

SIGURNOST U RUDNICIMA  
YU ISSN 0350 — 1809



# SIGURNOST U RUDNICIMA

X·1975·3

**SIGURNOST U RUDNICIMA**  
**YU ISSN 0350—1809**

**X GODIŠTE**  
**3. BROJ**  
**1975. GODINA**

# **SIGURNOST U RUDNICIMA**

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

**S A F E T Y I N M I N E S**  
**S É C U R I T É M I N I È R E**  
**Т Е Х Н И К А Б Е З О П А С Н О С Т И**  
**Г О Р Н Ы Х Р А Б О Т**  
**G R U B E N S I C H E R H E I T**

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

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

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

**Stampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad**

**GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK**

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

**ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA**

*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*

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

*KALUĐEROVIĆ dipl. ekon. TOMA, Rudarski institut, 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*

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

<b>DIPL. ING. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ</b>	
Rekonstrukcija jamske ventilacije radi povećanja količine i stabilnosti vazdušnih struja — — — — —	5
Rekonstruktion der Grubenbewetterung zur Erhöhung der Wetterstrommenge und Stabilität — — — — —	13
<b>DIPL. ING. JOVAN PEJČINOVIĆ — DIPL. ING. SLAVKO KISIĆ —</b>	
<b>DIPL. ING. PREDRAG REDŽIĆ — DIPL. ING. MIROSLAV KISIĆ</b>	
Produbljenje izvoznog okna u jami Ajvalija od VI do IX horizonta produženjem slobodne dubine sa rešenjem izvoza oknom u toku produbljenja košen i protivtegom sa povratnim koturom — — — — —	14
Die Abteufung des Förderschachts in der Grube Ajvalija von der VI. bis zur IX Sohle durch Verlängerung der freien Teufe mit der Lösung der Schachtförderung während des Abteufens durch Förderkorb und Gegengewicht mit Umkehrscheibe — — — — —	24
<b>Дипл. инж. БРАНИСЛАВ СИМОНОВСКИ</b>	
Сигурносни мерки во погоните за експлоатација и преработка на украсен камен со посебен осврт на употребата на дигамакú — — — — —	25
Safety Measures in Operations for Decorative Stone Exploitation and Processing with Specific Regard on Crane Utilization — — — — —	31
<b>PROF. DR ING. DIMITRIJE DIMITRIJEVIĆ</b>	
Samozapaljivost ugljene materije povlatnog ugljenog sloja rudnika »Zenica« u funkciji petrološkog sastava — — — — —	32
Auto-allumage des couches des matières houillères de la mine »Zenitza« dans la fonction de composition petrologique — — — — —	35
<b>PROF. DR SLAVKO VUJEC — DIPL. ING. VLADIMIR RENDULIĆ</b>	
Priprema i provođenje simuliranja vjetrove mreže rudnika u svrhu izrade plana odbrane — — — — —	36
Preparation and Implementation of Simulation of the Ventilation Network of a Mine for Safety Plane — — — — —	38
<b>DIPL. ING. VUKOTA VUČETIĆ</b>	
Otkopavanje zaštitnog stuba u podnom sloju u jami Ričica ispod potoka Jarovište — — — — —	39
Sicherheitspfeilerabbau im Liegendflöz in der Grube Ričica unter dem Bach Jarovište — — — — —	45
<b>PROF. DR OLGA MAČEK</b>	
Prevenciju profesionalnog traumatizma obzirom na humani faktor — — — — —	46
Prevention of Professional Traumatism in Regard with Human Factor — — — — —	54
<b>PROF. DR ŽIVKO STOJILJKOVIĆ</b>	
Bučno-vibracioni izvori teških motornih vozila kao stresogeni faktor u objektivnim uslovima vožnje — — — — —	55
The Influence of Noisy-Vibrational Sources on the Stress Appearance on Heavy Motor Vehicles Drivers Under Objective Driving Conditions — — — — —	66
<b>DIPL. ING. IVICA KAVČIĆ</b>	
Raziskave vplivov fizikalnih in kemijskih parametrov na intenziteto izhlapevanja živega srebra — — — — —	68
Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen und chemischen Parameter auf die Intensität der Quecksilberverdampfung — — — — —	77
<b>DIPL. ING. MIRALEM MEHMEDOVIĆ</b>	
Zaštita atmosferskog zraka od zagađenja štetnim česticama izbačenih ventilacionim sistemima — — — — —	78
Atmosphärischer Luftschutz vor Verunreinigung durch Schadstoffe beim Auswurf mittels Bewetterungssysteme — — — — —	84
<b>DIPL. ING. MIHAJLO JOVIĆ</b>	
Tiristorsko upravljanje akumulatorskim lokomotivama u rudnicima — — — — —	85
Thyristore Control of Storage Battery Locomotives in Mines — — — — —	89
<i>Iz prakse</i>	
<b>RATOMIR KOLUDROVIĆ</b>	
Probna gašenja pjenilom Sthamex — — — — —	91
Probefeuflöschchen mit Schaummittel »Sthamex« — — — — —	95
Kongresi i savetovanja — — — — —	96
Nova oprema i nova tehnička dostignuća — — — — —	97
In memoriam — — — — —	98
Bibliografija — — — — —	99
Obaveštenja — — — — —	101

# Rekonstrukcija jamske ventilacije radi povećanja količine i stabilnosti vazdušnih struja

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević

*Radi proučavanja efikasnosti izolacije starog rada u rudniku mrkog uglja D. analizirana je ventilaciona mreža i utvrđeno da je nestabilna. Jama se provjetrava sa vrlo malom depresijom što je zahtjevalo precizniji način snimanja ventilacije. Predložena je rekonstrukcija, kojom bi se stvorili uslovi za trostruko povećanje količine vazduha i postizanje znatno veće stabilnosti. Konstruisane su i nove ventilacione šeme.*

## Uvod

Na rudniku mrkog uglja D. otkopavanje 30 m debelog, srednje nagnutog sloja, vršeno je oko 10 godina širokim čelima položenim poprečno od krovine do podine, sa zarušavanjem uz primjenu umjetnog poda. Radi nepovoljnih ekonomskih efekata i česte pojave jamskih požara, ova metoda je napuštena u 1972. godini i prešlo se na pokusno otkopavanje metodom, kod koje se podsjećanjem 10 m visokog ugljenog bloka izaziva njegovo rušenje i magaziniranje uglja, koji se zatim ispušta kroz »točila« na transportere. Ovom metodom povećani su proizvodnja i učinci i ostvareni dobri ekonomski efekti. Radi tehnološkog gubitka ugljene supstance koji teoretski iznosi 32%, u starom radu ostaje velika količina zdrobljenog uglja, koji predstavlja stalnu opasnost od moguće pojave jamskog požara, tim više što ima visok indeks samozapaljivosti.

Postavljen je zadatak da se analizira stanje u starom radu i kvalitet njegove izolacije, koja se u zadnje vrijeme provodi izradom namuljenih pješćanih čepova u svim likvidiranim vezama.

## Opis jame i provjetravanja

Od tri spoja sa površinom, okno dubine 65 m služi za prevoz radnika i materijala, niskop do dubine — 80 m za izvoz uglja gumenom trakom, a ventilacioni uskop sa kote — 45 m za glavnu izlaznu vazdušnu struju. Dužina jame po pružanju iznosi oko 1200 m, a proizvodnja se kreće oko 1000 t/d.

Provjetravanje je vrlo jednostavno, što se vidi iz količinske šeme (sl. 1). Vazduh ulazi na oba izvozna otvora i paralelnim provodnicima dolazi do otkopnog revira (tačka 10), gdje se djeli na dva ogranka za provjetravanje širokog čela i točila. Nakon spajanja (11) odlazi ventilacionim putevima do uskopa (20—21) na koji je preko vertikalnog usisnog kanala (21—22) spojen centrifugalni ventilator na površini. Od ukupnih 6 m<sup>3</sup>/s, u otkopno polje dolazi 5 m<sup>3</sup>/s, a ostatak se gubi kroz kratke spojeve.

U vjetrenoj mreži nema nijednog prigušivača, pa je u paralelnim granama ulazne struje raspodjela vazduha prirodna. U slijepe prostorije otkopa vazduh se uduvava pomoću separativnih ventilatora. Većina prostorija izrađena je u ugljenom sloju, u jalovini su

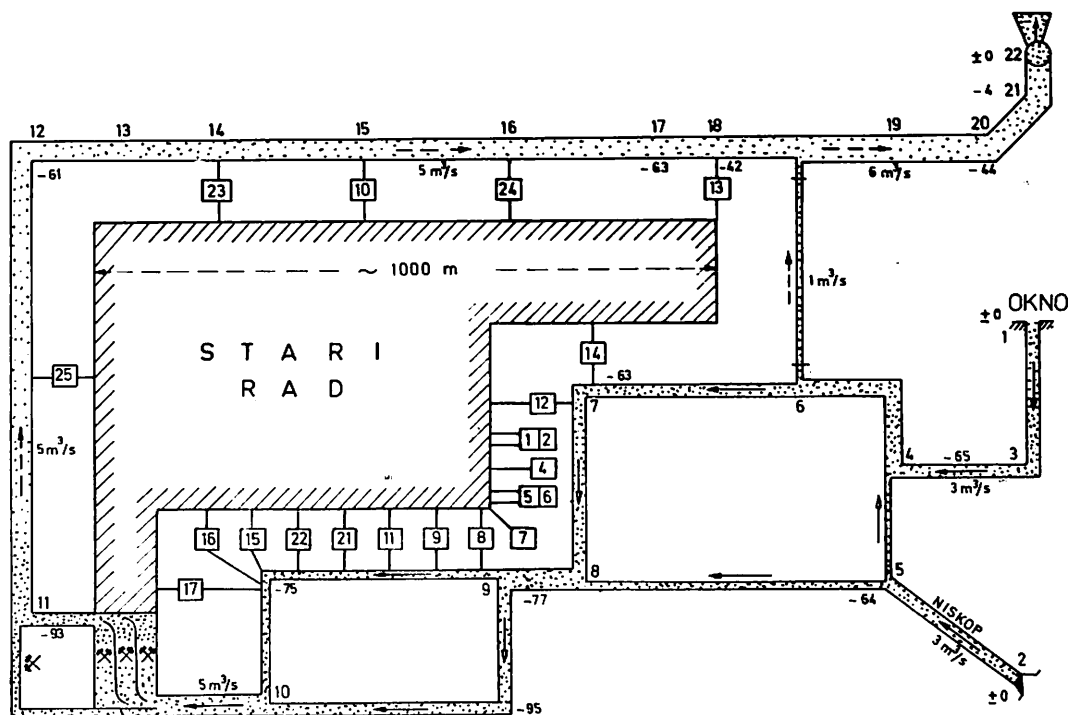
okno (1 — 3), niskop (2 — 5) i dio ventilacionog hodnika (1—17). Radi izduženog oblika ove plitke jame i redosljeda kojim su otkopavane etaže i horizonti, položaj starog rada je sada takav da je sa svih strana okružen prostorijama glavnih vazdušnih struja, što stvara specifičan problem njegove izolacije.

### Snimanje ventilacione mreže

Radi svestrane analize postojećeg stanja i s tim vezanih problema u odnosu na stari rad, izvršeno je snimanje u cilju izrade potencijalne i otporne šeme (4). Počelo se uobičajenom metodom mjerenja vazdušnog pritiska sa baroluksom (3). Od operative su dobiveni podaci da se ukupna količina vazduha

$m^3/s$ . Ostatak depresije od 35 mm troši se u vrlo neaerodinamičnoj izvedbi spoja jame sa ventilatorom tj. u vertikalnom kanalu i limenim prelazima, koji su prilagođeni za rezerviju i rezervni ventilator.

Za mjerenje ovako malih vrijednosti vazdušnih pritisaka u ventilacionoj mreži, baroluks nije prikladan, jer je kod njega tačnost očitavanja, odnosno ocjene, oko 0,07 Tr što odgovara približno 1 mm VS. Radi potrebe postizanja veće tačnosti, snimanje mreže je ponovljeno više puta sa Askania — minimetrom, na kojem je tačnost očitavanja 0,01 mm VS, dakle 100 puta veća. To je posebno bilo korisno u glavnoj izlaznoj struji, u kojoj se često smjenjuju profili sa vrlo različitim vrijednostima jediničnih otpora  $r_{f100}$ , pa ih je trebalo odrediti sa većom tačnošću. Pomoću



Sl. 1 — Količinska šema i razvod vazduha

Abb. 2 — Mengenstammbaum und Wetterverteilung

kreće od 300 do 400  $m^3/min$  a depresija, koja se redovno mjeri pred ventilatorom sa vodenim U-manometrom, iznosi 40 do 50 mm VS. Prvo mjerenje baroluksom pokazalo je da depresija cijele jame do pred usisni kanal ventilatora iznosi samo 10 VS kod količine od 6

minimetra i gumenog crijeva dužine 200 m izvršeno je mjerenje razlike vazdušnog pritiska uzduž cijele mreže, od ulaza u jamu do pod ventilacioni kanal, postavljajući mjerne tačke na čvorištima i gdje se bitno mjenjaju profili. Istovremeno su mjereni i svi drugi elementi kao i kod metode sa baroluksom (4).

Metoda sa minimetrom zasniva se na sledećem (1): razlika aerodinamičnog izentropijskog po potencijala između dvije tačke provodnika je

$$-\Delta h_s = (p_2 - p_1) - (p_{s2} - p_{s1}) \quad (1)$$

gdje je:

$p$  — barometarski pritisak  
 $p_s$  — pritisak po izentropijskom procesu

Kod metode sa baroluksom u svakoj tački se vrijednost  $p$  čita na istom, a  $p_s$  izračunava po obrascu

$$p_s = p_0 \left[ 1 + \frac{g(z_0 - z)}{c_{pa} T_{v0}} \right]^{3,5} \quad (2)$$

koji je naveden i objašnjen u literaturi (1 i 4).

