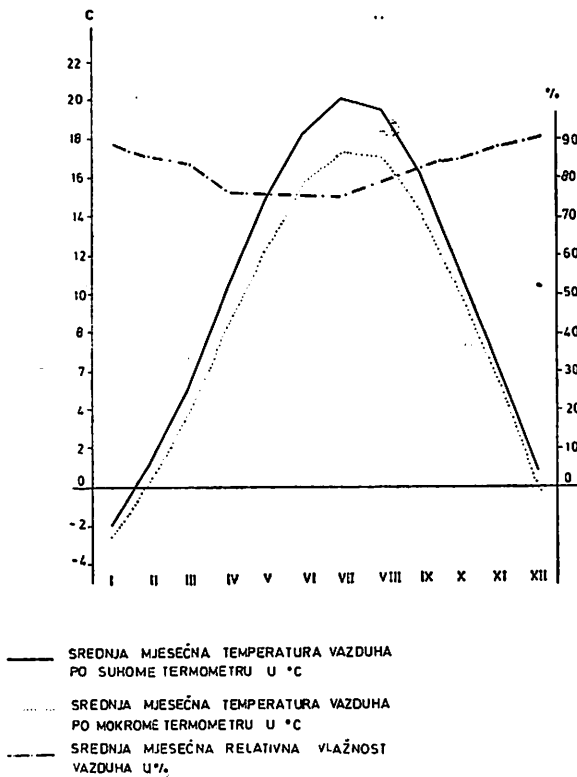
Broj dana sa padanjem kiše  $\geq 0,1$  mm godišnje iznosi 107 i raspoređen je po svim mjesecima.

Kretanje prosječnog broja dana sa padavinama  $\geq 0,1$  mm, prosječnog broja dana sa kišom, odnosno snijegom, prikazuje se na slici 3.

Na dijagramu sl. 3 prikazan je i broj povreda, koji je u posmatranom periodu prosječno ostvaren po mjesecima.

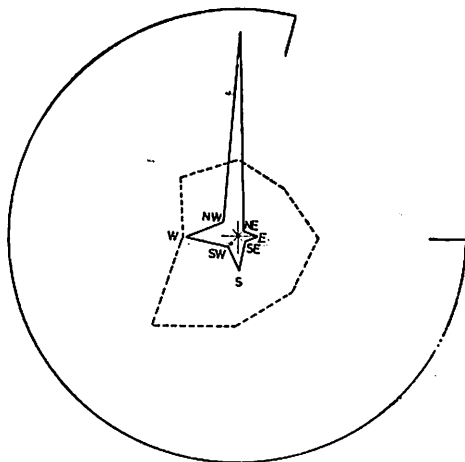
**Sniježni pokrivač**

Godišnji broj dana u kojima je sniježni pokrivač ležao na zemlji prosječno iznosi



Sl. 2 — Srednja mjesečna temperatura po suhom i vlažnom termometru i srednja relativna vlažnost vazduha.

Abb. 2 — Monatsdurchschnittstemperatur auf dem Trocken- und Feuchttthermometer und mittlere relative Luftfeuchte

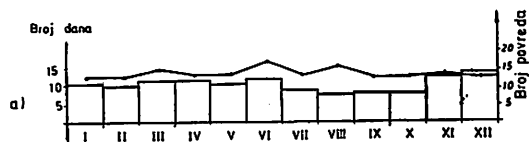


LEGENDA  
 — Čestina u % : 1mm = 1%  
 - - - Srednja brzina vjeta po pravcima 1cm = 1m/sek  
 Kružni luk = čestina tišina u stepenima kruga  
 Kružni isjecak = čestina vjeta u stepenima kruga

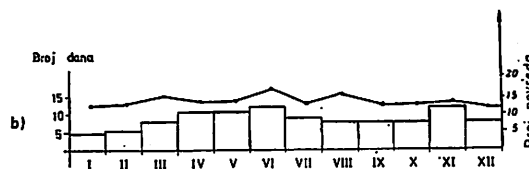
Sl. 4 — Godišnja ruža vjetra.

Abb. 4 — Jahreswetterrose

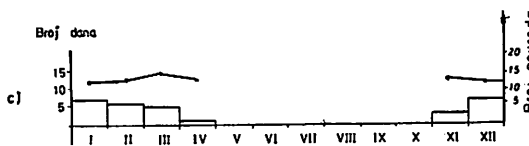
PROSJEČAN BROJ DANA SA PADAVINAMA  $\geq 0,1$  mm



PROSJEČAN BROJ DANA SA KIŠOM



PROSJEČAN BROJ DANA SA SNIEGOM



Sl. 3 — Kretanje prosječnog broja dana sa padavinama  $\geq 0,1$  mm, prosječnog broja dana sa kišom, odnosno snijegom (1955—1969).

Abb. 3 — Bewegung der Durchschnittszahl der Regentage mit Niederschlägen  $\geq 0,1$  mm der Durchschnittszahl der Regen- bzw. Schneetage (1955—1969).

53 dana, a raspoređeni su od oktobra do aprila. U posmatranom periodu (1955—1969) maksimalna visina sniježnog pokrivača iznosila je 70 cm (decembar, 1963). Pošto je kod proračuna krovnih konstrukcija (radi-  
 onice, skladišta, objekti na kopovima i dr.) interesantan podatak o sadržaju vode u sniježnom pokrivaču, težina snijega, navodimo podatak o maksimalnoj visini sniježnog pokrivača (Banja Luka) od 76 cm, dok je maksimalno opterećenje iznosilo  $145,6 \text{ kg}^{-2}$  od 56 cm visine sniježnog pokrivača.

### Vjetar

Posmatranje vjetra je vršeno pomoću Vildovog vjetrokaza (7, 14 i 21 h), a rezultate dobijene u toku posmatranog perioda prikazujemo na ruži vjetrova (godišnjoj) sl. 4.

Pri rješavanju brojnih problema i iznalaženju parametara sigurnosti, poznavanje smjera, intenziteta i učestalosti vjetra, od velike je važnosti.

## Pritisak

Vazdušni pritisak se po prostoru mnogo razlikuje, a visinski opada na svakih 11 m za 1 mm Hg. U Prijedoru nije vršeno mjerenje, već u Bos. Dubici (koja je veće nadm. visine za 35 m), pa iz toga proizilazi da je u Prijedoru ovaj pritisak niži za 3 mm Hg. U Bos. Dubici tokom posmatranog perioda (1956—1969) pritisak je varirao u granicama 48,1 mm Hg. Vrijednost 775,4, kao apsolutni maksimum (februar, 1959) i vrijednost 727,3 (decembar, 1962) kao apsolutni minimum ukazuje na kretanje ovog meteorološkog faktora, značajnog ne samo za opšta meteorološka kretanja već i kao faktor koji u većem broju slučajeva djeluje na svaku individuu posebno. Ovaj faktor je interesantan za dalje izučavanje i u specifičnim uslovima »Ljubije«, gdje visinske razlike od ležišta do ležišta iznose 282 m, što prouzrokuje razliku u vazdušnom pritisku za preko 25 mm Hg.

## Uticaj meteoroloških faktora na stijenske mase u procesu eksploatacije ležišta površinskim kopovima

Stijenske mase različito se ponašaju pod uticajem meteoroloških faktora (kiša, snijeg, led, mraz i dr.). Njihova stabilnost zavisi od mnogo činilaca, u prvom redu od vrste stijena, njihovog fizičko-mehaničkog sklopa, vrste i intenziteta djelovanja meteoroloških faktora itd.

U uslovima ležišta željezne rude Rudnika »Ljubija«, gruba podjela stijenskih masa mogla bi se svesti na:

- čvrste stijene
- glinovite stijene.

## Čvrste stijene

Ova grupa sadrži sve metamorfne i tvrde sedimentne stijene (dolomiti, krečnjaci, pješčari i ostale tvrde stijene koje u procesu eksploatacije smatramo jalovim komponentama; takođe u ovu grupu svrstavamo i željeznu rudu: kompaktni limoniti, sideriti, limonitizirani krečnjaci i dr). Svojstva ovih stijena zavise od mineraloško-kemijskog sastava, veličine, oblika, rasporeda i načina srastanja mineralnih čestica i raznih, najčešće sekundarnih činilaca — pukotine, prsline, slaba mjesta, plohe diskontinuiteta i dr.

## Vodno-fizičke karakteristike

Najvažniji pokazatelji koje svrstavamo u ovu grupu, a koji u prvom redu podliježu uticaju meteoroloških faktora, su: poroznost, gustoća, vodozasićenost i vodopropustljivost. U tablici 4 daju se rezultati ispitivanja nekih vodno-fizičkih osobina za osnovne predstavnike stijena svrstanih u ovu grupu.

## Glinovite stijene

U uslovima ležišta Rudnika »Ljubija«, kako na Centralnim tako i na Istočnim rudistima, ova grupa stijena je zastupljena u značajnom obimu.

To su, u prvom redu, punomasne gline, pjeskovite gline, glineni škriljci, alevroliti i dr. U tablici 5 daje se prikaz vodno-fizičkih osobina za neke predstavnike ove grupe stijena.

Tablica 4

Vrsta stijena	Specifična težina ( $\gamma$ ) gcm <sup>-3</sup>	Zapreminska težina ( $\gamma_v$ ) gcm <sup>-3</sup>	Poroznost (n)	Koef. poroznosti (e)	Gustoća (D)	Prirod. vlažnost (%)
Limonit sitnozrni	2,90	1,99	31,21	0,45	0,69	35,53
Škriljac + pješčar	2,35	2,01	14,69	0,17	0,55	13,87
Plavi škriljac	2,53	2,39	5,72	0,65	0,93	5,75
Žuti škriljac	2,36	1,91	19,04	0,23	0,81	24,46



Tablica 5

Vrsta stijene	Specifična težina gcm <sup>-3</sup>	Zapreminska težina gcm <sup>-3</sup>	Poroznost (n)	Koef. poroznosti (e)	Gustoća (D)	Prirodna vlažnost (%)
Glineni škrlj	2,46	2,23	8,94	0,09	0,92	15,56
Punomasna glina	2,53	2,10	16,99	0,20	0,83	24,03
Pjeskovita glina	2,25	2,12	5,77	0,06	0,94	19,70
Tamnoplavi alevr.	2,87	2,23	22,65	0,29	0,79	13,79
Glina žuta pjes.	2,51	2,03	19,12	0,24	0,80	21,61
Plast. glina sa fragmentima lim.	2,42	2,09	13,64	0,16	0,86	10,90



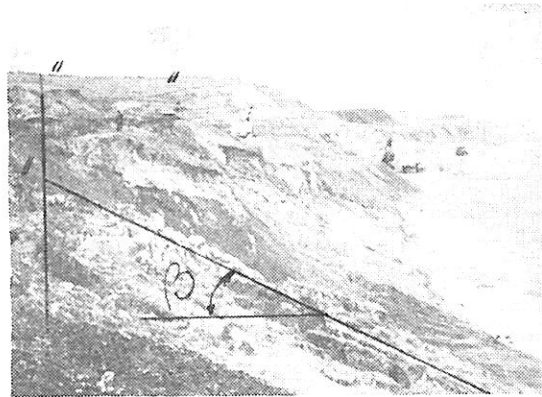
Sl. 5 — Stvaranje prvih pukotina nakon upijanja vode i smanjivanja kohezije.

Abb. 5 — Bildung der ersten Risse nach der Wasseraufnahme und Kohäsionsherabsetzung.

#### Uticaj meteoroloških faktora na stabilnost

Izučavanje faktora koji utiču na stabilnost radnih i završnih kosina površinskih kopova, kako je već ukazano, skopčano je sa većim brojem teškoća. Pored niza uticajnih činilaca na stabilnost kosina, ukazaćemo na neke koji pripadaju grupi meteoroloških faktora.

Stabilnost kosina se smanjuje, smanjenjem otpornosti stijenskog materijala prema smicanju, zbog povećanja priliva povr-



Sl. 6 — Klizište na Redku I, Centralna rudišta, nivo 390—410.

Abb. 6 — Die Rutschung auf dem Redak I, Zentrale Erzlagerstätte, Höhe 390—410.

šinskih (atmosferilijskih) voda, povećanja nivoa podzemnih voda, uticaja sniježnih ota-panja i njihovog dopunskog opterećenja, uticaja leda, mraza i dr.

Usled upijanja vode, došlo je do naglog smanjenja kohezije i prvih pojava pukotina na platou etaže sl. 5. Nastale pukotine su prilično paralelne i imaju pravac S—J. Na sl. 5 se primjećuje i mjesto gdje dospjela voda ponire.

Gubitak, pa i nestanak kohezije, te promjene ravnotežnog stanja nastalog dopunskim opterećenjima (mehanizacija, vodene naplavine, snijeg i dr.) mogu u određenim uslovima u znatnoj mjeri smanjiti a ponekad i potpuno poništiti otpornost tla na smicanje. Razglinjeni i glineni materijali, ako su u djelomično rastresitom stanju, kao što je bio slučaj u toku otkrivanja i eksploatacije ležišta Redak I — Centralna rudišta, nivo 390 na 410 (sl. 6), imaju mnogo pora čija zapremina može iznositi 25 do 40% i

više od cjelokupne zapremine. Iz navedenog proizilazi da, pored dinamičkih faktora koji su rezultat rada površinskog kopa, za vrijeme kiša, posebno u uslovima nedovoljno riješene odvodnje, imamo i faktor osjetnog povećanja sopstvene težine tla. Zbog smanjene otpornosti tla, činioci o kojima ćemo govoriti, utiće da se ova i poništi, poslije čega zemljane mase počinju se kretati ka nižim dijelovima stvarajući klizište, što sa aspekta sigurnosti ljudi i mehanizacije predstavlja potencijalnu opasnost. Osim direktne opasnosti po ljude i mehanizaciju, klizišta u znatnoj mjeri smanjuju i efekat rada (u pojedinim slučajevima čak za 70%). Na slici 6 primjećuju se elementi klizišta, a u njegovom podnožju ocjeđivanje upijene vode u njegovim gornjim dijelovima.

Kod glinenih zemljanih masa praktično nema međusobnog dodira zrna, kao npr. kod pijeska, pošto su koloidne čestice obavijene dospelom vodom (vodenom skramom — plaštom) pa tu u stvari nema unutrašnjeg trenja sve dok je prisutna voda. Treba naglasiti, naime, da je slom ravnoteže zemljanih masa moguć u tri slučaja: slom pri trenju bez kohezije, slom pri trenju i koheziji i slom pri koheziji bez trenja.

U posebnim uslovima u ležištima »Ljubije«, moguća su sva tri pomenuta slučaja. Kretanje zemljanih masa počinje kada je stvarni napon u tlu na smicanje  $\tau$  manji od onog koji je dozvoljen  $\tau < \tau_{\text{doz}}$ .

Ako bismo stanje sloma analizirali u svijetlu Mohrove teorije i ako stijenski materijal podliježe Columbovom zakonu trenja, dobili bismo slijedeće važne zaključke:

Slom pri trenju kohezije dao bi izraz za napon smicanja  $\tau$  (sl. 7a)

$$\tau = \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{2} \sin(90 - \varphi)$$

gdje je:

- $\sigma_3$  — bočni napon u tlu
- $\sigma_1$  — normalni napon od vertikalnih sila
- $\tau$  — napon smicanja pri slomu
- $\varphi$  — napon upravan, tj. pod  $90^\circ$  na pravac smičućeg napona  $\tau$ .

Prema tome, iz slike 7a se vidi da je kohezija isključena, a da su uvedeni svi ostali faktori. Napon  $\tau$  ima, prema gornjem izrazu, najveću vrijednost, kada je ugao  $\varphi$ , pri kome se pojavljuju u tlu pukotine pri smicanju, jednak nuli, jer  $\sin(90 - \varphi)$  ima najveću vrijednost = 1. Ovo, s druge strane, znači da pravac prslina ima pravac pod uglom od  $45^\circ$  prema naponu  $\sigma_3$ , a to je slučaj kada je napon  $\sigma_1 = 0$  (sl. 7b), pa su tada naponi:

$$\tau = \frac{\sigma_3}{2} \text{ i } \sigma = \frac{\sigma_3}{2},$$

a to je slučaj sloma zemljanog materijala pri koheziji bez trenja. Ako se traži manja, odnosno nulta vrijednost smičućeg napona  $\tau$  dobije se iz

$$\tau = \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{2} (\sin 90 - \varphi)$$

da tada treba da bude vrijednost ugla  $\varphi$  pri kome se javljaju naprsline u zemljanom materijalu =  $90^\circ$ . To je moguće samo ako nema bočnog napona, tj. ako je  $\sigma_3 = 0$ . Tada nema otpora pri smicanju tla, pa u tom slučaju bilo kakvo dopunsko opterećenje (mehanizacija, eventualno iskipavanje materijala, vodeni nanosi, visoki pokrivač snijega, naročito ako je vlažan i dr.) izaziva nove pokrete i lomljenje tla.

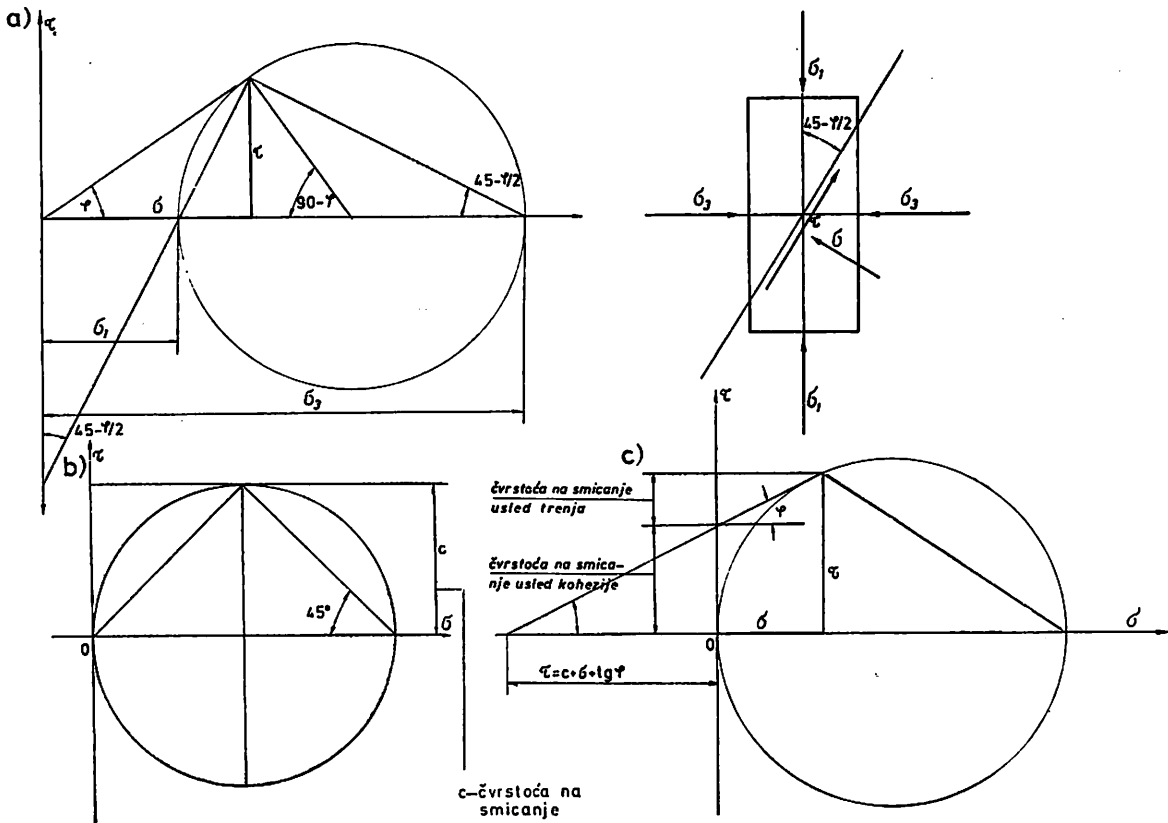
Ukažimo još i na treći slučaj, slom pri trenju i koheziji u zemljanom materijalu kod koga je izraz za napon smicanja (sl. 7c)

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi$$

Najveći napon smicanja  $\tau$ , u ovom slučaju, javlja se kada je

$$\tau = \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{2}, \text{ tj. kada je } \tau = \frac{\sigma_3}{2} (\sigma_1 = 0)$$

a to je slučaj iz sl. 7b, koja daje stanje sloma zemljanog materijala pri koheziji bez trenja. Ovakva analiza je za naprezanje u prostoru približna (za naprezanje u ravni je tačna), ali su ovi slučajevi potpuno realni na velikim etažama površinske eksploatacije i odlaganja. Da bi postojala sigurnost



Sl. 7 — Mohrov krug napona.

Abb. 7 — Mohr's Spannungskreis

protiv stvaranja klizišta i kretanja zemljanih masa i da bi smanjili potencijalne opasnosti pri radu, treba da je stvarni napon na smicanje pri slomu  $\tau$  uvijek manji od dozvoljenog napona  $\tau_{\text{doz}}$ . Naglasimo još da pod stanjem sloma ravnoteže zemljanih masa podrazumjevamo takvo stanje kada je još moguća ravnoteža, ali to sigurno i progresivno dovodi do njenog narušavanja. Na sl. 6 zapažamo da je nakon djelomičnog smirivanja pokrenute mase klizišta i zauzimanja tzv. prirodnog ravnotežnog stanja, ugao  $\beta = 30^\circ$ , iako je isti materijal (glina, razglinjeni alevroliti) prije djelovanja meteorološkog faktora — priliva i upijanja površinskih atmosferiliskih voda stajao pod uglom  $\beta = 53$  do  $58^\circ$ .

Sa aspekta sigurnosti ljudi i rudarske mehanizacije treba ukazati i na opasnosti od tzv. »otkidanja« manjih ili većih blokova

iz radnog fronta etaže zbog uticaja ravni diskontinuiteta i faktora o kojima smo govorili, sl. 8.

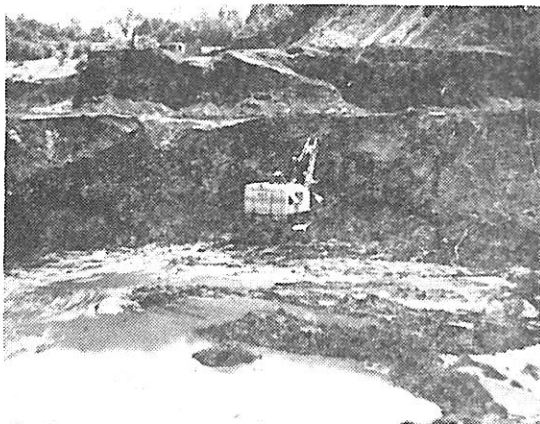
Ovi slučajevi u ležištima »Ljubije«, naročito Retku II, počinju se javljati poslije nekoliko sati padanja kiše. Najbolji način zaštite ljudi i mehanizacije je organizacija stalnog, sistematskog, stručnog posmatranja u dnevnim smjenama od 7 do 18 h, jer su u tom vremenu počeci stvaranja pukotina izraženi i vidljivi. Čim se pojave pukotine, mora se sa odgovarajuće udaljenosti, uz stručne upute, pomoću buldozera gurnuti napukli blok sa više na nižu etažu — pošto se prethodno sklone bageri, demperi i druga mehanizacija.

U zonama gdje se ovakve pojave susreću češće, preporuča se rad u isključivo odminiranoj masi, gdje je to moguće, a u noć-

nom dijelu smjena od 18 do 07 h — obavezno se mora raditi samo u odminiranoj masi.

### Mrazo-dinamičke pojave

U toku naših posmatranja došlo se do zaključka da kod otapanja zaleđenih stijena dolazi do bitne promjene građe i fizičkog



Sl. 8 — Otkidanje blokova iz radne etaže.

Abb. 8 — Abreissen der Blöcke aus der Arbeitsebene

stanja stijena koje prouzrokuju deformacije. Ponekada otopljena stijena počinje da teče. U procesu promrzavanja primjećuje se znatno povećanje zapremine, a u zavisnosti od toga kako voda pritiče u stijenu pri zamrzavanju. Usled ove pojave, na površini stijena pojavljuju se ispupčenja (nadimanja), koja, pored uticaja na stabilnost stijenskih masa, imaju i uticaj na transportne saobraćajnice (sl. 9), što sve predstavlja potencijalnu opasnost, kako sa aspekta poremećaja ravnoteže etaža, tako i u toku transporta masa.

Prema ispitivanjima B. N. Dostopalova veličina smičućeg naprezanja  $\tau_x$  na površini zaleđenog sloja može se odrediti po formuli

$$\tau_x = \frac{1}{2} \cdot n \cdot a \cdot G \cdot x \frac{\Delta\theta^\circ}{h}$$

gdje je:

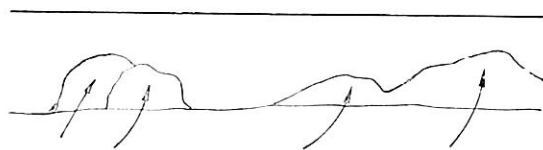
$$\frac{\Delta\theta^\circ}{h} = \frac{\theta_h - \theta_0^\circ}{h} \text{ — gradijenti temperature hlađenja masiva zaleđenih stijena,}$$

$E$  — modul elastičnosti pri smicanju ( $E$ -modul normalne elastičnosti,  $\mu$ -koeficijent bočnog širenja zaledene stijene),

$\alpha$  — koeficijent linearne (temperатурne) kompresije zaledene stijene,

$n$  — koeficijent proporcionalnosti blizak jedinici,

$x$  — rastojanje između mraznih pukotina.



Riješavanjem gornje jednačine po  $x$  i uvođenjem da je  $n=1$ , a smičuće naprezanje  $\tau_x$  jednako vremenskom otporu zaledene stijene smicanju  $\tau_{yr}$ , dobije se izraz

$$x = \frac{2 \tau_{yr}}{\alpha G \frac{\Delta\theta^\circ}{h}}$$

Na ispitivanju konkretnih parametara u specifičnim uslovima »Ljubije« malo je radeno, pošto u posmatranom periodu obim i razvoj kopova nije dozvoljavao u tom pravcu značajnija ispitivanja i prilagođavanja Dostopalove formule konkretnim uslovima. Već danas, na primjer, na ležištima »Tomašice«, zbog specifičnih hidrogeoloških prilika, ima potrebe za sistematskim izučavanjem ovog problema.

### Analiza povređivanja i osvrt na uticaj meteorološkog faktora u povređivanju radnika

Ukupan broj povreda po mjesecima i godinama za posmatrani period (1956—1971) prikazali smo u tablici 6.

Autor je ranije ukazao na neke uzroke povređivanja u Rudniku »Ljubija« (8, 9, 10 i 11). Analiza povređivanja, posmatrana i u

svijetlu uticaja meteoroloških faktora, veoma je interesantna. Naime, zbog nedostatka kriterija koji bi sa više svjetla i aspekata analizirali svaki pojedini uzrok povrede, parcijalni uticaj meteoroloških faktora na povređivanje ni u ovom radu neće biti iskazan. Međutim, izvršena posmatranja o kretanju meteoroloških pojava, kroz duži period, s jedne strane, i kretanja broja povreda, kako po godinama tako i mjesecima, s druge strane, dala su mogućnost upoređivanja, što je prikazano na slici 10.

Pravci daljih izučavanja zakonitosti povređivanja i parcijalnih uticaja meteoroloških faktora na povređivanje, biće predmet naših daljih izučavanja.

Potrebno je ukazati i na još jedan zaključak do koga se došlo. Naime, kretanje povreda i njihov prikaz u tablici 6 ukazuju da imamo dva, za izdvajanje, značajna perioda: period manuelnog načina rada i period mehanizovanog procesa rada. U periodu manuelnog načina rada uticaj meteorološkog faktora bio je više izražen, što je razumljivo, nego što je to slučaj u periodu mehanizovanog procesa rada. Zbog specifičnih uslova »Ljubije« i poslije mehanizovanja procesa rada na nivou rudnika je ostao isti broj zaposlenih, pa sa aspekta broja zaposlenih i broja povreda zaključak je ispravan: da je

mehanizovani proces dao veliki doprinos u smanjivanju broja povreda, što se vidi iz tablice 7.



Sl. 9 — Pukotine asfaltno-betske konstrukcije transportnog puta izazvane mrazno-dinamičkim pojavama.

Abb. 9 — Risse in der Asphalt-Beton-Konstruktion der Transportbahn hervorgerufen durch Frost-dynamische Erscheinungen

Ukupan broj povreda po mjesecima za period (1956—1971. godina)

Tablica 6

Mjesec	Period manuelnog načina rada								Period mehanizovanog procesa								Ukupno
	G o d i n a								G o d i n a								
	1956.	1957.	1958.	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.	1966.	1967.	1968.	1969.	1970.	1971.	
Januar	15	15	22	18	18	20	19	5	6	15	7	2	5	10	4	6	187
Februar	9	17	22	27	16	17	15	15	7	15	9	6	5	5	13	11	209
Mart	22	14	19	16	17	29	28	7	15	19	8	5	6	7	9	5	226
April	22	17	26	13	16	17	10	12	10	16	7	10	7	7	8	12	210
Maj	23	25	34	15	11	14	15	7	11	7	9	6	6	12	7	9	211
Juni	21	28	32	15	21	12	22	16	20	11	10	4	9	10	16	16	263
Juli	18	26	22	15	14	9	14	15	16	17	10	7	8	4	4	9	208
Avgust	22	20	25	12	16	20	12	32	12	17	12	3	9	12	11	16	251
Septembar	18	19	22	7	19	12	15	19	10	8	10	5	5	7	9	20	205
Oktobar	11	24	17	11	14	13	11	23	8	13	9	12	8	4	13	15	206
Novembar	12	18	28	11	20	17	8	13	11	16	7	5	9	12	67	9	263
Decembar	9	19	25	11	20	19	12	15	12	8	7	6	5	7	9	11	195
Ukupno:	202	242	294	171	202	199	181	179	138	162	105	71	82	97	170	139	2.634
Prosjek	16,8	20,2	24,5	14,2	16,8	16,6	15,1	14,1	11,5	13,5	8,7	5,9	6,8	8,1	14,1	11,6	

Tablica 7

Mjesec	Ukupno povreda	1956—1963. prosječno	Ukupno povreda	1963—1971. prosječno	± %
I	132	16,5	55	6,8	—242
II	138	17,2	71	8,8	—192
III	152	19,0	74	9,2	—206
IV	133	16,6	77	9,6	—172
V	144	18,0	67	8,3	—216
VI	167	20,8	96	12,0	—173
VII	133	16,6	75	9,3	—178
VIII	159	19,8	92	11,5	—172
IX	131	16,2	74	9,2	—176
X	124	15,5	82	10,2	—151
XI	127	15,8	136	17	± 92
XII	130	16,2	65	8,1	—200
Ukupno	1670		964		57,73%

Ocijenjuje se da je odvaljivanje stijenske mase u posmatranom periodu u vremenu manuelnog načina rada bilo između 17—25% uzroka povređivanju, a u periodu mehanizovanog procesa rada ovaj uzrok je sveden na 8—14,5% povreda.

### Zaključak

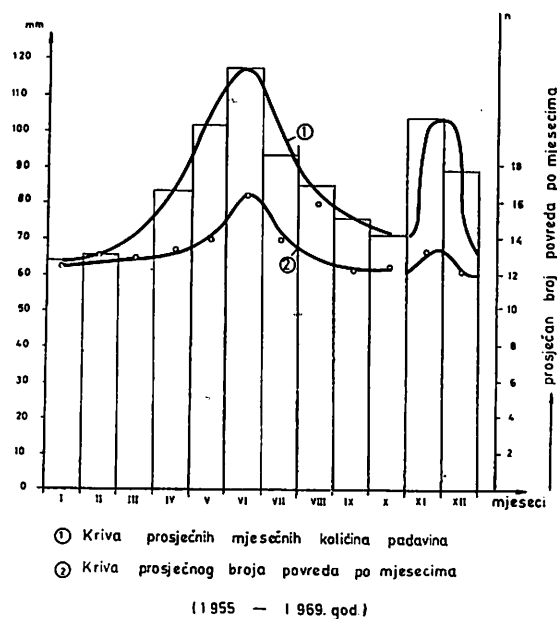
Poznavanje meteorološkog faktora u području eksploatacije mineralnih sirovina od velikog je značaja sa aspekta sigurnosti zaposlenih radnika i rudarske mehanizacije.

Na izučavanju meteoroloških faktora i njihovom uticaju na proces eksploatacije potrebno je uključiti stručni timski rad, jer se jedino na taj način može sagledati njihov parcijalni uticaj.

Uticaj ovog faktora na stijenske mase rudnih ležišta »Ljubije« samo je djelomično prikazan, ali dovoljno ukazuje na ozbiljnost problema i pravce daljih izučavanja.

U složenim montan-geološkim prilikama, kakve vladaju u Rudniku »Ljubija«, značajan doprinos u smanjivanju broja povreda i pored vidljivog uticaja meteoroloških faktora na proces eksploatacije, dao je mehanizovani proces rada.

S obzirom na značajno smanjivanje broja povreda, naročito u periodu mehanizovanog procesa rada, koje iznosi oko 42,27%, potrebno



Sl. 10 — Kriva kretanja prosječnih količina padavina i prosječnog broja povreda po mjesecima (1955—1969).

Abb. 10 — Identizitätskurve der Durchschnittsniederschlagsmengen und der Durchschnittszahl der Unfälle nach Monaten (1955—1969).

je u pravcima daljih izučavanja uzroka povređivanja stalno imati na umu potrebu daljeg procesa modernizacije i unapređenja mehanizovanog procesa rada gdje god je to moguće i gdje ekonomsko-tehnički i posebno sigurnosni efekti to dozvoljavaju.

## ZUSAMMENFASSUNG

**Einfluss der meteorologischen Faktoren auf die Strossenstandfestigkeit der Tagebaubetriebe des Bergwerks »Ljubija« mit besonderem Rückblick auf die Verletzungsmöglichkeit der Beschäftigten und die Möglichkeiten der weiteren Herabsetzung der Unfallziffer**

Dipl. Ing. J. Begić\*)

Meteorologische Faktoren beeinflussen durch verschiedene Wirkungen die Strossenstandfestigkeit und die Unfallziffer der beschäftigten Arbeiter. Im Artikel werden die Ergebnisse des Studiums des Einflusses dieser Faktoren auf die Unfälle, Strossenstandfestigkeit sowie die Effekte des modernisierten Arbeitsprozesses und deren Einfluss auf den Prozess der Unfallzifferherabsetzung gegeben. Durch Modernisierung des technologischen Arbeitsprozesses auf den Tagebaubetrieben des Bergwerks Ljubija ist, trotz der Einflussfaktoren, die Gesamtunfallziffer um 42,27% herabgesetzt.

## Literatura

1. Damjanović, D., 1969: Odvodnjavanje površinskih otkopa u rudarstvu, Univerzitet u Beogradu (Građevinska knjiga).
2. Panjukov, P. N., 1962: Inženernaja geologija, Gosudarstvenoe naučnotehničeskoe izdatel'stvo literatury po gornomu delu, Moskva.
3. Walter, T. Huang, 1967: Petrologija, prevod (dr M. Terzić, dr J. Obradović, dr V. Aleksić), Savezna administracija Beograd.
4. Najdanović, N., 1967: Mehanika tla, Građevinska knjiga, Beograd.
5. Sofilj, M. Knežević, B., sa saradnicima, 1971: Meteorološka i hidrološka obrada područja Prijedor (Fond stručne dokumentacije Rudnika Ljubija).
6. Begić, J., 1972: Uticaj mehaničkih svojstava stijenskih masa na izbor parametara površinskih kopova u Rudnicima željezne rude Ljubija. Saopštenje na III Jugoslovenskom simpoziju iz mehanike stijena i podz. radova u Tuzli (10—12. maj 1972).
7. Begić, J., 1972: Geomehaničke karakteristike rudnih ležišta Ljubija. — »Čelik« br. 36 — Časopis Udruženja jugslovenskih željezara.
8. Begić, J., 1972: Stanje, problemi i pravci daljeg razvoja zaštite na radu i tehnološkog procesa u Rudnicima željezne rude Ljubija. — Sigurnost u rudnicima, br. 1 Rudarski institut — Beograd.
9. Begić, J., 1972: Neki faktori koji utiču na stabilnost radnih i završnih kosina površinskih otkopa Rudnika Ljubija. — Sigurnost u rudnicima br. 3, Rudarski institut — Beograd.
10. Begić, J. — Malbašić, M., 1973: Neki uzroci povređivanja u Rudniku Ljubija s posebnim osvrtom na kvalifikacionu strukturu zaposlenih i organizacionu strukturu službe zaštite na radu. — Sigurnost u rudnicima br. 1, Rudarski institut — Beograd.
11. Begić, J., 1973: Prilog rješavanju problema sigurnosti kod odlaganja jalovih masa na površinskim kopovima Rudnika Ljubija. — Sigurnost u rudnicima br. 2, Rudarski institut — Beograd.

\*) Dipl. ing. Jozo Begić, direktor službe za tehnologiju i projektovanje Rudnika Ljubija.

