



# SIGURNOST U RUDNICIMA

IX·1974·2

**IX GODIŠTE  
2. BROJ  
1974. 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**

**Štampa N.P. »Dnevnik« — Novi Sad**

**GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK**

*Dipl. ing. IVO TRUMPUŽ, profesor univerziteta, Beograd*

**ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA**

*ABRAMOVIĆ prof. ing. VLADIMIR, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb*

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

*ČATOVIĆ dipl. ing. MAHMUT, Rudnik uglja, Kakanj*

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

*DURHA dipl. ing. KAVAJA, Rudarski inspektorat, Priština*

*GUCUNJA dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarsko-energetsko-industrijski kombinat „Kolubara“, Vreoci*

*HRASTNIK dr ing. JOŽE, Rudnik lignita, Velenje*

*JOVANOVIĆ prof. dr ing. GVOZDEN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd*

*JOVIĆIĆ doc. dr ing. VESNA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd*

*KOHNE dipl. ing. EMIL, Zasavski premogovniki, Trbovlje*

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

*KOVAČEVIĆ dipl. ing. VJEKOSLAV, Projektni biro srednjobosanskih rudnika, Sarajevo*

*MAJBORODA dipl. ing. ROSTISLAV, Rudarsko-topioničarski basen, Bor*

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

*MORAVEK dipl. ing. JOVAN, Rudarski institut, Tuzla*

*MUMINI dipl. ing. FADILJ, Rudnici »Kišnica« i »Novo Brdo«, Priština*

*NEDELJKOVIĆ dipl. ing. VLASTA, Naftagas, Novi Sad*

*OSTOJIĆ dipl. ing. MIRA, Rudarski inspektorat SR Crne Gore, Titograd*

*SAVIĆ dipl. ing. MILAN, Rudarski inspektorat, Novi Sad*

*SIMONOV dipl. ing. JOVAN, Rudarski inspektorat SR Makedonije, Skopje*

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

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

## INDEX

### **S A D R Ž A J**

#### **DIPL. ING. JOVAN PEJCINOVIC**

<i>Proračun i konstrukcija zaštitnih brana pri pro dubljinjanju okana na primeru izvoznog okna u jami »Ajvalija«-Priština</i> — — — — —	5
<i>Calculation and Construction of Protection Dams During Shaft Deepening Exemplified by the Haulage Shaft of Pit »Ajvalija« — Priština</i> — — —	21

#### **DR MR ING. DIMITRIJE DIMITRIJEVIĆ**

<i>Apsorpcione mogućnosti kiseonika ugljene materije u jamskim prostorijama i površinskim depoima mostarskog uglja, posmatrane u funkciji strukturalnoških karakteristika</i> — — — — —	22
<i>Les possibilités d'absorption des matières oxygénées dans les etendus des fosses houillère et aux dépôts superficiels de la houille de Mostar la considérant à travers la fonction des caractérs structurels</i> — — — — —	35

#### **DIPL. ING. KAZIMIR KAUZLARIĆ — DIPL. ING. MLAĐEN FORSEK**

<i>Prilog proučavanju štetnih uticaja vibracija u rudarstvu</i> — — — — —	36
<i>Ein Beitrag zum Studium des schädlichen Schwingungseinflusses im Bergbau</i>	40

#### **DIPL. ING. VUKOTA VUČETIĆ — DIPL. ING. DRAGOSLAV GOLUBOVIĆ — DIPL. ING. BRANISLAV ŠREDER — DIPL. ING. NENAD MIHALDŽIĆ**

<i>Analiza zaprašenosti radnih okolina u jami »Kišnica« kod prirodnog i mehaničkog provetrvanja</i> — — — — —	41
<i>Analyse der Verstaubung der Arbeitsumgebungen in der Grube Kišnica bei natürlicher und künstlicher Bewetterung</i> — — — — —	46

#### **DIPL. ING. DRAGOSLAV GOLUBOVIĆ — DIPL. ING. NENAD MIHALDŽIĆ — DIPL. ING. VUKOTA VUČETIĆA**

<i>Zaprašenost radne sredine u procesu sušenja uglja</i> — — — — —	48
<i>Working Environment Dustiness in the Process of Coal Drying</i> — — — — —	58

#### **DIPL. ING. DUŠAN STAJEVIĆ — DIPL. ING. BRANISLAV ŠREDER**

<i>Tačnost merenja koncentracije lebdećih prašina u radnoj okolini</i> — — — — —	59
<i>Accuracy of Working Environment Suspend ed Dust Concentration Measurement</i>	64

#### **MR ING. MIHAJLO LASICA**

<i>Otklanjanje opasnosti od vazdušnih udara kod eksploatacije žičnih magnezita</i> — — — — —	65
<i>Elimination du danger se rapportant aux andes de choc aériennes, lors d'exploitation de la magnésite filonienne</i> — — — — —	69

#### **Iz prakse**

#### **DIPL. FIZ. HEM. RATIMIR KOLUDROVIĆ**

<i>Prva iskustva na vježbama sa »Light Water« — om</i> — — — — —	71
<i>Erste Erfahrungen gesammelt bei den Übungen mit Light Water</i> — — — — —	75

<i>Bibliografija</i> — — — — —	76
--------------------------------	----

# Proračun i konstrukcija zaštitnih brana pri produbljivanju okana na primeru izvoznog okna u jami „Ajvalija“ — Priština

(sa 12 slika)

Dipl. ing. Jovan Pejčinović

*U članku su opisani postupci za proračun i konstrukciju zaštitnih brana pri produbljivanju okana sa praktičnim primerom pri produbljivanju izvoznog okna od VI do IX horizonta u jami Ajvalija rudnika »Kišnica« i »Novo Brdo« — Priština sa korišćenjem dela postojećeg okna za izvoz sa VI horizonta za vreme produbljenja okna.*

## Uvod

Jama »Ajvalija« pripada rudnicima »Kišnica« i »Novo Brdo« sa direkcijom rudnika u Prištini, koji su u sklopu Kombinata »Trepča« — Kosovska Mitrovica. Jama »Ajvalija« se nalazi jugoistočno od Prištine u području južnih ograna kopaoničkog masiva. Ovo ležište se ubraja u najbogatija ležišta olovno-cinkane rude u zemlji. Ležište se za sada eksplatiše do nivoa najniže otvorenog VI horizonta (do kote 369,2 m). U toku su otvaranje i razrada međuhorizonta VIIa, (iz izrađenog niskopa sa VI horizonta) na kome će se vršiti otkopavanje rude za vreme otvaranja VII, VIII i IX horizonta (na kotama 319,2, 269,2 i 219,2 m).

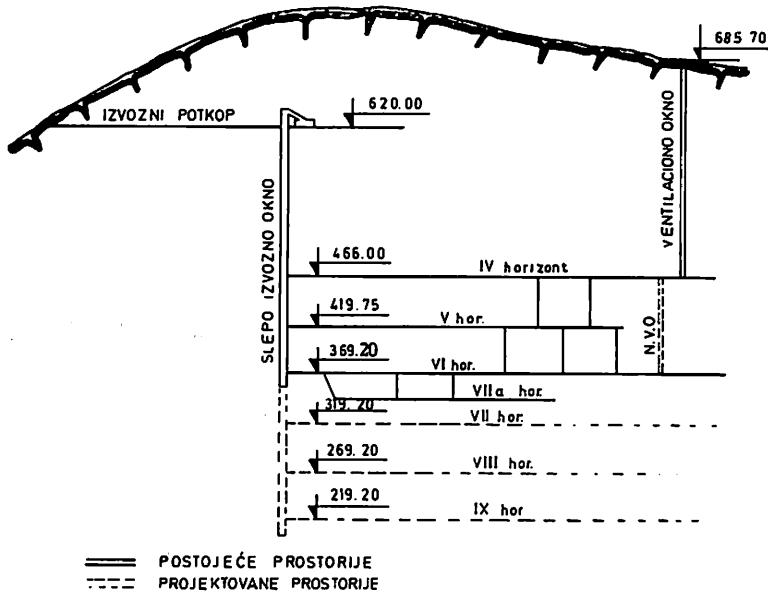
Jama je sa površinom povezana ventilacionim oknom (staro izvozno okno od kote 685 m do nivoa IV horizonta kota 469,2 m) i glavnim izvozni potkopom dužine 1100 m na koti 620 m iz koga je do nivoa VI horizonta izrađeno slepo izvozno okno, kako se to vidi iz šematskog preseka jame, slika 1.

Za otvaranje novih horizontata VII, VIII i IX po razmatranju više varijanti predviđeno je dubljenje postojećeg izvoznog okna od VI do IX horizonta, uz korišćenje dela posto-

jećeg okna za izvoz rude jednim košem sa VI horizonta. Odeljenje drugog koša će se od VI do V horizonta koristiti za izvoz iskopine dobijene pri dubljenju okna, a od V horizonta do nivoa odvozišta ovo odeljenje će se koristiti za kretanje protivtega izvoznom košu. Za regulisanje kretanja izvoznog koša i protivtega, na protivtegu je ugrađen pokretni kotor, čime je za polovinu skraćen njegov put kretanja u odnosu na put koša. Za protivteg se koristi postojeći drugi koš koji je u tu svrhu svrsishodno rekonstruisan. Na V horizontu će se nalaziti izvozna mašina za dubljenje okna. Ovaj horizont se ne koristi za eksplataciju. Ovom prilikom se neće davati širi opis izabrane varijante za dubljenje okna, jer je isti obrađen u posebnom članku\*), i jer je na ovom mestu dati opis dovoljan da se objasni varijanta koja zahteva izgradnju zaštitnih brana čiji proračun jeste predmet ovog članka.

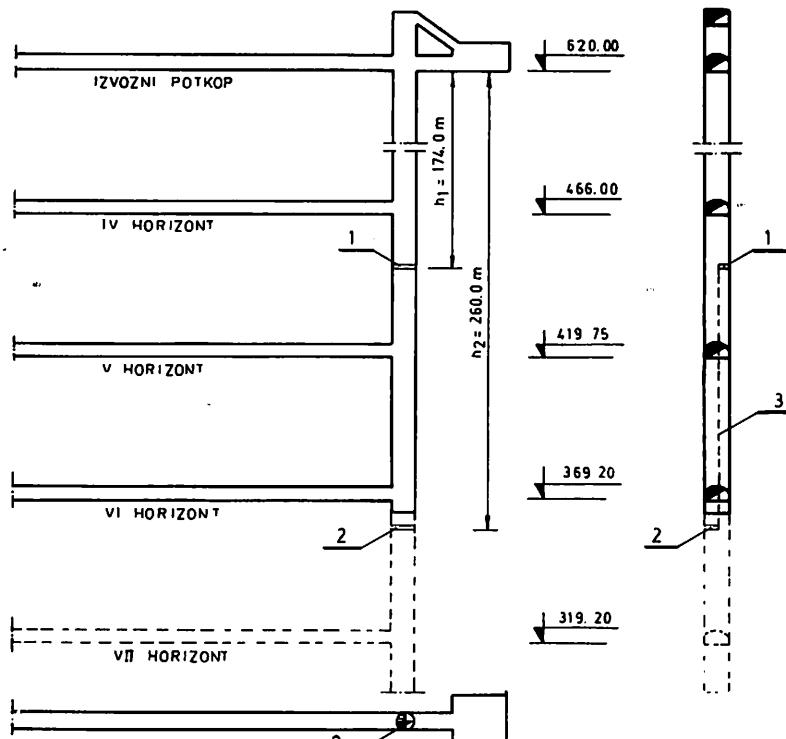
Za zaštitu radnika na dubljenju okna i radnika na izvozu potrebno je u odeljenju protivtega iznad V horizonta, ispod najniže tačke do koje stiže protivteg, izraditi sigurnu zaštitnu branu. Zaštitnu branu je potrebno izraditi takođe u odeljenju koša ispod nivoa postojeće slobodne dubine, kako je to prikazano na slici 2.

\*) »Izbor najpovoljnije varijante za produbljenje izvoznog okna u jami »Ajvalija« — Priština«



Sl. 1 — Šematski presek jame „Ajvalija“.

Fig. 1 — Schematic Cross-Section of Pit „Ajvalija“.



Sl. 2 — Lokacija zaštitnih brana i zaštitne pregrade pri produbljenju slepog izvoznog okna u jami „Ajvalija“.

Fig. 2 — Location of protective dams and protective

- 1 ZAŠTITNA BRANA IZNAD V HORIZONTA
- 2 ZAŠTITNA BRANA ISPOD VI HORIZONTA
- 3 ZAŠTITNA PREGRADA

Za zaštitu od pada predmeta ili komada iz odeljenja koša u odeljenje posude za dubljenje okna i obratno od zaštitne brane iznad V horizonta do zaštitne brane ispod VI horizonta postaviće se između ta dva odeljenja zaštitna pregrada.

#### Principi za statički proračun zaštitnih brana

Zaštitna brana mora biti tako proračunata da može izdržati dinamičko naprezanje izazvano padom posude. Zaštitne brane mogu biti izrađene tako da mogu izdržati jedan ili više udara posude. Zaštitne brane mogu biti prema konstrukciji napravljene od nosača postavljenih u jednom ili više redova, sa jastukom od elastičnog materijala i sa ili bez kosnika ispod najnižeg reda nosača. Metodologija proračuna zaštitnih brana je obrađena u stranoj literaturi (1 i 2), pa će se u ovom delu članka prikazati dve metodologije proračuna zaštitnih brana.

Pri proračunu zaštitnih brana neophodno je uzeti u obzir sledeće faktore:

- Veličinu kinetičke energije izvozne posude ili protivtega koji pada.
- Potencijalnu energiju ugiba nosača zaštitne brane.
- Osobine materijala i visinu elastičnog jastuka postavljenog preko nosača zaštitne brane, i
- Odnos težina tela koja se sudsaraju, tj. pale posude i dela zaštitne brane koji preuzima kinetičku energiju posude u padu.

Kinetička energija posude na kraju pada mora biti apsorbovana potencijalnom energijom ugiba nosača zaštitne brane i energijom koja se troši za sabijanje elastičnog jastuka postavljenog iznad nosača.

Proračun zaštitne brane se može izvršiti uzimajući u obzir potencijalnu energiju nosača u predelu elastične deformacije pri višestrukom dinamičkom opterećenju ili za jedan dinamički udar uzimajući u obzir potencijalnu energiju nosača u predelu elastičnih i plastičnih deformacija.

Proračun zaštitnih brana se može izvršiti po dvema metodama i to:

Prva metoda proračuna zaštitnih brana zasniva se na principu

da se srednje opterećenje nosača brane »F« određuje u zavisnosti od kinetičke energije »K-II« posude na kraju pada i visine sabijanja »y« elastičnog jastuka (visina prodiranja posude u materijal jastuka). Veličina »y« u stvari predstavlja put kočenja posude u elastičnom jastuku.

Stvarna kinetička energija ili energija pada posude određuje se prema obrascu:

$$K-II = K \cdot a = GH\alpha = \frac{mv^2}{2}, \text{ kpm ili tm} \quad (1)$$

gde je:

$K-II$  — stvarna kinetička energija u kpm na kraju pada koša,  
 $K$  — teoretska kinetička energija — »energija pada« u kpm,  
 $G$  — težina pale posude u Kp,  
 $H$  — visina pada posude u m,  
 $\alpha$  — koeficijent gubitka energije pada  $K$  na savlađivanje otpora vazduha i treninga vođica.

Koeficijent gubitka »energije pada«  $\alpha$  zavisi od odnosa površine dna posude koja pada i slobodnog preseka okna i zazora uredaja između koša i vođica. Prema literaturi u SSSR-u se ovaj koeficijent kreće od 0,75 do 0,85, dok se prema nemačkoj literaturi ovaj koeficijent kreće od 0,83 do 0,96, zavisno od dubine okna, kako se to vidi iz tablice 1.

Navedene razlike potiču od toga što sa većom dubinom pada raste kinetička energija sa kvadratom brzine, dok otpor raste linearno sa brzinom, jer su površina dna posude, slobodan presek okna i zazori praktično konstantni. Zavisnost između kinetičke energije posude pri kraju pada i opterećenja nosača brane je izražena sledećom jednačinom:

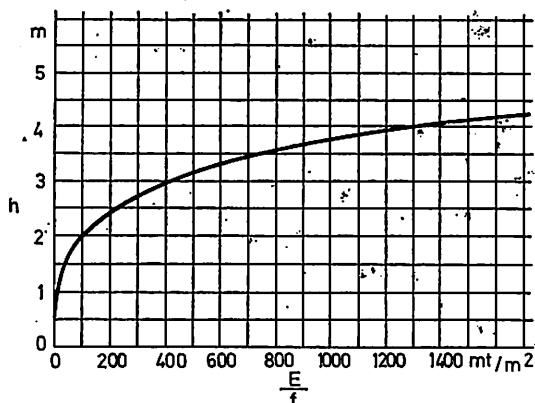
$$K-II = GH\alpha = Fy = pfy, \text{ kpm} \quad (2)$$

gde je osim napred poznatih veličina:

$F$  — srednje opterećenje nosača brane za vreme sabijanja elast. jastuka na putu  $y$  kp,  
 $y$  — visina sabijanja elastičnog jastuka u m,  
 $F$  — opterećenje po jedinici površine na  $f$   
 koje se proračunavaju nosači u  $Kp/m^2$ ,  
 $f$  — površina pale posude u  $m^2$ .

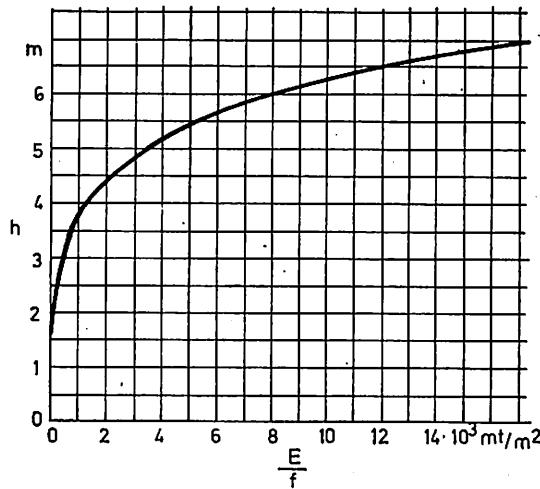
Tablica 1

Hm	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
	0,96	0,95	0,93	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83



Sl. 3 — Dijagram zavisnosti visine elastičnog jastuka brane za specifično opterećenje  $p_1$  do  $1500 \text{ mt/m}^2$ .

Fig. 3 — Diagram of dam elastic cushion height dependence for a specific load up to  $1500 \text{ mt/m}^2$ .



Sl. 4 — Dijagram zavisnosti visine elastičnog jastuka brane za specifično opterećenje do  $15 \cdot 10^3 \text{ mt/m}^2$ .

Fig. 4 — Diagram of dam elastic cushion height dependence for a specific load up to  $15 \cdot 10^3 \text{ mt/m}^2$ .

Prema literaturi, u SSSR-u se ova metoda proračuna ne primjenjuje zbog sledećih nedostataka:

— teško se može odrediti visina prodiranja posude u elastični jastuk jer ova, osim od opterećenja, zavisi i od osobina materijala (rastresitosti), sposobnosti sleganja i sabijanja pri dinamičkom naprezanju;

— neravnomernost delovanja sile  $F$  na putu kočenja  $y$ , jer ona raste od minimuma na početku do maksimuma na kraju kočenja kada može biti nekoliko puta veća od srednje vrednosti pa se mogu dobiti netačni rezultati.

Po nemačkoj literaturi ova je metoda našla široku primenu, jer su za elastični jastuk primjenjeni međusobno slični materijali, kot-

lovski ili vulkanski pepeo ili plovućac, na kojima je izvršeno ispitivanje radi određivanja visine prodiranja posude, — a mesto napred navedenog srednjeg opterećenja nosača  $F$  pri proračunu se koristi specifično opterećenje:

$$p_1 = \frac{K_{-II}}{f}, \text{ kp/m}^2 \quad (3)$$

i dinamičko opterećenje brane

$$p = \frac{C_2 K_{-II}}{\sqrt{h^3}}, \text{ kp} \quad (4)$$

gde je:

$p_1$  — specifično opterećenje brane u  $\text{kpm/m}^2$   
 $h$  — visina elastičnog jastuka u m

$C_2$  — koeficijent elastičnosti zavisan od osobina materijala od koga je sastavljen elastičan jastuk (za kotlovske pepeo 4, za vulkanske pepeo ili plovuće 3, 5).

Osim ovih materijala, u Nemačkoj se ne koriste i ne predlažu drugi materijali, dok se u SSSR-u, kod druge metode proračuna, predlažu drvena piljevina i snopovi od pruća sa znatno višim koeficijentom od 7 do 12.

Za određivanje visine elastičnog jastuka koriste se dijagrami u zavisnosti od specifičnog opterećenja  $p_1 \leq 1500 \text{ tm/m}^2$  na slici 3 i za  $p \leq 15000 \text{ tm/m}^2$  na slici 4.

Visina prodiranja posude u elastični jastuk zavisno od specifičnog opterećenja  $p_1$  i visine jastuka  $h$  određuje se iz dijagrama na slici 5 koji je konstruisan na osnovu eksperimentalnih opita. Na osnovu iz dijagrama sa sl. 5 određene visine prodiranja računa se površina nosača brane na koju se prenosi opterećenje od pale posude. Specifični pritisak koji se prenosi na nosače zaštitne brane iznosiće:

$$p_2 = \frac{P}{S_2} = \frac{C_2 K_{-II}}{\sqrt{h^3 S_2}}, \text{ kp/m}^2 \quad (5)$$

gde je:

$p_2$  — pritisak koji se prenosi na nosače brane preko elastičnog jastuka u  $\text{kp/m}^2$ .

$S_2$  — aktivno opterećena površina zaštitne brane koja se može odrediti kada su poznate visina jastuka  $h$ , dubina prodiranja posude ( $y$ ), ugao prenošenja sile i dimenzije pale posude, kako je to šematski prikazano na slici 6 prema kojoj je:

$$d = h - y \text{ i za posudu kvadratnog oblika,}$$

$$a = \sqrt{f} + 2dtg 35^\circ = \sqrt{f} + 1,4d,$$

$$P_2 = \frac{P}{a^2} = \frac{C_2 K_{-II}}{\sqrt{h^3 a^2}}, \text{ kp/m}^2 \quad (6)$$

Ovaj pritisak deluje ravnomerno po celoj površini brane. Sopstvena težina brane (nosača i jastuka) se u ovom slučaju može zanemariti ako ne prelazi 10% dinamičkog opterećenja brane p.

Nosači se dalje dimenzionišu na osnovu poznatih jednačina iz statike i to:

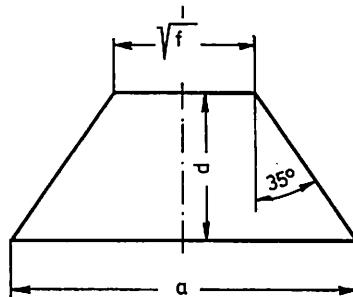
$$M = \frac{q l^2}{8}, \text{ kp cm} \quad (7)$$

$$\sigma = \frac{M}{W}, \text{ kp/cm}^2 \quad (8)$$

$$q = b \cdot p_2, \text{ kp/m} \quad (9)$$

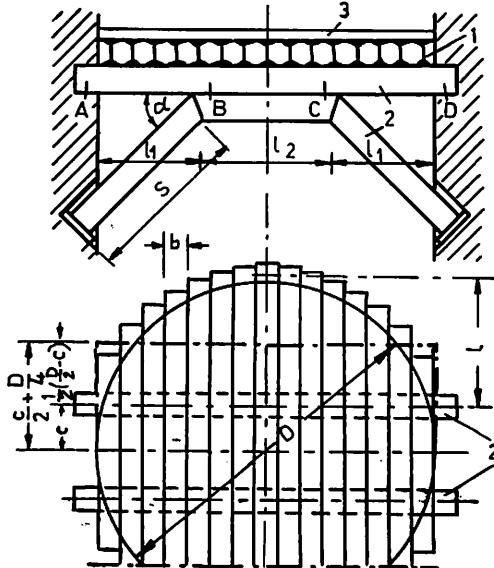
gde je:

- M — maksimalni moment savijanja nosača u kp/cm,
- q — opterećenje po dužnom metru nosača u kp/m,
- L — raspon oslonaca nosača u m,
- $\sigma$  — napon na savijanje nosača kp/cm<sup>2</sup>,
- W — otporni moment nosača cm<sup>3</sup>,
- b — razmak osa nosača u m.



Sl. 6 — Šematski prikaz prenošenja dinamičkog opterećenja u jastuku i određivanje aktivne površine.

Fig. 6 — Schematic view of dynamic load transfer in the cushion and determination of active surface.



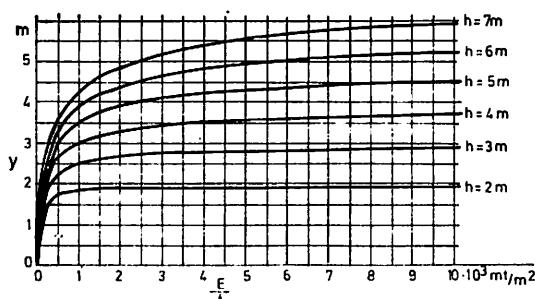
Sl. 7 — Šematski prikaz zaštitne brane sa kosnicima.

Radi smanjenja raspona oslonaca, ispod nosača zaštitne brane se postavljaju potporni nosači a ispod njih kosnici kako je to prikazano na slici 7.

Opterećenje kosnika se računa po sledećim jednačinama:

$$K_1 = \frac{1}{2} q (l_1 + l_2) \text{ kp} \quad (10)$$

Pri nagibu ugla potpora  $\alpha = 45^\circ$  sila na izvijanje potpora dužine l iznosi:



Sl. 5 — Zavisnost visine prodiranja posude u jastuk od pritiska  $P_1$  i visine jastuka.

Fig. 5 — Dependence of bucket penetration height into the cushion on pressure  $P_1$  and cushion height.

$$K = \frac{K_1}{\sin \alpha} = 1,4 k_1 kp \quad (11)$$

Na osnovu poznatih jednačina iz statike imamo:

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} \quad \text{cm} \quad (12)$$

$$\lambda = \frac{l_s}{i} \quad (13)$$

$$\sigma_w = \frac{w_k}{F}, \text{ kp/cm}^2 \quad (14)$$

gde je:

$K_1$  — vertikalna sila u potporama B i C u Kp,  
 $K$  — komponenta naprezanja na izvijanje u pravcu ose potpore,

$I$  — moment inercije preseka potpore u  $\text{cm}^4$ ,

$i$  — poluprečnik inercije potpore u cm,

$F$  — poprečni presek potpore u  $\text{cm}^2$ ,

$\lambda$  — vitkost potpore,

$w$  — koeficijent izvijanja =  $\frac{\sigma_p \text{ dop.}}{\sigma_i \text{ dop.}}$

$\sigma_w$  — stvarni napon na izvijanje  $\text{kp/cm}^2$ .

Nedostatak ove metode proračuna jeste što su dati dijagrami sabijanja za y samo za slabo elastične materijale pa se za ostale materijale ovaj postupak ne može koristiti bez prethodnog ispitivanja.

### Druga metoda proračuna zaštitnih brana

Ova metoda proračuna se zasniva na primeni jednačina teorijske mehanike o sudaru dva tela pri čemu se u teoretskoj mehanici razlikuju tri vrste sudara i to: potpuno neelastičan ( $\epsilon = 0$ ), nepotpuno elastičan ( $0 < \epsilon < 1$ ) i potpuno elastičan  $\epsilon = 1$ ,  $\epsilon$ -koeficijent sudara. Udar na nosače zaštitne brane preko kojih je postavljen jastuk od gipkog materijala može se smatrati potpuno neelastičnim sudarom.

Koeficijent korisnog dejstva za potpuno neelastičan sudar iznosi:

$$\eta = \frac{G}{G + Q_2} \quad (15)$$

gde je:

$\eta$  — koeficijent korisnog dejstva,

$G$  — težina pale posude u kp,

$Q_2$  — težina udarenog tela — brane u kp.

Na osnovu mnogobrojnih ispitivanja zaštitnih brana sa elastičnim jastukom od ras-tresitog i sažimljivog materijala (peska, drvene piljevine i pruća) u formulu (15) je uz  $Q_2$  uveden koeficijent  $C_2$ -nazvan koeficijent elastičnosti koji je za svaki od navedenih materijala eksperimentalno utvrđen i iznosi za: vlažni pesak 2,5, suvi rastresiti pesak 4—5, drvenu piljevinu 7—9 i pruće 9—12, pa formula (15) ima oblik:

$$\eta = \frac{G}{G + C_2 Q_2} \quad (16)$$

Pri udaru posude na elastični jastuk deo kinetičke energije se troši na prodiranje posude kroz jastuk a preostali deo se troši na ugibanje nosača brane ili na njeno rušenje, pa se može izraziti sledećim obrascem:

$$K_o = \eta K_{-II} \quad (17)$$

što znači, da se ne bi zaštitna brana srušila pri udaru pale posude, potrebno je da potencijalna energija ugiba nosača brane  $\Sigma t$  bude veća ili, u krajnjem slučaju, jednaka preostaloj kinetičkoj energiji  $K_o$ .

$$\Sigma t \geq K_o \quad (18)$$

Znači, ako izračunamo potencijalnu energiju ugiba nosača brane  $\Sigma t$  i odredimo vrstu i visinu materijala elastičnog jastuka, možemo odrediti kinetičku energiju  $K_{-II}$  koju može izdržati brana pri poznatom stepenu korisnog dejstva  $\eta$

$$K_{-II} \leq \frac{\Sigma t}{\eta} kp \quad (19)$$

ili se za poznatu kinetičku energiju može odrediti broj i presek nosača za izabranu vrstu i visinu elastičnog jastuka, odnosno visina elastičnog jastuka za izabranu vrstu materijala pri određenom broju i preseku nosača.

Ova metoda proračuna se dosta široko primenjuje pa će se prikazati proračuni uticajnih faktora pojedinačno.

### Potencijalna energija ugiba nosača

Napred je rečeno da pri udaru posude na nosače dolazi do deformacije nosača koje mogu biti elastične i plastične. Iz otpornosti materijala poznat nam je opis jednih i drugih deformacija sa karakterističnim dijagramom

kretanja napona istezanja kod čelika i prelaska iz zone elastičnih u zonu plastičnih deformacija do kidanja. Iz otpornosti materijala je takođe poznato da za elastične deformacije važi zakon Huka, dok se za stalne deformacije koristi hipoteza Prantla. Na slici 8 dat je dijagram zavisnosti dilatacije i napona za čelik. Horizontalna šrafirana površina OAK odgovara radu u predelu elastične deformacije. U ovom predelu modul elastičnosti

je konstantan  $\frac{\sigma}{\epsilon} = E$ . Vertikalno šra-

firana površina KADD<sub>2</sub> odgovara radu i predelu plastične deformacije. Koso šrafirana površina DD<sub>2</sub>FE predstavlja rad od granice razvlačenja do granice kidanja pri čemu izduženja naglo rastu, materijal se vidno menjaju i gubi sjaj. Pri proračunu nosača zaštite brane može se uzeti u obzir samo površina OADD<sub>2</sub> sa elastičnom i plastičnom deformacijom.

Potencijalna energija savijanja nosača u predelu elastične deformacije pri ravnomerno raspoređenom opterećenju određuje se po obrascu:

$$t = \frac{p^2 l^3}{240 EJ}, \text{ kpm} \quad (20)$$

Usvajanjem da je  $q = p/l$  dobija se jednacina

$$t = \frac{q^2 l^5}{240 EJ}, \text{ kpm} \quad (21)$$

Potencijalna energija ugiba nosača u zavisnosti od napona na savijanje materijala nosača određuje se po obrascu:

$$t = \frac{4\sigma^2 W^2 l}{15 EI}, \text{ kpm} \quad (22)$$

Za nosače simetričnog preseka, kakvi se upotrebljavaju za zaštite brane i sa normal-

nom silom otporni moment  $W = \frac{2I}{h}$  pa je

$$t = \frac{16 \sigma^2 I l}{15 E h^2}, \text{ kpm} \quad (23)$$

gde je osim poznatih veličina:

$h$  — visina nosača u m

Potencijalna energija savijanja nosača u zavisnosti od visine ugiba  $f$  iznosi:

$$t = 24,6 \frac{EJ}{l^3} f^2 \max, \text{ kpm} \quad (24)$$

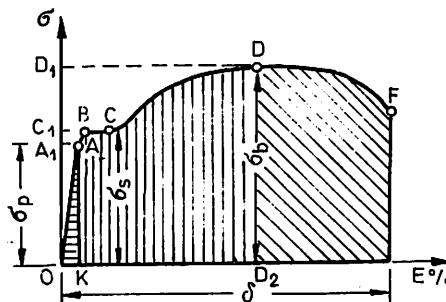
dok je strela maksimalnog ugiba nosača f

$$f_{\max} = \frac{5 \sigma l^2}{24 E h}, \text{ cm} \quad (25)$$

odnosno izraženo u procentima

$$f \% = \frac{f_{\max}}{l} \cdot 100\% \quad (26)$$

Potencijalna energija savijanja nosača za uslove plastične deformacije se određuje korišćenjem hipoteze Prantla, prema kojoj se nosač ne sme naprezati dalje od granice razvlačenja materijala, tačka D na dijagramu slike 8.



Sl. 8 — Karakteristični dijagram zavisnosti dilatacija i napona za čelike.

Fig. 8 — Schematic view of dilatation and tension dependence for steels.

Moment savijanja pri nastupanju razvlačenja iznosi:

$$M_v = W \cdot \sigma r \text{ kpm} \quad (27)$$

gde je osim poznatih veličina

$\sigma r$  — ivični napon razvlačenja.

Pri graničnoj vrednosti momenta savijanja je:

$$M_s = \frac{3}{2} M_r, \text{ kpm} \quad (28)$$

z druge strane je:

$$M_s = S \cdot r, \text{ kpm} \quad (29)$$

gde je osim poznatih veličina

$S$  — statički moment površine preseka nosača u  $\text{cm}^3$ .

Maksimalni moment savijanja pri obrazovanju plastičnog preloma iznosiće:

$$M_s = \frac{P_{\text{krl}}}{4}, \text{ kpm} \quad (30)$$

gde je:

$P_{\text{krl}}$  — kritična sila u kp.

S obzirom na jednačinu (29) imamo:

$$P_{\text{krl}} = \frac{4 M_s}{1} = \frac{4 S \sigma r}{1}, \text{ kp} \quad (31)$$

Pri ugibu nosača koncentričnim opterećenjem na sredini raspona, rad nosača U predstavlja površinu dijagrama na kome se po vertikali nanosi opterećenje  $P$ , a po horizontali visina ugiba  $f$  pa je:

$$U = P_{\text{krl}} \cdot f_{\text{max}}, \text{ kpm} \quad (32)$$

ili

$$U = \frac{4 S \sigma r}{1} f_{\text{max}}, \text{ kpm} \quad (33)$$

Uzimajući u obzir ugib pri elastičnoj deformaciji, obrazac dobija sledeći oblik:

$$U = \frac{4 S \sigma r}{1} (f_{\text{max}} - f_{\text{el}}), \text{ kpm} \quad (34)$$

Za zaštitnebrane obično se primenjuju INP nosači, pri čijem savijanju, u uslovima plastičnih deformacija, postoji opasnost krivljenja nosača i gubljenja oslonaca. U slučaju kada visina strele ugiba prelazi 1,5 — 2,5% veličine raspona kod INP nosača sa vertikalnim rebrima, potrebno je izvršiti horizontalno ukrućenje rebara rasponima kada se dopušta ugib od 3%.

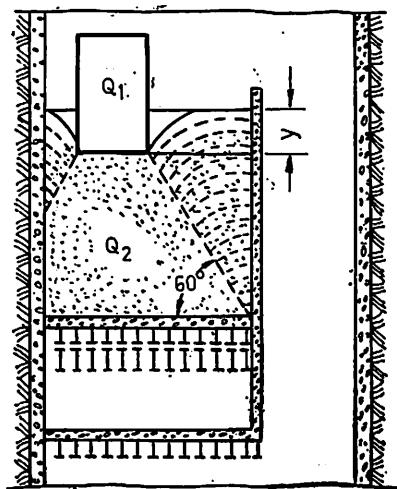
#### Uticaj elastičnog jastuka pri udaru posude

Iznad nosača zaštitnebrane obično se postavlja armirana betonska ploča ili patos

od rezanih greda preko koga se stavlja sloj određene visine od rastresitog elastičnog materijala (drvena piljevina, pesak, pepeo, pruća i drugo), kako je to prikazano na slici 9.

Ovaj elastični jastuk od rastresitog materijala služi za:

- ravnomernu raspodelu dinamičkog opterećenja na nosače zaštitnebrane,



Sl. 9 — Šematski prikaz prenošenja dinamičkog opterećenja posude preko jastuka na nosače brane.

Fig. 9 — Schematic view of bucket dynamic load transfer over the cushion to dam supports.

- za stvaranje određenog puta kočenja nabijanjem pale posude u elastični jastuk čime se smanjuje naprezanje nosača brane,
- za povećanje težine zaštitnebrane i promenu odnosa težina sudašujućih tela.

Raspodela dinamičkog opterećenja zavisi od svojstva i visine materijala elastičnog jastuka. Od ovog zavisi i površina brane koja prima dinamičko opterećenje. Ugao dejstva dinamičke sile, za elastični jastuk od pruća, se kreće od 45 do 60°, a za piljevinu i pesak 60—65°.

Eksperimentalno su specijalnim priborom utvrđeni uticaji vrste materijala primenjenog za elastični jastuk merenjem strele ugiba svakog nosača i određivanjem potencijalne energije  $t$  i  $\Sigma t$ .

Pošto su poznate kinetičke energije posude koja pada K-II i potencijalna energija

svih nosača  $\Sigma t$ , to se može odrediti stepen korisnog dejstva elastičnog jastuka  $\eta$ .

$$\eta = \frac{\Sigma t}{K_{II}} \quad (35)$$

Stepen korisnog dejstva zavisi od vrste, visine i težine materijala elastičnog jastuka. Pri računanju odnosa težina brane i posude u padu uzima se samo deo težine jastuka  $Q_2'$ , nazvan aktivna težina koja predstavlja težinu usečene zarubljene piramide u jastuku čiju gornju površinu predstavlja površina dna pale posude, a bazu, površina brane na koju se prenosi pritisak, a koja zavisi od ugla prenošenja dinamičke sile, odnosno od karakteristika materijala, kako se to vidi na slici 9.