Kod metode sa minimetrom instrument se postavi na kraj provodnika (2) i na njega priključi jedan kraj gumenog crijeva, dok se

drugi kraj priključi na Ser-ovu pločicu postavljenu paralelno sa vazdušnom strujom na početku (1) provodnika. I kod instrumenta treba kratko crijevo priključiti na Ser-ovu pločicu. Kod horizontalnih prostorija je  $\Delta z = z_2 - z_1 = 0$ , pa je  $p_{s2} = p_{s1}$  odnosno  $p_{s2} - p_{s1} = 0$  radi čega se iz obrasca (1) dobije:

$$-\Delta h_s = p_2 - p_1 \quad (3)$$

Pošto se na minimetru čita neposredno razlika pritisaka, koji vladaju u tačkama 2 i 1, to se ujedno čita i razlika potencijala  $-\Delta h_s$ . S obzirom na milimetarsku podjelu treba očitak pomnožiti sa 9,81 da bi se dobile vrijednosti u  $N/m^2$ .

Kod nehorizontalnih prostorija, vazduh koji se nalazi u gumenom crijevu, nije u kretanju i ne postoji izmjena toplote sa okolinom, pa on podliježe izentropijskoj promjeni po obrascu (2). Na početku (1) provodnika

Tablica 1

Glavni parametri ventilacije sastanjem u X 1974.

Provodnik		Vazduh		Disipacija		Aerodinamični		Prirodna		Izentropijski	
od	dužina površina	brzina	količina			otpor provod.		kumulacija		potencijal	
do	L	F	w	V	$l_f$	Rf	$r_{f100}$	$l_{ns}$	provod.	tačke	
	m	m <sup>2</sup>	m/s	m <sup>3</sup> /s	kp/m <sup>2</sup>	mijurga			$\Delta h_s$	$h_s$	br.
									Nm/m <sup>3</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		3 i									
1—9	600	7,5	0,57	6	0,77	21,4	3,6		7,55	— 7,55	9
9—10	350	7,5	0,67	5	0,45	18,0	5,1		4,41	—11,96	10
10—11	500	r e v i r		5	1,16	46,4	9,3		11,38	—23,34	11
11—12	110	4,6	1,08	5	0,72	28,8	26,2		7,06	—30,40	12
12—13	100	6,0	0,83	5	0,05	2	2,0		0,49	—30,89	13
13—14	65	6,4	0,78	5	0,62	24,8	38,2		6,08	—36,97	14
14—15	95	4,5	1,11	5	1,95	78	82,1		19,14	—56,11	15
15—16	70	2,7	1,84	5	1,82	72,8	104		17,86	—73,97	16
16—17	95	6,6	0,76	5	0,14	5,6	5,9		1,37	—75,34	17
17—18	40	5,5	0,91	5	0,11	4,4	11,0	0,4	0,69	—76,03	18
18—19	290	6,0	1,0	6	0,56	15,6	5,4		5,49	—81,52	19
19—20	100	3,6	1,67	6	0,72	20	20		7,06	—88,58	20
20—21	50	2,5	2,4	6	1,09	30,3	60,6	1,2	9,52	—98,10	21
1—21	2465			6	10,2	283		1,6	98,10		
21—22				6	35,0	973			343,4	—441,5	22
1—22				6	45,2	1256			441,5		

Srednja gustoća vazduha iznosila je  
 $\rho_m = 1,173 \text{ kg/m}^3$

Za cijelu mrežu (1 do 21) otpor R i ekvivalentni otvor A iznose

$$R = 10^3 \frac{10,2}{6^2} = 273 \text{ mijurga}$$

$$A = \frac{12}{\sqrt{273}} = 0,73 \text{ m}^2$$



pritisak jamskog vazduha  $p_1$  jednak je pritisku na ulazu u gumeno crijevo  $p_{s1}$ . Ako to stavimo u obrazac (1) dobije se

$$-\Delta h_s = p_2 - p_{s2} \quad (4)$$

Pošto na kraju gumenog crijeva priključenog na minimetar vlada pritisak  $p_{s2}$ , a u kratkom gumenom crijevu priključenom na kraj (2) provodnika pritisak  $p_2$ , to se čitanjem razlike na minimetru dobiva odmah vrijednost  $-\Delta h_s$  po obrascu (4).

Prema tome, ova metoda je vrlo jednostavna i primjenljiva kako za horizontalne tako i za nagnute prostorije. Ona doduše sadrži u sebi manju netačnost, jer se u gumenom crijevu ne nalazi suh vazduh, na koji se odnosi obrazac (2) već vlažan. Za operativne svrhe je ta netačnost bez većeg značaja, jer se ona kompenzira u većoj tačnosti očitavanja na minimetru nego na baroluksu.

U horizontalnim prostorijama dobivene vrijednosti za  $\Delta h_s$  istovremeno su i vrijednosti disipacije energije  $l_f$  ukoliko nema lokalnih otpora. U nagnutim prostorijama mora se uzeti još u obzir prirodna kumulacija energije  $l_{ns}$  koja se izračunava (4) po obrascu

$$l_{ns} = -\Delta p_s g e_m \Delta \quad (5)$$

Značajnija prirodna kumulacija (depresija) koju treba uzeti u obzir postojala je samo u uskopima 17—18 i 20—21, iako je njezina vrijednost vrlo niska, samo  $1,6 \text{ Nm/m}^3$ .

Rezultati mjerenja i proračuna po glavnom vjetrenom putu (petlji) navedeni su u tablici 1. Radi malih brzina vazdušne struje nije uzeta u obzir energija  $l_b$  za savladavanje otpora kod promjene brzina. Disipacija energije u  $\text{kp/m}^2$  izračunata je po obrascu

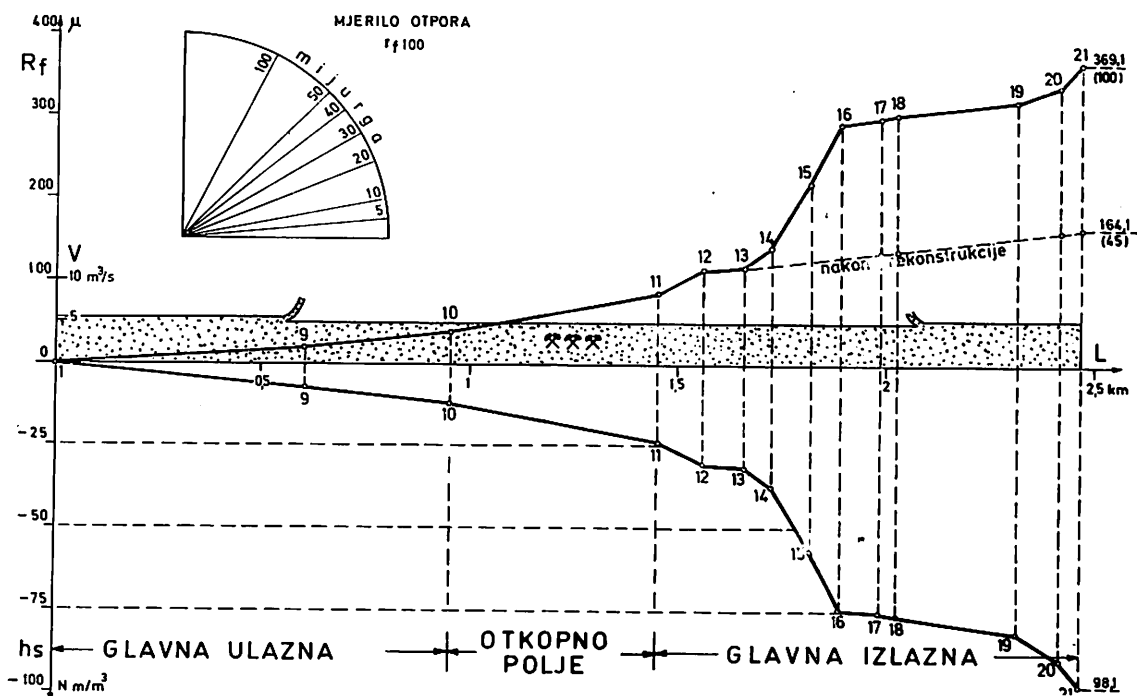
$$l_f = \frac{\Delta h_s + l_{ns}}{9,81} \quad (6)$$

a aerodinamični otpori  $R_1$  i  $r_{f100}$  po obrascima (17) i (18) iz ranije publikacije (4). Sabiranjem izmjerenih vrijednosti  $-\Delta h_s$  (kol. 10) od tačke do tačke, dobivene su vrijednosti njihovog potencijalnog položaja (kol. 11) u ventilacionoj mreži.

## Potencijalna i otporna šema

Ranije (4) sam odvojeno prikazao linearno — potencijalnu od otporne šeme. Sada sam, međutim, konstruirao zajedničku šemu (sl. 2) u kojoj su dodane još i količine vazduha, tako da je dobivena jedna nova šema koja sadrži parametre  $R$   $V$   $h$   $L$ . Glavna ventilaciona petlja je prikazana linearno po cijeloj dužini, pri čemu su označeni njezini strukturni dijelovi: glavna ulazna struja (1 do 10), otkopno polje (10 do 11) i glavna izlazna struja (11 do 21). Na tački 21 počinje usisni kanal kao sastavni dio ventilacionog postrojenja, koje ovdje nije prikazano. Za svaku mjernu tačku označen je iznad apscise položaj  $\Sigma R_i$  dobiven zbrajanjem otpora uzastopnih provodnika. Spajanjem tih tačaka dobivena je otporna linija, na kojoj različiti nagibi grafički prikazuju veličine jediničnih otpora  $r_{f100}$ . Ispod apscise nanesen je potencijalni položaj svake tačke i njihovim spajanjem dobivena je potencijalna linija, analogno kao na slici 3 u (4). Ova nova šema još više olakšava analizu ventilacione mreže, jer na jednostavan i vrlo očigledan način ukazuje na njene glavne karakteristike. U našem slučaju npr:

- a — osim manjih gubitaka vazduha između 9 i 18 sva količina dolazi u otkopno polje
- b — ukupna dužina glavne vjetrene petlje iznosi oko 2,5 km pri čemu su dužine glavne ulazne i glavne izlazne struje približno jednake, po 1 km
- c — sličnost potencijalne linije sa otpornom (kao slika u ogledalu) proizlazi iz ujednačenosti količina vazduha u pojedinim dionicama
- d — otpori na putu glavne ulazne struje (1-10) su znatno manji od onih u glavnoj izlaznoj (11 — 21) struji
- e — uska grla u ventilacionoj mreži nalaze se u glavnoj izlaznoj struji, u kojoj se posebno ističu dionice sa velikim jediničnim otporima (13 — 16).



Sl. 2 — Linearno — potencijalna i otporna šema

Abb. 2 — Potential-und Widerstand — schemen

### Aerodinamične karakteristike provodnika

Iz poznatog obrasca za jedinični otpor izražen u mijurzima

$$r_{f100} = 10^3 \frac{\alpha O}{F^3} 100 \quad (7)$$

vidi se da on zavisi od koeficijenta otpora  $\alpha$ , površine  $F$  i obima  $O$  poprečnog presjeka. Koeficijent  $\alpha$  zavisi uglavnom od oblika presjeka, vrste i dimenzija podgrade, od hrpaivosti bokova i zauzetosti profila. Parametri koji utiču na vrijednost  $r_{f100}$  daju se obično opisno i brojačno. U svrhu grafičke predodžbe ovih parametara konstruirao sam jednu novu šemu (sl. 3) i to za glavnu izlaznu struju (11 do 21).

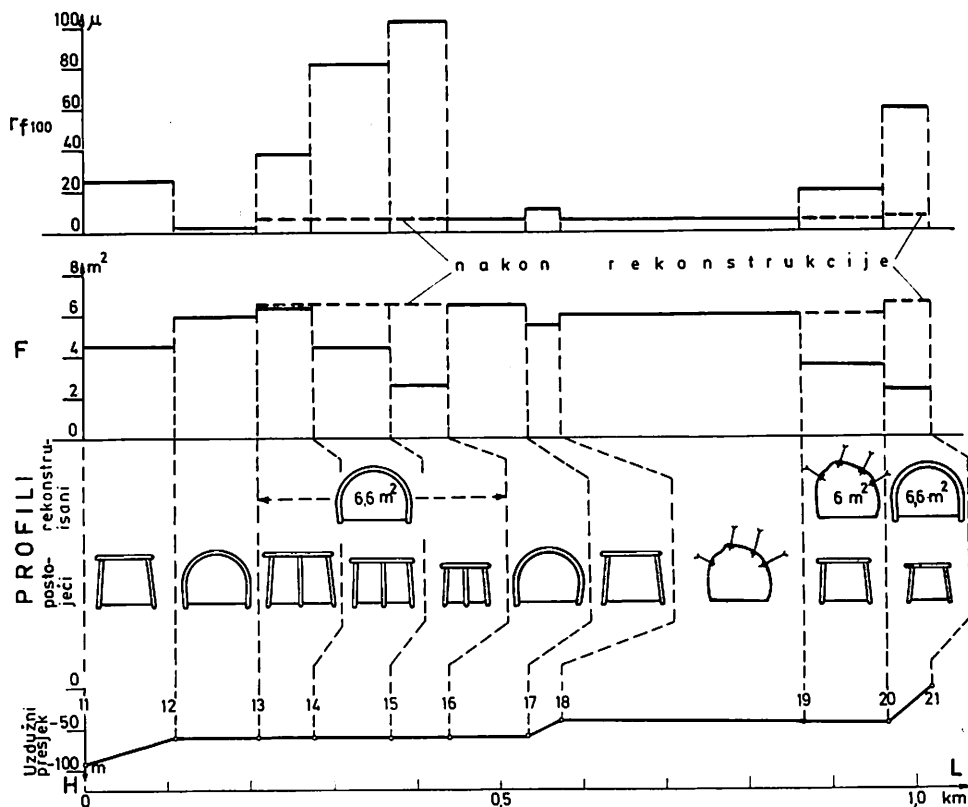
Iznad svake od 10 dionica nacrtan je profil prostorije iz kojeg se vidi njezin oblik i vrsta podgrade. Veličina  $F$  iako dobro uočljiva na profilima, data je još i u mjerilu, a isto tako i vrijednosti za  $r_{f100}$  uzete iz tablice 1. Analizom ove najnovije ventilacione šeme došlo se do slijedećih konstatacija:

- najmanji jedinični otpor je u prostorijama podgrađenim čeličnim lukovima i u onima sa sidrima
- najveći otpori su u prostorijama koje su podgrađene u drvetu sa srednjim stupcima, kod čega se naročito ističe dionica 15 — 16 sa presjekom  $F = 2,6 \text{ m}^2$ . Skoro isti profil ( $2,4 \text{ m}^2$ ), ali bez srednjih stupaca (20 — 21), ima za 40% manji otpor
- kod iste površine  $F$  ( $6,4$  i  $6,6 \text{ m}^2$ ) jedinični otpor kod drvene podgrade sa srednjim stupcima (13 — 14) je oko pet puta veći od otpora kod lučne podgrade (16 — 17)
- izračunavanje koeficijenata  $\alpha$  i  $\lambda$  nije za operativne svrhe neophodno, pa se može izostaviti.