# Rešenje ventilacije u rudniku „Rudnik“ primenom digitalnog računara

Dipl. ing. Jovan Pejčinović — dipl. ing. Vaso Elezović — dipl. ing. Dragan

Dodić — dipl. ing. Luka Sučević

*Na osnovu studije stanja i mogućnosti rešenja ventilacije u Rudniku »Rudnik« izrađeno je uz primenu matematičkog modeliranja na digitalnom računaru projektno rešenje ventilacije jame za I i II fazu eksploatacije. Na osnovu parametara iz projektnog rešenja za I fazu ventilacije nabavljen je ventilator za čiju ugradnju je izrađen projekat ventilatorske stanice. Primena matematičkog modeliranja je omogućila da se znatno brže i tačnije dobiju optimalni parametri za rešenje ventilacije. Puštanjem u rad ugrađenog ventilatora postignuti su veoma povoljni klimatski uslovi, tako da je dato rešenje dobilo pohvalu tehničkog kadra i zaposlenih u jami.*

## Uvod

Rudnik olova i cinka »Rudnik« sa flotacijom posluje u sastavu Rudarsko-metalurško-hemijskog kombinata »Trepča« — Kosovska Mitrovica.

Rudno ležište »Rudnik« se nalazi na jugozapadnim padinama planine Rudnik po kojoj je i dobio naziv. Ležište je eksploatisano još u srednjem veku, a sa ponovnom eksploatacijom se počelo 1950. god.

Eksploatacioni radovi su locirani na nadmorskoj visini od 565 m do 830 m, tako da se jama ubraja u brdski tip jama.

Jamskim radovima je ležište po pružanju otvoreno u dužini od oko 2.000 m, mada ove granice nisu još definitivno geološki okonturene. Po pružanju je ležište podeljeno na više lokaliteta od kojih su važniji: »Jezero«, »Prlovi«, »Nova jama«, »Pećine« i »Gušavi potok«.

Rudna tela kojih je do sada otkriveno preko 30, su promenljivih površina od nekoliko desetina m<sup>2</sup> do više stotina m<sup>2</sup>. Rudna tela su nepravilnog oblika, promenljive moćnosti po pružanju i padu i sa promenljivim uglom zaleganja.

Jama je provetravana pod uticajem prirodne depresije, koja pri postojećem tehnološkom postupku eksploatacije nije mogla ni približno da zadovolji potrebu ventilacije jame, a naročito u reviru »Jezero« i »Prlovi«. Usled toga je na otkopima u reviru »Jezero« i »Prlovi«, odakle se dobija 70% otkopane rude u jami, vrlo često dolazilo do stagnacije vazduha, što je uslovljavalo prekide proizvodnje, naročito posle masovnog miniranja rude.

Eksploatacija rude je podeljena u dve faze i to:

I faza obuhvata samo eksploataciju iznad nivoa izvoznog potkopa »Draškoci« i

II faza obuhvata eksploataciju i ispod nivoa izvoznog potkopa »Draškoci«.

Za otkopavanje ispod nivoa izvoznog potkopa »Draškoci« još nisu izrađeni rudarski projekti, ali je na osnovu postojećih geoloških podloga izvršeno projektovanje razrade i pripreme potrebno za rešenje ventilacije.

S obzirom na trajanje I faze i početak II faze eksploatacije, studijom je rešenje ventilacije podeljeno u dva dela — faze i to:



- I faza ventilacije za postojeće stanje jame (I faza eksploatacije) i
- II faza ventilacije za period otkopavanja ispod glavnog izvoznog potkopa »Draškoci« ( $\pm 0,0$ ) na horizontu — 50 m.

### Geologija ležišta

Osnovu rudničkog rudnog polja čine kredni sedimenti, od kojih su najzastupljeniji peščari, laporci, laporoviti peščari, glinci i krečnjaci. Pored krednih sedimenanta, u ležištu su zastupljeni dacito-andeziti u vidu nepravilnih masa i dajkova. Magmatska aktivnost u području Rudnika je vrlo složena i orudnjenje je direktno vezano za magmatizam. Rudna tela nastala pri ovoj aktivnosti su različitog oblika i moćnosti, a pružanje im se poklapa sa pružanjem čitave zone SZ—JI sa padom ka SI, pod uglom od 20—35°. Ruda i prateće stene su kompaktne i čvrste.

Mineralnu paragenezu predstavljaju minerali olova (galenit), cinka (sfalerit), bakra (halkopirit), bizmuta, srebra i kadmijuma.

S obzirom na sadržaj olova i cinka, ležište se ubraja u siromašna polimetalična ležišta. Iz rude se preradom dobija olovo, cink, bakar, srebro, bizmut i kadmijum. Zahvaljujući tome i visokoproduktivnim otkopnim metodama, rudnik posluje rentabilno.

### Mineralna prašina

Na osnovu izvršenih ispitivanja zaprašenosti radne sredine utvrđeno je da se sadržaj  $\text{SiO}_2$  u lebdećoj prašini kreće u granicama od 30,32 do 65,18%, a što je posledica napred opisane geološke petrografsko-mineraloške građe ležišta. Prema tome, mineralna prašina, koja nastaje u tehnološkom procesu, je toksikološki vrlo opasna, a samim tim jama rudnika »Rudnik« spada u kategoriju potencijalno opasnih jama od agresivnog dejstva lebdeće prašine.

### Otvaranje ležišta

Dosadašnjim radovima ležište je otvoreno sa više potkopa na sledećim nivoima: 800,

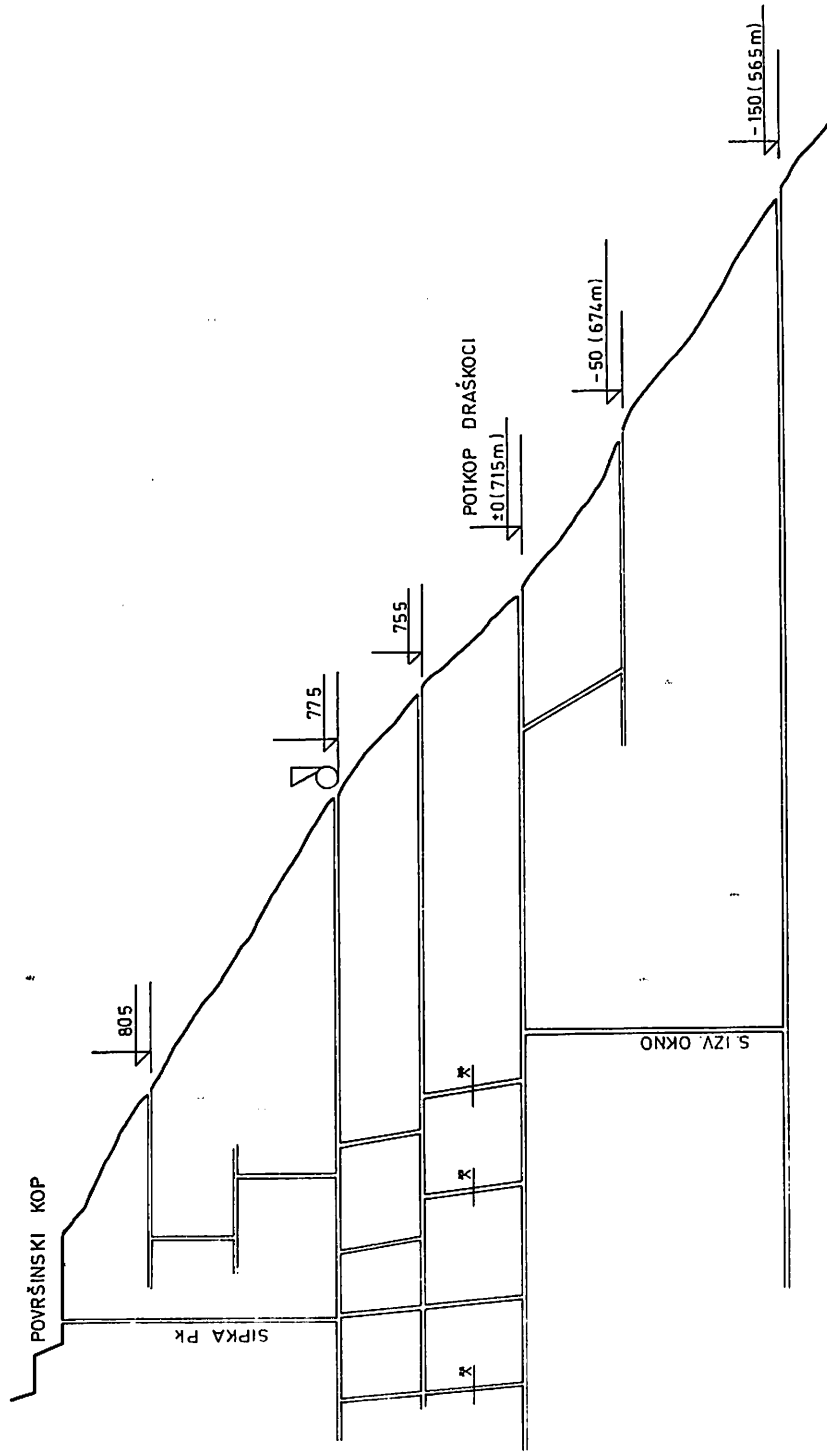
775, 750, 715, 665 i 565 m kako je to šematski prikazano na slici 1. Potkop na K 715 m — »Draškoci« je glavni izvozni potkop i obeležava se relativnom kotom  $\pm 0,0$  m, a potkopi ispod ovoga nivoa na kotama 665 m (—50 m) i 565 (—150 m). Od nivoa potkopa »Draškoci« do najnižeg potkopa na koti 565 (—150 m) izrađeno je slepo servis okno.

### Otkopavanje rude

S obzirom da ruda i prateće stene imaju povoljne fizičko-mehaničke osobine, moguća je primena visokoproduktivnih otkopnih metoda, bez zapunjavanja otkopanih prostora. Zavisno od moćnosti, veličine i zaleganja rudnih tela otkopavanje se vrši sledećim otkopnim metodama: podetažnom otkopnom metodom, magacinskom otkopnom metodom, frontalno otkopavanje otvorenim otkopima, pri čemu kod svake metode postoji više varijanti za otkopavanje.

### Rešenje ventilacije jame za I fazu eksploatacije

Pri rešavanju ventilacije jame za I fazu eksploatacije jama je podeljena u dva nezavisna ventilaciona odeljenja. Prvo odeljenje predstavljaju reviri »Prlovi« i »Jezero«, koji će se, s obzirom na lokalitete radova i efekte prirodnog provetravanja i mogućnosti rešenja za mehaničko provetravanje, provetravati jednim glavnim ventilatorom. Drugo odeljenje jame obuhvata revire »Nova jama« i »Gušavi potok« u kojima su natkopne visine relativno male i svi otkopi (komore) ovih revira imaju direktnu vezu sa površinom, pa su i postojeći ventilacioni uslovi povoljniji pri prirodnoj ventilaciji u ovim revirima u odnosu na revire »Jezero« i »Prlovi«. S obzirom na prednje, ovaj deo jame se neće u I fazi eksploatacije provetravati pod uticajem glavnog ventilatora, već pod uticajem prirodne depresije i separativnih ventilatora postavljenih u otkopima. Ovakva podela jame na ventilaciona odeljenja izvršena je sa tehničko-ekonomskog aspekta, jer bi izolacija komora prema površini bila veoma teško izvodljiva i skupa.



Sl. 1 — Sematski presek jame sa prostorijama otvaranja.  
 Abb. 1 — Schematisches Grubenprofil mit Ausrichtungsobjekten.

## Sistem razvođenja vazduha i izbor lokacije glavnog ventilatora

Pri određivanju lokacije glavnog ventilatora razmatrane su tri varijante, i to: lokacija ventilatora u glavnom izvoznom potkopu »Draškoci«, lokacija na potkopu H 775 i lokacija na potkopu H 800. Na osnovu izvršenih analiza efekta provetravanja jame, rekonstrukcije prostorija, smetnji pri izvozu i prolazu radnika, gubitka vazduha i dr. izabrana je kao najpovoljnija lokacija ventilatora na potkopu H 775 m, koja će se koristiti i za II fazu ventilacije.

Pri ovoj lokaciji ventilatora vazduh u jamu ulazi kroz sledeće potkope: potkop »Draškoci«, potkop H 800 i potkop na K-150 m. Na ovaj način je omogućeno provetravanje svakog rudnog tela u reviru »Prlovi« i »Jezero« posebnim ogrankom sveže vazdušne struje. Pri ovom razvođenju vazduha obrađeno je rešenje provetravanja svakog otkopa posebno za primenjenu otkopnu metodu. Na slici 2 data je kanonska šema provetravanja revira »Jezero« i »Prlovi« za I fazu ventilacije jame.

### Proračun potrebne količine vazduha za provetravanje otkopa

Proračun potrebne količine vazduha za provetravanje izvršen je u odnosu na sledeće zahteve:

- jednovremenu potrošnju eksploziva
- intenzitet izdvajanja prašine.

Prema prvom zahtevu, proračun potrebne količine vazduha vršen je po poznatoj formuli za komorne otkope:

$$Q = 2,3 \frac{V_k}{K \cdot t} \log \frac{B}{B_0} \text{ m}^3/\text{min}$$

gde je:

- $V_k$  — srednja vrednost zapremine komore ( $\text{m}^3$ )
- $K$  — koeficijent turbulentne difuzije
- $t$  — tehnološki raspoloživo vreme za provetravanje u min

$B_0$  — početno ventilaciono stanje komore ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )

$B$  — dopušteno ventilaciono stanje u komori ( $\text{m}^3/\text{kg}$ ).

Zavisno od količine jednovremeno otpušanog eksploziva, zapremine komore, geometrije i koeficijenta turbulentne difuzije, količina vazduha prema ovom zahtevu se kreće:

$$Q = 61 - 120 \text{ m}^3/\text{min}$$

Potrebna količina vazduha u odnosu na intenzitet izdvajanja prašine određena je prema takođe poznatom obrascu:

$$Q = \frac{N}{n - n'} (\text{m}^3/\text{min})$$

gde je:

- $N$  — intenzitet izdvajanja prašine  $\text{mg}/\text{m}^3$
- $n$  — maksimalno dozvoljena koncentracija prašine ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
- $n'$  — prosečna koncentracija prašine u ulaznoj vazdušnoj struji ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Prema srednjem sadržaju slobodnog  $\text{SiO}_2$  u lebdećoj prašini revira »Jezero« i »Prlovi«, maksimalno dozvoljena koncentracija prašine (MDK) u jamskom vazduhu iznosi  $n = 0,72 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Prema ovom zahtevu i pojedinim tehnološkim operacijama (bušenje, skreperovanje i utovar) količina vazduha se kreće u granicama  $Q = 22 - 70,0 \text{ m}^3/\text{min}$ . S obzirom da se na jednom otkopu istovremeno može vršiti više tehnoloških operacija, potrebna količina vazduha iznosi:

$$Q = 100 - 170 \text{ m}^3/\text{min}$$

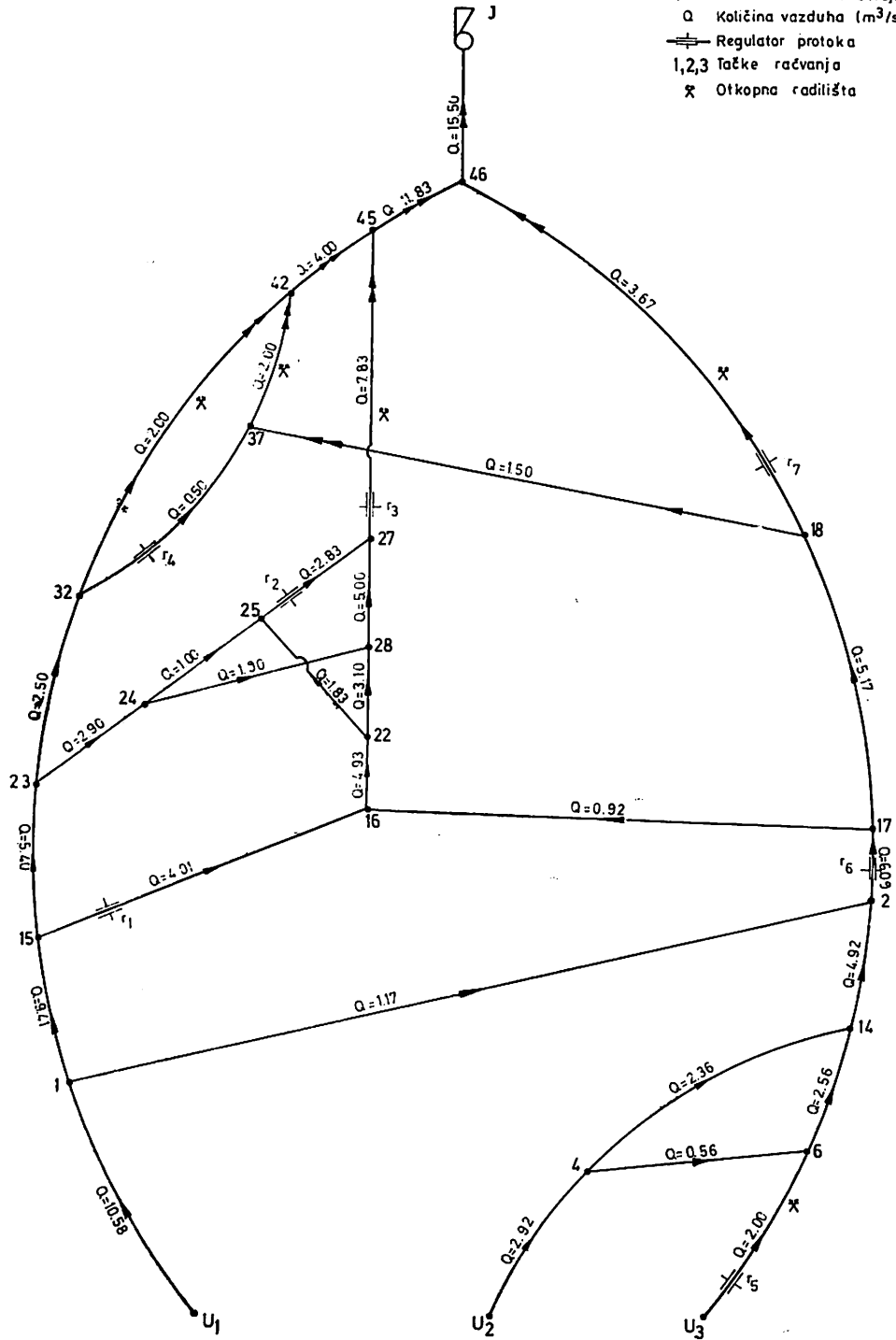
Količina vazduha u odnosu na broj radnika je svakako znatno niža, tako da proračun prema ovom faktoru nije vršen.

### Proračun potrebne količine vazduha za separatno provetravanje

Proračun potrebne količine vazduha izvršen je u odnosu na iste zahteve kao i za otkopna radilišta.

**LEGENDA**

- Ulazna vazdušna struja
- ← Izlazna vazdušna struja
- Q Količina vazduha ( $m^3/sek$ )
- Regulator protoka
- 1,2,3 Tačke račvanja
- X Otkopna radiišta



Sl. 2 — Kanonska šema razvođenja i raspodele vazduha za I fazu ventilacije.  
 Abb. 2 — Kanonisches Schema der Verzweigung und Wetterverteilung für die I. Phase der Wetterführung.

Količina vazduha u odnosu na jednovremenu potrošnju eksploziva određena je po formuli:

$$Q = \frac{2,3}{t} \sqrt{AS^2L^2 b_0} \text{ m}^3/\text{min}$$

gde je:

- t — tehnološki raspoloživo vreme za provetravanje (min)
  - A — jednovremena potrošnja eksploziva (kg)
  - S — profil jamskih prostorija (m<sup>2</sup>)
  - L — dužina prostorije (m)
  - b<sub>0</sub> — količina štetnih gasova pri eksploziji 1 kg eksploziva preračunata na vrednost ugljenmonoksida (1/kg).
- Po ovom faktoru količina vazduha iznosi:

$$Q = 100 \text{ m}^3/\text{min}$$

Količina vazduha u odnosu na intenzitet izdvajanja prašine iznosi  $Q = 80 \text{ m}^3/\text{min}$ .

S obzirom na potrebne količine vazduha i profile jamskih prostorija, za separatno provetravanje izabrane su plastične cevi prečnika  $\phi$  400 mm, kod kojih je specifični otpor po m' cevovoda  $R = 0,114 \mu/\text{m}'$ .

Separatno provetravanje je predviđeno na kompresioni način, pomoću cevnih ventilatora na elektro pogon ili komprimirani vazduh.

Primena separatnog provetravanja, pored istražno pripremljenih prostorija, predviđena je i za otkope kada se bušenje ili utovar vrši na mestima koja su udaljena od protočne vazdušne struje otkopa, kao i u otkopima revira »Nova jama« i »Gušavi potok«.

#### Ukupno potrebna količina vazduha za provetravanje u I fazi

Prema izvršenim proračunima potrebna količina vazduha za provetravanje otkopnih radilišta u reviru »Jezero« i »Prlovi« iznosi:

$$Q = 630 \text{ m}^3/\text{min}$$

Za provetravanje pripremljenih radilišta potrebna količina vazduha je:

$$Q = 300 \text{ m}^3/\text{min}$$

Prema tome, ukupna količina vazduha za I fazu provetravanja iznosi:

$$Q = 930 \text{ m}^3/\text{min} = 15,50 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

#### Proračun pojedinačnih otpora ventilacionih prostorija

Proračun otpora aktivnih ventilacionih puteva izvršen je po formuli:

$$R = 10^3 \cdot \alpha \frac{U \cdot L}{F^3} (\mu)$$

gde je:

- $\alpha$  — koeficijent otpora jamske prostorije
- U — obim jamske prostorije (m)
- L — dužina jamske prostorije (m')
- F — poprečni presek jamske prostorije (m<sup>2</sup>)

#### Regulacija raspodele vazduha

Prema izvršenom proračunu potrebnih količina vazduha za pojedine otkope i pripremljena radilišta i otpore jamskih puteva, izvršena je regulacija raspodele vazduha primenom matematičkog modela na digitalnom računaru\*). Ovaj proračun regulacije raspodele vazduha jedne ventilacione mreže na digitalnom računaru predstavlja jedno od prvih uspešnih rešenja Rudarskog instituta, Beograd, koje je praktičnom primenom potvrđeno.

Ovde će se dati opis primenjenog algoritma za proračun u osnovnim crtama.

Algoritam se sastoji iz dva dela i to:

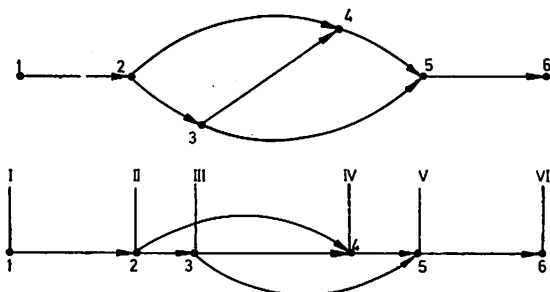
- 1 — algoritam za uređivanje mreže i
- 2 — algoritam za regulaciju raspodele.

Na osnovu poznatih polaznih parametara i topologije ventilacione mreže date u vidu linearne ili kanonske šeme razvođenja vazduha digitalni računar daje:

- pojedinačne otpore i depresije deonika i ogranaka
- depresiju svakog čvora mreže u odnosu na ulazni čvor
- potrebnu depresiju jame za datu šemu i
- depresiju potrebnih prigušivača sa njihovim karakteristikama.

\* Program za računar je sastavio Tanasković Petar, dipl. elektroinženjer, saradnik Računskog centra Matematičkog instituta.

Deonica	Prvi čvor	Drugi čvor	Dozv.		L (m)	Q (m <sup>3</sup> /sek)	S (m <sup>2</sup> )	ALFA x 10 <sup>-1</sup>	U (m)	V	R (μ)	DH (kp/m <sup>2</sup> )
			P	N								
1	100	1	0	0	150.000	10.578	4.700	15.000	9.000	0.908	19.504	2.182
2	1	2	0	0	185.000	1.175	5.100	15.000	9.400	0.100	19.664	0.027
3	200	3	0	0	1465.000	2.922	4.400	15.000	8.700	0.100	224.435	1.916
4	3	4	0	0	150.000	2.922	12.550	25.000	12.550	0.100	2.381	0.020
5	4	5	0	0	15.000	0.565	5.150	15.000	9.450	0.200	1.557	0.000
6	5	6	0	0	32.000	0.565	5.250	15.000	9.550	0.200	3.168	0.001
7	300	7	0	0	270.000	2.000	3.000	17.000	7.200	0.300	122.400	0.490
8	7	8	0	0	35.000	2.000	3.400	35.000	7.650	0.300	23.843	0.095
9	8	9	0	0	65.000	2.000	9.000	12.000	12.450	0.100	1.332	0.005
10	9	10	0	0	15.000	2.000	3.400	35.000	7.650	0.300	10.218	0.041
11	10	11	0	0	80.000	2.000	3.600	17.000	7.900	0.300	23.028	0.092
12	11	12	0	0	20.000	2.000	3.400	35.000	7.650	0.300	13.625	0.054
13	12	13	0	0	70.000	2.000	4.500	15.000	8.800	0.200	10.140	0.041
14	13	6	0	0	45.000	2.000	5.650	15.000	9.900	0.200	3.705	0.015
15	6	14	0	0	72.000	2.565	5.100	15.000	9.400	0.200	7.653	0.050
16	4	14	0	0	90.000	2.356	5.150	15.000	9.450	0.100	9.340	0.052
17	14	2	0	0	90.000	4.922	5.200	15.000	9.500	0.200	9.121	0.221
18	2	17	0	0	210.000	6.097	3.800	16.000	8.100	0.200	49.599	1.844
19	1	15	0	0	245.000	9.403	3.700	16.000	8.000	0.300	61.911	5.474
20	15	16	0	0	100.000	3.903	5.400	15.000	9.650	0.200	9.193	0.140
21	17	16	0	0	47.000	0.927	4.150	15.000	8.450	0.200	8.335	0.007
22	17	18	0	0	40.000	5.170	4.150	15.000	8.450	0.300	7.094	0.190
23	18	19	0	0	20.000	3.670	3.600	25.000	7.900	0.200	8.466	0.114
24	19	20	0	0	75.000	3.670	3.600	17.000	7.900	0.200	21.589	0.291
25	20	21	0	0	60.000	3.670	3.200	17.000	7.450	0.200	23.190	0.312
26	21	46	0	0	50.000	3.670	3.200	17.000	7.450	0.200	19.325	0.260
27	16	22	0	0	53.000	4.830	5.300	15.000	9.600	0.200	5.126	0.120
28	22	25	0	0	75.000	1.830	5.300	15.000	9.600	0.200	7.254	0.024
29	15	23	0	0	135.000	5.500	4.200	15.000	8.500	0.200	23.232	0.703
30	23	24	0	0	40.000	3.000	5.300	15.000	9.600	0.200	3.869	0.035
31	24	25	0	0	27.000	1.000	5.300	15.000	9.600	0.200	2.612	0.003
32	25	26	0	0	25.000	2.830	3.600	35.000	7.900	0.200	14.816	0.119
33	26	27	0	0	20.000	2.830	4.400	16.000	8.700	0.200	3.268	0.026
34	22	28	0	0	65.000	3.000	5.000	15.000	9.300	0.200	7.254	0.065
35	24	28	0	0	113.000	2.000	5.000	15.000	9.300	0.200	12.611	0.050



Sl. 3 — Sema uređenja mreže.

Abb. 3 — Schema der Netzanordnung.

Polazni parametri se upisuju kako je to prikazano u tablici 1.

Zadata ventilaciona mreža može se predstaviti jednim orijentisanim grafom, kod koga su završne tačke ogranaka čvorovi grafa, a ogranci grane grafa, čiji je smer isti kao i smer strujanja vazduha kroz ogranak. Pri ovome razlikujemo još sledeće:

- dolazna grana čvora — ogranak kroz koji vazduh dolazi u čvor;
- odlazna grana čvora — ogranak kroz koji vazduh odlazi iz čvora.

Orijentisani graf se može urediti grupisanjem čvorova u redove na sledeći način:

Prvi red čine čvorovi koji nemaju dolazne grane (to su u stvari ulazni čvorovi).

Drugi red čine čvorovi koji imaju dolazne grane samo iz čvorova I reda.

K-ti red čine čvorovi koji imaju dolazne grane samo iz čvorova prethodnih K — 1 redova.

Očigledno je da se zadnji red sastoji samo iz završnih čvorova. Na slici 3 data je šema uređenja mreže.

Ovako uređen graf ima sledeću osobinu:

Čvorovi K-tog reda imaju dolazne grane samo iz prethodnih redova, a odlazne grane samo ka sledećim redovima.

Nema grana između čvorova istog reda.

Posmatrajmo jedan čvor »i« iz K-tog reda. Ako se zna pritisak u svim čvorovima redova od K + 1-og do zadnjeg čvora, može se izračunati pritisak u posmatranom čvoru.

$$P_i = \max (P_j + h_{ij}) \text{ je OG (1)}$$

gde je:

OG — skup svih odlaznih grana iz čvora »i«

$h_{ij}$  — depresija duž grana i-j

$P_j$  — pritisak u završnim čvorovima grana

Regulacija prigušenjem iznosi:

$$h_{ij}^{pr} = p_i - (p_j + \Delta h_{ij}) \text{ je OG (2)}$$

Na osnovu datih jednačina, računar daje spisak prigušivača po ograncima kako je to za šemu sa slike 2 dato u tablici 2 i daje depresije u čvorovima, kako je to prikazano u tablici 3 i depresiju završnih čvorova (depresija jame).

Tablica 2

Broj ogranka	Pad depresije na prigušivaču	Broj ogranka	Pad depresije na prigušivaču
2	4,233	16	0,418
3	5,337	18	0,085
4	4,232	20	1,135
9	1,631	22	5,966
13	1,168	25	0,411

Prigušivači na kojima je pad (utrošak) depresije manji od 1,00 kp/m<sup>2</sup> pri zavođenju projektnog rešenja nisu uzimani u obzir.

Tablica 3

Broj čvora	Depresija (Kp/m <sup>2</sup> )	Broj čvora	Depresija (Kp/m <sup>2</sup> )	Broj čvora	Depresija (Kp/m <sup>2</sup> )
1	2.182	17	8.286	28	9.613
2	6.442	18	8.475	32	8.552
4	6.169	22	9.547	37	8.642
6	6.171	23	8.359	42	8.922
14	6.221	24	9.562	45	10.722
15	7.656	25	9.983	46	15.419
16	9.428	27	10.126		

Otvori regulatora protoka (prigušivača) su takođe određeni na mašini prema poznatom obrascu:

$$F_m = \frac{Q F}{\xi \left( Q + F \sqrt{\frac{h_{pr}}{0,061}} \right)}$$

### Proračun parametara ventilacione mreže

#### Prirodna depresija

Uticaj prirodne depresije na režim rada ventilatora, odnosno mehanički način provetravanja jame, je zavistan od godišnjeg doba i nivoa rudarskih radova.

Vrednosti prirodne depresije su računane na osnovu naših merenja i maksimalnih i minimalnih temperatura najbliže meteorološke stanice.

Prirodna depresija je računata po obrascu:

$$h_{pr} = \Delta H (\gamma_{su} - \gamma_{si}) (\text{Kp/m}^2)$$

gde je:

$\Delta H$  — visinska razlika između otvora jame (m)

$\gamma_{su}$  — srednja zapreminska težina ulaznog vazduha (Kp/m<sup>2</sup>)

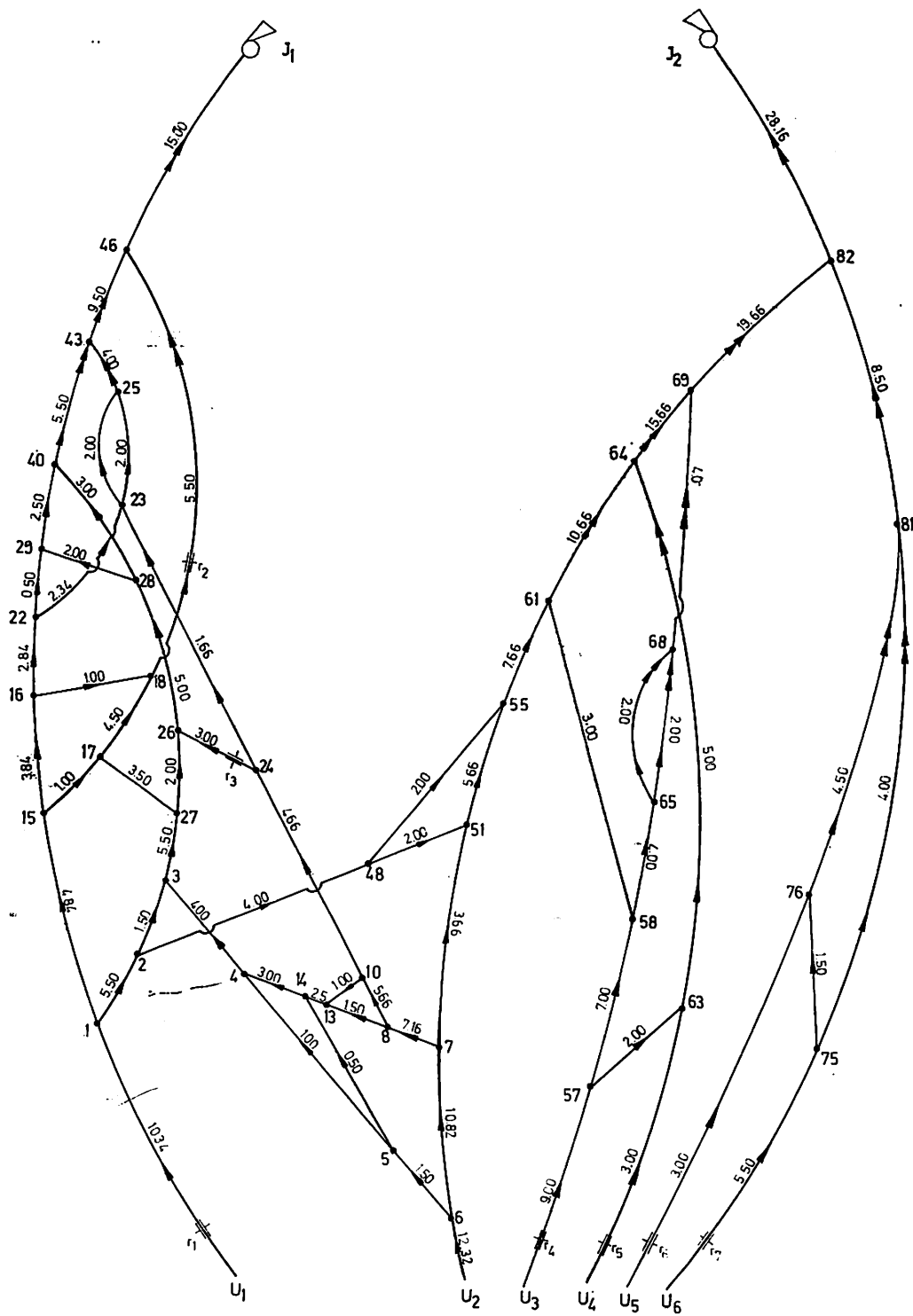
$\gamma_{si}$  — srednja zapreminska težina izlaznog vazduha (Kp/m<sup>2</sup>).

Maksimalna vrednost prirodne depresije u letnjem periodu, koja deluje u suprotnom pravcu od glavnog ventilatora, iznosi:

$$h_{pr1} = - 9,24 \text{ kp/m}^2$$

a u zimskom periodu, koja pomaže radu glavnog ventilatora je:

$$h_{pr2} = + 26,25 \text{ kp/m}^2$$



Sl. 4 — Kanonska šema razvođenja i raspodele vazduha za II fazu ventilacije.

Abb. 4 — Kanonisches Schema der Wetterverzweigung und — verteilung für die II. Phase der Wetterführung.

- Jazna vazdušna struja
- ← Izlazna vazdušna struja
- 1,2,3 Tacke račvanja
- Regulator protoka
- 2,3,4 količina vazduha, m<sup>3</sup>/sek!



## Ukupna depresija

Na osnovu izvršenih proračuna utrošaka depresije po ograncima ventilacione mreže i regulacije vazduha na digitalnoj mašini, ukupna depresija revira »Jezero« i »Prlovi« iznosi:

$$h = 28,62 \approx 30 \text{ kp/m}^2$$

## Ukupan otpor

Za  $Q = 15,5 \text{ m}^3/\text{sek}$  i  $h = 28,62 \text{ kp/m}^2$  ukupan otpor revira »Jezero« i »Prlovi« iznosi:

$$R = \frac{28,62 \cdot 100}{15,5^2} = 119,08 \mu$$

## Ekvivalentni otvor i propusna sposobnost revira

Na osnovu određene količine vazduha i potrebne depresije, ekvivalentni otvor iznosi:

$$A = 0,38 \frac{15,5}{\sqrt{28,62}} = 1,10 \text{ m}^2$$

a propusna sposobnost:

$$K = \frac{15,5}{\sqrt{28,62}} = 2,89 \text{ m}^4/\text{sek Kp}^{0,5}$$

Iz ovoga se vidi da je jama još uvek tesna, a što je posledica malih preseka postojećih ventilacionih puteva koji se ne mogu rekonstruisati zbog stalnog korišćenja.