U cilju povećanja aktivne težine jastuka, iznad jastuka se postavlja patos preko koga se dinamičko opterećenje prenosi na celu površinu jastuka, a ne samo na površinu projekcije posude. Patos se radi od debelih dasaka ili gredica međusobno povezanih pomoću nosača. Na slici 10 prikazan je dijagram zavisnosti stepena korisnog dejstva  $\eta$  od odnosa

$$\text{težine sudarajućih tela } \psi = \frac{G}{Q_2'} \text{ i osobina ma-}$$

terijala jastuka tako da kriva 1 karakteriše

$$\text{udar po rastresitom pesku } \eta = \frac{G}{G + 5Q_2'}, \text{ kri-}$$

va 2 karakteriše udar po piljevini

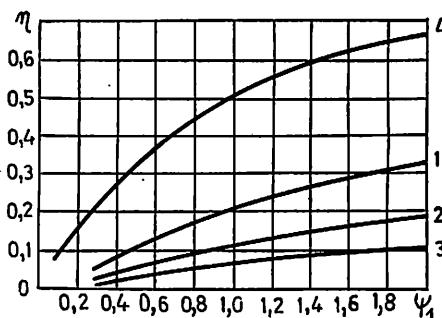
$$\eta = \frac{G}{G + 8Q_2'}, \text{ kriva 3 karakteriše udar po}$$

$$\text{pruću } \eta = \frac{G}{G + 11Q_2'} \text{ i kriva 4 teoretski ne-}$$

$$\text{elastičan sudar } \eta = \frac{G}{G + Q_2}$$

Koefficijent elastičnosti se menja sa vremenom, jer se ugrađeni materijal zapunjava prašinom i muljem i postaje manje elastičan, što treba uzeti u obzir naročito ako produbljenje okna traje duže vreme.

Pri dimenzionisanju zaštitnih brana prema ovoj metodologiji potrebno je:



Sl. 10 — Dijagram zavisnosti stepena korisnog dejstva brane od težine sudarajućih tela i osobina materijala jastuka.

Fig. 10 — Diagram dam efficiency rate dependence on the weight of impacting bodies and cushion material properties.

- Na osnovu izabranog profila i broja nosača pri poznatoj kinetičkoj energiji odrediti visinu elastičnog jastuka od izabranog materijala.
- Na osnovu zadane visine i težine elastičnog jastuka određenog materijala za poznatu kinetičku energiju odrediti broj nosača i
- Na osnovu poznatog broja nosača i visine i težine elastičnog jastuka od izabranog materijala odrediti kinetičku energiju koju može izdržati zaštitna brana.

Kinetička energija, koju može izdržati zaštitna brana, određuje se po sledećem obrascu:

$$K_{II} = \frac{mt - ha}{G} = \frac{mt - ha}{G + C_2 Q_2' + C_1(mb + p)} = \frac{mt - ha}{G} = \frac{mt - ha}{G + C_2 \beta h q + C_1(mb + p)}, \quad (36)$$

gde je:

- t — potencijalna energija ugiba jednog reda nosača u kp,  
m — broj redova nosača brane,  
h — visina jastuka u m,  
a — potencijalna energija koja se troši na statičko naprezanje po 1 m visine jastuka, kpm,  
G — težina pale posude u kp,  
 $C_2$  — koeficijent elastičnosti materijala jastuka,  
 $Q_2'$  — aktivna težina jastuka u kp,  
 $C_1$  — koeficijent zavistan od odnosa težine nosača i ploče brane,

- b** — težina jednog reda nosača u kp,  
**p** — težina ploče postavljene na nosače brane u kp,  
**β** — koeficijent zavistan od odnosa aktivne težine prema ukupnoj težini jastuka

$$\beta = \frac{Q'_2}{Q_2}$$

Navedena formula (36) se može koristiti za proračun zaštitnih brana u uslovima elastičnih i plastičnih deformacija, pri čemu se u formulu unose odgovarajuće veličine.

Za određivanje broja redova nosača brane formulu (36) ćemo preobraziti u sledeći oblik:

$$K_{-II} = \frac{mt - ha}{G} = \frac{1}{G + C_2\beta hq + C_1(mb + p)}$$

$$= \frac{1}{G} \left\{ (mt - ha) [G + C_2\beta hq + C_1(mb + p)] \right\}$$

$$K_{-II}G = mtG + mtC_2\beta hq + C_1m^2bt + C_1pmt - haG - C_2\beta h^2qa - C_1mbha - haC_1p$$

ili sredeno imamo:

$$m^2C_1bt + m(thqC_2\beta + Gt + C_1pt - C_1bha) - (C_2\beta h^2qa + haG + haC_1p + K_{-II}G) = 0 \quad (37)$$

označimo li sa:

$$A = C_1bt \quad (38)$$

$$B = thqC_2\beta + Gt + C_1pt - C_1bha \quad (39)$$

$$D = C_2\beta h^2qa + haG + haC_1p + K_{-II}G \quad (40)$$

dobija se jednačina

$$m^2A + mB - D = 0 \quad (41)$$

odakle je broj redova nosača

$$m = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 + 4AD}}{2A} \quad (42)$$

Pri zadanim broju redova nosača može se odrediti visina elastičnog jastuka sređivanjem jednačine (36) prema  $h$  odakle je:

$$h^2aqC_2\beta - h(mtqC_2\beta - ambC_1 - aG - aC_1p) + (K_{II}G - mtG - C_1m^2bt - C_1pmt) = 0 \quad (43)$$

označimo li sa:

$$E = aqC_2\beta \quad (44)$$

$$F = mtqC_2\beta - ambC_1 - aG - aC_1p \quad (45)$$

$$Z = K_{II}G - mtG - C_1m^2bt - C_1pmt \quad (46)$$

dobija se jednačina

$$h^2E - hF + Z = 0 \quad (47)$$

odakle je visina elastičnog jastuka

$$h = \frac{F \pm \sqrt{F^2 - 4EZ}}{2E}, \text{ m} \quad (48)$$

### Dimenzionisanje zaštitne brane iznad V horizonta

U uvodnom delu je napomenuto da će se ova brana izraditi u odeljenju protivtega sa nosačima na koti 447,0 m tako da visina padanja posude iznosi 174,0 m. Zaštitna brana ima zadatak da zadrži protivteg pri njegovom padu u slučaju prekida užeta. Težina protivtega za koji se koristi postojeći koš sa ugrađenim koturom iznosi 5420 kp. Zaštitna brana će se sastojati od INP 30 nosača iznad kojih će se postaviti patos od rezanih gredica 20 × 20 cm preko kojih će se postaviti elastični jastuk, a iznad elastičnog jastuka patos od dasaka debljine 5 cm.

Za elastični jastuk se kod proračuna po prvoj metodi koristi pepeo, a kod proračuna po drugoj metodi brezovo pruće vezano u snopove, kako je prikazano na slici 11.

Stvarna kinetička energija će iznositi:

$$K_{-II} = 0,96 \cdot 5420 \cdot 174 = 905.000, \text{ kpm}$$

za  $\alpha = 0,96$  za  $H = 200(\text{m})$  iz tablice 1 ili

$$K_{-II} = 0,85 \cdot 5420 \cdot 174 = 801.550, \text{ kpm}$$

za  $\alpha = 0,85$  prema ruskoj literaturi.

Za dalji proračun se usvaja veća vrednost iako ima osnova za usvajanje i manjeg koeficijenta  $\alpha$ , jer se koš vodi klizanjem, a zazor između koša i okna je mali.

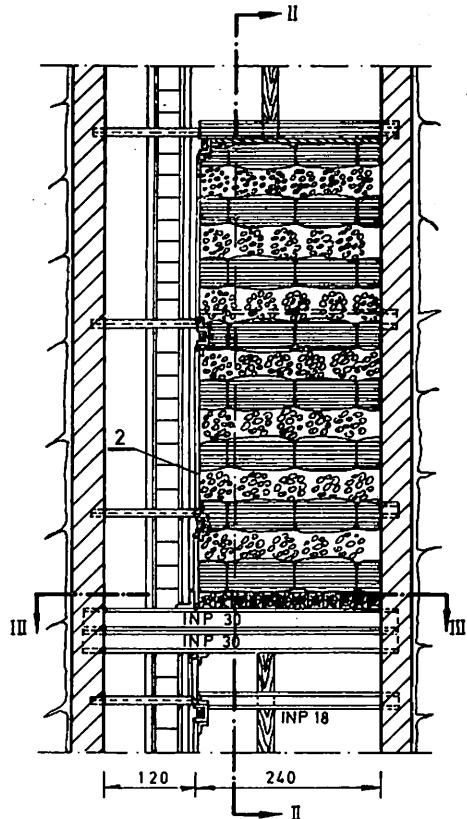
### Proračun prema I metodi

Specifično opterećenje prema jednačini 3 iznosi:

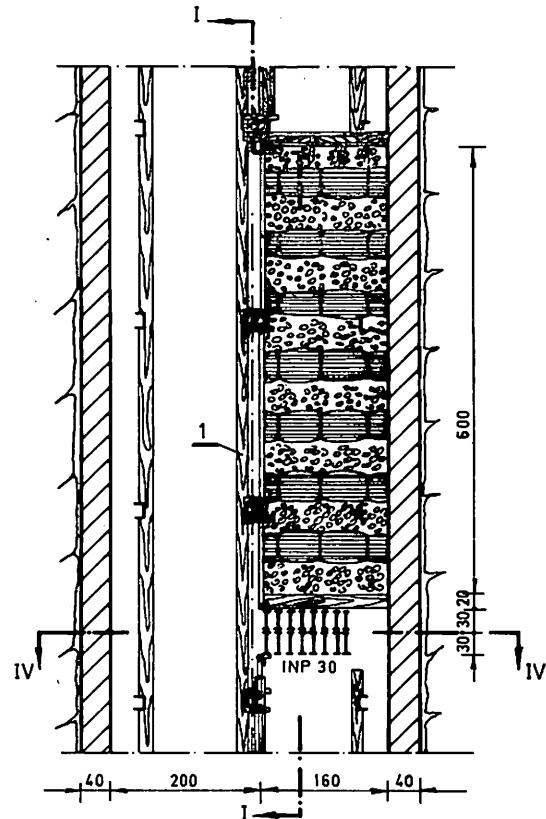
$$P_1 = \frac{905.000}{1,45} = 624.500, \text{ kpm/m}^2$$

$$S_1 = 1,40 \cdot 1,04 = 1,45, \text{ m}^2$$

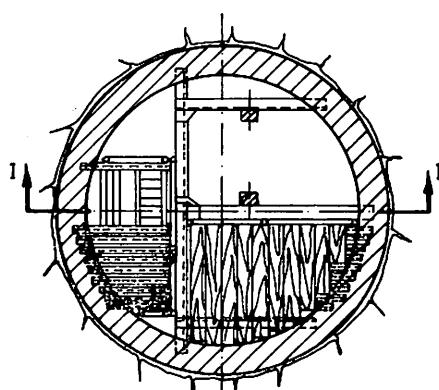
P R E S E K I - I



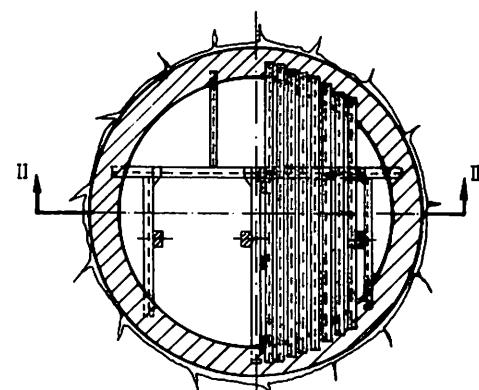
P R E S E K I I - I I



P R E S E K I I I - I I I



P R E S E K I V - I V



- 1 Zaštitna pregrada između odelenja koša i odelenja izvozne posude za dubljenje okna
- 2 Postojeća zaštitna pregrada prolaznoog odelenja

Sl. 11 — Zaštitna brana iznad V-og horizonta.

Fig. 11 — Protective dam over Horizon V.

Prema dijagramu sa slike 4 visina jastuka za ovaj specifični pritisak treba da iznosi najmanje 3,4 m, usvaja se 4 m jastuka od pepela.

Dinamičko opterećenje prema jednačini (4) iznosiće

$$p = \frac{4.905.000}{\sqrt{48}} = 452.500 \text{ kp}$$

Dubina prodiranja protivtega u jastuk, prema dijagramu na slici 5, iznosi  $y = 2,8 \text{ m}$ , tako da će se protivteg zaustaviti na odstojanju od nosača  $d = 1,2 \text{ m}$ , pa će prema jednačini (6) specifični pritisak koji se prenosi na nosače iznosići:

$$P_2 = \frac{452.500}{3,48} = 130.000 \text{ kp/m}^2$$

$$S_2 = \frac{1,8 \cdot 3,14}{4} + \frac{1,75 + 1,65}{2} \cdot 0,55 = 3,48 \text{ m}^2$$

Opterećenje po dužnom metru nosača, ako se nosači postavljaju na osnovu odstojanja od 130 mm (jedan uz drugi) prema jednačini (9) iznosi:

$$q = 130.000 \cdot 0,13 = 16.900 \text{ kp/m}$$

Prema jednačini (7) maksimalni moment savijanja iznosi:

$$M = \frac{16.900 \cdot 3,6^2}{8} \cdot 10^2 = 2.745.000 \text{ kpcm}$$

Pri dozvoljenom naponu za nosače  $\sigma = 2.400 \text{ kp/cm}^2$  potreban otporni moment će iznosići:

$$W_{\min} = \frac{2.745.000}{2.400} = 1.145 \text{ cm}^3$$

čemu odgovaraju dva nosača INP 30, sa  $W_x = 2.653 = 1.306 \text{ cm}^3$ , koji će se postaviti jedan iznad drugog u dva reda, odnosno za celu širinu po 8 nosača u svakom redu.

### Proračun prema II metodi

Za zadane uslove će se odrediti broj potrebnih redova nosača zaštitne brane od nosača INP 30, sa elastičnim jastukom visine 6 m, sastavljenog od snopova brezovog pruća.

Broj nosača INP 30 u redu može iznosići:

$$n = \frac{1040}{125} = 8,32 \text{ nosača, usvaja se 8 nosača u}$$

redu, težina nosača u jednom redu iznosi:

$$b = 8 \cdot 3,2 \cdot 54,24 = 1.390 \text{ kp.}$$

Potencijalna energija pri elastičnoj deformaciji nosača INP 30, prema formuli (23), iznosi:

$$t_1 = \frac{16}{15} \cdot \frac{2000^2 \cdot 9800 \cdot 3,60}{2000000 \cdot 0,30^2} = 83,5 \text{ kpm}$$

gde je:

$$I = 9800 \text{ cm}^4 \text{ za INP 30}, \\ l_{\max} = 3,60 \text{ m}, \\ h = 0,30 \text{ m i} \\ \sigma_d = 2000 \text{ kp/cm}^2$$

Potencijalna energija ugiba jednog reda od 8 INP 30 nosača iznosiće:

$$\Sigma t_1 = 8 \cdot 83,5 = 668,0 \text{ kpm.}$$

Visina ugiba pri ovoj deformaciji, prema formuli (25), iznosiće

$$f_{el} = \frac{5 \cdot 2000 \cdot 360^2}{24 \cdot 2000000 \cdot 30} = 0,9 \text{ cm}$$

što prema formuli (26) čini:

$$f_{el \%} = \frac{0,9}{360} \cdot 100 = 0,25\%$$

Visina ugiba kod plastične deformacije može iznositi 3%, što se u ovom slučaju usvaja, jer se nosači postavljaju praktično jedan uz drugi, što ne dozvoljava izvijanje, pa će visina ugiba iznosići:

$$f_{pl} = \frac{3,0 \cdot 360}{100} = 10,6 \text{ cm}$$

Potencijalna energija INP 30 nosača pri plastičnoj deformaciji, prema obrascu (34), iznosi:

$$U_1 = \frac{4.762.2500}{360} (10,6 - 0,9) = 206.000 \text{ kpcm} = \\ = 2060 \text{ kpm}$$

gde je:

$$\sigma_r = 2.500 \text{ (kp/cm}^2\text{)} \text{ i}$$

$$S = 762 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Ukupna potencijalna energija jednog INP 30 nosača iznosi:

$$P_p = t + U = 83,5 + 2060 = 2143,5 \text{ kpm}$$

odnosno jednog reda od 8 INP 30 nosača

$$P_{pl} = 2143,5 \cdot 8 = 17148,0 \text{ kpm}$$

Težina elastičnog jastuka visine 6,0 m od brezovog pruća, iznosi:

$$Q_2 = \left( \frac{1,8^2 \cdot 3,14}{4} + \frac{1,75 + 1,65}{2} \cdot 0,55 \right) 6 \cdot 600 =$$

$$= 12500 \text{ kp} = 12,5 \text{ t}$$

Aktivna težina elastičnog jastuka iznosi

$$Q'_2 = \left( 3,5 \cdot 5,1 + \frac{3,5 + \sqrt{3,5 \cdot 1,4}}{3} \cdot 0,9 \right) \cdot 600 =$$

$$= 12000 \text{ kp} = 12,0 \text{ t}$$

Koefficijent aktivne težine iznosi

$$\beta = \frac{12,0}{12,5} = 0,94$$

Težina patosa od borovih rezanih greda iznosi:

$$p = 15,14 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 700 = 423,9 \text{ kp.}$$

Težina elastičnog jastuka za 1 m visine iznosi:

$$q_1 = \frac{12500}{6,0} = 2083 \text{ kp/m}$$

Maksimalni statički moment ugiba nosača INP 30 prema formuli (27) iznosi:

$$M = 2000 \cdot 653 = 1306000 \text{ kpcm} = 13060 \text{ kpm.}$$

Maksimalno dozvoljeno opterećenje po m' nosača iznosi:

$$q_2 = \frac{8 \cdot 13060}{3,60^2} = 8040 \text{ kp/m}$$

Opterećenje jednog nosača može iznositi:

$$q_3 = 8040 \cdot 3,60 = 28900 \text{ kp} = 28,9 \text{ t}$$

Jedan red od 8 INP 30 nosača može izdržati sledeće opterećenje

$$\Sigma q_1 = 8 \cdot 28,9 = 231,2 \text{ t}$$

Maksimalna visina jastuka od pruća, koja može izdržati opterećenje jednako opterećenju koje može izdržati jedan red nosača INP 30, uzimajući u obzir težinu patosa od gredica, iznosila bi:

$$h' = \frac{231,2 - 0,424}{0,6 \cdot 3,5} = 110 \text{ m}$$

Utrošak potencijalne energije po 1 m visine elastičnog jastuka iznosi:

$$a = \frac{\Sigma t \cdot 1}{h'} = \frac{668 \cdot 1}{110} = 6,1 \text{ kpm}$$

Za određivanje broja redova nosača INP 30, prema formuli (42), potrebno je odrediti koeficijente A, B i C prema formulama (38), (39) i (40), tako što će radi lakšeg računanja ulazne veličine biti izražene u tm i t.

$$A = 0,15 \cdot 1,39 \cdot 17,15 = 3,42$$

$$B = 17,15 \cdot 6,0 \cdot 2,08 \cdot 12 \cdot 0,94 + 5,42 \cdot 17,15 + 0,15 \cdot 0,42 \cdot 17,15 - 0,15 \cdot 1,390 \cdot 6,0 \cdot 0,006 = 2500,85$$

$$D = 12 \cdot 0,94 \cdot 6,0^2 \cdot 2,08 \cdot 0,006 + 6,0 \cdot 0,006 = 5,42 + 6,0 \cdot 0,006 \cdot 0,15 \cdot 0,42 + 905 \cdot 5,42 = 4910,25$$

pa je:

$$m = \frac{-2500,85 + \sqrt{2500,85^2 + 3 \cdot 3,42 \cdot 4910,25}}{2 \cdot 3,42} =$$

$$= \frac{-2500,85 + 2514,1}{6,84} = \frac{13,25}{6,84} = 1,937 \text{ reda}$$

Usvajaju se dva reda sa po 8 nosača INP 30, pa će potencijalna energija brane prema formuli (36) iznositi:

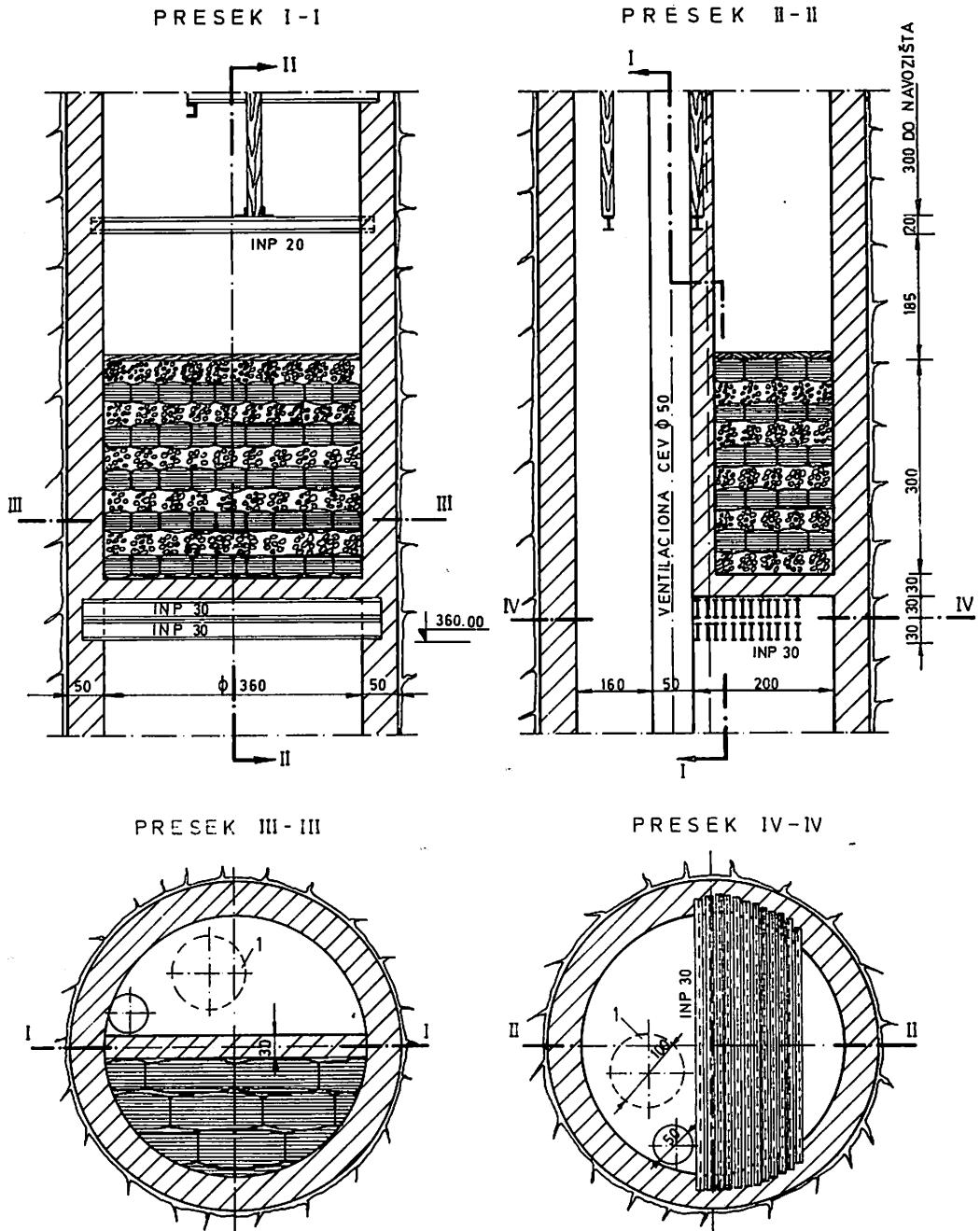
$$K_{-II} = \frac{2 \cdot 17,15 - 6,0 \cdot 0,006}{5,42} =$$

$$= \frac{34,164}{5,42} =$$

$$= \frac{34,164}{5,42 + 140,774 + 0,48} =$$

$$= \frac{34,164}{5,42} = \frac{34,164}{0,036} = 949,0 \text{ (tm)} = 949.000 \text{ (kpm)}$$

$$= \frac{34,164}{146,674}$$



### 1 Izvozna posuda za izvoz pri dubljenju okna

Sl. 12 — Zaštitna brana ispod slobodne dubine VI-og horizonta.

Fig. 12 — Protective dam below the free depth of Horizon VI.

$K'_{-II} > K_{-II}$  zaštitna brana ima zadovoljavajuću sigurnost.

#### Dimenzionisanje zaštitne brane ispod VI horizonta

Ova zaštitna brana postaviće se ispod nivoa postojeće slobodne dubine u oknu u odeljenju izvoznog koša. Nosači patosa zaštitne brane postaviće se na koti 360,0 m, odnosno 9,20 m ispod nivoa navozišta VI horizonta. Zaštitna brana se postavlja po celoj polovini okna. Zaštitna brana se sastoji od dva reda, sa po 12 nosača INP 30 u redu, što je dobijeno proračunom po jednoj i drugoj metodi. Preko drugog reda nosača se radi betonska ploča debljine 30 cm. I preko ploče se kod prve metode postavlja elastični jastuk od pepela visine 4,0 m, a kod druge metode elastični jastuk od brezovog pruća, čija je visina određena proračunom i iznosi 3,0 m. U jednom i drugom slučaju se iznad elastičnog jastuka postavlja patos od dasaka debljine 5 cm. Betonska stopa se po dužini okna produžava u betonsku pregradu, čime se rešava zaštita postojećeg sistema odvodnjavanja. Na slici 12 je prikazan izgled i konstrukcija zaštitne brane ispod VI horizonta za proračun prema II varijanti, koja je usvojena za izradu pri produbljenju okna.

U ovom, kao i u prethodnom primeru, izvršiće se dimenzionisanje zaštitne brane na oba načina, samo što će se u ovom slučaju kod II varijante odrediti visina elastičnog jastuka.

Stvarna kinetička energija za izvozni koš sa vagonetom rude ukupne težine  $G_2 = 3570$  (kp), visine padanja  $H = 260$  m i  $\alpha = 0,954$  iz tablice 1 iznosi:

$$K_{-II} = 0,954 \cdot 3370 \cdot 260 = 835900 \text{ kpm}$$

#### Dimenzionisanje brane prema I metodi

$$P_1 = \frac{835900}{1,45} = 576500 \text{ kpm/m}^2$$

Prema dijagramu sa slike 4 visina elastičnog jastuka od pepela za ovaj specifični pritisak treba da bude najmanje 3,2 m. Usvaja se 4,0 m, pa je:

$$P = \frac{4 \cdot 745000}{\sqrt{4,0^3}} = 372500 \text{ kp.}$$

Prema dijagramu na slici 5 visina prodiranja  $y = 2,70$  m, pa je  $d = 1,3$  m. Specifični pritisak  $P_2$  prema formuli 6 iznosi:

$$P_2 = \frac{372500}{3,48} = 107200 \text{ kp}$$

pa opterećenje po dužnom metru nosača prema formuli (9) iznosi:

$$q = 107200 \cdot 0,15 = 16100 \text{ kp/m}$$

Maksimalni moment savijanja prema formuli (7) iznosi:

$$M = \frac{16100 \cdot 3,6^2}{8} \cdot 10^2 = 2595000 \text{ kpcm}$$

Minimalni otporni moment iznosi:

$$W_{min} = \frac{2595000}{2400} = 1090 \text{ cm}^3$$

čemu odgovaraju dva nosača INP 30, sa  $W_x = 2,653 = 1306 \text{ cm}^3 > 1090 \text{ cm}^3$  koji će se postaviti jedan iznad drugog u dva reda, odnosno za celu širinu po 12 nosača u svakom redu.

#### Dimenzionisanje brane prema II metodi

Broj nosača INP 30 u redu može iznositi:

$$n = \frac{1600}{125} = 12,8 \text{ nosača, usvaja se 12 nosača u redu.}$$

Težina jednog reda nosača iznosi:

$$b = 12 \cdot 3,125 \cdot 54,2 = 2025 \text{ Kp}$$

Potencijalna energija za jedan nosač INP 30, pri maksimalnom rasponu u uslovima elastične deformacije je ista kao i kod brane iznad V horizonta i iznosi  $t_2 = 83,5 \text{ Kpm}$ .

Potencijalna energija ugiba jednog reda nosača brane iznosi:

$$\Sigma t_2 = 12 \cdot 83,5 = 1002 \text{ Kpm}$$

Visina ugiba pri ovoj deformaciji je takođe ista kao kod brane iznad V horizonta i iznosi  $f_{el2} = 0,90 \text{ cm}$ , odnosno 0,28%. Za plas-

tičnu deformaciju zbog malo većeg razmaka među nosačima usvaja se visina ugiba od 2%;

$$\text{pri čemu će ugib iznositi } f_{pl2} = \frac{2,0 \cdot 360}{100} = 7,2$$

cm, pa će potencijalna energija nosača INP 30, u uslovima plastične deformacije, iznositi prema obrascu (34):

$$u_2 = \frac{4 \cdot 762 \cdot 2500}{360} (7,2 - 0,9) = 133500 \text{ kpcm} = 1335 \text{ kpm},$$

odnosno ukupna potencijalna energija jednog nosača INP 30, sa najvećim rasponom, iznosi:

$$p_{p2} = t_2 + u_2 = 83,5 + 1335 = 1418,5 \text{ kpm ili jednog reda nosača } p_{ps} = 1418,5 \cdot 12 = 16022 \text{ kpm.}$$

Maksimalni statički moment ugiba nosača INP 30 iznosi kao i u prethodnom slučaju  $M = 13060 \text{ kpm}$ , odnosno maksimalno dozvoljeno opterećenje po m' nosača iznosi  $q_2 = 8040 \text{ kp/m}'$  ili opterećenje jednog nosača može iznositi:

$q_s = 28900 \text{ kp}$ , odnosno jedan red od 12 INP 30 nosača može izdržati opterećenje

$$\sum q_s = 12 \cdot 28900 = 346800 \text{ kp}$$

Maksimalna visina elastičnog jastuka od pruća, koja može izdržati opterećenje kao jedan red nosača INP 30, iznosi:

$$h' = \frac{346800 - 3660}{5,09 \cdot 600} = 114 \text{ m}$$

gde je:

3660 kp težina betonske ploče iznad nosača, tj.

$$p = 5,09 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 3660 \text{ kp}$$

Utrošak potencijalne energije po 1 m visine elastičnog jastuka iznosi:

$$a = \frac{1002}{114} = 8,97 \text{ kpm}$$

Težina elastičnog jastuka od brezovog pruća za 1 m visine iznosi:

$$q_1 = \frac{3,6^2 \cdot 3,14}{2 \cdot 4} \cdot 600 = 3053 \text{ kp}$$

Za proračun visine elastičnog jastuka zaštite brane prema formuli (48) potrebno je prethodno sračunati koeficijente E, F i Z prema formulama (44), (45) i (46) pa je:

$$E = 0,009 \cdot 3,053 \cdot 12 \cdot 0,80 = 0,263$$

$$F = 2 \cdot 16,022 \cdot 3,053 \cdot 12 \cdot 0,80 - 0,009 \cdot 2 \cdot 2,025 \cdot 0,88 - 0,009 \cdot 3,37 - 0,009 \cdot 0,88 \cdot 3,66 = 938,04$$

$$Z = 835,9 \cdot 3,37 - 2 \cdot 16,022 \cdot 3,37 - 0,88 \cdot 2,2 \cdot 2,025 \cdot 16,022 - 0,88 \cdot 3,66 \cdot 2 \cdot 16,022 = 2491,905$$

pa potrebna visina jastuka iznosi:

$$h = 938,04 - \frac{\sqrt{938,04^2 - 4 \cdot 0,263 \cdot 2491,905}}{2 \cdot 0,263} =$$

$$= \frac{938,04 - 936,64}{0,526} = \frac{1,40}{0,526} = 2,6615 \text{ m}$$

usvaja se visina  $h = 3,0 \text{ m}$ .

Potencijalna energija brane će iznositi:

$$K'' - II = \frac{\frac{2 \cdot 16,022 - 3 \cdot 0,009}{3,37} =}{3,37 + 12 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 3053 + 0,88(2 \cdot 2,025 + 3,66)} = \frac{32,04 - 0,027}{3,37} = \frac{32,013}{3,37} = \frac{32,013}{0,0343} = \frac{933,324}{97,99} = 933,324 \text{ kpm}$$

$K'' - II > K - II$  zaštita brana ima zadovoljavajuću sigurnost.

## Zaključak

Za zaštitu pri produbljenju okana rade se zaštitne brane, za čiji proračun i konstrukciju je dat opis u ovom članku, sa primerom kod produbljenja izvoznog okna od VI do IX horizonta u jami »Ajvalija« rudnika »Kišnica« i »Novo Brdo«-Priština, pri korišćenju

postojećeg dela okna za izvoz rude sa VI horizonta za vreme produbljivanja okna.

U članku su opisane dve metodologije i po istima izvršen proračun za konkretni slučaj. Iz opisa se vidi da je proračun prema drugoj metodi složeniji, da se pri proračunu uzima u obzir više uticajnih elemenata, pa se ova metoda i pored veće složenosti može smatrati prihvatljivijom.

## SUMMARY

### Calculation and Construction of Protection Dams During Shaft Deepening Exemplified by the Haulage Shaft of Pit »Ajvalija« — Priština

J. Pejčinović, min. eng.\*)

For the purpose of protection during shaft deepening protective dams are built. The article presents the calculations and construction of the dams, exemplified by the deepening of the shaft from horizons VI — IX in pit »Ajvalija«, Mine »Kišnica« and »Novo Brdo« — Priština with the use of the existing shaft section for ore haulage from horizon VI during shaft deepening.

The article presents two methodologies used for calculations for this concrete case. The description indicates that calculation upon the second method is more complex, that calculations include considerations of several influential elements, and, disregarding this complexity, the method may be considered preferable.

## Literatura

1. Bergverordnung des Oberbergamts in Dortmund für Hauptseilfahrtanlagen-Dortmund 1957.
2. Fedorov, S.A.: Uglupka stvolov šaht — Moskva.
3. Pejčinović, J. i saradnici, 1971: Projektno rešenje produbljenja izvoznog okna u jami »Ajvalija« od VI do IX horizonta produženjem slobodne dubine. Rudarski institut, Beograd.
4. Pejčinović, J. 1972: Tehnički projekat za pripremne objekte i uređaje za produbljenje izvoznog okna od VI do IX horizonta u jami »Ajvalija« rudnika »Kišnica« i »Novo Brdo« — Priština, Rudarski institut — Beograd.

\*) Dipl. ing. Jovan Pejčinović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta, Beograd.

# Apsorpcione mogućnosti kiseonika ugljene materije u jamskim prostorijama i površinskim depoima mostarskog uglja, posmatrane u funkciji strukturoloških karakteristika

(sa 4 slike)

Dr mr ing. Dimitrije Dimitrijević

*Laboratorijskim ispitivanjima dobijeni su apsorpcioni koeficijenti i konstanta brzine apsorpcije za svaki petrografski litotip posebno mostarskog ugljena. Na taj su način dobijene vrednosti samoga uglja sa aspekta njegovih oksidacionih sposobnosti. Dobijeni apsorpcioni parametri ispitivanih petroloških litotipova mostarskog uglja u jamskim uslovima, pokazuju da je njihovo poнаšanje u ovim procesima veoma važno za postavljanje opštih kriterijuma sklonosti samozapaljenju ispitivanog uglja.*

*Ispitivanja po granulacijama rovnog uglja uzetog iz jame, pokazala su da apsorpcione vrednosti ne stoje u uskoj zavisnosti od stepena isitnjenosti ugljene materije, već u najvećoj meri od strukturoloških karakteristika barometarskog pritiska i temperature u jami.*

## Kratak prikaz ležišnih prilika

U mostarskom ugljenom basenu miocenska, a delom možda i pliocenska serija leži preko raščlanjenog paleoreljeфа koji je obrazovan od krečnjaka trijasa i jure, kao i od eocenskog fliša. U sastav miocenske ugljonosne serije ulaze: bazalni konglomeratsko-peščarski kompleks debljine do 350 metara. Preko toga leže u najvećem delu basena kvartarne tvorevine (šljunak i pesak). U mnogim delovima basena glinovito-laporoviti kompleks direktno leži i preko mezozojskih krečnjaka.

Ugljonosni glinovito-laporoviti kompleks debljine je oko 350 metara i sadrži dva ugljena sloja. U donjoj polovini nalazi se glavni ugljeni sloj, debljine 18–20 metara, koji je prošaran mnogim proslojcima glinovito-laporovitog karaktera. Iznad glavnog ugljenog sloja nalazi se i povlatni, debljine oko 2 metra. Rastojanje između ova dva ugljena sloja iznosi u području stare jame od 0,3 do 1 m i povećava se prema zapadu, u području bu-

duće jame Cim — Ilić dostiže i do preko 130 m.

Eksplotacija uglja u ovom basenu vrši se podzemnim i površinskim putem.

## Petrološke osobine ispitivanog uglja

Pre nego što se pristupilo proučavanju apsorpcionih osobina ugljene materije, ona je bila obuhvaćena istraživanjima sa strukturološkim aspektom, u cilju dobijanja petroloških parametara koji će poslužiti kao osnov za objašnjenja mnogih pojava vezanih za mehanizam apsorpcije kiseonika.

Ugljena materija je bila podvrgнутa detaljnjoj analizi mikrolitohipova i macerala ili pojedinih maceralnih grupa, kao određenih nosilaca fizičko-hemijskih i tehnoloških svojstava.

U okviru pripreme uglja za petrološka i druga ispitivanja vršeno je njegovo drobljenje i prosejavanje na pet određenih frakcija. Za strukturalna proučavanja preko »Lajz«



Sl. 1 — Mikrostruktura detrita nižeg stepena gelifikacije (teksto). Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 1 — Microstructure du détritus d'un degré de gélification peu élevé (texto), Lumière réfléchie. Agrandissement × 360, l'huile.



Sl. 2 — Mikroskopski izgled fuzita. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 2 — Vue microscopique du fusain. Lumière réfléchie. Agrandissement × 360, l'huile.



Sl. 3 — Karakterističan mikroskopski izgled detrita (gelo) višeg stepena gelifikacije. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 3 — Vue caractéristique, microscopique du détritus (gel) d'un degré de gélification plus élevé. Lumière réfléchie. Agrandissement × 360, l'huile.

mikroskopa u odbijenoj svetlosti, rađeno je po nekoliko ugljenih preparata iz svake ugljene frakcije.

U pogledu upotrebe petroloških termina za ispitivane mikrolitotipove, mi smo, uvažavajući činjenicu da u ovom momentu ne postoji opšte prihvaćena (od Medunarodne komisije za petrologiju ugljeva) klasifikacija za mrke ugljeve, u radu primenili klasifikaciju koja se upotrebljava u Demokratskoj Republici Nemačkoj, koja je u stvari proistekla iz radova M. Teichullera. U pogledu makroskopske podele kao osnov uzeli smo sjajnost. Ovo tim pre što prisustvo mikrolitotipova u kvan titativnom pogledu neposredno utiče na apsorpciju ugljene materije. Ispitivanja su pokazala, da se u okviru ispitivanih nivoa uglje nog sloja nalaze akumulirani u različitim količinama karakteristični mikrolitotipovi: tekstinit (gelo) koji izgradije sjajan ugalj, detrit višeg ranga, tj. višeg stepena gelifikacije — polusjajan ugalj, detrit nižeg ranga, tj. nižeg stepena gelifikacije (teksto) — mat ugalj i fuzit.