Ova saznanja su korištena za izradu prijedloga racionalne rekonstrukcije ventilacije.

### Kanonsko — potencijalna šema i stabilnost

Na osnovu linearne šeme (sl. 1) i podataka iz tablice 1, konstruirana je kanonsko — potencijalna šema (sl. 4). I ovdje se vidi da su



Sl. 3 — Šematski prikaz aerodinamičnih karakteristika provodnika vazduha

Abb. 3 — Schematische Darstellung der aerodynamischen Eigenschaften der Wetterstromwege

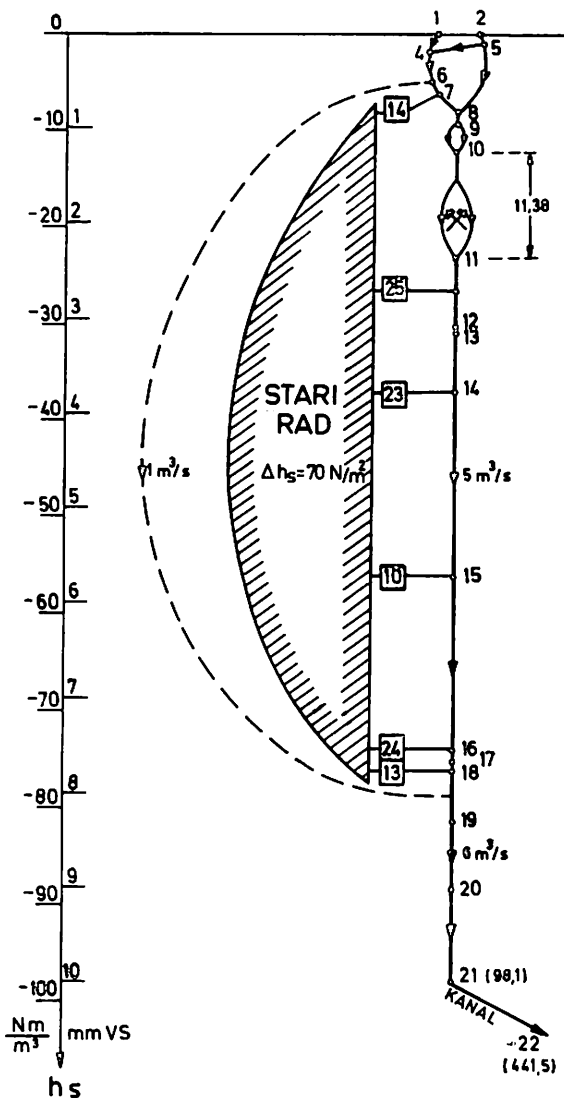
vazdušne struje paralelovane od ulaza u jamu, pa do kraja otkopnog polja. Označeni su gubici vazduha i položaj starog rada između glavne ulazne i glavne izlazne struje, kao i potencijalni položaj glavnih izolacionih pregrada. U ovom mjerilu nije se mogao prikazati položaj ventilatora (22) već samo ulaz u ventilacioni kanal (21), ali je upisana njegova brojčana vrijednost ( $441,5 \text{ Nm/m}^3$ ).

Stabilnost vazdušnih struja u otkopnom polju (10 — 11), kao samostalnom vjetrenom odjeljenju, izražena proporcijom  $\mu$  iznosi

$$\mu = \frac{\Delta h_s}{h_s} = \frac{11,38}{98,1} = 0,116 \quad (3)$$

Po Bistranju (2) to je mala stabilnost, koja ne zadovoljava zahtjeve sigurnosti i nezavisnosti vazdušnih struja. Drugi element nestabilnosti zapažen je na ulaznoj vazdušnoj

struji kroz izvozni niskop (2 — 5). Ovdje vazduh ulazi samo pri vanjskim temperaturama iznad  $15^\circ\text{C}$ , stagnira oko  $10^\circ$ , a kod nižih dolazi do preokretanja smjera strujanja, tako da vazduh ulazi u jamu samo na okno (1 — 3), a od 5 do 2 se vraća iz jame. Primjećena je i pojava, da kod temperature stagniranja vazduh u donjem dijelu profila ulazi u niskop, a vraća se kroz gornji dio (iznad gumene trake). Ove pojave nastaju uslijed toga, što je kod niže vanjske temperature prirodna akumulacija energije u izvoznom niskopu veća i protivnog predznaka od potencijalne razlike mehaničke energije ventilatora, koja otpada na ogranak 2—5. Kod srednjih temperatura toplota uglja na gumenoj traci uzrok je protivnih smjerova vazduha u profilu niskopa. U praksi je takva pojava poznata u početnoj fazi jamskog požara u silaznoj vazdušnoj struji, kad se dimovi počnu povlačiti uzbrdo.



Sl. 4 — Kanonska šema ventilacione mreže

Abb. 4 — Kanonische Wetternetzsheme

### Stari rad i požarna opasnost

Kako na linearnoj (sl. 1) tako i na kanonsko — potencijalnoj šemi (sl. 4) vidi se da se stari rad (površina oko 7 ha) nalazi u ventilacionom pogledu na vrlo nepovoljnom mjestu, jer je sa svih strana opkoljen prostorijama kroz koje prolaze glavne vazdušne struje. Od istih je odvojen sa dvadesetjednom sada pristupačnom izolacionom pregradom. Otvorenu vezu sa starim radom imaju samo otkopi »točila« preko obrušenog uglja, iznad kojeg se nalazi svježa i stara srušena krovina. U

toj mješavini krovine ima vrlo mnogo zдробljenog uglja, koji kao gubitak ostaje kod ove otkopne metode.

Vršena su višemjesečna opažanja gasnog stanja, temperature i pritiska na svim izolacionim pregradama, pa je ustanovljeno sljedeće stanje:

- a — iza svih pregrada nađen je visok sadržaj  $\text{CO}_2$  od 10 do 18%, nizak sadržaj  $\text{O}_2$  od 1 do 9%, a samo sporadično nađeni su tragovi  $\text{CO}$  sa najviše 0,001%
- b — temperature iza pregrada kretale su se od 18 do 27°C, dok su u susjednim otkopima i hodnicima bile od 18 do 22°C
- c — iza svih pregrada vladao je vazdušni natpritisak, čije su se vrijednosti kretale od 0,05 do 10,55 mm VS. Kod redovnih pogonskih mjerenja pomoću vodom napunjene U — cijevi, kod malih vrijednosti nije se moglo sa sigurnošću ocijeniti da li je iza pregrade natpritisak ili potpritisak. Tačni rezultati dobiveni su tek sa Askania — minimetrom
- d — stari rad se nalazi pod razlikom pritiska na krajnjim pregradama od 70  $\text{N/m}^2$ , odnosno oko 7 mm VS, što je 70% depresije cijele jame.

Iz navedenih činjenica izveden je zaključak, da pješčani čepovi predstavljaju solidnu izolaciju starog rada i da u njemu ne postoji požarna opasnost. Pošto su opažanja vršena za vrijeme nastupnog otkopavanja, ne treba očekivati da će se kod odstupnog opasnost povećati, nego baš obratno.

### Rekonstrukcija ventilacije

Analizom postojećeg stanja došlo se do zaključka, da treba izvršiti rekonstrukciju ventilacije tako da se postigne:

- a — znatno povećanje količine vazduha od sadašnjih 6 na 20  $\text{m}^3/\text{s}$  koliko se u projektu otkopne metode zahtijeva, a to bi iznosilo 1,2  $\text{m}^3/\text{min}$  po toni proizvodnje (po propisima SSSR treba 1  $\text{m}^3$ )
- b — veća stabilnost.

Povećanje količine vazduha za 20 : 6 = 3,3 puta moglo bi se postići sa odgovarajućim većim ventilatorom, ali bi on morao imati depresiju  $3,3^2 \approx 11$  puta veću od sadašnje, odnosno, oko 500 mm VS. Takovo rješenje bilo bi očigledno neracionalno, a ni proporcija stabilnosti ne bi se povećala, jer bi relativni odnosi potencijalnih razlika ostali kao i sada.

Radji toga je obrađena i predložena druga varijanta, koja se sastoji u znatnom smanjenju otpora u onim dionicama glavne izlazne struje, u kojima je sada enormno velik. Uz pomoć šeme aerodinamičnih karakteristika provodnika (sl. 3) izabrane su za rekonstrukciju dionice 13 — 16 i 19 — 21 ukupne dužine 380 m. Na tim dionicama treba postojeće profile rekonstruirati na profil koji se sada nalazi na dionici 16 — 17 sa jediničnim otporom  $r_{1100} = 5,9$  mijurga, i na profil 18 — 19 sa 5,4 mijurga. Proračun ventilacije nakon rekonstrukcije dat je u tablici 2.

Ukupan otpor uzastopnih provodnika, koji se predlažu za rekonstrukciju iznosi sada 225,9 mijurga, a nakon rekonstrukcije smanjiće se na 21,9, odnosno na 1/10. Usljed toga će se povećati i ekvivaletni otvor jame A sa 0,73 na 1,08 m<sup>2</sup>. Na šemi (sl. 3) nacrtani su novi profili iznad onih koje treba rekonstruirati, i povučena je nova linija jediničnih otpora nakon rekonstrukcije. I iz ovog se uočavaju prednosti koje pruža nova ventilaciona šema. Na RVhL šemi (sl. 2), također je izvučen nov položaj otporne linije od 13 — 21, koji ukazuje na prilično ujednačene vrijednosti jediničnih otpora na glavnom vjetrovom putu kroz jamu. Nova potencijalna linija nije ucrtana jer se ne može smjestiti u mjerilo, ali su u tablici 2 dati broječni podaci.

Proporcija stabilnosti nakon rekonstrukcije iznosiće

Tablica 2

Glavni parametri ventilacije nakon rekonstrukcije

Provodnik			Vazduh		Aerodinamični otpor provodnika		Disipacija $I_f$ kp/m <sup>2</sup>	Prirodna kumulacija $I_{hs}$	Izentropijski potencijal provodnika tačke		
od	do	dužina L m	brzina w m/s	količina V m <sup>3</sup> /s	$r_{1100}$ mijurga	$R_f$			$\Delta h_s$	$h_s$	br.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1—9	600	3 i									
		7,5	1,9	20	3,6	21,4	8,56		83,97	— 83,97	9
9—10	350	7,5	2,13	16	5,10	18,0	4,61		45,28	— 129,25	10
10—11	500	revir		16	9,30	46,4	12,00		117,72	— 246,97	11
11—12	110	4,6	3,48	16	26,20	28,8	7,38		72,44	— 319,41	12
12—13	100	6,0	2,67	16	2,00	2,0	0,51		5,03	— 324,44	13
13—17	325	6,6	2,42	16	5,9	19,2	4,89		48,05	— 372,49	17
17—18	40	5,5	2,90	16	11,0	4,4	1,13	0,4	10,66	— 383,15	18
18—20	390	6	3,33	20	5,4	21,0	8,40		82,40	— 465,55	20
20—21	50	6,6	3,02	20	5,9	3,0	1,20	1,2	10,57	— 476,12	21
1—21	2465			20		164,2	48,68	1,6	476,12		

Proračun se odnosi na srednju gustoću vazduha  $\rho_m = 1,173$  kg/m<sup>3</sup>

$$\mu = \frac{117,72}{476,12} = 0,25 \quad (9)$$

Za cijelu mrežu (1 do 21) otpor R i ekvivalentni otvor A iznose

$$R = 10^3 \frac{48,68}{20^2} = 122 \text{ mijurga}$$

$$A = \frac{12}{\sqrt{122}} = 1,08 \text{ m}^2$$

Po Bistranju to je sada srednja stabilnost (2).

Stari rad će nakon rekonstrukcije doći pod uticaj razlike pritiska od oko 30 mm VS prema sadašnjoj 7. Trebaće kontrolirati efikasnost izolacije pa istu, ako treba, poboljšati domuljivanjem čepova. Međutim, bilo bi još

bolje da stari rad bude samo pod uticajem izlazne vazdušne struje, a ne kao sada između ulazne i izlazne. Neposredni razvoj ove jame pružiće u najskorije vrijeme tehničku mogućnost realizacije ove koncepcije.