## Dimenzionisanje i izbor glavnog ventilatora

Za provetravanje revira »Jezero« i »Prlovi« prema dobijenim vrednostima potrebne količine vazduha, depresije, raspodele vazduha i prirodne depresije, potreban je ventilator sledećih radnih karakteristika:

$$\begin{aligned} Q &= 15,5 \text{ m}^3/\text{sek} \\ h &= 40 \text{ kp/m}^2 \\ \eta_{\text{min}} &= 0,65 \end{aligned}$$

Snaga pogonskog elektromotora, uzimajući u obzir i rezervu od 25%, treba da bude

$$N = 12 \text{ kW}$$

Izbor ventilatora je izvršen po utvrđivanju potrebnih karakteristika za drugu fazu ventilacije.

## Troškovi provetravanja jame

Za efikasno provetravanje jame u I fazi investicioni troškovi godišnje će iznositi

$$T_{\text{ig}} = 14.050 \text{ din/god.}$$

a eksploatacioni troškovi  $T_{\text{eg}} = 175.440 \text{ din/god.}$

Prema tome, ukupni troškovi ventilacije će iznositi:

$$T_{\text{ug}} = 189.490 \text{ din/god.}$$

odnosno po toni proizvedene rude u reviru »Jezero« i »Prlovi« iznosiće:  $q = 1,58 \text{ din/t}$  rude.

## Rešenje ventilacije jame za II fazu

U ovoj fazi provetravanja jame eksploatacija rude se vrši iznad nivoa potkopa »Draškoci« i na horizontu — 50 m.

Sa zasnivanjem eksploatacije na nivou — 50 m, ventilacija jame postaje komplikovana, a samim tim revir »Nova jama« i Gušavi potok« moraju se provetravati mehaničkim putem, s obzirom da prirodno provetravanje neće zadovoljiti uslove normalnog rada.

Prema tome, jama u ventilacionom smislu i dalje predstavlja dva ventilaciona odeljenja. Revir »Jezero« i »Prlovi« provetravaće se ventilatorom koji je lociran na potkopu H 775 m kao u I fazi, a revir »Nova jama« i »Gušavi potok«, kao drugo ventilaciono odeljenje, ventilatorom koji je lociran na potkopu —50 m, kao tehnički najopravdanije rešenje.

## Sistem razvođenja vazduha

U ovoj fazi vazduh se u jamu dovodi po sledećim potkopima: potkop »Draškoci«, potkop —150 m, potkop H 104, potkop H 726 i potkop H 750 m.

S obzirom na lokaciju otkopnih radilišta i glavnog ventilatora u reviru »Jezero«

i »Prlovi«, provetravanje se vrši uzlaznim vođenjem vazdušne struje, dok se u reviru »Nova jama« i »Gušavi potok« provetravanje vrši silaznim vođenjem vazduha. Ovakav način provetravanja u reviru »Nova jama« i »Gušavi potok« odabran je usled velikog broja veza jamskih radova na nivou  $\pm 0$  m sa površinom, čime su gubici vazduha svedeni na najmanje moguće. Na slici 4 data je kanonska šema razvođenja vazduha.

#### Proračun ukupne količine vazduha

Prema izvršenom proračunu potrebne količine vazduha za provetravanje otkopnih i pripremno-istražnih radilišta u I fazi potrebna količina vazduha za provetravanje u II fazi za revir »Jezero« i »Prlovi« iznosi:

$$Q = 900 \text{ m}^3/\text{min} = 15 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

a za revir »Nova jama« i »Gušavi potok«

$$Q = 1690 \text{ m}^3/\text{min} = 28,16 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Prema tome, potrebna količina vazduha za provetravanje jame u celini iznosi:

$$Q_j = 2590 \text{ m}^3/\text{min} = 43,16 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

#### Raspodela i regulacija raspodele vazduha

Za izvršeni proračun potrebnih količina vazduha i polazne parametre ventilacionih puteva, regulacija raspodele vazduha je rešena na digitalnom računaru. Pri tome je dobijeno, da je za uspostavljanje projektovane raspodele potrebno ugraditi sedam regulatora.

#### Proračun parametara ventilacione mreže

##### Ukupna depresija

Za proračunate količine vazduha i projektovanu raspodelu vazduha potrebna depresija pojedinih revira iznosi:

— revir »Jezero« i »Prlovi«:

$$h = 79,70 = 80 \text{ kp/m}^2$$

— revir »Nova jama« i »Gušavi potok«:

$$h = 116,35 = 120 \text{ kp/m}^2$$

#### Ekvivalentni otvor i propusna sposobnost

— Revir »Jezero« i »Prlovi«

$$A = 0,38 \frac{15,0}{\sqrt{79,70}} = 0,64 \text{ m}^2$$

$$K = \frac{15,0}{\sqrt{79,70}} = 1,68 \text{ m}^4/\text{sek kp}^{0,5}$$

— Revir »Nova jama« i »Gušavi potok«

$$A = 0,38 \frac{28,16}{\sqrt{116,35}} = 0,99 \text{ m}^2$$

$$K = \frac{28,16}{\sqrt{116,35}} = 2,61 \text{ m}^4/\text{sek kp}^{0,5}$$

#### Ukupan otpor

— Revir »Jezero« i »Prlovi«:

$$R = \frac{144}{0,64^2} = 351,21 \mu$$

— Revir »Nova jama« i »Gušavi potok«:

$$R = \frac{144}{0,99^2} = 146,94 \mu$$

Propusna sposobnost jame je mala, obrazloženje dato kod I faze važi i za II fazu kod koje je novi potkop na — 150 m, iako nedavno izrađen, malog preseka i velike dužine.

#### Dimenzionisanje i izbor glavnog ventilatora

Za revir »Jezero« i »Prlovi« potrebno je nabaviti ventilator sledećih karakteristika:

$$Q = 15 - 20 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$h = 40 - 100 \text{ kp/m}^2$$

$$\eta_{\text{min}} = 0,65$$

Prema ovim vrednostima, potrebno je odabrati takav ventilator, koji će zadovoljiti potrebe jame u obe faze provetravanja.

Za provetravanje »Nove jame« i »Gušavog potoka« potreban je ventilator sledećih karakteristika:

$$Q = 30 - 35 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$h = 120 - 140 \text{ kp/m}^2$$

$$\eta_{\text{min}} = 0,65$$

Ventilatore navedenih karakteristika proizvodi »Klima«, Celje, »Ventilator««, Zagreb i »Termoelektro«, Beograd.

#### Troškovi provetravanja jame u II fazi

Ukupni investicioni troškovi u ovoj fazi ventilacije iznosiće  $T_1 = 525.596$  din., odnosno  $T_{1g} = 52.560$  din/god., dok će eksploatacioni troškovi iznositi:  $T_{0g} = 476,60$  din, tako da će ukupni troškovi ventilacije iznositi  $528.720$  din/god., odnosno po  $t$  projektovanog kapaciteta

$$t_{0g} = 2,64 \text{ din/t}$$

Nakon praktične realizacije projekta i puštanja u rad ventilatora, merenjima je

ustanovljeno da količina vazduha u potkopu ispred ventilatora iznosi  $1450 \text{ m}^3/\text{min}$ , što je znatno više od proračunate količine vazduha. Nešto veća količina vazduha od proračunate je dobivena iz sledećih razloga: nisu izolovani svi kratki spojevi preko starih radova prema površini, na čemu su radovi u toku, a prirodna depresija ima isti smer kao depresija ventilatora. Dobiveni parametri ventilacije na otkopima su veoma povoljni. Naročito su poboljšani uslovi za izvođenje minerskih radova. Sada je miniranje moguće vršiti i u toku smene, dok su pre zavođenja mehaničkog provetravanja pri miniranju na kraju II smene uslovi na otkopima bili loši u narednoj I smeni posle trajanja provetravanja od 8 h.

Rešenjem ventilacije omogućeno je intenziviranje proizvodnje i povećanje kapaciteta tako da su projektom iskazani troškovi ventilacije neuporedivo manji od ukupnog finansijskog efekta koji će se ventilacijom postići.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Lösung der Wetterführung im Bergwerk »Rudnik« mit Hilfe von Digitalrechenanlage

Dipl. ing. J. Pejčinović — Dipl. Ing. V. Elezović — Dipl. Ing. D. Dodić —  
Dipl. Ing. L. Sučević\*)

Die Berechnung der erforderlichen Wettermengenverteilung in den Blei—Zinkgruben ist wegen der Verzweigkeit dieser Gruben wirklich zusammengesetzt. Die der Wetterströmung sich bietenden Widerstände von Grubenräumen schwanken in sehr weiten Grenzen von einigen Zehnteln von Miurg bis zu einigen Tausend von Miurg, so dass eine Verteilung und Verteilungsregelung auf bestehenden analogen Elektromodellen unmöglich zu lösen ist. Zur Lösung dieses Problems der Verteilungsberechnung und — regelung wurde ein mathematisches Modell zur Rechnungsdurchführung auf der Digitalrechenanlage ausgearbeitet, deren Anwendbarkeit auf dem Beispiel dieser Grube »Rudnik« nachgeprüft wurde. Ausserdem wurde in diesem Artikel die Darstellung des Ablaufs für die Projektausarbeitung, beginnend von technologischen und geodätischen Unterlagen, über Bestimmung der Wettermengen für Grubenörter als Ganzes, von der Berechnung: Verteilungsregelung, Kennwerten des Wetternetzes, Lüfterbemessung und Wetterkosten für zwei Wetterphasen dieses Bergwerks gegeben.

\*) Dipl. ing. Jovan Pejčinović — dipl. ing. Vaso Elezović — dipl. ing. Luka Sučević, saradnici Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta u Beogradu. Dipl. ing. Dragan Dodić, Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu.

# Utvrđivanje uzroka povreda na radu pri mrežnim modeliranjima proizvodnih situacija

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Ivan Jakovac — dipl. ing. Milutin Vukić

*Ispituju se uzroci nesreća. Ukazuje se na neblagovremeno preduzimanje mera. Prednosti tehnike mrežnog planiranja i mrežnog modela kod istraživanja uzroka nesreća.*

## Uvod

U našoj zemlji se prosječno svakih 10 sekundi povrijedi po jedan radnik, a svaka dva radna dana poginu trojica. U rudnicima uglja se svakog sata povrijede 1,62 radnika, a svakih 88 sati pogine po jedan. Imajući u vidu činjenicu da se registruju samo one povrede koje su izazvale radnu nesposobnost od najmanje jednog radnog dana, računa se da je broj povreda daleko veći, a time i gubici u radnoj snazi i materijalnim dobrima, od onih koji se prikazuju u zvaničnim statistikama.

U zadnjih nekoliko godina broj lakših tjelesnih povreda, u rudnicima uglja, stagnira, a broj smrtnih i teških nesretnih slučajeva je u porastu, tako da se unatoč znatnim ulaganjima za unapređenje zaštite na radu ne postižu željeni uspjesi.

Uzrok ovakvom stanju ne leži samo u objektivnim faktorima, uvjetovanim težim uslovima rada i složenom radnom sredinom, već i u organizacionim i subjektivnim faktorima od kojih su najbitniji:

— Formalna analiza povreda na radu, neutvrđivanje ili nesprovođenje preventivnih mjera u cilju sprečavanja nastajanja sličnih povreda;

— Nastojanje da se ublaži lična odgovornost pri izradi izvještaja o povredi, tj. dokaže krivica povrijeđenog;

— Težnja da se prilikom utvrđivanja uzroka nesreće otkrije »pravi« i jedini uzrok;

— Neblagovremeno vršenje uviđaja nesreće na mjestu događaja;

— Formalno sprovođenje kontrolnih ispita o poznavanju mjera i normativa zaštite na radu i plana odbrane;

— Prijevremeno penzionisanje iskusnih rudarskih radnika, radi čega rudnici ostaju bez najiskusnijih kopača, palilaca mina, nadzornika i poslovođa;

— Neusklađenost normativnih akata sa organizacionim promjenama, zbog čega se odgovornost za sprovođenje mjera zaštite obično završava na poslovođi ili tehničkom rukovodiocu pogona, a oni su često najmanje krivi za uslove i prilike koje su dovele do tjelesne povrede;

— Tolerisanje pojma »objektivne odgovornosti« i zadovoljenje naknadom štete povrijeđenim ili porodicama poginulih rudara;

— Mirenje sa činjenicom »da je povreda bilo i da će ih biti«;

— Tretiranje službe zaštite na radu i uopšte zaštite kao »nužnog zla« na kojem se najlakše štedi;

— Nedovoljan rad na unapređenju zaštite na radu, poboljšanju međuljudskih odnosa i klime u radnoj organizaciji i dr.

Prikazom metode mrežnog modeliranja proizvodnih situacija kod utvrđivanja uzroka tjelesnih povreda, na konkretnim primjerima, u ovom radu, želi se pokazati da se istom obezbeđuje sistematska i istinita analiza nastalih povreda i da je sasvim pouzdana podloga za efikasno i blagovremeno sprečavanje nastajanja sličnih povreda i daljnje podizanje stepena sigurnosti zaposlenog osoblja mjerama prevencije.

Koliko je prevencija povreda tehnički i ekonomski opravdana i važna, najbolje ilustruju zaključci 30-godišnjeg istraživanja povreda na radu u jednoj američkoj firmi u kojima stoji da:

- »— produkcija bez racionalne prevencije povreda uvijek predstavlja loš posao;
- nikakva investicija nije se pokazala toliko vrijedna kao ona koja se odnosi na prevenciju povreda;
- nijedna se ekonomska računica ne pokazuje toliko netačnom kao ona kojom se ne obezbeđuje dovoljna sigurnost ljudi i sredstava produkcije«.

### Uzrok povrede na radu

Opšta definicija povrede na radu, kao i nesreće, data je u čl. 88, Pravilnika o vođenju evidencije u oblasti rada, iz kojeg proizilazi da je nesreća na radu neplanirani, nepredviđeni i nježeleni događaj, koji može izazvati povredu, dok je povreda nenadano, nekontrolisano, i bez volje radnika, fizičko ili psihičko oštećenje radnika nastalo trenutnim djelovanjem bilo kojeg vanjskog faktora na organizam radnika.

Povredna radnja je neplanirana i nekontrolisana radnja, u kojoj se kao posljedica akcije i reakcije predmeta radnje dešava povreda čovjeka.

Većina povreda u rudnicima nastaje u složenim uslovima pod uticajem različitih faktora, vezanih za prirodne i tehnološke uslove, kao i za ponašanje radnika zatečenih u proizvodnom procesu. Ti se faktori pojavljuju kao uslovi, prilike ili kao uzroci, što ovisi o konkretnoj situaciji i karakteru slučaja.

Poznavanje procesa nastajanja povrede je važno za sagledavanje i preduzimanje

mjera prevencije. Svaka nesreća, povreda ili, uopšte rečeno, povredna radnja ima svoju unutrašnju logiku. Svako nesreći pretihode određene okolnosti, koje se mogu nazvati uzrocima i koje izazivaju povrednu radnju.

Prema odredbi člana 125, Osnovnog zakona o rudarstvu, rudarski inspektor je dužan odmah, na licu mjesta, ispitati uzroke smrtnih i grupnih nesretnih slučajeva, a za ostale tjelesne povrede, prema članu 18, Propisa o tehničkim mjerama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima, rudarske organizacije su dužne voditi evidenciju u kojoj se moraju navesti i uzroci. Takva obaveza je u članu 94, Osnovnog zakona o rudarstvu, upućena Službi zaštite na radu.

Prilikom ispitivanja nesreća i tjelesnih povreda obično se navodi samo jedan »pravi« uzrok, što je nepravilno i netačno, jer prema nekim statistikama samo 18,6% nesreća ima samo jedan uzrok, a ostale ih imaju uvijek više.

Nesporazumi postoje i u samom shvatanju pojma »uzrok«. Mnogi ga miješaju sa izvorom i normalno je da prevencija na osnovu krivo interpretiranog uzroka ne može dati željene rezultate.

Uzrok povrede se sastoji od različitih faktora koji dovode do nesigurnog pokreta čovjeka i događaja povrede. Ti faktori se nalaze u samom čovjeku, okolnostima pod kojima radi i prilikama u kojima živi.

Uzrok povrede se može definirati i kao nepravilan postupak od strane čovjeka u uslovima postojanja određene opasnosti.

Gotovo sve klasifikacije dijele uzroke na:

- faktor radne sredine — materijalni
- faktor organizacije rada i
- faktor čovjek.

Problem ocjene uzroka povrede na radu predstavlja najvažnije i ujedno najspornije područje u problematici sigurnosti pri radu. Većina klasifikacija polazi od težnje da se neposredno otkrije samo jedan uzrok, do kojeg je često nemoguće doći. Insistiranje na utvrđivanju »pravog« uzroka vodi ka jednostranom pristupu analizi povrede. Zato

neki autori u praktičnom rješavanju problematike uzroka povreda veću pažnju posvećuju odgovoru na pitanje: kako i na koji način se slična povreda može izbjeći.

### **Mrežno modeliranje proizvodnih situacija pri utvrđivanju uzroka povreda na radu**

Opasne proizvodne situacije, koje završavaju povredom, formiraju se pod djelovanjem različitih faktora: prirodnih, klimatskih, tehničkih, organizacionih i sl. Svaki faktor može biti izvor nekoliko uzroka, koji u različitoj mjeri doprinose stvaranju opasne situacije. Ovaj lanac uzroka međusobno je povezan i uslovljen. Utvrditi uzročni slijed, naći zakonitost, povezanost, ulogu, mjesto i redosljed faktora u procesu formiranja opasne situacije, je zadatak analize svakog nesretnog slučaja i povrede.

Povredna radnja ima stohastički karakter i može se analizirati statističkom obradom.

Nesretni slučaj je složen događaj (proces) koji se odvija u prostoru i vremenu. S druge strane, nesretni slučaj se može predstaviti kao sistem čiji su elementi — međupovezanost uslova, prilika i uzroka slučaja.

Teorija sistema daje efikasan metod ispitivanja složenih dinamičkih sistema na modelima, koji omogućavaju da se utvrde bitne zakonomjernosti vladanja sistema. Za modeliranje složenih procesa u tehnici i ekonomici široku primjenu su, u posljednje vrijeme, našli topološki modeli (mrežni grafikoni). Mrežni grafikoni se koriste kao modeli za programiranje budućeg procesa i služe ciljevima rukovođenja, a predstavljaju kompleks ekonomsko-matematičkih metoda i organizacionih mjera, koje se koriste kod planiranja i rukovođenja kompleksom radnji. Mrežnom modeliranju podvrgavaju se procesi bilo koje složenosti. Opiti su pokazali da se mrežni model može primjenjivati i za retrospektivnu analizu završenog procesa, tj. za grafičko prikazivanje i ispitivanje uzročno-istražnog lanca nesretnog slučaja, jer okolnosti koje izazivaju povrednu radnju (rizik — izvor — pogrešno prenašanje — povredna radnja — povreda) i njihova ovisnost može se izraziti pomoću teo-

rije skupova. Mrežni modeli omogućavaju grafičko prikazivanje kompleksa međusobno povezanih i međusobno zavisnih događaja i radnji koje su dovele do povrede.

Za izradu mrežnog modela treba prvenstveno izučiti i proanalizirati sve uslove pod kojima se dogodio nesretni slučaj, kako neposredno na licu mjesta, tako i na osnovu prikupljenih izvjava povrijeđenog, očevidaca, odgovornih rukovodilaca, kao i na osnovu uvida u uputstva, instrukcije i projektnu dokumentaciju. Nakon utvrđivanja svih uslova, uzroka i pojava treba utvrditi njihove logične veze, kao i redosljed nastajanja pojava koje su prethodile događaju — povredi. Kod formiranja mrežnog modela počinje se obrnutim redoslijedom, tj. od kraja događaja (povrede) i dodaju se pojave koje su joj prethodile, pri čemu se mora striktno pridržavati logičnog reda, tako da se nikad ne može dogoditi da se neka pojava prikaže ispred one koja joj je prethodila.

Elementi mrežnog modela su vektori, koji prikazuju proces nastanka uzroka i njegovu vezu sa uzrokom koji mu je vremenski prethodio. Uzroci ili pojave prikazuju se na mrežnom modelu geometrijskim figurama, najčešće pravougaonicima ili krugovima unutar kojih se upisuje naziv uzroka. Pravougaonikom se označava prvi uzrok u lancu koji je inicirao formiranje opasne situacije, kao i poslednji koji je neposredno izazvao povredu. Ostali uzroci unose se u krugove.

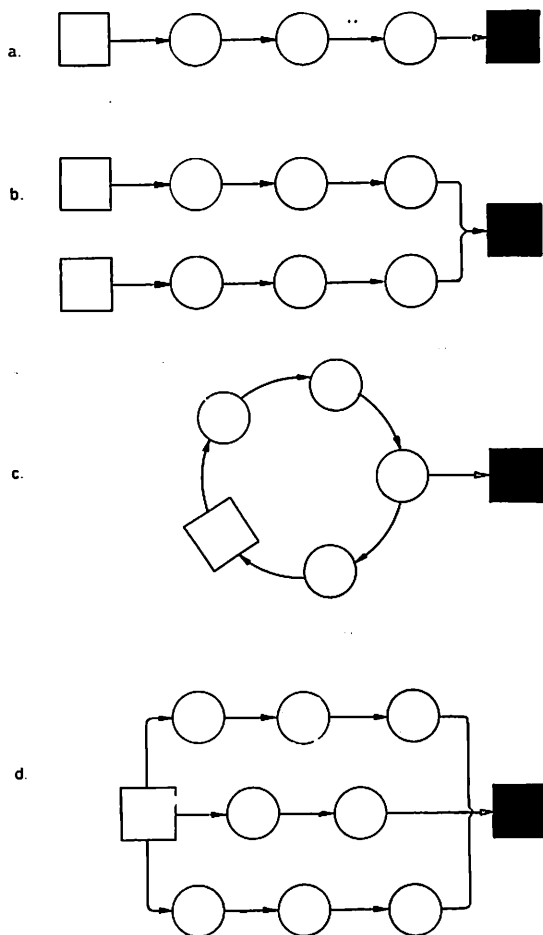
Nakon izučavanja svih prilika pri kojima je došlo do nesretnog slučaja, analizira se svaki uzrok u konstruisanom lancu mreže.

S obzirom da u većini slučajeva uzročni lanac predstavlja složenu i razgranatu mrežu, pri formiranju mrežnog modela, koriste se paralelne i serijske veze između elemenata razne prirode.

Uzroci se dijele na:

- glavne — primarne
- sporedne — sekundarne i
- nužne — uslovne, koji nastaju kao nužna posljedica glavnih.

U praktičnoj primjeni metode mrežnog modeliranja koriste se slijedeća četiri osnovna oblika veze:



Sl. 1 — Klasifikacija osnovnih oblika uzročnih veza  
a- serijski; b- paralelni; c- kružni; d- koncentrični

Abb. 1 — Klassifizierung der Grundformen von Kausalverbindungen a) serienmäßige; b) parallele; c) kreisförmige; d) konzentrische.

— Serijski (slika 1a) — jedan uzrok izaziva drugi; drugi — treći itd. do n-tog, koji dovodi do nesretnog slučaja neposredno;

— Paralelni (slika 1b) — dvije ili više serijskih veza uzroka izazivaju jedan opšti uzrok, koji dovodi do nesretnog slučaja.

— Kružni (slika 1c) — jedan uzrok izaziva drugi, drugi — treći itd. do n-tog, koji udvostručuje prvi itd., dok jedan od njih ne dovede do nesretnog slučaja;

— Koncentrični (slika 1d) — jedan, bilo koji, uzrok je izvor nekoliko uzroka, koji se paralelno razvijaju i izazivaju jedan opšti uzrok, koji dovodi do nesretnog slučaja.

Opisani elementarni oblici uzročnih veza služe u raznim kombinacijama za izradu složenih mrežnih modela.

Primjera radi, u ovom radu su obrađena dva konkretna nesretna slučaja, jedan na površinskom kopu, a drugi u jami, koji su za posljedicu imali smrtne povrede.

#### Primjer nesreće na površinskom kopu »Višća«

Ispred servisne radionice površinskog kopa trebalo je zamijeniti neispravnu strijelu diferencijala kiper — kamiona »haulpak«. Pošto toga dana na poslu nije bio nadzornik zadužen za održavanje kamiona, posao nadzornika je vršio kvalifikovani radnik, koji je na početku smjene odredio dva mlada automehaničara i dva pripravnika da izvrše zamjenu strijele.

Kako servisna radionica nije raspolagala odgovarajućom dizalicom ili uređajem za montažu i demontažu, za podizanje strijele u ležište korišteno je čelično uže kojim je vezana za buldozer i šestougaona čelična poluga, koja je postavljena na šasiju korpe kiper-kamiona. Preko čelične poluge prebačeno je uže, kako bi se obezbijedilo vertikalno podizanje strijele kod pokretanja buldozera. Ovakav rad je tolerisan od uprave iako za njega ne postoji instrukcija, a niti je predviđen postojećim uputstvom o servisiranju vozila »haulpak«.

Prilikom podizanja strijele, naloge vozaču buldozera dovaio je poslovođa. Pošto je uže bilo ekscentrično prebačeno preko šestougaone poluge, to strijela nije podignuta centrično u prvom pokušaju, te je spuštana na zemlju i pomaknuta u potrebni položaj. Pomicanje su izvršili automehaničari koji su se, navodno, nakon te operacije povukli ispred kamiona. Nakon primljenog obavještenja da su se ljudi povukli, poslovođa je dao znak vozaču buldozera da krene i zadržao ga kada je smatrao da je strijela dovoljno podignuta. Kada je prišao da se u to uvjeri, primjetio je priklještenu glavu nesrećenog radnika između strijele i šasije kamiona.

Svi svjedoci tvrde da ih je poslovođa upozorio prije pokretanja buldozera da se povuku dalje od kamiona i da su to učinili, ali niko ne zna kako je nesrećeni dospio u ugroženi prostor (opasni prostor).

Na kontrolnim ispitima iz poznavanja propisa o zaštiti na radu povrijeđeni nije zadovoljio i bio je vraćen na popravni ispit.

Prema dosadašnjoj praksi utvrđivanja uzroka za ovu smrtnu povredu, najvjerojatnije bi naveli: lakomislen postupak ili nepridržavanje propisanih mjera zaštite.

Primjenom metode mrežnog modeliranja, utvrđeno je sljedeće:

povrijeđeni se u momentu podizanja i pomjeranja strijele nalazio u opasnoj zoni jer se strijela pomjerala iz centričnog položaja.

Strijela je ekscentrično obješena jer su tu operaciju obavljali mladi i neiskusni radnici, među kojima nije bilo radnika sposobnog za rukovođenje radnom grupom i zato što poslovođa nije provjerio zavješene strijele, kao i zato što za takav rad nije postojala instrukcija.

Usljed neznanja ili nesavjesnog rada zamjenika nadzornika na održavanju kami-

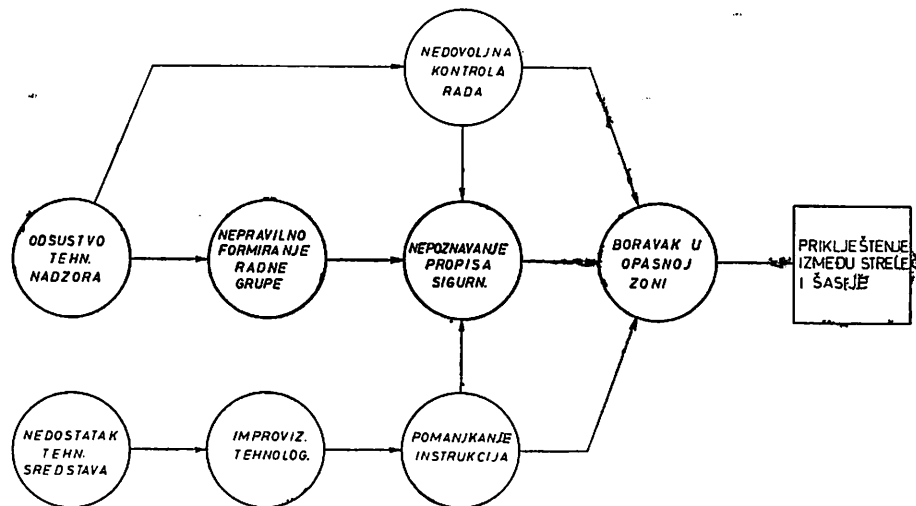
ona (KV radnik), formirana je grupa mladih i neiskusnih radnika — nedovoljno stručnih.

Prema izjavama svjedoka, nadzornik nije nijedanput obišao radnu grupu u toku smjene niti kontrolisao njihov rad.

Usljed nedostatka odgovarajućih sredstava za rad, došlo je do improvizacije procesa zamjene strijele.

Nakon tako određenog logičnog redosljeda događaja koji su prethodili povredi, mrežni model ima oblik prikazan na slici 2.

Kako je prikazano, elementi događaja »nesretni slučaj« i njihove uzročne-istražne veze određuju se u toku istraživanja uz primjenu čitavog arsenala oprobanih metoda. U vezi s tim, u toku formiranja modela postaje jasno koji elementi ili veze nijesu objašnjeni ili su netačno utvrđeni. Postoji mogućnost izrade i nekoliko verzija jednog te istog slučaja i njihovo upoređivanje, tj. utvrđivanje najvjerojatnije.



Sl. 2 — Mrežni model opasne proizvodne situacije, koja je izazvala nesretni slučaj u površinskom kopu.

Abb. 2 — Netzmodell der gefährlichen Produktionssituation, durch die ein Unglücksfall im Tagebau hervorgerufen wurde.



Nakon izrade mrežnog modela, prelazi se na svestranu analizu uzroka, koja opet omogućava potpuno rješenje prve tri zadaće istraživanja povrede (uslove koji su doveli do rada u opasnoj zoni, neposredne izvore, tehničke i organizacione uzroke slučaja i odgovorna lica za bezbjedno izvođenje radova na mjestu događaja), kao i ocjenu djelovanja lica, njihovog vladanja i odgovornosti za nesretni slučaj. Glavni cilj analize ostaje i nadalje razrada mjera za sprečavanje sličnih slučajeva.

Prilikom istraživanja uzroka nesretnog slučaja utvrđeno je da se montaža i demontaža strijele i ranije vršila pomoću priručnih sredstava na opisani način i bez odgovarajućih uputstava za rad.

Mjere zaštite: nabavka odgovarajućih sredstava za rad i razrada detaljne instrukcije sa kojom moraju biti upoznati svi zainteresovani radnici.

Formiranje neodgovarajuće radne grupe od mladih i neiskusnih radnika rezultiralo je iz nesavjesnog izvršenja dužnosti od strane zamjenika nadzornika održavanja kamiona, koji nije provjerio sastav radne grupe, nije odredio odgovarajućeg radnika za koordinaciju — koji je upoznat sa mjerama zaštite za obavljeni posao, kao i sa opštim mjerama zaštite pri radu na održavanju vozila. Mjere zaštite: za nadzornike se mogu odrediti samo iskusni i dovoljno stručni radnici sa potrebnom školskom kvalifikacijom. Kroz uputstva za rad mora biti određeno ko može biti vođa grupe i koordinator rada u grupi, kao i ko može sačinjavati radnu grupu.

Prema tome, glavni — primarni uzroci nesreće su: pomanjkanje sredstava za rad, nedostatak instrukcije za rad i formiranje neiskusne i nedovoljno stručne grupe za obavljanje zamjene strijele na kiper-kamionu.

Sekundarni — sporedni uzroci su: nedovoljna kontrola rada od strane poslovođe, nepoznavanje mjera zaštite pri radu od strane povrijeđenog.

Nužni — uslovljeni uzroci su: improvizacija procesa zamjene strijele i boravak u opasnoj zoni.

#### **Primjer nesreće u jami »Đurđevik«**

Na vrhu uskopa br. 7A, koji je izrađen uz podinu ugljenog sloja pod nagibom od  $38^\circ$  i povezuje kote 168,5 i 200,3, pojavio se

u vertikalnoj vezi jamski požar uslijed samozapaljenja zaostalog uglja. Ukupna debljina ugljenog sloja iznosi oko 24 m. Izdanak ugljenog sloja je ranije otkopan površinskim kopom do kote 230 m.

Kontakt sa površinskim kopom nije dovoljno izoliran i često je predstavljao potencijalnu opasnost od samozapaljenja uglja. Poteškoću u pogledu otkrivanja požara u ovoj jami je predstavljala i činjenica što su požarni gasovi, uslijed požarne depresije, odlazili kroz kontaktnu zonu na površinu i nisu zagađivali jamsku atmosferu.

Istočno od uskopa vršeno je probno otkopavanje novom otkopnom metodom sa podsijecanjem i točenjem uglja. Prvim zahvatom eksploatisan je ugalj iznad kote 204,5 m. Podinski hodnik prvog zahvata bio je povezan sa vrhom uskopa kratkom vertikalnom vezom dužine 4 m. Široko čelo prvog zahvata, kojim se podsijeca natkopni ugalj, zaustavljeno je gotovo iznad same vertikalne veze, a točenje uglja na 7 metara od te veze (slika 3).

Zbog forsiranja radova na II zahvatu, nije istočen sav ugalj I zahvata i ostalo je dosta zdrobljenog uglja u prostorijama I zahvata.

Zapadno od uskopa sloj je eksploatisan klasičnom »Radinskom otkopnom metodom« sa horizontalno postavljenim čelima. Ugljeni sloj, zapadno od uskopa, otkopan je do kote 193 m s tim što su čela zaustavljena na 5—10 m od uskopa.

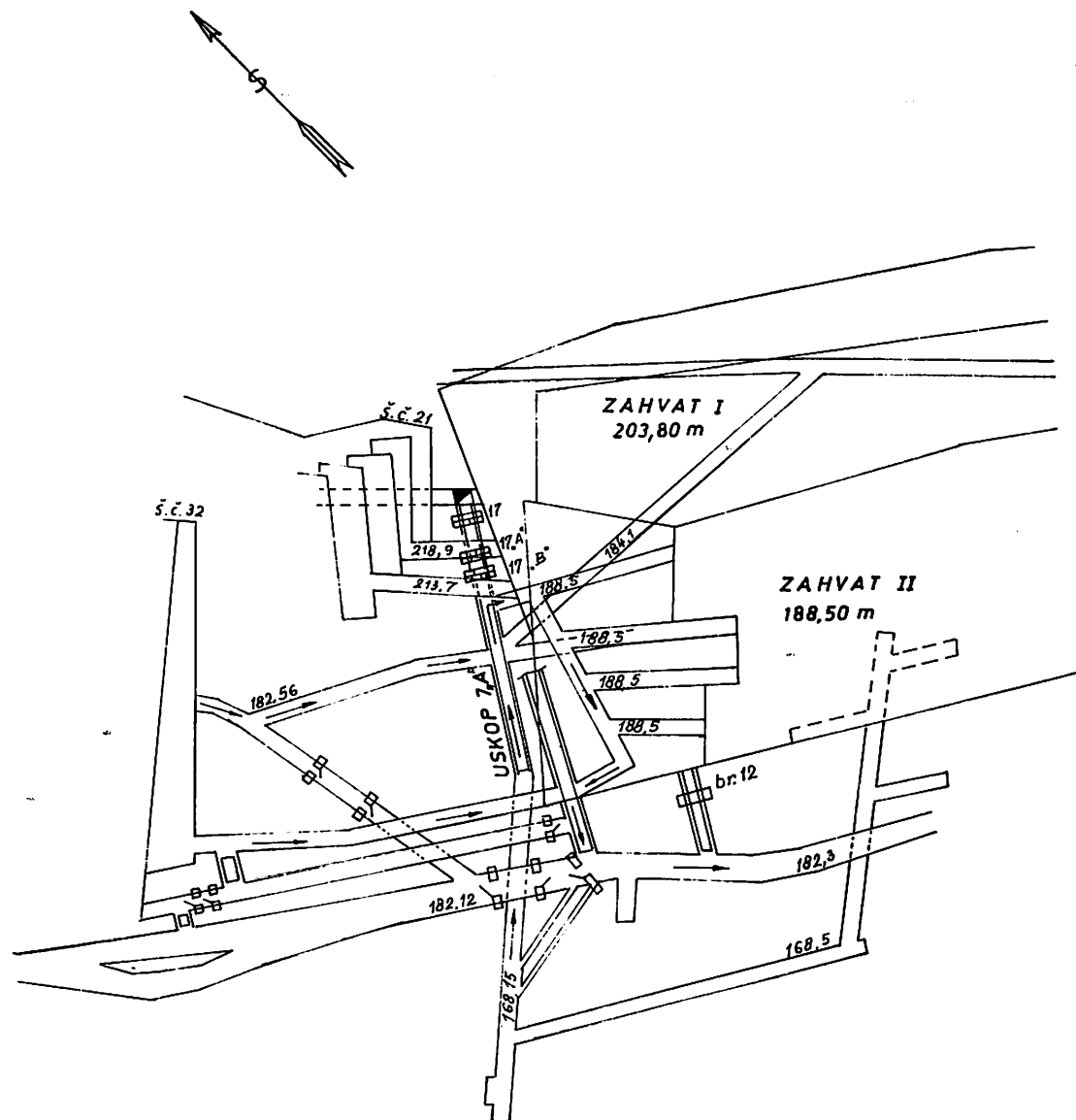
Drugim zahvatom probne otkopne metode poduhvaćen je ugalj iznad kote 188,5 m. Široko čelo II zahvata zaustavljeno je nakon pojave požara na udaljenosti od uskopa od 2 do 5 m. Tako je stvoren uzak zaštitni stub oko uskopa, koji je uslijed pritiska zdrobljen.