Detrit, teksto negelificiran predstavlja mat i heterogen ugalj, sastoji se od osnovne ugljene mase macerala koji su uklopljeni u njoj (sl. 1). U okviru ovoga mikrolitotipa prevladavaju macerali iz grupe egzinita i inertinita. Količinska zastupljenost detrita u pojedinim partijama uglja prouzrokuje i specifične parametre fizičko-mehaničke i hemijsko-tehnološke prirode.

Fuzit se u okviru mostarskog uglja nalazi u obliku manjih proslojaka ili sočiva različitog oblika (sl. 2), kao i fragmenata rasutih po ugljenoj masi.

Detrit višeg ranga, tj. većeg stepena gelifikacije (gelo), je mikrolitotip koji predstavlja polusjajan ugalj i sastavljen je od osnovne gelificirane mase i macerala u manjoj količini (sl. 3).

Tekstit (gelo) mikrolitotip u suštini predstavlja sjajan ugalj, koji je izrazito homogen. Javlja se u proslojcima od nekoliko santimetara debline, pa i više, na različitim nivoima ugljenog sloja (sl. 4).

Kao što je rečeno, ugalj je zdrobljen i prosejan u pet frakcija i ispitivanja po određenim frakcijama dala su rezultate koji su prikazani u tablici 1.

Dobijeni rezultati pokazuju da se vrši veoma različita i značajna akumulacija i deakumulacija makrolitotipova i macerala u zavisnosti od veličine frakcije, koja stoji u funkciji sa koeficijentom drobljivosti svake maceralne grupe ili pojedinačnih macerala.

Petrološka analiza mikrolitotipova i macerala po frakcijama uglja

Tablica 1

Frakcija uglja mm	Petrološki sastav %			
	Mikrolitotipovi		Macerali	
>2,50	detrit (teksto) mat	3,21	kutinit	1,22
			fuzinit	1,01
			sporinit	0,50
			rezinit	0,48
	detrit (gelo) polusjajan	20,36	sporinit	8,21
			tekstinit	12,15
	tekstit (gelo) sjajan	76,32	strukturnit	40,47
			amorfinit	35,85
	fuzit	0,11	fuzinit	0,11
2,50—2,00	detrit (teksto) mat	2,04	kutinit	0,21
			fuzinit	0,12
			sporinit	0,80
			rezinit	0,91
	detrit (gelo) polusjajan	19,96	strukturnit	10,96
			sporinit	9,00
	tekstit (gelo) sjajan	76,07	strukturnit	50,00
			amorfinit	16,07
	fuzit	1,93	fuzinit	1,93
2,00—1,25	detrit (teksto) mat	4,39	kutinit	2,20
			rezinit	1,60
			sporinit	0,59
	detrit (gelo) polusjajan	12,06	sporinit	5,56
			tekstinit	12,06
	tekstit (gelo) sjajan	73,10	strukturnit	36,55
			amorfinit	36,55
	fuzit	4,89	fuzinit	4,89
1,25—1,00	detrit (teksto) mat	26,05	kutinit	5,11
			rezinit	3,36
			sporinit	14,02
			fuzinit	3,36
	detrit (gelo) polusjajan	26,25	sporinit	9,09
			tekstinit	16,96
	tekstit (gelo) sjajan	41,29	strukturnit	19,82
			amorfinit	21,47
	fuzit	6,61	fuzinit	6,61
1,00—0,63	detrit (teksto) mat	1,80	kutinit	0,46
			rezinit	0,22
			sporinit	0,90
			fuzinit	0,22
	detrit (gelo) polusjajan	22,57	sporinit	6,26
			tekstinit	22,57
	tekstit (gelo) sjajan	69,18	strukturnit	26,77
			amorfinit	42,41
	fuzit	6,45	fuzinit	6,45

Kvalitativno-kvantitativni pokazatelji ukazuju da se pojedine maceralne grupe nalaze prisutne skoro u svim granulacijama uglja u okviru izdvojenih mikrolitotipova, ali svojom prisutnošću u različitim količinskim odnosima daju i odredene karakteristike ugljenoj materiji.



Sl. 4 — Mikroskopski izgled tekštita. Odbijena svetlost.  
Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 4 — Vue microscopique de la textite. Lumière  
réfléchie. Agrandissement × 360, l'huile.

#### Apsorpciona moć i konstanta brzine apsorpcije

##### Metodologija laboratorijskog ispitivanja

Apsorpciona moć i konstanta brzine apsorpcije mostarskog uglja proučavana i utvrđena je istom metodologijom čija je teoretska osnova izložena u članku „Mogućnosti apsorpcije kiseonika uglja rudnika »Durđevik« u funkciji petrološkog sastava”, koji je autor objavio u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 1/74.

Istim postupkom, kao i kod strukturalnih ispitivanja drobljenjem i prosejavanjem rovног uglja dobijeno je pet frakcija i to: > 2,50 mm, 2,50—2,00 mm, 2,00—1,25 mm, 1,25—1,00 mm i 1,00—0,63 mm. Pored toga, iz mostarskog uglja selektivnim putem i mikroskopskim potvrđivanjem izdvojeni su detrit (teksto) — mat ugalj, detrit (gelo) — polusajan ugalj, detrit (gelo) — sjajan ugalj i fuzit. Svi ovi mikrolitotipovi, sem fuzita, drobljeni su i prosejavani na prethodno pomenutim frakcijama. Tako je u okviru ovog uglja ispitano dvadeset frakcija i fuzit.

Svaka frakcija je posebno ispitivana kroz 240 časova datom metodom. Na svaka 24 časa, kroz deset dana, vršena su merenja ko-

ličine kiseonika u sudu u kome se nalazi proba. Pored toga, svakodnevno vršena su merenja kiseonika u vazduhu, kao i temperature vazduha i barometarskog pritiska.

#### Uticaj petrološko-strukturalnog sastava na apsorpcionu moć uglja

Dobijeni rezultati ispitivanja nesumnjivo su ukazali da petrološki sastav ima poseban značaj sa aspekta oksidacije ugljeva. Dublja fundamentalna ispitivanja mostarskog uglja i povezivanje struktura sa mehanizmom apsorpcije, nesumnjivo su potvrdila da svaki petrološki mikrolitotip uglja ima posebna svojstva, koja su u vezi sa njegovim fizičko-hemijskim svojstvima. Rezultati ispitivanja pružaju mogućnost sagledavanja odlika pojedinih mikrolitotipova vezanih za njihov sastav. Tekstit (gelo) — sjajan litotip, detrit (gelo) — polusajan, detrit (teksto) — mat litotip i fuzit ispitivani kroz pet frakciju na svaka 24 časa pokazuju neujednačenu moć i brzinu apsorpcije kiseonika.

Tekstit (gelo) mikrolitotip poseduje u prospektu kroz sve frakcije na 24 časa apsorpcionu moć čija je vrednost  $U = 15,06 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Nakon ovog vremena, brzina apsorpcije opada tako da se kreće od  $9 - 11,80 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Kroz sve frakcije, prosečna apsorpcija za 24 časa u toku 240 časova iznosi  $10,74 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Petrološka analiza ukazuje da na smanjenje apsorpcione moći utiče prisustvo materalna strukturnita u okviru tekštita (gelo).

Detrit (gelo) mikrolitotip prema laboratorijskim ispitivanjima pokazuje najveću apsorpcionu moć u okviru ispitivanog mostarskog uglja i to najveći apsorpcioni parametri se javljaju posle prva 24 časa, a zatim postepeno opada do 168. časa, a posle toga se naglo smanjuje na  $U = 11,80 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas.

Detrit (teksto) mikrolitotip pokazuje najmanju apsorpcionu moć pri normalnim uslovima ( $P = 760$  Hgmm i  $T^\circ = 0^\circ$ ). Ukupno kroz sve frakcije za 240 časova apsorbovao je  $8,14 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas kiseonika.

Četvrta komponenta je fuzit, koji se javlja kao veoma značajan, jer ima veliku apsorpcionu moć i brzinu apsorpcije. Njegovo prisustvo, naročito u sastavu pojedinih frakcija mostarskog uglja (pretežno najsitnijih), ima veliki značaj sa gledišta oksidacije ugljene materije. Brzina apsorpcije mu je najveća prvih pet dana, a zatim opada i ponovo se pojačava u sedmom danu.

Rezimirajući prosečne apsorpcione mogućnosti pojedinih mikrolitotipova kroz sve frakcije, za sve merene vremenske intervale za 24 časa u toku 240 časova, vidi se sledeće:

detrit (teksto) — mat	$U_k = 8,14 \cdot 10^{-4} \text{ ml/g č.}$
tekstit (gelo) — sjajan	$U_{uk} = 10,74 \cdot 10^{-4} \text{ ml/g č.}$
detrit (gelo) — polusjajan	$U_{uk} = 14,68 \cdot 10^{-4} \text{ ml/g č.}$
fuzit	$U_{uk} = 15,85 \cdot 10^{-4} \text{ ml/g č.}$

Laboratorijska ispitivanja i prevodenje na normalne uslove rovnog mostarskog uglja, koji je prilikom ispitivanja bio razbijen na određene frakcije pokazala su da pojedini petrološki mikrolitotipovi, koji izgradjuju ovaj ugalj sa svojim kvalitativno-kvantitativnim osobinama, učestvuju u formiranju apsorpcionih mogućnosti ovog uglja, a posebno diktiraju brzinu ovog procesa. Najbolje se to može videti kroz kretanje vrednosti konstante U u frakciji od 1,25 do 1,00 mm merene na svaka 24 časa tokom deset dana, tj. ukupno 240 časova. Niske apsorpcione vrednosti su odraz vrlo velikog prisustva detrita (teksto) u ovoj granulaciji uglja, koji je na osnovu ispitivanja pokazao nisku apsorpcionu moć, te je jedan od najvažnijih faktora koji utiče na mehanizam apsorpcije ove granulacije uglja.

Rovni ugalj je u svim frakcijama zajedno i tokom naznačenog vremena apsorbovao prosečno  $9,98 \cdot 10^{-4} \text{ ml/g čas kiseonika}$ .

Dobijeni apsorpcioni parametri pojedinih petroloških mikrolitotipova, pri normalnim uslovima, i izmerenim vremenskim intervalima, pružaju mogućnost da se odredi prosečna apsorpciona vrednost pojedinih granulacija na osnovu petrološke kvalitativno-kvantitativne analize, tj. identifikacije prisutnih mikrolitotipova i njihova procentualna zastupljenost.

Tablica 2

#### Prosečne apsorpcione vrednosti mikrolitotipova po granulacijama

Granulacija mm	Mikrolitotipovi %			
	tekstit (gelo)	detrit (gelo)	detrit (teksto)	Fuzit
> 2,50	4,10	5,98	6,02	16,85
2,50 — 2,00	7,54	18,26	5,21	16,85
2,00 — 1,25	11,44	25,04	11,54	16,85
1,25 — 1,00	18,20	13,42	11,52	16,85
1,00 — 0,63	12,43	10,73	10,82	16,85

Dalnjim proračunavanjem dobijenih vrednosti iz tablice 2 i količina prisutnih mikrolitotipova (tabl. 1) u okviru pojedinih granulacija, dobijene su vrednosti za pojedine granulacije rovnog uglja (tabl. 3).

Prosečne apsorpcione vrednosti pojedinih granulacija rovnog uglja

Tablica 3

Granulacija mm	Vrednosti $10^{-4}$ ml/g · čas
> 2,50	4,56
2,50 — 2,00	9,79
2,00 — 1,25	14,09
1,25 — 1,00	15,14
1,00 — 0,63	12,31

Dobijeni rezultati pokazuju da se apsorpcione mogućnosti bilo kojih frakcija nekog uglja mogu proučavati u funkciji petrološkog sastava, tj. petrološkom analizom. Pri tome je najbitnije da se odrede apsorpcioni koeficijenti za svaki petrološki mikrolitotip posebno.

Ispitivana ugljena materija, u granicama različitih frakcija, pokazala je najveće apsorpcione vrednosti u frakciji 1,25 — 1,00 mm, a najmanje u frakciji > 2,50 mm. Međutim, interesantno je da najsitnija frakcija od 1,00 — 0,63 mm ima parametar  $12,31 \cdot 10^{-4} \text{ ml/g čas}$ . Razlog ovome leži u distribuciji mikrolitotipova u ovoj frakciji. Tako, uzrok male akumulacije detrit (gelo) i tekstit (gelo) mikrolitotipova pripisuje se pomenutoj vrednosti. Ova činjenica dokazuje da granulometrijski faktor ne mora biti presudan faktor u procesima oksidacije, već ovaj proces direktno stoji u zavisnosti od zastupljenosti pojedinih strukturalnih elemenata.

#### Brzina apsorpcije uglja u jamskim uslovima

Laboratorijska ispitivanja pružila su mogućnost da se dobijeni rezultati prevedu na jamske uslove ili pak uslove deponovane u ugljene materije, i na taj način praktično sagleda proces apsorpcije, tj. lagane oksidacije. Sva ova laboratorijska ispitivanja vršena su na ugljenoj materiji koja je u sebi sadržala postojeću grubu vlagu, koja karakteriše mostarski ugalj u ležišnim uslovima. Kao promenljive vrednosti javljaju se barometarski pritisak i temperatura, te se preko njihovih promenljivih vrednosti u pojedinim mesecima u toku godine moraju vršiti obračuni.

Pri tome je računato sa prosečnim vrednostima barometarskog pritiska i temperaturе za svaki mesec u toku 1968. godine.

**Tablica 4**  
**Prosečne vrednosti jamskih i spoljnih  
temperatura i barometarskog pritiska u »Staroj  
jami« u toku 1938. godine**

Meseci	T° C u jami	T° C spolja	Barometarski pritisak m/m
Januar	14	0	755
Februar	14,5	7	756
Mart	15	15	757
April	15	11	758
Maj	15,5	21	756
Juni	18	20	755
Juli	18	29	754
Avgust	17	18	756
Septembar	17	17	754
Oktobar	16,5	9	758
Novembar	12	8	762
Decembar	12,5	4	752
Pros. god.	15,5	9,3	756

Prevođenje i obračunavanje na jamske uslove vršeno je za svaki petrološki mikrolitotip posebno i to za svih pet ispitivanih frakcija uglja, kao i u okviru rovnog uglja za svih dvanaest meseci u toku 1968. godine.

#### **Brzina apsorpcije petroloških mikrolitotipova pri normalnim uslovima**

Kako za laboratorijske i normalne uslove, tako i za jamske uslove ispitivanja su obuhvatila ponašanja u mehanizmu procesa apsorpcije petroloških strukturalnih elemenata i to: tekstit (gelo) — sjajan, detrit (gelo) — polusjajan, detrit (teksto) — mat mikrolitotip i fuzit, kao mikrokomponente koje izgrađuju mostarski ugali.

**Tekstit (gelo).** — Ispitivanja sjajnog uglja vršena su kroz pet frakcija:  $> 2,50$ ;  $2,50 - 2,00$  mm;  $2,00 - 1,25$  mm;  $1,25 - 1,00$  mm i  $1,00 - 0,63$  mm u laboratorijskim uslovima, a zatim su rezultati prevedeni na jamske uslove.

Frakcija  $> 2,50$  mm (tablica 5) pokazuje u odnosu na ostale frakcije vrlo niske apsorpcione sposobnosti. Konstanta brzine apsorpcije U u okviru pojedinih meseci u toku godine pokazuje bitne promene. U prva  $24^h$  intenzitet apsorpcije je dosta nizak, te se javljuju maksimalne vrednosti do  $1,48 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Međutim, nakon tog vremena apsorpcio-

na moć se intenzivira i u 144. času vrednost konstante brzine apsorpcije je 3,10, da bi se u 168. času pojavila maksimalna vrednost, a nakon toga dolazi do pada vrednosti i one se u 240. času reflektuju sa vrednošću cca 4.

**F r a k c i j a o d 2,50 d o 2,00 mm** (tablica 5) u odnosu na prethodnu poseduje veće apsorpcione sklonosti. Konstanta brzine apsorpcije u svom intenzitetu ne pokazuje nagle skokove, već se zapaža izvestan kontinuitet. Međutim, u okviru pojedinih meseci zapažaju se razlike u vrednostima kao posledica različitog barometarskog pritiska i temperature.

**F r a k c i j a o d 2,00 d o 1,25 mm** (tablica 5) u odnosu na prethodne frakcije pokazuje izrazito veće apsorpcione vrednosti. Najveća vrednost javlja se prva 24 časa, kada je mehanizam procesa apsorpcije najintenziviji. Zatim, u 192. času dolazi do pada vrednosti, da bi nakon tog vremenskog intervala došlo do formiranja tzv. stacionarne konstante U, tj. uravnoteženja stanja između vazduha i uglja, te se dobijaju stalne vrednosti.

**F r a k c i j a o d 1,25 d o 1,00 mm** (tablica 5) pokazuje izrazite visoke apsorpcione koeficijente, koji se kreću i do  $24,56 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. I u ovoj frakciji uglja najintenzivniji proces odvija se prva 24 časa, zatim dolazi do opadanja brzine i to do  $144^h$ , manji uspon se zapaža u narednom vremenskom periodu i najzad pad koji se u  $240^h$ . javlja kao vrednost  $13,42 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. U mesecima junu i julu javljaju se niže vrednosti kao posledica promena barometarskog pritiska i temperature.

**F r a k c i j a o d 1,00 d o 0,63 mm** (tablica 5) pokazuje dosta visoke apsorpcione vrednosti, ali niže od prethodnih, a što se javlja kao posledica distribucije petroloških macevara.

Na osnovu laboratorijskih rezultata, za ovaj mikrolitotip mostarskog uglja može se konstatovati, da je kod krupnijih frakcija brzina apsorpcije niža, izuzev kod najsitnije frakcije od 1,00 do 0,63 mm, kod kojih ima izvesnih odstupanja u vezi strukturalnih osobina.

Tablica 5

Apsorpciona moć i brzina konstante apsorpcije pojedinih petroloških mikrolitotipova mostarskog uglja po frakcijama ( $U = 10^{-4}$  ml/g čas)

Frakcije mm	Tekstit (gelo)				mikrolitotip					
	24 <sup>h</sup>	48 <sup>h</sup>	72 <sup>h</sup>	96 <sup>h</sup>	120 <sup>h</sup>	144 <sup>h</sup>	168 <sup>h</sup>	192 <sup>h</sup>	216 <sup>h</sup>	240 <sup>h</sup>
> 2,50	1,10	4,97	3,78	3,70	3,67	3,69	6,45	4,68	4,68	4,24
2,50 — 2,00	7,14	9,39	9,39	8,45	5,01	7,63	6,67	7,69	6,97	6,48
2,00 — 1,25	20,07	15,03	14,09	11,73	10,47	9,64	9,32	8,50	7,67	7,93
1,25 — 1,00	25,86	17,62	10,51	11,20	12,25	25,15	25,62	20,76	19,84	13,11
1,00 — 0,63	20,52	11,47	12,07	10,59	14,00	11,81	10,36	12,36	10,58	10,57

	Detrit (gelo)				mikrolitotip					
	24 <sup>h</sup>	48 <sup>h</sup>	72 <sup>h</sup>	96 <sup>h</sup>	120 <sup>h</sup>	144 <sup>h</sup>	168 <sup>h</sup>	192 <sup>h</sup>	216 <sup>h</sup>	240 <sup>h</sup>
> 2,50	6,33	4,62	5,08	4,45	5,54	5,54	8,63	6,58	6,49	6,53
2,50 — 2,00	25,19	25,61	20,13	22,43	20,97	26,03	20,13	8,04	8,54	8,55
2,00 — 1,25	30,81	18,94	34,36	33,43	27,67	23,74	24,65	20,73	18,07	17,88
1,25 — 1,00	12,10	14,98	10,59	9,77	18,65	14,35	14,37	11,02	14,37	14,25
1,00 — 0,63	14,22	17,13	8,18	10,67	11,71	9,07	10,27	8,79	8,79	8,48

	Detrit (teksto)				mikrolitotip					
	24 <sup>h</sup>	48 <sup>h</sup>	72 <sup>h</sup>	96 <sup>h</sup>	120 <sup>h</sup>	144 <sup>h</sup>	168 <sup>h</sup>	192 <sup>h</sup>	216 <sup>h</sup>	240 <sup>h</sup>
> 2,50	4,79	5,61	6,01	6,02	9,01	8,81	4,01	5,40	5,20	5,40
2,50 — 2,00	6,44	14,41	7,84	8,79	6,79	4,21	5,42	3,01	4,23	3,93
2,00 — 1,25	6,10	7,18	6,79	9,76	6,99	10,85	12,02	3,58	4,89	2,15
1,25 — 1,00	11,93	16,47	17,93	11,47	8,14	10,42	10,67	10,52	10,68	7,02
1,00 — 0,63	12,95	12,36	9,09	12,37	9,49	6,04	15,77	9,27	9,85	11,08

	Fuzit kao				mikrolitotip					
	24 <sup>h</sup>	48 <sup>h</sup>	72 <sup>h</sup>	96 <sup>h</sup>	120 <sup>h</sup>	144 <sup>h</sup>	168 <sup>h</sup>	192 <sup>h</sup>	216 <sup>h</sup>	240 <sup>h</sup>
Frakcija raznog zrna	16,59	33,99	19,42	17,48	14,38	9,66	18,56	12,79	12,85	12,85

**Detrit (gelo).** — I kod ovog mikrolitotipa ispitivanja su obuhvatila već utvrđene granulacije.

**Frakcija > 2,50 mm** (tablica 5) pokazuje intenzitet i ekstenzitet apsorpcionog procesa u raznim mesecima u toku ispitivane goidine. U januaru mesecu ovaj ugalj u prva 24 časa biva podvrgnut veoma jakom apsorpcionom procesu, te se i javlja vrednost  $U = 6,92 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. U vremenskim intervalima 42. i 72. časa javlja se blagi pad vrednosti, da bi na 96, 120, 144 i 168. času došlo do blagog porasta. Nakon toga dolazi do blagog opadanja vrednosti, a zatim dolazi do uspostavljanja takozvane stacionarne konstante. Apsorpcioni proces u mesecu martu pokazuje nešto niže vrednosti. U aprilu mesecu se na 144<sup>h</sup> javlja nešto povećana apsorpciona vrednost. Ostali meseci imaju u pojedinim vremenskim intervalima slične vrednosti.

**Frakcija od 2,50 do 2,00 mm** (tablica 5) u odnosu na prethodnu, u jamskim uslovima, pokazuje veće apsorpcione koeficijente. Prva 24<sup>h</sup> apsorpcija je vrlo visoka i iznosi  $21,45 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Apsorpcioni procesi i dalje se intenzivno razvijaju, tako da se u 48. času apsorpciona vrednost javlja i preko 23. Zatim, za narednih 48 časova dolazi do smanjenja intenziteta procesa. Na 120<sup>h</sup> vrednost raste sa maksimumom na 144<sup>h</sup> ( $25,26 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas). Zatim dolazi do naglog opadanja, da bi se na 240<sup>h</sup> vrednost snizila na 8. U toku poslednjih 48 časova dolazi do uspostavljanja stacionarne konstante.

**Frakcija od 2,00 do 1,25 mm** (tablica 5) ima vrlo visoke konstante brzine apsorpcije. Zapaža se da je prva 24 časa visoka apsorpcija, čiji intenzitet opada naredna 24 časa, da bi se maksimalna vrednost javila u 72<sup>h</sup>, sa vrednošću  $31,57 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. U okviru

ove frakcije postoji vrlo veliko variranje apsorpcionih vrednosti u pojedinim mesecima.

Frakcija od 1,25 do 1,00 mm (tablica 5) pokazuje nešto manje apsorpcione vrednosti od prethodne frakcije, što je posledica kvantitativnih odnosa petrografske mikrokomponenata. Brzina apsorpcije je prvih 48 časova velika, zatim narednih 48 časova opada, da bi joj se ponovo pojačao intenzitet do 192<sup>h</sup>, kada pada i javlja se sa vrednošću  $11,91 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Sledeća 24 časa vrednost se penje na  $15,16 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas.

Frakcija od 1,00 do 0,63 mm (tablica 5) ima veće apsorpcione vrednosti od prethodne. Intenzitet apsorpcionog procesa u prvim časovima raste, da bi zatim naglo opao do vrednosti  $7,76 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Najveća apsorpciona vrednost javlja se u junu, julu, avgustu i septembru, i to na 72<sup>h</sup> merenja.

Na osnovu laboratorijskih rezultata koji se vide iz tabličnih prikaza (tablica 5), za detrit (gelo) može se konstatovati da je kod krupnijih frakcija uglja brzina apsorpcije niža, izuzev kod frakcije od 1,25 do 1,00 mm i frakcije 1,00 do 0,63 mm u kojima se javlja nešto niža apsorpcija u odnosu na onu koju bi, s obzirom na karakter granulacije, trebalo očekivati. Ovakvo stanje se javlja kao posledica odnosa pojedinih strukturalnih elemenata.

**Detrit (teksto)** — je ispitivan kroz iste frakcije kao i prethodni mikrolitotipovi (tablica 5).

Frakcija uglja > 2,50 mm (tablica 5) ima veoma niske apsorpcione vrednosti i intenzitet apsorpcije je lagan. U januaru i februaru, pri uslovima barometarskog pritiska i temperature, koji su vladali u tim mesecima, brzina apsorpcije u početnim časovima je identična (do 96 časova). U tom vremenskom intervalu zapaža se lagano ubrzanje procesa, da bi se u 120<sup>h</sup> manifestovala maksimalna vrednost od preko  $9 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Posle ovoga, brzina apsorpcije opada, apsorpciona moć uglja se smanjuje te se javljaju vrednosti: 6,54; 4,11; 4,79; 4,48 i  $4,79 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Međutim, u februaru ekstenzitet procesa odlikuje se laganim usporavanjem kao posledica adekvatnog smanjenja konstante U. Prevedeno na prosečne uslove marta, zapaža se u prvih 48 časova identičnost dveju apsorpcionih vrednosti, zatim vrednost raste da bi u 168. času pokazala izvestan pad, a nakon toga vrednost se blago povećava. U 192<sup>h</sup>, 216<sup>h</sup> i 240<sup>h</sup> javlja se stacionarna konstanta. U aprilu se manifestuju nešto drukčiji rezultati. Prvih 48 časova apsorpcija je niska, te se javlja sa vrednošću 4,24, da bi se u 72<sup>h</sup>

vrednost povećala na 6,71, a u 96<sup>h</sup> već na 8,91. Zatim dolazi do stagnacije procesa, što rezultira sličnim ili istim konstantama brzine i to do 144<sup>h</sup>. Potom brzina apsorpcije naglo opada. U maju ugljena materija pokazuje u početku prvih 48 časova najveće apsorpcione vrednosti. Intenzitet ovog procesa ima maksimalnu vrednost u 96. času, dok u ostalim merenim vremenskim intervalima dolazi do opadanja brzine apsorpcije i njegovog stabiliteta na određenim vrednostima. Ugljena materija u junu i julu odlikuje se istim intenzitetom brzine apsorpcije, kao posledica sličnih uslova koji diktiraju razvitak ovog procesa. Interesantno je da nema nekih ekstremnih vrednosti, već su vrednosti približne jedna drugoj. Karakter apsorpcionog procesa sličan je i u ostalim mesecima, samo se pojedine vrednosti razlikuju u nekim merenim vremenskim intervalima.

Opšta karakteristika ove ispitivane najkrupnije frakcije ispitivanog mikrolitotipa je da su apsorpcione vrednosti dosta niske. U pojedinim vremenskim intervalima ne zapažaju se neke veće razlike u vrednostima, što je dokaz male intenzifikacije procesa.

Frakcija uglja od 2,50 do 2,00 mm (tablica 5) u odnosu na prethodnu pokazuje nešto povećane parametre apsorpcije. Merenja vršena u 48<sup>h</sup> i prevedena na jamske uslove pokazala su u svim mesecima najveće apsorpcione vrednosti, što se javlja kao dokaz naglog razvijanja ovog procesa posle 24 časa, te je konstanta brzine U vrlo visoka  $13,82 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Nakon toga, vrednosti apsorpcije padaju na cca 7 sve do 120<sup>h</sup>, što je usledilo zbog izvesne stalnosti u brzini apsorpcije. Zatim dolazi ponovo lagano opadanje brzine, te se javljaju niske konstante brzine apsorpcije. Međutim, zapaža se u pojedinim vremenskim intervalima u okviru pojedinih meseci, da postoje dosta osetne razlike u parametarskim vrednostima. U junu, julu, avgustu i septembru u 72. času javljaju se dva puta manje apsorpcione vrednosti, za razliku od prethodnih, kao posledica posebnih jamskih uslova. Pored toga, ugljena materija u junu, julu, avgustu i septembru u 96. času pokazuje ekstremno visoke apsorpcione vrednosti, za razliku od ponašanja ugljene materije u drugim mesecima.

Može se konstatovati da ovu frakciju karakterišu nešto veće apsorpcione mogućnosti, upoređujući je sa prethodnom, krupnjom. Zatim, postoje razlike u brzini apsorp-

cije u okviru pojedinih meseci i to u različitim vremenskim intervalima.

Frakcija od 2,00 do 1,25 mm (tablica 5) karakteriše se intenziviranjem apsorpcionog procesa u središnjim vremenskim intervalima. Apsorpcioni proces se u početku postupno razvija, brzina apsorpcije se povećava lagano da bi dostigla maksimum u 168. času merenja sa vrednošću  $11,64 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Zatim nastupa naglo usporavanje brzine procesa, te se u narednim časovima javljaju niske apsorpcione vrednosti. Takva dinamika procesa zapaža se u svim mesecima, samo što se javljuju nešto izmenjene vrednosti.

Frakcija od 1,25 do 1,00 (tablica 5) pokazuje maksimume na 24, 48, 96. i 168. času merenja. Ugljena materija ove frakcije u januaru, februaru, martu, aprilu i maju mesecu pokazala je identične rezultate. Merenja prva 24 časa pokazuju vrednosti od  $11,59 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas, potom se brzina apsorpcije povećava da bi vrednosti sledeća 24 časa bile  $15,67 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Ona ujedno predstavlja najveću apsorpcionu moć ugljene materije. Potom se brzina apsorpcije smanjuje i to sve do 120<sup>h</sup> kada se proces ponovo intenzificira i to do 216. časa, da bi ponovo opao pokazujući u 240.<sup>h</sup> vrednost  $6,12 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Do novembra apsorpcione vrednosti su nešto manje, dok se u ovom mesecu povećavaju kao posledica povećanja barometarskog pritiska.

Frakcija od 1,00 do 0,63 mm (tablica 5) pokazuje, upoređena sa prethodnima, najveće apsorpcione vrednosti. Merenja u okviru utvrđenih vremenskih intervala pokazuju nekoliko maksimuma i minimuma, što je posledica neujednačenosti brzina procesa apsorpcije. Najveće apsorpcione vrednosti javljaju se u novembru, zbog povećanog barometarskog pritiska u jami. Maksimalne vrednosti zapažaju se prva 24 časa i u 168. času, što se može uzeti kao kritično vreme kada dolazi do najvećeg gubitka kiseonika iz jamskog vazduha. Ove karakteristike na prvom mestu vezane su za strukturološki sastav, kao i za granulometrijske karakteristike.

Fuzit. — Ispitivanja fuzitske komponente vršena su samo u jednoj granulaciji šireg spektra 3,00 do 0,50 mm. Razlog ovome treba tražiti u karakteru pojavljivanja ove interesantne komponente u okviru ugljene materije. Zapravo on je jako krt i drobljiv i javlja se u manjim količinama u vidu pro-slojaka ili sočivastih oblika na površinama stratifikacije u okviru ugljenog sloja. Posma-

trajući laboratorijske rezultate, kao i rezultate prevođenja na jamske uslove, mogu se zapaziti vrlo visoke apsorpcione mogućnosti ove petrološke komponente. Najizrazitiji pik javlja se u 48. času merenja i to  $23,86 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Intenzitet apsorpcije je prva 24 časa dosta visok, od 48. časa brzina lagano opada i javljaju se vrednosti: 18,46; 13,20;  $9,51 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Zatim dolazi do ponovnog ubrzanja procesa apsorpcije, te se u 168. času javlja  $U = 17,60 \cdot 10^{-4}$ , da bi došlo do ponovnog opadanja brzine i poslednjih 48 časova javlja se stacionarna konstanta sa vrednošću cca  $11,80 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas.

Ako uporedimo apsorpcione parametre ispitivanih petroloških mikrolitotipova mostarskog uglja u jamskim uslovima, možemo doći do konstatacija koje ukazuju na njihovo ponašanje u ovim procesima, a što je veoma važno za postavljanje opštih kriterijuma sklonosti ka samozapaljenju ispitivanog uglja, kao i dobijanju praktičnih pokazatelja.

U okviru tekstit (gelo) mikrolitotipa (sjajni ugalji) frakcija preko 2,50 mm poseduje dosta niske apsorpcione vrednosti. Najveću apsorpcionu vrednost ima frakcija od 1,25 do 1,00 mm.

Kod detrit (gelo) mikrolitotipa (polusjajni ugalji) najveću apsorpcionu vrednost pokazuje frakcija od 2,00 do 1,25 mm, a detrit (teksto) mikrolitotip ima najveću apsorpciju u najsitnijoj frakciji od 1,00 do 0,63 mm.

Iz komparirajućih pregleda svih vrednosti ispitivanih petroloških elemenata može se videti da fuzit ima najveće apsorpcione mogućnosti, zatim dolazi detrit (gelo) mikrolitotip, pa tekstit (gelo), a najmanje detrit (teksto) mikrolitotip. Ovakvo ponašanje je u zavisnosti od njihovih karakteristika u pogledu maceralnog sastava. Njihovi odnosi u okviru ugljene materije su veoma značajni, jer utiču na opštu pripremljenost uglja za samozapaljenje.

#### Konstanta brzine apsorpcije rovnog uglja pri jamskim uslovima

Pored mikrolitotipova, ispitivanja su obuhvatila i rovni ugalj u pet utvrđenih granulacija (tablica 6).

Frakcija > 2,50 mm (tablica 6) iako se karakteriše krupnoćom, pokazuje vrlo visoke apsorpcione sposobnosti. Upoređujući je sa ostalim ispitivanim sitnjim frakcijama, ona poseduje najveće vrednosti, što se može objasniti petrološko-mineraloškim sastavom. U okviru tekstit (gelo) mikrolitotipa ove frakcije

uglja, utvrđeno je prisustvo pirita sa 8,08%, što predstavlja veoma visok sadržaj. On u svakom slučaju deluje na intenzifikaciju procesa oksidacije. Njegovo prisustvo u okviru gelificirane drvenaste materije naročito je interesantno, jer deluje destruktivno na ovu homogenu materiju i na taj način povećava dodirne površine sa vazduhom. Prevedeno na jamske uslove u januaru prva 24 časa od momenta merenja apsorpcije konstanta brzine apsorpcije U iznosi  $6,74 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Zatim brzina procesa raste, da bi u 48.<sup>h</sup> pokazala vrednost 15,23. Potom se proces delimično ustaljuje, da bi u 120<sup>h</sup> postao ubrzaniji i kao rezultat toga javljaju se maksimalne vrednosti u 144<sup>h</sup> i 168<sup>h</sup>. Potom dolazi do ponovnog pada i ustanavljanja tzv. stacionarne konstante u 216<sup>h</sup> i 240<sup>h</sup>, sa vrednostima oko  $16,45 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. U odnosu na januar februar se karakteriše nešto povećanim apsorpcionim vrednostima. Mart i april pokazuju približne vrednosti. Maj u celini pokazuje tendenciju većeg apsorbovanja kiseonika u odnosu na prethodne mesece. Juni i juli imaju minimum prva 24 časa. Avgust i septembar karakterišu se istim vrednostima. Ugljena materija u novembru pojavljuje se sa povećanim apsorpcionim vrednostima u odnosu na ostale mesece. Opšta karakteristika ove frakcije je dosta visoka apsorpciona mogućnost. Maksimalne konstante brzina javljaju se u 144<sup>h</sup> i 168<sup>h</sup>, tj. šestog i sedmog dana od početka apsorpcionog procesa.

Frakcija od 2,50 do 2,00 mm (tablica 6) karakteriše se nižim konstantama brzi-

ne apsorpcije, što je vezano za već pomenute mineraloško-petrografske vrednosti. Vrednosti u toku 96 časova pokazuju, u okviru više meseci, vrlo blago povećanje. Zatim, brzina apsorpcije se povećava sa izrazitim pikovima u 144<sup>h</sup> i 168<sup>h</sup>, da bi postepeno ponovo došlo do smanjenja brzine koje se manifestuje vrednostima 7,25 i  $7,32 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Ova ugljena frakcija u 168<sup>h</sup> merenja pokazuje najveću vrednost  $10,10 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas.

Frakcija od 2,00 do 1,25 mm (tablica 6) ima niže apsorpcione vrednosti od prethodnih. Ugljena materija u toku svih meseci, prva 24 časa ima najmanje vrednosti konstante U. Maksimumi vrednosti javljaju se u 96<sup>h</sup> i 120<sup>h</sup>, a stacionarna konstanta se ustanovljava na 216<sup>h</sup> i 240<sup>h</sup>.

Frakcija uglja od 1,25 do 1,00 mm (tablica 6) u odnosu na prethodne pokazuje veće vrednosti. Brzina apsorpcije kroz sve mesece u prva 24 časa dosta je velika, te se javljaju vrednosti od preko  $7 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Zatim, narednih 48 časova opada da bi se u narednom vremenskom intervalu ponovo pojačala i stacionirala na vrednost  $7,44 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas.

Frakcija od 1,00 do 0,63 mm (tablica 6) karakteriše se vrlo visokim apsorpcionim koeficijentima. Laboratorijske vrednosti prevedene na jamske uslove u januaru i februaru pokazuju identične vrednosti. Prva 24 časa javlja se vrednost  $10,74 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Zatim dolazi do slabljenja procesa i u 48. času javlja se vrednost  $7,99 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. U narednom vremenskom intervalu proces se intenzificira tako da se javlja maksimalan pik u 96<sup>h</sup> sa vrednošću  $17,89 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Zatim vrednost postepeno pada da bi se u 216<sup>h</sup> i 240<sup>h</sup> javile vrednosti od preko  $7 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. U martu vrednosti su slične, s tim

Tablica 6

Prosečna apsorpciona moć i konstanta brzine apsorpcije rovnog uglja pri jamskim uslovima ( $U = 10^{-4}$  ml/g čas)

Frakcija mm	Mereni vremenski intervali									
	24 <sup>h</sup>	48 <sup>h</sup>	72 <sup>h</sup>	96 <sup>h</sup>	120 <sup>h</sup>	144 <sup>h</sup>	168 <sup>h</sup>	192 <sup>h</sup>	216 <sup>h</sup>	240 <sup>h</sup>
>2,50	7,16	16,18	16,07	19,96	19,59	20,92	18,59	17,05	17,30	17,89
2,50–2,00	6,04	5,32	5,43	6,36	9,96	9,76	9,72	9,43	6,86	7,76
2,00–1,25	1,16	3,68	2,53	6,66	3,32	3,80	3,42	7,05	6,13	4,82
1,25–1,00	7,57	6,84	5,39	7,62	6,79	6,81	7,46	7,55	7,60	7,92
1,00–0,63	11,35	8,67	11,88	18,80	20,02	14,05	12,96	12,42	14,45	14,66

što se maksimumi javljaju u  $216^h$ . U mesecima od maja do septembra javljaju se maksimalne apsorpcione vrednosti, kao posledica barometarskog pritiska temperature.