### Zaključci

Iz opisanog stanja ventilacione mreže i uočenih nedostataka mogu se izvesti neki zaključci općeg značaja, koji se mogu primjeniti kod rješavanja sličnih problema i na drugim rudnicima.

1. Za svaku značajniju analizu ventilacije treba izvršiti snimanje stvarnog stanja, a ne zadovoljavati se samo sa teoretskim proračunima.

2. U jamama sa vrlo niskom depresijom ne treba primjenjivati metodu sa barolukom, jer ne pruža potrebnu tačnost. Treba koristiti metodu sa gumenim crijevom i minimetrom, eventualno može se dovoljno tačno raditi i sa mikromanometrom.
3. Rekonstrukciju mreže treba prvenstveno rješavati smanjivanjem jediničnih otpora u dionicama u kojima je otpor nesrazmjerno velik.
4. Postojeće i rekonstruirano stanje treba prikazivati uvijek kako u brojkama, tako i grafički kroz razne ventilacione šeme, što djeluje vrlo ubjedljivo i olakšava otkrivanje uskih grla i drugih problema u ventilacionoj mreži.

### ZUSAMMENFASSUNG

#### Rekonstruktion der Grubenbewetterung zur Erhöhung der Wetterstrommenge und Stabilität

Dipl. Ing. V. Kovačević\*)

Zur Darstellung des bestehenden Zustandes der Bewetterungsverhältnisse in einer Braunkohlengrube, wie auch zur Beurteilung der Isolierungsqualität des alten Mannes wurde die genaue Vermessung des Wetternetzes ausgeführt. Es wird festgestellt dass in der Grube sehr niedrige Depression wie auch ganz schwache Stabilität herrschen. Luftdruckmessungen konnten nicht auf gewöhnliche Weise mit Baroluks durchgeführt sein, sondern man musste viel zeitraubendere Methode mit Minimeter und Gummischlauch anwenden. Auf Grund zwei neu entwickelter Wetterschemen wurde einfacher Umbau vorgeschlagen, womit Bedingungen für Verdreifachung der Wettermenge wie auch für einen besseren Stabilitätsgrad geschaffen werden.

### Literatura

1. Bystroń, H. 1969: Podstawy schematu potencjalnego kopalnianej sieci wentylacyjnej. GIG. Kom. 471 — Katowice.
2. Jovičić, V. — Čović, A. 1971: Mogućnost poboljšanja ventilacionog režima analizom potencijalnih šema na primeru jednog rudnika uglja. — Sigurnost u rudnicima, br. 3. — Rudarski institut, Beograd.
3. Kovačević, V. 1969: Borba sa požarom u starom radu pomoću ventilacionih metoda. Sigurnost u rudnicima, br. 3 — Rudarski institut, Beograd.
4. Kovačević, V. 1973: Prikaz stanja u ventilacionoj mreži rudnika kroz potencijalne i otporne šeme. — Sigurnost u rudnicima, br. 4 — Rudarski institut, Beograd.

\*) Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević, Sarajevo.

# Produbljenje izvoznog okna u jami Ajvalija od VI do IX horizonta produženjem slobodne dubine sa rešenjem izvoza oknom u toku produbljenja košem i protivtegom sa povratnim koturom

(sa 9 slika)

Dipl. ing. Jovan Pejčinović — dipl. ing. Slavko Kisić — dipl. ing. Predrag Redžić — dipl. ing. Miroslav Kisić

*U članku je dat opis usvojene varijante prema kojoj se produbljuje slepo izvozno okno od VI do IX horizonta u jami »Ajvalija«. Produbljenje okna se vrši na taj način što se odeljenje jednog koša ispod IV horizonta koristi za produbljenje okna. Gornji deo ovog odeljenja — iznad IV horizonta se koristi za kretanje protivtega sa pokretnim koturom koji služi za uravnoteženje izvoza košem sa VI horizonta. Postavljanjem kotura na protivtegu put kretanja protivtega u oknu je smanjen za polovinu visine hoda koša.*

*Rešenje izvoza je tako omogućilo produbljenje okna direktnim produženjem slobodne dubine i ono predstavlja novinu pri dubljenju okana kod nas. Ovakvim produbljenjem okana obim pripremnih radova je znatno manji od obima pri produbljenju okana na klasičan način, čime se rok i troškovi produbljenja okna smanjuje uz zadovoljavajuću sigurnost, što je dokazano u toku produbljenja 100 m ovog okna.*

## U v o d

Jama »Ajvalija« posluje u okviru OOUR-a Rudnici »Kišnica« i »Novo Brdo« sa sedištem u Prištini. Ležište olova i cinka »Ajvalija« je prethodno otvoreno starim izvoznim oknom izrađenim od površine do IV horizonta (K 685—466 m). Ovo okno se sada koristi kao ventilaciono okno za izlaznu vazдушnu struju. Kasnije je izrađen potkop »Badovac« (K 620 m) dužine 1100 m i služi kao glavni izvozni potkop. U blizini rudnih tela je od nivoa potkopa do VI horizonta (K. 369,2 m) izrađeno slepo izvozno okno. Iz slepog izvoznog okna su otvoreni V i VI horizont (K. 419,75 m i K 369,2 m). Na slici 1 je dat šematski presek jame sa navedenim prostorijama otvaranja. Potkop »Badovac« i slepo okno, osim za izvoz, služe i kao glavni putevi za ulaznu vazдушnu struju.

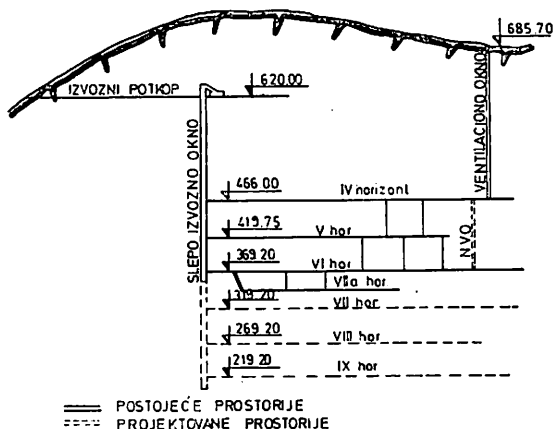
Dubinskim istražnim bušenjem je utvrđen nastavak orudnjenja za 150 m ispod nivoa VI horizonta koji treba otvoriti i otkopavati.

## Izbor varijante za otvaranje VII, VIII i IX horizonta

Za eksploataciju nabušene rude ispod VI horizonta izrađen je investicioni program za otvaranje novih nižih horizonata VII, VIII i IX na visinskom odstojanju po 50 m. U okviru investicionog programa su u vidu idejnih rešenja obrađene dve varijante otvaranja i to:

- izrada novog slepog okna od VI do IX horizonta i
- produbljenje postojećeg izvoznog okna izradom horizonta produbljenja na 25 m ispod nivoa VI horizonta.

Poređenjem ovih dveju varijanti je dokazano da je izrada novog slepog okna neprihvatljiva (lomljen izvoz sa dve izvozne mašine i visokim eksploatacionim troškovima) i da otvaranje novih horizonata VII, VIII i IX treba izvršiti produbljenjem postojećeg izvoznog okna izradom horizonta za produbljenje okna.



Sl. 1 — Šematski presek jame Ajvalija.

Abb. 1 — Querschnitt der Grube Ajvalija

Za ovu varijantu je izrađen dopunski rudarski projekat. Ova varijanta je šematski prikazana na slici 2 i prema njoj je potrebno izvesti sledeće pripremlne radove:

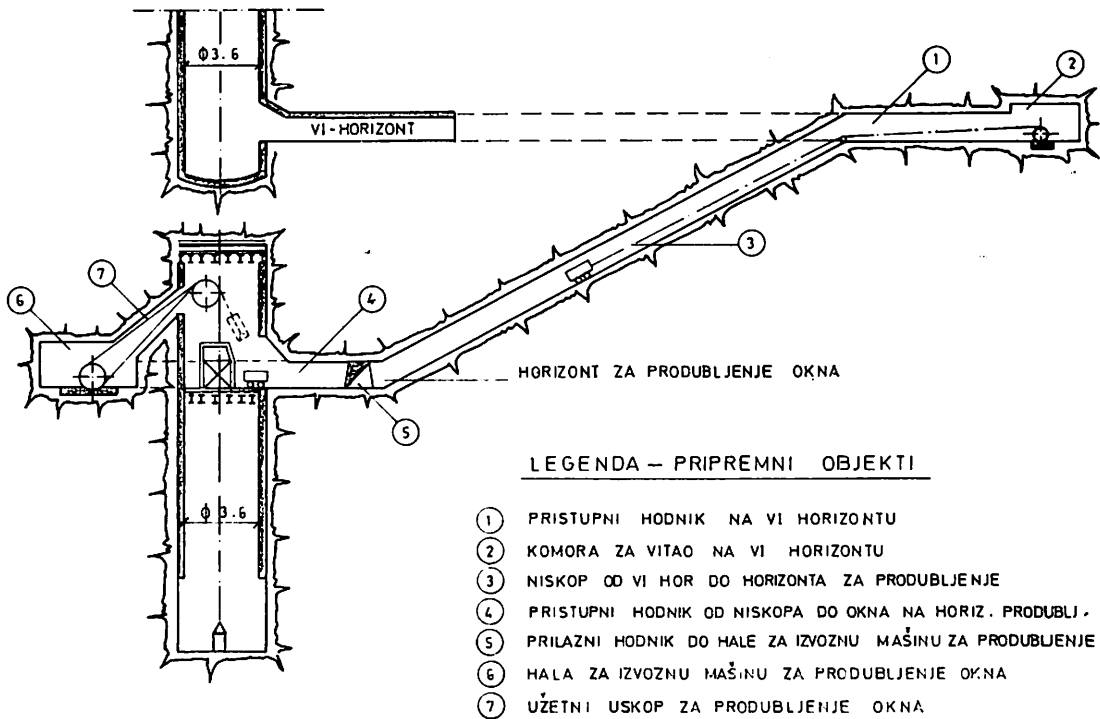
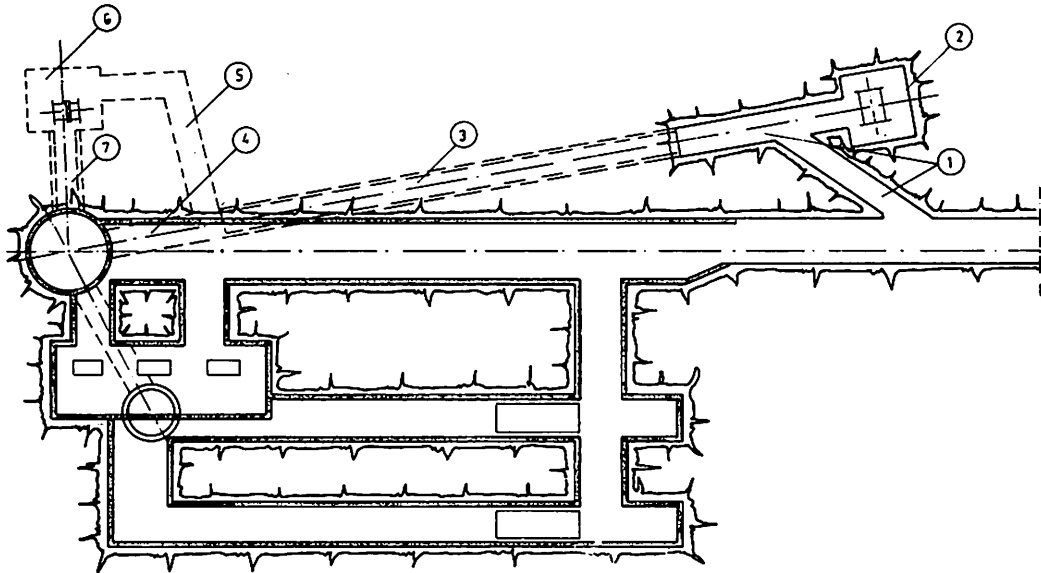
- pristupni hodnik dužine 36 m na VI horizontu
- niskop od VI horizonta do horizonta produbljenja dužine 35,7 m
- spojni hodnik između niskopa i okna na horizontu produbljenja dužine 6,6 m
- pristupni hodnik do hale izvoznog stroja na horizontu produbljenja dužine 11,0 m
- uskop za uže na horizontu produbljenja dužine 4,6 m
- hala za vitao na niskopu zapremine 28,0 m<sup>3</sup> na VI horizontu
- hala za izvozni stroj za dubljenje na horizontu produbljenja.

Usled nedostatka finansijskih sredstava radovi na produbljenju okna prema opisanoj varijanti i izrada objekata nisu odmah počeli, već se u traženju rešenja za obezbeđenje finansijskih sredstava izgubilo znatno vreme — skoro dve godine. Po obezbeđenju finansijskih sredstava, s obzirom na izgubljeno vreme i hitnost za otvaranjem VII, VIII i IX horizonta, pristupilo se iznalaženju mogućnosti produbljenja okna bez izvođenja svih već opisanih pripremlnih radova i stvaranja mogućnosti odvajanja radova na dubljenju od radova na proizvodnji. Odvajanje

radova na proizvodnji od radova na produbljenju okna je moguće, ako se radovi na dubljenju vrše sa V horizonta, koji se ne koristi za potrebe proizvodnje.