Radovi na točenju uglja vršeni su, sve do momenta nesreće, u četiri smjerna hodnika na koti 188,5 m, a nalazili su se na oko 25 m od uskopa.

Uskop poprečnog presjeka  $2,4 \times 2,0$  m služio je za prolaz ljudi između kota 182,5 i 188,5 m, i dovod svježeg vazdušne struje na radilišta probne otkopne metode. Podgrađen je drvenim trapeznim okvirima sa stupcima u sredini. Jedna polovina uskopa je služila za spuštanje uglja na kotu 168 m i bila je drvenom pregradom odvojena od prolaza za ljude.

Uskop je izrađen u julu 1972. godine. U oktobru 1972. godine završeni su radovi na točenju uglja iz I zahvata kada je postavljena i prva omalterisana drvena pregrada br. 17 na vrhu uskopa, u blizini vertikalne veze.

Krajem decembra 1972. godine, uslijed približavanja širokog čela II zahvata uskopu, dolazi do pucanja i oštećenja drvene pregrade, o čemu prima obavijest tehnički rukovodilac jame raportne knjige. Pregrada se



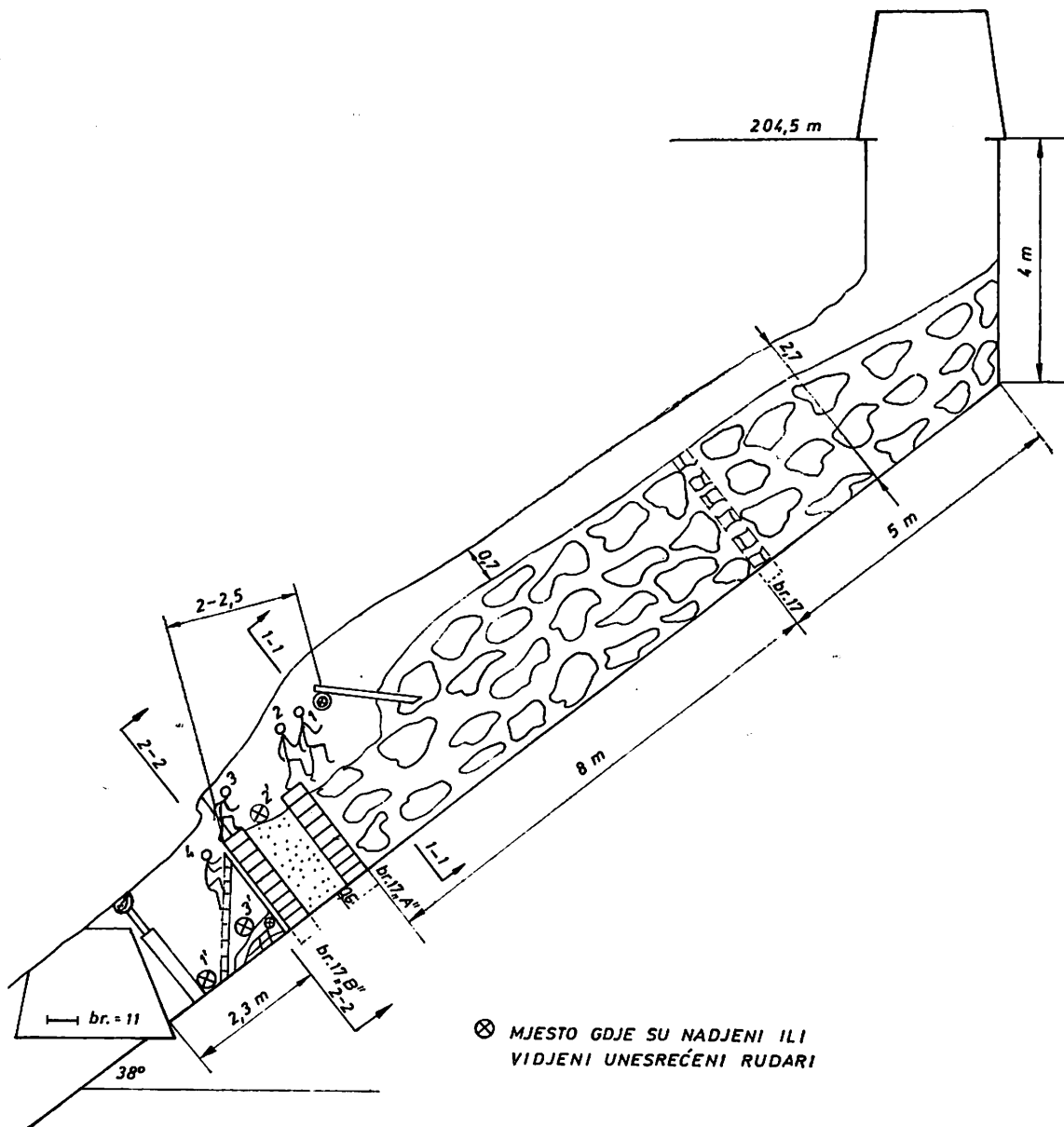
Sl. 3 — Situacioni plan dijela jame Đurđevik dana 29. januara 1973. godine.  
 Abb. 3 — Situationsplan des Grubenteiles von Đurđevik am 29. Januar 1973.

provizorno popravlja, ali zbog miniranja i akumulacije pritiska, praktično je stalno oštećena i propušta vazduh.

Dana 5. januara 1973. godine poslovođa smjene obavještava da se oko 22 sata i 30

minuta pojavila vatra iza pregrade br. 17 i to otvorena, kojom je zahvaćena i sama pregrada.

Gašenje vatre vodom i točenje užarenog uglja (aktivni zahvat) vrši se u dane 6. i 7.



Sl. 4 — Profil uskopa 17A dana 29. januara 1973. godine.

Abb. 4 — Profil der Schrägstrecke 17A am 29. Januar 1973.

januara, a zatim se pristupa izgradnji zidane pregrade br. 17 neposredno uz oštećenu drvenu pregradu. Pregrada je dovršena 10. I 1973. godine.

Dana 11. januara u sve tri smjene vrši se ubacivanje ugljen-dioksida iza pregrade, a u trećoj smjeni se konstatira da se požar ne stišava i da se temperatura vazduha iza pregrade popela na 50° C.

Dana 12. januara pristupa se izgradnji pregrade br. 17 A, i to 8 m ispod pregrade br. 17, koja se završava 18. januara, kada se pokušava i dalje gasiti požar ubacivanjem vode i ugljen-dioksida iza pregrade, a temperatura između pregrada dostiže 70° C.

Odmah po završetku pregrade br. 17 A, pristupa se izradi pregrade br. 17 B u neposrednoj blizini, a slobodan prostor između pregrada se zapunjava glinom. Pregrada br. 17 B je završena 24. januara. Prema izjavama, izrada pregrada je dugo trajala zbog pomanjkanja potrebnog građevinskog materijala.

Od 24. do 27. januara nije rađeno na sanaciji požara, jer se računalo da je požar lokaliziran.

Dana 27. januara u II smjeni požar se pojavio u stropu pregrade br. 17 B. Tehnički rukovodilac jame obilazi požar, naređuje premazivanje glinom progorjelo mjesto i ugovara sa tehničkim rukovodiocem rudnika sastanak štaba za 28. januar.

Štab se sastaje i određuje tri inženjera za rukovodioce akcije na sanaciji požara, tri vjetrena nadzornika za kontrolu gasova i zadužuje glavnog inženjera da pripremi teren za lokaciju bušotine na površini, preko koje treba izvršiti zamuljivanje.

Da bi se omogućio rad na II zahvatu, štab naređuje otvaranje pregrada br. 17 A i 17 B, hlađenje vodom i točenje žara iza pregrada, izradu novih usjeka i nadoziđivanje progorjelih pregrada.

Dana 28. i 29. januara u I smjeni otvorene su pregrade, ispuštena izvjesna količina izgorelog i ohlađenog materijala i postavljena je drvena greda sa zalogom na oko 2 m iznad pregrada br. 17 A i 17 B. Ova baraža je trebalo da zaštiti članove čete za spasavanje od užarenog kotrljajućeg materijala. Izgorjeli materijal ispod grede je potkopan — djelimično očišćen u I smjeni, 29. januara sa namjerom da se napravi mjesto za postavljanje još jedne grede prema podu, koja bi služila kao osiguranje izrađene baraže. Prema tome, prirodno formirana kosina ža-

ra je potkopana (slika 4). Na kraju I smjene postavljen je i vatrogasni šmrk uz desni bok zaloga, kojim se hladio užareni ugalj uz desni bok uskopa, prema širokom čelu II zahvata.

Dana 29. januara ekipa II smjene nije zamijenila ekipu I smjene na požaru, tj. na licu mjesta, a nije ni sreća ekipu I smjene, jer je ta ekipa napustila radove na sanaciji požara oko 14,30 sati, pa, prema tome, ekipa II smjene nije ni bila upoznata sa stanjem u požarnoj zoni. Osim toga, ekipa je došla na mjesto požara bez rukovodioca akcije, koji je ostao da primi raport od I smjene. U ekipi II smjene nije bilo ni vođe ekipe, već je poslovođa odredio jednog od članova za vođu ekipe.

U namjeri da osmotre stanje požara, tri člana ekipe su ušla u požarni prostor iza pregrada br. 17 A i 17 B, a jedan (četvrti) član ekipe je stajao na stepenicama preko kojih se ulazilo iza pregrada.

Odmah po ulasku ekipe u požarni prostor, došlo je do naglog obrušavanja užarenog uglja niz uskop i preko pregrade, kao i do zatrpavanja tri člana ekipe koji su smrtno stradali. Jedino se uspio spasiti četvrti član ekipe koji se u momentu nesreće nalazio na stepenicama, povlačenjem u hodnik na koti 182,5 m.

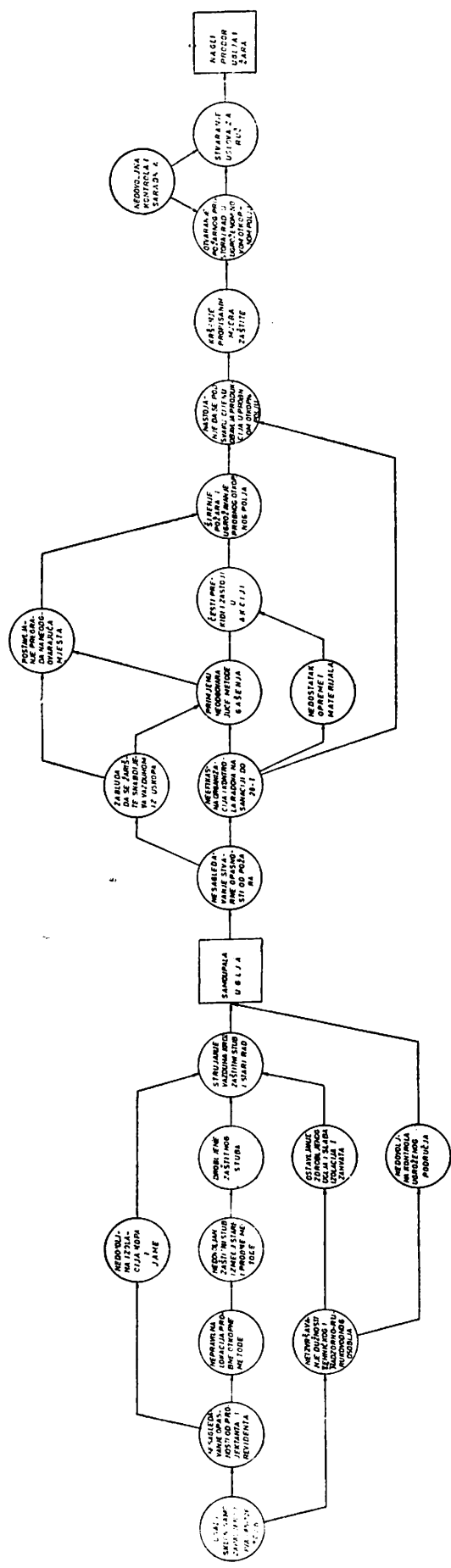
Požarni gasovi, dim i plamen, nakon obrušavanja užarene mase, prodiru preko separatnih ventilatora, montiranih u uskopu, i vjetrenih cijevi na aktivna radilišta II zahvata probne otkopne metode i nanose lakše i teže tjelesne povrede (trovanje i opekotine) dvadesetorici radnika koji su se zatekli na tim radilištima.

Iz opisanog proizilazi da bi nesreća bila jednostrano i nestručno interpretirana ukoliko bi se nastojalo utvrditi jedan »pravi« uzrok, već da je ona posljedica niza uzroka, uslova i prilika, koji su doprinijeli njenom nastanku. To najbolje ilustrira mrežni model konstruisan na bazi opisanih kriterija i činjenica.

Iz opisa hronologije nastanka požara i nesreće proizilazi da su:

— glavni uzroci samozapaljenja uglja — ostavljen zdrobljeni ugalj, kao i slaba izolacija I zahvata probne otkopne metode, nedovoljna izolacija jame od površinskog kopa i nedovoljna kontrola ugroženog područja;

— sporedni uzroci — nepravilna lokacija probne otkopne metode i neizvršavanje du-



Sl. 5 — Mrežni model opasne proizvodne situacije, koja je izazvala jamski požar i kolektivnu povredu.

Abb. 5 — Netzmodell der gefährlichen Produktionssituation, die einen Grubenbrand und eine kollektive Verletzung herbeigeführt hat.

žnosti tehničkog i nadzornog rukovodnog osoblja, koje se ogleda u ostavljanju zdrobljenog uglja u dijelu prostorija I zahvata i nedovoljna izolacija istih;

— nužni (uslovljeni) uzroci — nedovoljan zaštitni stub između stare i probne otkopne metode, što je dovelo do drobljenja stuba, a ovo je omogućilo strujanje vazduha kroz stari rad i zaštitni stub.

Širenje požara i ugrožavanje radilišta probne metode nastali su zbog nesagledavanja stvarne opasnosti od požara, a kroz to tolerisanje prekida i zastoja u akciji sanacije, kao i primjene neodgovarajuće metode gašenja požara. Postavljanje požarnih pregrada na neodgovarajućim mjestima je uslovljeni uzrok proistekao iz zablude da se žarište snabdjeva vazduhom iz uskopa i primjene neodgovarajuće metode gašenja požara.

Zbog nastojanja da se, po svaku cijenu, nastavi otkopavanje u probnom otkopnom polju i nade da će se požar forsiranjem širokog čela II zahvata zaobići i potkopati, donosi se odluka da se otvore pregorjele požarne pregrade 17 A i 17 B, bez obzira na opasnost koju predstavlja užareni ugajl iznad radnika u uskopu nagiba 38°. Otvaranjem pregrada, postavljanjem provizorne brane i potkopavanjem materijala iza pregrada stvoreni su uslovi za ruč, tj. ispod drvene grede stvorena je stepenica u prirodnoj kosini, tako da se požar rasplamsava a voda zasićuje materijal i ugrožava stabilnost kosine, uslijed čega dolazi do naglog prodora užarenog materijala i zatrpavanja ekipe koja je radila na sanaciji požara.

Iz izloženog proizilazi da se unesrećeni ne mogu smatrati jedino odgovornim za nesreću (kao KV radnici i iskusni članovi čete za spasavanje), jer su prije njihovog dolaska na mjesto nesreće stvoreni uslovi za nesreću, a sa kojima nijesu bili upoznati.

Mrežni model jasno pokazuje tri primarna uzroka grupne nesreće: otvaranje požarnog prostora, stvaranje uslova za ruč i nedovoljna kontrola i saradnja.

Na osnovu ovog mrežnog modela, na isti način kao i u prvom primjeru, mogu se odrediti preventivne mjere za sprečavanje sličnih nesreća, a to i jeste i glavni cilj ispitivanja uzroka nesreća.

Na bazi detaljnog istraživanja uzroka velikog broja nesretnih slučajeva, kao i opi-

sanih nesreća, metodom mrežnog modeliranja utvrđene su opšte zakonomjernosti, strukture i dinamika faktora koji formiraju nesretni slučaj:

— Nesretni slučaj predstavlja složen događaj, koji se sastoji iz niza elementarnih događaja;

— Elementarni događaji nalaze se u uzročno-istražnoj vezi i obrazuju paralelno-serijske lance;

— Za konačni događaj (povredu) neophodno je i dovoljno postojanje u vremenu i prostoru dva događaja: djelovanje opasnog faktora i nalaženje radnika u opasnoj zoni i obrnuto — za sprečavanje povrede neophodno je i dovoljno isključiti jedan od navedenih događaja;

— Elementi mogu nastupiti kao uzroci (uzročni elementi) i tada se oni nalaze s nizom elemenata koji stoje u determinisanoj vezi ili nastupaju kao uslovi i tada njihova veza sa drugim elementima ima korelacioni karakter;

— Prekid jedne od veza između elemenata, isključuje djelovanje svih elemenata iza te veze u mreži;

— Zajedno s uzročnim procesima, koji predstavljaju procese ili djelovanje ljudi, postoje i uzroci kakvoće (na primjer, nedostatak ograde, nedovoljan nivo zvučne signalizacije itd.). Za odstranjivanje prve grupe uzroka potrebne su organizaciono-tehničke mjere, a za likvidaciju druge grupe — tehničke mjere.

— Svi elementi po prirodi nastanka mogu biti razvrstani u tri grupe:

— prirodni faktori, koji su određeni rudarsko-geološkim uslovima rada,

— tehnički faktori, koji su određeni tehnikom i tehnologijom rada i

— subjektivni faktori, koji su određeni djelovanjem ljudi zatečenih na radu.

## Zaključci

U članku su namjerno obrađene dvije najnovije nesreće uvjetovane velikim brojem uslova i uzroka, jer se željelo ukazati na prednosti mrežnog modeliranja pri ispitivanju nesreća, kao i da se ukaže na činjenicu da odgovornost za nesreću ne mogu uvijek snositi samo povrijeđeni, već i daleko širi krug rukovodećih ljudi, koji su u posljednje

vrijeme obično zaštićeni od odgovornosti dobro sročnim odredbama u pravilniku o zaštiti na radu radne organizacije.

Na osnovu istraživanja opisanih nesretnih slučajeva, proizilazi da se prednosti mrežnog modela nad ustaljenim metodama istraživanja uzroka nesreća sastoje u slijedećem:

— mrežni model opasnih proizvodnih situacija dozvoljava zorno prikazivanje uzajamnih veza i redosljeda pojavljivanja uzroka, koji dovode do nesretnih slučajeva ili udesa;

— izrada mrežnog modela opasnih situacija omogućava šire i detaljnije izučavanje uslova nastanka nesretnih slučajeva i pojave uzroka;

— mrežni model omogućava tačno klasičiranje svih uzroka koji su izazvali povredu ili udes;

— pomoću mrežnog modela mogu biti proanalizirane moguće varijante razmatrane situacije i utvrđene preventivne mjere;

— mrežni model se u daljnjoj razradi može lako pretvoriti u mrežni plan radova na likvidaciji nastalih udesa;

— mrežni model omogućava i iznalaženje odgovornosti pojedinih lica i organa.

Želja je autora da ovo otvoreno iznošenje podataka o opisanim nesrećama podstakne i ostale stručnjake za zaštitu da kroz časopis »Sigurnost u rudnicima« analiziraju nesreće u njihovim radnim organizacijama i na taj način upoznaju širok krug zainteresovanih sa metodama i mjerama koje se postižu na polju sprečavanja nesretnih slučajeva. Povremene analize karakterističnih povreda kroz časopis, mogu značajno uticati na smanjenje broja tjelesnih povreda i nesreća.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Bestimmung der Ursachen der Arbeitsunfälle bei Netzmodellierung der Betriebssituationen

Dipl. ing. I. Jakovac — Dipl. ing. M. Vukić\*)

Es werden die Unfallursachen untersucht. Auf das nicht rechtzeitige Unternehmen der Massnahmen hingewiesen und dadurch die Schuld auf den Verunglückten umgewälzt. Die Vorzüge der Netzplantechnik und des Netzmodells bei der Untersuchung der Unfallursachen.

## Literatura

1. Ačin, V. A., 1971: Setevoie modelirovanie proizvodstvennoj situaciji pri rasledovanii pričin nesčasnogo slučajaja. — Bezopasnost truda v promišlennosti br. 6.
2. Frenkel, J. M., 1972: O setevoj modeli nesčasnogo slučajaja. — Bezopasnost truda v promišlennosti br. 3.
3. Trampuž, I.: Predavanja za studente Rudarskog fakulteta, Beograd.
4. Švajger, J., 1971: Zaštita na radu, teorija i praksa. — Niš.
5. Severin, R., 1973: Metodika statistike nastajanja povreda. — Sigurnost u rudnicima br. 2, Rudarski institut — Beograd.
6. Vorobjev, B. M., 1971: Metodi setevogo planirovanija i upravljenja v ugl'noj promišlennosti — »Nedra«.

\*) Dipl. ing. Ivan Jakovac, republički rudarski inspektor — Sarajevo.  
Dipl. ing. Milutin Vukić, glavni rudarski inspektor SR BiH — Sarajevo.

# Poremećaj prometa vode i soli kod ljudi izloženih povišenim termičkim uslovima

Dr Živko Stojiljković — dr Boris Piroškov

*Poremećaji prometa vode i soli kod fizičkog rada, a posebno u uslovima rada rudara, su veoma značajni i bitno utiču kako na radnu sposobnost, tako i na celokupno zdravstveno stanje radnika u rudnicima.*

Promet vode i soli u organizmu, na prvom mestu, zavisi od njihovog unošenja, odnosno izlučivanja, a pod bitnim je uticajem faktora spoljne sredine.

Kod rudara, ovaj uticaj spoljne sredine ispoljava se na različite načine, zavisno od osnovnog načina rada na kopu. U osnovi razlikuju se dva vida opterećenja radom kod rudara:

- uticaj meteoroloških faktora kod spoljnih otkopnih radova i
- mikroklimatski uslovi rada unutar jame.

Od mnogih elemenata, kako meteoroloških faktora, tako i mikroklimatskih uslova, bitnu ulogu u prometu vode i soli kod rudara igra toplota i svi oni činioci koji utiču na termoregulacione mehanizme organizma.

Zbog toga, najpre će biti iznete činjenice iz ovog važnog poglavlja.

## Problemi termičkog stresa i strejna

Termoregulacija je automatsko održavanje stalne telesne temperature čoveka, kao homeotermnog živog bića, tj. takvog čija se  $t^{\circ}$  ne menja pod uticajem spoljnih faktora.

U termoregulaciji važnu ulogu igra razmena toplote između našeg tela i okoline. Faktori koji utiču na tu razmenu su sledeći:

- $t^{\circ}$  vazduha
- vlažnost vazduha

- brzina strujanja vazduha
- $t^{\circ}$  čvrstih tela u okolini.

Razmena toplote između našeg organizma i okoline vrši se na sledeće načine:

- kondukcijom, tj. direktnim kontaktom sa čvrstim, tečnim ili gasovitim telima. Kondukcijom se odaje u spoljnu sredinu svega 2—3% celokupne toplote stvorene u organizmu,
- konvekcijom, tj. prenošenjem toplotne energije strujanjem, pomoću vetra ventilatora. Na taj se način odaje od 15% do 70% (pri jakoj vetru),
- zračenjem, tj. odavanjem toplote elektromagnetnim talasima. Ovo se odigrava direktnim dodiranjem sa čvrstim telima. Čovečiji organizam može zračenjem da gubi od 45 do 60% ukupne toplote,
- isparavanjem. To je jedan od najvažnijih načina termoregulacije i sastoji se u gubljenju toplote putem znojenja (vidljivog i nevidljivog) sa površine kože i disanjem. Zbog važnosti ovog načina termoregulacije kod rudara, isparavanje, odnosno znojenje biće posebno detaljno opisano,
- zagrevanjem udahnutog vazduha, što ima manji značaj. Na taj način se gubi oko 3% ukupne toplote stvorene u organizmu,
- putem izmeta i mokraće. Ovo ima čisto fiziološki značaj, jer na njega ne utiču meteorološki ni drugi faktori sredine. Ovim putem se izgubi oko 2% ukupne proizvedene toplote.



Uticaj vode i soli na termoregulaciju je višestruk i manifestuje se različito na organizam ljudi. Tako, na primer, naglo izlaganje toploti prouzrokuje nadražaj centra za regulaciju temperature. Ovo se dešava preko impulsa koji dolaze od receptora kože, kao i putem porasta  $t^{\circ}$  krvi. Neposredni učinak je vazodilatacija. Cirkulatorni sistem delom gubi mogućnost da preda  $O_2$  tkivima zbog toga, jer krv dolazi u većoj količini u kožu, kako bi se izdala što veća količina toplote.

Na taj način, zbog vazodilatacije, dolazi do pada krvnog pritiska i refleksno se povećava srčana frekvencija, a laki nedostatak  $O_2$  nadražuje respiratorni centar. Pojačana srčana frekvencija povećava minutni volumen srca, iako sistolički volumen ne mora biti povišen. Pojačana ventilacija pluća dovodi do znatnog pada  $CO_2$  u alveolama — što može dovesti do alkaloze. Osim toga, u krvi dolazi do povećanja volumena, porasta plazminih belančevina i do povećanja broja crvenih krvnih zrnaca. Kombinacija slezine i vazokonstrukcija u abdominalnim organima uzrok su povećanom volumenu krvi. Ova dva učinka suzbijaju dobrim delom pad krvnog pritiska, koji nastaje usled vazodilatacije. Osoba koja nije sposobna da se na opisani način prilagodi, podleže različitim poremećajima, koji se manifestuju vrtoglavicom, opštom slabošću i sl. Ukoliko se započne neki mišićni rad za vreme napora cirkulatornog aparata, kada se krv nalazi u toku skretanja prema koži, postiže se takav učinak kao da je opterećenje kod rada povećano za 1—2 puta. Kod ljudi opšta slabost i iscrpljenost zbog visoke temperature pripisuje se pojačanom gubitku vode i soli putem znoja, kao i istovremeno povećanom naporu cirkulatornog sistema.

Prilikom ispitivanja ljudi koji su radili na pustinjskoj temperaturi od  $53^{\circ}C$  (1, 2, 3, 5) uz određenu ishranu, nađeno je da veći napor dovodi do većeg gubitka soli po zapreminskoj jedinici znoja. Osim toga, samo znojenje, a samim tim i gubitak soli, jače su izraženi pri radu na suncu nego u hladu.

Frekvencija pulsa predstavlja pouzdani kriterijum za ocenu preopterećenosti cirkulatornog aparata kod ljudi koji rade na velikoj toploti. Ona raste sa temperaturom, stepenom dehidratacije i težinom rada.

Od posebne je važnosti istaći, da se jednaki ukupni napor može podneti samo pri raznim kombinacijama rada i dehidratacije. Ako se čovek kreće u toploj sredini oko 4 časa i pri tome ne pije vodu, njegova rektalna temperatura i frekvencija srca porastu približno u toj meri, koliko izgubi na težini zbog gubitka vode. Na osnovu ovoga, moguće je predvideti koliko se čovek može dugo kretati kod određene temperature, dok ne dostigne tačku iscrpljenja. Uzroci iscrpljenosti kod radnika koji rade u toplim pogonima mogu se pripisati poremećaju ravnoteže nastale usled preteranog gubitka vode, a naročito soli. Kod gubljenja soli iz organizma učestvuju dva faktora, i to: znojne žlezde koje nisu u stanju da zadržavaju so kada su telesne zalihe smanjene, (pošto kod čoveka ne postoji prirodni nagon za soli) i putem bubrega.

Prema tome, pod uslovima teškog fizičkog rada u toploj sredini, u telu se smanjuje količina soli putem znojenja, a da pri tome u organizmu ne deluje neki mehanizam »gladi« koji bi nadoknadio taj gubitak. Svaki gubitak vode prouzrokuje izvestan porast rektalne temperature i pulsa, izvesno smanjenje znojenja, a može dovesti i do onesposobljavanja zbog iscrpljenja dehidratacijom. Davanjem vode u količini jednakoj količini izgubljenog znojenja sprečavaju se sve ove nepoželjne promene.

Individualne varijacije u koncentraciji znoja su vrlo velike i ne mogu se pripisati ni dobu starosti, niti fizičkoj kondiciji, ni svojstvima krvi. Kod nekih ljudi opažaju se hronične posledice vrućine, čak i kada su sekrecija znoja i regulacija toplote nedovoljne, dok drugi pokazuju izrazitu sposobnost ka adaptaciji na vrućinu.

Prilikom početnog izlaganja toploti, kapilarna cirkulacija je nesvrishodna, hlađenje krvi nedovoljno, vraćanje venozne krvi iz kože u srce, takođe, nedovoljno, što sve izaziva nelagodnost, povišenu rektalnu temperaturu, nedovoljno znojenje, visoku temperaturu kože i veliku frekvenciju pulsa. Kod čestih izlaganja toploti centri u Hipotalamusu postižu bolji nadzor nad mrežom kožnih kapilara, a karakteristični poremećaji ravnoteže svedeni su na minimum. Pre adaptacije na toplotu (aklimatizacije) i druge mikroklimatske faktore — većina ljudi je izložena pravom deficitu vode, čak i ako

imaju na raspolaganju veće količine vode. Nakon potpune aklimatizacije, uzimanje vode kako za vreme rada, tako i po ekspoziciji toploti, približava se sve više jačini znojenja, iako uvek postoji nedostatak vode, koji se može nadoknaditi nakon završetka rada. Međutim, u toploj, a vlažnoj sredini, čovek je lišen dvaju mehanizama za otpuštanje toplote, i to: zračenja i naročito isparavanja. Kada je temperaturna razlika ili vrlo mala ili je uopšte nema, a vazduh skoro potpuno zasićen vlagom, atmosfera ne može da primi niti dovoljno toplote niti vlage. Pod takvim uslovima oseća se opšta slabost i nelagodnost. Jedino fiziološko olakšanje jeste smanjeno stvaranje toplote. Ovakvo stanje direktno utiče na smanjenje radne sposobnosti u rudarskim pogonima.

Na osnovu izloženog, možemo da konstatujemo sledeće: da stalno održavanje telesne temperature kod čoveka zahteva aktivnu adaptaciju organizma pri stvaranju i odavanju toplote, kao i da nedovoljna adaptacija kardiovaskularnog sistema, velika relativna vlažnost vazduha i, uopšte uzev, nedostatak aklimatizacije organizma utiču na prekomerno znojenje, usled čega dolazi do poremećaja u organizmu zbog nedostatka vode i soli, a samim tim i do pojave termalnog stresa.

### Dehidratacija

Dehidratacija predstavlja nedostatak ili gubitak telesne tečnosti. Međutim, ovaj izraz nije dovoljno precizan, jer organizam sa vodom obično gubi i soli (NaCl). Najčešće postoji nedostatak kako vode tako i soli, pošto je metabolizam ova dva jedinjenja usko povezan. Zbog toga se može reći da poremećaj metabolizma vode izaziva istovremeno i poremećaj metabolizma soli i obratno.

**Metabolizam vode.** — Voda čini preko polovine telesne težine, sa izvesnim odstupanjima zavisno od doba starosti i ishranjenosti. Takođe, različit je sadržaj vode u pojedinim tkivima i organima.

Fiziološka uloga vode u organizmu može se ukratko izneti u sledećem:

a) Voda je kao rastvorno sredstvo redovan i neophodan sastojak ćelija i tkiva. U njoj su mnoge suspenzije rastvorene u vidu pravih rastvora ili kao koloidi-emulzoidi;

b) Ona je neophodna za raznovrsne životne procese kao varenje, lučenje, resorpciju — koja se inače ne može obavljati bez vode.

c) Kao sastojak krvi i limfe voda učestvuje u prenošenju hranljivih materija.

d) Ona učestvuje u termoregulaciji (primanjem toplote iz organizma i gubljenjem iste putem znoja).

Potreba za vodom je različita i zavisi od načina ishrane, fizičke aktivnosti, spoljašnje temperature itd. Srednja dnevna potreba za vodom kod odrasle osobe koja ne radi teške fizičke poslove i ne boravi na visokoj spoljašnjoj temperaturi, iznosi oko 40 g vode na 1 kg telesne težine za 24 časa, tj. 2800 do 3000 ml. Od toga, polovina se unosi pijenjem tečnosti, a druga polovina sa hranom i sintezom u organizmu za vreme oksidacionih procesa.

Raspodela vode u organizmu je dvojaka: intracelularna voda i ekstracelularna voda. Ekstracelularna voda raspoređena je kao »voda krvne plazme« i kao voda intersticijalne tečnosti koja se nalazi u međucelijskim prostorima.

**Metabolizam soli (NaCl).** — Natrijum se sa hranom unosi u obliku kuhinjske soli, čija reapsorpcija zavisi od osmotskog pritiska u crevima i krvi. Resorbovani NaCl nalazi se u krvnoj plazmi u koncentraciji 600 mg‰, a takođe i u tkivnoj tečnosti. U eritrocitima, kao i ćelijama, ili ga uopšte nema ili se nalazi u minimalnim količinama, te je Na glavni katjon telesnih tečnosti, dok je K glavni katjon unutrašnjosti ćelija.

NaCl je od velike važnosti u krvnoj plazmi i ostalim telesnim tečnostima: održava stalni osmotski pritisak, služi kao aktivator niza fermenata (npr. amilaza i dr.), služi kao izvor Cl jona pri sintezi HCl u želucu i igra važnu ulogu u mišićnoj kontrakciji. A NaCl krvne plazme, zahvaljujući selektivnoj propustljivosti opne eritrocita i razmeni Cl i bikarbonatnih jona kroz membrane eritrocita, igra važnu ulogu i u regulaciji acido-

-bazne ravnoteže. Potkožno vezivno tkivo ima sposobnost da veže znatne količine  $\text{NaCl}$ , te zbog toga igra ulogu deopa ove soli.

Količina definisanog  $\text{NaCl}$  zavisi od količine unete soli i od sposobnosti bubrega za njeno izlučivanje.

$\text{NaCl}$  se uglavnom izlučuje preko bubrega i znojenja. Količina izlučenog  $\text{NaCl}$  zavisi kod zdravih osoba od količine unete hranom. Ona se kreće od 10—15 g za 24 časa pri normalnoj ishrani.

Kretanje kuhinjske soli u organizmu skoro je istovetno sa kruženjem vode. To je potpuno razumljivo kada se zna da je količina vode u organizmu zavisna od količine  $\text{Na}$  u njemu. Prilikom povećanog uzimanja  $\text{NaCl}$ , organizam izlučuje suvišnu količinu soli preko bubrega. Na taj način normalno ne postoji zadržavanje  $\text{NaCl}$  u organizmu. Međutim, dok se pri smanjenju vode u organizmu javlja žeđ, pri kojoj se uzimanjem vode ispravlja deficit vode, dotele pri smanjenju  $\text{NaCl}$  u organizmu ne postoje slični subjektivni simptomi. Stoga je jasno da će mnogo češće nastupiti znaci nedostatka  $\text{NaCl}$  u organizmu nego znaci nedostatka vode. Međutim, organizam se u normalnim prilikama vrlo uspešno bori protiv smanjenja  $\text{NaCl}$  u organizmu u toku prekida uzimanja soli hranom. Naime, bez obzira na unetu količinu soli hranom, količina  $\text{NaCl}$  u krvi i međućelijskoj tečnosti ostaje nepromenjena. Ovo se postiže zahvaljujući izvesnim regulacionim mehanizmima u bubregu koji sprečavaju izlučivanje  $\text{NaCl}$  mokraćom uvek kada prestaje unošenje soli u organizam. U tome bitnu ulogu igra hormon kore nadbubrežne žlezde i delovanje antidikretičnog hormona hipofize.

Poremećaji u organizmu zbog nedostatka vode uslovljeni su različitim faktorima koji izazivaju takvo stanje. Naime, u slučaju onemogućenog uzimanja ili apsorpcije vode, a onemogućenog uzimanja hrane, nastupiće nedostatak vode skoro u svim oblastima. Naprotiv, u slučaju gubljenja  $\text{NaCl}$  nedostatka vode javiće se samo u vanćelijskim prostorima. Iz pomenutih razloga postoje tri vrste dehidracije, i to: opšta, vanćelijska i ćelijska.

Opšta dehidracija je posledica nedostatka vode, tj. njena količina je smanjena i u ćelijama i van ćelija (međućelijski prostori i krvni sudovi).

Ova vrsta deficita vode pojavljuje se uvek kada se poremeti ravnoteža između unošenja i izlučivanja vode. U normalnim prilikama ona se ne javlja, pošto gubitak vode izaziva žeđ. Ali se zato može pojaviti kod osoba koje nisu u mogućnosti da unesu ili apsorbuju vodu (stenoza jednjaka ili pilorusa) ili kada neka osoba posle obilnog znojenja ili proliva ne dobija odgovarajuću količinu vode. Ako pri svim tim uslovima osoba produži da uzima normalnu suhu hranu dosta slanu, tada će patološki simptomi biti isključivo posledica nedostatka vode.