Ispitivanja po granulacijama rovnog ugljja uzetog iz jame i odmah podvrgnutog la-

Rezultati ispitivanja ukazuju da ugljena materija sa depoa ima niže apsorpcione mogućnosti od ugljene materije u jamskim uslovima, što je posledica drukčijih uslova sredine (pritisak i temperatura).

Tablica 7

**Prosečne apsorpcione vrednosti i konstanta brzine apsorpcije kod površinski deponovane ugljene materije ( $U = 10^{-4}$  ml/g čas)**

Meseci	Mereni vremenski intervali									
	24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h	192h	216h	240h
Januar	1,35	7,72	10,26	5,04	9,36	10,20	10,52	8,99	6,69	3,92
Februar	0,72	7,36	9,94	4,66	9,18	9,59	10,25	8,69	6,78	4,47
Mart	0,74	7,11	9,94	4,65	8,67	10,02	11,40	8,69	6,46	4,99
April	0,74	6,78	12,76	4,76	8,46	9,56	11,22	8,43	4,86	5,05
Maj	1,46	7,16	9,99	4,45	8,67	9,70	8,87	8,67	6,89	5,12
Juni					8,69	10,29	10,70	8,11	6,69	4,80
Juli					8,56	9,45	9,65	8,56	6,02	4,42
Avgust	1,25	6,91	10,03	4,85	8,88	9,28	8,28	8,88	6,14	4,56
Septembar	1,35	6,91	9,83	4,85	8,68	9,28	8,28	8,88	6,14	4,56
Oktobar	2,59	7,01	10,35	4,85	8,88	9,59	9,69	9,19	6,28	4,55
Novembar	1,76	7,35	10,16	5,01	9,43	9,73	10,48	9,43	6,85	4,74
Decembar	1,31	7,21	10,47	4,86	7,22	10,27	10,37	7,22	6,32	4,55
Normalni uslovi	2,73	7,41	10,31	5,11	9,19	10,02	10,18	9,19	6,70	4,78

boratorijskim tretiranjima pokazala su, da apsorpcione vrednosti ne stoje u uskoj zavisnosti samo od stepena isitnjenoosti ugljene materije, već u najvećoj meri zavise od strukturalnih karakteristika.

#### Brzina apsorpcije deponovane ugljene materije

Laboratorijska ispitivanja datim metodama primenjena su i na ugljenu materiju koja je lagerovana, da bi se sagledalo ponašanje ove materije pri spoljnim uslovima (tablica 7). Ugljena materija je bila razne granulacije.

Laboratorijska ispitivanja, kao i kasniji proračuni pokazali su da je prva  $24$  časa vrlo niska apsorpciona moć i da se brzina apsorpcije povećava i u  $120^h$  javlja se vrednost  $10,10 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Ovakvi odnosi zapažaju se kroz sve ispitivane mesece, s tim što se samo vrednosti menjaju.

Relativno niske brzine apsorpcije su rezultat već ranijeg procesa oksidacije, koji je zahvatio ovaj ugalj pre nego što je lagerovan.

Optimalne vrednosti brzine apsorpcije javljaju se šestog i sedmog dana po lagerovanju, kada je najveća apsorpciona moć. U aprilu javljaju se najveće mogućnosti razvijanja ovog procesa, tj. relativno najveće apsorpcione vrednosti.

**Doprinos dobijenih rezultata primenjenih naučnih metoda u razjašnjavanju apsorpcionih procesa mostarskog uglja i mogućnost donošenja definisanih zaključaka teoretskog i praktičnog značaja**

Veoma dokumentovana i obimna laboratorijska ispitivanja, kao i interpretacija dobijenih rezultata, pružili su mogućnost da se dobiju parametri od vitalnog značaja za razjašnjenje fundamentalnih problema u vezi sa postavljenim ciljevima u ovom radu u odnosu na mostarski ugalj.

Polazeći od rada na razjašnjavanju osnovnih pitanja u vezi sa strukturalnim sastavom ugljene materije došlo se do elementarnih podataka koji su dali materijal za dalju obradu.

Petrološka strukturolaška mikroskopska analiza pružila je veoma veliki broj podataka o građi ugljene materije, zatim o mestu pojedinih strukturalnih elemenata u okviru ispitivanih granulacija.

Identificiranje i kvantitativno izdvajanje pojedinih strukturalnih elemenata je bilo presudno u utvrđivanju osobina i ponašanja u apsorpcionim procesima, a samim tim i u njihovom delovanju na intenzifikaciju mehanizma oksidacije i samozapaljenja ugljene materije.

Procentualna zastupljenost trimaceralnih, monomaceralnih i bimaceralnih mikrolitotipova u sastavu rovnog uglja je različita. Monomaceralni tekstit (gelo), tj. izrazito gelificirano drvenasto tkivo nalazi se u najvećim količinskim odnosima, dok se bimaceralni detrit (gelo) i trimaceralni detrit (teksto) nalaze u manjim količinama. Pošto svaki mikrolitotip ima svojstvene karakteristike u pogledu apsorpcionih mogućnosti, to su njihovi odnosi uslovili i apsorpcione vrednosti ugljene materije.

Rezultati dobijeni primjenjenim naučnim metodama dali su argumentovane elemente za donošenje konkretnih zaključaka.

— Sveobuhvatna ispitivanja rovnog uglja razbijenog u različite granulacije, kao i treiranje svakog mikrolitotipa posebno kroz mikroskopska proučavanja i apsorpcionom metodom, pružila su parametre od velikog značaja za naučna i praktična objašnjenja. Pokazalo se da mehanizam apsorpcije direktno stoji u vezi sa strukturolaškim sastavom, barometarskim pritiskom i temperaturom bilo u jami ili na depou. Pri tome sva merenja su vršena pri postojećoj jamskoj vlazi.

— Mikroskopska petrološka analiza konstatovala je prisustvo u kvalitativnom i kvantitativnom pogledu četiri mikrolitotipa i to: detrit (teksto), fuzit, detrit (gelo) i tekstit (gelo), koji predstavljaju asocijacije različitih macerala. Maceralne grupe su prisutne u okviru ovih mikrolitotipova. Tako je detrit (teksto) trimaceralni, fuzit monomaceralni, detrit (gelo) bimaceralni i tekstit (gelo) monomaceralni mikrolitotip. Izvršena petrološka analiza rovnog uglja i uglja razbijenog po frakcijama pokazala je prisustvo u različitim količinskim odnosima ovih mikrolitotipova i macerala. Dobijeni petrološki pokazatelji ukazuju da u mostarskom uglju preovladavaju gelificirani petrološki mikrolitoti-

povi, koji daju posebna svojstva ugljenoj materiji, posmatrano sa gledišta apsorpcione moći kiseonika.

— Najznačajniji rezultati dobijeni su primenom laboratorijske metode ispitivanja apsorpcionih mogućnosti uz komponovanje rezultata prethodne metode. Posebno treiranje mikrolitotipova je veoma značajno i predstavlja jedan od najbitnijih elemenata naučno-fundamentalnog objašnjenja bitnih pitanja vezanih za procese apsorpcije. Na taj način dobijeni su apsorpcioni koeficijenti i konstante brzine apsorpcije za svaki mikrolitotip posebno. Ispitivani mikrolitotipovi izgrađuju mostarski ugalj, te su na taj način dobijene vrednosti samoga uglja sa aspekta njegovih oksidacionih sposobnosti.

Laboratorijska ispitivanja po frakcijama rovnog uglja dala su kretanja pojedinih parametara merenih u laboratorijskim uslovima. U zavisnosti od granulometrijskog sastava vršena je i različita apsorpcija kiseonika u raznim vremenskim intervalima. U  $216^h$  i  $240^h$  konstatovane su slične ili iste vrednosti merenog kiseonika u okviru različitih proba, što se može objasniti uravnoteženjem stanja između vazduha i uglja i što se manifestovalo jednim statičkim stanjem u pogledu apsorpcije kiseonika od strane uglja. Apsorpcioni koeficijenti pri normalnim uslovima ( $P = 760$  Hgmm i  $T = 0^\circ\text{C}$ ) kroz različite frakcije, pokazuju različite vrednosti. Konstanta apsorpcije  $U$  menja se u pojedinim vremenskim intervalima u zavisnosti od strukturalnog i granulometrijskog sastava.

— Da bi se sagledala zavisnost apsorpcije i brzine apsorpcije od strukturalnih elemenata u okviru mostarskog uglja, izvršena su laboratorijska istraživanja pojedinih strukturalnih elemenata koji izgrađuju ovaj ugalj. Izvršena laboratorijska ispitivanja pokazala su da petrološki sastav ima poseban značaj sa aspekta oksidacije ugljene materije. Dublja fundamentalna ispitivanja mostarskog uglja i povezivanje struktura sa mehanizmom apsorpcije, nesumnjivo su potvrdila da svaki petrološki mikrolitotip uglja ima posebna svojstva, koja su u vezi sa njegovim fizičko-hemiskim osobinama.

Tekstit (gelo) mikrolitotip poseduje u proseku kroz sve frakcije na  $24$  časa apsorpcionu moć čija je vrednost  $U = 15,06 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Nakon tog vremena, brzina apsorpcije opada. Kroz sve frakcije prosečna apsorpcija za  $24^h$  u toku  $240^h$  iznosi  $10,74 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas.

Petrografska mikroskopska analiza teksit (gelo) mikrolitotipa pokazala je prisustvo čiste gelificirane materije sa 91%. Fuzit je zastupljen sa 0,50%. Na smanjenje apsorpcione moći utiče prisustvo macerala struktur-nita sa 43% u sklopu tekstit (gelo).

Detrit (gelo) ima najveću apsorpcionu moć i to posle 24<sup>h</sup>, a nakon tog vremena, ona opada i to do 168<sup>h</sup>, zatim se osetno smanjuje i javlja se konstanta stacionarna sa vrednošću  $11,00 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Ukupno sve frakcije kroz 240<sup>h</sup> apsorbovale su kiseonika  $14,68 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas, što je u odnosu na tekstit (gelo) nešto više.

Veliko prisustvo macerala amorfinita omogućuje ovakve apsorpcione parametre.

Detrit (teksto) mikrolitotip ima najmanju apsorpcionu moć pri normalnim uslovima. Ukupno za sve frakcije kroz 240 časova apsorbova je  $8,14 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas kiseonika.

Brzina apsorpcije i apsorpciona moć fuzita je najveća. Njegovo prisustvo, naročito u okviru pojedinih frakcija mostarskog uglja i to pretežno najsitnijih, ima veliki značaj. Njegova apsorpciona moć je  $15,85 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas.

— Laboratorijska ispitivanja i prevodenje na normalne uslove rovnog mostarskog uglja u određenim frakcijama su pokazala da pojedini petrološki mikrolitotipovi, koji izgrađuju ovaj ugalj, sa svojim osobinama učestvuju u formiranju apsorpcionih mogućnosti i diktiraju njegovu brzinu oksidacije. Najveće apsorpcione vrednosti pružila je frakcija od 1,25 do 1,00 mm, a najmanje frakcija > 2,50 mm. Međutim, interesantno je da najsitnija frakcija od 1,00 do 0,63 mm ima parametar  $12,31 \cdot 10^{-4}$  ml/g čas. Razlog je distribucija petroloških mikrolitotipova u ovoj frakciji. Tako je manja akumulacija detrit (gelo) i tekstit (gelo) razlog ovoj vrednosti. Ova činjenica dokazuje da granulometrijski sastav ne mora da bude presudan faktor u procesima oksidacije, već on direktno stoji u vezi sa zastupljenosti pojedinih strukturalnih elemenata.

— Ako se uporede apsorpcioni parametri ispitivanih petroloških mikrolitotipova mostarskog uglja u jamskim uslovima, može se konstatovati da je njihovo ponašanje u ovim procesima veoma važno za postavljanje op-

štih kriterijuma sklonosti samozapaljenju ispitivanog uglja. U okviru tekstit (gela) u frakciji preko 2,50 mm, javljaju se niske apsorpcione vrednosti. Najveću apsorpcionu vrednost ima granulacija od 1,25 do 1,00 mm. Kod detrit (gela) mikrolitotipa najveće apsorpcione parametre ima granulacija od 2,00 do 1,25 mm, a detrit (teksto) mikrolitotip od 1,00 do 0,63 mm. Upoređivanjem svih vrednosti ispitivanih petroloških elemenata može se videti da fuzit ima najveće apsorpcione mogućnosti, zatim dolazi detrit (gelo) mikrolitotip, pa tekstit (gelo) a najmanje vrednosti poseduje detrit (teksto) mikrolitotip. Ovakvo ponašanje je u zavisnosti od njihovog strukturno-ugljinskog sastava, tj. prisustva maceralnih grupa. Njihovi odnosi u okviru uglijene materije su zato veoma značajni, jer utiču na opštu pripremljenost uglja na samozapaljenje.

— Ispitivanja po granulacijama rovnog uglja uzetog iz jame, pokazala su da apsorpcione vrednosti ne stoje u uskoj zavisnosti od stepena isitnjosti uglijene materije, već u najvećoj meri od strukturalnih karakteristika, barometarskog pritiska i temperature u jami.

— Proračuni po raznim mesecima u toku godine vršeni su prema merenim barometarskim pritiscima i temperaturama prosečnog karaktera za čitav mesec. Na osnovu toga dobijeni su rezultati koji pokazuju zavisnost apsorpcije i njene brzine od ovih faktora. Tako, intenzitet apsorpcije je različit po mesecima. Na taj način dobijeni su meseci koji indiciraju najveće apsorpcionu moć uglja.

— Na osnovu dobijenih rezultata, može se tačno izračunati u kojoj količini se apsorbuje kiseonik od strane uglja, a što je veoma bitno za postavljanje idealnog ventilacionog režima u jami.

Na osnovu prikazanih ispitivanja, može se zaključiti da su dobijeni rezultati umnogom doprineli utvrđivanju naučne metodologije ispitivanja uglijene materije u cilju ustanavljanja njenih apsorpcionih mogućnosti. Na taj način razjašnjen je period inkubacije u jamskim prostorijama sa potpunim parametrima i pružena je mogućnost postavljanja pravilnog i racionalnog ventilacionog režima u jamskim prostorijama i sprečavanja destruktivnog delovanja oksidacionog procesa na ugliche koji su lagerovani na površinskim depoima.

## RÉSUMÉ

**Les possibilités d'absorption des matières oxygénées dans les etendus des fosses houillère et aux dépôts superficiels de la houille de Mostar la considérant à travers la fonction des caractères structurels**

Dr Mr ing. D. Dimitrijević\*)

Les examinations laboratoires documentées aussi bien que les interpretations des résultats obtenus ont présentées la possibilité d'obtenir des paramètres d'une importance substantielle ,des problèmes fondamentals concerant aussi le problème de l'autoallumage des matières houillères. La même exploration nous a indiquée une partie d'une vaste étude d'»Absorption de l'oxygène des houilles de Bosni et Herzégovini« examinées tout au laboratoire du Faculté des minerais de Touzla.

Une analyse pétrologique et structurologique faite par moyen de microscope nous a montrée non seulement une grande nombre des données au point de vue des matériaux contenant les matières houillères, mais aussi les relations plutôt les positions des certains éléments structurels dans le carre des granulations examinées. Séparation quantitative des certains éléments structurels a été décisive considérant les caractères et les manières dans les processus absorbtifs et de même l'operation sur l'intenzification du mecanisme d'oxydation et l'autoallumage des matières houillères.

Des recherches faites au laboratoire nous ont indiquées les coéfficients et la constante de la vitesse d'absorption separemment de chaque litotypes petrographiques. Attenué que des litotypes recherchés font la houille de Mostar, de quelle manière sont obtenues les valeure de la même houille de l'aspect sur ses possibilités d'oxydation. Les paramètres obtenus des litotypes petrologiques de la houille de Mostar dans les conditions des fosses, indiquent que leurs manières dans les processus sont en général très importantes à la mise des criteriums penchants à l'autoallumage de la houille examinée.

Les recherches de la granulation de la galerie de mine ont montrées que les valeurs d'absorption ne se tiennent pas d'une dépendance étroite au degrés du réduction aux petits morceaux des matières houillères, mais ils dépendent des caractères structurels et la pression barométrique ainsi que de la tempé rature dans la fosse.

## Literatura

1. Veselovskij, V.S. Orleanskaja G.L. Alekseeva N.D. 1963: Ispitanie gorjučih iskopaemyh, Moskva.
2. Dimitrijević, D. 1973: Proučavanje apsorpcionih mogućnosti nekih mrkih ugljeva SR BiH. — Tehnika. Rudarstvo, geologija i metalurgija. Broj 4 godina XXIV — april, Beograd.
3. Dimitrijević, D. 1974: Apsorpcione mogućnosti kiseonika podinskih, središnjih i povlatnih partija uglja Rudnika »Đurđevik« u funkciji petrološkog sastava. — Sigurnost u rudnicima, broj 1, Rudarski institut — Beograd.

\*) Dr mr ing. Dimitrije Dimitrijević, vanredni profesor univerziteta i pomoćnik republičkog Sekretara za obrazovanje i nauku SR Srbije.

# Prilog proučavanju štetnih uticaja vibracija u rudarstvu

( sa 5 slika)

Dipl. ing. Kazimir Kauzlaric — dipl. ing. Mladen Foršek

*U ovom članku prikazane su pojave i uzroci vibracija ručnog alata, i data je analiza štetnog uticaja vibracija na organizam zaposlenih rudara u zavisnosti od fizičkih parametara vibracija.*

Mehaničke vibracije su dinamičke pojave kod kojih se intenzitet u toku vremena mijenja. Maksimalni intenzitet i odnos promjena intenziteta proteže se u širokim granicama mjerjenja, pa se za njihovo tačno određivanje zahtijeva specijalna oprema. U rudarstvu se primjenjuju više vrsta ručnih alata koji vibriraju, a to su: bušaći čekići, sjekači brusilice, nabijači, bušilice i dr. Kao njihov pogon koriste se komprimirani zrak, električna energija i tekuća goriva. Njihov rad se zasniva na udarnom, udarno-odbojnem, udarno-rotacionom i rotacionom djelovanju. Iako su vibracije u mnogim slučajevima nepoželjna propratna pojava tehnoloških procesa, u čije se otklanjanje ulažu veliki napor, neke se vibracije proizvode da bi se koristile kao energija za transport, za bušenje mehaničkim čekićima ultrasoničnog čišćenja i sl.

Raniji dugotrajniji rad u tehnološkom procesu pomoću ovih alata vremenski se mnogo skraćuje i to je uslovilo njihovu masovnu primjenu u rudarstvu i industriji. Međutim, konstrukcija ovih alata do danas po pravilu ne zadovoljava, s obzirom na mjerne i normative zaštite na radu. Rad sa njima praćen je nizom nepovoljnih i štetnih faktora, kao što su: štetno djelovanje vibracija i udara, fizičko prenaprezanje uz često nefiziološki položaj tijela pri radu, štetno djelovanje prašine i buke i sl. Ove negativne pojave predstavljaju za radnika veliku opasnost, za ljekara i službu zaštite na radu naročiti problem, a za inženjera — konstruktora široko polje rada.

## Vibracije i njihove karakteristike

Pod vibracijama se podrazumjeva takav vid oscilatornog kretanja pri kome materijalne tačke nekog tijela koje oscilira periodično prolaze kroz ravnotežni položaj. Ovo kretanje se vrši u području infrazučnih a djelomično i zvučnih frekvencija. Osnovni fizički parametri vibracija su: frekvencija ( $f$ ), amplituda ( $A$ ), period oscilacije ( $t$ ), brzina ( $v$ ) i ubrzanje ( $w$ ). Broj oscilacija u sekundi naziva se frekvencija vibracije i mjeri se u hercima (Hz). Period oscilacije je vrijeme za koje se tijelo koje oscilira vraća u svoj ravnotežni položaj. Najveća udaljenost tijela od ravnotežnog položaja naziva se amplituda i mjeri se u mikronima ili milimetrima. Svako tijelo koje oscilira ima promjenljivu brzinu i ubrzanje.

Brzina osciliranja ( $v$ ) se određuje izrazom

$$v = 0,63 f A, \text{ cm/sek}$$

gdje je:

$f$  — frekvencija oscilacija, Hz

$A$  — amplituda oscilacija, mm.

Svaki fizički sistem, pa prema tome i svaki živi organizam i tkivo, imaju svoj karakteristični način osciliranja, kome odgovara određena frekvencija. Sistem može pokrenuti na vibriranje vanjski izvor vibracije izvan toga sistema ako se vibracije izvora (alata) i vibracije sistema međusobno podudaraju.

Ova pojava se naziva rezonancija. Zbog pojave rezonancije, veoma je važan materijal iz kojeg je građena ručka alata. Ako je ručka od istog materijala kao vibrirajući alat, njihove će se frekvencije podudarati i amplitude su tada maksimalne. Ako je ručka od drugog materijala, prenos vibracije na ručku se smanjuje. Da bi se što više smanjilo prenošenje vibracije sa vibrirajućeg alata na ruke radnika, ručke bi trebalo oblagati gumom ili nekim drugim plastičnim materijalom. Organi i tkiva imaju svoj određeni način osciliranja, kome odgovara određena frekvencija. Ako na neki organ, npr. šaku, djeluju vibracije različite frekvencije, šaka će početi da oscilira u ritmu tih vibracija. Amplitude vibracije šake će biti male sve dok se frekvencije vibrirajućeg alata ne podudare sa karakterističnim frekvencijama šake, kada amplituda vibracija šake postaju maksimalne.

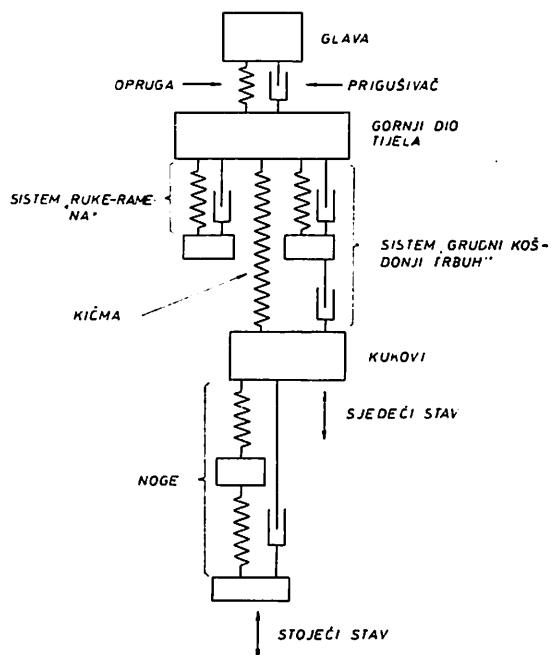
Oscilacije elastičnih tijela sa frekvencijom ispod 20 Hz organizam prima kao vibracije, a oscilacije s frekvencijom iznad 20 Hz — istovremeno i kao vibracije i kao zvuk.

Razlikujemo lokalne vibracije, kada vibriraju pojedini dijelovi čovječjeg tijela (npr. ruke kod rada sa bušačim čekićem) i opće vibracije kada oscilira čitavo tijelo jer se iste prenose sa radnog mehanizma na radno mjesto kroz pod, sjedište ili radnu površinu.

Vibracije primaju sva tkiva organizma, a naročito nervno i koštano. Koštano tkivo se javlja kao dobar provodnik i rezonator vibracija. U prenosu vibracionih nadražaja sudjeluju, također, slušni i vestibularni aparati. Kod toga, vibracije visokih frekvencija na slušni aparat djeluju poput buke.

#### Djelovanje vibracija i udara na čovjeka

Ljudsko tijelo i fizički i biološki je »sistem« izvanredno komplikirane prirode. Ako ga posmatramo kao mehanički sistem, ono sadrži brojne linearne i nelinearne »elemente«, pa su mehaničke osobine vrlo labilne i različite kod svakog pojedinog čovjeka. Posmatrajući reakcije čovjeka na vibracije i udare, potrebno je uzeti u obzir i mehaničke i psihološke efekte. Pošto su eksperimenti na ljudima teški i oduzimaju mnogo vremena a, u



Sl. 1 — Pojednostavljen mehanički sistem, postavljen na vertikalno vibrirajuće postolje, koji reprezentira čovječje tijelo (po Ceerman-u i dr.).

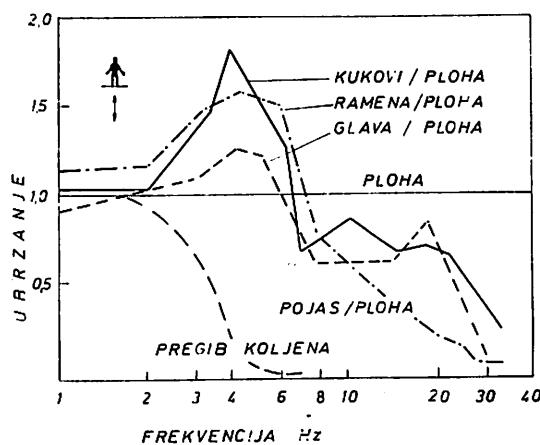
Abb. 1 — Vereinfachtes mechanisches System, gestellt auf vertikal schwingendes Gestell, Welches den menschlichen Körper darstellt. (nach Ceerman-u und a.)

ekstremnim slučajevima su i neprijatni, mnoga se saznanja stiču na osnovu podataka iz eksperimenata na životinjama. Naravno da ovi rezultati ne moraju uvijek biti »u mjerilu« sa reakcijama kod čovjeka, ali takva ispitivanja daju često vrijedne informacije.

Uzimajući u obzir da je ljudsko tijelo jedan mehanički sistem, ono može kod niskih frekvencija i niskih nivoa vibracija približno odgovarati sistemu linearog zbirnog parametra, tipa prikazanog na sl. 1.

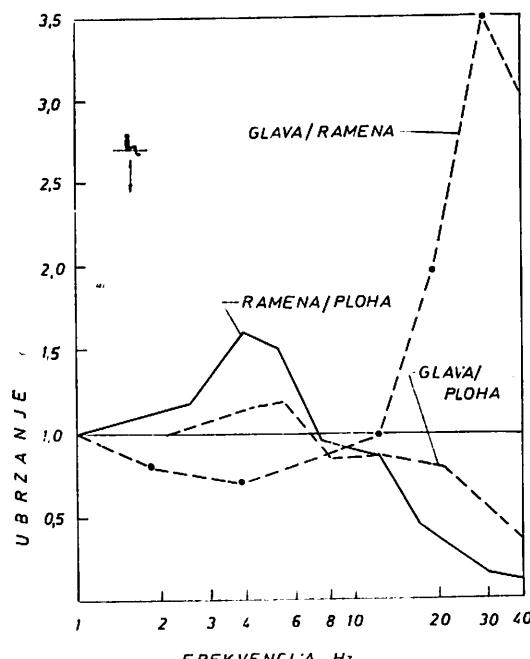
Cini se da je jedan od najvažnijih »dijelova« tog sistema, s obzirom na djelovanje, onaj dio koji je označen kao sistem »gruditrbuh«. To se pripisuje različitom nastajanju rezonancije, koja se pojavljuje u granicama od 3 do 6 Hz, kao što je prikazano na sl. 2 i 3, zbog čega je vrlo teška dovoljna izolacija vibracije kod lica u stojećem ili sjedećem položaju. Daljnji učinak rezonancije je ustanavljen u dometu od 20 do 30 Hz u sistemu »glava — vrat — rame« (sl. 3). Osjećaju se smetnje i u području od 60 do 90 Hz, a ukazuju na

rezonanciju očne jabučice, dok je učinak rezonancije između 100 — 200 Hz ustanovljen u sistemu donje čeljusti.



Sl. 2 — Prenosivost vertikalne vibracije sa plohe na razne dijelove čovečjeg tijela u stojećem stavu, kao funkcije frekvencije (po Dieckmann-u i Radke-u).

Abb. 2 — Übertragbare vertikale Schwingungen von der Fläche auf verschiedene Menschenkörperteile in stehender Stellung als Frequenzfunktion (nach Dieckmann).

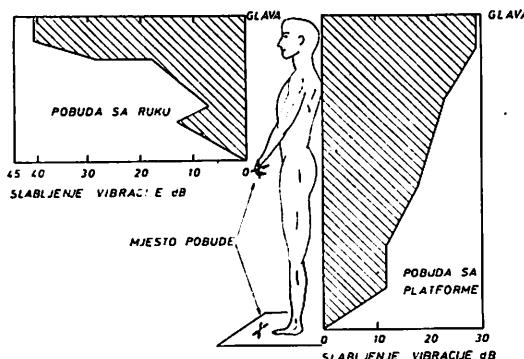


Sl. 3 — Prenosivost vertikalnih vibracija sa plohe na razne dijelove čovečjeg tijela u sjedećem stavu, kao funkcije frekvencije (po Dieckmann-u).

Abb. 3 — Übertragbare Vertikalschwingungen von der Fläche auf verschiedene Menschenkörperteile in sitzender Stellung sowie Frequenzfunktionen (nach Dieckmann).

Sa stanovišta vibracije i udara, domet niske frekvencije može se smatrati najvažnijim.

Vrlo interesantna mjerena je izvršio G. Békesy, a odnose se na slabljenje vibracija uzduž ljudskog tijela. Na sl. 4 reproducirani su dobiveni rezultati kod 50 Hz, koji pokazuju da je slabljenje vibracija od nogu prema glavi do 30 dB. Isto tako slabljenje vibracija od ruku prema glavi iznosi do 40 dB.



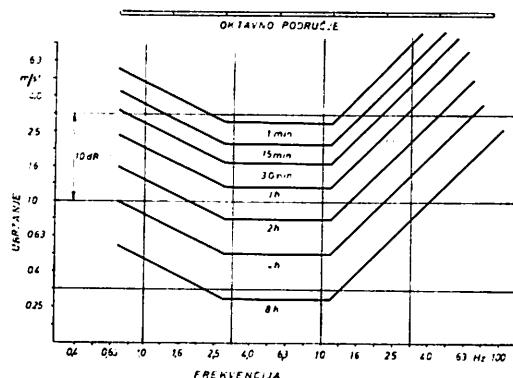
Sl. 4 — Slabljenje vibracija 50 Hz duž ljudskog tijela izraženo u dB ispod vrijednosti na mjestu pobude.

Abb. 4 — Schwächeren Schwingungen von 50 Hz längs des Menschenkörpers ausgedrückt in dB unterhalb des Wertes auf der Erregungsstelle.

Osim spomenutih mehaničkih reakcija, razmatrani su i fiziološki i psihološki efekti. Iako su ovi efekti prilično kompleksni i teško odredivi, izgleda da rezultati ispitivanja fizioloških efekata utvrđeni ispitivanjima na životinjama, mogu donekle biti primjenjeni i kod čovjeka. Ti se eksperimenti odnose na primjene u asimilaciji hrane, aktivnosti muskulature, reproduktivne aktivnosti itd., a također i na povrede pri radu. Fiziološki efekti, kao što su sposobnost osjeta, osjećaj neugodnosti i bol, proučavani su od nekih istraživača. Neke su krvulje kriterija ekspozicije vibracijama za područje frekvencija od 1 do 100 Hz bile predložene od Internacionale organizacije za standardizaciju (ISO). One su prikazane na sl. 5 i vrijede za vibracije koje se prenose na trup lica koje sjedi ili stoji.

Vibracije u području frekvencije ispod 1 Hz stvaraju smetnje koje su individualno vrlo različite kao npr. cinetoza (zračna bolest). Za frekvencije iznad 100 Hz vibracije uglavnom djeluju na kožu i ovisne su većinom od mesta na tijelu na kojem djeluju i sredstva prigušivanja (cipele, odijelo). Izgleda, stoga, da je praktično nemoguće odrediti kriterije za ekspozicije vibracijama za frekvencije izvan spomenutog područja (1—100

Hz). Nivoi vibracija prikazani na krivuljama (sl. 5) prikazani su s obzirom na RMS (efektivne vrijednosti) nivoe akceleracije. Prekoračenje ekspozicije će u većini slučajeva dovesti do zamora i smanjenja radne sposobnosti.



Sl. 5 — Krivulje kretanja ekspozicije vibracija.

Abb. 5 — Bewegungskurven der Schwingungsexposition.

Za ispitivanje bioloških efekata vibracija postoje različite metode. Dieckmann je kao kriterij za ocenu stupnja tjelesnog oštećenja vibracijama i uticaj vibracija na rad uveo tzv. »K-vrijednost«, koja se može izračunati prema sljedećim formulama:

Za vertikalne vibracije:

$$\begin{array}{ll} \text{do } 5 \text{ Hz} & K = Af^2 \\ \text{od } 5 \text{ do } 40 \text{ Hz} & K = 5 Af \\ \text{od } 40 \text{ do } 100 \text{ Hz} & K = 200 A \end{array}$$

za horizontalne vibracije

$$\begin{array}{ll} \text{do } 2 \text{ Hz} & K = 2 Af^2 \\ \text{od } 2 \text{ do } 25 \text{ Hz} & K = 4 Af \\ \text{od } 25 \text{ do } 50 \text{ Hz} & K = 100 A \end{array}$$

gde je:

A — amplituda, mm  
f — frekvencija, Hz

K — vrijednost od 0,1 predstavlja graničnu vrijednost kod koje vibracije počinju da se osjećaju, ali još ne smetaju pri radu.

K — vrijednost od 0,1 do 1,0 predstavlja područje u kome se vibracije dobro podnose i ne stvaraju smetnje pri radu. U području K — vrijednosti od 1,0 do 3,0 vibracije su u toku višesatnog djelovanja veoma neugodne, ali se još podnose. Od 3,0 do 10,0 višesatna ekspozicija vibracijama nije podnošljiva i

kod rada se pojavljuju jake smetnje. Kod K — vrijednosti od 10,0 do 30,0 rad je jedva moguć, a iznad 30,0 rad više nije moguć.

Biološki efekti vibracija različite frekvencije, prema Guilleminu i Wechsbergu, su navedeni u tablici 1.

Tablica 1

Biološki efekti vibracija	Frekvencija vibracije, Hz
Promjene u kostima, zglobovima i mišićima	do 30
Profesionalna vazoneuroza (osjećaj utrulosti, bolno peckanje, smanjen osjećaj za kožne nadražaje, malaksalost, bljedilo prstiju)	35—250
Intenzivni bolovi u gornjim ekstremitetima	do 333

Najveće dozvoljene vrijednosti lokalnih vibracija i vibracija čitavog tijela, prijedložene od čehoslovačkih stručnjaka, navedene su u tablici 2.

Tablica 2

Frekvencija u Hz	Lokalno djelovanje		Opšte djelovanje
	Najveće dozvoljeno ubrzanje, m/sekc <sup>2</sup>	Najveće dozvoljeno ubrzanje, m/sekc <sup>2</sup>	
8,0	1,0	0,15	
16,0	1,8	0,25	
31,5	3,5	0,40	
63,0	5	0,80	
125,0	5	1,50	
250,0	5	—	
500,0	5	—	

Najveće dozvoljene vrijednosti lokalnih vibracija po Andrejevu — Galininu i vibracije čitavog tijela (Volkov), navedene su u tablici 3.

Tablica 3

Frekvencija u Hz	Lokalno djelovanje		Opšte djelovanje
	Najveće dozvoljeno ubrzanje, m/sekc <sup>2</sup>	Najveće dozvoljeno ubrzanje, m/sekc <sup>2</sup>	
31,5	1,5	0,5	
63	5	1	
125	5	1,5	
250	5	1,5	
500	5	—	

## ZUSAMMENFASSUNG

### Ein Beitrag zum Studium des schädlichen Schwingungseinflusses im Bergbau

Dipl. Ing. Kauzlaric — Dipl. Ing. M. Forsek\*)

Es wurden schädliche Einflüsse der Schwingungen und der Werkzeugrückstöße auf den menschlichen Organismus dargelegt. Speziell wurde auf die Schädlichkeit der Schwingungsübertragung auf einzelne Körperteile, sowie auf die Schwingungen des ganzen Körpers, hingewiesen. In Diagrammen und Tabellen wurden Normen der zulässigen Auslegung der örtlichen Schwingungen und den Schwingungen des ganzen Körpers in Abhängigkeit von physikalischen Parametern der Schwingungen der verschiedenen Frequenzen gegeben.

## Literatura

1. Bishop, R. E. D. — Johnson, D. C., 1960: Mechanics of Vibration, Cambridge University Pres.
2. Cermann, R. et al 1960: The Passive Dynamic Mechanical Properties of the Human Thorax — Abdomen System. Aerospace. Med. Bd. 31, S. 443.
3. Dieckmann, D. 1957: Einfluss vertikaler mechanischer Schwingungen auf den Mensch Arbeitsphysiol. Bd. 16, S. 519.
4. Hejfic, S. Ja. — Baltajtis, V. Ja. 1971: Ohrana truda i gornospisatel'noe delo. Izd. »Nedra«, Moskva.
5. Trampuz, I., 1969: Štetnosti i zaštita od vibracija u rudarstvu. — Sigurnost u rudnicima, br. 4/69, Beograd
6. Stanković, D., 1973: Profesionalno oštećenje vibracijama pri radu sa motornom pilom. — Dodatak uz Jugoslovensku i inostranu dokumentaciju zaštite na radu, br. 6. Niš.

NAPOMENA: U posebnim člancima biće prikazani rezultati mjerena fizičkih parametara vibracija kod bušačih čekića „RK-21“, nalazi profesionalnih oštećenja organizma vibracijama kod bušača u Rudniku i željezari Vareš i bice predložena tehnička rješenja za neutralizaciju štetnih vibracija kod bušačih čekića.

\*) Dipl. ing. Kazimir Kauzlaric, Rudnik i željezara Vareš.  
Dipl. ing. Mladen Forsek, Kombinat »Soda-so« Tuzla.

# Analiza zaprašenosti radnih okolina u jami „Kišnica“ kod prirodnog i mehaničkog provetravanja

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Vukota Vučetić — dipl. ing. Dragoslav Golubović —  
dipl. ing. Branislav Šreder — dipl. ing. Nenad Mihalđić

*Višegodišnje praćenje pokazatelja koji karakterišu radne okoline jame, omogućilo je uporednu analizu stanja zaprašenosti pri njenom prirodnom i mehaničkom načinu provetravanja.*

## Uvod

U jami »Kišnica«, u periodu od 1969. do 1973. godine, vršena su dva puta godišnje periodična ispitivanja radnog komfora na svim aktivnim radilištima i na utovarno-pretovarnim mestima na osnovnim nivoima horizontata.