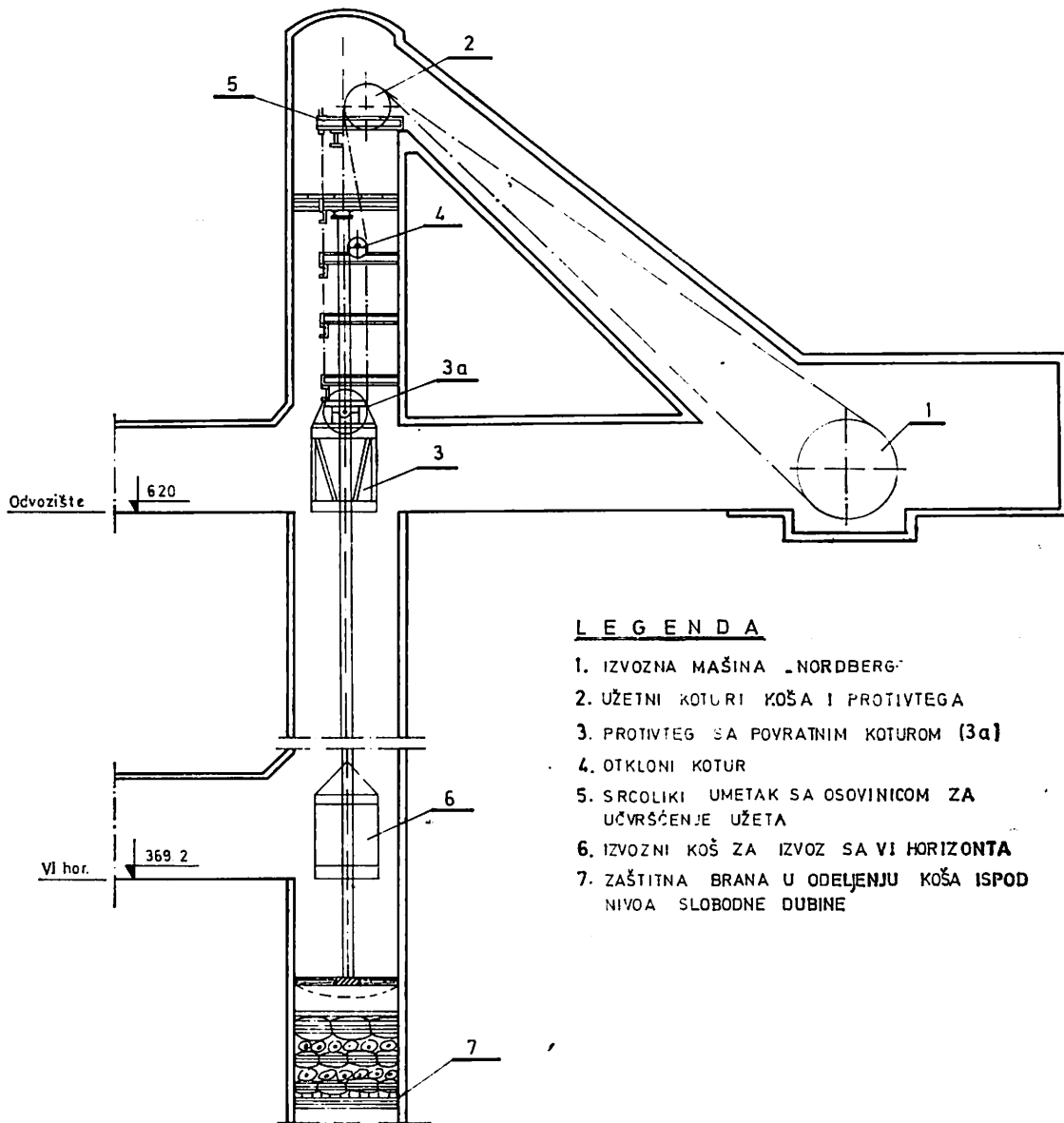
Da bi se V horizont mogao koristiti za izvođenje radova na dubljenju okna, bilo je potrebno pronaći rešenje kojim će se osloboditi odeljenje jednog koša do IV horizonta za dubljenje okna. U ovom cilju je prvo izvršena provera kapaciteta izvoza jednim košem i protivtegom. Proverom kapaciteta, na osnovu snimanjem dobijenih parametara, utvrđeno je da se uz disciplinovan rad na izvozu može izvesti sva proizvedena količina rude i dobijena količina iskopa na dubljenju, prevesti svi zaposleni na proizvodnji sa VI horizonta i dubljenju sa V horizonta i izvršiti odgovarajući pregledi opreme i uređaja u oknu i tornju i izvozne mašine i njenih elemenata. Stepem iskorišćenja vremena izvozne mašine po smenama kreće se od 68—90%, odnosno ukupni dnevni stepen iskorišćenja iznosi 82%. Nabavljen je veći broj rezervnih vagoneta u cilju boljeg iskorišćenja izvozne mašine zbog neravnomernog prispeća rude i jalovine u toku smena za izvoz. Po izvršenoj proveru kapaciteta izrađeno je novo projektno rešenje za produbljenje okna od VI do IX horizonta. U projektnom rešenju su obrađene sledeće podvarijante za rešenje izvoza rude i prevoz ljudi jednim košem sa VI horizonta i protivtegom do IV horizonta: promena prečnika bubnjeva izvozne mašine — povećanje prečnika bubnja koša ili smanjenje prečnika bubnja protivtega i postavljanje povratnog kotura za uže na protivtegu u cilju uravnoteženja kretanja koša i protivtega. Takođe je obrađena i podvarijanta izvoza košem sa VI horizonta i protivtegom takođe do VI horizonta. Od nabrojanih podvarijanti je usvojeno rešenje regulisanja izvoza rude i prevoza ljudi sa VI horizonta košem i protivtegom, sa povratnim koturom. Za ovu varijantu je izrađen Tehnički projekat pripremlnih uređaja i objekata za produbljanje izvoznog okna od VI do IX horizonta. Ova varijanta, koja je predmet ovoga članka, ne zahteva nikakvu rekonstrukciju na izvoznom stroju, što je slučaj kod promene prečnika bubnjeva i što je veoma teško izvesti.





Sl. 2 — Produbljenje izvoznog okna od VI-IX horizonta izradom horizonta produbljenja

Abb. 2 — Förderschachtabteufung durch Teufen von der VI-IX Sohle



Sl. 3 — Sematski prikaz rešenja izvoza košem i protivtegom.

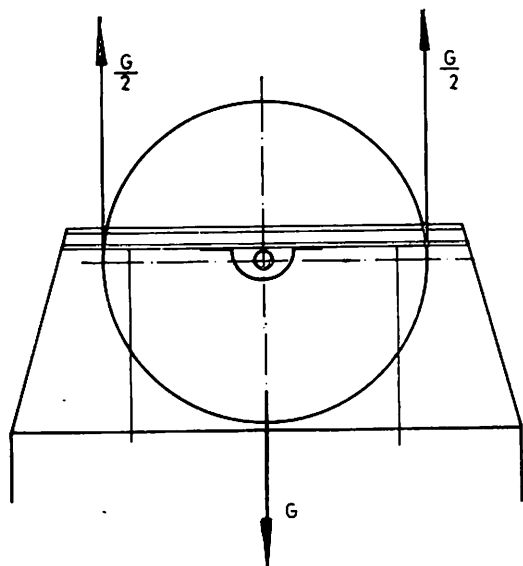
Abb. 3 — Schematische Darstellung der Gestelförderung mit Gegengewicht

## Rešenje izvoza rude i prevoza ljudi sa VI horizonta

Izvoz rude sa VI horizonta i prevoz ljudi se vrši jednim jednoetažnim košem i protivtegom koji se kreće do iznad IV horizonta. Na slici 3 je dat šematski prikaz rešenja izvoza. Uravnoteženje opterećenja izvozne mašine je izvršeno protivtegom. Za protivteg se koristi rekonstruisani izvozni koš na koji je postavljen povratni kotur. Postavljanjem povratnog užetnog kotura na protivtegu put kretanja protivtega u oknu je skraćen za dva puta u odnosu na pređeni put koša, tako da protivteg praktično ne silazi ispod kote 490,0 m, odnosno na 24 m iznad IV horizonta.

Potrebna visina za hod protivtega na osnovu puta koša (visine izvoza sa VI horizonta) iznosi:

$$h_{pt} = \frac{hk}{2} = \frac{250,25}{2} = 125,125 \text{ m} < h_b = 173 \text{ m}$$



Sl. 4 — Utvrđivanje težine protivtega.

Abb. 4 — Berechnung des Gegengewichts

$h_k = 250,25 \text{ m}$  — visina od nivoa navozišta VI horizonta ( $K = 369,75 \text{ m}$ ) do nivoa odvozišta ( $K = 620,0 \text{ m}$ ).

$h_b = 176 \text{ m}$  — odstojanje zaštitne brane u odeljenju protivtega  $K = 447,0 \text{ m}$  do nivoa odvozišta ( $K = 620,0 \text{ m}$ )

Težina protivtega je određena, prema slici 4, na sledeći način:

$$G_{pt} = 2(q_1 + q_4 + q_2 + \frac{q_3}{2}) = 2(1270 + 147 + 600 + \frac{1500}{2}) = 5543 \text{ Kp}$$

gde je:

2 — faktor za uvećanje težine protivtega zbog povratnog kotura

$q_1 = 1270 \text{ Kp}$  — težina koša sa spojnim priborom i uređajima za hvatanje koša

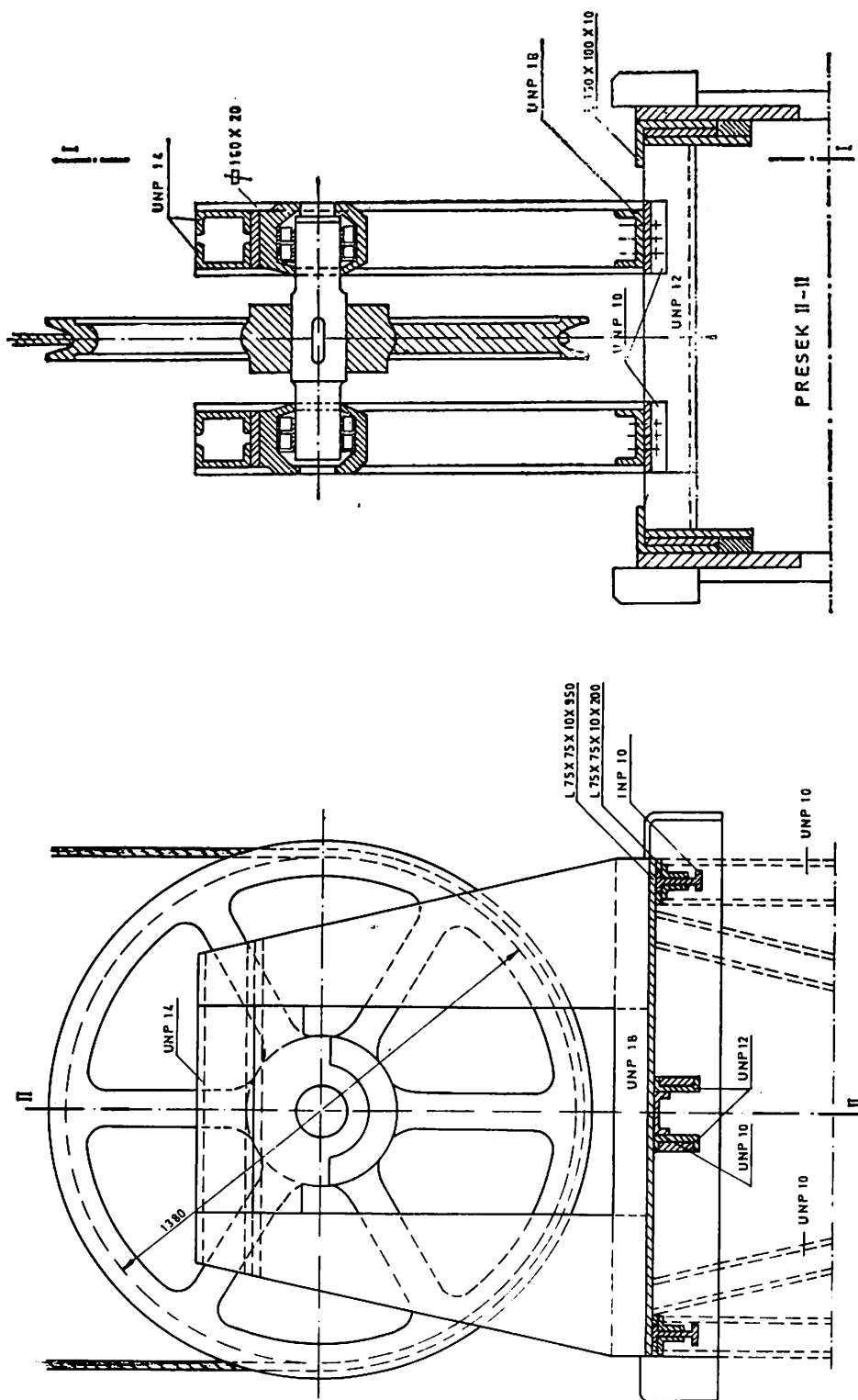
$q_2 = 600 \text{ Kp}$  — težina vagoneta »Raduša«

$q_3 = 1500 \text{ Kp}$  — korisna težina — težina rude u vagonetu

$q_4 = 147 \text{ Kp}$  — težina užeta ispod kote odvozišta.

Ukupna težina dograđenih elemenata, uključujući i povratni kotur sa ležajevima i osovinom, iznosi 845 Kp, dok težina koša po skidanju spojnog pribora i uređaja za hvatanje iznosi 834 Kp, tako da ukupna težina rekonstruisanog koša iznosi 1679 Kp. Rekonstruisani koš je opterećen teretom — ploče od debelog lima težine  $G = G_{pt} - G_{kr} = 5543 - 1679 = 3864 \text{ Kp}$ .