Patogenezu i simptomatologiju ove vrste dehidracije objasnili su najbolje eksperimenti na osobama koje dobrovoljno nisu uzimale vodu više dana a dobijali su dovoljne količine osoljene hrane. Ove osobe su podnosile mnogo bolje nedostatak vode od nedostatka soli. Ova pojava se može objasniti činjenicom — što u ovom poremećaju ne dolazi do promena u krvotoku. Naime, puls i krvni pritisak ostaju nepromenjeni — zato što i pored gubitka relativno velikih količina vode (4—5 l za 3 dana) samo 1/10 izgubljene vode otpada na krv, tj. samo 400—500 ccm krvne mase.

Gubitak vode u toku njenog dužeg neuzimanja vrši se u početku preko pluća, kože i bubrega (vanćelijska voda), usled čega nastaje laka hemokoncentracija. Vrlo brzo potom prelazi jedan deo ćelijske vode u međućelijske prostore i krvne sudove, te se na taj način uklanja hemokoncentracija. Ova pojava se neprekidno ponavlja i tako se sprečava smanjenje krvne zapremine. Na taj način se objašnjava i relativno dobro podnošenje deficita vode zbog njenog neunošenja.

Simptomi opšte dehidracije zavise od stepena deficita vode i dele se na: blage, srednje-teške i teške. U blage simptome dolaze oni koji se javljaju posle gubitka 1,5—2 litra vode, a to je oligurija praćena jakom žeđi. Srednje teški simptomi obično se javljaju posle gubitka oko 4 litra vode — nakon neuzimanja od tri do četiri dana. Manifestuju se: jakom žeđi, slabošću, mršavljenjem, bledilom kože, suvoćom u ustima, pro-

muklim glasom i psihičkom razdražljivošću. Ove osobe su još uvek sposobne za psihičku i fizičku delatnost. Na kraju, kada osoba izgubi oko 5 litara vode ona postaje apatična, pokreti postaju tromi, a u krvi postoje znaci hemokoncentracije. Smrt nastupi kada izgubljena voda iznosi više od 15% telesne težine. Najčešće zbog poremećaja hemokoncentracije.

Vanćelijska dehidracija nastaje u slučaju kada organizam ma iz kojih razloga izgubi veće količine soli ( $\text{NaCl}$ ).

Patogeneza ove dehidracije je jasna kada se zna da je  $\text{NaCl}$  glavni elektrolit koji održava osmotsku ravnotežu između plazme i međućelijskih prostora. Prema tome, svaki gubitak  $\text{NaCl}$  izaziva smanjenje osmotskog pritiska u krvi u međućelijskim prostorima. Radi ponovnog uspostavljanja pomenute ravnoteže, jedan deo vanćelijske vode prelazi u ćelije, a drugi deo gubi se mokraćom. Iako se na taj način uspostavlja izotonija, u organizmu nastaju teške promene, jer se gube velike količine vanćelijske vode (do 40%). Razume se, da se time i zapremina krvi može smanjiti za oko 2 litra.

Veliko gubljenje plazmine vode objašnjava težinu kliničkih simptoma koji se javljaju pri toj dehidraciji. Usled hemokoncentracije nastaje nagli pad krvnog pritiska, koji često izaziva teško stanje šoka, praćeno relativnom poliglobulijom, povećanjem krvnih belančevina, povećanjem viskoziteta krvi i smanjenjem ili potpunim prestankom lučenja mokraće. Kao posledica smanjenog lučenja mokraće nastaje ekstrarenalna azotemija.

Za razliku od opšte dehidracije koju bolesnici podnose mnogo lakše, davanje čiste vode u toku dehidracije zbog gubitka soli, pogoršava u znatnoj meri kliničku sliku, jer se time izaziva još veće gubljenje  $\text{NaCl}$  putem znoja. Naprotiv, svi simptomi te vrste dehidracije iščezavaju vrlo brzo pod dejstvom intravenskih infuzija hipertoničnih rastvora  $\text{NaCl}$  ili pijenjem slane vode. Naime uneta kuhinjska so će u međućelijske prostore i krv privući vodu koja se nalazi kao višak u ćelijama.

Ćelijska dehidracija spada u grupu delimičnih dehidracija u organizmu kod kojih se javlja samo gubitak ćelijske vode koja prelazi u vanćelijske prostore. Ovaj prelazak vode iz ćelija u pomenute prostore posledica je nagomilavanja elektrolita u tim prostorima.

Ova vrsta dehidracije može biti različita. Ovde se deficit vode u organizmu može javiti uvek kada je smanjeno izlučivanje  $\text{NaCl}$  u mokraći ili kada se u organizam une su velike količine  $\text{NaCl}$  sa malom količinom vode.

Otežano izlučivanje  $\text{NaCl}$  mokraćom i njegovo nagomilavanje u vanćelijskim tečnostima postoji najverovatnije u toku insipidnog dijabetesa i kod izvesnih hroničnih nefrita koji su praćeni poliurijom.

Dokazano je da se istom pojavom može objasniti i velika žeđ koja postoji u toku srćane dekompenzacije. Zbog zadržavanja soli u organizmu, ćelijska tečnost prelazi u međućelijske prostore izazivajući edeme. Na taj način se i objašnjava paradokсна pojava da bolesnici koji sadrže ogromnu količinu vode u tečnosti edema, imaju suv jezik i kožu, kao i neizdržljivu žeđ. Ovom se pojavom može vrlo lako objasniti i povoljno dejstvo dijeta bez soli i uzimanje velikih količina vode. Prema tome, unošenje velikih količina vode izaziva, pored smanjenog povećanja soli iz međućelijskih prostora, i njeno izlučivanje mokraćom.

Simptomatologija koja je uslovljena gubitkom ćelijske vode, vrlo je oskudna. Organizam podnosi na početku vrlo lako pomenuti deficit vode, jer ne postoje nikakve promene u zapremini krvi, pa, prema tome, ni pad pritiska ni simptomi šoka. U početku ovog poremećaja javlja se samo vrlo jaka žeđ. Međutim, unošenje velikih količina vode izaziva, pored smanjenog povećanja žeđi, i pokretanje soli iz međućelijskih prostora i njeno izlučivanje mokraćom. Ukoliko ovo stanje potraje duže, mogu nastupiti poremećaji koji su posledica smanjenja količina vode u ćelijama centralnog nervnog sistema: poremećaji disanja, koji se mogu završiti i paralizom disajnog centra.

Diferencijalna dijagnoza pomenutih dehidracija najbolje se vidi iz tablice 1.

Tablica 1

Simptomi	Opšta dehidracija	Vanćelijska dehidracija	Ćelijska dehidracija
Osećaj žeđi	postoji	ne postoji	vrlo izražen
Gubitak težine	vrlo izražen	lak	ne postoji
Krvni pritisak	lako smanjen	znatno smanjen	bez promene
Dijureza	smanjena	normalna	normalna ili povećana
Hemokonzentrac.	vrlo laka	vrlo izraž.	ne postoji
Cl- u plazmi	normalan ili nešto povećan	hipohloremija	normalan ili nešto povećan
Ureja u krvi	neznatno povećanje	povećana	normalna
Dejstvo uzimanja vode	vrlo dobro	rđavo	različito
Dejstvo slane dijete	rđavo	vrlo dobro	rđavo
Dejstvo dijete bez soli	povoljno	rđavo	vrlo dobro

### Poremećaji prometa soli

Poremećaji u prometu soli u organizmu mogu nastati iz više razloga. Iako se organizam bori protiv smanjenja NaCl sprečavanjem izlučivanja preko bubrega, ipak se dešava da ni prekid izlučivanja NaCl putem bubrega ne može da kompenzuje njegov gubitak usled povraćanja, proliva, prekomernog znojenja i mnogih drugih procesa.

Postoje mnogobrojni uzroci koji mogu da izazovu nedostatak NaCl u organizmu: obilna povraćanja, crevne okluzije, dugotrajni prolivi, često uklanjanje ascitne tečnosti, Adisonova bolest, pojačano gubljenje NaCl kod dijabetne poliurije, obilnih diureza, u toku mnogih infektivnih bolesti i nakon težih operacija.

Pod uslovima rada u rudnicima posebno nas interesuje obilno znojenje. Takvo znojenje, pored gubitka vode, izaziva i veliki gubitak NaCl. Poznato je da čovek u normalnim uslovima gubi znojem za 24 časa 500 ccm vode i oko 0,4 g NaCl. Ali ako se neke osobe izlože velikom znojenju (rudari, topioničari, ložači i sl.), može kod njih da se javi i gubitak od 14 litara znoja, odnosno gubitak oko 40 g NaCl.

Na ovu pojavu mora da se obrati posebna pažnja, jer ako se uzima čista voda, bez

dodatka NaCl, tada može doći do pogoršanja simptoma. Naime, pijenje vode izaziva ponovno znojenje i žeđ, pa stoga i novi gubitak NaCl. Uzrok ovoj pojavi može se tražiti u činjenici što organizam zbog nedostatka NaCl ne može da zadrži unetu vodu. Zadržavanje vode prouzrokovalo bi razblaženje krvi, međućelijske tečnosti i ćelijskog sadržaja.

Simptomatologija. Ne uzimajući u obzir uzroke koji su uticali na nedostatak NaCl u organizmu — kuhinjska so izaziva istu kliničku sliku i iste biohemijske (humoralne) promene.

Kliničke pojave nedostatka NaCl u organizmu mogu se podeliti u tri stadijuma. U prvom stadijumu se javlja prvo opšta slabost, gubitak apetita, gubitak čula osećaja mirisa i ukusa hrane, bolovi u trbuhu i glavobolja.

U drugom stadijumu su bolesnici bez turgora, koža je suva, izbrazdana a očne jabučice bez napona, jezik je suv, neobložen, crvenkaste boje. Krvni pritisak pada, a u krvi postoje promene.

U trećem stadijumu, usled nedostatka NaCl bolesnik postaje sanjiv, neorijentisan u vremenu i prostoru uz istovremenu tetaniju, nervnu razdražljivost i pojačane reflekse. Ovaj stadijum prate obilni prolivi i

povraćanja koji u još većoj meri pojačavaju gubitak soli, koji najzad dovodi bolesnika u hipohloremijsku komu u kojoj postoji izraženo smanjenje  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  i veliko povećanje ureje u krvi. U ovoj komi bolesnici padaju u vrlo dubok san u kome je disanje neujednačeno praćeno hropcem, lučenje mokraće potpuno prestaje i smrt se javlja u krajnjem stadijumu iscrpljenosti organizma.

Hipohloremija i hiponatremija predstavljaju najkarakterističnije promene koje se dešavaju u krvi bolesnika. Umesto 580—600  $\text{mg}^0/\text{o}$   $\text{NaCl}$  u plazmi, kod ovih bolesnika se nalazi na mnogo nižoj vrednosti. Usled gubitka  $\text{NaCl}$ , dolazi jednovremeno i do gubitka vode, odnosno dehidratacija koja je u ovom slučaju primarna (povraćanje, prolivi, znojenje).

Hipohloremijska uremija je između ostalog i posledica nedostatka  $\text{NaCl}$  i vode u organizmu ljudi. Postoji više činilaca koji su uzrok pomenute uremije. Za vreme gubljenja  $\text{NaCl}$  i vode zbog poremećaja u popustljivosti ćelijskih membrana (gubljenje azota i kalijuma), javlja se pojačano raspadanje belančevina. Na taj način se stvara pojačana količina ureje u organizmu. Može se zaključiti da je ekstra vernalna uglavnom posledica suvišnog stvaranja ureje i dehidratacije uz odgovarajuće smanjenje  $\text{NaCl}$  u organizmu.

### Preventivne mere

Kada su uslovi kritični, kao za vreme letnjih vrućina na površinskom kopu ili u podzemnom kopu sa visokim temperaturama vazduha, potrebna je stalna kontrola da se uslovi ne pogoršaju i dovedu do opasnih oštećenja organizma rudara toplotom.

Mere koje treba preduzeti bile bi:

— obilno snabdevanje vodom i napicima rashlađenim na  $12,5^\circ$  do  $15^\circ\text{C}$ . Unošenje  $\text{NaCl}$  frakcionirano na svakih 15 minuta po 150 ccm ili 600 ccm na čas.

— Po potrebi, zavisno od intenziteta znojenja, davati soli od 5—15 g, a naročito u prvim danima izlaganja toploti u periodu aklimatizacije.

— Higijenski režim rada u uslovima povišene temperature.

— Obezbeđenje aklimatizacije. Nedovoljna količina soli i vode, kao i slaba fizička kondicija, usporavaju aklimatizaciju. Potrebna je postupna aklimatizacija. Ljude, koji su odsustvovali sa posla nekoliko dana ili nedelja, smatrati kao parcijalno aklimatizovane. Reaklimatizacija se postiže za nekoliko dana.

— Odabiranje ljudstva. U toploj sredini ne bi trebalo da rade:

— debeli-gojazni,

— sa kardio-vaskularnim oboljenjima,

— sa kožnim oboljenjima ili slabostima funkcije znojenja,

— sa febrilnim oboljenjima ili u toku oporavka od febrilnih oboljenja,

— stariji od 45 godina,

—slabe fizičke kondicije.

— Odeća mora biti od lakog materijala i široka. Kod veće toplote od npr.  $40^\circ\text{C}$ , koža treba da je sva pokrivena odećom radi redukcije ukupnog opterećenja toplotom. Belo odelo reflektira sunčane i infra-crvene zrake, kao i odelo premazano aluminijumom.

— Poželjno je da ljudi rade prve dve nedelje u hladnoj sredini pre podne, a posle podne u toploj.

— Ako se ne može reducirati toplota, po-dešavaju se periodi rada i odmora (fiziološki su povoljniji kraći periodi odmora i rada). Odmaranje vršiti u hladnoj prostoriji.

— Po mogućnosti skratiti radno vreme na 6 časova.

— Izvršiti analizu radnih uslova radi određivanja toplotnog opterećenja.

### Zaključak

Na osnovu izlaganja o poremećajima koji nastaju u vezi prometa vode i soli, možemo izvesti sledeće zaključke:

— poremećaji prometa vode i soli kod fizičkog rada, a posebno u uslovima rada rudara, su veoma značajni i bitno utiču ka-

ko na radnu sposobnost, tako i na celokupno zdravstveno stanje radnika u rudnicima:

— Poremećaji u organizmu ljudi zbog nedostatka vode i soli su uslovljeni različitim faktorima, ali je osnovna činjenica, da se izuzetno retko mogu posmatrati kao izolovana oboljenja — što nam dokazuje opšta,

ćelijska i vanćelijska dehidratacija kao poremećaji nastali u organizmu zbog različitih oboljenja, a u uslovima rada u rudnicima, naročito zbog obilnog znojenja.

— Preventivi i lečenju nastalih poremećaja u prometu vode i soli potrebno je posvetiti naročitu pažnju.

## РЕЗЮМЕ

### Нарушения обмена воды и соли у людей

Ж. Стоилькович, — Б. Пирожков\*)

В своей работе авторы излагают материю, относящуюся к нарушениям метаболизма воды и соли, с особым вниманием к значению этих нарушений у рудакопов.

Работа содержит три главных отдела: о терморегуляции — о тепловом стрессе и стрейне, затем о дехидратации и нарушениях обмена соли в организме.

Особенно внимательно разработан отдел теплового стресса и его последствий для организма экспонированного действию теплоты, в сочитании с тяжелой физической работой.

В конце работы даны основные превентивные мероприятия при работе в условиях тепловой перегрузки.

## Literatura

1. Leithead, C.S. Lind, A.R. 1964: Heat Stress and Heat Disorders. London.
2. Gerhard van Ackeren: Beziehung zwischen regionalen Verteilung der Schweissproduktion (P.H.S.R.). Tübingen, 1972.
3. Veselkin, P. N., 1963: Lihoradka. — Moskva
4. Nikolić, B., 1969: Osnovi fiziologije čoveka, Beograd.
5. Guyton, C. A., 1963.: Medicinska fiziologija (prevod). — Beograd.
6. Stefanović, S., 1953: Bolesti nedovoljne ishrane, HIS. — Beograd.

\*) Prof. dr Živko Stojiljković, naučni save tnik IKS-a — Beograd.  
Dr Boris Piroškov, spec. šef lekara SHP. — Beograd.

# Vibracije i buka u radu klipnih kompresora

(sa 4 slike)

Dr ing. Đorđe Kačkin — dipl. hem. Branka Vukanović

*U članku je prikazano štetno dejstvo buke i vibracije pri radu klipnih kompresora, kao i rezultati ispitivanja u kompresorskoj stanici Teleoptik.*

Rad klipnih kompresora uvek prate buka i vibracije. Štetno dejstvo vibracije kao i buke je višestruko. Problemi koji se usled toga javljaju mogu biti kako čisto tehničke prirode, tako i higijensko-sanitarnog značaja. Bez obzira o kakvoj se vrsti problema radi, oni moraju biti ispravno rešeni ukoliko se želi bezbedan rad kompresorskog postrojenja i zadovoljavajuća zdravstvena zaštita ljudi zaposlenih u njemu. Nažalost, tehničko-zdravstvenoj zaštiti od vibracija i buke kod klipnih kompresorskih postrojenja ne poklanja se uvek dovoljna pažnja. Mnoge kompresorske stanice opremljene klipnim kompresorima rade, a da im nikada nije izmeren i utvrđen nivo vibracija i buke.

## Nastanak vibracija u radu klipnih kompresora

Temelji klipnih kompresora (i klipnih mašina uopšte) razlikuju se od drugih građevinskih konstrukcija po tome, što na njih dejstvuju, osim sila stalnih po veličini u toku vremena (težina kompresora, težina rama kompresora itd.), još i translatorno pokretne mase krivajnog mehanizma, izazivajući znatne dinamičke sile, koje često mogu biti i veoma velike, naročito u slučaju kompresora velikog kapaciteta, kakvi se primenjuju u rudarstvu. Ove se sile, tokom jed-

nog obrtaja, periodički menjaju po zakonu sinusa, pobuđujući vibracije kako samog klipnog kompresora, tako i njegovog temelja. Ove se oscilacije moraju svrsishodnim načinom svesti na najmanju moguću meru.

Drugim rečima, slobodne (neuravnotežene) sile inercije, delujući na sistem koji se sastoji iz klipnog kompresora i temelja na kojem se kompresor nalazi, izazivaju vibracije sistema. Ukoliko dođe do poklapanja perioda slobodnih oscilacija temelja sa periodom sila inercije, može nastati veoma opasna pojava rezonancije.

Stoga, kod klipnih kompresora se ne radi o slobodnim oscilacijama, već o prinudnim oscilacijama iznuđenim od jedne periodične sile.

Diferencijalna jednačina ovih prinudnih oscilacija ima sledeći oblik (2):

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + k \frac{dx}{dt} + Cx = K_0 \sin(\omega_m t)$$

a njeno rešenje glasi

$$X = a \sin(\omega_m t - \varphi) + e^{-\frac{k}{2mt}} [A \sin(z't) + B \cos(z't)]$$



gde je

$$z' = \omega_e \sqrt{1 - D^2} ; D = \frac{k}{2\sqrt{mc}}$$

i pri tome su

a, A, B i  $\varphi$  — konstante.

### Posledice vibracija nastalih u radu klipnih kompresora

Vibracije koje nastaju u radu klipnih kompresora, rasprostiru se preko zemljišta na zidove kompresorske stanice, a i dalje na susedne zgrade. Često vibracije mogu biti tako velike, da su primetne i na znatnim udaljenostima u odnosu na mesto na koje je kompresor postavljen. Poznati su slučajevi registrovanih vibracija i na odstojanjima većim od jednog km.

Velike vibracije se štetno odražavaju kako na zdravlje ljudstva zaposlenog u kompresorskoj stanici, tako i na rad samog kompresorskog postrojenja. One mogu da izazovu pojačano i neravnomerno sleganje zemljišta na kojem se nalazi zgrada kompresorske stanice, a time i pomeranje temelja kompresora. Kao rezultat pomeranja temelja kompresora, može nastati lom elemenata kompresora, a time i havarija najteže vrste.

Moguće je i prskanje zidova kompresorske stanice kao posledica napred navedenih uzroka. U jednom našem preduzeću, usled prevelikih vibracija koje su u radu izazvali klipni kompresori, došlo je do pucanja zida fabričkog restorana po celoj visini zida. Treba podvući da je fabrički restoran bio udaljen od kompresorske stanice više od pedeset metara.

Razumljivo je stoga, da se kod projektovanja temelja klipnih kompresora osnovna pažnja poklanja proračunu njihovih oscilacija. Proračun se sastoji ili u određivanju amplituda oscilacija temelja ili u određivanju dimenzija temelja kod kojih bi se njegove amplitude nalazile u dozvoljenim granicama.

Veličina dozvoljenih vibracija u radu klipnih kompresora ima očigledno veliki praktični značaj. Međutim, mora se podvući da ovaj problem još uvek nije do kraja

ispitan. Sigurno je utvrđeno da postoji čvrsta zavisnost između broja obrtaja kolenastog vratila kompresora i dozvoljene amplitude oslonaca kompresora. Ta se zavisnost od strane raznih autora različito definiše. U upotrebi su sledeće zavisnosti:

$$A = \frac{0,185}{\left(\frac{n}{1000}\right)} 1,75 \text{ [mm]}$$

gde je:

A — dozvoljena amplituda oscilacija  
n — broj obrtaja kompresora u  $\text{min}^{-1}$   
(Po preporuci Metropolitan — Vickersa, SAD)

$$A = \left(\frac{346}{n}\right)^2 \text{ [mm]}$$

gde je:

A i n kao u napred navedenom slučaju.  
(Po preporuci Vestinghas-a, SAD)

U SSSR-u se široko primenjuje sledeća zavisnost (1):

$$2A = \frac{C}{\sqrt{n}} \text{ [mm]}$$

gde je:

2A — veličina oscilacije  
C — konstanta koja karakteriše kvalitet uravnoteženja klipnog kompresora

(C = 1 — odlično uravnoteženje, C = 2 — dobro uravnoteženje, C = 3 — zadovoljavajuće uravnoteženje).

Jedna od veoma nezgodnih pojava koja prati vibracije klipnih kompresora, jeste utrošak određene energije koja se pretvara u vibracije. Ponekad se na vibracije temelja klipnog kompresora troši energija koja iznosi i do 5% korisne energije, utrošene za pogon kompresora.

Vibracije koje nastaju u radu klipnih kompresora, štetno utiču na ljudstvo zaposleno u kompresorskoj stanici. Vibracije izaz-

vane od strane kompresora, u zavisnosti od amplitude i frekvence, na različite načine fiziološki utiču na čovečji organizam. Pod određenim uslovima, u organizmu nastaju trajna oštećenja, koja dovode do invaliditeta.

Po karakteru dejstva na čovečji organizam, vibracije se mogu podeliti na lokalne i opšte. Lokalne vibracije deluju na pojedine delove tela. Kod opštih vibracija potresima i udarima podvrgnuto je celo čoveče telo. Utvrđeno je da je organizam čoveka daleko više osetljiv na dejstvo vibracija opšteg tipa, a to je baš slučaj kod vibracija koje nastaju pri radu klipnog kompresora.

Oboljenja čiji su uzrok vibracije, nastaju pod uticajem dugotrajnog delovanja vibracija na centralni nervni sistem. Simptomi oboljenja ne javljaju se odjednom, već se nakon određenog, relativno dužeg perioda, javlja jedan od prvih simptoma — spazma krvnih sudova, a opažaju se i druge pojave karakteristične kako za hipertoniju, tako isto i za hipotoniju.

U cilju utvrđivanja štetnog delovanja vibracija na čovečji organizam, u nizu zemalja izvršeni su, i još se vrše, odgovarajući eksperimenti.

Rezultati izvedenih oglada pokazuju sledeće: — spazam krvnih sudova nastaje najčešće kod vibracija sa frekvencom od 30 do 200 Hz. Van ovih granica ne dolazi do spazmatičnih pojava, ili se one javljaju u retkim slučajevima.

Ljudi koji stoje, jače osećaju vertikalne vibracije.

Čovečji organizam prima vibracije različito, u zavisnosti od njihove frekvence i amplitude. Na primer, vertikalne harmonijske vibracije sa frekvencom od 10 Hz i amplitudom od 0,25 mm, već pričinjavaju čoveku koji stoji neprijatan osećaj, kod frekvence koja iznosi 5 Hz, neprijatan osećaj počinje sa amplitudom od 0,06 mm.

Oboljenja izazvana vibracijama spadaju u grupu oboljenja kod kojih je lečenje natalog patološkog procesa moguće samo u ranom stadijumu njegovog nastanka. Lečenje je veoma sporo i može da traje od nekoliko meseci do nekoliko godina.

Na osnovu izvedenih oglada, utvrđeno je štetno dejstvo vibracija na čovečji organizam. Broj parametara koji karakterišu štetno dejstvo vibracija jeste znatan, i u njih

spadaju: amplituda, frekvencija, pravac vibracija, dugotrajnost dejstva itd.

Očito je da ispitivanje kompresorskih postrojenja sa gledišta utvrđivanja vibracija, i određivanja da li su one u dozvoljenim granicama, predstavlja potrebu kako sa gledišta tehničke sigurnosti, tako i sa gledišta zdravstvene zaštite ljudi zaposlenih u njima.

Nažalost, mora se konstatovati da se ispitivanjima o kojima je reč u našoj zemlji poklanja nedovoljna pažnja. U najvećem broju slučajeva takva se ispitivanja ne vrše.

### **Buka u radu kompresorskih postrojenja i njene posledice**

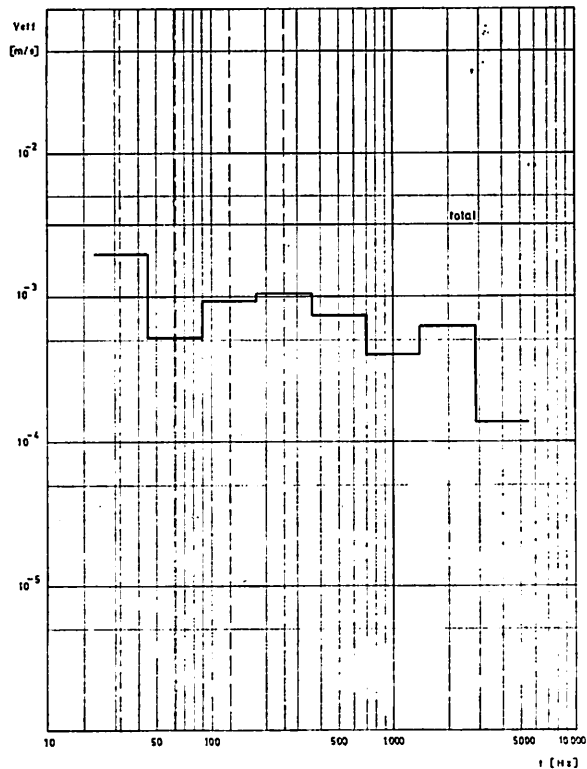
Rad kompresorskih postrojenja sa klipnim kompresorima odlikuje se znatnom bukom. Buka koja se stvara u radu, štetno utiče na zdravstveno stanje ljudi zaposlenih u kompresorskim stanicama. Međutim, to je jedan od problema u radu klipnih kompresora, kojem se poklanja veoma mala pažnja.

Buka se može definisati na dva različita načina kao objektivni i kao subjektivni pojam. Kao objektivni pojam buka je fizička pojava koja predstavlja oscilatorno kretanje elastične sredine. Kao subjektivni pojam, buka predstavlja fiziološku veličinu, to je subjektivni osećaj koji se prima organom sluha i centralnim nervnim sistemom. Buka se u fizičkom smislu karakteriše intenzivnošću i učestanošću oscilacija, a u fiziološkom zvučnošću i visinom tona. Intenzivnost buke zavisi od amplitude oscilacija vazduha, i zajedno sa učestanošću određuje zvučnost buke. Učestalost određuje visinu tona.

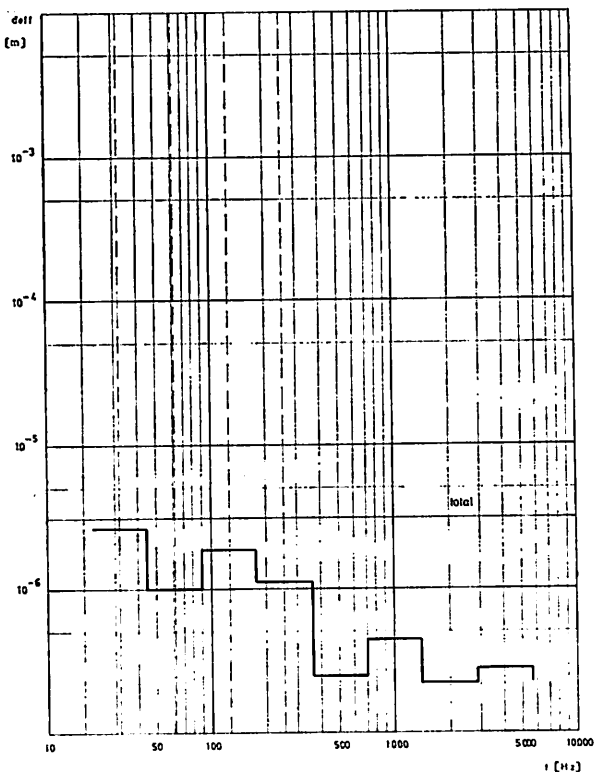
Za jednu istu amplitudu zvučnost buke može biti različita i zavisi od učestalosti zvučnih oscilacija.

Posledice štetnog dejstva buke na zdravstveno stanje ljudi zaposlenih u kompresorskim stanicama nisu zanemarljive.

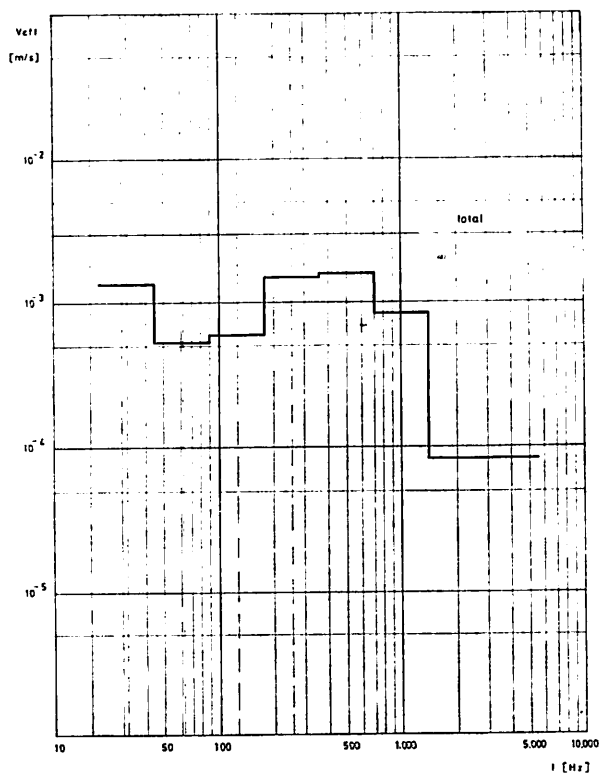
Štetno delovanje buke na organizam čoveka, koji opslužuje klipni kompresor, očituje se u promenama u unutrašnjem uhu, koje postepeno narastajući, mogu da izazovu slabljenje sluha. Iskustvo pokazuje, da kod opsluživanja mašina čiji je rad praćen znatnom bukom, u trajanju od pet godina, broj zaposlenih sa smanjenim sluhom dostiže do 25%, od pet do deset godina do 50%, a od 10 do 20 godina do 80%.



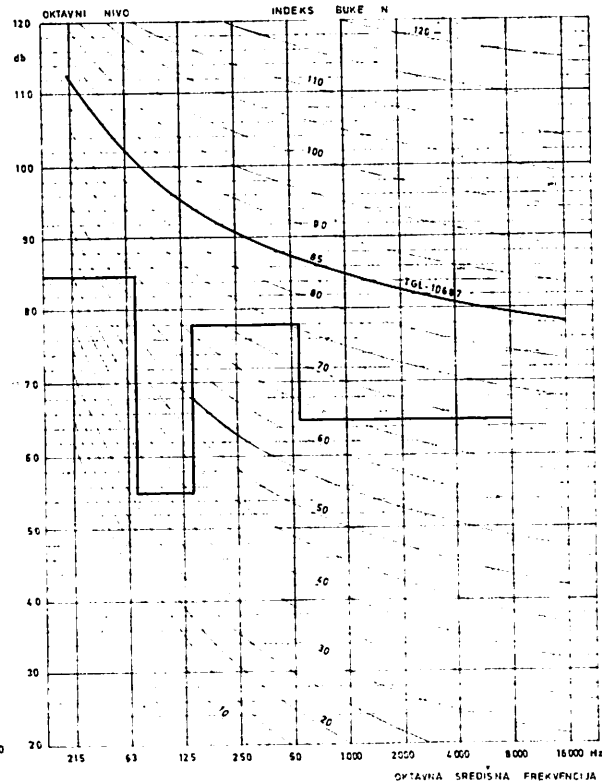
Sl. 1 — Vibracije temelja kompresora No 2 (Vertikalna brzina).  
 Fig. 1 — Vibration of compressor No. 2 foundation (Vertical velocity).



Sl. 2 — Vibracije temelja kompresora No 2 (Horizontalna brzina — poprečno).  
 Fig. 2 — Vibration of compressor No. 2 foundation (Horizontal velocity — transversal).



Sl. 3 — Vibracije poda u odeljenju rukovaoca (Vertikalni pomerak).  
 Fig. 3 — Vibration for the floor in operator's compartment (vertical shift).



Sl. 4 — Buka u odeljenju rukovaoca.  
 Fig. 4 — Noise in operators compartment.

Gubitak sluha u većoj ili manjoj meri, iako glavna, nije i jedina štetna posledica delovanja buke. U ostale štetne posledice spadaju uticaj na opšte stanje nervnog sistema, uticaj na motorne funkcije čovečjeg organizma, narušavanje cerebralnih funkcija itd. Sve to dovodi do smanjenja radne sposobnosti i radnog učinka zaposlenih, a stvaraju se i preduslovi za nastanak nesretnih slučajeva.

#### Rezultati ispitivanja vibracija i buke u kompresorskoj stanici preduzeća »Teleoptik«

U kompresorskoj stanici preduzeća »Teleoptik« merene su vibracije i buka sa ciljem da se ocene u pogledu ometanja na radu.

Kompresorska stanica je posebna zgrada u kojoj se nalaze odeljenje sa kompresorima i odeljenje rukovaoca. Od tri predviđena, montirana su i rade dva kompresora. Kompresori su klipni, sa šest cilindara i identični su među sobom. Broj obrtaja im je  $980 \text{ min}^{-1}$ , a postavljeni su na posebnim temeljima.

Kompresor No 1 nalazi se bliže odeljenju rukovaoca, dok se kompresor No 2 nalazi na sredini prostorije u kojoj su smešteni kompresori.

Odeljenje rukovaoca je odvojeno od odeljenja u kome su smešteni kompresori staklenom pregradom i lakim vratima. Betonska ploča poda u odeljenju rukovaoca je kruto spojena sa betonskom pločom poda u odeljenju sa kompresorima.

Za vreme izvršenih merenja\*, došlo se do sledećih veličina:

— vibracije temelja kompresora No 2, kada ne radi kompresor No 1. Izmerene su vertikalna i horizontalna (poprečno na osovinu) komponenta brzine vibracija,

— vibracije poda u odeljenju rukovaoca kada radi kompresor No 1,

— nivo buke u odeljenju rukovaoca i u odeljenju sa kompresorima. Merenja su iz-

vršena pri radu oba kompresora. Srednja vrednost nivoa data je samo za odeljenje rukovaoca. Za ovaj slučaj je procenjen spektar buke i prikazan na odgovarajućem dijagramu, (vidi sl. 4) na kojem je takođe data i kriva maksimalno dozvoljenog nivoa buke (prema TGL 10687) na osnovu koje je data ocena buke.

Rezultati izvršenih ispitivanja vibracija i buke jesu sledeći:

— buka u odeljenju rukovaoca, prema normama TGL 10687, nalazi se u dozvoljenim granicama za puno radno vreme.

Vibracije temelja kompresora ocenjene su prema propisima VDI 2056. Klipni kompresor sa elektromotorom spada u najbližu grupu G. Za ovu grupu izmerene vibracije su prihvatljive.

Vibracije poda u odeljenju rukovaoca ocenjene su prema propisima ÖAL 5. Prema rezultatima merenja do 60 Hz, najveća izmerena komponenta iznosi  $2,7 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$ , pa vibracije imaju stepen Ia, tj. one spadaju u grupu vibracija koje se opažaju. Opseg vibracija je takav da su mogućna ometanja stambenih prostorija, usled čega je došlo do pucanja zida na susednom objektu.

Svi rezultati izvršenih ispitivanja prikazani su na odgovarajućim dijagramima slike 1, 2, 3 i 4.