Za vreme ovih ispitivanja došlo je do promene načina glavnog provetravanja jame, tj. od prirodnog prešlo se na mehanički način provetravanja.

Članak obrađuje stanje zaprašenosti za period prirodnog i mehaničkog načina provetravanja.

Rezultati snimanja pokazali su da je mehaničkim provetravanjem nekoliko puta smanjen faktor ugroženosti od prašine na svim radilištima. Najveće smanjenje postignuto je na radnim mestima pretovara rude kod rudnih sipki na osnovnim nivoima horizonata. Ovom sniženju doprinelo je znatno povećanje količine i brzine vazduha u osnovnim hodnicima glavnih horizonata.

Raspodela vazduha nije sprovedena, tako da sva radilišta dobijaju odgovarajuću količinu vazduha uslovljenu faktorom zaprašenosti. Pored toga, na radilištima nije zavedeno odgovarajuće mehaničko separatno provetravanje, tako da je smanjenje faktora ugroženosti na aktivnim radilištima znatno manje nego na utovarno-pretovarnim mestima u osnovnim hodnicima glavnih horizonata.

## Karakteristike radne sredine značajne za razmatrani problem

Rudno ležište koje se eksploratiše u jami »Kišnica« nastalo je na kontaktima škriljca i serpentina, serpentina i dacita i u samom serpentinu. Prema načinu deponovanja rudne supstance, u ležištu se razlikuju tri tipa orudnjenja:

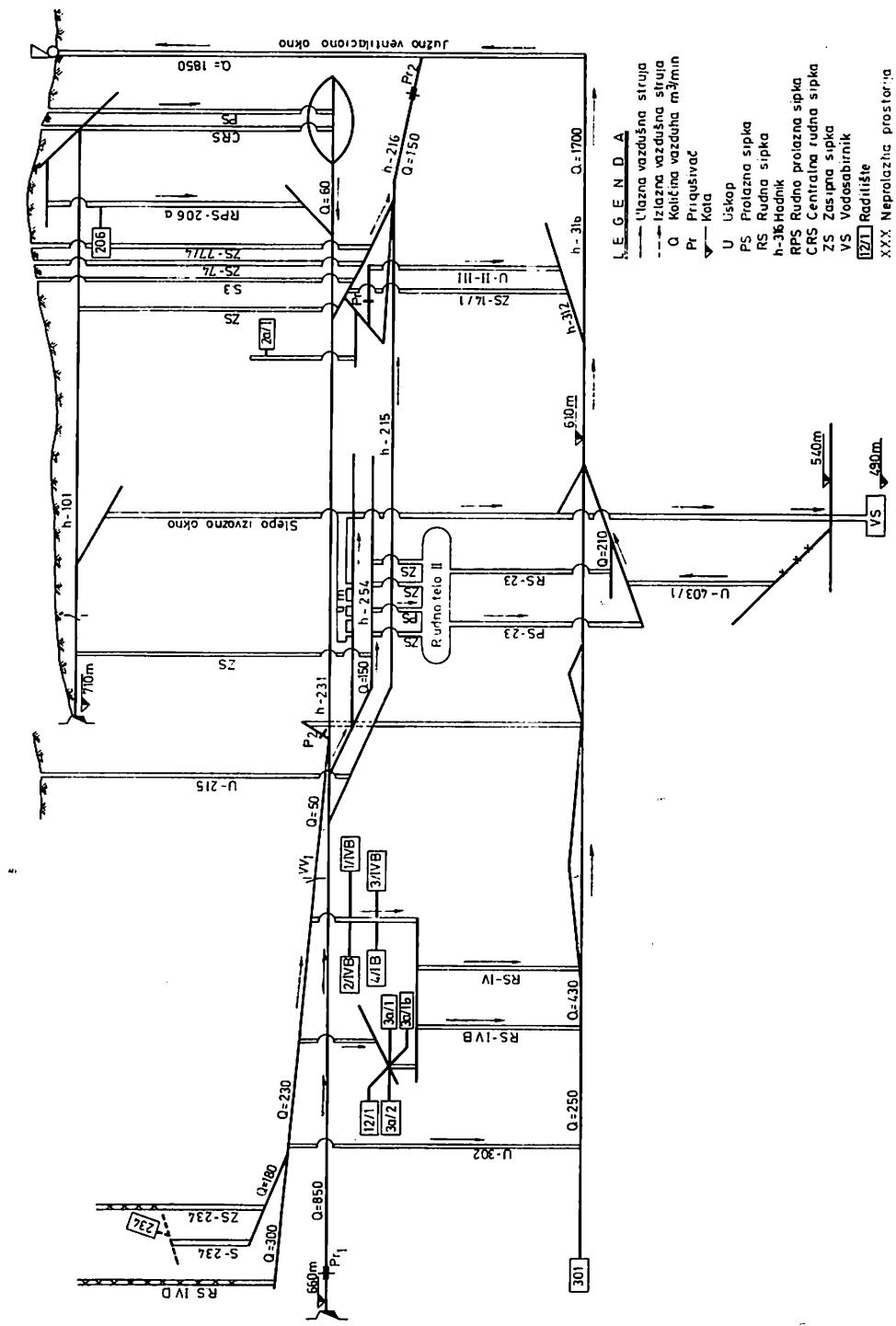
- sulfidna rudna tela nastala u karbonatnim masama,
- rudna tela deponovana u pukotinama i prslinama,
- orudnjenja u vidu impregnacije u okolnim stenama.

U mineralnoj paragenezi ležišta od minerala su zastupljeni: pirit, sfalerit, galenit, buronit, bulanžerit, tetraedrit, halkopirhotin, kubanit, valorit, bornit, halkozin, kovelin, kalcit, kvarc i drugi.

Svi ovi minerali pri pojedinim radnim operacijama bivaju dezintegrисани stvarajući lebdeću prašinu sa većim ili manjim sadržaje slobodnog  $\text{SiO}_2$ .

## Opšte karakteristike tehnološkog procesa eksploracije

Otvaranje jame »Kišnica« izvršeno je sa dva potkopa na koti 710 m (I horizont) i koti 660 m (II horizont), te slepim izvoznim oknom i južnim ventilacionim oknom. Pored ovih



Sl. 1 — Linearna šema jame »Kišnica«.  
 Abb. 1 — Linearschema der grube »Kišnica«.

veza jame sa površinom, postoji i niz drugih otvora (rudne i zasipne sipke) koji povezuju jamu sa površinom. Razrada jame je izvršena sa četiri horizonta koji su postavljeni na vertikalnom rastojanju od po 50 m, a međusobno su povezani rudnim i prolaznim sipkama. Pored ovih veza, svi horizonti povezani su međusobno slepim izvoznim oknom, kao i pumpna stanica sa vodosabirnikom na nivou budućeg V horizonta (vidi sl. 1.).

Od otkopnih metoda u primeni su metoda horizontalnog krovnog podsecanja u etažama sa zasipavanjem otkopanog prostora i podetažna otkopna metoda sa zarušavanjem krovine.

Dobijanje rude vrši se rudarsko-minerskim radovima. Zavisno od veličine otkopa i primenjene otkopne metode, utovar rude na otkopima obavlja se mehaničkim utovaračima TzGH, skreperima ili ručno. Sa otkopu ruda se gravitaciono spušta na osnovni nivo pripadajućeg horizonta preko rudnih sipki ispod kojih se vrši utovar u jamske vagonete.

Izvoz rude iz jame vrši se prekopom na drugom horizontu. Sva ruda sa ostalih horizontata sabira se na osnovnom nivou drugog horizonta kota 660 m i lokomotivama sa trolom transportuje se iz jame.

#### Primljene metode utvrđivanja zaprašenosti radne okoline

Za utvrđivanje zaprašenosti radne okoline postoje dva načina: konimetrijski i gravimetrijski. Veoma složeni dinamički režim koji vlađa pri kretanju jamskog vazduha i aerosola uzrokovao je nastajanje mnoštva aparata sa različitim konstrukcijama za određivanje koncentracija prašine. Radi toga je skoro nemoguće tačno interpretirati rezultate dobijene sa različitim instrumentima i međusobno ih uporediti, posebno ukoliko nisu poznati uslovi uzimanja proba i način rada.

Određivanje koncentracija lebdeće prašine u radnoj okolini jame »Kišnica« vršeno je istovremeno gravimetrijskom i konimetrijskom metodom. Podaci o izvršenim merenjima za period prirodnog provetravanja jame dati su u tablici 1.

Saglasno JUS ZBO 001 analiza stanja ugroženosti sprovedena je na težinskim pokazateljima zaprašenosti radnih okolina.

Za određivanje gravimetrijske koncentracije prašine u vazduhu ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) upotrebljen je instrument tipa AERA, uz korišćenje mikrovaknastih filtera AFPC. Pri radu sa ovim

instrumentom nastojalo se da se zadrži konstantan protok, odnosno usisna brzina, pri svim merenjima, kako bi se postigli saglasni rezultati koji se međusobno mogu upoređivati.

Uzimajući u obzir činjenicu da postoje mnogobrojne metode za merenje koncentracije pomoću broja čestica i da se njihovi podaci međusobno ne mogu upoređivati jer se i pri istim uslovima ne dobijaju saglasni rezultati, to je pri merenju konimetrijskog sadržaja prašine u vazduhu ( $\text{čestica}/\text{cm}^3$ ) korišćen samo konimetar 10 Zeiss, čime je dobijena mogućnost međusobnog upoređivanja rezultata pri raznim merenjima.

Pri svim merenjima koja su vršena u ovoj jami, pored gravimetrijske i konimetrijske koncentracije prašine, utvrđen je i mineraloški sastav lebdeće prašine. Uzorkovanje prašine za određivanje mineraloškog sastava vršeno je Dräger pumpom sa membranskim filterom ili su korišćeni uzorci uzeti gravimetrijskim aparatima i analizirani u svetlosnom mikroskopu. Ova analiza obuhvatila je određivanje samo jedne mineraloške komponente, i to slobodnog  $\text{SiO}_2$ , pri čemu nisu određivane njegove kristalne modifikacije.

Sadržaj slobodnog  $\text{SiO}_2$  u jednoj te istoj radnoj okolini, a pogotovo u različitim radnim okolinama jame, je veoma varijabilan, što u prvom redu zavisi od promena petrografskega sastava radne sredine.

Sastav rudnog ležišta ove jame čine stene sa sledećim prosečnim procentualnim sadržajem slobodnog  $\text{SiO}_2$ :

	Sadržaj sl. $\text{SiO}_2$ , %
Silikovani serpentin	23,23
Dacit	36,01
Orudnjeni fliš	39,03
Ruda	4,27

Na osnovu utvrđenih vrednosti procentualnog sadržaja slobodnog  $\text{SiO}_2$  u pojedinim stenama i rudi i njihove zapreminske zastupljenosti u ležištu, izračunat je srednji procentualni sadržaj sl.  $\text{SiO}_2$  za celo ležište i isti iznosi 28,45%.

Za izračunavanje srednjeg sadržaja sl.  $\text{SiO}_2$  u lebdećoj prašini pojedinih radnih okolina i jame kao celine uzeti su u obzir rezultati svih analiziranih uzoraka i nađene su srednje vrednosti na osnovu kojih su izračunate MDK prašine.

## Jamski vazduh i izvori njegovog zagadenja

Jedan od osnovnih zahteva za siguran rad u jami je dovođenje do radnih mesta dovoljnih količina svežeg vazduha koji nije zagađen štetnim gasovima i prašinom. Većina naših jamskih pogona metala svoju eksploraciju započinjali su neposredno pod površinom pa se u ovakvim slučajevima smatralo da je prirodno provetrvanje dovoljno da osigura potrebne količine svežeg vazduha u jami.

Spuštanje eksploracije u veće dubine i povećanje kapaciteta proizvodnje uz sve veću primenu savremene mehanizacije, izmenili su te uslove tako da vazduh pri svom kretanju kroz jamu trpi značajne promene u pogledu povećanja temperature, vlažnosti, zagađenja štetnim gasovima i mineralnom prašinom različitog sastava. Prirodno provetrvanje u ovakvim uslovima pogoduje povećanju zagađenosti, a MDK pojedinih štetnih veličina bivaju u znatno većoj meri prekoračene, što se nepovoljno odražava na zaposlene radnike, povećavajući na taj način opasnost od profesionalnih oboljenja.

Izvori zagađenja jamskog vazduha mogu biti: izvori koji stvaraju prašinu, gasove, paru i toplotu. Izvore prašine u jami čine pojedine faze tehnološkog procesa, odnosno različita sredstva rada i minerski radovi, a izvori gasova, pare i toplice razni oksidacioni procesi, miniranje i rad mašina.

U jamskim uslovima, usled serijskog provetrvanja, dolazi do kumuliranja svih štetnih izvora za razliku od radova na površini, tako da radne okoline radilišta u izlaznim vazdušnim strujama mogu imati štetne sa-

stojke i po nekoliko puta iznad njihovih MDK vrednosti.

## Zaprašenost radnih okolina Jame kod prirodnog provetrvanja

Jama »Kišnica« je sve do avgusta 1970. godine provetrvana pod uticajem prirodne depresije.

Prirodna depresija, pri postojećem tehnološkom postupku, bilo u letnjem ili zimskom režimu, nije bila u stanju ni kod maksimalnih vrednosti da obezbedi potrebnu količinu vazduha za provetrvanje radilišta. Velika razgranost jame i dekoncentrisanost radilišta, kao i dnevne promene prirodne depresije gde je dolazilo do stagnacije vazduha, pogoršavale su radni komfor ne samo na aktivnim radilištima nego i na osnovnim hodnicima horizonata i drugim jamskim prostorijama.

Ispitivanja zaprašenosti ove jame pri prirodnom provetrvanju vršena su tokom 1969. i 1970. godine i to na svim aktivnim radilištima. Merenjem su obuhvaćene sledeće faze tehnološkog procesa: pripremno-istražni radovi, otkopavanje i pretovar sa transportom.

U okviru ovih tehnoloških faza posebno su analizirane radne operacije karakteristične po izdvajajući prašine kao što su: bušenje minskih rupa, mehanički utovar i utovar rude iz rudnih sipki.

Polazeći od podataka datih u elaboratima za pojedine periodne ispitivanja o stanju zaprašenosti u jami, izvršeno je grupisanje radilišta po tehnološkim fazama i radnim operacijama i na osnovu broja opežanja dobijeni su prosečni parametri zaprašenosti pojedinih radnih okolina pri određenim radnim operacijama.

Na osnovu ovih vrednosti proračunati su parametri zaprašenosti za jamu kao celinu.

Tablica 1

Radna okolina	Radna operacija	Broj opežanja n	Prosečne koncentracije zaprašenosti				
			gravimetrijski N <sub>ks</sub> mg/m <sup>3</sup>	konimetrijski N' <sub>ks</sub> č/cm <sup>3</sup>	sl. SiO <sub>2</sub> P <sub>sr</sub> %	MDK N <sub>d</sub> mg/m <sup>3</sup>	i = N <sub>ks</sub> N <sub>d</sub>
Pripreme i istrage	Bušenje Utovar	13 7	7,5 7,2	1070 1380	20,0 21,0	1,4 1,4	5,4 5,1
Otkopi	Bušenje Utovar	16 14	8,3 4,2	1170 1010	18,1 23,0	1,4 1,4	5,9 3,0
Transport	Utovar	11	9,3	1190	18,0	1,4	6,6
Jama kao celina		61	7,2	1160	19,1	1,4	5,1

Podaci o izvršenim merenjima za period prirodnog provetrvanja jame dati su u tablici 1.

Dobijeni rezultati za ovaj period ukazuju na sledeće: prosečna zaprašenost radnih okolina otkopa pri radnoj operaciji bušenja iznosila je  $8,3 \text{ mg/m}^3$  i  $1170 \text{ č/cm}^3$ , a pri radnoj operaciji utovara  $4,2 \text{ mg/m}^3$  ili  $1010 \text{ č/cm}^3$ . Kod pripremno istražnih radilišta prosečni parametri zaprašenosti radne okoline pri radnoj operaciji bušenja bili su gravimetrijska koncentracija  $7,5 \text{ mg/m}^3$  i konimetrijska  $1070 \text{ č/cm}^3$ . Pri radnoj operaciji utovara na ovim radilištima gravimetrijska koncentracija je iznosila  $7,2 \text{ mg/m}^3$  a konimetrijska  $1380 \text{ č/cm}^3$ . Prema dobijenim podacima, najveća zaprašenost u ovom periodu bila je na utovarno presipnim mestima i transportu, gde je gravimetrijska koncentracija  $9,3 \text{ mg/m}^3$ , a konimetrijska  $1190 \text{ č/cm}^3$ .

Učešće slobodnog  $\text{SiO}_2$  u lebdećoj prašini na pojedinim radilištima je promenljivo i zavisi u prvom redu od stena u kojima se izvode radovi, a i od radne operacije. Prosečni sadržaj slobodnog  $\text{SiO}_2$  u lebdećoj prašini za celu jamu izračunat je na osnovu rezultata dobijenih na svim ispitivanim radilištima i iznosi  $19,1\%$ . Maksimalno dozvoljena koncentracija ukupne prašine za jamu »Kišnica« izražena u težinskoj jedinici, prema jugoslovenskom standardu JUS.Z.BO.001 od 1971. godine, iznosi  $1,40 \text{ mg/m}^3$ .

Ako se ove koncentracije uzmu kao maksimalno dozvoljene za sva radilišta, jer sadržaj slobodnog  $\text{SiO}_2$  varira, onda se vidi da su radnici u periodu provetrvanja jame, kod pojedinih radnih operacija i tehnoloških faza, bili eksponirani većim koncentracijama od dozvoljenih. Iz tablice 1 se vidi da su ova prekoraka bila najveća na transportnim putevima pri utovaru rude iz rudnih sipki.

### Zaprašenost radnih okolina jame kod mehaničkog provetrvanja

U cilju poboljšanja radnih uslova u avgustu 1970. godine izvršena je promena režima provetrvanja jame uvođenjem mehaničkog provetrvanja pomoću ventilatora kapaciteta  $1800-2000 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Na sl. 1 prikazana je linearna šema mehaničkog provetrvanja jame sa dispozicijom ventilatora i produktivnih radilišta u jami. Sveža vazdušna struja ulazi u jamu preko više otvora koji povezuju jamu sa površinom. Nakon ugradnje ventilacionih objekata i regulacije raspodele vazduha, utvrđeno je da se jama provetrava sa  $1850 \text{ m}^3/\text{min}$  vazduha. Vazdušna struja se vodi silazno preko radilišta do nivoa trećeg horizonta i preko njega se uključuje u južno ventilaciono okno kao izlazna vetrena struja. S obzirom na razgradnost jame i način operativnog razvođenja vazduha po istoj, pojedina radilišta i dalje ne dobijaju dovoljne količine vazduha, jer predstavljaju difuzne ogranke i trebalo bi ih separatno provetrvati.

Merenja zaprašenosti u toku mehaničkog provetrvanja jame obuhvataju period od 1970. do 1973. godine, zakључno sa zimskim periodom. Metodologija merenja i instrumenti merenja ostali su isti kao i kod prethodnih opažanja.

U tablici 2 date su za ovaj period konstatovane gravimetrijske i konimetrijske koncentracije prašine, po radnim operacijama i tehnološkim fazama, kao i sadržaj slobodnog  $\text{SiO}_2$  u njima.

Iz rezultata merenja datih u ovom tabličnom pregledu vidljivo je:

— Prosečna zaprašenost radnih okolina otkopa pri radnoj operaciji bušenja iznosi  $6,2 \text{ mg/m}^3$  i  $950 \text{ č/cm}^3$ , a pri radnoj operaciji

Tablica 2

Radna okolina	Radna operacija	Broj opažanja n	Prosečne koncentracije zaprašenosti					$i = \frac{N_{ks}}{N_d}$
			gravimetrijski $N_{ks}$ $\text{mg/m}^3$	konimetrijski $N'_{ks}$ $\text{č/cm}^3$	sl. $\text{SiO}_2$ $P_{sr}$ %	MDK $N_d$ $\text{mg/m}^3$		
Pripreme i istrage	Bušenje Utovar	8 7	4,0 3,2	970 960	18,9 15,1	1,6 1,6	2,50 2,00	
Otkopi	Bušenje Utovar	19 22	6,2 3,3	950 780	17,9 15,0	1,6 1,6	3,89 2,06	
Transport	Utovar	24	2,5	760	14,5	1,6	1,56	
Jama kao celina		80	3,8	850	16,7	1,6	2,36	

utovara  $3,3 \text{ mg/m}^3$  i  $780 \text{ č/cm}^3$ , što u odnosu na koncentracije pri prirodnom provetrvanju predstavlja prosečno smanjenje od 23% kod gravimetrijskih koncentracija.

— Na pripremno-istražnim radilištima došlo je do značajnijeg smanjenja koncentracije i ona u prosjeku iznosi 51% gravimetrijskih koncentracija.

— Najveće smanjenje koncentracije zaprašenosti kod mehaničkog načina provetrvanja postignuto je u transportnim prostorijama gde su gravimetrijske koncentracije smanjene sa  $9,3 \text{ mg/m}^3$  na  $2,5 \text{ mg/m}^3$  ili 73%.

Za jamu kao celinu prosečna gravimetrijska koncentracija je umanjena sa  $7,2 \text{ mg/m}^3$  na  $3,8 \text{ mg/m}^3$ , odnosno 47%.

Iz ovog prikaza jasno se vidi da je kod pojedinih radnih okolina došlo do različitog smanjenja prosečnih gravimetrijskih i konimetrijskih koncentracija. Uzrok ovim razlikama leži u neadekvatnim količinama vazduha koje su do bile pojedine radne okoline pri zavođenju mehaničkog načina provetrvanja.

Treba napomenuti da je u ovom periodu došlo do promene u srednjem procentualnom sadržaju slobodnog  $\text{SiO}_2$  u prašini. Ova promena u svim radnim prostorijama i pri svim radnim operacijama ima tendenciju smanjenja i za jamu kao celinu iznosi 2,24%, što je uticalo na promenu MDK vrednosti.

I pored znatnog smanjenja zaprašenosti kod svih radnih okolina i Jame kao celine, radnici su i dalje izloženi većim koncentracijama siliko-škodljive mineralne prašine od dozvoljenih.

## Zaključak

Na osnovu analize dobijenih rezultata u toku petogodišnjeg praćenja zaprašenosti radnih okolina Jame »Kišnica«, mogu se izvesti sledeći zaključci u odnosu na zaprašenost:

1. S obzirom na petrografsko mineraloški sastav rudnog ležišta (sadržaj slobodnog  $\text{SiO}_2$  28,45%), dubinu sadašnje i buduće eksploatacije, ugroženost od siliko-škodljive mineralne prašine u rudniku »Kišnica« je pojava uslovljena prirodnim karakteristikama ležišta.
2. Prirodno provetrvanje Jame nije obezbeđivalo potrebnu količinu vazduha za razređivanje lebdeće prašine i za njeno odnošenje, tako da je u svim radnim okolinama Jame dolazilo do prekoračenja MDK od 3 do 5,9 puta.
3. Uvođenjem mehaničkog provetrvanja Jame smanjena je koncentracija prašine u svim radnim okolinama. Najveće smanjenje je postignuto na radnim mestima pretovara rude iz rudnih sipki, tj. na transportnim saobraćajnicama, u kojima je ostvareno najveće povećanje protočnih količina vazduha.
4. Povoljnijom raspodelom i boljim razvođenjem vazduha u radnoj okolini otkopa, moguće je dalje poboljšati radne uslove u ovom rudniku u pogledu suzbijanja opasnosti od siliko-škodljive prašine. Složene tehnološke prilike zahtevaju, osim ventilacionih, i primenu dopunskih postupaka zaštite od prašine.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Analyse der Verstaubung der Arbeitsumgebungen in der Grube Kišnica bei natürlicher und künstlicher Bewetterung

Dipl. Ing. V. Vučetić — Dip. Ing. D. Golubović — Dipl. Ing. B. Šreder — Dipl. Ing. N. Mihalđić\*)

Natürliche Bewetterung der Grube kann erforderliche Wettermengen für Verdunstung und Abführung des Flugstaubes, der im Prozess der Gewinnung von nutzbaren Mineralsubstanzen entsteht, nicht gewährleisten. Durch Einführung der mechanischen Be-

\*) Dipl. ing. Vukota Vučetić — dipl. ing. Dragoslav Golubović — dipl. ing. Branislav Šreder — dipl. ing. Nenad Mihalđić, saradnici Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

wetterung werden Grundbedingungen für die Wetterführung in der Grube und die Anwendung entsprechender Massnahmen zur Herabsetzung der Verstaubung auf die durch »Vorschriften« zugelassene Werte geschaffen.

In dem Aufsatz werden Vergleichsverstaubungsanalysen der Arbeitsplätze bei natürlicher und künstlicher Bewetterung gegeben.

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

- Nedin, V., Nejkov, O., 1967: Savremenne metody issledovanija pyli, Moskva
- Vornin, V. N., 1953: Parametry ventilacionoj struji, harakterizujušcie efektivnost' vynosa pili iz gornyh vyrobok, Moskva
- Schram, G., 1965: Stand der Staubbekämpfung im Bergbau der DDR — Bergakademie (1965) 8.
- Waldner, F. W., 1960: Untersuchungen über die staubverhältnisse, insbesondere über den Mineralgehalt feiner Grubenstäube bei verschiedenen Betriebsbedingungen, Nebengesteins- und Lagerungs-verhältnissen
- Winkel, A., 1959: Über eine neue Methode zur Staubmessung
- Vučetić, V., — Golić, A., 1973: Studija o izvorima, uzrocima i posledicama zapršenosti pri eksploraciji i preradi ruda olova i cinka u rudniku »Kišnica« i »Novo Brdo« sa flotacijom
- Rudarski institut — Beograd: Elaborati o periodičnim ispitivanjima hemijsko-bioloških štetnosti i mikroklime u radnim prostorijama jame »Kišnica« (zimski i letnji period od 1969. do 1973. god.)

# Zaprašenost radne sredine u procesu sušenja uglja

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Dragoslav Golubović — dipl. ing. Nenad Mihalđić —  
dipl. ing. Vukota Vučetić

*U procesu sušenja uglja dolazi do velikog izdvajanja praštine čije koncentracije štetno deluju na zaposlene radnike. Utvrđivanje stepena opasnosti i zona ugroženosti radnika od previsokih koncentracija praštine, predstavlja složen zadatak, ali istovremeno i veoma značajan kod izbora tehničko-organizacionih mera zaštite.*

## Uvod

Tehnološki proces sušenja uglja karakterističan je po velikom broju stalnih izvora praštine čiji intenziteti izdvajanja daju visoke koncentracije, pa stoga radna sredina, kod ovih tehnologija, predstavlja ozbiljnu opasnost po zdravlje radnika.

Radi toga, analiza radnih mesta i utvrđivanje stepena opasnosti od agresivnog delovanja ugljene praštine, kao i utvrđivanje zona opasnosti po zaposlene radnike u procesu sušenja uglja, predstavljaju složen zadatak.

Na primeru pogona sušare u REIK Koluvara, izvršena su ispitivanja zaprašenosti radne sredine i analizirana su radna mesta u cilju utvrđivanja zona ugroženosti u odnosu na štetno dejstvo ugljene praštine po zaposlene radnike.

## Opšte karakteristike tehnološkog procesa sušenja uglja

Proces sušenja rovnog uglja, posmatran u širem smislu, započinje dopremom opranog uglja gumenim transporterima na najviši, V sprat ( $K + 32,5$  m). Pomoću dva gumena rezervabilna transporterata ugalj se dozira u bunkere, iz kojih se vrši punjenje autoklava lociranih na IV spratu ( $K + 21$  m). Autoklave su raspoređene po dužini nivoa u osam redova, sa po četiri u jednom redu, tako da njihov ukupni broj iznosi 32. (vidi sliku 2).

Po završenom procesu sušenja uglja u autoklavama (pregrejavanje, parenje, prebacivanje pare, vakumiranje), vrši se pražnjenje autoklava na II spratu ( $K + 12,3$  m) i odlaganje uglja u bunkere za sušeni ugalj.

Oprema sušenog uglja iz bunkera obavljala se na nivou prizemlja ( $K + 0,0$  m).

U građevinskom pogledu, pojedine faze tehnološkog procesa sušenja su potpuno odvojene i obavljaju se u posebnim radnim prostorijama.

Radi toga, utvrđivanje izvora praštine i ocena stepena zaprašenosti izvršena je odvojeno po spratovima na kojima su stalna radna mesta, odnosno za V, IV i II sprat.

Kao baza za dalji rad, bilo je neophodno da se za pojedine faze tehnološkog procesa i radne operacije utvrde sledeći parametri:

## Opšti parametri zaprašenosti

- Srednji procentualni sadržaj slobodnog  $\text{SiO}_2$  u uglju i lebdećoj prašini, kao merilo agresivnosti praštine.
- Maksimalno dozvoljene koncentracije praštine (MDK).
- Disperzni sastav lebdeće praštine (veće i manje od 5 mikrona).
- Specifična težina ugljene praštine.
- Konimetrijski "sadržaj" praštine u vazduhu  $\text{č}/\text{cm}^3$ .
- Gravimetrijski sadržaj praštine u vazduhu  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

- Utvrđivanje intenziteta izdvajanja prašine pojedinih izvora mg/min.
- Apsolutni intenzitet sedimentacije g/m<sup>3</sup>/dan.
- Relativni intenzitet sedimentacije g/m<sup>3</sup>/tona.
- Faktor opasnosti po radnika od šetnog delovanja ugljene prašine  $\frac{N_k}{N_d}$ .

(N<sub>k</sub> = konstatovana koncentracija prašine i N<sub>d</sub> = dozvoljena koncentracija prašine)

#### Mikroklimatski parametri

- t<sub>s</sub> — temperatura suvog vazduha u °C.  
t<sub>v</sub> — temperatura vlažnog vazduha u °C.  
R<sub>v</sub> — relativna vлага u %.  
V — brzina strujanja vazduha u radnoj sredini m/sec.

#### Rezultati istraživanja

Na nivoima V, IV i II sprata izvršeno je uzorkovanje nataložene i lebdeće prašine, određeni su reprezentativni opranog i suvog uglja i izvršena su ispitivanja koja su dala sledeće rezultate:

- Srednji procentualni sadržaj slobodnog SiO<sub>2</sub> u uglju: 3,94% (hemijска analiza);
- Srednji procentualni sadržaj slobodnog SiO<sub>2</sub> u lebdećoj prašini u pogonu sušare: 9,07% (određen metodom fazno-kontrastne mikroskopije);
- Srednji procentualni sadržaj slobodnog SiO<sub>2</sub> u nataloženoj prašini sušenog uglja iznosi 5,8% (hemijска analiza);
- Maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) u odnosu na slobodni SiO<sub>2</sub> određene su prema lebdećoj prašini: JUS Z.B.O. 001/  
konimetrijska 660 č/cm<sup>3</sup>  
gravimetrijska 2,7 mg/m<sup>3</sup>
- Disperzni sastav lebdeće prašine:  
II sprat manje od 5 mikrona: 99,5%  
IV sprat manje od 5 mikrona: 99%  
V sprat manje od 5 mikrona: 99%
- Specifična težina:  
— prašine nesušenog uglja  
 $\gamma_1 = 1,80 \text{ g/cm}^3$   
— prašine sušenog uglja  
 $\gamma_2 = 1,66 \text{ g/cm}^3$

Merenjima su obuhvaćeni nivoi V, IV i II sprata, pošto predstavljaju tehnološku celinu,

sa određenim fazama rada i stalnim radnim mestima

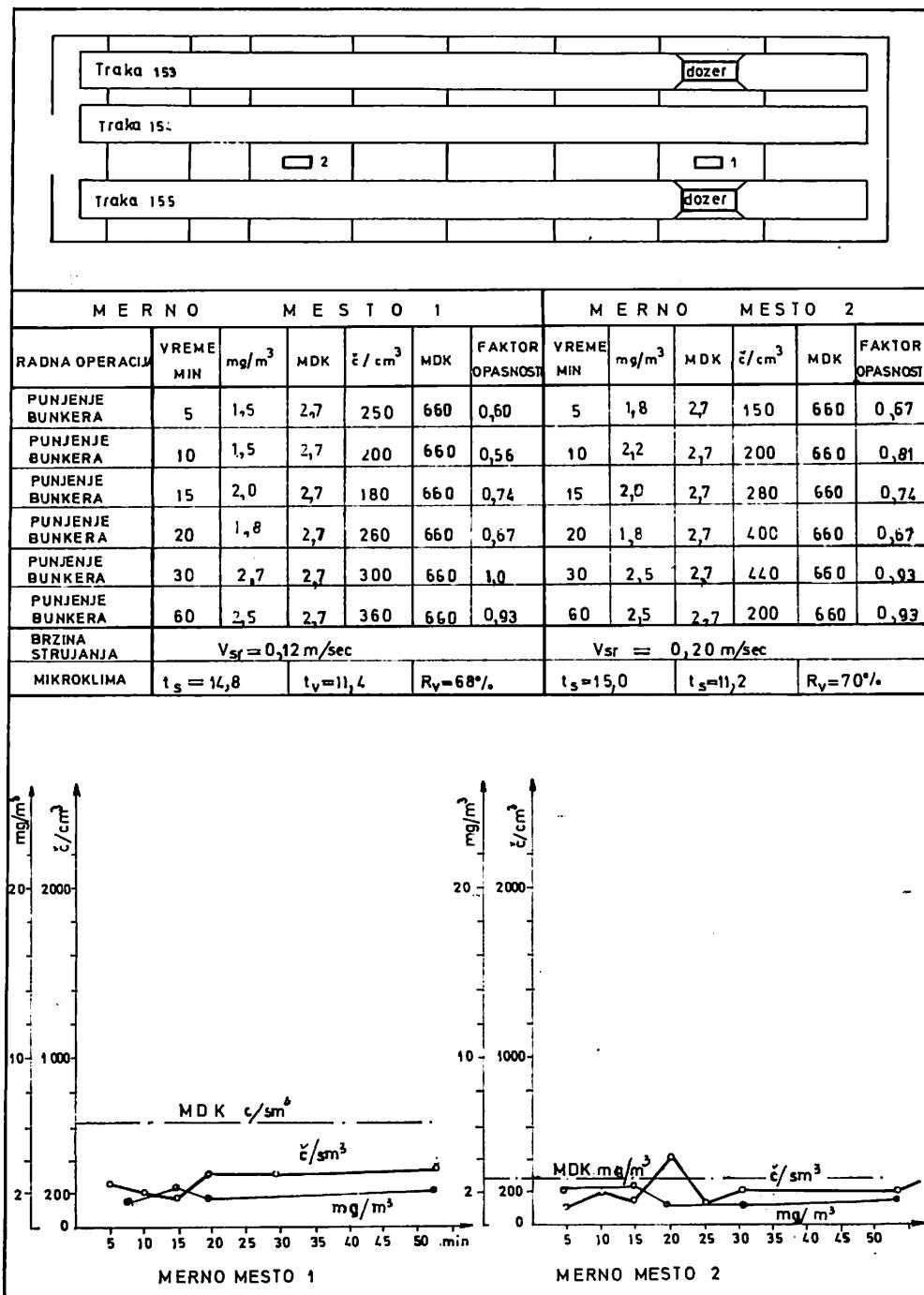
#### S p r a t V

Snimanje zaprašenosti izvršeno je u dvema tačkama (1 i 2) koje su obuhvatile dva konstantna izvora prašine — doziranje uglja na traku i punjenje bunkera. Promene koncentracija prašine, na pomenutim izvorima, permanentno su praćene za vreme od 60 min.

Rezultati konstatovanog stanja, sa skicom nivoa V sprata i naznačenim mernim mestima, tablično i grafički su dati na slici 1.

- Konometrijske koncentracije prašine na radnim mestima, su ispod MDK vrednosti i kreću se:  
Merno mesto 1 od 250 do max 360 č/cm<sup>3</sup>.  
Merno mesto 2 od 150 do max 400 č/cm<sup>3</sup>.
- Koncentracije prašine izražene u mg/m<sup>3</sup> kreću se:  
Merno mesto 1 2,7 mg/m<sup>3</sup>.  
Merno mesto 2 2,5 mg/m<sup>3</sup>.
- Intenzitet izdvajanja prašine, na utvrđenim izvorima, radi prirodnog proveravanja prostorije, može se samo orientaciono odrediti. Brzine strujanja vazduha u periodu merenja kretale su se od 0,10 do 0,12 m/sec.  
Ako se usvoji da je srednja brzina strujanja vazduha po celom profilu 0,11 m/sec, profil prostorije ima 40 m<sup>2</sup>, a prosečna koncentracija prašine je 2,6 mg/m<sup>3</sup>, intenzitet izdvajanja prašine na ovom spratu iznosi:  
 $N = 40 \times 0,11 \times 60 \times 2,6 = 686,4 \text{ mg/min.}$
- Apsolutni intenzitet sedimentacije utvrđen merenjima u proseku iznosi 0,75 mg/m<sup>2</sup>/dan.
- Relativni intenzitet sedimentacije određen je računski, na bazi proizvodnog kapaciteta, u vreme merenja zaprašenosti. Prosečno je punjeno oko 40 autoklava, odnosno 720 t/cm tj. 2.160 t/dan, što daje relativni intenzitet sedimentacije:  

$$N = \frac{1440 \times 0,75}{2160} = 0,035 \text{ mg/m}^2/\text{t.}$$
- Faktor opasnosti, koji predstavlja relativni pokazatelj odnosa utvrđenih i maksimalno dozvoljenih koncentracija



Sl. 1 — Doziranje uglja na trake i istresanje u bunker. Horizont (sprat) V, kota 32,5 m.

Sl. 1 — Doziranje uglja na trake i istresanje u bunker. Horizont (sprat) V, kota 32,5 m.

Nk  
prašine —, dat je u tabličnom pre-  
Nd  
gledu sl. 1.

Kako se iz tabličnog pregleda vidi, vrednosti ovog faktora ne prelaze jedinicu, što ukazuje da radnici na ovom nivou nisu ugroženi od štetnog delovanja ugljene prašine.

#### Klimatski i ventilacioni parametri

Relativna vlažnost vazduha u prostoriji iznosila je 68—70%, što je saglasno postojecim propisima za građevinske objekte.

Provjetravanje nivoa vrši se prirodnim putem, preko postojećih vertikalnih veza sa prizemljem zgrade. Izmerene vrednosti i ventilacionih parametara, date su na slici 1.

#### Sprat IV

Faza punjenja autoklava predstavlja konstantne izvore prašine čiji se položaj menjaju zavisno od serije koja se puni. Praćenje promena koncentracija prašine vršeno je na dvema stalnim mernim tačkama.