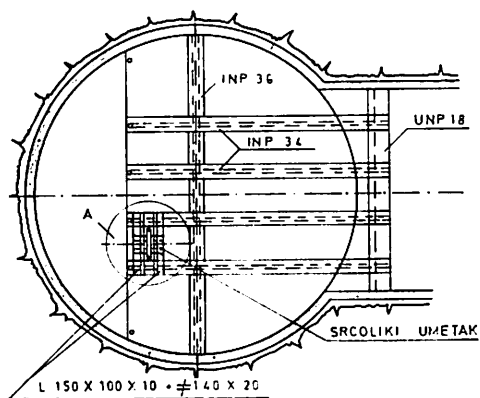
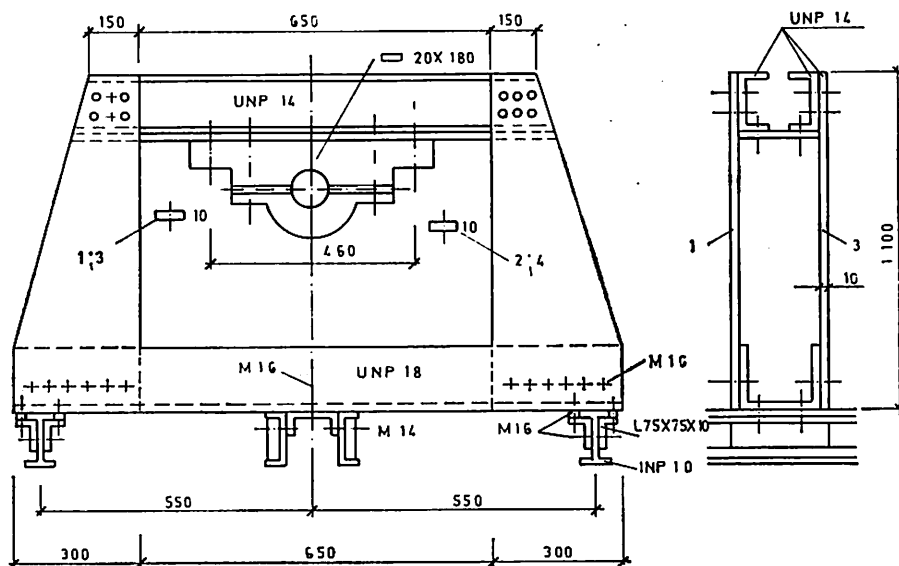
Za rešenje izvoza prema ovoj varijanti izvršena je rekonstrukcija koša koji se koristi kao protivteg skidanjem postojećeg spojnog i kočionog pribora i dogradnjom na gornji kraj nosača na koje će se učvrstiti povratni užetni kotur sa svojom osovinom i ležajevima. Na slici 5 je dat šematski prikaz rekonstruisanog izvoznog koša, a na slici 6 detalji elemenata koji nose povratni užetni kotur. Nosači povratnog kotura su postavljeni po dužoj osi koša, da bi povratni kotur bio što većeg prečnika kako bi savijanje i naprezanje užeta bilo što manje. Osnovu nosača čine dva UNP 18 nosača koji se učvršćuju za krovne ivične nosače INP 10 i središnje krovne nosače UNP 12 i UNP 10. Proverom postojećih nosača koša sa punim opterećenjem protivtega  $G = 5543 \text{ Kp}$  je utvrđeno, da ivični krovni nosači INP 10 nemaju zadovoljavajuću sigurnost za povećano opterećenje, pa su ojačani svaki sa po dva nosača  $L 75 \times 75 \times 10$  sa unutrašnje strane nosača prema osi koša. Zbog obimnosti članka ovde se neće iznositi proračun, jer je isti izveden po principima koji se mogu naći u svakom mašinskom ili



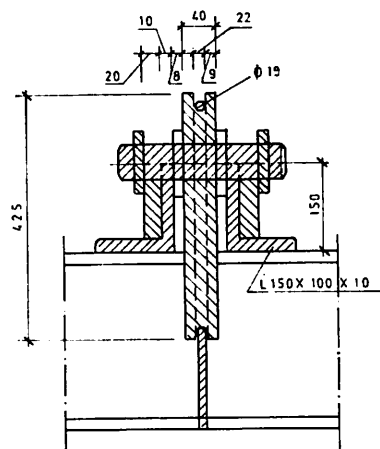
Sl. 3 — Prikaz gornjeg dela rekonstruisanog koša.  
 Abb. 5 — Darstellung des Oberteils des umkonstruierten Gestells

Sl. 6 — Noseći elementi povratnog užetnog kotura protivtega

Abb. 6 — Tragende Elemente der Umkehrseilrolle des Gegengewichts

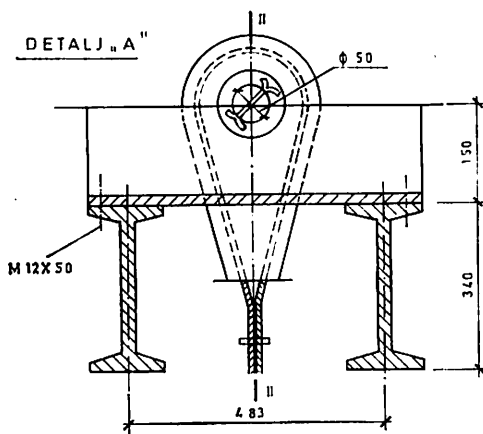


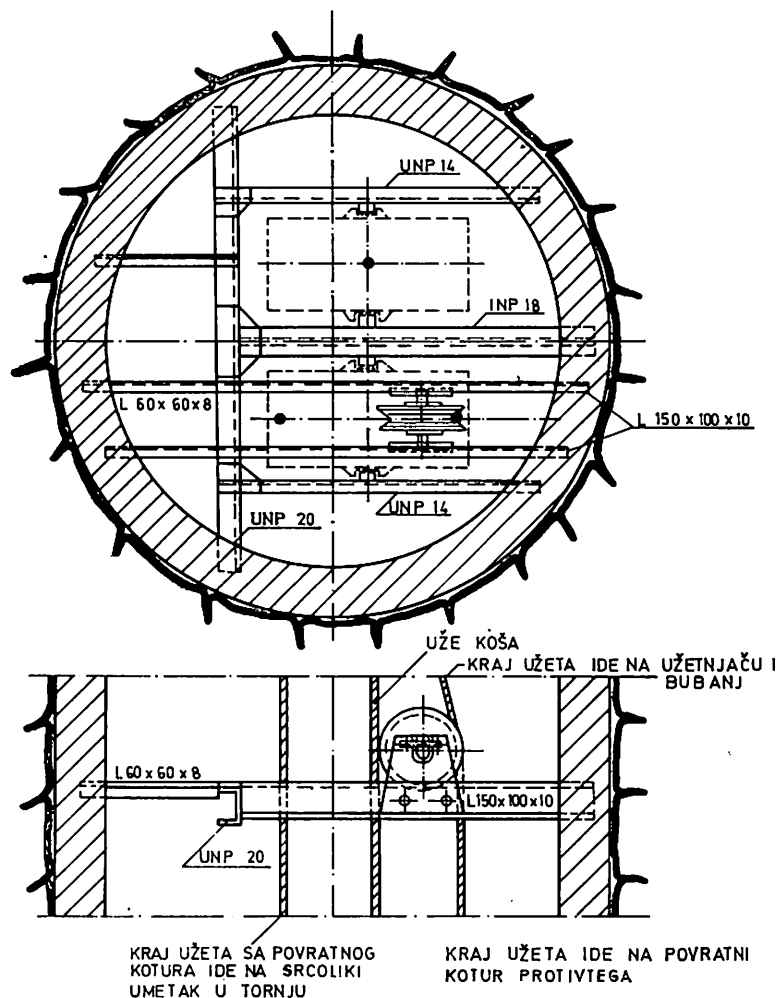
PRESEK II-II



Sl. 7 — Učvršćenje užeta u tornju

Abb. 7 — Seilbefestigung im Förderturm





Sl. 8 — Prikaz položaja  
otklonog kotura užeta  
protivtega.

Abb. 8 — Darstellung  
der Sellablenkscheibe  
des Gegengewichts

građevinskom priručniku. Za UNP 18 nosače su sa svake strane povezane po dve lamele od pljosnatog čelika sa po 6 zavrtnjeva M 16. Na vrhu su za ove lamele vezana po dva nosača UNP 14 za čiji je donji deo učvršćena lamela 180 × 20 mm za koju se zavrtnjevima M 16 učvršćuju kućišta ležajeva osovine povratnog kotura. Svi elementi su dimenzionisani sa odgovarajućim stepenom sigurnosti i prema projektu izvedeni radovi.

Za povratni kotur je uzeta slobodna užetnjača sa osovinom i kućištima i ležajevima sa okna br. 15 u jami »Belo Brdo«. Prečnik užetnog kotura iznosi 1380 mm. Provera prečnika povratnog kotura je izvršena prema članu 25 Propisa o tehničkim merama i merama zaštite na radu pri prevozu ljudi i materijala oknima rudnika.

Prema prečniku žice prečnik kotura treba da iznosi:

$$Dk_1 = 1000 b = 1000 \cdot 1,2 = 1200 \text{ mm} < 1380 \text{ mm},$$

i prema prečniku užeta

$$Dk_2 = 80 \cdot d = 8,0 \cdot 19 = 1570 > 1380 \text{ mm}$$

gde je:

$$d = 19 \text{ mm} \text{ — prečnik upotrebljenog užeta}$$

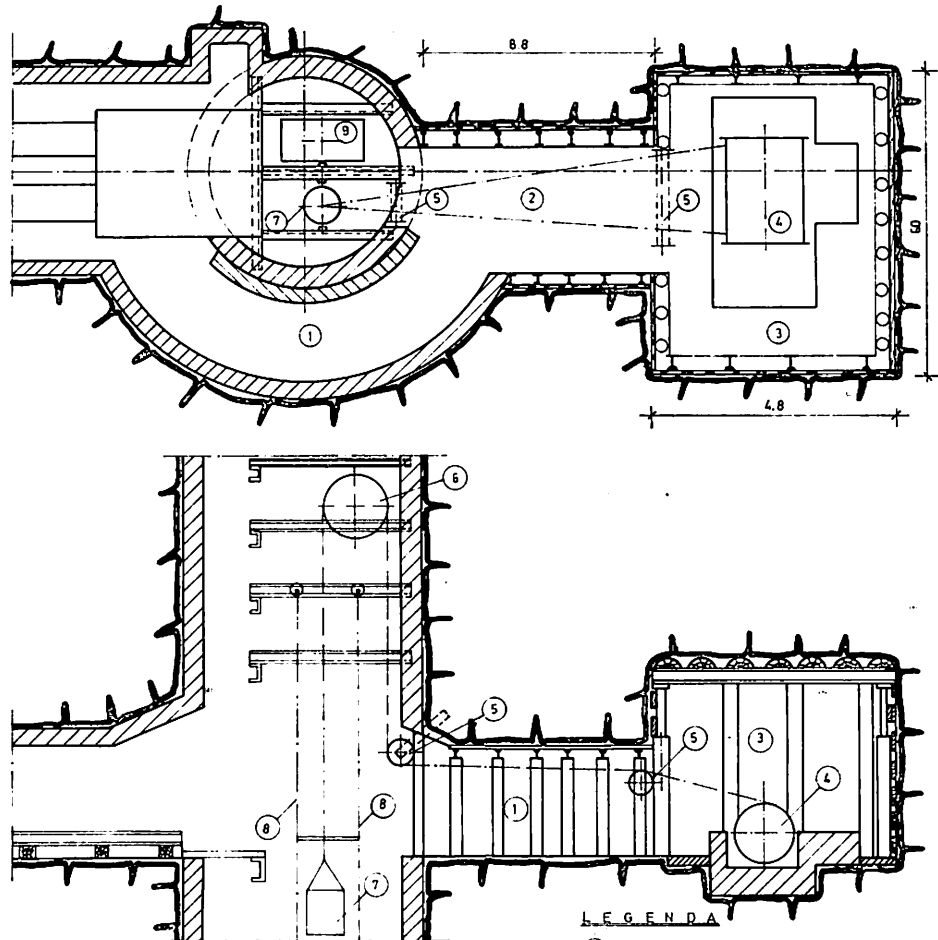
$$b = 1,2 \text{ mm} \text{ — prečnik žica u užetu.}$$

S obzirom da se radi o privremenom rešenju izvoza za vreme dubljenja okna i o protivtegu, i pored nešto manjeg prečnika kotura u odnosu na prečnik užeta, ugrađen je kotur ovog prečnika, jer se kotur većeg prečnika ne bi mogao ugraditi.

Kod vešanja protivtega sa povratnim koturom jedan kraj užeta vezan za bubanj izvozne mašine, prelazi preko užetnog kotura u torju i sa kotura preko povratnog kotura, a drugi kraj je učvršćen u toranj za srcoliki umetak, postavljen na nosače, koji se oslanjaju na nosače užetnih koturova. Na slici 7 je prikazano učvršćenje užeta u toranju. Za usmeravanje užeta sa užetnog na povratni

kotur protivtega na prvom redu nosača ispod zaštitnog patosa je postavljen otkloni kotur. Na slici 8 je prikazan način učvršćenja otklonog kotura.

Nosači srcolikog umetka, osovinica i nosači, kao i osovina otklonog kotura, dimenzionisani su prema prekidnoj sili užeta. Zbog obimnosti ovaj proračun se neće dati u ovom članku.



Sl. 9 — Položaj pripremnih objekata za dubljenje okna na V horizontu.