#### Zaključak

Vibracije i buka uvek prate rad klipnih kompresora. Neuravnotežene sile inercije klipnog kompresora, delujući na sistem koji se sastoji iz klipnog kompresora i temelja na kojem se kompresor nalazi, izazivaju vibracije sistema. Ukoliko dođe do poklapanja perioda slobodnih oscilacija temelja sa periodom sila inercije, može nastati veoma opasna pojava rezonancije.

Vibracije koje nastaju u radu ovih klipnih kompresora, rasprostiru se preko zemljišta na zidove kompresorske stanice, a i dalje na susedne zgrade.

Očito je da ispitivanje kompresorskih postrojenja sa gledišta utvrđivanja nivoa vibracija i buke, i utvrđivanje da li su u dozvoljenim granicama, predstavlja potrebu kako sa gledišta zdravstvene zaštite ljudi zaposlenih u njima, tako i sa gledišta tehničke sigurnosti.

\*) Merenja je izvršio dr ing. Dušan D. Kalić iz odeljenja za fiziku Instituta za ispitivanje materijala SR Srbije

## SUMMARY

### Vibration and Noise in Piston Compressor Operation

Đ. Kačkin, — B. Vukanović\*)

The article is concerned with the appearance of vibrations in piston compressor operation and analysis of their consequences. Noise is defined as an objective and subjective concept. The manifold harmful effects of both vibration and noise are pointed out. The resulting problems may be of purely technical nature, as well as sanitary-hygienic ones. Disregarding the kind of problems in question, they must be solved adequately and correctly in order to secure safe operation of the compressor plant and satisfactory protection of the staff engaged in it.

Finally, the article presents the results of vibration and noise tests completed in the compressor plant in »Teleoptik«.

## Literatura

1. Gladkih, P.A. Hačaturjan S.A. 1964: »Predupreždenie i ustranenie kolebanij nagnetatefnyh ūstanovok«, Mašinostroenie, Moskva.
2. Fröhlich, F., 1961.: »Kolbenverdichter«, Springer-Verlag, Berlin (Göttingen) Heidelberg.
3. Frenkel', M.I., 1969.: »Poršnevie kompresori«, Mašinostroenie, Lenjingrad.
4. Kokorin, P.I. i dr. 1967.: »Osnovy tehniki bezopasnosti«, Nedra, Moskva.

---

\*) Prof. dr ing. Đorđe Kačkin, Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu.  
Dipl. hem. Branka Vukanović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta u Beogradu.

# Standardizacija, standardi i propisi, sa posebnim osvrtom na standarde u rudarstvu

Dipl. ing. Srboljub Stojković

*U članku je dat sažeti prikaz značaja međunarodnih, posebno jugoslovenskih standarda, kao pregled standarda za rudarstvo koji su do sada objavljeni u Jugoslaviji. Objasnjen je značaj Jugoslovenskog standarda sa ekonomskog aspekta i sa aspekta bezbednosti zdravlja i života radnika i njihova usklađenost sa međunarodnim standardima.*

*Na kraju daje smernice za daljnje donošenje standarda u oblasti rudarstva.*

Nalazimo se u godini stabilizacije i kvaliteta, kada naša zajednica ulaže velike napore da se unapredi proizvodnja i poboljša privređivanje radnih organizacija. Stabilizacija privrede podrazumeva bolje, kvalitetnije i ekonomičnije poslovanje. Kako standardizacija zadire u sve oblasti ljudske delatnosti to i njen uticaj na unapređenje proizvodnje treba da je znatno veći nego danas, jer je poznata činjenica da su visoko razvijene zemlje svoj veliki industrijski uspon postigle, pored ostalog zahvaljujući i doslednoj primeni standardizacije. Kvalitet i stabilizacija su u neposrednoj vezi, jer se zna da kvalitetniji proizvodi imaju bolji plasman na domaćem i inostranom tržištu. Standardima se propisuju uslovi kvaliteta, dimenzije i jedinstvene metode za proveravanje kvaliteta, koje se oslanjaju na savremena dostignuća nauke, tehnike i prakse, a to znači da proizvodnja, prema standardima obezbeđuje siguran i kvalitetan proizvod i bezbednost pri radu. Pojedini jugoslovenski standardi su usaglašeni sa međunarodnim preporukama, koje su rezultat rada tehničkih komiteta Međunarodne organizacije za standardizaciju ISO. Izrada proizvoda prema ovim standardima pruža mogućnost kooperacije i podele rada između naših preduzeća i inostranih firmi, a isto tako i bolji plasman proizvoda na međunarodnom tržiš-

tu, čime se postiže bolje poslovanje u našim radnim organizacijama. Da bi bliže upoznali širu stručnu javnost, posebno stručnjake koji rade u grani rudarstva — prerada minerala i uglja, ovim člankom se u tačkama od 1 do 4 prikazuje značaj standardizacije sa aspektima njene primene i sa osvrtom na dosadašnji rad u oblasti rudarstva.

## Standardizacija

Standardizacija je postupak stvaranja i primena pravila za postizanje određenih aktivnosti uz saradnju svih zainteresovanih, a pre svega za unapređenje ekonomičnosti, imajući u vidu funkcionalne uslove i zahtevne bezbednosti. Standardizacija se zasniva na utvrđenim rezultatima nauke, tehnike i prakse. Ona ne utvrđuje osnove samo za sadašnjost, već i za budućnost, držeći korak sa progresom, tj. standardizacija mora da prati razvoj nauke i tehnologije.

Neke primene standarda odnose se na:

- jedinice i mere
- terminologiju i prikazivanje simbola
- proizvode i metode (definicije i izbor karakteristika proizvoda, metode ispi-

tivanja i merenja, specifikaciju karakteristika proizvoda radi utvrđivanja njihovog kvaliteta, vrste zamensljivosti itd.)

### **Ciljevi standardizacije**

Savremeni ciljevi standardizacije mogu se svesti na šest poglavlja i to:

- upropašćavanje (simplifikacija) različitih proizvoda i postupaka;
- obaveštavanje (komuniciranje ideja i tehničkih podataka);
- postizanje opšte ekonomičnosti,
- bezbednost i zaštita života;
- zaštita interesa proizvođača i interesa zajednice (društva);
- eliminisanje tradicionalnih barijera

### **Uprošćavanje**

Moderna standardizacija treba pre svega da proučava mogućnost uprošćavanja u svim oblastima ljudske delatnosti. Ona treba da iznalazi sredstva za regulisanje stihije, koja ugrožava napredak i razvitak društva, prikupljanjem i stvaranjem podataka o njoj nastojeći da je usmeri u poznate tokove koji vode na dobro i bezbednost čovečanstva.

Stoga se može reći da je jedan od osnovnih zadataka standardizacije da omogući komuniciranje ideja i tehničkih podataka i da vodi računa o bezbednosti ljudi, a zatim dolazi ostvarenje ekonomičnosti.

Uprošćavanje je ograničavanje proizvodnje različitih tipova proizvoda i svođenje njihovog broja na neophodnu meru. Zamensljivost delova elemenata je takođe neposredan zadatak standardizacije, jer znatno utiče na cenu proizvodnog procesa. Smanjenje više raznolikih elemenata daje mogućnost proizvođaču da proizvodi velike serije delova koji imaju slične oblike i karakteristike i iste priključne dimenzije. Pošto se ne mogu zamenjivi delovi proizvoditi sa potpuno istim (idealnim) dimenzijama, standardima se propisuju dozvoljena odstupanja koja ne utiču na funkcionalnost. Prema tome, uprošćavanje je oblik standardizacije koja vodi smanjenju broja tipova proizvoda i odre-

đivanjem njihovog adekvatnog broja, koji će zadovoljiti potrebe u datom vremenskom periodu.

Ovaj svestan napor društva ka uprošćavanju može se ostvariti samo kroz međusobnu saradnju svih zainteresovanih. Jedinствена saglasnost u standardizaciji se može postići samo onda ako je pruže svi zainteresovani sa određenim autoritetom.

### **Obaveštenje (komuniciranje ideja i tehničkih podataka)**

Naučno istraživanje i tehnički napredak nisu nikad znali za granice, jer su svi oni koji rade na naučnom istraživanju prinuđeni da se neprestano obaveštavaju o razvoju nauke u drugim zemljama. Oni koji tragaju za problemima koji su već rešeni ili pronalaze otkrića koja su pronađena, samo uzalud troše svoje napore umesto da ih koriste za iznalaženje novih otkrića i rešavanje tekućih problema. Da bi se znalo koji su to tekući problemi koje treba rešavati, prvenstveno se moraju znati oni problemi za koje postoji opšta saglasnost da su rešeni, a to je jedan od ciljeva standardizacije, da putem svojih dokumenata obaveštava i omogućuje cirkulaciju ideja i tehničkih podataka. Veliki napredak u tehnici i naučnim saznanjima postignut je, pored ostalog, zahvaljujući i razmeni tehničkih podataka.

Jedna od najvažnijih funkcija standarda jeste komuniciranje između proizvođača i potrošača. Lista podataka o-proizvodima kao što su: karakteristike, dimenzije, uslovi kvaliteta i njihovo proveravanje savremenim metodama ispitivanja, stvaraju poverenje kupca da se može osloniti na kvalitet i sigurnost proizvoda. Uticaj koji ima razmena ideja i tehničkih podataka je očigledan pri pripremanju međunarodnih standarda, gde se vrši neprekidno komuniciranje podataka između stručnjaka širom sveta, dok se ne donese definitivni tekst međunarodnog standarda. Zatim se nacionalni standardi usaglašavaju sa međunarodnim standardima, dobijajući tako internacionalni karakter, pružajući veliku mogućnost kooperacije i razmene dobara na međunarodnom tržištu.

U međunarodnom komuniciranju različiti jezici predstavljaju problem, koji se rešava pripremom međunarodnih standarda, koji obrađuju pravila i simbole kao što su

standardi za inženjersko tehničko crtanje, šematsko prikazivanje tehnoloških postupaka i opreme, i standarde za međunarodne jedinice sistema mera (SI — jedinice), a isto tako i standarde termina i definicija iz pojedinih grana i oblasti.

Dakle, komuniciranje ideja i tehničkih podataka doprinosi da se rezultati naučnog i tehničkog napretka preko standarda pretvaraju u korisna dobra i usluge.

#### **Ekonomski aspekti standardizacije**

Izvesni stručnjaci smatraju da ekonomski aspekti standardizacije treba da budu konačan cilj standardizacije.

Međutim, ekonomičnost je jedna od komponenata za postizanje optimalnih rezultata standardizacije, pošto između ekonomičnosti, bezbednosti i funkcionalnosti postoji međuzavisnost koja se mora sa velikom pažnjom proučavati.

Prema tome, ekonomski efekti pojedinih standarda su, uopšte uzev, kompleksni, jer se efekat jednog standarda mora posmatrati i sa tehničkog i ekonomskog aspekta kao i aspekta bezbednosti. Standardom se obuhvataju delatnosti počevši od osnovne sirovine pa do gotovog proizvoda, pružajući optimalna rešenja za obezbeđenje kvaliteta, oblika i dimenzija, racionalne izrade, pa, prema tome, u krajnoj liniji stvara osnovu za podizanje produktivnosti rada i sniženje troškova proizvodnje.

Poznata je činjenica da je visoki industrijski razvoj u industrijski razvijenim zemljama postignut zahvaljujući standardizaciji.

Prema publikaciji Ujedinjenih nacija »Industrialization of Developing Countries: Problems and prospects. Standardization«, zvanična proučavanja u Francuskoj za 1966. godinu došla su do rezultata da su ulaganja u standardizaciju iznela 80 do 100 miliona franaka, a da su postignute uštede, zahvaljujući standardizaciji, iznele oko 2 milijarde franaka.

Ovaj podatak jasno govori kakav je uticaj standardizacije na industrijski razvoj i prosperitet jedne zemlje.

#### **Bezbednost i zaštita života**

Neki standardi se samo pripremaju za zaštitu i pomoć ljudima.

Na primer, zaštitni šlem, zaštitna odela, zaštitni pojas, samospasilac i dr. Zatim se standardi donose za zaštitu protiv požara i električne struje, dejstva štetnih materija itd.

Većina zemalja ove standarde unosi u propise dajući im zakonsku formu obaveznosti.

Pored nacionalnih standarda iz oblasti zaštite u porastu je i izrada međunarodnih standarda. Bezbednost i zaštita ljudskog života je poseban cilj standardizacije. Dakle, ako je proizvod isključivo namenjen očuvanju bezbednosti ljudi, onda se taj aspekt mora prvenstveno obraditi u standardu. Proizvodi koji treba da služe ovom cilju, moraju biti izrađeni sa posebnom pažnjom i sa visokim stepenom pouzdanosti i moraju biti podvrgnuti vrlo strogo ispitivanju kvaliteta. Osim toga, u standardima za ove proizvode moraju se propisati intervali vremena i metode za proveravanje važnih karakteristika posle određenog vremena upotrebe. Proizvodi koji se odnose na bezbednost, moraju se propisati kao obavezni, bez obzira na cenu koštanja, jer treba imati u vidu da su ljudski životi najskuplji kada dođe do udesa ili loma opreme od vitalnog značaja.

Sa većim razvojem industrije sve se više ugrožava čovekova životna sredina (voda i vazduh) i to do te mere da se, pored velikog napretka medicine i tehnike, ne mogu ljudima pružiti životni uslovi onakvi kakvi su bili samo pre dve decenije. Poslednjih godina, Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO, preko svojih tehničkih komiteta radi na ovom problemu i već je pripremila nekoliko dokumenata koji se odnose na zaštitu od radijacija, buke i vibracija, aerozagađenje i zaštitu voda.

#### **Zaštita interesa potrošača i interes zajednice**

Proizvodi pripremljeni u svim standardima namenjeni su onima koji ih upotrebljavaju, a to znači da pri standardizaciji proizvoda treba podjednako da učestvuju i proizvođač i potrošač.

Nesumnjivo da je jedan od najvažnijih ciljeva standardizacije zaštita interesa potrošača. Zaštita interesa potrošača osigurava se kroz odgovarajući i konstantan kvalitet



proizvoda i u pružanju usluga. Pojam kvaliteta usluga podrazumeva, pored konkretnih usluga kao što su kvalitet, funkcionalnost ili izmenljivost delova, i olakšicu oko manipulisanja sa standardizovanim proizvodima na primer: pakovanje, transport, usklađivanje i drugo.

Standardizacija je društvena aktivnost na isti način kao i ekonomska, potpomognuta od svih zainteresovanih. Donošenje standarda treba da je zasnovano na opštoj saglasnosti, jer se krajnji cilj aktivnosti standardizacije odnosi na poboljšanje životnog standarda ljudi. Prema tome, interes je zajednice da potpomaže i podstiče rad na standardizaciji jer doprinosi opštem blagostanju zemlje.

#### **Eliminisanje tradicionalnih barijera**

Poznata je činjenica da u današnjem svetu postoji velika razlika u industrijskom usponu između zemalja sa visoko razvijenom privredom i zemalja u razvoju. Standardizacija omogućava da se taj jaz premosti korišćenjem standarda industrijski razvijenih zemalja i međunarodnih standarda u zemljama u razvoju. Pošto su standardi odnos savremenih ostvarenja nauke i tehnike postignutih u zemljama sa visoko razvijenom industrijom i privredom, njihovo uvođenje u proizvodnju zemalja u razvoju znači prihvatanje stečenih iskustava od razvijenih zemalja. Standardi su, prema tome, snažno sredstvo da se prenesu najvrednije iskustvo stečeno od svih zemalja u toku dugog niza godina.

#### **Standard i propisi**

Osnovna delatnost Jugoslovenskog zavoda za standardizaciju je donošenje jugoslovenskih standarda prema »Zakonu o jugoslovenskim standardima« koji je objavljen u »Službenom listu FNRJ«, br. 16.

Prema ovom zakonu, jugoslovenskim standardima se utvrđuje naročito:

- 1) oblik, dimenzije, kvalitet, asortiman i druge osobine proizvoda, odnosno radova;
- 2) jednoobrazno označavanje proizvoda koji se stavljaju u promet i radove prema njihovim bitnim osobinama;
- 3) jednoobrazni oblici proizvodno-tehničke i druge dokumentacije, jednoobrazne skraćene oznake pojmova, jednoobrazni po-

stupci pri izradi tehničke i ekonomske dokumentacije u privredi;

4) način pakovanja i transportovanja proizvoda u prometu;

5) određeni tehnički postupci za izradu proizvoda, odnosno izvršenje radova;

6) uslovi i metode proveravanja proizvoda koji se stavljaju u promet, odnosno radova koji se izvršuju;

7) metodi i principi proučavanja, konstruisanja, odnosno projektovanja mašina, postrojenja i drugih objekata.

Jugoslovenski standard može sadržati sve elemente koji su navedeni u tačkama od 1 do 7.

Doneseni jugoslovenski standardi mogu biti sa obaveznom primenom ili sa primenom. Većina jugoslovenskih standarda je sa obaveznom primenom ili sa primenom. Većina jugoslovenskih standarda je sa obaveznom primenom, dok je samo jedan mali deo standarda sa primenom, odnosno od ukupnog broja izrađenih standarda 95% su obavezni, a svega 5% neobavezni.

Prema članu 57, Zakona o jugoslovenskim standardima, privredne organizacije i druga pravna lica koja se bave privrednom delatnošću primenjuju pri izradi, kupovini i prodaji, odnosno pri izvođenju ili naručivanju radova, jugoslovenske standarde koji se odnose na takvu vrstu proizvoda i radova. Ako je primena takvog jugoslovenskog standarda obavezna, privredne organizacije i druga pravna lica dužna su da primenjuju jugoslovenski standard. Zatim, u članu 66, pomenutog zakona, stoji: »Ako pri vršenju nadzora organ nadležne inspekcije utvrdi da jugoslovenski standard sa obaveznom primenom, odnosno propisom o kvalitetu proizvoda, nije nikako ili nije pravilno primenjen, narediće pismenim rešenjem organizaciji, ustanovi ili pojedincu da u određenom roku saobrazi svoju proizvodnju, odnosno izvođenje radova sa propisanim standardima, odnosno propisima o kvalitetu proizvoda«. Istim rešenjem organ nadležne inspekcije narediće da se takvi proizvodi ili već izvedeni radovi u određenom roku preade, odnosno poprave, a ako je to u jugoslovenskom standardu predviđeno i označe kao proizvod nižeg kvaliteta.

U članu 67. se kaže: »Ako organ nadležne inspekcije utvrdi da proizvodi, odnosno radovi ne odgovaraju jugoslovenskom stan-

dardu, odnosno propisima o kvalitetu proizvoda, pa usled toga postoji opasnost po život i zdravlje ljudi ili mogućnost nastanka velike materijalne štete, doneće rešenje o zabrani dalje proizvodnje takvih proizvoda, odnosno daljeg izvođenja radova«. Kao što se vidi iz izloženog, jugoslovenski standardi sa obaveznom primenom dejstvuju na osnovu zakona, a proizvođači i izvođači radova su dužni da ih se pridržavaju, u protivnom, snose propisane konsekvence.

Pri izradi jugoslovenskih standarda vodi se računa o postojećim propisima i zakonima iz pojedinih grana i oblasti. Na primer, pri izradi jugoslovenskih standarda iz grane rudarstva usaglašavaju se odredbe standarda sa osnovnim zakonom u rudarstvu i važećim pravilnicima koji regulišu zaštitne mere u pojedinim oblastima.

Isto tako normalno je da se pravilnici iz pojedinih oblasti rudarstva pozivaju na važeće jugoslovenske standarde.

Iako je većina jugoslovenskih standarda sa obaveznom primenom i ima snagu zakona, smatra se da proizvođači i potrošači ne primenjuju jugoslovenske standarde iz prinude, već zato što im oni pružaju niz prednosti o kojima je bilo reči u tačkama 1 i 2.

### **Standardi u rudarstvu, preradi minerala i uglja**

Aktivnost rada odvijala se uglavnom na standardizaciji terminologije, oblika i mera, uslova kvaliteta (svojsva, karakteristika proizvoda) i metoda ispitivanja. U tom smislu do sada izrađeni standardi razvrstani su prema oblastima i tipovima u tablici 1.

U tablici su standardi grupisani po pojedinim oblastima od rednog broja 1 do 9.

— Pod rednim brojem 1 prikazani su osnovni standardi za rudarstvo i geologiju. Izrađeno je 10 standarda iz oblasti geoloških oznaka i simbola i 13 standarda iz oblasti meračkih oznaka i simbola. Ovi standardi omogućuju da se na jedinstven način na geološkim i rudarskim kartama i planovima prikazuju oznake za geološke tvorevine i rudarske objekte.

— Pod rednim brojem 2 prikazan je broj standarda iz oblasti uglja i koksa. Izrađeno je 5 opštih standarda od kojih se tri odnose na terminologiju u oblasti uglja i koksa, a

dva na šematsko prikazivanje tehnološkog postupka pripreme uglja i prikazivanje rezultata separisanja uglja. Izrađen je jedan standard koji delimično propisuje uslove kvaliteta uglja.

Za ispitivanje uglja i koksa izrađeno je 56 standarda. U ovih 56 standarda uključeno je 12 standarda za ispitivanje pepela čvrstih mineralnih goriva.

Preko 90% standarda iz oblasti uglja i koksa su na međunarodnom nivou, jer su doneseni na osnovu međunarodnih preporuka ISO, što je rezultat rada tehničkog komiteta za čvrsta mineralna goriva ISO/TC 27.

Doneseni broj standarda u ovoj oblasti predstavlja solidan fond koji omogućava da se mogu utvrditi svi važniji parametri kvaliteta uglja i koksa.

Dalji rad na donošenju novih i revizija postojećih standarda u oblasti uglja i koksa takođe će se oslanjati na saradnju sa tehničkim komitetom ISO/TC 27.

— Pod rednim brojem 3 prikazani su standardi koji se odnose na železne i manganeve rude, a takođe je prikazano i 18 standarda iz oblasti ispitivanja troske.

Iz oblasti železnih ruda donesena su 32 standarda, uglavnom za ispitivanje ruda.

Stalan porast proizvodnje gvožđa i čelika zahteva i neprekidno povećanje proizvodnje železnih ruda. Da bi se podmirile potrebe metalurških kombinata, moraju se istraživati i otvarati nova ležišta železnih ruda i to, kako ona sa višim sadržajem korisnog minerala, tako i siromašnija ležišta. Da bi rad na dobijanju gvožđa bio što racionalniji — ekonomičniji, potrebno je da kvalitet rude za metaluršku preradu bude što povoljniji, kako u pogledu sadržaja korisnog metala, tako i u pogledu sadržaja štetnih komponenata. Znači, potrebno je železne rude pripremiti pre metalurške prerade da bi se dobio željeni kvalitet rude, a time postigao i optimalan rad topioničkih postrojenja. U tom smislu izrađeni standardi omogućuju da se utvrdi kvalitet ruda, koncentrata, peleta i aglomerata. Na standardizaciji u oblasti železnih ruda radi Tehnički komitet za železne rude međunarodne organizacije za standardizaciju ISO/TC 102. Naša zemlja preko svojih predstavnika učestvuje u radu ovog komiteta na donošenju dokumenata, od kojih su neki dostigli visok stepen sa-

Tablica 1

Redni broj	Naziv	Izrađeno do 31. 12. 1972.	Tipovi standarda				kompleksni
			opšti	oblik i mere	uslovi kvaliteta	uzimanje uzoraka i metode ispitivanja	
1	Osnovni standardi za rudarstvo i geologiju	23	23	—	—	—	—
2	Ugalj i koks	62	5	—	1	56	—
3	Crna i obojena metalurgija	78	2	—	—	76	—
	— železne rude	32	1	—	—	31	—
	— manganove rude	28	1	—	—	27	—
	— troska	18	—	—	—	18	—
4	Nemetali i vatrostalni materijal	111	29	25	31	24	2
5	Rudnička oprema	45	3	27	5	—	10
6	Rudarski alat i pribor	80	—	70	1	—	9
7	Preseci jamskih prostorija i jamska podgrada	41	—	39	—	—	2
8	Eksplozivi, štapin i detonatori	35	—	4	7	17	7
9	Zaštita u rudarstvu	4	1	—	—	3	—
Ukupno:		479	63	165	46	175	30

glasnosti članica komiteta, pa uskoro treba očekivati i međunarodne standarde. Na osnovu ISO standarda izradiće se novi JUS standardi koji nedostaju a postojeći standardi usaglasiti, odnosno revidovati. Standardi iz oblasti manganovih ruda izrađeni su na bazi Međunarodnih preporuka ISO, koje su rezultat rada Tehničkog komiteta za manganove rude ISO/TC 65.

— Pod rednim brojem 4 prikazani su doneseni standardi iz oblasti nemetala i vatrostalnog materijala. Naša zemlja po proizvodnji vatrostalnih materijala nalazi se među prvim u Evropi, pa je razumljivo što u ovoj oblasti ima i zadovoljavajući broj standarda. S obzirom da se radi o materijalu koji ima široku primenu u industriji i da se na tržištu pojavljuje u vidu oblikovanih i neoblikovanih proizvoda, to su u ovoj oblasti zastupljeni svi tipovi standarda. Opšti standardi se odnose na terminologiju iz oblasti sirovina, proizvodnje, ispitivanja i primene vatrostalnih materijala. Iz oblasti terminologije urađeno je 26 standarda, od kojih je 13 na šest jezika (srpskohrvatskom, francuskom, engleskom, ruskom, italijanskom i nemačkom). Standardi terminologije omogućuju lakše sporazumevanje između proizvođača i potrošača, a standardi na više jezika doprinose boljem korišćenju inostrane literature i lakšem uspostavljanju kooperativnih odnosa na međunarodnom tržištu. Pod opštim standardima su doneta i tri standarda koja se odnose na klasifikaciju vatrostalnih materijala. Standardi koji propisuju oblik i mere proizvoda uglavnom su doneseni za potrebe crne i obojene metalurgije, a izvestan deo ovih standarda se odnosi na izgradnju ozida parnih lokomotiva.

Donesen je prilično velik broj (31) standarda koji propisuju karakteristike — tehničke uslove kvaliteta koje moraju da zadovolje vatrostalne sirovine i gotovi proizvodi. Za proveravanje kvaliteta proizvoda, oblika i mera, doneseni su standardi koji propisuju način ispitivanja. Nekoliko standarda iz ove oblasti izrađeno je na osnovu preporuka Međunarodne organizacije za standardizaciju ISO, koji su rezultat rada tehničkog komiteta za vatrostalni materijal ISO/TC 33.

Iz oblasti nemetala izrađeni su standardi za azbest, feldspat, barit, fluorit, krečnjak i

dolomit, kvarcni pesak za livarstvo, industriju stakla i finu keramiku.

— Pod rednim brojem 5 prikazani su izrađeni standardi za rudničku opremu. Prikazani su standardi za jamski vagonet, rudarsku izvoznju užad, vedra za prevoz ljudi, jalovine i materijala pri produbljenju rudničkih okana, akumulatorsku naglavnu svećiljku, grafičke simbole opreme za pripremu uglja, vetrene cevi, lance za transportere, kao i standardi za gabaritne mere jamskih lokomotiva. Ovde su uglavnom zastupljeni standardi oblika i mera i kompleksni standardi. Neke od ovih standarda, kao što su visokootporni lanci, izrađeni su na bazi preporuka Međunarodne organizacije za standardizaciju ISO, koje su rezultat rada tehničkog komiteta za rudarstvo ISO/TC 82.

— Pod rednim brojem 6 prikazani su izrađeni standardi za rudarski alat i pribor. To su uglavnom standardi koji propisuju oblik i mere. U prvih 10 godina rada na standardizaciji u ovoj oblasti, doneti su standardi za ručni alat, kao što su pijuci, lopate, vile, motike, sekire, testere i drugi ručni alati. Tokom poslednjih godina tehnički komitet za rudarstvo ISO/TC 82 pripremio je dokumente za standardizaciju pribora za istražno bušenje, na osnovu koga je izrađeno preko 50 standarda prema poznatom sistemu Kreljus. Ovim standardima obuhvaćen je kompletan pribor za bušenje sa jednostrukim jezgrenim cevima. Izrađeno je oko 15 standarda iz oblasti alata za bušenje minskih bušotina u steni i uglju prema preporukama ISO, što je takođe rezultat rada Tehničkog komiteta za rudarstvo ISO/TC 82.

Ovaj alat obuhvata monoblok dleta, bušaće šipke, krune za bušenje u uglju i steni, i dr.

— Pod rednim brojem 7 prikazano je 39 standarda za preseke jamskih prostorija, kao što su hodnici, okna, uskopi i niskopi raznih profila. Ovi standardi su urađeni prema standardizovanoj opremi, kao što su jamski vagoneti, transporter i gabaritne mere jamskih lokomotiva. Ovde su takođe prikazana i dva kompleksna standarda koja se odnose na čeličnu otkopnu podgradu, čeličnu frikcionu stojku i čeličnu gredu.

Donošenjem ovih standarda, olakšan je rad na projektovanju jamskih objekata, a izvođenje radova prema standardizovanim profilima daje racionalniji i ekonomičniji rezultat rada.

— Pod rednim brojem 8 prikazani su standardi iz oblasti eksploziva i detonatora. Pre desetak godina doneseni su standardi za amonijumnitratne praškaste eksplozive sa nitroglicerinom i bez njega, standardi za sporogoreći i detonirajući štapin i standard za rudarsku kapislu. U toku poslednje dve godine doneseni su standardi za ispitivanje eksploziva, kao i standardi za uslove kvaliteta i ispitivanje metanskih eksploziva.

Standardizacijom alata za bušenje minskih bušotina bilo je omogućeno da se standardizuju dimenzije patrona eksploziva u JUS H. Dl. 020. Ovde treba posebno istaći da je poslednje dve godine rađeno i na standardizaciji električnih detonatora. Doneseno je 10 standarda za uslove kvaliteta, oblik i mere i metoda ispitivanja.

(Detaljnije o standardizaciji iz oblasti eksploziva i detonatora opisano je u biltenu »Standardizacija« 9/72).

— Pod rednim brojem 9 prikazani su standardi za uzimanje uzoraka jamskog vazduha, ispitivanje jamskog vazduha, uzimanje uzoraka izduvnih gasova iz jamskih dizel-lokomotiva, kao i standard za maksimalno dopuštene koncentracije škodljivih materija u atmosferi radnih prostorija i radilišta.

Daljom analizom tablice dobijaju se podaci o učešću pojedinih tipova standarda. Prema ukupno izrađenim standardima, učešće pojedinih tipova standarda je sledeće:

— Opšti standardi	13,20%
— Standardi za oblik i mere	34,50%
— Standardi za karakteristike i uslove kvaliteta	9,60%
— Standardi za uzimanje uzoraka i metoda ispitivanja	36,40%
— Kompleksni standardi	6,30%
	<hr/>
	100 %

Iz ove analize se vidi da najveće učešće imaju standardi za uzimanje uzoraka i metode ispitivanja i standardi za oblik i mere, što iznosi ok 70%. Zatim slede opšti stan-

dardi, standardi za karakteristike i uslove kvaliteta i na kraju kompleksni standardi. Kada se ima u vidu da je rudarstvo veoma heterogena grana, onda se ovakva struktura standarda logično nameće. Mineralne sirovine se, pre svega, ispituju u cilju utvrđivanja sadržaja korisnih i štetnih komponenata. Za preseke jamskih prostorija, rudarsku opremu, alat i oblikovane vatrostralne proizvode, donose se standardi za oblik i mere. Nešto manje učešće standarda za karakteristike i uslove kvaliteta proizilazi iz toga, što se u pojedinim standardima propisuju zajedničke karakteristike i uslovi kvaliteta za više sličnih proizvoda.

Iz tablice se, takođe, može videti pokrivenost pojedinih oblasti, na osnovu koje se može usmeriti težište budućeg rada.

— U oblasti opštih standarda nastaviće se rad na rudarskoj terminologiji.

— U oblasti uglja i koksa donošenje novih standarda je vezano za saradnju sa Tehničkim komitetom za čvrsta mineralna goriva ISO/TC 27. Ovde se predviđa i revizija ranije donesenih standarda koje praksa prevazilazi, a pre svega, standard za uzimanje i obradu uzoraka uglja.

— U oblasti crne i obojene metalurgije se vidi da su standardima obuhvaćene samo želadne i manganove rude. U budućem radu težište će biti na donošenju standarda za rude i koncentrate obojenih metala, a zatim donošenje novih i reviziju postojećih standarda iz oblasti železnih i manganovih ruda prema dokumentima Tehničkih komiteta ISO, i to za železne rude ISO/TC 102, a za manganove rude ISO/TC 65.

— U oblasti nemetala i vatrostralnog materijala donesen je priličan broj standarda koji se znatnim delom odnosi na vatrostralni materijal. Kako je iz oblasti vatrostralnog materijala dobar deo standarda donesen i pre 10 do 15 godina, većina od njih biće podvrgnuta reviziji, a donošenje novih standarda biće usklađeno sa radom Tehničkog komiteta za vatrostralni materijal ISO/TC 33. Za ovaj deo posla obrazovana je stalna radna grupa, sastavljena od proizvođača i potrošača vatrostralnog materijala, kao i predstavnika naučnih institucija, koja će u saradnji sa ovim zavodom pratiti razvoj standardizacije u ovoj oblasti i pripremati dokumente za izradu i reviziju jugoslovenskih standarda. Za ostale nemetalne sirovine pri-

premiće se standardi prema zainteresovanosti privrede, kao što je, na primer, standard za kaolin.

— U oblasti rudarske opreme predviđa se rad na standardizaciji opreme za jamski i površinski transport, opreme za rudnički izvoz, a po mogućstvu, i standardizacija opreme za pripremu mineralnih sirovina. Na donošenju standarda iz ove oblasti koriste se dokumenti Tehničkog komiteta za rudarstvo ISO/TC 82 i Komiteta za transportere ISO/TC 101.

— U oblasti rudarskog alata i pribora predviđa se rad na standardizaciji pneumatičnog alata, pribora za istražno bušenje i pribora za bušenje minskih bušotina u steni i uglju. Takođe će rad biti usmeren i na reviziji postojećih standarda.

Aktivnost rada na standardizaciji u ovoj oblasti biće usaglašena sa radom Tehničkog komiteta za rudarstvo ISO/TC 82.

— U oblasti preseka jamskih prostorija predviđa se standardizacija onih profila koji nisu obuhvaćeni dosadašnjim standardima, kao i standardizacija profila jamskih prostorija koji se odnose za rudnike metalnih ruda, a koji su postojećim standardima neznatno obuhvaćeni. Ovde se predviđa i standardizacija jamske podgrade za hodnike.

— U oblasti eksploziva i detonatora do sada je učinjen napor da se standardizacijom obuhvati što je moguće veći broj proizvoda koji se koriste u rudarskoj privredi. Tako su standardima obuhvaćeni privredni eksplozivi, štapini, detonatorska kapisla, a 1972. godine standardizovani su i električni detonatori. U ovoj oblasti dalje se predviđa rad

na donošenju standarda za vodoplastične eksplozive, metode ispitivanja sastava eksploziva, i izrada standarda za metanske električne detonatore. Takođe se predviđa i revizija standarda za detonirajući štapin.

Većina ranije donesenih standarda, kao što su privredni eksplozivi i detonatorska kapisla, revidirani su u 1971. i 1972. godini.

— U oblasti zaštite u rudarstvu nastaviće se rad na donošenju standarda iz oblasti rudničke atmosfere.

Na izradi predloga standarda i donošenju definitivnih standarda bio je angažovan veliki broj stručnjaka iz cele zemlje, iz naših privrednih preduzeća, fakulteta, instituta i privrednih asocijacija.

Standardi su donošeni uz punu saglasnost privrede i u skladu sa našim tehnološkim i ekonomskim mogućnostima. Jednom rečju, većina donesenih standarda predstavlja stanje razvijenosti naše nauke, tehnike i tehnologije. Svakako, u skladu sa ovim se sprovodi i revizija svih standarda koje je praksa prevazišla ili ih treba uskladiti sa međunarodnim dokumentima.

Sistematskim sprovođenjem standardizacije u našim radnim organizacijama doprineće se u velikoj meri povećanje produktivnosti rada i poboljšanje kvaliteta proizvoda, a zatim će se omogućiti uspešna podela rada na unutrašnjem i međunarodnom planu, kao i sigurniji plasman proizvoda na domaćem i inostranom tržištu.

Prema tome, do sada izrađeni standardi predstavljaju snažnu potporu razvoju, napretku i bezbednosti rudarske privrede, kao i onih privrednih grana čiju osnovu čine mineralne sirovine.

## SUMMARY

### Standardization, Standards and Regulations and a Specific Review of Standards in Mining

S. Stojković, min. eng\*)

The article presents a brief outline on the importance of international, and particularly Yugoslav standards as a review of standards in mining published to-date in Yugoslavia. An explanation is given on the importance of Yugoslav standards from the economic aspects, as well as from the aspect of labour health and life safety and their coordination with international standards.

Finally, guidelines are given for further passing standards in the field of mining.

\*) Dipl. ing. Srboljub Stojković, Jugoslovenski zavod za standardizaciju — Beograd.