Merna tačka 3: između autoklava br. 140, 330, 160, 350.

Merna tačka 4: između autoklava br. 240, 430, 260, 450.

Merenje parametara zaprašenosti vršeno je permanentno u trajanju od 275 minuta, odnosno u tehnološkom vremenu punjenja svih aktivnih serija autoklava tokom jedne smene.

Za vreme snimanja izvršeno je ukupno sedam serija punjenja-pražnjenja i sušenja autoklava (tablica 1).

Najveće koncentracije prašine utvrđene su u neposrednoj blizini izvora.

Po završetku punjenja autoklava, a usled rada aspiracionog sistema i intenzivnijeg taloženja krupnijih čestica, koncentracije prašine nakon 10 minuta opadaju na polovinu po-

četne vrednosti, ali još uvek su iznad MDK vrednosti.

Uticaj aktivnog izvora prašine na ostale delove nivoa je takav, da se na udaljenosti od 6 do 10 m koncentracije prašine nalaze u dozvoljenim veličinama.

Minimalne koncentracije prašine konstatovane su u fazi sušenja uglja i to na najudaljenijim mestima od prethodnog punjenja aktivne serije autoklava.

- Konimetrijske koncentracije prašine, na mernim tačkama 3 i 4, a u zavisnosti od udaljenosti izvora, kretale su se od min 120 do max 2500 č/cm<sup>3</sup>.
- Gravimetrijske koncentracije prašine menjale su se u približno istom odnosu i kretale su se od min 2,0 do max 16,0 mg/m<sup>3</sup>.
- Intenzitet izdvajanja prašine izračunat je na bazi izmerene količine vazduha od 60.000 m<sup>3</sup>/h i srednjeg sadržaja prašine, koji iznosi 4,7 mg/m<sup>3</sup>. Prema tome, intenzitet izdvajanja prašine iznosi:

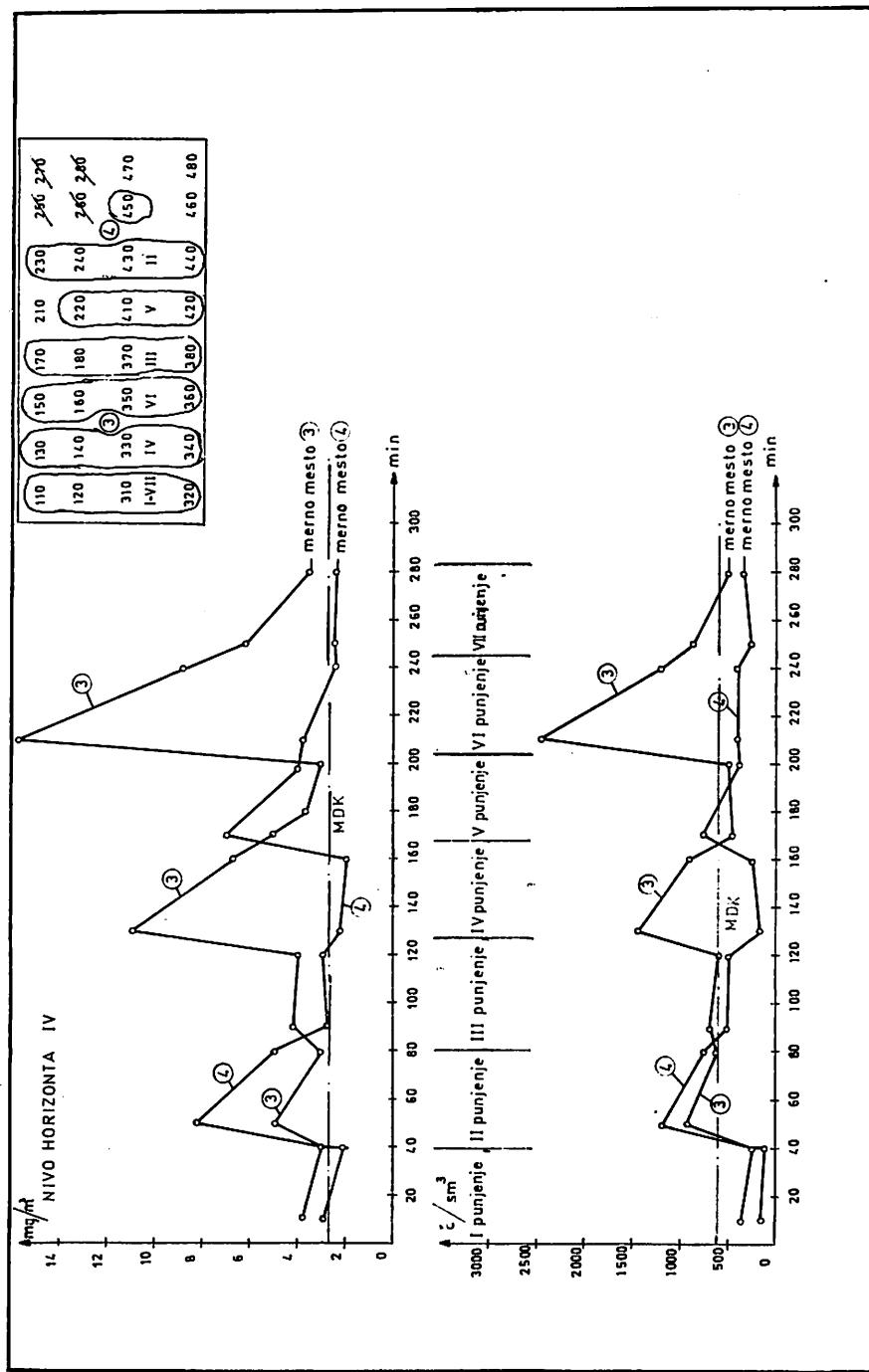
$$I = \frac{60.000}{60} \times 4,7 = 4.700 \text{ mg/min.}$$

- Apsolutni intenzitet sedimentacije na ovom nivou utvrđen je merenjima i u proseku iznosi 3,8 g/m<sup>2</sup>/dan.
- Relativni intenzitet sedimentacije određen je računski, na bazi količine od 1350 t/dan osušenog uglja i iznosi 3 mg/m<sup>2</sup>/t.
- Vrednost faktora ugroženosti menja se u zavisnosti od udaljenosti izvora-prašine i merne tačke i najveća je na samom izvoru.

Grupa radnika koja radi na punjenju autoklava, za vreme trajanja ove operacije, uvek se nalazi na samom izvoru prašine, te je i najugroženija. Faktor opasnosti u zoni rada ovih radnika je najveći i kreće se od 1,9 do 4.

Tablica 1

Red punjenja	Serijski broj	Udaljenost od mernog mesta 3	Udaljenost od mernog mesta 4
I punjenje	310—320	12 m	36 m
II punjenje	230—240—430—440—470	18 m	6 m
III punjenje	170—180—370—380	6 m	18 m
IV punjenje	130—140—330—340	6 m	30 m
V punjenje	220—420—450	12 m	na izvoru prašine
VI punjenje	150—160—350—360	na izvoru	24 m
VII punjenje	110—120—310—320	12 m	36 m



Sl. 2 — Rezultati merenja parametara zaprašenosti sa položajem izvora prašine (sprat IV).  
 Fig. 2 — Results of dustiness parameters measurement with the location of dust source (Horizon IV).

Grupa radnika koja radi na ventilima, izložena je neposrednom dejstvu koncentracije prašine, samo u slučajevima, kada se ova radna operacija obavlja jednovremeno sa punjenjem autoklava. Najnepovoljnija situacija je onda kada se rad sa ventilima obavlja neposredno uz seriju autoklava koje se prazne. Međutim, najčešće se ova operacija obavlja u vreme kada se ne vrši punjenje.

Za slučaj da se rad na ventilima ne poklapa sa radom na punjenju (neposredno suspenje) faktor opasnosti u većini je ispod 1, a retko iznad 1, što se može smatrati zadovoljavajućim.

Za slučaj da se rad ventila i punjenje autoklava poklapa, radnici su ugroženi samo ako rade na susednoj seriji (udaljenost 6 m) i to faktorom nešto većim od 1.

Rezultati utvrđenog stanja zaprašenosti i položaj izvora prašine u odnosu na merna mesta, dati su na sl. 2.

#### Klimatski i ventilacioni parametri

— Provetravanje sprata vrši se mehaničkim i prirodnim putem. Mehaničko provetravanje se sastoji iz aspiracionog sistema i sistema za ubacivanje vazduha. Broj jedinica za aspiraciju inosi 3, i svaka jedinica ima po jedan ventilator. Broj jedinica za ubacivanje vazduha iznosi 4 i sastoji se iz anemostata i aksijalnih ventilatora. Na sl. 3 dat je prikaz sistema provetravanja. Kapacitet mehaničkog provetravanja je na 60.000 m<sup>3</sup>/h vazduha, što omogućava 15 izmena vazduha na sat.

Relativna vlažnost na ovom nivou iznosi 56—60%, što je saglasno postojećim propisima.

#### Sprat II

Faza pražnjenja autoklava predstavlja konstantne izvore prašine na ovom nivou.

Analogno IV spratu merenje zaprašenosti izvršeno je u dvema mernim tačkama 7 i 8

koje se nalaze na istoj vertikalnoj osi sa tačkama 3 i 4.

Opažanja su vršena u trajanju od 300 min, odnosno u tehnološkom vremenu pražnjenja svih aktivnih autoklava.

Redosled pražnjenja bio je sledeći (vidi u tablici 2)

Najveće koncentracije prašine utvrđene su u neposrednoj blizini serije autoklava koje se prazne. Analogno fazi punjenja autoklava i kod njihovog pražnjenja uticaj aktivnog izvora prašine na udaljenosti većoj od 10 m nije značajan, jer su na tim delovima nivoa samo povremeno utvrđene koncentracije nešto iznad MDK vrednosti. Ova prekoračenja su prvenstveno posledica uticaja prethodnog pražnjenja kada je izvor bio bliži. Na primer, kod pražnjenja pete serije autoklava, koja se nalazila na udaljenosti 18 m od merne tačke 7, utvrđene su veće koncentracije prašine od MDK vrednosti, a što je posledica pražnjenja četvrte serije koja je bila na udaljenju 6 m od ove merne tačke.

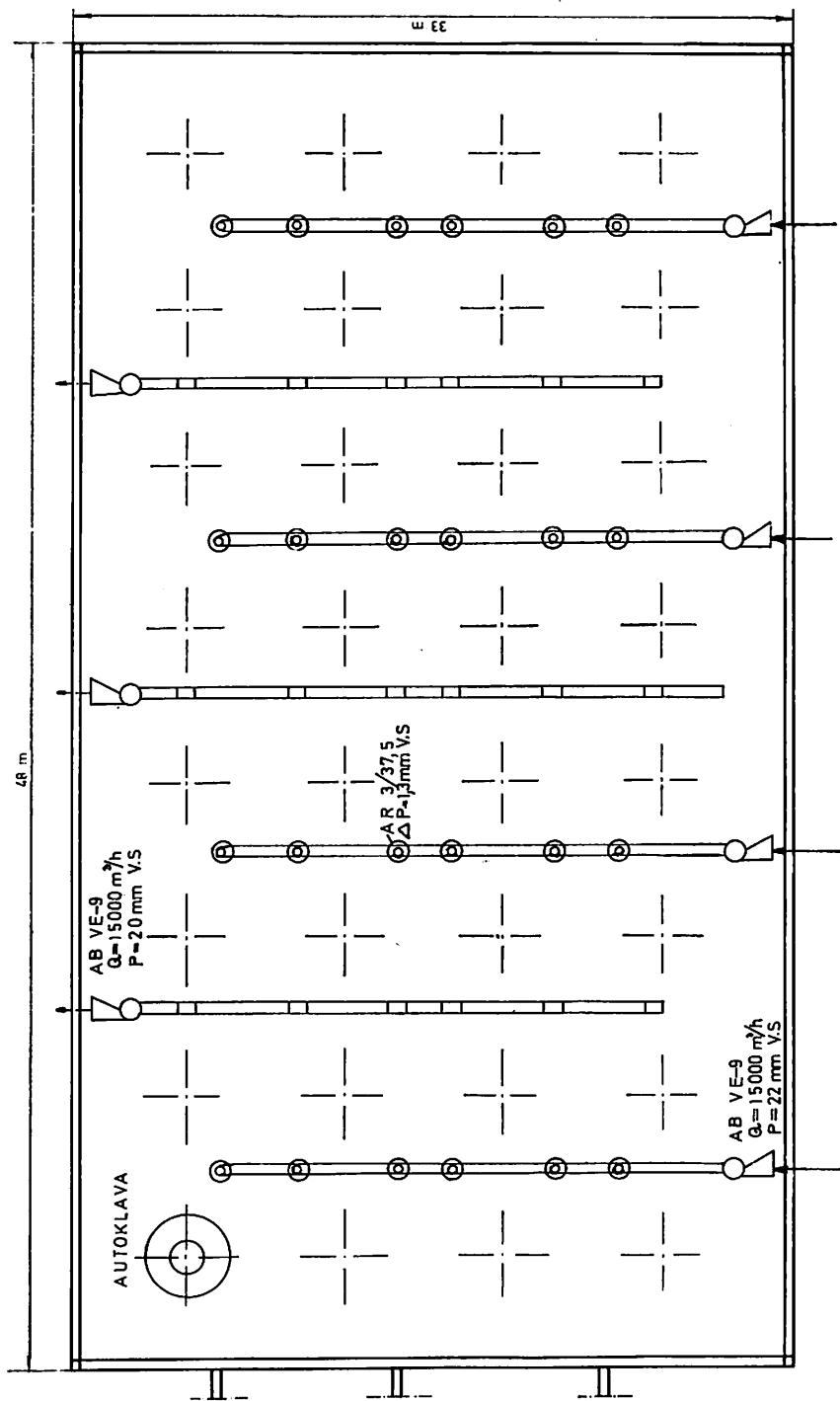
- Konimetrijske koncentracije prašine na mernim tačkama 7 i 8, a u zavisnosti od udaljenosti izvora, kretale su se od min 270 do 2570 č/cm<sup>3</sup>.
- Gravimetrijske koncentracije prašine kretale su se od min 2 do 25 mg/m<sup>3</sup>.

Uticaj jedne serije pražnjenja autoklava na ostale delove nivoa II sprata, opada sa odstojanjem od izvora tako da na 10—12 m gravimetrijska koncentracija je na granici ili ispod MDK vrednosti.

- Intenzitet izdvajanja prašine izračunat je na bazi utvrđenih količina vazduha mehaničkog provetravanja od 140.000 m<sup>3</sup>/h, i srednjeg sadržaja prašine 6,0 mg/m<sup>3</sup> i iznosi 14000 mg/min.
- Apsolutni intenzitet sedimentacije, iznosi 4,125 g/m<sup>2</sup>/dan.

Tablica 2

Red. pražnjenja	Serija	Udaljenje od izvora	
		tačka 7	tačka 8
I	170—180—380	6 m	18 m
II	210—220—470	12 m	12 m
III	130—140—330—340	6 m	30 m
IV	150—160—350—360	na izvoru	24 m
V	230—240—430—440	18 m	6 m
VI	110—120—310—320	12 m	36 m
VIII	170—180—380	6 m	18 m



Sl. 3 — Šema mehaničkog proventravanja IV sprata.  
Fig. 3 — Diagram of Horizon IV mechanical ventilation.

- Relativni intenzitet sedimentacije određen je na bazi količine 1350 t/dan osušenog uglja i iznosi  $3,1 \text{ mg/m}^2/\text{t}$ .
- Za razliku od IV sprata, na ovom nivou svi se radnici nalaze na samom izvoru prašine i to za sve vreme trajanja pražnjenja (80—100 minuta), pa su i izloženi najvećim koncentracijama prašine, odnosno najvećim faktorima ugroženosti čija srednja vrednost iznosi 4,6.

Posle završenog pražnjenja, radnici, prema postojećoj organizaciji rada, napuštaju halu i odlaze u posebno odeljenje koje je na istom spratu što se može smatrati merom zaštite.

Za slučaj povećanja intenziteta rada, pauza između dva pražnjenja bila bi manja ili je možda i ne bi bilo, što treba imati u vidu kod ocene štetnosti ovih radnih mesta.

Rezultati utvrđenog stanja zaprašenosti, položaj izvora prašine u odnosu na merne tačke, zavisno od reda pražnjenja, dati su na sl. 4.

#### Klimatski i ventilacioni parametri

Provjetravanje nivoa II sprata vrši se slično nivou IV sprata, sa razlikom što se isisavanje vazduha vrši i preko podnih otvora bunkera koji se otvaraju pri pražnjenju svake serije autoklava. Odsisavanje se vrši sa 6 aksijalnih ventilatora od kojih su dva u krovu ovoga nivoa.

Kapacitet sistema iznosi  $140.000 \text{ m}^3/\text{h}$ , što obezbeđuje 19 izmena vazduha na sat.

Ubacivanje vazduha vrši se preko limenih cevi i anemostata. Sistem za ubacivanje ima 5 jedinica. Na sl. 5, daje se prikaz provjetranja ovoga nivoa.

#### Utvrđivanje zona opasnosti

Na osnovu instrumentalnih opažanja i izvršene analize, utvrđene su u pogonu sušare dve zone opasnosti od štetnog dejstva ugljene prašine i to:

- Opasna zona — koja obuhvata sva ona mesta pojedinih nivoa na kojima dolazi do prekoračenja koncentracija prašine u odnosu na MDK vrednosti i
- Neopasna zona — koja obuhvata one delove pojedinih spratova, na kojima koncentracija prašine ne prelazi MDK vrednosti.

#### Podela radnih mesta prema zonama opasnosti

##### Nivo V sprata

- Radno mesto na kome radi jedan radnik koji kontroliše rad gumenih transportera i punjenja bunkera opranog uglja;
- Konstatovane koncentracije ugljene prašine ne prelaze MDK vrednosti;
- Neopasna zona zahvata ceo nivo.

##### Nivo IV sprata

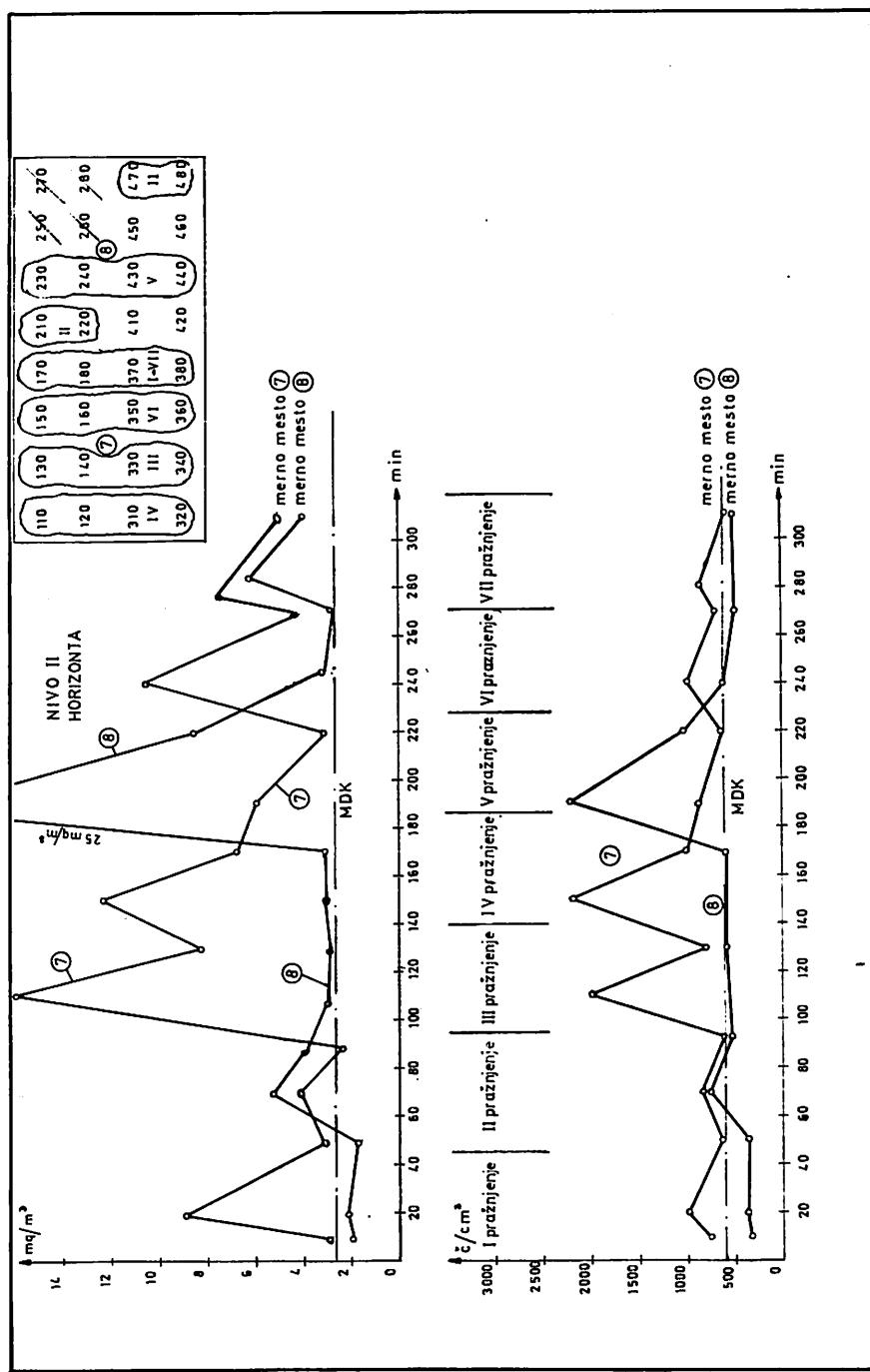
- U radnoj prostoriji na nivou IV sprata zaposleno je 11 radnika u smeni, koji rade na punjenju autoklava (5 radnika) i rukovanju ventilima (5 radnika), i jedan je predradnik. Do prekoračenja koncentracija prašine dolazi u fazama punjenja i neposrednog sušenja.
- Najveći faktor opasnosti konstatovan je pri punjenju autoklava i iznosi

$$\frac{N_k}{N_d} = 4,0$$

- Efektivno vreme punjenja jedne serije autoklava kreće se od 10 do 12 min., odnosno radnici su u toku smene izloženi prekoračenim koncentracijama prašine u trajanju 1—2 sata računajući da se prosečno pune 25—30 autoklava (za vreme merenja napunjeno je 25 autoklava).
- Opasna zona obuhvata bližu okolinu serije autoklava koje se pune, dok ostali delovi sprata pripadaju neugroženoj zoni.
- Radnici koji rade na ventilima, nalaze se u većim koncentracijama prašine od MDK vrednosti samo u slučaju kad se jednovremeno obavlja i punjenje susednih autoklava. U ostalim slučajevima koncentracije prašine, na mestima rada ovih radnika, mogu se tolerisati (faktori ugroženosti su ispod 1, retko nešto iznad ove vrednosti).

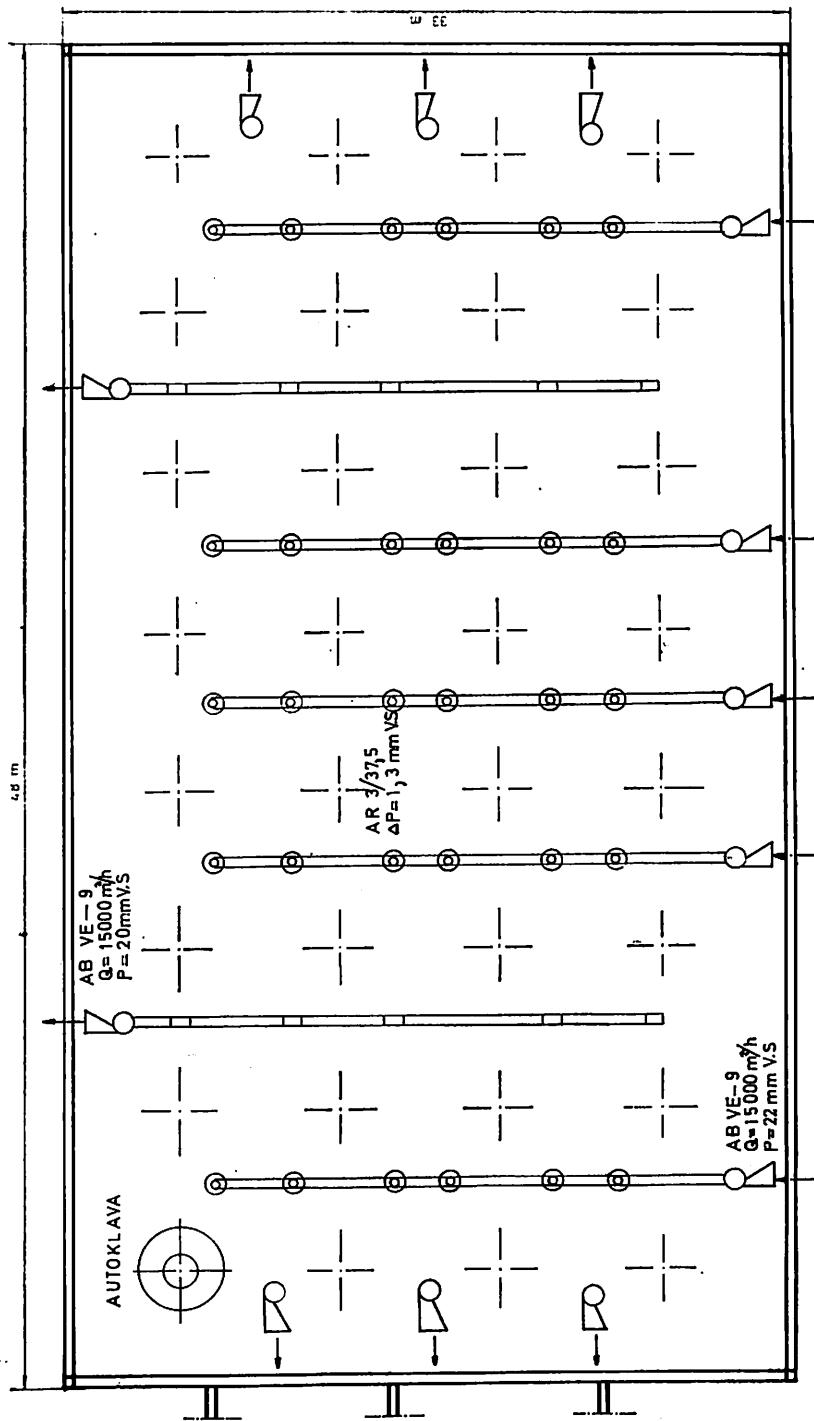
##### Nivo II sprata

- U radnoj prostoriji nivoa II sprata zaposleno je 8 radnika i jedan predradnik, koji rade na pražnjenju autoklava. Do prekoračenja koncentracije prašine dolazi u fazama pražnjenja autoklava.



Sl. 4 — Rezultati merenja parametara zaprašenosti sa položajem izvora prašine (sprat II).

Fig. 4 — Results of dustiness parameters measurement with the location of dust source (Horizon II).



Sl. 5 — Sema mehaničkog provetranja II sprata.

Fig. 5 — Diagram of Horizon II mechanical ventilation.

- Maksimalne vrednosti faktora opasnosti u sušari utvrđene su pri pražnjenju autoklava pa se radnici, koji tu rade, nalaze u zonama najveće opasnosti.
- Efektivno vreme pražnjenja jedne serije autoklava kreće se od 10 do 12 min. Kako se tokom smene prosečo prazni 25 do 30 autoklava, odnosno 7—8 serija, to se vreme eksponiranja kreće u trajanju od 80 do 100 min. U vreme između dva pražnjenja radnici odlaze u zasebnu prostoriju koja ima zadovoljavajuće uslove radnog komfora.
- Opasna zona obuhvata bližu okolinu serije autoklava koje se prazne dok ostali delovi II sprata pripadaju neopasnoj zoni.

#### Zaključak

Izvršena merenja pokazatelja zaprašenososti i analiza dobijenih podataka omogućili su da se po elementima tehnološkog procesa utvrde zone opasnosti.

Opasne zone formiraju se u radnim okolicama, uglavnom, pri radnim operacijama pu-

njenja i pražnjenja autoklava, koje se u toku jedne smene ciklično ponavljaju 6 do 7 puta.

Unutar opasne zone faktor prekoračenja

N<sub>k</sub>

— iznosi u proseku 4, 6.

N<sub>d</sub>

Vreme eksponiranja radnika većim koncentracijama prašine, unutar opasne zone, kreće se između 60 do 100 minuta u smeni. Ovo vreme eksponiranja u odnosu na efektivno vreme trajanja smene iznosi od 12,5 do 21%. Izmereno vreme zadržavanja radnika u opasnim zonama dozvoljava prekoračenja koncentracija prašine i 4, 8.

Vreme efektivnog eksponiranja radnika prašini u opasnim zonama nalazi se u dozvoljenim granicama s obzirom na: cikličnu pojavu opasnosti, faktor prekoračenja koncentracija prašine i vreme eksponiranja radnika.

Postojeće organizaciono-tehničke mere zaštite usaglašene su sa primjenom tehnologijom i obezbeđuju potrebnu sigurnost.

#### SUMMARY

#### **Working Environment Dustiness in the Process of Coal Drying**

D. Golubović, min. eng. — N. Mihalđić, min. eng. — V. Vučetić, min. eng.\*)

By measurements of the defined dangerous zone due to exceeding allowed dust concentrations in coal drying process it is possible to find out the most efficient organisational and technical measures aimed at mine protection in imperiled working environments.

---

\*Dipl. ing. Dragoslav Golubović — dipl. ing. Nenad Mihalđić — dipl. ing. Vukota Vučetić, saradnici Zavoda za ventilaciju i tehnički zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

# Tačnost merenja koncentracije lebdećih prašina u radnoj okolini

Dipl. ing. Dušan Stajević — dipl. ing. Branislav Šreder

Ako želimo da efikasno zaštитimo ljude od štetnog dejstva lebdeće prašine, na radnim mestima prvo se mora obezbediti što je moguće više podataka o prašini u vazduhu, te u tu svrhu vazduh uzorkovati, prašinu izmeriti i analizirati.

Za pravilnu ocenu štetnosti prašine izdvojene u radnom prostoru potrebno je obezbediti tačna merenja koncentracije prašine. Tačnost ovih merenja sagledava se kroz što manju razliku koncentracije i veličine čestica u početnom aerosolu i uzetoj probi.

## Uvod

Postizanje zadovoljavajuće tačnosti merenja koncentracije prašine često je povezano sa nizom teškoća koje su uslovljene osobenostima polidisperznog sistema vazduha i prašine. Izdvojena prašina koja sa vazduhom čini veoma komplikovani aerodisperzni sistem poseduje znatan broj različitih fizičkih karakteristika, kao što su razlike u disperznom sastavu i obliku čestica u zavisnosti od materijala koji se dezintegriše kao i načina izdvajanja. Zatim veće ili manje sklonosti ka kvašenju, sposobnosti koagulacije, električnih i optičkih svojstava, podležu termofoziji i sklonosti ka oksidaciji itd.

U tom poludisperznom sistemu koji čini vazduh kao gasovita i prašina kao čvrsta faza, deluju i spoljne tzv. mehaničke i dinamičke sile. Ove sile se manifestuju kroz izdvajanje čestica prašine iz aerodisperznog sistema: Braunovo kretanje kome podležu inercione sile izdvojene prašine, turbulentno kretanje i sila uzajamnog udara čestica prašine.

Ovakav kompleks uticajnih faktora nesumnjivo deluje vrlo značajno na nestabilnost koncentracije prašine, a takođe deluje nepovoljno i na tačnost merenja.

Osobenosti oblaka prašine formiranog u radnoj sredini, neposredno oko izvora prašine, sastoje se u tome što se izmerena veličina

konzentracije prašine ne pojavljuje kao jedan sasvim određen broj, već se menja u svakom trenutku merenja. Sistem prašine i vazduha u zavisnosti od mesta i vremena se često naziva stanje prašine.

Smatra se da najveće teškoće pri merenju koncentracionalnih karakteristika predstavlja stalna promena dinamike sistema prašine i vazduha.

Instrumenti kojima se vrši merenje takođe greše. Ako se jednim istim instrumentom meri koncentracija prašine, dobijeni merni rezultati opterećeni su greškama koje moraju učestvovati u prikazu krajnjih rezultata.

## Greške merenja

Fizičke veličine dobijene kroz rezultate merenja, treba uporediti sa drugim veličinama koje su takođe izmerene i sigurno je da pri brojnim merenjima dolazi do pojave neslaganja rezultata. Ova razlika, između ostalog, kod završnih rezultata dolazi i zbog greške pri merenju.

Greškom pri merenju nazivamo razliku ( $X-a$ ) među rezultatima merenja » $X$ « i istinitog značenja » $a$ « izmerene veličine. Greška pri merenju obično je neizvesna, kao što je neizvesno i značenje izmerene veličine.

Sve greške koje se javljaju tokom merenja i obrade rezultata možemo podeliti na: grube, sistematske i slučajne greške.

Grube greške ne mogu se isključiti matematičkom obradom rezultata, već samo ponovljenim merenjima.

Matematičkom obradom rezultata sistemske greške se smanjuju i odstranjuju.

Slučajne greške, posle eliminisanja sistematskih grešaka, možemo posmatrati kao sumarni efekat dejstva različitih faktora koji se ne mogu eliminisati kroz merenja i dobijene merne rezultate. Slučajne greške pomoću metoda teorije verovatnoće možemo uočiti i uticati na ocenu istinitog rezultata, što nam pruža mogućnost da ukupnu grešku smanjimo.

U ovom članku razmotrene su samo sistemske greške koje se javljaju pri merenju i obradi rezultata o koncentraciji prašine.

**Greške koje opterećuju merne rezultate kod gravimetrijskog merenja i način na koji se smanjuju**

$$m_N = \pm \sqrt{\left(\frac{dN}{d\Delta G}\right)^2 \cdot m^2 \Delta G + \left(\frac{dN}{dq}\right)^2 \cdot m^2 q + \left(\frac{dN}{dt}\right)^2 \cdot m^2 t}$$

Pri određivanju sumarne greške merenja i obrade rezultata treba da poznajemo međusobnu zavisnost parametara koji utiču na rezultat. Za izračunavanje greške koja opterećuje merne rezultate koristimo funkciju opštег vida:

$$Z = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

gde je:

$x_1, x_2, \dots, x_n$  nezavisno promenljive veličine;

Kvadrat srednje greške funkcije:

$$m^2_z = \left( \frac{dF}{dx_1} m_1 \right)^2 + \left( \frac{dF}{dx_2} m_2 \right)^2 + \dots + \left( \frac{dF}{dx_n} m_n \right)^2$$

$$m^2_z = \sum_{i=1}^n \left( \frac{dF}{dx_i} m_i \right)^2$$

ili

$$m_z = \sqrt{\left( \frac{dF}{dx_1} m_1 \right)^2 + \left( \frac{dF}{dx_2} m_2 \right)^2 + \dots + \left( \frac{dF}{dx_n} m_n \right)^2}$$

$$m_z = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{dF}{dx_i} m_i \right)^2}$$

Koncentracija prašine kod gravimetrijskog merenja dobija se preko funkcije opštег oblika:

$$N = \frac{1000 \Delta G}{q \cdot t} \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

gde je:

$\Delta G$  — odvaga, tj. količina prašine koja je ostala na filteru pri prosišavanju zapršenog vazduha (mg). Odvaga se određuje merenjem filtra pre i posle uzorkovanja na analitičkoj vagi.

$q$  — količina vazduha prosisanog kroz filter (l)

$t$  — vreme uzimanja probe

$N$  — izmerena koncentracija prašine u vazduhu ( $\text{mg/m}^3$ ).

Ako sa  $m \Delta G$   $m_q$  i  $m_t$  označimo absolutno značenje greške za veličine koje se nalaze u obrascu za konstatovanu koncentraciju, tada se opšta greška veličine  $N$ , kao greška funkcije, predstavlja sledećim izrazom:

$$\frac{dN}{d\Delta G} = \frac{1000}{qt};$$

$$\frac{dN}{dq} = -\frac{1000 \Delta G}{q^2 t}$$

$$\frac{dN}{dt} = -\frac{1000 \Delta G}{q t^2}$$

Ako ove veličine zamениmo u prethodnom izrazu, dobijamo novi izraz za određivanje absolutne greške  $m_N$ , u zavisnosti od grešaka veličina  $\Delta G$ ,  $q$  i  $t$ .

$$m_N = \pm \frac{1000}{q t} \sqrt{m^2 \Delta G + \Delta G \left( \frac{m^2 q}{q^2} + \frac{m^2 t}{t^2} \right)}$$

ili relativnu grešku u procentima:

$$m_N \% = \pm \frac{100}{\Delta G} \sqrt{m^2 \Delta G + \Delta G^2 \left( \frac{m^2 q}{q^2} + \frac{m^2 t}{t^2} \right)}$$

Kako izraz u zagradi predstavlja ukupnu grešku za količinu propisanog vazduha kroz filter, i ako sa  $m^2 q$  označimo absolutno značenje te greške, prethodni izraz može da se napiše kao:

$$m_N = \mp \frac{100}{\Delta G} V m^2 \Delta G + \Delta G^2 m^2 Q$$

Ovaj izraz za ukupnu relativnu grešku veličine N učakuje da uvećanje tačnosti određivanja koncentracije (u vazduhu radne sredine), gravimetrijskom metodom nije samo u povećanju određenog značenja polaznih veličina već i u obezbeđenju određenog značenja veličine  $\Delta G$ , tj. odvage.

Za rešenje pitanja minimalne veličine odvage, koja obezbeđuje potrebnu tačnost određivane veličine N i istovremeno daje minimalno potrebno vreme uzorkovanja, neophodno je znati srednju grešku merenja veličina  $\Delta G$  i Q koje se mogu obezrediti priborima koji se upotrebljavaju.

Potrebna tačnost određivanja veličine N zavisi od svrhe merenja, odnosno potrebe za rezultatom.

Tako, za naučna ispitivanja, veličina N se određuje sa većom tačnošću od rutinskih ispitivanja koja daju samo opštu ocenu.

Smatra se da greška u predelu od  $\mp 10\%$  do  $\mp 20\%$  zadovoljava naučne i praktične svrhe merenja. U tom slučaju pri zaprašenososti od  $2,0 \text{ mg/m}^3$ , greška je  $\mp 0,2$  i  $\mp 0,4 \text{ mg/m}^3$ .

Srednja greška jednog merenja filtra na analitičkim vagama određuje se iz većeg broja dvostrukih merenja zaprašenih filtera po obrascu:

$$K = \mp \sqrt{\frac{[d-d]}{2n}}$$

gde je:

K — srednja greška jednog merenja  
d — razlika dvostrukih merenja odvage  
n — broj dvostrukih merenja.