Abb. 9 — Anordnung der Vorbereitungsobjekte zur Schachtabteufung auf der V Sohle

LEGENDA

- ① OBILAZNI HODNIK
- ② PRISTUPNI HODNIK
- ③ HALA ZA IZVOZNU MAŠINU ZA DUBLJENJE
- ④ IZVOZNA MAŠINA
- ⑤ KOTUROVI ZA USMERAVANJE UŽETA
- ⑥ UŽETNI KOTUR
- ⑦ IZVOZNA POSUDA ZA DUBLJENJE OKNA
- ⑧ VODEĆA UŽAD IZVOZNE POSUDE
- ⑨ IZVOZNI KOŠ ZA IZVOZ RUDE I LJUDI SA VI HORIZONTA I MATERIJALA SA V HORIZONTA

### **Pripremni objekti za produbljenje okna**

Izvozna mašina za produbljenje okna po ovoj varijanti je ugrađena u halu na V horizontu.

Do hale za izvoznu mašinu je izrađen prilazni hodnik dužine 8,8 m i obilazni hodnik oko okna, kako se to vidi na slici 9, na kojoj su prikazani pripremni objekti. Veoma lako se vidi da je obim pripremljenih radova po ovoj varijanti znatno manji od obima kod prethodne varijante. Kod ove varijante se čak ne radi ni užetni uskop, ni toranj za dubljenje okna, već se za to koristi deo okna iznad V horizonta u kome se nalazi užetni kotur za dubljenje okna. Za sigurno izvođenje radova na produbljenju u oknu, iznad užetnog kotura izvozne mašine za dubljenje okna, odnosno ispod protivtega, izrađena je jedna zaštitna brana od nosača INP 30 i elastičnog jastuka od pruća. Druga zaštitna brana je izrađena ispod nivoa slobodne dubine ispod VI horizonta, u odeljenju koša za izvoz rude i ljudi. Za zaštitu radnika od palih komada iz izvozne posude za dubljenje od gornje do donje zaštitne brane podignuta je zaštitna pregrada od žičanog pletiva. Konstrukcija i proračun ovih zaštitnih brana obrađeni su u posebnoj članku objavljenom u »Sigurnost u rudnicima« br. 2/74. U toku produbljenja okna došlo je do prekida užeta protivtega, pri čemu je protivteg pao sa visine od 70 m na zaštitnu branu. Zaštitna brana je izdržala udarac protivtega koji se nabio u elastični jastuk na dubini od 3,8 m. Ovim je izvršena neplanirana provera sigurnosti zaštitne brane, čime je potvrđena ispravnost u članku opisanog postupka proračuna i konstrukcije brane. U momentu pada protivtega na branu, ispod brane u oknu na oko 220 m od mesta prekida užeta je radila radna grupa na dubljenju okna. Naprezanje su izdržali i uređaji za učvršćivanje i skretanje užeta pro-

ktivtega. Do prekida užeta je došlo usled zapinjanja protivtega za zavrtnanj za učvršćenje vodica.

### **Opis tehnologije produbljenja okna**

Radni horizont za dubljenje okna prema ovoj varijanti je V horizont. Iskop dobijen pri dubljenju okna sa izvoznom mašinom za dubljenje okna montiranom na V horizontu izvozi na ovaj horizont vedrom i na ovom horizontu kipa u vagonete »Raduša«. Vagoneti sa jalovinom se sa V horizonta izvoze jednoetažnim košem do nivoa odvozišta odakle se lokomotivom odvoze izvoznim potkopom do jalovišta ispred potkopa. Na V horizontu je smeštena i mešalica za pripremu betona, kao i ostali materijal potreban za produbljenje okna. Na ovaj horizont se dovoze i zaposleni na produbljenju okna, a do radnog čela u oknu se spuštaju izvoznim vedrom. Izvožno okno se produbljuje u filitima i kvarcsericitskim škriljcima koji imaju povoljne fizičko-mehaničke osobine da se ne mora postavljati privremena podgrada. Spravljeni beton se do mesta betoniranja spušta vedrom. Pokušaj spuštanja betona cevima izvođaču radova nije uspeo usled nerešenog problema segregacije. Po izradi iskopa u dužini od 5 m ugrađuje se stalna betonska podgrada. Do sada je na ovaj način već izrađeno 100 m okna. U toku izvođenja dosadašnjih radova na dubljenju okna nije bilo slučajeva povreda ili havarija osim navedenog prekida užeta koje bi ugrozile zaposlene što uz niža investiciona ulaganja, zbog znatno manjeg obima pripremljenih radova i skraćanja roka za završetak radova, opravdava izbor ove varijante za produbljenje izvoznih okana. Zbog svoje povoljnosti i produbljenje izvoznog okna u jami »Badovac« je projektovano po ovoj varijanti.



## ZUSAMMENFASSUNG

### Die Abteufung des Förderschachts in der Grube Ajvalija von der VI. bis zur IX. Sohle durch Verlängerung der freien Teufe mit der Lösung der Schachtförderung während des Abteufens durch Förderkorb und Gegengewicht mit Umkehrscheibe

Dipl. Ing. J. Pejčinović — Dipl. Ing. S. Kisić — Dipl. Ing. P. Redžić — Dip. Ing. M. Kisić\*)

In dem Artikel wurde die Beschreibung der angenommenen Variante gegeben, nach welcher der Blindschacht von der VI. bis zur IX. Sohle in der Grube Ajvalija abgeteuft wird. Die Schachtabteufung wird auf diese Weise durchgeführt, dass der eine Trumm unterhalb der IV Sohle für die Schachtabteufung benutzt wird. Der obere Teil dieses Trums — oberhalb der IV. Sohle wird für die Bewegung des Gegengewichts mit beweglicher Umkehrrolle, die zur Ausbalancierung der Korbförderung von der VI Sohle dient benutzt. Durch Aufstellung einer Scheibe auf dem Gegengewicht wird die Gegengewichtsbewegung im Schacht auf die Hälfte der Korbfahrt vermindert. Solche Lösung der Förderung hat die Schachtabteufung durch direkte Verlängerung der freien Teufe ermöglicht und das stellt eine Neuigkeit bei der Schachtabteufung bei uns dar. Durch solche Schachtabteufung ist der Umfang der Vortereitungsarbeiten bedeutend kleiner in Bezug auf den Umfang bei der Schachtabteufung auf die klassische Weise, wodurch die Abteufdauer und Schachtabteufungskosten mit genügender Sicherheit der Arbeiten, herabgesetzt werden, was im Lauf von 100 m Teufarbeiten bewiesen wurde.

## Literatura

1. Bergverordnung des Oberbergmats in Dortmund für Hauptseilfahrtsanlagen, 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 pripreme objekte i uređaje za produbljenje izvoznog okna od VI do IX horizonta u jami Ajvalija. — Rudarski institut, Beograd.

\*) Dipl. ing. Jovan Pejčinović — dipl. ing. Slavko Kisić — dipl. ing. Predrag Redžić — dipl. ing. Miroslav Kisić — Rudarski institut — Beograd.

# Сигурносни мерки во погоните за експлоатација и преработка на украсен камен со посебен осврт на употребата на дигалки

(со 3 слики)

Дипл. инж. Бранислав Симоновски

*Дизалице као производне машини много се примењују у рударству па и у технологији експлоатације и обраде украсног камена. Приказани су значај примене, основе и мере заштите при раду са њима.*

## Увод

Последниве години производство на украсниот камен во светот и кај нас, завзема се поводно место како по количина исто така и по асортиман.

Во рудниците и фабриките за преработка на украсен камен, во последно време се внесуват во експлоатација се повеќе дигалки од различни модели и конструкции. Нивната масовна примена е последица на желбата за замена на мануелната работа

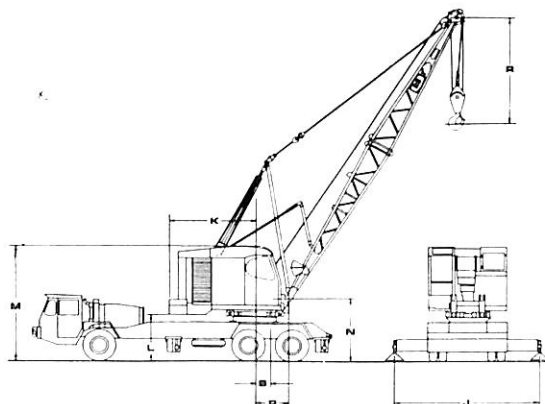
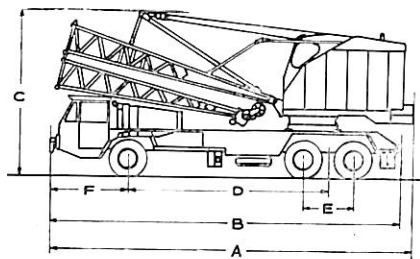
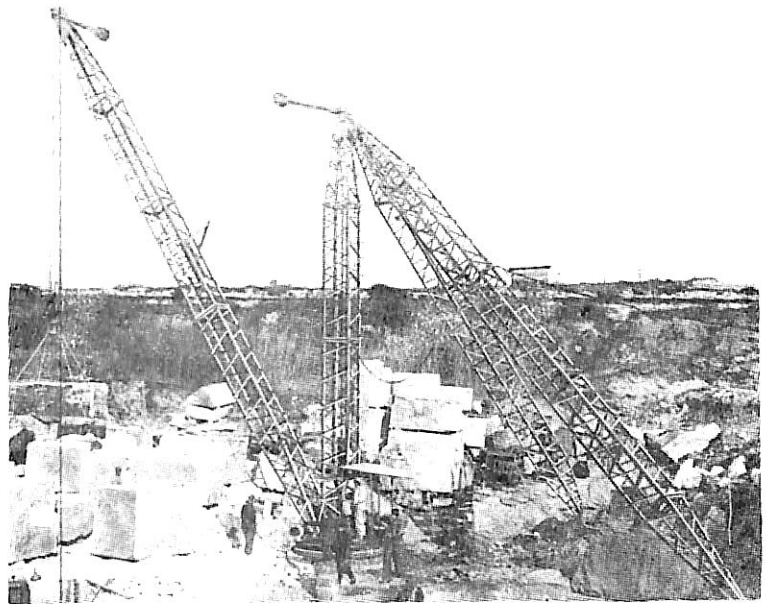
со разни механизми. Овие механизми (дигалки) имаат големи технички можности при дигањето и преместувањето на тешките блокови и плочите со голема димензија.

Сврха на овој чланок е да укаже на сигурносни мерки во рудниците и погоните за преработка со посебен осврт на употребата на дигалки.

При експлоатација и преработка на украсните камења се употребуваат разни работни операции:

Работни операции	Вид на дигалките	Носивост
Соборување и преместување на блокови	Ручна дигалка и хидраулични оборувачи	10 т, 15 т, 20 т, и 25 т.
Хоризонтален или кос транспорт на блокови со планумот	Витло	Со влечна сила по: 400, 600 и 1000 кр.
Растовар и утовар на блокови и плочи при отвореното складиште на фабриката	Портална дигалка	Со пропусни и носивост 15 т и 20 т
Внатрешен транспорт во погонските хали	Мостна дигалка	Носивост: 3 т и 5т.
Помошен транспорт во склоп на континуираните линии за преработка	Конзолни дигалки	Носивост: 1,0 т, 1,5 т и 2,0 т.
Дигање преместување и утовар на блокови во рудникот	Дерик дигалки и авто дигалки	15 т и 20 т, 10 т, 15 т, и 20 т.

Сл. 1 — „Дерик“ —  
дигалка  
Fig. 1 — »Deric« crane.



Сл. 2 — Портална дигалка  
Fig. 2 — Portal crane.

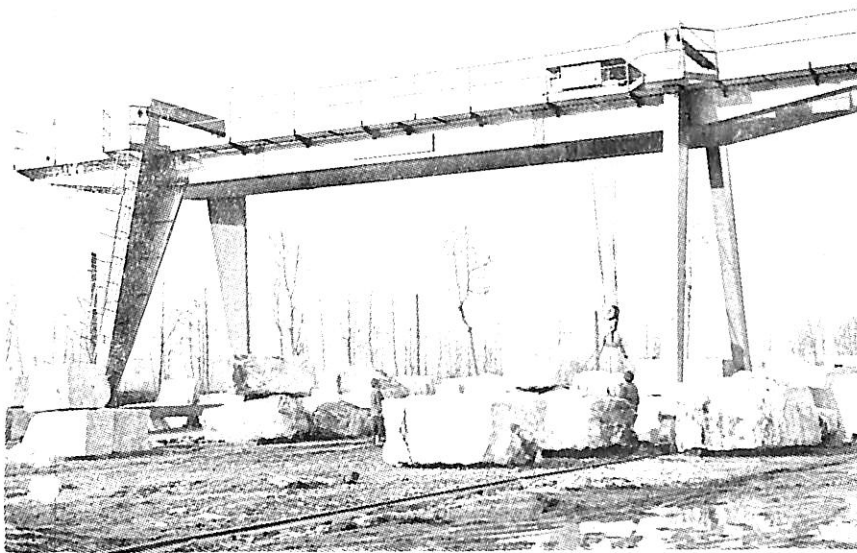
Исправно ракување со дигалките има влијание на нивниот век на траење, а исто така и на сигурност. Во продолжение дадени се основните податоци за конструкциите и употребливоста на дигалките во технолошкиот процес на производството, со посебен осврт на заштитните мерки и одржувањето.