## Literatura

1. ISO — The aims and principles of standardization, Edited by T. R. B. SANDERS United Kingdom.
2. Standardization — bridge across the technological gap, ISO Central Secretariat.
3. UNIDO, Problems and prospects, Standardization.
4. Stojković, S. 1972: Standardizacija u oblasti privrednih eksploziva i električnih detonatora, bilten »Standardizacija« br. 9.
5. Stojković, S. 1973: O standardizaciji u rudarstvu preradi minerala i uglja, 1952—1972, bilten »Standardizacija« br. 3.
6. Zakon o jugoslovenskim standardima, »Službeni list FNRJ«, br. 16/60.

## IZ PRAKSE

U ovoj rubrici objavljujuće se iskustva naših rudnika u sprovođenju zaštite na radu i prikazivati praktična rešenja i ostvarenja kojima se otklanjaju posebne opasnosti, unapređuje zaštita i povećava sigurnost pri izvođenju rudarskih radova. U kratkim prikazima objasniće se opasnosti i nepravilni postupci, zbog kojih dolazi do teških i smrtnih nesreća, i kakve se pouke iz takvih nesreća izvode da bi se sprečilo ponavljanje istih.

Osim toga, ovakvim prikazima u ovoj rubrici, časopis »Sigurnost u rudnicima« želi da upozna našu rudarsku stručnu javnost sa onim vrednim i požrtvovanim operativnim kadrovima, nadzornicima, poslovođama, rudarskim tehničarima i inženjerima, koji zaštitu sprovode na radnim mestima gde se vodi bitka za ostvarenje radnih planova i planova proizvodnje, sa onima koji se krajnjim pregalaštvom ističu u intervencijama za spasavanje rudnika i rudara prilikom velikih nesreća i u sanacijama havarija, kao i sa onima koji mnogo brige i pažnje posvećuju unapređenju zaštite vaspitavanjem i poučavanjem radnika.

GLAVNI UREDNIK

# Uticaj kvašenja vodom na obrušeni materijal krovine u jami „Omazići“

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Ahmet Bašić

*Ispitivanjima koja je autor izvršio polivanjem vodom zarušene krovine kod otkopavanja Radinskom metodom u jami »Omazići«, postigao je da se obrušeni materijal konsoliduje toliko da se je za poslednje dve godine obrušavanje u donje otkope smanjilo za oko 60%, a broj nadnica za sanaciju prurušaka za 80%, olakšalo vađenje stare građe, i potpuno eliminisalo gubitke metalne podgrade. Ispitivanja se nastavljaju.*

## Uvod

Upravljanje krovinom prilikom obrušavanja pri otkopavanju uglja »Radinskom metodom« u jami »Omazići« ni danas nije riješeno na najpovoljniji način. Raniji pokušaji odvajanja obrušene krovine od uglja, pomoću čelične mreže, nisu dali dobre rezultate. Sadašnji način postavljanja drvenog patosa kao izolacionog materijala između krovine i uglja takođe ne daje dobre rezultate sa aspekta sigurnosti i predstavlja stalnu smetnju uvođenju mehanizacije na široko čelo.

Ideja od juna 1970. da se dođe do povoljnijih rezultata pomoću kvašenja vodom obrušenog materijala i rezultati postignuti u vezi sa tim, izneseni su u ovom članku.

Pod uticajem vlage i pritiska, rastreseni materijal, koji ima određene vezivne osobine, postaje kompaktna, što širokim čelima, koja dolaze posle prethodnih, obezbjeđuje sigurniju krovinu.

## Opšti dio

U jami »Omazići« otkopavanje ugljenog sloja, srednje moćnosti, cca 17 m vrši se »Radinskom otkopnom metodom«.

Osnovne karakteristike ove metode su sledeće:

— Otkopavanje sloja vrši se u dva zahvata debljine po 7,5 m sa po tri pojasa (široka čela), visine 2,5 m i međusobnog rastojanja 18 do 25 m.

— Otkopavanje drugog zahvata vrši se posle konsolidacije poremećene krovine, istim načinom kao i prvi zahvat.

— Otkopavanjem pojasa prvog širokog čela krovina se slobodno obrušava na vještački drveni patos koji odvajala jalovinu (krovinu) i ugallj, i služi kao strop (krovina) narednom pojasa (širokom čelu). Ovaj postupak se obnavlja do potpunog otkopavanja sloja.

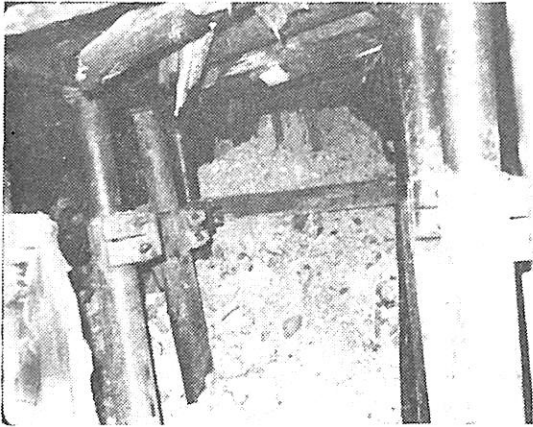
Ovakvim radom kompaktna krovina se pretvori u zdrobljenu suhu masu koja postaje jako sipka i veoma pokretna, te je njome veoma teško upravljati.

Pri stvaranju i najmanjih šupljina u krovu (vještačkom patosu) opisana masa prijete stalno da »procuri«.

Pri vađenju čelične podgrade u fazi obrušavanja sipka masa konstantno zasipa čeličnu podgradu i otežava njeno vađenje (vidi sliku 1).

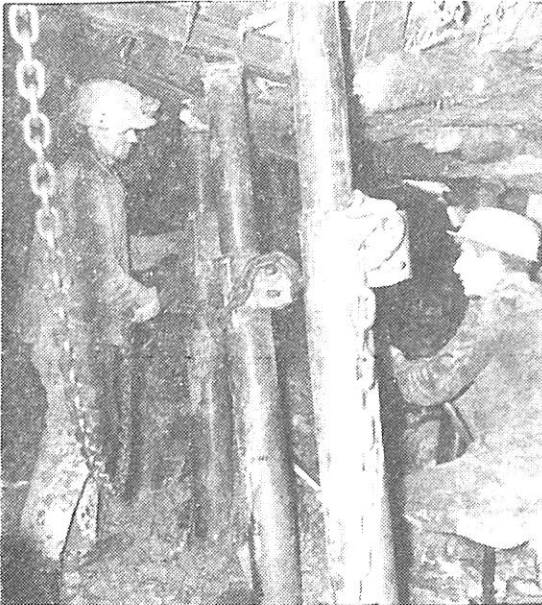
Kretanjem u slobodnom prostoru obrušena masa stvara prašinu koju zračna struja





Sl. 1 — Stupci su zasuti — koristi se daska kao brana — radnik se nalazi u zoni obrušavanja.

Fig. 1 — Blocked props — boards used as a barrier — miner in the caving zone.



Sl. 2 — Detalj pri zarušavanju — jedan radnik priprema vadenje podgrade dok drugi prska obrušeni materijal.

Fig. 2 — A caving detail — one miner prepares support removal while the other one waters the caved material.

kovitla, otežavajući vidljivost i disanje zaposlenog osoblja na radilištima.

Posledice ovakvog vladanja krovine su:

- smrtni slučajevi i teže povrede prouzrokovane zatrpavanjem radnika,
- znatan broj proizvodnih zastoja većeg značaja,
- znatne količine izgubljene čelične podgrade usled zatrpavanja,

— povećano prisustvo jalovine u uglju usled prosipanja iz stropa i starog rada.

Da bi se ove negativnosti izbegle, tražila su se različita rješenja, među kojima je i prskanje obrušenog materijala vodom.

Ovo rješenje predstavlja veoma korisnu novinu i daje mogućnost razvoja otkopne metode u više pravaca.

### Princip rada

Osnovni princip u radu je: iskoristiti prirodne sklonosti laporovite krovine da se pod uticajem vlage i pritiska veže i iz rastresitog stanja pređe u kompaktno.

Analizirajući sastav krovinskog laporca, uočene su povoljne karakteristike sirovine za dobivanje vezivnog materijala.

Osnovni hemijski sastav krovinskog materijala u procentima je sledeći:

CaCO <sub>3</sub> . . . . .	75%
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	3%
SiO <sub>2</sub> . . . . .	16%

Koristeći ovaj sastav laporca, počelo se sa opitima stvaranja vezane mase prskanjem obrušenog materijala čistom vodom.

Radnoj grupi koja vrši vadenje čelične podgrade i obrušavanje krovine, doveden je vodovod. Na vodovodu je montirana prskalica, pomoću koje se prska obrušeni materijal (vidi sl. 2).

Prskanje se vrši sa određenom pažnjom, koja traži sledeće:

— Obrušeni materijal prska se najviše do 1,0 m visine. Ovo radi toga da se kod procesa vezivanja ne veže masa koja bi imala veliku moćnost, te na narednom čelu, posle vadenja podgrade, izazivala prolamanje krovine uz manje udare.

— Prskati se mora ravnomjerno i toliko da se sav materijal ovlaži. Ovo radi toga da ne ostanu zone suhog materijala koji bi na narednom čelu predstavljao opasnost prorušavanja.

— Prskanje se mora tako podesiti da voda ne ispere fini prah koji je glavno vezivno sredstvo (kao cement u šljunčanom agregatu).

— Iz obrušenog materijala odstraniti što više stranih elemenata (drvo i sl.) koji ometaju proces vezivanja.

### Uočeni rezultati i saznanja koja nastaju poslije prskanja obrušenog materijala

Sigurnost i uslovi rada na širokim čelima znatno su poboljšani, jer ne dolazi do prurušavanja, smanjuje se zaprašenost vazduha, ravnomjerno opterećuje podgrada i sl.

To proizilazi iz činjenice da, tamo gdje je obrušena krovina poljevana, prurušavanja nisu evidentirana, bez obzira na kvalitet patosa.

Vrlo se često vide slobodne površine u stropu širokog čela, nastale usled dotrajalosti patosa, ali na tim mestima nije dolazilo do prurušavanja.

Uopštavajući i upoređujući postignute rezultate, evidentno je sledeće:

— 1970. godine, kada nije vršeno poljevanje, na donjim širokim čelima je evidentirano 20 prurušavanja, koja su sanirana za 111 smjena, sa 666 izrađenih nadnica i 111 smjena zastoja radova na čelu.

— 1971. godine, kada je poljevanje bilo u fazi uvođenja, uvidom u dokumentaciju ustanovljeno je da se sa pola mogućnosti provodilo, evidentirano je 13 prurušavanja koja su sanirana za 57 smjena sa 342 izrađene nadnice i 57 smjena zastoja radova na čelu.

U ruševini od 21. IV 1971. godine na širokom čelu br. 42 (drugi pojas) poginuo je jedan radnik.

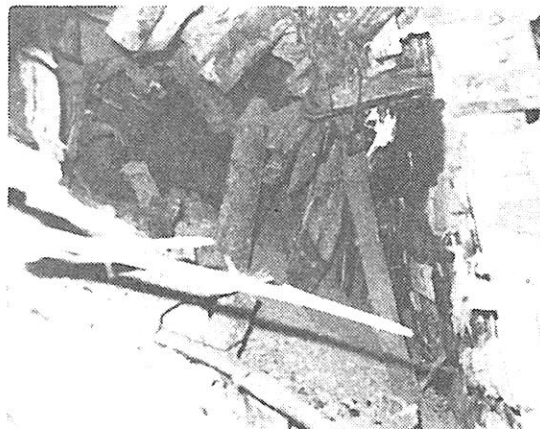
U ruševini od 6. V 1971. na širokom čelu br. 43 (treći pojas) zadobio je težu ozledu jedan radnik.

— 1972. godine, kada je značajnije uočena efikasnost poljevanja, te se prišlo ozbiljnije radu na ovom poslu, evidentirano je 6 prurušavanja, koja su sanirana za 23 smjene, sa 138 izrađenih nadnica i 23 smjene zastoja radova na čelu.

U ruševini od 2. III 1972. godine poginula su dva radnika.

Evidentirano je da nijedna ruševina nije nastala u zoni koja je prskana vodom.

Praktično imamo sledeće: od juna 1972. godine, kada je u fazi rada zarušavanja uvedena obaveza prskanja, do danas (20. II 73) nismo imali ni jedno prurušavanje na širokim čelima.



Sl. 3 — »Stari rad« — prazni prostor prije uvođenja postupka bio je potpuno zapunjavan.

Fig. 3 — The »Goaf« — free area was completely filled before the introduction of above procedure.



Sl. 4 — Stubovi su slobodni i pristupačni.

Fig. 4 — The pillars are free and approachable.

Analizirajući napred navedeno, uočava se da je postignut napredak kako u smanjenju zastoja u proizvodnji tako i u sigurnosti rada i poboljšanju radnih uslova (uporedi sl. 1 i sl. 2).

Pored navedenog, ovim radom omogućeno je sledeće:

— Vađenje stare građe pri zarušavanju znatno je olakšano jer se krovina neko vreme sama drži (vidi sliku 3).

— Ne gubi se čelična podgrada usled zarušavanja, jer privremeno samo nošenje krovine omogućava vađenje većeg broja stupaca pa tek onda dolazi do zarušavanja krovine (vidi sl. 4).

— Opterećenje podgrada na čelu je ravnomjernije usled stvaranja ploče koja veže

čitavu otvorenu površinu, te iz toga razloga ne može doći do pomjeranja, »uvrtanja« podgrade.

— Smanjeno je prisustvo jalovine u iskapanom uglju, a prostor za polaganje patosa nije više ispunjen jalovinom prosutom iz stropa i prostora koji se zarušava, što u znatnoj mjeri smanjuje neproizvodni rad.

Navedeni efekti dali su potpuno opravdanje da se poljevanje obrušenog materijala uvede kao normalna faza u procesu rada na širokom čelu.

Pored navedenih pozitivnih zapažanja ističem i sledeća koja nisu pozitivna, a koja ne smatram manje važnim, čak su veoma bitna za kompletan poduhvat.

— U zonama u kojim postoji stalno kvašenje krovine (kapljuća ili tekuća voda) obrušeni materijal se ne vezuje, te se takve zone moraju strogo kontrolisati.

— Kod razmaka među čelima manjim od cca 12 dana, materijal se ne veže, već ostaje rastresit i nevezan, te krovinu treba tretirati kao takvu sa svim njenim slabostima.

— Ako se kvasi veća visina obrušenog materijala od navedene, dolazi do težeg obrušavanja krovine (krovina da bi nalegla mora se minirati) i prilikom naleganja iste dolazi do manjih udara na čelu.

— U zonama gdje nije poljevano, dešavaju se ruševine usled smanjenog opreza (faktor »polita krovina«), što je veoma opasno, te u tom smislu treba držati strogu disciplinu na radu pri poljevanju.

— U »starom radu«, iznad transportnih i zračnih prostorijskih, obrušeni materijal veoma slabo veže, jer je u stalnom pokretu radi pokretnog oslonca.

— Ako u »starom radu« ostaje mnogo drvene građe, materijal se veže u blokovima koji se formiraju između drvene građe, što je takođe slaba strana sadašnjeg rada i iz-

ražajnija je kod većeg broja otkopanih pojasa. Iz ovoga razloga najpovoljniji rezultati ostvareni su sa krovinom na drugom čelu, odnosno »starim radom« na prvom čelu koji u sebi nije sadržao drvenu građu, mada je granulacija najnepovoljnija (materijal je najkrupniji).

### Zaključak

Poljevanje vodom obrušenog materijala, koji ima određena vezivna svojstva, ukazuje na znatne povoljnosti u radu na izvođenju rudarskih radova koji slijede ispod prethodnih.

Postignuti rezultati su polazna tačka za dalje usavršavanje postojećeg načina izvođenja rudarskih radova.

Konačni cilj je ispitati mogućnost stvaranja kompaktne krovine, kvaliteta sličnih kvalitetu neporemećene krovine (krovina prvog čela).

Postizanje navedenog cilja stvorilo bi potpunu ili djelimičnu mogućnost eliminacije sadašnjeg patosa, a u cilju postizanja boljih ekonomskih ili tehnoloških rješenja.

Sada se ispituju slijedeća rješenja:

— potpuno eliminiranje patosa bilo koje vrste,

— postavljanje prorjeđenog i oslabljenog patosa,

— proba sa patosom od žičanog pletiva.

Analiza rezultata svih navedenih mogućnosti ukazat će na opravdanost uvođenja jednog od njih.

Svakom zadatku treba vrlo ozbiljno prilaziti, jer je do ostvarenja dug put.

Dosadašnji rezultati su veoma ohrabrujući i ukazuju na mogućnost ostvarenja jednog od navedenih rješenja.

### SUMMARY

#### Effect of Water Wetting on Roof Caved Material in Pit »Omazići«

A. Bašić, min. eng.\*)

The »Omazići« pit exploits a brown coal seam about 17,0 m thick in six panels 2.5 m high.

By mining the thick seam in several panels the roof caves many times being fragmented gradually, and as such involves specific safety and techno-economical problems.

\*) Dipl. ing. Ahmet Bašić, tehn. rukovodilac jame »Omazići« — Rudnik Banovići.

The isolation of the loosened material from the lower face working space is effected by installing timber floors at each face. This method of work is somewhat unsafe and highly interferes with face development, representing a significant problem in the introduction of longwall mechanization. Face blocking owing to caving was a frequent occurrence, leading to numerous or longlasting delays in production.

In order to mitigate above problems, efforts are made to restore the loosened roof compact state after each panel.

Since the roof material has the properties of a natural binding material, water wetting of the loosened mass resulted in the achievement of above goal to a significant degree. Caving was eliminated in free areas in the lower face hanging wall. Air dustiness was eliminated to. The presence of waste in mined coal was also reduced. Production delays and labour hurting caused by caving were also eliminated. The efficiency of all operations was significantly improved.

Trials are on the way aimed at decrease of the problem of floor installation, in order to provide a wide perspective for longwall mechanization.

The article presents detailed experience and results achieved during the past by loosened hangingwall wetting.

## **Prikazi ruskih knjiga iz oblasti zaštite u rudarstvu koje će izaći u 1973. godini**

Bitkolov, N. Z. i Nikitin, V. S.: **Uslovi rada i provetravanje površinskih otkopa radioaktivnih ruda** (Usloviya truda i provetrivanie kar'erov po dobyče radioaktivnyh rud), (09), »Atomizdat«, 160 str., u pretplati, 1 r., II kvartal 1973. g., NK № 35—72. g. (138).

Razmatraju se sanitarno-higijenski uslovi rada na površinskim otkopima radioaktivnih ruda. Opisuju se procesi koji definišu razmenu vazduha na površinskim otkopima pri različitim meteorološkim uslovima, za razne geometrije površinskih otkopa. Izlažu se postupci za normalizaciju i stabilizaciju sastava vazduha. Razmatraju se konstrukcije primenjivanih uređaja, i određuje njihova efikasnost.

Knjiga je namenjena stručnjacima u proizvodnji, projektantskim i naučno-istraživačkim institutima.

Tarasov, B. G. i Kolmakov, V. A.: **Prognoza gasoobilnosti jamskih prostorija i degazacija rudnika uglja** (Prognoz gazoobil'nosti vyrabotok i degazacija šaht), (09), »Nedra«, 240 str., u pretplati, 1 r. 64 k., II kvartal 1973. g., NK № 28—72. g. (93).

Izložena je nova metoda za prognozu izdavanja gasova u otkopne i pripremne hodnike u rudnicima uglja, kao i metoda za izbor parametara degazacije slojeva uglja, primenom u tu svrhu izrađenih bušotina.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u rudnicima uglja, naučno-istraživačkim institutima i projektantskim organizacijama.

Čulakov, P. Č.: **Teorija i praksa obesprašivanja atmosfere na površinskim otkopima** (Teorija i praksa obespylivaniya atmosfery kar'e-

rov), (09), »Nedra«, 145 str., 91 k., III kvartal 1973. g., NK № 31—72. g. (107).

Razmotrena su pitanja intenzivnosti izdvajanja prašine pri raznim tehnološkim procesima i postupci za borbu sa prašinom pri bušenju, miniranju i ekskavaciji rudne mase.

Knjiga je namenjena rudarskim stručnjacima.

Filatov, S. S., Mihajlov, V. A. i Veršinin, A. A.: **Borba sa prašinom i gasovima na površinskim otkopima** (Bor'ba s pyl'ju i gazami na kar'erah), (09), »Nedra«, 190 str., 65 k., I kvartal 1973. g., NK № 41—72. g. (118).

Razmotreni su problemi borbe sa prašinom, obrazovanom pri bušenju, masovnim eksplozijama i utovarno-istovarnim operacijama. Opisani su kondicioneri i filtroventilacioni uređaji za kabine bušalica i ekskavatora, neutralizatori izduvnih gasova motora sa unutrašnjim sagorevanjem i sredstva za obaranje prašine na odlagalištima.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju.

**Eksploatacija ležišta mineralnih sirovina** (Razradba mestorođenij poleznych iskopaemyh), Republički naučno-tehnički zbornik, sveska 34, **Rudnička ventilacija i tehnika sigurnosti** (Rudničnaja ventilacija i tehnika bezopasnosti), (09), »Tehnika« (USSR), 240 str., 1 r. 50 k., II kvartal 1973. g., NK № 22—72. g. (151).

Prezentiraju se radovi novijeg datuma, iz oblasti usavršavanja provetranja rudnika, istraživanja zakonitosti pri izdvajanju gasova u jamske prostorije, prognoziranja i regulisanja temperaturnih uslova u rudnicima, borbe sa gasovima, iznenadnih provala uglja i stena, jamske prašine, podzemnih požara itd.

Zbornik je namenjen naučnim radnicima i inženjersko-tehničkom osoblju naučno-istraživačkih instituta, projektantskih organizacija i rudnika.

Mester, I. M. i Zasuhin, I. N.: **Automatizacija kontrole i regulisanja rudničkog provetranja** (Avtomatizacija kontrolja i regulirovanija rudničnogo provetrivanja), (09), »Nedra«, 240 str., u pretplati, II kvartal 1973. g., 1 r. 64 k., NK № 41—72. g. (108).

Razmotrene su karakteristike rudničkog ventilacionog kompleksa kao objekta automatizacije; teoretske osnove formiranja sistema automatizacije za kontrolu parametara i komponovana rudničke atmosfere i raspodele vazduha po jamskim prostorijama. Opisani su davači i uređaji za automatsku kontrolu, regulatori, kao i šeme centralizovane kontrole i regulacije.

Knjiga je namenjena inženjerima, tehničarima i naučnim radnicima koji se bave problemima automatske aerogasne kontrole i regulisanjem rudničkog provetranja.

Osipov, S. N. i Žadan, V. M.: **Ventilacija rudnika uglja pri podzemnim požarima** (Ventilacija šaht pri podzemnyh požarah), (09).

»Nedra«, 160 str., 54 k., I kvartal 1973. g., NK № 30—72. g. (138).

Razmatraju se sledeći problemi: maksimalna temperatura gasova u žarištu egzogenog požara, brzina rasprostiranja požara po jamskim prostorijama, sastav jamskog vazduha pri požaru. Definisani su podaci za proračun parametara ventilacione struje.

Za inženjersko-tehničko osoblje u rudnicima uglja.

Patrušev, M. A. i Karnauh, N. V.: **Stabilnost provetranja rudnika uglja** (Ustojčivost' provetrivanja ugol'nyh šaht), (09), »Nedra«, 240 str., 94 k., I kvartal 1973. g., NK № 30—72. g. (139).

Knjiga je posvećena: problemima stabilnosti provetranja rudnika uglja u normalnim uslovima i u slučaju havarija, postupcima sa promenom smera ventilacione struje u slučajevima eksplozije metana i ugljene prašine i pri požarima. Date su preporuke za povećanje stepena stabilnosti ventilacionih struja.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u rudnicima uglja i metala.

**Laboratorijski praktikum za ventilaciju i snabdevanje toplotom i gasom** (Laboratornyj praktikum po teplogazosnabženiju i ventilaciji), udžbenik za studente, (09), drugo prerađeno izdanje, u redakciji E. H. Odel'skogo i O. A. Muhina, »Vyšejšaja škola« (BSSR), 225 str., 39 k., I kvartal 1973. g., NK № 34—72. g. (278).

Praktikum sadrži laboratorijske vežbe za kurseve: grejanje, ventilacija i kondicioniranje vazduha, snabdevanje toplotom, snabdevanje gasom, hidraulične mašine i rashladni uređaji, automatizacija sanitetsko-tehničkih sistema.

**Osnovni sanitarni propisi o radu sa radioaktivnim materijama i drugim izvorima jonizujućih zračenja** (Osnovnye sanitarnye pravila raboty s radioaktivnymi veščestvami i drugimi istočnicami ionizirujuščih izlučenij), (09), »Atomizdat«, 80 str., 30 k., II kvartal 1973. g., NK № 35—72. g. (86).

»Osnovni sanitarni propisi« utvrđuju zahteve za raspoređivanje laboratorija, institucija i preduzeća, predviđenih za rad sa primenom radioaktivnih materija i drugih izvora jonizujućih zračenja; zahteve za dobijanje, čuvanje i kontrolu radioaktivnih materija i zahteve u vezi vodosnabdevanja i kanalizacije, skupljanja, uklanjanja i dekontaminaciju radioaktivnih otpadaka.

Akopov, N. B.: **Tehnika sigurnosti u geofizičkim radovima** (Tehnika bezopasnosti pri provedenii promyslovyh geofizičeskikh rabot), (09), »Nedra«, 130 str., 41 k., I kvartal 1973. g., NK № 41—72. g. (55).

Opisana je organizacija geofizičkih radova u industriji nafte, konstrukcija probojnih i eksplozionih aparata sa stanovišta njihove sigurne eksploatacije, problemi čuvanja, prevoza i primene radioaktivnih materija, eksplozivnih sredstava i dr. Razmatraju se sigurnosne metode

punjenja, montiranja i aktiviranja probojno-eksplozionih aparata.

Knjiga je namenjena stručnjacima geofizičkih preduzeća.

Arnopolin, A. G. i Gniličickij, B. S.: **Eksploziona sigurna i eksploziona zaštićena elektrooprema** (Vzryvobezopasnoe i vzryvozaščišćennoe elektrooborudovanie), (09), »Nedra«, 160 str., 51 k., II kvartal 1973. g., NK № 41—72. g. (95).

Izložene su tehnološke karakteristike proizvodnje i remonta rudničke eksplozionosigurne i eksploziona zaštićene elektroopreme.

Praktičan priručnik za inženjere i tehničare.

Nečaev, M. A.: **Tehnika sigurnosti i protivpožarna tehnika u privredi gasa** (Tehnika bezopasnosti i protivpožarna tehnika v gazovom hozjajstve), udžbenik za tehnikume, (09), drugo prerađeno i dopunjeno izdanje, »Strojizdat«, 160 str., 40 k., II kvartal 1973. g., NK № 30—72. g. (298).

Izložena je problematika tehnike sigurnosti pri eksploataciji i remontu gasovoda i pri korišćenju tečnih gasova. Detaljno su razmotreni razni opasni radovi, kao i radovi na otklanjanju havarija.

Krivcov, B. S. i Rudnev, A. P.: **Tehnika sigurnosti i protivpožarna tehnika u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina** (Tehnika bezopasnosti i protivpožarna tehnika na obogatitel'nyh fabrikah), udžbenik za rudarske tehnikume, (09), »Nedra«, 240 str., 64 k., I kvartal 1973. g., NK № 30—72. g. (295).

Analizirani su glavni problemi tehnike sigurnosti i proizvodnih sanitarnih mera u postrojenjima za PMS; razmotrene su osnove zakonodavstva i organizacije mera za zaštitu rada. Znatna pažnja je posvećena pitanjima: higijene rada, industrijske ventilacije, osvetljenja industrijskih zgrada, borbe sa bukom i vibracijom opreme. Opisana je organizacija sigurnih uslova rada pri eksploataciji: opreme za PMS, zgrada, elektrotehničkih uređaja, kompresorskih uređaja, unutrašnjeg transporta itd.

Borisenko, K. S.: **Eksplozije u kompresorskim postrojenjima** (Vzryvy v kompressornyh ustanovkah), (09), »Naukova dumka« (USSR), 110 str., 70 k., I kvartal 1973. g., NK № 23—72. g. (85).

Razmatra se formiranje masnih taloga u kompresionim komunikacijama kompresorskih postrojenja. Izložene su teoretske osnove samopaljenja ovih taloga, uzroci primarnih i kasnijih eksplozija. Date su konkretne preporuke i opisane su metode za borbu sa eksplozijama.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u metalnim i ugljenim rudnicima, fabrikama mašina, projektantskim i naučno-istraživačkim organizacijama.

**Miniranje** (Vzryvnoe delo), **Zbornik № 73/29, Sigurnost minerskih radova u rudnicima uglja** (Bezopasnost' vzryvnyh rabot v šahtah), (09), »Nedra«, 320 str., u pretplati, II kvartal 1973. g., NK № 28—72. g. (102).

Zbornik sadrži radove u kojima su prikazana zadnja dostignuća u oblasti razrade novih vrsta sigurnosnih i visokosigurnosnih eksploziva i sredstava za miniranje, namenjenih za rudnike uglja opasne u pogledu metana ili ugljene prašine.

Zbornik je namenjen inženjersko-tehničkom osoblju u rudnicima uglja, naučno-istraživačkim institutima i projektantskim organizacijama.

Dubnov, L. V., Baharevič, N. S. i Romanov, A. I.: **Industrijski eksplozivi** (Promyšlennye vzryvčatye veščestva), (09), »Nedra«, 400 str., u pretplati, II kvartal 1973. g., 1 r. 60 k., NK № 41—72. g. (99).

Opisane su fizičko-hemijske i tehničke karakteristike savremenih industrijskih eksploziva; razmotreni su mehanizam i karakteristike detonacije i ostalih formi transformacije eksploziva pri miniranju, čije je poznavanje neophodno za pravilne proračune i upravljanje dejstvom eksplozije u industrijskim uslovima, kao i za sigurno rukovanje sa eksplozivima. Navedene su metode za ispitivanje industrijskih eksploziva.

Knjiga je namenjena rudarskim inženjerima i tehničarima.

**Gorenje i eksplozija** (Gorenje i vzryv), **Materijali Trećeg svesaveznog simpozijuma o gorenju i eksploziji**, (09), »Nauka«, 960 str., 4 r. 50 k., IV kvartal 1972. g., NK № 33—72. g. (92).

Zbornik sadrži oko 160 radova i saopštenja, koji karakterišu pravce razvoja sovjetske nauke po pitanjima gorenja, detonacije i kinetike hemijskih reakcija.

Namenjen je naučnim radnicima.

**Korišćenje pratećih stena za sprečavanje požara u rudnicima uglja** (Ispol'zovanie vmeščajuščih porod dlja profilaktiki požarov v ugol'nyh šahtah), (09), »Ilim« (KirgSSR), 50 str., 21 k., I kvartal 1973. g., NK № 40—72. g. (124).

U brošuri su opisani usavršeni postupci za borbu sa samopaljenjem uglja, korišćenjem zarušenih krovinskih stena i novih antipirogena. Učinjen je pokušaj da se sačini matematički model nekih elemenata procesa samozagrevanja.

Knjiga je namenjena naučnim radnicima, inženjerima i studentima.

**Projektovanje informaciono-logičkih uređaja za irigaciju** (Proektirovanie informacionno-logičeskih ustrojstv dlja irigacii), (09), »Ilim« (KirgSSR), 110 str., 49 k., I kvartal 1973. g., NK № 40—72. g. (127).

U zborniku se istražuju informacione karakteristike sistema za orošavanje, kao objekata upravljanja i obrazlažu se osnovni tehnički zahtevi za telemehaničke uređaje. Opisan je algoritam sinteze informaciono-logičkih uređaja u proizvoljnom bazu, sa uslovima rada zadatim analitičkim izrazom. Opisani su principi izrade aparatura za upravljanje sistemima za orošavanje, sa korišćenjem relativno-fazne metode moduliranja.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u rudarstvu.

**Antikorozijska zaštita industrijskih objekata u industriji nafte i gasa** (Zaštita ot korrozii promyslovyh sooruzenij v gazovoj i neftedobyvajushej promyslennosti), (09), »Nedra«, 190 str., u pretplati, 1 r. 40 k., II kvartal 1973. g., NK № 30—72. g. (132).

Razmatraju se problemi antikorozijske zaštite objekata i opreme u industriji nafte i gasa, analizirane su savremene metode i načini zaštite sa aspekta njihove primene u konkretnim uslovima eksploatacije i data je metodologija određivanja ekonomičnosti borbe sa korozijom.

Knjiga je namenjena stručnjacima industrije nafte i gasa.

**Manveljan, E. G.: Tehnika sigurnosti pri eksploataciji nafte** (Tehnika bezopasnosti pri dobyči nefiti), (09), »Nedra«, 240 str., u pretplati, 1 r. 4 k., II kvartal 1973. g., NK № 30—72. g. (135).

Izlažu se osnovi tehnike sigurnosti i zaštite rada pri izradi i eksploataciji naftonosnih bušotina svim savremenim postupcima, sa primenom nove tehnike. Posebno poglavlje je posvećeno podzemnom remontu bušotina.

Knjiga predstavlja praktično upustvo za inženjere, tehničare i majstore bušače, koji rade na dobijanju nafte i podzemnom remontu bušotina.

**Fenčenko, P. N. i Evdokimov, F. I.: Tehnika sigurnosti u rudnicima uglja** (Tehnika bezopasnosti v ugol'nyh šahtah), udžbenik za profesionalno-tehničke škole, (09), »Nedra«, 255 str., 60 k., I kvartal 1973. g., NK № 27—72. g. (306).

U knjizi se tretiraju sledeće teme iz zaštite rada i tehnike sigurnosti: osnovi radnog zakonodavstva, organizacija rada u rudnicima, proučavanje uzroka nesretnih slučajeva, organizacija provetranja rudnika uglja, pravila za rukovanje električnom opremom i uređajima automatizacije, preventivne mere za sprečavanje potapanja aktivnih jamskih prostorija, sprečavanje i gašenje jamskih požara, HTZ propisi i druga pravila.

**Higijena rada** (Gigijena truda), Sveska 9, (09), »Zdorov'ja« USSR, 240 str., 1 r. 90 k., III kvartal 1973. g., NK № 38—72. g. (98).

Razmatraju se aktuelna pitanja teorije i prakse higijene rada i industrijsko-sanitarnog nadzora.

Osvetljena je uloga nekih proizvodnih faktora, navedene su metode za njihovo istraživanje, i date su preporuke za poboljšanje proizvodnih uslova.

Knjiga je namenjena fiziolozima, inženjersko-tehničkom osoblju i naučnim radnicima.

**Dolin, P. A.: Priručnik iz tehnike sigurnosti** (Spravočnik po tehnike bezopasnosti), (09), četvrto izdanje, »Energiya«, 610 str., 2 r. 4k., II kvartal 1973. g., NK № 37—72. g. (55).

Priručnik obuhvata zahteve novouvedenih pravila i normi, kao i izmene i dopune koje su unete u postojeća pravila i norme.

Za inženjersko-tehničko osoblje industrijskih preduzeća.

**Minaev, G. A., Čučalin, Ju. P. i Šatko, N. I.: Zaštita rada pri topografsko-geodetskim radovima** (Ohrana truda na topografo-geodezičeskijh rabotah), univerzitetski udžbenik, (09), »Nedra«, 240 str., u pretplati, 67 k., II kvartal 1973. g., NK № 40—72. g. (320).

Izložene su osnovne zakonodavne postavke zaštite rada: profesionalna oboljenja, povrede na radu i njihovo sprečavanje. Opisana je prva medicinska pomoć pri nesretnim slučajevima. Predlažu se sigurnosne preventivne mere pri izvođenju raznih terenskih inženjersko-geodetskih radova. Opisane su protivpožarna tehnika i protivpožarne mere.

**Motusko, F. Ja.: Zaštitni uređaji u elektro-postrojenjima** (Zaščitnye ustrojstva v elektrostankah), (09), »Energiya«, 210 str., 76 k., IV kvartal 1973. g., NK № 42—72. g. (75).

Izložene su osnove funkcionisanja, proračuna, postavljanja i eksploatacije tehničkih sredstava, koja se upotrebljavaju u elektro-postrojenjima za zaštitu radnika od povreda električnom strujom.

Knjiga je namenjena inženjerima, koji se bave ispitivanjem, projektovanjem i eksploatacijom zaštitnih uređaja od električne struje.

**D'jakov, A. B.: Automobilna svetlosna tehnika i sigurnost vožnje** (Avtomobil'naja svetotehnika i bezopasnost' dviženija), (09), »Transport«, 175 str., 72 k., III kvartal 1973. g., NK № 35—72. g. (162).

Opisani su pribori za osvetljenje i svetlosnu signalizaciju lakih i teretnih automobila; date su tablice primenljivosti svetlosnih pribora.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju u automobilskom transportu.

**Rudarstvo** (Gornoe delo), udžbenik za rudarske tehnikume, (09), »Nedra«, 480 str., u pretplati, 1 r. 23 k., IV kvartal 1973. g., NK № 45—72. g. (320).

Izloženi su osnovni pojmovi i problemi površinske i podzemne eksploatacije rudnih ležišta. Ukratko su opisani rudarski radovi, postupci pri izradi i podgrađivanju jamskih prostorija i metode otkopavanja. Razmotreni su problemi provetranja, odvodnjavanja, osvetljenja, borbe sa jamskim požarima i spasilački radovi.