Na ovaj način ustanovljene greške su jenake  $\mp 0,09 \pm 0,01 \text{ mg}$ . Kako se odvaga prahine na filteru određuje iz razlike dvostrukih merenja filtera, pre i posle uzorkovanja, to je i greška određivanja odvage jednaka:

$$m_{\Delta G} = \mp K \sqrt{2} = 0,09 \sqrt{2} = \mp 0,13 \text{ mg}$$

Pri uzorkovanju zaprašenog vazduha najčešće se koriste instrumenti koji usisavaju od 20 do 50 l/min vazduha, a koji rade na principu ejekcije ili pak nekog drugog vida aspiracije.

Za ove količine vazduha, koje se prosavljaju kroz filter na principu ejekcije, ustanovljena su maksimalna odstupanja od  $\mp 5 \text{ l}$  na meraču protoka, dok srednja odstupanja za vreme uzimanja proba su  $\mp 2,5 \text{ l}$ .

Relativna greška za prosečno odstupanje od  $2,5 \text{ l}$  i količinu od 20 l/min je:

$$m_Q = \mp \frac{mq}{q} = \mp 0,125$$

Za usisanu količinu vazduha 50 l/min relativna greška  $m_q = -0,05$ .

Određivanje minimalne razlike merenja filtra pre i posle uzorkovanja (odvage) zavisi od željene tačnosti određivanja koncentracije prahine i dobija se iz obrasca:

$$\Delta G = \frac{100 m \Delta G}{\sqrt{m^2 N - 100^2 m_Q^2}}$$

Za ukupnu relativnu grešku  $m_N = 15\%$ , greška merenja odvage  $m_{\Delta G} = \mp 0,2 \text{ mg}$  i greška merenja količine usisanog vazduha  $m_Q = \mp 0,1$ , potrebno je uzeti uzorak sa minimalnom težinom od  $\Delta G_{\min} = 1,8 \text{ mg}$  za  $m_N = 20\%$   $\Delta G = 1,14 \text{ mg}$ .

Uzorci prahine na filteru sa manjom odvagom ne obezbeđuju potrebnu tačnost merenja koncentracije prahine. Tako, na primer, pri odvazi 1,0 mg mesto 1,8 mg greška  $m_N$  jednaka je 22% mesto 15%, a pri odvazi 0,5 mg veličina ukupne relativne greške iznosi 40—45%.

Tablica 1

$q = 20 \text{ l/min}$		
$M_N = 15\%$		$M_N = 20\%$
$N'$ $\text{mg/m}^3$	$t_{\min}$ (min)	$t_{\min}$ (min)
1,0	90	57
2,0	45	28
3,0	30	19
4,0	22	14
5,0	18	11
6,0	15	9
7,0	13	8
8,0	11	7
9,0	10	6
10,0	9	6
11,0	8	5
12,0	7	5
15,0	6	4
20,0	4	3
30,0	3	2

Minimalna veličina uzorka prahine obezbeđuje se preko minimalnog potrebnog vremena trajanja uzorkovanja. Ovo vreme dobija se iz obrasca:

$$t_{\min} = \frac{1000 \Delta G_{\min}}{q \cdot N'}$$

gde je:

$\Delta G_{\min}$  — minimalna težina odvage (mg)  
 $q$  — količina vazduha koji se usisava l/min  
 $N'$  — koncentracija prašine ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

U tablici 1 prikazane su vrednosti za minimalno potrebno vreme uzorkovanja u zavisnosti od pretpostavljene koncentracije  $N'$ .

Minimalna težina uzorka prašine kod kontinualnog uzorkovača »Casella« tip 113A, bez obzira na dužinu vremena uzorkovanja, treba da se odredi iz obrasca:

$$\Delta G = \frac{100 m_{\Delta G}}{\sqrt{m_{N'} - 100^2 m_Q}}$$

$$m_{\Delta G} = \pm 0,2 \text{ mg}$$

Instrument usisava 2,5 l vazduha u minuti. Greška koja se toleriše iznosi za  $60 \text{ l} \pm 1 \text{ lit}$ . pa je  $m_Q = \pm 0,04$ .

Za željenu tačnost od  $m_N = 15\%$ .

Minimalno potrebna težina odvage treba da je

$$\Delta G = 1,38 \text{ mg}$$

**Greške koje opterećuju merne rezultate kod konimetrijskog merenja i način na koji se smanjuju**

Greške koje se javljaju kod merenja koncentracije prašine konimetrom, mogu se podeliti na:

- a) sistematske greške
- b) greške izdvojenog rasejavanja koje se dele na:
  - greške prouzrokovane uticajem preparacije
  - greške prouzrokovane od spoljnih uticaja i
  - greške kod obrade preparata.

Ukupni stepen dejstva konimetra se reducira kod podesno oblikovane mlaznice, normalne gustine oblaganja preparata prašine i pravilne preparacije odbojne ploče pre svega na funkciju ekvivalentnog prečnika čestica.

Funkcijski sposoban konimetar izdvaja kvantitativno čestice prašine veličine zrna od 0,5 do 10mm kada ispunjava sledeće uslove:

- da se koncentracija prašine nalazi između 50—5000  $\text{č}/\text{cm}^3$

— da propusnost bude u granicama  $\leq 2\%$  od maksimalne količine propusta vazduha kroz mlaznicu

— da vreme pokreta klipa u zahvatanom temperaturnom području iznosi 15 m/sek  $\pm 50\%$ .

Sistematska greška instrumenta može se zanemariti s obzirom da konimetar kod sačasnog stanja tehnike predstavlja apsolutni tehnički optimum. Konimetar služi za apsolutno merenje sadržine prašine u dimenzijama i broju čestica po jedinici zapremine, i to za deliće koji pripadaju području kvantitativnog izdvajanja.

Sistematske greške kod obrade preparata dele se na:

- a) lične sistematske greške
- b) rasejavanje kod prebrojavanja kod istog posmatranja
- c) rasejavanje kod prebrojavanja kod različitih posmatranja.

Uticaj odbojne ploče zauzima pri tome neko polutansko stanovište.

Uticaj svih veličina vezanih za preparaciju pridodaje se greškama koje su uslovjene radom instrumenta.

Greške kod merenja mogu se svoditi na objektivne i subjektivne uzroke.

Kao objektivni uzroci mogu se smatrati:

1. trajanje trenutka mernog postupka
2. neznatnost zapremine vazduha koja je potrebna za merenje
3. zavisnost brzine usisavanja od stanja opruge kod klipa
4. tolerance odstojanja ušća mlaznice (dizne) od odbojne ploče
5. veličina štetne zapremine (mrvi prostor)
6. nepropusnost konimeta
7. varijacije u debljini sloja lepila
8. nečistoće u lepivu (vezivo za prašinu)
9. moguće prisustvo vodene pare, maglice ulja i dima
10. mogućnost cepanja grubih delića zbog mehaničkog opterećenja
11. prekrivanje manjih delića većim delićima i agregacija
12. promena razmera povećanja kod projektovanja
13. zakrivljenost polja slike, odnosno nedovoljna oštRNA dubine

14. različita osvetljivost polja slike
15. različito centriranje kružne pege prašine
16. položaj sektora za brojanje
17. parametri vazduha (brzina i vлага) na mjestu merenja
18. ostali uticaji.

U subjektivne uzroke mogu se nabrojati:

1. različita oština vida posmatrača — rukovaoca instrumentom
2. fino podešavanje i tačno forsiranje — pege od prašine.

#### Ocena mernih netačnosti

Područje pouzdanosti za očekivanu vrednost koncentracije prašine je slučajni interval. Njegova širina je merilo tačnosti podataka o koncentraciji prašine a mogućnost pogreške, merilo sigurnosti podatka o koncentraciji prašine.

Kod unapred date mogućnosti pouzdane  $1-\alpha$  i određenog obima slučajnih proba i tačnost ocenjivanja koncentracije prašina će biti pod uticajem rasejavanja. Rasejavanje koje susrećemo sadrži rasejavanje  $W_0^2$  koje dolazi od apsolutnog varijacionog rasejavanja i rasejavanja  $W_i$  koje je zasnovano na greškama pri merenju i obradi podataka.

Mogućnost vrednosti greške pri merenju i obradi podataka u zavisnosti je od obima mernih serija.

Tablica 2

Obim mernih serija	Moguće greške pri merenju i obradi $M_i$ merne serije
3	15,6
5	12,1
10	8,5
50	3,8
% 100	2,7

Konimetrijski rezultat merenja prašina je pod uticajem greške merenja i obrade uzorka.

Greška uslovljena od instrumenta  $M_i$  se ocenjuje kroz  $W_i$  i iznosi  $m_i \leq 20\%$ .

Greška koja nastaje osciliranjem zbog debljine lepljivog sloja iznosi  $m_e \leq 10\%$ .

Zanemarljivo su male greške od spoljnjih uticaja kod brzine vetrene struje  $< 3 \text{ m/sec}$ .

Greška koja nastaje izbrojavanjem nekog preparata od istog posmatrača postigne kod potpunog izbrojavanja celokupne prašine pege vrednosti  $m_4 \leq 3\%$ , a kod delimičnog izbrojavanja prema sektornoj metodi  $m_4 \leq 8\%$ .

Greška koja nastaje kod izbrojavanja istih preparata od različitih posmatrača ocenjuje se na  $m_5 \leq 13\%$ .

Polazeći od gornjih odnosa

$$M_i = \sqrt{\frac{5}{\sum_{i=1}^5 m_i^2}}$$

gde je:

$M_i$  = ukupna greška merenja i obrade preparamata

$m_i$  =  $i$ -TA greška merenja ili obrade ( $i = 1, 2 \dots 5$ ).

Najveća moguća greška konimetrijskog pojedinačnog merenja kod sektornog iskazivanja ocenjuje se sa

$$M_i = 27\%$$

Merna greška i greška obrade merne serije iznosi:

$$M_i = \frac{M_i}{\sqrt{n}}$$

Sa porastom obima slučajnih proba, smanjuje se uticaj slučajnih mernih grešaka i greške uzorka na rezultate merenja.

Veličina greške zavisi u znatnoj meri od: obima mernih serija, uzimanja uzorka, uslova iskazivanja vrednosti i od fluktuačijske sposobnosti konimetra.

S obzirom na znatne dimenzije slučajnih uticaja, preporučuje se da se pogonska merenja izvode sa  $n = 5$  uzorka tako da greška merne serije iznosi:

$$M_i = \frac{27}{\sqrt{5}} ; M_i = 12\%$$

što je zadovoljavajuće s obzirom na svrhu merenja.

Potrebno je da se krajnji rezultat zaokružuje i to:

Za koncentracije $\text{č/cm}^3$	Na vrednosti merenja sa konačnim brojevima
100—1000 1000	5,0 5—10 50

#### Zaključak

Jedan od osnovnih ciljeva svakog merenja je težnja za dobijanjem što tačnijeg rezultata.

Merni rezultati opterećeni su greškama sa kojim se mora računati pri iskazivanju krajnjih vrednosti.

Pri gravimetrijskom uzorkovanju greške, odnosno netačnosti, koje se javljaju, posledica su upotrebe pojedinih instrumenata za

merenje koncentracije prašine. Ove greške mogu se u suštini definisati preko veličina relativne ukupne greške MN %.

Kod konimetrijskog uzorkovanja greške koje se javljaju mogu se sagledati preko veličine  $M_i$  — ukupne greške merenja i obrade preparata.

#### SUMMARY

#### Accuracy of Working Environment Suspended Dust Concentration Measurement

D. Stajević, min. eng.\*)

One of the basic objectives of any measurement is to obtain a result of highest possible accuracy.

Measurement results are burdened by errors unavoidable when presenting final values.

With gravimetric sampling the errors, i. e. inaccuracies, are due to the use of individual instruments for dust concentration measurement. Essentially, the errors may be defined by the magnitudes of the relative total error MN %.

With conimetric sampling, the occurring errors may be observed by the magnitude  $M_i$  — total error of measurement and specimen processing.

#### Literatura

Međunarodni biro rada, 1967: Tehnika uzorkovanja, ispitivanja i analiza prašine u rudnicima — Ženeva.

Nedin, V. V.—Heikov, 1967: Savremena metoda ispitivanja prašine, Moskva.

Ducke, G.: Izražajna moć i tačnost rezultata merenja prašine sa konimetrom.

Elazan, S.: Matematička statistika.

Međunarodni biro rada, 1965: Vodič u sprečavanju i suzbijanju prašine u rudarstvu, tunelogradnji i kamenolomima — Ženeva,

\*) Dipl. ing. Dušan Stajević — dipl. ing. Branislav Šreder, saradnici Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

# Otklanjanje opasnosti od vazdušnih udara kod eksplotacije žičnih magnezita

(sa 5 slika)

Mr ing. Mihailo Lasica

*U članku se obrađuje problematika sprečavanja udarnih talasa vazduha u otkopanim jamskim prostorijama kod otkopavanja žičnih magnezita, povezano sa izborom i primenom postojećih metoda otkopavanja.*

## Uvod

Proizvodnja magnezitne rude iz tzv. žičnih magnezita dosta je složena iako se do tog zaključka ne bi došlo na bazi podataka o ukupnoj proizvodnji. Naime, i pored velikog broja magnezitskih žičnih pojava, ukupne rudne rezerve su relativno male. Žične pojave magnezita rasprostiru se na veoma velikom području, pa to uslovjava, prilikom eksplotacije, veliki broj rudnika, odnosno jama sa manjom proizvodnjom.

Uz ostale montan-geološke uslove, ovo problematiku eksplotacije žičnih magnezita čini složenijom.

Analogno ovoj problematici, pojavljuje se i specifična problematika sprovodenja mera higijensko-tehničke zaštite prilikom eksplotacije žičnih magnezita.

Preduzimanje mera higijensko-tehničke zaštite često je povezano sa izborom i primenom odgovarajuće metode otkopavanja.

Već kod izbora metode otkopavanja i izrade glavnih projekata, posebna pažnja posvećuje se sprovodenju mera zaštite u praksi.

Međutim, u svim projektima i u primeni pojedinih metoda otkopavanja, zaboravljena je opasnost od udara vazdušnih talasa u određenim uslovima, koji se često mogu stvoriti u praksi. O ovim i sličnim opasnostima prilikom eksplotacije žičnih magnezita biće govora u ovom radu.

## Uslovi pri kojima se mogu pojaviti udari vazduha i mehaničko rušenje

### a) Udari vazdušnog talasa

Opasnost od udara vazdušnih talasa stvara se povezano sa izborom i primenom otkopne metode. U stvari, do stvaranja i delovanja udara vazdušnog talasa dolazi, kada prilikom podzemne eksplozije ostanu prazne prostorije većih dimenzija, a u prvom redu visine.

U pojedinim radnim sredinama u određenom momentu, može doći do odvajanja većih količina stenske mase u prazan prostor, sabijajući vazduh, koji kroz stešnjene otvore oborene mase stena prodire i na taj način stvara udare znatne snage, sasvim dovoljne da unesreći zaposlene radnike.

Prilikom eksplotacije žičnih magnezita mogu često biti stvorenii takvi uslovi. Radi potpunijeg pregleda, razmotrićemo najčešće primenjivane metode otkopavanja:

- krovno dobijanje sa zasipavanjem otkopanih prostorija,
- magazinska metoda otkopavanja,
- podetažna metoda otvorenih otkopa.

Kod primene svih ovih metoda mogu se stvoriti takvi uslovi, gde može doći do udara vazdušnog talasa.

Na slici 1. a, b, c, prikazani su slobodni prostori posle otkopavanja primenom pojedinih metoda.

Slika 1a predstavlja fazu korišćenja strog zasipnog materijala iz viših horizonata, kod primene metode otkopavanja »krovno dobijanje sa zasipavanjem otkopanih prostorija».

Nâ slići 1b prikazan je slobodan prostor kod primene magazinske metode otkopavanja posle pražnjenja magazina. Visina horizonta se kreće do 60 m, a u slučaju uklanjanja horizontalne zaštitne ploče visina praznog prostora dostiže i do 100 m.

Slična je situacija i sa podetažnom metodom otkopavanja, koja je prikazana na slići 1c.

Prema literaturnim podacima nije redak slučaj obrušavanja stenske mase u slobodan prostor prilikom podzemne eksploatacije. Poznati su slučajevi obrušavanja u Leningorskom polimetaličnom rudniku 1966. godine, u Rudniku »Rio Blanco« u Čileu 1971. godine. Pritisak vazduha je bio takve snage da je predmete težine do 100 kg odbacivao do 60 m udaljenosti. Brzina kretanja vazdušnog talasa u pojedinim jamskim prostorijama na udaljenosti do 150 m iznosila je 30—40 m/sekundi.

Ovi podaci nam ukazuju na svu ozbiljnost sa kojom se mora prići izučavanju ove problematike pri eksploataciji žičnih magnezita, pri kojoj se kao što smo videli, mogu stvoriti uslovi za veliki slobodan prostor i obrušavanje.

### b) Mehanički udari

Osim pritiska vazduha, obrušavanje stenske mase ili magnezitne rude sa velike visine može izazvati znatna oštećenja mehaničke prirode.

Ovo se odnosi pre svega na sipke za pražnjenje i horizontalnu zaštitnu ploču, na koju se obrušena masa obara.

Ukoliko obrušena masa pada direktno na zaštitnu ploču, i ukoliko ista nije dovoljne jačine da udar izdrži, mogu biti ugroženi ljudi i oprema ispod zaštitne ploče.

### Obezbeđenje ljudi i opreme

Sprečiti mogućnost delovanja udara vazdušnih talasa kod primene navedenih metoda otkopavanja pri eksploraciji žičnih magnezita, radi obezbeđenja zaposlenih radnika i opreme, postavlja se kao veoma važan zadatak.

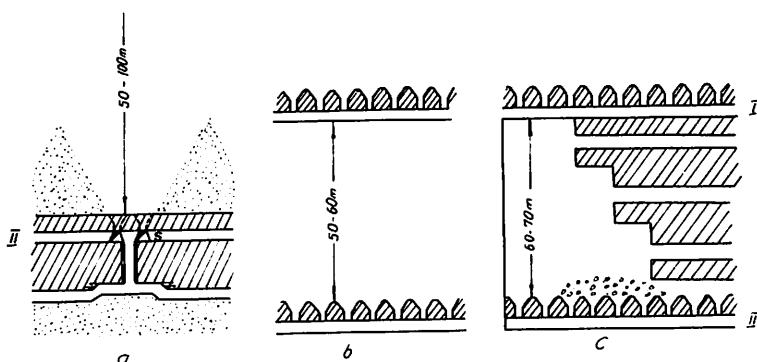
To se može postići obezbeđenjem tzv. zaštitnog jastuka jalovine iznad horizontalne zaštitne ploče.

Minimalna visina zaštitnog jastuka u uslovima žičnih magnezita je 5—6 metara, kako je to prikazano na slići 2a, b.

Ova visina se uzima za rudne žice moćnosti do 5,0 m, u zavisnosti i od visine slobodnog prostora.

U slučaju primene metode »krovnog dobijanja sa zasipavanjem otkopanih prostorija«, nema teškoća oko obezbeđenja zaštitnog jastuka.

Spuštanje zasipnog materijala preko sipki »S« ne izvrši se do kraja, već se ostavi za-

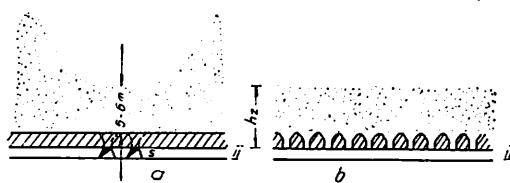


Sl. 1 a, b, c — Slobodni prostori posle otkopavanja primenom pojedinih metoda.

Fig. 1 a, b, c — Espaces libres après l'exploitation par application de méthodes particulières

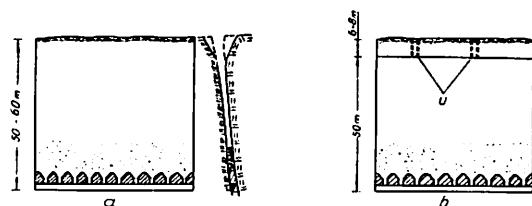
Legenda:

- |  |                   |
|--|-------------------|
|  | Magnesitna ruda   |
|  | Zasipni materijal |
|  | Odmirirano rudo   |



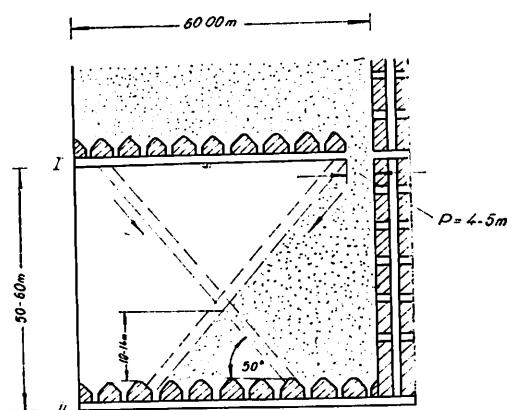
Sl. 2 a, b — Spuštanje zasipnog materijala preko sipki sa ostavljanjem zaštitnog jastuka 5—6 m.

Fig. 2 a, b — Descente du matériaux de remblayage par les cheminées en laissant un tampon de protection de 5 à 6 m.



Sl. 3 a, b — Slučaj kada Mg žica izlazi na površinu i kada žica završava ispod površine.

Fig. 3 a, b — Cas de sartie de la veine Mg à la surface et quand la veine met fin sous la surface.



Sl. 4 — Spuštanje jalovine iz I horizonta na zaštitni jastuk II horizonta.

Fig. 4 — Descente de steriles du 1er horizon sur le tampon de protection du II horizon

štitni jastuk u visini 5—6 m, kako je to prikazano na slici 2a.

U slučaju primene magazinske i podetažne metode otkopavanja, postoje odredene teškoće za obezbeđenje zaštitnog jastuka.

Obezbeđenje zaštitnog jastuka jalovine mora biti izvedeno dodatnim radovima. Za to postoji nekoliko mogućnosti:

— ukoliko su bokovi otkopa sastavljeni od nešto mekšeg i labilnijeg serpentina, postoji mogućnost da se iz bokova, ubrzo posle pražnjenja rude, odvoji izvesna količina materijala, koja bi činila zaštitni jastuk.

— Prilikom otkopavanja i pražnjenja najvišeg horizonta treba da se iz površinskog dela miniraju znatnije količine serpentina i spuste u prazan prostor, odnosno na prvu horizontalnu zaštitnu ploču.

Ovakva mogućnost postoji, pošto najveći broj izdanaka magnezitskih žica izlazi na površinu ili je pak ispod površine na nekoliko metara. Na slici 3a, b prikazana su oba slučaja.

Na slici 3a prikazan je slučaj kada magnezitna žica izdankom izlazi na površinu, a na slici 3b kada rudna žica završava nekoliko metara ispod površine.

Zapunjavanje slobodnog prostora na najvišem (prvom) horizontu, odmah posle pražnjenja neophodno je i radi obezbeđenja površine, što je Zakonom o rudarstvu regulisano.

Na taj način iznad prve horizontalne ploče slobodan prostor je praktično ispunjen jalovinom skoro do površine.

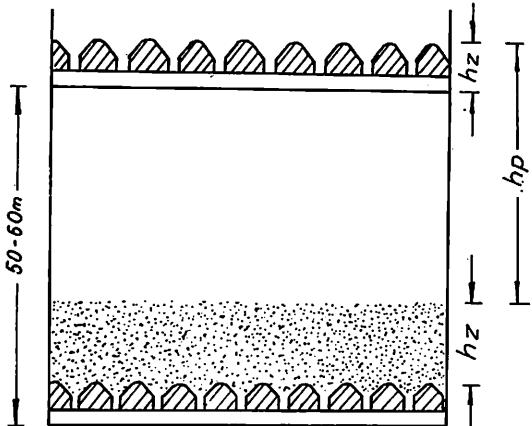
To nam stvara mogućnost da se za niži (drugi) horizont obezbedi jalovi materijal za zaštitni jastuk.

Na slici 4 prikazano je spuštanje jalovine iz I horizonta za zaštitni jastuk II horizonta.

Pri završnoj fazi otkopavanja, odnosno neposredno pre početka pražnjenja magazina u zaštitnoj ploči (do vertikalnog stuba), izbuše se minske bušotine u dužini ploče 4—5 metara. Mine se pripreme, s tim što se patronе eksploziva osiguraju od vlage i povežu za električno paljenje. Paljenje mina vrši se posle pražnjenja magazina.

Na taj način se na obe strane magazinskog prostora naprave otvor i veza sa jalovinom iznad zaštitne ploče i ista spušta na nižu zaštitnu ploču kao zaštitni jastuk.

Kretanje jalovog materijala na kraju biće približno pod uglom  $50^\circ$  sa jedne i druge strane. Veličina otvora »P« prikazanog na slici 4



Sl. 5 — Šematski prikaz uzetih visina za obračun.

Fig. 5 — Apercu schématique d'hauteurs prises pour le calcul.

zavisi pre svega od dužine magazinskog ot-kopa i od potrebne količine materijala za za-štitni jastuk.

#### Visina zaštitnog jastuka

Problematikom zaštite od udara vazduš-nog talasa naročito se dosta radilo u SSSR-u i drugim zemljama, gde su u primeni metode otkopavanja, kod kojih dolazi do stvaranja većih praznih prostora pod zemljom.

Iz tih razloga je i došlo do potrebe obez-beđenja zaštitnog jastuka jalovine.

Za obezbeđenje materijala za formiranje zaštitnog jastuka najvažnije je utvrditi visinu zaštitnog jastuka.

Postoje dosta složene formule za izraču-navanje visine zaštitnog jastuka  $h_z$ .

Prema V.R. Imenitovu, ova visina se može odrediti prema formuli:

$$h_z = k \cdot 0,74 \cdot 10^8 \cdot h_p^{1,25} \cdot h_r^{0,02} \left( \frac{S_r}{S_b} \right)^8 \quad (1)$$

gde je:

$k$  = koeficijent koji uzima u obzir stepen izolovanosti praznog prostora od površine ili radova viših horizo-nata,

$h_p$  = visina pada stenske mase,

$h_r$  = moćnost sloja stena, koje se obru-šavaju,

$S_r$  = maksimalno moguća površina izne-nadnog obrušavanja bloka u  $m^2$ ,

$S_b$  = površina bloka  $m^2$ .

Kod približne visine » $h_p$ « do 100 metara, prema istom autoru, visina  $h_z$  može se pri-bližno odrediti prema pojednostavljenom ob-rascu:

$$h_z = k \cdot h_p \quad (2)$$

gde je:

$k$  = koeficijent proporcionalnosti debljine zaštitnog jastuka visine pada obruša-vajućih stena.

Koeficijent » $K$ « kreće se u granicama 0,06—2,8, u zavisnosti od srednjeg dijametra komada stena u metrima.

Na slici 5 prikazane su pojedine visine uzete u obračunu.

Na bazi ovih obrazaca i dimenzija, koje najčešće dolaze u praksi prilikom otkopava-nja žičnih magnezita po navedenim metoda-ma otkopavanja, odnosno za visinu jednog horizonta 50—60 m, visina » $h_z$ « iznosi pri-bližno:

$$h_z = k \cdot h_p = 0,10 (45—55) m = 4,5—5,5 m.$$

U slučajevima spajanja praznog prostora dva horizonta veličina » $h_z$ « je znatno veća. U tom slučaju može se prema datim obrascima izračunati. Radi sigurnosti, međutim, ne treba dozvoliti da se prazni prostori dvaju horizonta sami spoje po visini i bez zaštitnog jastuka jalovine. Prazni prostori u jami moraju se zapunjavati pod kontrolom, a spa-janje praznih prostora, kako je već navedeno.

#### Zaključak

U dosadašnjem izboru i primeni metoda otkopavanja kod eksploracije žičnih magne-zita nije se dovoljno imao u vidu problem opasnosti od udara talasa vazduha.

Praksa, međutim, pokazuje da se često mogu stvoriti uslovi za mogućnost stvaranja u-dara vazduha. U ovom radu je ukazano na najznačajnija mesta, gde su mogućnosti stva-ranja udara najverovatnije.

Osim toga, za te slučajeve data su i po-jedina rešenja obezbeđenja.

Imajući sve to u vidu, problematika zaštite od mogućih udara vazduha u jamskim prostorijama, ovim se ne iscrpljuje, niti se to kroz ovaj rad ževelo.

Naprotiv, ovim radom se ževelo, pre svega, da se skrene pažnja na ovu problematiku i obrade najvažniji elementi iz iste.

#### RÉSUMÉ

#### **Elimination du danger se rapportant aux andes de choc aériennes, lors d'exploitation de la magnésite filonienne**

Ing. dipl. M. Lasic\*)

On fait dans l'article une analyse plus détaillée de conditions sous lesquelles lors d'exploitation de magnésites filonniennes peut survenir l'éboulement de masse de roches ainsi que la création des ondes aériennes de choc.

L'étude est liée au choix et à l'application de méthodes d'abbattage dans l'exploitation de magnésites filonniennes.

En particulier sont étudiées les mesures de sécurité et d'empêchement de la création des conditions convenables à l'action de chocs des ondes aériennes.

#### Literatura

1. Imenitov, V. R. — Popov, V. V.: 1973: *Opredelenie parametrov predohranitel'noj poduški nad vypusknnimi vyrabotkami*. — Gornyy žurnal 10.
2. Arhiva Rudarsko-geološke službe »Magnohrom«: »Studija i projekti o izboru i primeni otkopnih metoda za otkopavanje žičnih magnezita«.
3. Lasic, M. 1972: Mogućnosti primene metoda za masovnije otkopavanje kod podzemne eksploatacije magnezitnih ležišta. — Vatrostalni materijali br. 1.
4. Bibin, F.F. 1968: Novaja shema vyemki etaža pri razrabotke tonkih krutopadajuščih žil sistemoj s magazinirovaniem rudy — Gornyy žurnal 9.

\*) Mr ing. Mihailo Lasic, »Magnohrom« — Kraljevo.

## I z p r a k s e

U ovoj rubrici objavljuvaće se iskustva naših rudnika u sprovođenju zaštite na radu i prikazivati praktična rešenja i ostvarenja kojima se otklanjaju posebne opasnosti, unapreduje zaštitu 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

## Svojstva „Light Water FC-200”

Porijeklo	sintetičko pjenilo
Izgled	žućkasta tekućina
Specifična težina	1,033 kp/dm <sup>3</sup>
Tačka stišnjavanja	— 4°C
Ledište	— 9°C
Viskoznost	7 cSt-1,56°E/25°C
Toksičnost	beznačajna
Tekućina za mješanje	slatka i slana voda
Mješanje sa vodom	94:6
Broj opjenjenja	1:7 — 11
Raspadanje pjene — filma	oko 400°C

### Uporedno gašenje raznim pjenilima

Na vatrogasnoj vježbi u Ivanić-Gradu, održanoj 25. X 1973, demonstrirano je gašenje zapaljene nafte raznim pjenilima. Tom prilikom je kod nas prvi put upotrebljen i „Light Water”. Svrha vježbe je bila upravo da se kroz pokuse utvrde svojstva gašenja „Light Water”-a u odnosu na druga pjenila, posebno prema proteinskom pjenilu, jer mu je namjena istovjetna. Radi uporedbe gašeno je i sa suhim prahom.

Demonstracija je obavljena u gašenju zapaljene nafte, na otvorenim zemljanim bazenima pravokutnog oblika dimenzije  $10 \times 5$  m, odnosno  $50 \text{ m}^2$ . U svakom bazenu nalazilo se po  $5 \text{ m}^3$  nafte tipa Kloštar. Sva tri bazena nalazila su se jedan pored drugog.

U sva tri slučaja upotrebljena je međumešalica Minimax Z-2, kapaciteta protoka vode  $200 \text{ l/min}$  i odgovarajuće Minimax mlaznice L-2 za proteinsku tešku pjenu i „Light Water”, odnosno LM-2-75 za sintetičku srednjetešku pjenu.

Na ovoj demonstraciji gašenja podjednako je bilo moguće gasiti sa sva tri pjenila, a dobiveni rezultati su samo u brzini, odnosno trajanju akcije gašenja i količini utrošenog sredstva za gašenje.

Najduže, i to 288 sekundi, se gasilo proteinskim pjenilom, znatno kraće sintetičkom srednjom pjenom — 94 sekunde, a zaista brzo, za svega 31 sekundu pogasio se „Light Water”-om.

U navedenoj tablici izneseni su podrobniјi podaci o rezultatima gašenja navedenim pjenilima.

Tablica 1

### Rezultati gašenja

Redni broj	Vrst. sredstva za gašenje	Proteinsko	Pjenilo	Sintetičko	Light Water
		TUROGEN U-30	KLOŠTAR	KLOŠTAR	KLOŠTAR
1	Gorivo	nafta	Kloštar	nafta	Kloštar
2	Površina	5 m <sup>3</sup>	50	5 m <sup>3</sup>	50
3	Razgaranje sek	300	211	366	
4	Gašenje sek	288	94	31	
5	Potrošena voda lit	960	313	103	
6	Procenat pjenila	5%	3%	5%	
7	Količina pjene m <sup>3</sup>	5,76	23,50	0,62	
8	Potrošeno pjenila lit.	58	10	6,2	
9	Mješavine na m <sup>2</sup> lit.	19	6	2	
10	Mlaznica minimax	L-2	LM-2-75	L-2	

### Gašenje sa visine kroz vruće plinove

Za gašenje pjenom „Light Water” 9. XI 1973. u Strušcu priređen je simulirani spremnik promjera cca 20 m, površine cca  $310 \text{ m}^2$ , sa kosturom od šipki visine 9 metara, koji je vizuelno dočaravao veliki spremnik.

Suprotno taktici gašenja proteinskom pjenom, koja se mora bacati stalno na isto mjesto, pjenom „Light Water” gasi se tako, što se postepenim pomicanjem mlaza nabacuje po površini tekućine koja gori, da bi tankim slojem (filmom) brzo prekrila cijelu površinu. Zahvaljujući svojoj velikoj otpornosti na toplinu, njegova pjena praktično neoštećena stiže kroz vruće plinove do površine zapaljene tekućine.

Nakon što je nafta zapaljena i gorjela 220 sekundi, započeto je gašenje proteinskom pjenom preko vatrogasnog topa Rosenbauer RMA-16 kapaciteta  $1600 \text{ l/min}$  i mješanja pjenila 5%. Pjena je bacana iznad spremnika na visinu 12 — 15 m, a onda je kroz vruće plinove padala na površinu zapaljene nafte. Pošto se nakon 70 sekundi nije uočio nikakav uspjeh, prešlo se na gašenje pjenom „Light Water”. Čim je pjena „Light Water” dospjela na goruću površinu, odmah je započelo gašenje. Pomicanjem mlaza po gorivoj površini, vatra je postepeno nestajala. Poslije 119 sekundi bacanja pjene „Light Water”, vatra je potpuno ugašena. Na slikama 1 — 4 je tok ovog gašenja.

Napomena: Isti bazen gašen je suhim prahom i to aparatom S-250, tvornice PASTOR-Zagreb. Utrošeno je oko 120 kg praha, a vatra je uz prethodno razgorjevanje 180 sekundi pogašena za 52 sekunde.

Ovom demonstracijom očigledno je dokazano da je „Light Water“-om moguće ugasiti požar nafta u spremniku kada zataji stabilni uređaj za gašenje i u slučaju kada je nivo nafta koja gori duboko u spremniku.

Tablica 2

Rezultati gašenja

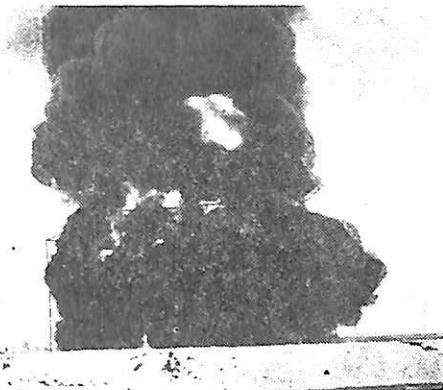
Redni broj	Vrsta sredstva za gašenje	Proteinsko pjenilo TUTOGEN U-30	Light Water pjenilo FG-200 Stružec
1	Gorivo	25 m <sup>3</sup>	25 m <sup>3</sup>
2	Površina m <sup>2</sup>	cca 310	cca 310
3	Razgaranje sek	220	290
4	Gašenje sek	70 bez efekta	119
5	Potrošeno vode lit.	1850	3100
6	Potrošnja pjenila lit.	90	150
7	Procenat pjenila	5%	5%
8	Bacač Rosenbauer	RMA-16	RMA-16
9	Pritisak na mlaznici	6 atp	6 atp
10	Mješavine na m <sup>2</sup> lit.	—	10

Eksperiment gašenja odozdo

U cilju utvrđivanja dalnjih odlika „Light Water“-a, izvršena su dva eksperimenta — demonstracije, i to u Ivanić-Gradu 25. X 1973. i u Strušcu 9. XI 1973., kao provjera njegovog svojstva da sam ispliva na goruću površinu, ako se utisne pri dnu, odnosno ispod površine zapaljene tekućine (nafta), te tako pogasi vatru.

Za prvi eksperiment priređen je metalni bazen površine 5 m<sup>2</sup> (dužine 3, širine 1,7 i visine 1,8 m), koji je bio napunjen naftom do na 30 cm od gornjeg ruba. Pri dnu spremnika namještена je metalna cijev na kojoj se sa vanjske strane nalazila štorc spojka, na koju je priključena tlačna vatrogasna cijev Ø 52 mm. Kroz ove cijevi mogla se utisnuti mješavina vode i „Light Water“-a. Za miješanje je upotrebljena mediumješalica Minimax Z-2, kapaciteta protoka vode 200 l/min i mješanja pjenila 5%.

Nakon što je nafta zapaljena i gorjela 120 sekundi, otpočelo se utiskivati mješavinu vode i „Light Water“-a pomoću pumpnog aggregata. Već nakon desetak sekundi, vatra se nagnulo smanjila i odmah zatim bila je i pogашena, jer je mješavina kroz sloj nafta debljine preko 1 metar isplivala na površinu zapaljene nafta i tako pogasila vatru.



Sl. 1 — U simuliranom spremniku promjera cca 20 metara kojeg je površina bila cca 310 kvadratnih metara, a visina plasti (šipki) 9 metara, zapaljeno je 25 kubičnih metara nafta tipa Stružec. Vatra se odmah rasplamsala i gusti dim dizao se u vis preko 30 metara.

Abb. 1 — In dem simulierten Behälter Durchmesser cca 20 m, dessen Oberfläche cca 310 m<sup>2</sup>, Mantelhöhe (der Stäbe) 9 m betrug, wurde 25 m<sup>3</sup> Erdöl Type Stružec angezündet. Das Feuer flammt gleich auf und dicker Qualm erhob sich in die Höhe über 30 m.



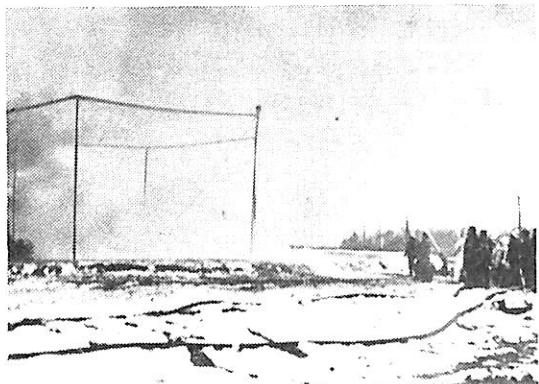
Sl. 2 — Početak uspješnog gašenja pjenom Light Wateria. Topom bačeni mlaz pjene iznad »spremnika« probija se kroz vruće plinove na površinu zapaljene nafta i odmah gasi vatu.

Abb. 2 — Anfang des erfolgreichen Löschens mit dem Light Water Schaumstoff. Mit der Kanone hinausgeworferner Schaumstoffstrahl über dem „Behälter“ dringt durch heiße Gase auf der Oberfläche des entzündeten Erdöls durch und löscht gleich den Brand.



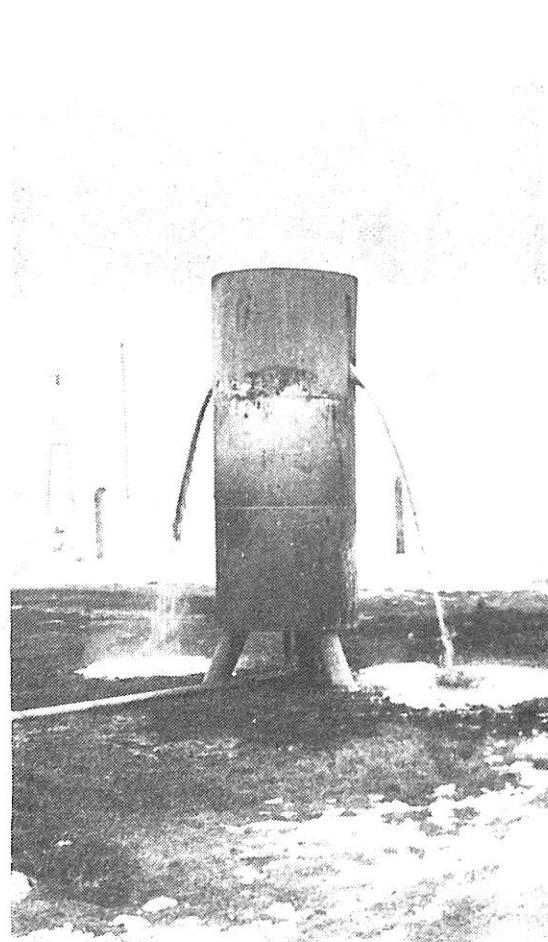
Sl. 3 — Vjetar je djelomično raspršio mlaz pjene Light Watera, ali to ne utječe na tok gašenja, jer ona stiže na površinu i stvara sloj koji gasi.

Abb. 3 — Der Wind hat teilweise den Light Water — Schaumstoffstrahl auseinandergetrieben, das beeinflusst den Brandlöschverlauf nicht, weil der Schaumstoff bis zur Oberfläche vordringt und bildet eine brandlöschende Schicht.



Sl. 4 — Za svega 119 sekunda Light Waterom je pogашena cijela površina od 310 kvadratnih metara u »spremniku«.

Abb. — Binnen 119 Sekunden wurde mit Light Water die ganze Oberfläche von 310 m<sup>2</sup> im »Behälter« gelöscht.



Sl. 5 — U donji dio valjkastog spremnika, u kojem je gorjela nafta, utisnuta je pjena Light Watera. Nakon desetak sekundi pjena je kroz sloj nafte oko 1 m izbila na površinu i ugasila vatu.

Abb. 5 — In den unteren Teil des runden Behälters, in dem das Erdöl brannte, wurde der Light Water-Schaumstoff eingedrückt. Nach etwa 10 sek drang der Schaumstoff durch die etwa 1 m starke Erdölschicht auf die Oberfläche durch und löschte den Brand aus.

Za drugi eksperiment upotrebljen je spremnik valjkastog oblika, površine cca 0,5 m<sup>2</sup> (promjera 0,8 m, visine 1,8 m). Na visini od 1,5 m izrezana su dva proreza za prolaz zraka, da bi nafta bolje gorjela. Pri dnu spremnika namještена je metalna cijev sa štorc spojkom  $\varnothing$  52 mm, preko koje se utiskivala pjena. Na unutrašnjoj strani u spremniku iznad cijevi postavljena je pločica sa ciljem da utisnutu pjenu „Light Water“-a usmjeri ustranu i tako joj oteža isplivavanje na površinu. U spremniku se nalazio sloj nafta tipa Stružec, debljine oko 1 m. Za dobivanje pjene korištena je Minimax međumješalica Z-2, kapaciteta protoka vode 200 l/min i mješanja pjenila 5%, te mlaznica L-2 kapaciteta 1,2 m<sup>3</sup>/m pjene.

Nakon što je nafta zapaljena i gorjela 45 sekundi, pristupilo se gašenju. Već poslije desetak sekundi, pjena je pogasila vatu i odmah zatim počela je izlaziti na prorezima spremnika, što je vidljivo i na slici 5.

Ovim eksperimentima dokazana je tvrdnja proizvodača, da mješavina, odnosno pjena „Light Water“-a može ugasiti požar gorive tekućine ako se utisne i ispod površine zapaljene tekućine.

#### „Light Water“ u vatrogasnoj praksi

Na osnovi do sada primljenih materijala o „Light Water“-u i prvih stečenih naših iskustava u gašenju usa njom, kao i utvrđenih ograničenih svojstava proteinske pjene u gašenju gorivih tekućina, posebno ugljikovodiča, odnosno nafte, prirodno se nameće razmatranje dosadašnje isključive primjene proteinske pjene za gašenje na velikim spremnicima, osobito onih preko 24 m promjera.

Za gašenje „Light Water“-om naročito je prikladan FSSS sistem uređaja za gašenje spremnika, kojim se pjena ubacuje po cijeloj površini tekućine koja gori. Ali, isto tako uspješno se mogu koristiti svi postojeći uređaji za proteinsku pjenu. Što se tiče pokretne vatrogasne opreme, moguće je koristiti svu postojeću standardnu opremu. U novije vrijeme proizvode se bacači sa mogućnošću primješavanja pjenila od 1 — 6%, tako da ih se može upotrijebiti za sve vrste današnjih pjenila (npr. Minimax tip LW-2000 kojeg dobavlja Rudar-Zagreb).

Potrebno je osvrnuti se i na cijenu „Light Water“-a u odnosu na proteinsko pjenilo, odnosno kod nas najpoznatije pjenilo pod komercijalnim imenom Tutogen. Istina je, da je „Light Water“ za nešto preko šest puta skup-

lji od Tutogena, ali bi cijenu trebalo uzimati u obzir samo onda, kada proteinsko pjenilo može sigurno zadovoljiti. Osim toga, mora se odmah napomenuti da je za gašenje „Light Water“-om potrebna samo jedna trećina vode i pjenila u odnosu na proteinsko pjenilo, pa u vezi sa time su za toliko i manji troškovi za izgradnju bazena-spremnika za vodu i pje-

nilo, a također i za pumpe manjeg kapaciteta.

Današnji propisi o vatrogasnim uređajima na spremnicima za uskladištenje gorivih tekućina uopće ne tretiraju primjenu „Light Water“-a kao sredstva za gašenje, pa bi stoga trebalo u najskorije vrijeme donijeti i odgovarajući propis.

### ZUSAMMENFASSUNG Erste Erfahrungen gesammelt bei den Übungen mit Light Water

Dipl. Phys. Chem. B. Koludrović\*)

Es wird über die Nachprüfungsergebnisse über die Protein und synthetische Schaumstoffe — Light Water — in Industriebetrieb beim Löschen von brennbaren Flüssigkeiten, berichtet. Es wurde festgestellt, dass für die Lösung von Light-Water-Speicher FSSS-System für Einspritzung des Schaumstoffs über die ganze brennende Flüssigkeit entspricht, dass aber auch eine andere Ausrüstung wirkungsvoll verwendet wird. Es werden Baukosten für Wasser und Schaumspeicher sowie für die erforderlichen Pumpen geringerer Leistung angegeben.

---

\*) Dipl. fiz. hem. Ratimir Koludrović, INA — Zagreb.

## B i b l i o g r a f i j a

- Kuznecov, A.N. i Lajgna, K.Ju.: **Rešenje graničnog problema jamske aerologije** (Rešenie odnoj krajevoj zadači rudničnoj aerologiji) »Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopayemyh«, (1973) 2, str. 111—113, (rus.)
- Živoronkov, Ju.M., Tarasov, B.G. i dr.: **O analitičkom rešenju posebnog slučaja jednacne turbulentne difuzije** (Ob analitičeskom rešenii častnogog slučaja uravnenija turbulentnoj diffuzii) »Sb. naučn. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1973) 57, str. 7—12, (rus.)
- Žavoronkov, Ju.M.: **O matematičkom modelu vretenja jamskog hodnika** (O matematičeskoj modeli provetrvanja gornoj vyrabotki) »Sb. naučn. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1973) 57, str. 3—6, (rus.)
- Conteanu, Z.: **Matematička metoda rešavanja ventilacionih problema za složene šeme** (Pasii de depresiume, principiul minimului si aplicarea lor la resolvarea sistemelor complexe de aeraj) »Rev. minelor«, 24 (1973) 1, str. 40—43, (rum.)
- Sulkowski, J.: **Proračun vazdušne struje i pritiska u ventilacionoj mreži po metodi prisajednjavanja čvorova** (Calkul de la repartition du courant d'air et des pressions dans le circuit d'aerage) »Arch. gorn.«, 18 (1973) 1, str. 19—25, (franc.)
- Afanasev, V.P., Kisil', Us, V.N.: **Izbor ekonomskog režima rada ventilatora glavnog provetrvanja uz pomoć elektronskog računara** (Vybor ekonomičnogo režima raboty ventilatora glavnogo provetrvanja s pomočju ECVM) »Ugol' Ukrayny«, (1973) 5, str. 32—33, (rus.)
- Marinovskij, E.S. i Antonov, E.I.: **Potisna ventilaciona postrojenja za ventilaciju podzemnih rudnika** (Nagnetatel'nye ventiljatory ustanovki dlja provetrvanja šaht) »Ugol' Ukrayny«, (1973) 5, str. 46—47, (rus.)
- Kokorin, P.I. i Kogon, V.R.: **O ocenjivanju stabilnosti provetrvanja otkopnih radilišta u rudnicima uglja** (K voprosu ob ocenke ustojčivosti provetrvanja očistnyh zaborov ugol'nyh šaht) »Sb. naučn. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1973) 57, str. 69—75, (rus.)
- Starikov, M.A.: **Lokalno reverziranje i skraćivanje ventilacionih struja kod požara u sabirnim hodnicima jama Zapadnog Donbasa** (Mestnoe reversirovanie i zakorachivanie ventilacionnyh struj pri požarah na sbornyh štrekah šaht Zapadnogo Donbassa) »Ugol' Ukrayny«, (1973) 5, str. 47—49, (rus.)
- Aladar, R.: **Problemi u oblasti automatizacije provetrvanja jama** (Feladatok a banyaszellőzetes automatizalasa területen) »Banyasz. es kohasz. lapok. Banyasz.«, 106 (1973) 4, str. 254—258, (magd.)
- Swift, R.A.: **Moderna rudnička ventilacija** (Moderne Gruben-bewetterung) »Glückauf«, 109 (1973) 1, str. 43—46, (nem.)
- Patrušev, M.A. i Karnauh, N.V.: **Stabilnost provetrvanja rudnika uglja** (Ustojčivost' provetrvaniya ugol'nyh šaht) »Nedra«, 1973, 187 str., il., (knjiga na rus.)
- Aerodinamika gaza i provetrvanje rudnika uglja** (Aerogazodinamika i provetrvanje ugol'nyh šaht) (Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti, 19), Kemerovo, 1973, 203 str., il., (knjiga na rus.)
- Miletić, A.F., Loginov, V.P. i dr.: **Izbor optimalnog otpora ventilacionih uređaja u Nikopoljskim rudnicima mangana** (Vybor optimal'nogo soprotivlenija ventilacionnyh sooruzenij nikopol'skih margancevyh šaht) »Metallurg. i gornorudn. prom-sti. Naučno-tehn. i proizv. sb.«, (1973) 3, str. 82—84, (rus.)
- Tihumin, S.A., Riše, A.O. i Baron, A.I.: **Ispitivanje sredstava za kontrolu dodavanja i pritiska u ventilacionim uređajima za glavno provetrvanje** (Issledovanie sredstv kontrolja podači i napora ventilacionnyh ustanovok glavnog provetrvanja) »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1973) 2, str. 99—102, (rus.)
- Okonevskij, A.F., Umnov, A.E. i dr.: **Skraćenje vremena provetrvanja jama posle masovnih miniranja** (Sokrašenje vremeni provetrvanja šaht posle massovyh vzryvov) »Bezopasn. truda v prom-sti«, (1973) 7, str. 47—48, (rus.)
- Nedbalek, B.: **Slobodne struje kod separatnog provetrvanja rudnika** (Zatopené prudy při separačním větrání v dolech) »Rudy«, 21 (1973) 1, str. 1—7, (češ.)
- Zelvanskij, A.Š. i Kaufman, L.L.: **Naćin rekonstrukcije niza vretenih prostorija u aktivnim jamama** (Sposoby rekonstrukcii cepi ventilacionnyh vyrabotok dejstvujuščih šaht) »Ugol' Ukrayny«, 17 (1973) 3, str. 45—47, (rus.)
- Čomakov, P., Pončev, L. i dr.: **Proučevanje provetrvanja površinskog otkopa »Kremikovci« i razrada mera za normalizovanje atmosferskih uslova** (Izsledovane provetrvjaneto za normalizirane na atmosfernite uslovija) »Sb. tr. N.-i. i projektn. in-t rudodobiv. i obogat. Rudodob.« 11 (1973) 11, str. 67—90, (bulg.)
- Filatov, S.S.: **O obrazovanju racionalnih režima ekspluatacije ventilatora na površinskim otkopima** (K obosnovaniju racional'nyh režimov ekspluatacji kar'ernyh ventiljatorov) »U sb. »Glubokie kar'ery«, Kiev, »Nauk. dumka«, 1973, str. 229—233, (rus.)

**Filatov, S.S.: O sredstvima i režimima veštačkog provetrvanja površinskih otkopa** (O sredstvih i režimah iskustvennogo provetrvivanja kar'ev) »Gornj ž.,«, (1973) 6, str. 22—26, (rus.)

**Filatov, S.S., Konorev, M.M. i dr.: Ventilator — ovlaživač vazduha za površinske otkope tipa NK-12KV** (Kar'ernyj ventiljator — orositel' NK-12KV) »Gornj ž.,«, (1973) 5, str. 13—17, (rus.)

**Bitkолов, N.Z.: Prilog teoriji veštačkog vetrovna dubokih površinskih otkopa** (K teorii iskusstvennogo provetrvivanija dubokih kar'ev) U sb. »Glubokie kar'ery«, Kiev, »Nauk. dumka«, 1973, str. 234—243, (rus.)

**Korogodskij, Š.A., Baloblok, A.N. i Ecin, B.F.: O modeliranju konvergentnog postupka provetrvanja površinskih otkopa** (O modelirovanju konvergentnog sposoba provetrvanja kar'ev) »Tr. N.-i. i proektn. in-t gazoočistn. ororuž., tehn. bezopasn. i ohrany truda v prom-sti stroit. materialov«, 1973, vyp. 5, str. 61—64, (rus.)

**Ivanov, I. I.: Karakteristike geotermičkog režima na površinskim otkopima** (Osobennosti geotermičeskogo režima v kar'era) U sb. »Glubokie kar'ery«, Kiev, »Nauk. dumka«, 1973, str. 243—252, (rus.)

**Rešenje problema prašine na površinskim otkopima pomoću sistema za orosavanje** (Spray system solves dust problems at Arundel quarries) »Pit and Quarry«, 65 (1973) 8, str. 82—84, (engl.)

**Ventilacija i borba sa prašinom u rudarskim i flotacionim postrojenjima za proizvodnju obojenih metala. Deo I** (Ventilacija i borba s pyl'ju na gornoobogatitel'nyh predpriyatijah cvetnoj metallurgii. Č. I) (Tr. Centr. n.-i. i proektn.-konstruk. in-ta profilak. pnevmokoniozov i tehn. bezopasnosti, vyp. 7), Sverdlovsk, 1972, 150 str., (knjiga na rus.)

**Meščerjakov, A. A.: Kontrola izdijavanja gasova iz otkopanog prostora pri stubnom sistemu otkopavanja** (Upravlenie gazovydeleniem iz vyrabotannogo prostranstva pri stolbovoj sisteme razrabotki) »Ugol«, (1973) 2, str. 59—61, (rus.)

**Kasimov, O. I., Balinskij, B.V. i Iščenko, P.P.: Borba sa izdvajanjem gasa iz otkopanog prostora pri stubnom sistemu otkopavanja** (Borba s gazovydeleniem iz vyrabotannogo prostranstva pri stolbovoj sisteme razrabotki) »Ugol' Ukrayny«, (1972) 2, str. 37—39, (rus.)

**Abramov, F.A., Greninger, B.E. i dr.: Metode i sredstva kontrole izdvajanja gasa iz otkopnih zona rudnika u periodu nestacionarnih procesa** (Naučno-tehnička informacija) (Metody i sredstva upravlenija gazovydeleniem na vymočnyh učastkah šaht v period nestacionarnyh processov. Naučno-tehničeskaja informacija) Kiev, »Nauk. dumka«, 1973, 132 str., il., (knjiga na rus.)

**Dudarev, A.N., Nižnikov, G.G. i dr.: Sađaj gasova u rudama, stenama i karakter iz-**

**dvajanja gasova na Urupskom rudniku bakarne rude** (Gazosoderžanie rud, porod i harakter gazovydelenij na Urupskom mednom rudniku) »Tr. Centr. n.-i. i proektn.-konstruk. in-ta profilaktiki pnevmokoniozov i tehn. bezopasn.«, 1972, vyp. 6, str. 57—59, (rus.)

**Košelev, N.M.: Analiza uslova nastajanja endogenih požara na osnovu rezultata električnog modeliranja režima provetrvanja jame** (Analiz uslovij vozniknenija endogenykh požarov po rezul'tatam elektromodelirovaniya režima provetrvanja šahty) »Sb. naučn. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1973) 57, str. 272—281, (rus.)

**Kaplin, V.N.: Teoretska ocena gustine strujanja topote iz zarišta samozagrevanja uglja** (Teoretičeskaja ocenka plotnosti potoka izlučenija očaga samonagrevanja uglja) U sb. »Mehaniz. i avtomatiz. gorn. rabot«, Novočerkask, 1973, str. 61—62, (rus.)

**Rozlovs'kiy, A.I.: Opasnost od požara rezervoara sa sagorljivim tečnostima** (Diskusija (Požaroopasnost' rezervuarov s gorjućimi židkostja mi. V porjadku obsuždenija)

»Bezopasn. truda v prom-sti«, (1973) 5, str. 33—35, (rus.)

**Grekov, S.P.: Proučavanje optimalnih parametara prodiranja CO<sub>2</sub> u požarom zahvaćene delove rudnika koji se izoluju** (Issledovanie optimal'nyh parametrov zapuska uglikislogo gaza v izoliruemye požarnye učestki)

»Fiz.-tehn. probl. razrabotki polezn. iskopаемых«, (1973) 2, str. 92—97, (rus.)

**Jager, C.: Uslovi za nastajanje jamskih požara** (Conditions de naissance des feux de mine) »Pub. techn. Charbonn. Fr. Docum. techn.«, (1972) 3, str. 151—161, (franc.)

**Meerbach, H.: O stanju radova u oblasti sprečavanja i borbe sa eksplozijom metana i prašine u rudnicima uglja SR Nemačke** (Explosionsschutz in Steinkohlenbergwerken. Über den Stand der Verhüttung und Bekämpfung)

»Führungskraft«, 38 (1973) 5, str. 14—18, (nem.)

**Borba sa ugljenom prašinom u jamama** (Lutte technique contre les poussières dans les mines) »Rev. Inst. hyg. mines«, 27 (1973) 3, str. 123—124, (franc.)

**Hvatač prašine novog tipa** (Mine dust collector of novel design)

»Mining J.«, 280 (1973) 7184, str. 341 — 348, (engl.)

**Uređaj za raspršivanje inertne prašine** (Stone dusting unit)

»Mining Mag.«, 128 (1973) 2, str. 129, (engl.)

**Bykov, A.M., Prozorov, A.N. i dr.: Sprečavanje eksplozija ugljene prašine u rudnicima sa temperaturom vazduha ispod nule** (Predupreždenie vzryvov ugol'noj pyl'i v šahtah s otricatel'noj temperaturoy vozduha)

»Kolyma«, (1973) 2, str. 21—22, (rus.)

**Cybuls'ki, W.B.: Ispitivanje uslova rasprostiranja eksplozije ugljene prašine** (Investigation

into the nature of propagation of explosion of coal dust)  
»Bull. Acad. pol. sci. Sér. sci. techn.«, 21 (1973) 1, str. 33—36, (engl.)

**Kolektor za prašinu firme Atlas Copco** (Atlas Copco dust collector)  
»Colliery Guard.«, 221 (1973) 3, str. 88, (engl.)

**S t a h a n o v , A.N. i G u b a š e v , Š.Š.: Eksperimentalno-industrijska ispitivanja sredstva za kvašenje DB pri bušenju** (Opytno-proizvodstvennye ispytaniya smachivatelja DB pri burenii)  
»Tr. In-ta gorn. dela AN Kaz SSR«, 52 (1973), str. 58—61, (rus.)

**Kolektor za prašinu doprinosi sigurnosti** (Dust collector aids safety)  
»Mining J.«, 280 (1973) 7172, str. 92, (engl.)

**H a r i o n o v s k i , A.A. i Z e l e n k i n , V.A.: Novi postupak obaranja prašine vazdušno-mehaničkom penom** (Novy sposob podavlenija pyli vozdušno-mehaničeskoj penoj)  
»Ugol'«, (1973) 1, str. 57—60, (rus.)

**H i l t z , R.H. i F r i e l , J.V.: Korišćenje jako ekspanzivne pene za kontrolu fino dispergovane prašine** (Using high expansion foam to control respirable dust)  
»Mining Congr. J.«, 59 (1973) 5, str. 54—60, (engl.)

**R o b o c k , K.: Naučni aspekti pri oceni prašine na radnim mestima** (Wissenschaftliche Aspekte bei der Bewertung des Staubes am Arbeitsplatz)  
»Glückauf«, 109 (1973) 14, str. 726—732, (nem.)

**B u b i k , F. i V e n g l a t o v a , J.: Projektovanje i proračun razvodne mreže za komprimovani vazduh u rudniku pomoću automatskih računara** (Navrhování a vypočet sítí pro rozvod stlačeného vzduhu v dole pomocí samočítnych počítačů)  
»Uhli«, 20 (1972) 3, str. 97—102, (češ.)

**C ē n i č e n k o , V.K., J u c k e v i č , M.V. i dr.: Jamski agregati za hlađenje vazduha** (Šahtnye agregatirovannye vozduhohladiteli)  
»Ugol' Ukrayny«, (1973) 7, str. 39—40, (rus.)

**D o l g o v , K.A.: Toplotni proračun i metoda izbora pločastih kalorifera po kriterijumu temperature za zagrevanje jamskog vazduha za ventilaciju** (Teplovoy rasčet i metodika podpora po temperaturnomu kriterijumu parovyh plastinčatyh kaloriferov dlja podogревa rudničnogo ventilacionnogo vozduha)  
»Zap. Lening. gorn. in-ta«, 65 (1973) 1, str. 127—132, (rus.)

**B e s p j a t o v , G.A., K o l m a k o v , V.A. i dr.: Zakonitost promene pritiska metana u ugljenom**

sloju koji se otkopava (Zakonomernost' izmenenija gazovogo davlenija v razrabatyvaemom ugol'nom plaste)  
»Sb. nauč. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1973) 57, str. 111—123, (rus.)

**Z a b u r d j a e v , V.S.: O proračunu efikasnosti degazacije kod novih tehnoloških šema širokočelnog otkopavanja uglja** (K rasčetu effektivnosti degazacii pri novykh tehnologičeskikh shemah očistnoj vyemki uglja)  
»Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo«, 1973, vyp. 105, str. 80—89, (rus.)

**S o k o l o v , V. M.: O zonama degazacije pri izradi hodnika na različite načine** (O zonah degazacii pri prohodke različnymi sposobami)  
»Sb. nauč. tr. Kuzbas. politehn. i-t«, (1973) 57, str. 152—161, (rus.)

**B u s c h e , H.: Problem degazacije pri povećanju otkopavanja na otkopnim radilištima** (Probleme der Ausgasung bei steingenden Fördermengen im Abbau)  
»Glückauf«, 109 (1973) 3, str. 205—207, (nem.)

**Š e j k o , A.V. i S o h a c k i j , V.P.: Nova šema degazacije za rudnike Zapadnog Donbasa** (Novašema degazacii dlja šaht Zapadnogo Donbassa)  
U sb. »Vopr. razvitiya ugol'n. prom-sti Zap. Donbassa«, Kiev. »Tekhnika«, 1973, str. 83—86, (rus.)

**T u r n e r , C.W. i M a l l e n , J.J.: Radovi na degazaciji i korišćenje metana iz rudnika Manton** (Methane drainage and utilization at Manton colliery)  
»Mining Eng.«, (1973) 149, str. 225—232, (engl.)

**A j r u n i , A.T. i G u t i n , E.M.: O metodici ekonomiske ocene procesa degazacije slojeva uglja** (O metodike ekonomičeskoj ocenki processa degazacii ugol'nyh plastov)  
»Bezopasn. truda v prom-sti«, (1973) 2, str. 32—33, (rus.)

**F e l ' d m a n , L.P., L a p k o , V.V. i dr.: Razrada konstrukcije digitalnog regulatora za kontrolu sadržaja metana u reviru** (Razrabotka cifrovog reguljatora učastka po gazovom faktoru)  
U sb. »Bezopasnaja ekspluatacija elektromeh. oborud. v šahtah«, Vyp. 4, Makeevka-Donbass, 1972, str. 70—76, (rus.)

**M e l ' č a k o v a , L.V., T o p o r , N.D. i dr.: Eksperimentalno određivanje specifične topote minerala** (Eksperimental'noe opredelenie teploemkostej mineralov)  
U sb. »Novye metody issled. mineralov i gorn. porod«, M., Mosk. un-t, 1973, str. 65—67, (rus.)

## **UPUTSTVO ZA PRIPREMU ČLANAKA ZA ŠTAMPU**

Shodno odluci Redakcionog odbora članak treba da bude iz oblasti primenjene nauke i savremenih dostignuća u rудarstvu.

Članak treba da bude kratak i jezgrovit, po mogućnosti do 16 stranica, kucanih s proredom (1 autorski tabak).

Svaki autor nosi punu odgovornost za originalnost članka. Članak koji je već bio objavljen (u celini ili izvodu) Redakcija neće primiti. Ukoliko autor iznosi rezultate rada neke institucije, obavezan je da pribavi njenu saglasnost za objavljivanje članka.

Strane nazive i imena autor treba da piše izvorno. Ukoliko tekst sadrži grčka slova (u formulama), autor treba da ih ponovi na margini i napiše njihov naziv (α — alfa). U tekstu, tablicama i crtežima treba izbegavati skraćenice.

Neobično je važno da se literatura dostavi potpuna, tj. prezime i ime autora, god. izdanja, naslov članka ili knjige u originalu (ukoliko se radi o članku treba napisati i naslov časopisa u kome je članak objavljen — u originalu), stranu na kojoj počinje članak, tom knjige ili časopisa i mesto izdanja. Literatura treba da bude sređena abecednim redom.

Članak na kraju treba da sadrži kratak rezime na srpskohrvatskom ili jednom od četiri strana jezika (engleskom, nemačkom, francuskom ili ruskom), već prema želji autora. Ako autor smatra da ne može sam dati dobar prevod, Redakcija će prevesti srpskohrvatski tekst, a honorar za prevod odbiti od autorskog honorara.

Članak treba predati u dva primerka (original + kopija). Ako je članak neuredan, sa dosta ispravki, Redakcija će izvršiti prepisivanje a troškove snosi autor. Rukopis treba da ima marginu od 3 cm.

Autor je dužan da članak potpiše i dostavi tačnu adresu i broj žiro računa.

Priprema crteža. — Crteži i fotografije treba da se dostave u prilogu članka, nenalepljeni na kucane stranice. Dovoljno je da autor u tekstu označi mesto crteža. Crteži se rade tušem, na pausu ili finoj hartiji, po mogućnosti uveličani tako da se posle smanjenja (što daje oštirinu slići) mogu ukloputi u format  $15 \times 20,5$  cm, odnosno  $7 \times n$  cm ( $n$  može da se kreće od 1 do 20,5 cm) Svaki crtež mora imati redni broj i objašnjenje.

Objašnjenje autor treba da dà posebno, a ne na samom crtežu, jer se objašnjenja štampaju i prevode na jezik, na kome je dat i rezime članka.

Ukoliko crteži nisu dobro tehnički pripremljeni za štampu, Redakcija će ih vratiti autoru na ispravku ili, po njegovoj želji, dati da se ponovo izrade. Troškove u tom slučaju snosi autor.

Svaki članak podleže stručnoj recenziji. Posle izvršene stručne recenzije i eventualnih ispravki autora, Redakcioni odbor odlučuje u kom broju časopisa će članak biti objavljen. Redakcija će o tom obavestiti autora.

Pre štampanja časopisa svaki autor dobija na uvid poslednju reviziju, koju je, zbog kontinuiranog posla u štampariji, obavezan da hitno pregleda i vrati Redakciji.

Autor dobija besplatno 20 separata svog članka.

Svaki članak treba da sadrži i moto — dve do tri rečenice koje će izneti problematiku članka.

**Redakcija**

# Časopis „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince	10,00 ND
za ustanove i preduzeća	400,00 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, kama

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

- za naučne i stručne članke od 500,00 do 800,00 ND
- za prikaze iz prakse  
(iskustva u sprovođenju  
zaštite na radu) od 350,00 do 500,00 ND
- za prikaze savetovanja,  
kongresa do 350,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 80,00 do 150,00 ND po prvom tabaku

Oглашавајте се у нашем часопису!

Cena oglasa je 1.500,00 ND 1/1 strana strana

1.200,00 ND 1/2 strane strane

Redakcija časopisa

## N A R U D Ž B E N I C A

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se preplaćujemo na časopise za 1974. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja preplata	400,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja preplata	400,00

U k u p n o : 800,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br.  
60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd  
(Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtni

\_\_\_\_\_

Preduzeće — ustanova

Adresa \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

M. P.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## N A R U D Ž B E N I C A

(za individualnu preplatu)

Neopozivo se preplaćujemo na časopise za 1974. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja preplata	100,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja preplata	100,00

U k u p n o : 200,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br.  
60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd  
(Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtni

\_\_\_\_\_

(Ime naručioca)

(adresa)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Overava preduzeće — ustanova

\_\_\_\_\_



# „NAFTA-GAS”

## RADNA ORGANIZACIJA ISTRAŽIVANJA I PROIZVODNJE NAFTE I GASA NOVI SAD

obavlja sledeće delatnosti:

1. Istraživanje na naftu i gas i podzemne vode;
2. Bušenje na naftu i gas i podzemne vode i druga dubinska bušenja;
3. Proizvodnja i transport nafte i gasa i podzemnih voda;
4. Razrada naftnih i gasnih ležišta i ležišta podzemnih voda;
5. Izrada rudarskih projekata, elaborata i studija iz delatnosti istraživanja i proizvodnje nafte i gasa i podzemnih voda;
6. Izrada investiciono-tehničke dokumentacije za izgradnju i rekonstrukciju rudarskih i pratećih objekata, postrojenja za proizvodnju i transport nafte i gasa i podzemnih voda;
7. Vođenje investicionih radova na izgradnji i rekonstrukciji objekata za proizvodnju i transport nafte, gasa i podzemnih voda;
8. Stručni nadzor pri izvođenju radova iz delatnosti istraživanja i proizvodnje nafte i gasa i podzemnih voda;
9. Laboratorijske obrade i analiza iz osnovne delatnosti;
10. Remont i obrada bušotine, elektrokoračna merenja i napucavanja, cementacija i testiranja, dubinska merenja i druge operacije specijalnim uređajima iz delatnosti istraživanja i proizvodnje nafte i gasa i podzemnih voda;
11. Proizvodnja i montaža uređaja, metalnih konstrukcija i instalacija za objekte iz delatnosti Radne organizacije;
12. Popravka i remont postrojenja, uređaja, instalacija, mašina, motora, drumskih motornih i priključnih vozila, traktora, elektromotora i elektrouređaja;
13. Izvođenje građevinskih radova i rekonstrukcija investicionih objekata;
14. Kupovina, prodaja robe i usluga iz predmeta poslovanja i uskladištenja robe i materijala za svoje potrebe i potrebe drugih lica;
15. Prevoz robe i radnika motornim vozilima u drumskom saobraćaju za sopstvene potrebe i potrebe drugih lica;
16. Prevoz robe sredstvima železničkog saobraćaja na svom industrijskom koloseku za svoje potrebe i potrebe drugih lica;
17. Održavanje stambenih zgrada i stanova za potrebe članova Radne zajednice;
18. Pružanje ugostiteljskih usluga i usluga smeštaja za svoje potrebe i potrebe drugih lica i
19. Izrada opeke za sopstvene potrebe.

DELATNOSTI IZ TAČKE 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 i 13 OBAVLJAJU SE ZA POTREBE RADNE ORGANIZACIJE I DRUGIH LICA U ZEMLJI I INOSTRANSTVU.

# Wredyjeborski rudnici żelnicza

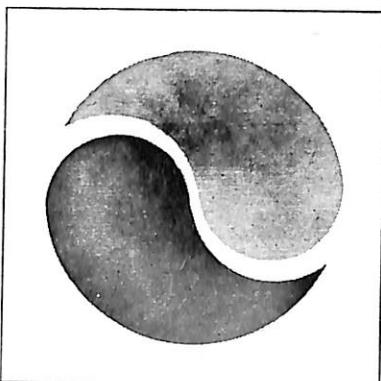


Proizvodi mrki ugalj za proizvodnju električne energije i široku potrošnju.

Dobijanje uglja vrši se na najsavremeniji način primenom hidraulične podgrade i kombajnom.

Rudnik – Kakanj

## *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 gase  
Osnovna prerada nafte i prirodnog gase  
Proizvodnja i prerada petrohemijskih i hemijskih proizvoda  
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

### **U OBLASTI TRANSPORTA:**

Transport nafte i gase i njihovih derivata

### **U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:**

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti  
proizvodnje  
Transporta  
Prerada nafte i gase  
Petrohemijiske  
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 gase, 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 gase 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 ve-  
liko i malo, putem sopstvene prodajne mreže  
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih orga-  
nizacija  
Reeksport nafte: derivata nafte (uvoz iste robe radi izvoza i  
direktan reeksport)

### **U OBLASTI USLUGA:**

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istra-  
živanja, proizvodnje i transporta nafte i gase  
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim radio-  
nicama  
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  
**GODIŠNJAČA COLLIERY GUARDIAN-a**  
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak i  
dopunska obaveštenja обратити се:

The Managing Director,  
COLLIERY GUARDIAN  
John Adam House  
17-19 John Adam Street,  
London W.C. 2.

Годишња претплата — 7.10 Od. (7.5) фунти стерлинга

**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**

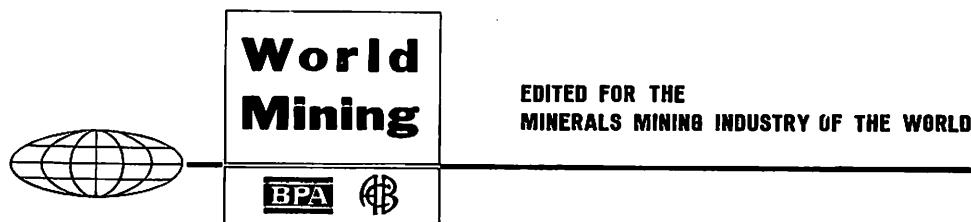
facing the stockpile; facing the depot  
face (f) vers de dépôt; face (f) vers  
le remblai  
kippenseitig  
со стороны отвала

# 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 savlađivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



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.



... 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 Wörterbuchs und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleiben Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturoauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

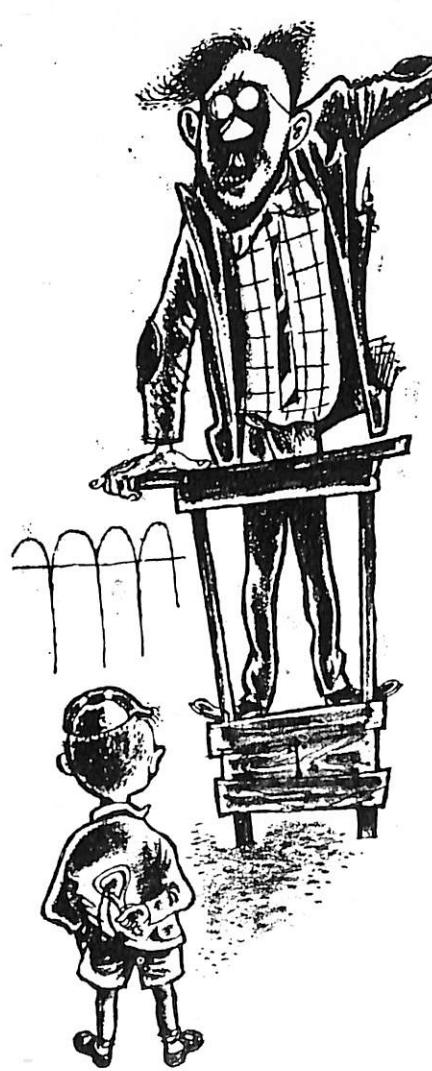
Izbor pojmove je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevodenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

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 obradovanjem.

# ERZMETALL

Dieses Bergbauwörterbuch ist das Ergebnis 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 »Abbaufront, stempelfrei«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fümsprachigen 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 kompletног termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.



# n i j e VRELI VAZDUH

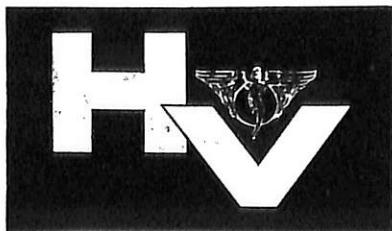
...održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vreli 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 najsvremenija obaveštenja o svakom aspektu ove delatnosti.

Tekuća praksa u svim područjima... fabrikama, poslovnim prostorijama, stanicama, 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. Uveriće se da se to isplatio. 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 inženjeringu, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POŁUINDUSTRIJSKA 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, UVODENJE 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 svetske 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