**Cementacija stena pri izradi rudničkih okana** (Cementacija porod pri sooruzenii stvolov šaht), (09), »Nedra«, 160 str., 51 k., II kvartal 1973. g., NK № 41—72. g. (119).

Opisana su iskustva u borbi sa pritokom vode pomoću prethodne cementacije vodonosnih stena, prikupljena pri izradi rudničkih okana u basenu Krivog Roga i nekim drugim rejonim Sovjetskog Saveza. Na osnovu tih podataka iz prakse, sačinjeni su izvodi i preporuke, koji omogućavaju da izabrani postupak tamponiranja i organizacija rada odgovaraju savremenom nivou tehnike.

Upustvo za inženjere i tehničare.

Iľinskiĳ, S. G., Sokolov, A. I. i Sologubov, N. V.: **Mašinstva mehanizovanog kompleksa na otkopu** (Mašinstva mehanizirovanog kompleksa očišćenog zaboja), udžbenik za pripremanje mašinstva mehanizovanih kompleksa na otkopima, (09), »Nedra«, 400 str., u pretplati, II kvartal 1973. g., NK № 40—72. g. (333), 78 k.

Opisani su princip rada, pravila eksploatacije i remonta mašina i uređaja, koji se primenjuju za kompleksnu mehanizaciju radova na otkopima blago i srednje nagnutih slojeva u rudnicima uglja: mašina za dobijanje, pokretne mehanizovane podgrade, grabuljastih transportera, kompleksa opreme i agregata. Dati su podaci o organizaciji rada mašinstva mehanizovanog kompleksa na otkopu.

Miroškin, P. P.: **Elektrobravar u postrojenju za pripremu mineralnih sirovina** (Elektroslesar' obogatitel'nyh fabrik), udžbenik za profesionalne tehničke škole, (09), »Nedra«, 290 str., 57 k., I kvartal 1973. g., NK № 40—72 g. (340).

Razmotrene su osnove montaže i tehnologije remonta električnih mašina, aparatura za napuštanje i regulaciju, električnih instalacija i kablovskih linija; konstrukcija i princip rada najrasprostranjenije opreme u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina. Znatna pažnja je posvećena problemima organizovanja eksploatacije električne opreme. Osvetljene su osnovne postavke dispečersko-automatizovanog upravljanja mehanizmima tekućeg transportnog sistema postrojenja za PMS i princip upravljanja visokonaponskim motorima osnovnih mehanizama.

**Aeratori za prečišćavanje otpadnih voda** (Aeratory dlja očišćki stočnyh vod), (09), »Strojizdat«, 160 str., sa ilustracijama, 70 k., II kvartal 1973. g., NK № 30—72. g. (51).

Razmatra se suština procesa aeracije pri prečišćavanju otpadnih voda i daje kompleksna ocena procesa aeracije. Opisane su postojeće konstrukcije pneumatskih i mehaničkih aeratora.

Knjiga je interesantna za naučne radnike i inženjersko-tehničko osoblje u naučno-istraživačkim i projektantskim organizacijama.

**Osnovi tehnologije rudarske proizvodnje** (Osnovy tehnologii gornogo proizvodstva), udžbenik za studente rudarstva, (09), »Nedra«, 320 str., u pretplati, 90 k., III kvartal 1973. g., NK № 45—72. g. (310).

Razmotrena su pitanja savremene tehnologije eksploatacije čvrstih mineralnih sirovina, površinskim i podzemnim otkopavanjem. Izloženi su osnovni pojmovi o geologiji i geološko-is-

tražnim radovima. Najpotpunije su analizirani postupci otvaranja i metode otkopavanja ležišta čvrstih mineralnih sirovina. Posebna poglavlja su posvećena rudničkoj ventilaciji, zaštiti rada i tehničari sigurnosti, odvodnjavanju, transportu i hidromehanizaciji rudarskih radova. Na kraju su izloženi problemi prerade čvrstih mineralnih sirovina.

Hadžikov, R. N.: **Mehanika za rudare** (Gornaja mehanika), udžbenik za rudarske tehnikume, (09), peto prerađeno i dopunjeno izdanje, »Nedra«, 450 str., 1 r. 16 k., I kvartal 1973. g., NK № 28—72. g. (307).

Udžbenik obrađuje teoriju, postojeće konstrukcije, izbor i eksploataciju rudničkih ventilacionih, pumpnih, pneumatskih i izvoznih postrojenja i uređaja.

Kozakov, E. M. i Strovskij, V. E.: **Utrošak rada pri podzemnom dobijanju ruda** (Trudookost' podzemnoj dobyči rud), (03), »Nedra«, 110 str., (Serija »Konkretna ekonomika za rudare«), 36 k., II kvartal 1973. g., NK № 41—72. g. (104).

Izložene su metodološke postavke za proračun i analizu utroška rada pri podzemnoj eksploataciji ruda crnih i obojenih metala, i utvrđen je značaj utroška rada u sistemu pokazatelja efikasnosti rudarske proizvodnje.

Zin'kovskij, M. M.: **Tehnika sigurnosti i sanitarne mere u proizvodnji** (Tehnika bezopasnosti i proizvodstvennaja sanitarija), priručnik metalurga, (09), »Metallurgija«, 275 str., 1 r. 20 k., I kvartal 1973. g., NK № 33—72. g. (139).

Izlažu se: bezopasna eksploatacija mašina i mehanizama u metalurgiji, pravila sigurnosti pri eksploataciji elektroopreme, intenzivnost izdvajanja toplote glavnih metalurških agregata, sredstva za zaštitu od toplotnog dejstva, i borba sa zagađenošću i zaprašenošću industrijskih prostorija.

Nejkov, O. D. i Logačev, I. N.: **Aspiracija pri proizvodnji praškastih materijala** (Aspiracija pri proizvodstve poroškovyh materijalov), (09), »Metallurgija«, 190 str., u pretplati, 80 k., II kvartal 1973. g., NK № 33—72. g. (159).

Izložena je primena aeracije — efikasne metode za sprečavanje izdvajanja štetnih primesa u atmosferu prostorija i obrazovanje eksplozionoopasnih koncentracija lebdećih čestica u gasu (vazduhu) — pri proizvodnji praškastih materijala. Analizirane su fizičke osnove aeracije: termofizičke karakteristike gasnih smeša, hidrodinamika mnogokomponentnih sredina i dr.

Knjiga je namenjena inženjersko-tehničkom osoblju koje se bavi proizvodnjom praškastih materijala.



## Bibliografija

- Leworthy, L.: **Otkrivanje požara pre izazivanja posledica** (Detection before growth) »Consult. Engr.«, 36 (1972) 3, str. 45, (engl.)
- Čehovskih, A. M. i Gudkov, V.: **Lokalizacija eksplozija gasa u jamama pomoću mrežnih vetrenih pregrada** (Lokalizacija vzryvov gaza v šahtah pri pomošči setčatyh ognepregraditelej) »Ugol'«, (1972) 6, str. 55—56, (rus.)
- Münzer, H.: **Uticađ stranih materija na samozapaljenje kamenog uglja. Deo III: Uticađ pirita** (Der Einfluss von Fremdstoffen auf das Selbstzündungsverhalten von Steinkohle. Teil III: Einfluss von Pyrits) »Glückauf Forschungsh.«, 33 (1972) 3, str. 116—120, (nem.)
- Međunarodni simpozijum o opasnosti eksplozivne prašine u rudarstvu i industriji** (Internationales Symposium über Staunexplosionsgefahr im Bergbau und Industrie) Karlove Vary, 11—13 oktobra 1972. g. »Staub-Reinhalung der Luft«, 32 (1972) 12, str. 496—502, (nem.)
- Gagauz, G. F.: **O osobinama kvarca koje su opasne u pogledu silikoze** (O silkozoopasnyh svojstvah kvarca) »Gornyj ž.«, (1972) 4, str. 66—68, (rus.)
- Taho—Godi, A. Z.: **Proučavanje uticaja faktora ventilacije na dinamiku zaprašnosti atmosfere otkopnog revira u jami** (Issledovanie vlijanija faktora ventiljacii na dinamiku zapylenosti atmosfery dobyčnogo učastka šahty) »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1972) 4, str. 57—61, (rus.)
- Geršun, O. S., Ljuev, A. I. i dr.: **Provetravanje otkopnih revira kod rada u strmim slojevima Donbasa** (Provetrivanie vyemočnyh učastkov pri razrabotke krutyh plastov Donbassa) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1972) 5, str. 42—43, (rus.)
- Kunin, V. N., Matveev, G. I. i dr.: **Način provetranja površinskih otkopa** (Sposob ventiljacii kar'erov) Patent SSSR, kl. E 21 c 47/00, Nr. 325383, prijav. 8.09.70, objav. 24.02.72, (rus.)
- Miletić, A. F., Jarovoj, I. M. i dr.: **Rudnička i industrijska aerologija — udžbenik za študente specijalnosti »Izgradnja podzemnih postrojenja i rudnika«** (Rudničnaja i promyšlennaja aerologija. Učebnik dlja stud. vuzov, obuč. po special'n. »Stroitel'stvo podzemnyh sooruženij i šaht) M., »Nedra«, 1972, 246 str., (knjiga na rus.)
- Il'čuk, N. G.: **Promena sastava jamske atmosfere u polimetaličnim rudnicima Talnaha kod oksidacionih procesa** (Izmenenie sostava rudničnoj atmosfery v polimetalličeskih rudnikah Talnaha pri okislitel'nyh processah) U sb. »Fiz.-tehn. issled. razrabotki i obogašč. rud«, M., 1972, str. 151—157, (rus.)
- Moravek, J.: **Promena sastava vazduha na putu kroz jamske prostorije i efikasnost provetranja** »Arh. rud. i tehnol.«, 9 (1971) 3—4, str. 31—34, (srp.-hrv.)
- Optimizacija ventilacionih sistema u rudarskoj industriji** (Optimizacija ventilacionnyh sistem v gornorudnoj promyšlennosti) (Tr. Centr., n.-i. i proekt. konstrukt. in-ta profilakt. pnevmokoniozov i tehn. bezopasn. vyp. 3), Sverdlovsk, 1971, 187 str., (zbornik na rus.)
- Pavlovskij, V. A.: **Matematičko modeliranje vetrenih sistema kod intenzivne razmene toplote** (Matematičeskoe modelirovanie sistem provetrivaniija pri intensivnom toploobmene) U sb. »Avtomatiz. i optimiz. režimov elektr. sistem i provodov«, Doneck, 1971, str. 29—32, (rus.)
- Šeoelev, S. G. i Šol', R. P.: **Ventilacioni regulator tipa žaluzina** (Žaluzijnyj ventilacionnyj reguljator) Pat. SSSR, kl. E 21 f, 1/14, Nr. 318711, prijav. 27.02.67, objav. 15.12.71.
- Bolbat, I. E., Šilo, M. M. i dr.: **Pouzđani ventilacioni režim je osnova efikasnosti plana likvidacije nesrećnih slučajeva** (Nadežnyj ventilacionnyj režim — osnova effektivnosti plana likvidacii avarij) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1972) 4, str. 39—41, (rus.)
- Kališ, Š. I., Cucyk, I. T. i dr.: **Jamski ventilatori. Montaža, podešavanje i eksploatacija** (Šahtnye ventiljatory. Montaž, naladka i ekspluatacija) Kiev, »Tehnika«, 1972, 292 str., (knjiga na rus.)
- Vaščenko, V. S., Paršin, Ja. i dr.: **O racionalnom korišćenju vazduha za provetranje jama** (O racional'nom ispol'zovanii vozduha dlja provetrivaniija šaht) »Gornyj ž.«, (1972) 7, str. 31—32, (rus.)
- Ryžkov, F. N., Turovskaja, E. S. i dr.: **Način regulisanja sistema provetranja prostorija u otkopnim blokovima Getjarskog rudnika** (Sposob regulirovanija sistemy provetrivaniija vyrabotok v očištnyh blokah na Getjarskom rudnike) »Gornyj ž.«, 148 (1972) 7, str. 64—66, (rus.)
- Postupak za kontrolu provetranja** (Methode d' étude de l'aérage) »Bull. Techn. Min. Fer France«, 106 (1972), str. 11—19, (franc.)
- Provetravanje najdužeg tunela u Evropi** (Ventilating Europe's longest road tunnel) »Heat and Ventil. Eng.«, 45 (1972) 536, str. 442—444, (eng.)
- Hangeldjan, Š. P.: **O proračunu depresije kod lože zaptivenih vazdušnih vodova za provetranje slepih hodnika velike dužine** (K ras-

- četu depresii pri neplotnyh vozduhovodah dlja provetrivanja tupikovyh vyrabotok bol'shoj dljiny)  
 »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Str-vo i arhit.«, (1972) 1, str. 120—123, (rus.)
- Počanov, S. M. i Adyrbekov, M.: **Intenzitet taloženja prašine na zidovima jamskih hodnika** (Intensivnost' osadženiya pyli na stenkah vyrabotok)  
 U sb. »Gorn. delo«, Vyp. 6, Alma-Ata, 1970, str. 82—84, (rus.)
- Hadzarganov, A. P., Sabatkoev, M. M. i dr.: **Borba sa zaprašenošću vazduha u rudniku Sadinskog olovo-cinkovog kombinata** (Bor'ba s zapylenost'ju vozduha na rudnike Sadonsko-Kolyma«, (1972) 4, str. 25, (rus.)
- Himčenko, V. F. i Stupin, N. K.: **Po pitanju opterećivanja ljudskih pluća prašinom** (K voprosu o pylevoj nagruzke na legkie čeloveka)  
 »Kolyma«, (1972) 4, str. 23—24, (rus.)
- Pozdnjakov, G. A. i Žiljaev, N. I.: **Način deprimiranja prašine pomoću pene na mehanizovanim otkopima u strmim slojevima** (Sposoby pylepodavlenija penoj v mehanizirovannyh zabojah krutyh plastov)  
 »Ugol'«, 47 (1972) 6, str. 53—54, (rus.)
- Baev, H. A.: **Proučavanje procesa izdvajanja gasova i toplote kao i samozapaljenja uglja u rudnicima uglja** (Issledovanie procesov gazoteplovydelenija i samovozgoranija uglja v ugol'nyh šahtah)  
 »Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopajemyh«, (1971) 5, str. 100—104, (rus.)
- Horol'skij, V. T., Belik, I. P. i dr.: **Izbor optimalnih varijanata za likvidaciju havarija u jamama** (Vybor optimal'nyh variantov likvidacii avarij na šahtah)  
 »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1972) 5, str. 44—45, (rus.)
- Osipov, S. N., Egorov, V. A. i dr.: **O utrošku radne snage kod likvidacije havarija u jamama** (O trudoemkosti likvidacii podzemnyh avarij)  
 »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1972) 4, str. 71—75, (rus.)
- Luptak, G. i Stryrna, Č.: **Ispitivanje jonizacionog registratora požara** (Zkoušení ionizačniiho hlasiče požaru)  
 »Uhli«, 20 (1972) 4, str. 169—172, (češ.)
- Grumbrecht, K.: **Probe velikih razmera u cilju sprečavanja zapaljivosti drvene rudarske podgrade** (Brentechnische Grossversuche über die Verringerung der Brennbarkeit von hölzernem Grubenausbau)  
 »Glückauf, Forschungsh.«, 33 (1972) 3, str. 96—101, (nem.)
- Smirnov, A. A., Gerdyšev, G. S. i dr.: **Utica stepena vlažnosti minskog punjenja na količinu otrovnih gasova posle eksplozije zrnastog granulita 79/21** (Vlijanie stepeni uvlažnenija zarjada na vyhod jadovityh gazov pri vzryve zernogranulita 79/21)  
 »Gornyj ž.«, (1972) 5, str. 46—47, (rus.)
- Hodot, V. V., Isaeva, R. N. i dr.: **O nestabilizovanoj filtraciji metana u uglju kao u porznoj sorpcionoj sredini** (K zadače o neustanovivšejsja fil'tracii gaza v ugle kak v poristoj sorbirujuščej srede)  
 »Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopajemyh«, (1971) 5, str. 96—100, (rus.)
- Osipov, S. N. i Rajhman, A. N.: **Ocena trenutka postizanja granične dozvoljene vrednosti koncentracije metana kod reverziranja ventilacione struje vazduha** (Ocena vremena nastuplenija predel'no dopustimoi i maksimal'noj koncentracii metana pri reversirovanii ventilacionnoj strui)  
 »Ugol' Ukrainy«, (1972) 5, str. 41—43, (rus.)
- Osipov, S. N.: **Borba sa eksplozijama metana u jamskim hodnicima** (Bor'ba so vzryvami gaza v gornyh vyrabotkah)  
 M., »Nedra«, 1972, 160 str., (knjiga na rus.)
- Sally, A.: **Iznenadne provale gasa u jamama Donbasa** (Közetkitöresi jelensegek a doniec-medenceben)  
 »Banyasz es kohasz. lapok. Banyasz.«, 105 (1972) 3, str. 187—190, (mađ.)
- Every, R. L. i Dellóssó, L. Jr.: **Nova tehnika za degazaciju uglja** (A new technique for the removal of methane from coal)  
 »Canad. Mining and Metal. Bull.«, 65 (1972) 719, str. 143—150, (engl.)
- Mjasnikov, A. A., Pavlov, A. F. i dr.: **Ocena efikasnosti metoda kontrole sadržaja metana u jamskim hodnicima rudnika uglja** (Ocena effektivnosti sistem kontrolja za soderžaniem metana v gornyh vyrabotkah ugol'nyh šaht)  
 »Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopajemyh«, (1971) 5, str. 109—117, (rus.)
- Taber, R. P. i Banta, R. C.: **Nove ideje povećavaju mogućnost spasavanja rudara koji su se zadesili u nesreći** (New resouee ideas boost capability for saving trapped miners)  
 »Coal Age«, 76 (1971) 11, str. 62—67, (engl.)
- Stančev, Dr. i Mitov, A.: **Samospasilac SK-5 i njegova primena u metanskim jamama NR Bugarske** (SK-5 — nov tip samospasitel za min'rite ot gazonosnite rudnici)  
 »V'glišča«, 27 (1972) 1, str. 27—29, (bugar.)
- Junghaus, R.: **Novo zakonodavstvo o smanjenju buke u DDR, sa posebnim osvrtom na radno mestu u rudarstvu** (Die neue Lärm-Gesetzgebung in der DDR unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplatze im Bergbau)  
 »Neue Bergbautechnik«, 2 (1972) 5, str. 322—324, (nem.)

- Zaharov, E. P. i Andrjuščenko, V. N.: **Kvantitativna ocena toplote zračenja pri uticaju mikroklimе na jamske radnike (Količestvenaja ocenka lučistogo tepla v vozdeystvii šahtnogo mikroklimata na gornorabočih)**  
 »Ugol' Ukrainy«, 16 (1972) 3, str. 40—42, (rus.)
- Leskov, E. A.: **Efekat prigušivača buke u sistemima za kondicioniranje i ventilaciju vazduha (Effektivnost' glušitelej šuma dlja sistem kondicionirovanija i ventiljacii)**  
 »Vodosnabženie i sanit. tehnika«, 34 (1972) 5, str. 33—36, (rus.)
- Wiehe, J.: **Borba protiv buke u zoni izvoznog okna (Lärmbekämpfung in Füllortbereich)**  
 »Neue Bergbautechnik«, 2 (1972) 5, str. 324—325, (nem.)
- Fajfrowski, L. i Lipowczan, A.: **Metode gušenja buke ventilatora za glavno provetravanje (Metody tlumienia halasu wentylatorow glownych)**  
 »Ochrana prz.«, 26 (1972) 3, str. 14—16, (polj.)
- Anastasescu, V.: **Borba sa bukom kod eksploatacije rudarske opreme (Combaterea zgomotului instalatilor si utilajelor in minerit)**  
 »Rev. minelor«, 23 (1972) 1, str. 7—50, (rumun.)
- Pooley, F. D.: **Elektronsko-mikroskopska karakteristika azbestnih vlakana koja se udišu (Electron microscope characteristics of inhaled chrysotile asbestos fibre)**  
 »Brit. J. Ind. Med.«, 29 (1972) 2, str. 146—153, (engl.)

---

# Časopis

## „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	70,00 ND
za ustanove i preduzeća	300,00 ND

Pozivamo sve rudarske stručnjake, saradnike naučnih ustanova i drugih organizacija na saradnju u časopisu »Sigurnost u rudnicima« po svim pitanjima iz oblasti zaštite na radu u eksploataciji mineralnih sirovina, nafte i gasa, kamena i dr.

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

- za naučne i stručne članke od 350,00 do 500,00 ND
- za prikaze iz prakse (iskustva u sprovođenju zaštite na radu) od 250,00 do 350,00 ND
- za prikaze savetovanja, kongresa do 250,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 60,00 do 120,00 ND po prvom tabaku

Oglašavajte se u našem časopisu!

Cena oglasa je 1.500,00 ND 1/1 strana strana  
1.200,00 ND 1/2 strane strane

**Redakcija časopisa**

---

## NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1973. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata	300,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata	300,00

**Ukupno: 600,00**

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski Institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MP

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1973. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata	70,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata	70,00

**Ukupno: 140,00**

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski Institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

\_\_\_\_\_  
(ime naručioca)

(adresa)

\_\_\_\_\_

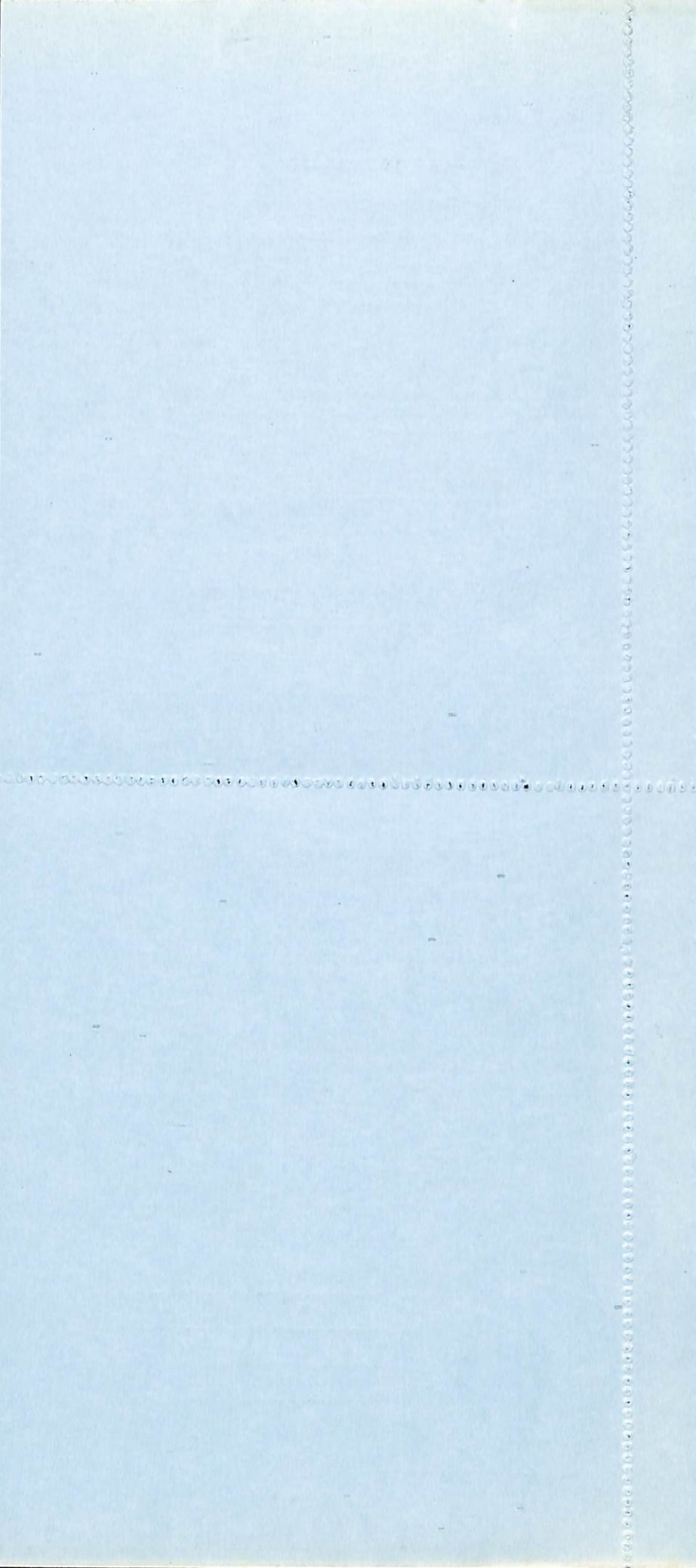
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Overava preduzeće — ustanova

\_\_\_\_\_



# KOPEX – Poljska nudi:

## Odvođenje metana iz jama

Eksplatacija uglja iz rudnika u kojima ima metana uvek je teška i opasna. Zbog toga veoma je korisno primeniti metod poljskih inženjera koji omogućuje usisavanje metana iz slojeva uglja i stena — pre nego što se taj nađe u jami — u hermetički zatvorenom sistemu na površini rudnika.

Odvođenje metana daje sledeće rezultate:

- dobija se visokokvalitetno, kalorično gorivo — čisti gas metan
- smanjuje se količina metana u jamama i vazduhu za ventilaciju rudnika
- povećava se koncentracija u eksploataciji u teškim rudničkim uslovima
- zaštita od iznenadnog dolaska metana — zahvaljujući tome omogućuje se kontinuirana eksploatacija
- smanjenje troškova na ventilaciju rudnika
- skraćuje se vreme sečenja sloja kamenog uglja i smanjuje se put ventilacionih vodova neophodnih prilikom otvaranja i pripremanja novih eksploatacionih radilišta u rudniku.

Tehnologija odvođenja metana je jednostavna i pouzdana — istovremeno obezbeđuje punu bezbednost. Ulaganja u vezi sa izgradnjom cevovoda za odvođenje metana nisu velika, a troškovi se akumuliraju već posle nekoliko meseci.

### ZAPAMTITE!

**KOPEX — POLJSKA IZVOZNIK KOMPLETNIH RUDNIKA, MAŠINA I POSTROJENJA ZA RUDARSTVO I ZA GEOLOŠKA BUŠENJA**

### OBEZBEĐUJE:

- tehničko savetovanje poljskih stručnjaka u oblasti ekspertiza i pripremanja tehničkih dokumentacija
- izgradnju i montažu uređaja za rudnike (na površini i u jami) za odvođenje metana
- obučavanje stručnjaka u poljskim rudnicima sa metanom i u rudnicima poslovnog partnera
- sve druge tehničke i inženjering usluge iz oblasti odvođenja metana

### ISPORUČUJE:

- bušilice za bušenje otvora za usisavanje metana i za druge svrhe
- merne i kontrolne aparature i aparature za zaštitu cevovoda za odvođenje metana
- površinske agregate za odvođenje metana sa automatskom zaštitom i komandovanjem. Kapacitet prema potrebama konkretnog rudnika
- postrojenja za iskorišćavanje i preradu metana u zavisnosti od mesnih uslova i potreba korisnika.



Naša adresa:

Przedsiębiorstwo Budowy Zakładów Górniczych Za Granicą  
(Preduzeće za izgradnju rudnika u inostranstvu)

KOPEX

Grabowa 1, 40-952 KATOWICE — POLJSKA

Telefon: 580-047, Telegram: Kopex-Katowice

Za rudarstvo isporučuje

# VÖEST-ALPINE

Između ostalog niže navedene uređaje i mašine



Mašine za izradu hodnika i za izradu tunela u stenama do 1000 kp/cm<sup>2</sup> pritiska na cvrstocu



Hidrauličke podgradne okvire sa dvolančanim grabuljarima i svim dodatnim uređajima



Utovarivače (Točkaše) od 1,25 m<sup>3</sup> do 2,3 m<sup>3</sup> zapremine kašike

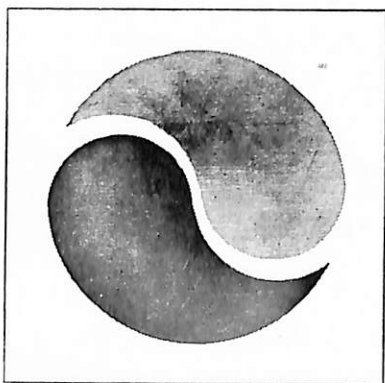
Dalje: postrojenja za okna, podgrade za hodnike i okna, vibraciona sita, postrojenja za sagorevanje smeća

**VEREINIGTE ÖSTERREICHISCHE EISEN- UND STAHLWERKE — ALPINE MONTAN AKTIENGESELLSCHAFT**

A-1011 Wien, Friedrichstraße 4  
A-1011 Wien, Postfach 91  
Telefon (0 22 2) 65 67 11, Telex: 01-2683  
Telegramme: Vöest-Alpine Wien



## *naša delatnost*



**NAFTAGAS**

**NAFTNA INDUSTRIJA**

**NOVI SAD**

P. F. 337, TELEFON 53-322 TELEX 14-196

### **U OBLASTI INDUSTRIJE I RUDARSTVA:**

Istraživanje nafte i gasa  
Bušenje na naftu i gas  
Proizvodnja nafte i prirodnog gasa  
Osnovna prerada nafte i prirodnog gasa  
Proizvodnja i prerada petrohemijskih i hemijskih proizvoda  
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

### **U OBLASTI TRANSPORTA:**

Transport nafte i gasa i njihovih derivata

### **U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:**

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti proizvodnje  
Transporta  
Prerada nafte i gasa  
Petrohemijske  
Hemijske proizvodnje  
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica  
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

### **U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:**

Proizvodnje  
Transporta  
Prerade i distribucije  
Nafte i gasa, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i treća lica

### **U OBLASTI SAOBRAĆAJA:**

Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za sopstvene potrebe  
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom saobraćaju  
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom industrijskom koloseku

### **U OBLASTI TRGOVINE:**

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gasa i uređaja za tečni gas (novih i polovnih)  
Uvoz za sopstvene potrebe, izvoz sopstvenih proizvoda i vršenje investicionih radova u inostranstvu  
Nabavka radi prodaje derivata nafte i prodaja derivata na veliko i malo, putem sopstvene prodajne mreže  
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih organizacija  
Reeksport nafte: derivata nafte (uvoz iste robe radi izvoza i direktan reeksport)

### **U OBLASTI USLUGA:**

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istraživanja, proizvodnje i transporta nafte i gasa  
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim radionicama  
Vršenje laboratorijskih usluga  
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva i  
Popravak uređaja za gas.

# Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

Za proizvođače opreme koji žele da oglase svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja  
**GODIŠNJAK COLLIERY GUARDIAN-a**  
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak i dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,  
COLLIERY GUARDIAN  
Join Adam House  
17-19 John Adam Street,  
London W. C. 2.

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga

**NOVO!**

**NOVO!**

**NOVO!**

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

# RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

U radu na rečniku učestvovali su najeminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik ima format pogodan za upotrebu.

**O-113**

**odlagalište, hidromonitorno visinsko**

flushing dump, above level  
décharge (f) à chasse d'eau au  
dessus du niveau  
Hochspülkippe (f)  
высокосмывной отвал

**O-114**

**odlagalište, klizanje**

stockpile sliding; depot sliding  
glissement (m) du remblai  
Kippenrutschung  
отвальный оползень

**O-115**

**odlaganje, mesto**

depot position; storage position  
position (f) du dépôt  
Kippstelle (f)  
отвальное место

**O-116**

**odlagalište, napredovanje**

advance of waste dump  
avancement (m) du dépôt  
Kippenfortschritt (m)  
подвигание отвала

**O-117**

**odlagalište, odbacivačko**

stacker dump  
dépôt (m) formé par l'engin de rejet  
Absetzerkippe (f)  
экскаваторный (абзетцерный) отвал

**O-118**

**odlagalište, okrenut ka**

facing the stockpile; facing the depot  
face (f) vers de dépôt; face (f) vers  
le remblai  
kippenseitig  
со стороны отвала

Cena iznosi 230,00.— dinara.



## BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H. RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Verständigung in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savladivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



**World  
Mining**

EDITED FOR THE  
MINERALS MINING INDUSTRY OF THE WORLD



Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining... congratulations on your publication of this very useful reference work

Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.

**SCHWERSCHMIEDEN  
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN**

**HEUER  
HAMMER**

5868 LETMATHE — UNTERGRÜNE

SEIT 1893



... teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

... saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.

# BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleiben Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmova je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

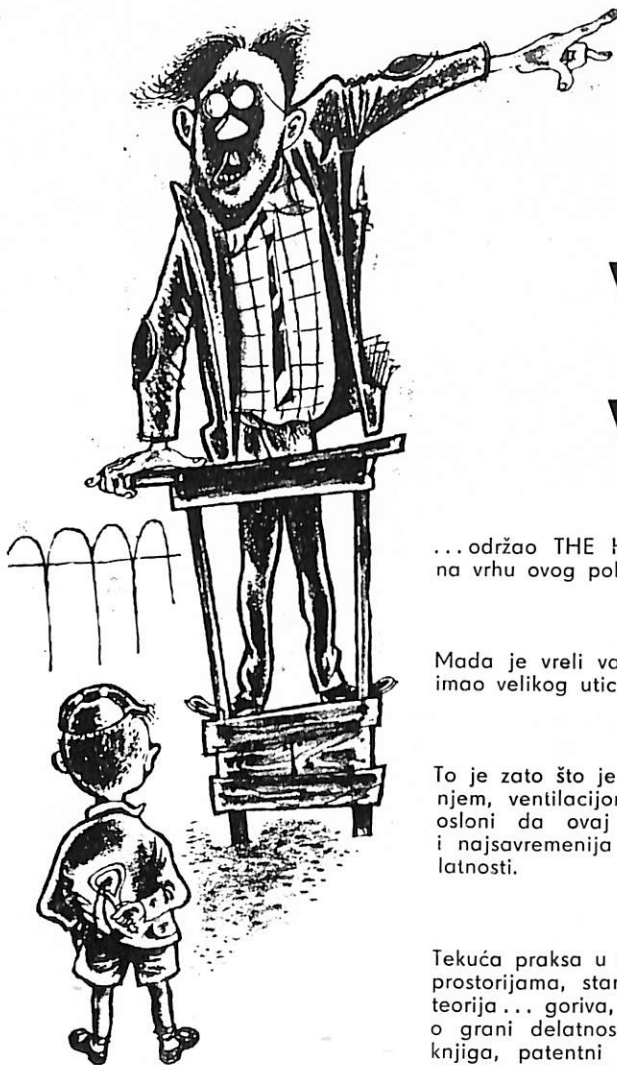
Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obradivanjem.

---

## ERZMETALL

Dieses Bergbauwörterbuch ist das Engebins jahrelanger Arbeit. Das ansprechend hergestellte und handliche Nachschlagewerk enthält mehr als 16.500 Fachausdrücke aus dem Bergbau, dem Hüttenwesen... Das erstaunlich vollständige Fachbuch enthält Begriffe wie »Abbaufont, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammenstellung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretan priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.



# nije VRELI VAZDUH

...održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER  
na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vrela vazduh (i svež, hladan, suv i čist vazduh)  
imao velikog uticaja na to!

To je zato što je svako ko ima bilo kakve veze sa grejanjem, ventilacijom i »er condišnom« uvek mogao da se osloni da ovaj časopis pruža najnovija, najpotpunija i najsavremenija obaveštenja o svakom aspektu ove delatnosti.

Tekuća praksa u svim područjima... fabrikama, poslovnim prostorijama, stanovima, rudnicima, brodovima. Principi i teorija... goriva, oprema, naučno-istraživački rad. Novosti o grani delatnosti... ljudima u toj delatnosti. Pregledi knjiga, patentni izvodi, raspoloživa literatura. Počev od vrhunskog praktičara do mladog početnika, svi mogu da nađu interesantne i vredne informacije u svakom mesečnom izdanju.

Slobodni smo da vas pozovemo da pogledate THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER. Uverićete se da se to isplatilo. Pišite za uzorni primerak na adresu:



**THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER**  
and Journal of Air Conditioning

11-13 Southampton Row,

London. W. C. 1.

ENGLAND



# **RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN**

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

---

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski Institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
  - IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
  - IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA
- površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
  - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
  - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
  - REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svet-ske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti..

---

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje dva kvartalna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA



# **RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN**

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

---

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
  - open-cast and underground exploitation of mineral ores
  - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
  - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.**

---

The Institute of Mines editorial activities include two quarterly periodicals:

RUDARSKI GLASNIK  
SIGURNOST U RUDNICIMA



- 
- veliki broj stručnjaka
  - visok naučni i stručni nivo
  - ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni u praksi
  - iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
  - savremena oprema garantuju: BRZE

SAVREMENE  
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

---

obratite se na:

POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE  
I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.  
Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)  
Poštanski fah 116.

---

RI

---

- 
- large number of experts
  - high scientific and specialized level
  - realized scientific-research results applied in practice
  - experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
  - up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

**FAST**

**CONTEMPORARY**

**HIGH QUALITY**

services in above activities

---

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

**CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING**

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2  
tel. 691-223 — telex 11830 YU RI

---

**RI**

---