Дигалките што се употребуваат во мермерната индустрија спрема нивната величина можат да бидат: големи, средни и мали, во поглед на нивната мобилност се: самоходни, преносни и неподвижни, а во поглед на конструкцијата се:

- Рачни (со навојно вретено, со запчести полуѓи и хидраулични)
- Витла
- Дерик дигалки
- Авто дигалки
- Портални дигалки
- Мостни дигалки
- Конзолни дигалки

Сите споменати конструкции се на електричен погон, со исклучок на авто дигалките кои што најчесто се погонувани од дизел мотор.

Кај старите типови дигалки се сретнуваат со мотори на истосмерна струја. Споменатите мотори имаат својство на саморегулирање, бидејќи моментот на роторот на електромоторот се менува во обратно зависност од бројот на вртењата. Сегашните дигалки се напојуваат со изменична трофазна струја, бидејќи захтеваат помали мотори, со единствена конструкција, а имаат поголем степен на искористувањето.



Сл. 3 — Авто — дигалка  
Fig. 3 — Automotive crane.

Согласно со JUS MD 1.020 према утврдените критериуми за подела на дигалките во погонски класи, рудничките и фабричките дигалки во зависност од параметрите ( $n$  и  $h$ ) спаѓаат во средната класа број 2 со  $n = 16—32$  цик./мин. и  $T = 0,5—1,0$  h.

Автодигалките, „Дерик“ дигалките (сл. 1) и порталните дигалки (сл. 3) работат на отворен простор и изложени се на атмосферичките па спрема JUS MD 1.050 при нивната пресметка се земаат следните оптеретувања:

1. Главните оптеретувања:
  - погонскиот терет
  - сопствена тежина
2. Дополнителни оптеретувања:
  - оптеретувања на вертикалните и хоризонталните движења, вртења и навалувања,
  - дејство на ветерот, снегот и мразот,
  - промена на температурата.

Оптеретувањата од атмосферичките е повремено но неопходно е да се земат во предвид. При јаки ветрови „Дерик“ дигалките не се загрозувани како што е случај со останатите дигалки, бидејќи по својата конструкција истите имаат два решеткаста косника који ги превземаат хоризонталните сили.

При притисок на ветерот од  $12 \text{ kp/m}^2$  нормалната работа на дигалката е отежната и треба да се запре со работата.

Најголема опасност за дигалките во рудниците и индустријата за украсен камен е

нивното преоптеретување. Бидејќи, секоја дигалка има ограничена носивост неопходно е да се води сметка за тежината на блоковите и плочите со кои што се манипулира. Поради неправилните геометриски форми на блоковите и плочите често е тешко да се одреди со точност нивната тежина. Посебен проблем представува материјалот за кого не се знае точната вредност на запреминската тежина.

Ако дигалката се преоптерети може да дојде до лом крај „Дерик“ дигалките или до превртувањето на автодигалките — ако се поремети нејзината стабилност.

Тежината на блоковите и плочите се утврдува на еден од следните начини: со проценка на предметните блокови и плочи, со динамометар и (во случај на правилни геометриски форми) со пресметка. При проценката поради сигурност треба да се земе  $20—30\%$  по голема вредност од проценката.

Постојат хидроулични и механички динамометри. При нивната употреба треба теретот да се дига полека и да се избегнуваат ударите кои се јавуваат при подигањето и при полнењето на блоковите.

Бидејќи „Дерик“ дигалките имаат крак со променлив наклон потребно е да се снабдени со автоматски покажувачи на наклонот и најголемото допуштено оптоварување при дадениот наклон.

Заштитата од преоптеретување треба да иде и со електричните осигурувачи, кои се подесат на тој начин да исклучуваат во моментот кога тежината на подигнатиот

блок или плоча е за 10% поголема од максимално допуштениот товар.

Покрај електричните осигурачи постојат и пнеуматко-хидраулични кои се произведуваат и кај нас.

Висината на дигањето за разни типови дигалки е утврдена со JUS MD 1.022, при што под појмот „висина на дигање“ се подразбира вертикалното растојание од нивото на етажата, (од нивото на патосот во фабричката хала или од нивото на отвореното складиште) до најниската точка на куката во нејзината највисока положба.

Секоја дигалка употребена при експлоатацијата или преработка на украсниот камен, од сигурносни и други причини, неопходно е да се вклопи во стандардите за висината на дигањето, кој што е даден како низа на броеви почнувајќи од 2 и завршувајќи со 100 м.

Трансморното и попречното движење на мостните, порталните и други дигалки, кои што служат за вертикално дигање на блокови со помош на јаже или синџир исто така треба да се придржуваат до стандардот за работни брзини JUS MD 1.023. Брзините се дадени со низа на броеви започнувајќи од 1,0 m/min. па се до 320 m/min.

За „Дерик“ дигалките, конзолните стационарни дигалки и автодигалките, кои што при експлоатацијата се движат кружно околу вертикалната оска, утврден е стандард, кој што ги дефинира вртењата во минута, а преставен е со низа на броеви започнувајќи од 0,5 врт./min па се до 16 врт./min.

По своите физичко-механички особини, украсниот камен е осетлив на удар, така да дигањето и спуштањето треба да биде со минимална брзина.

Ако при употреба на портална дигалка (обслужување на отворените складишта за блокови во фабричните хали) дигаличарот управува од кабина која се движи со порталот и макката, максималната брзина на порталот или мостот не смее да преоѓа 50 m/min а брзината на макката 30 m/min, препорачливо е овие брзини да бидат 50% од максимално дозволените.

Распоните на мостните и порталните дигалки стандардизирани се со JUS MD 1.024, а величините представени се со низа на броеви започнувајќи од 4 па се до 100 м. Во мермерната индустрија начесто употребувани се дигалки со распони од 10—20 м поради нивната економичност при употребата.

Управувачкото место на дигаличарот за дигалките употребувани во рудниците и фабриките за украсен камен е од кабините или од под.

Управувачкото место кај „Дерик“ дигалките е изведено во кабина која што е сместена покрај вертикалниот столб.

Порталните дигалки при отворените складишта исто така се употребуваат од кабина која се движи заедно со макката или од подот.

Мостните и конзолните дигалки во фабричките хали се управуваат од подот.

Автодигалките се управуваат директно од шоферската кабина. Управувачките места на која и да била дигалка треба да ги задоволуваат следните барања:

— Пристапот и работата на управувачкото место не смее да ги угрозува живото и здравјето на работникот.

— Дигаличарот треба да има потполн преглед на работниот простор и можност да ја следи манипулацијата со блоковите и плочите во текот на сите работни операции.

— Управувачкото место на рудничките дигалки, при површинските копови каде се врши експлоатација со црн барут или друг експлозив, треба да биде посебно заштитено. Степенот на заштитата зависи од погонските услови и за секој случај треба да биде регулирано со интерни правилник за техничка заштита на работната организација.

— Управувачкото место на мостните дигалки во фабричките хали е од патосот. Дигаличарот се движи по целата должина на халата, каде се употребуваат големи количини на вода која се распршува при сечењето и полирањето, па е истиот повремено или стално изложен на директни млазеви на ситно распрскана вода. При такви услови дигаличарот треба да е заштитен со чизми и импрегнирано заштитно одело, а по потреба треба да се преземат и други мерки предвидени со правилниците на работната организација.

Кабините наменети за сместување на управувачките места воглавном се типски со димензии од 1.400 x 1.800 mm до 2.000 x 2.000 mm.

Во зависност од намената и локацијата на дигалката и режимот на работата кабината треба да ги задоволува следните барања:

— Да биде просторна и оградена со чврст материјал.

— Да биде висока 1,8 м, добро осветлена и снабдена со удобно седиште за дигаличарот.

— Да на видно место бидат извесени напатствија за работа и заштитните мерки.

- Затоплување на кабината и можноста за чистење на прозорите треба да биде обезбедена.

### Прегледи на дигалките

Дигалката како сложен механизам неопходно е периодично да се прегледува и испитува. Sprema големината на дигалката и нејзината намена се одредува и обемот на прегледите. Секоја работна организација со интерни акти го одредува рокот за преглед и за испитување, како и стручноста на луѓето што ќе го вршат прегледот.

Прегледите можат да се вршат:

1. Дневен преглед, визуелно го врши самиот дигаличар.
2. Неделен преглед, го вршат стручни работници од групата за одржување во работната организација.
3. Месечните и годишните прегледи се вршат од стручните работници на групата за одржување, а по потреба се замени стручни лица и од други сервисни организации.
4. Генерален преглед е комплетен преглед на секоја дигалка. Секоја дигалка без оглед на големината неопходно е генерално да се прегледа. Овој преглед се врши секоја трета година кај дигалките од III и IV погонска класа, а најкасно секоја пета година кај дигалките од I и II погонска класа. Работната организација може да ги скрати роковите од предходно цитираните.

Работа околу генералниот преглед се состои од два дела:

— преглед

— пробно испитување.

Со прегледот се обфаќаат: носеките направи, склопови и конструкции, водечки и носечки кола, трачници, патека, електрични водови и инсталации, електрични уреди, опрема уземјување и др.

Оштетените и истрошените делови се заменуваат.

Пробното испитување е статичко и динамичко, а се врши по истиот принцип како за испитување на поедините делови од дигалката.

5. Вонреден преглед се врши во случај на лом или друг голем дефект. Целта му е да се најде разлогот и утврди обемот на поправката.

### Документација на дигалките

За дигалките во индустријата на украсниот камен, неопходно е да се водат матични и контролни книги како и атести во согласност со постојаните прописи. Дигал-

ките со носивост до 1.000 кр можат да имаат само матични книги.

Матичната книга ги содржи сите технички показатели и карактеристики на дигалката и ја регистрира секоја измена на дигалката од нејзиното пуштање па се до нејзината амортизација.

Контролната книга се води исто така за целиот век на експлоатација на дигалката. Оваа книга ги обфаќа техничките податоци околу користењето на дигалката, одржувањето, податоците за ракувачите и др. Во неа се внесуваат податоците за локацијата, прегледи и испитувања, поправки, замени на челичните јажиња и др.

Напатствието за работа со дигалката ги содржи сите неопходни захтеви за правилното монтирање, руковање, одржување и подмачкување со посебно истакнати термини за прегледите.

Упатството го изработува производителот, а поедини делови што се однесуваат за експлоатацијата на дигалката при дадените услови треба да ги даде корисникот.

### Останати заштитни мерки при работа со дигалките

— Сите дигалки што се употребуваат во мермерната индустрија со исклучок на рачните, треба да се снабдени со сигнални уреди, осветлување и апарат за гасење на пожар. Од двете страни на дигалката неопходно е да има табла со упозорување дека е забрането задржување на работници во полето на работата.

— Почетокот на работата на дигалката, дигаличарот треба да го објави со сигнал. После дадениот сигнал се чека додека луѓето не го напуштат работниот простор кој спаѓа во подрачјето на дигалката.

— При грмотевици да се забрани работата со „Дерик“ дигалките.

— При транспортот на автодигалките, дозволените успони го одредува техничкиот раководител на површинскиот коп, а на основ техничката документација за дигалката, која што е дава производителот.

— При утовар на блок во камион со помош на дигалка, камионот треба да се постави така спрема дигалката да при манипулацијата не дојде до оштетување на камионската кабина, а шоферот треба да се наоѓа надвор од возилото.

— Во полето на „Дерик“ дигалките не смее да се задржуваат други камиони освен тој што се товари, а исто така не смее да се наоѓа никаква друга рудничка механизација и опрема.

— При поредна работа на две „Дерик“ дигалки, нивното растојание мора да биде за 6 m поголемо од збирот на најголемите пречници на нивниот дохват.

— Растојанието од порталната дигалка до најблиските објекти треба да биде минимум 2,5 m од крајната точка на пропустот.

— На отворените складишта, по кои се движи портална дигалка при нејзината работа не смее да има луѓе и опрема со исклучок на камионот што се товари или растовара.

— Ако во работното време дигалката е вон од погон, дигаличарот не смее да ја напушта дигалката, ако не е осигурана, да не би неовластени лица ја ставиле во погон.

— За време работа дигалките не смеат да се подмачкуваат и поправуваат.

— При поправки на делови од дигалките кои се на голема (опасна висина), работниците треба да се избегнат од пад со заштитен појас.

## I z v o d

U rudnicima i kamenolomima, kao i u fabrikama za obradu kamena sve se više u svetu i kod nas živa sila za dizanje i prenos velikih kamenih blokova i ploča zamenjuje mehaničkim radom pomoću dizalica raznih konstrukcija i veličina, koje mogu biti stationarne, samohodne i prenosne. U rudnicima i fabrikama, prema JUS MD 1020, primenjuju se dizalice srednje klase. Cilj članka je, da iznese značajnije sigurnosne mere pri radu sa dizalicama u rudnicima i fabrikama za obradu kamena.

Autodizalice, Derik-dizalice i portalne dizalice rade na otvorenom prostoru, pa su pored opterećenja pri radu, izložene dejstvu vetra, snega, mraza i promenama temperature, koji različito utiču na bezbednost i produktivnost rada pojedinih tipova dizalica.

Najveću opasnost, s obzirom na sigurnost pogona i ljudi, predstavlja preopterećenje dizalica. Zato se težina kamenih blokova i ploča mora kontrolisati po dimenzijama, a kod nepravilnog oblika dinamometrima, odnosno električnim ili pneumatsko-hidrauličnim osiguračima.

Standardom su određeni visina dizanja, brzina i prostor kretanja pri raznim operacijama raznih konstrukcija, kao i raspon mostnih i portalnih dizalica od kojeg zavisi ekonomičnost rada sa njima.

Dizalicama se, već prema konstrukciji, upravlja iz kabine ili upravljačkog mosta standardnih dimenzija, koji u pogledu bezbednosti rukovaoca mora odgovarati određenim uslovima.

U cilju kontrole bezbednosti rada i pogona, te održavanja u skladu sa propisima odnosno internim uputstvima, moraju se vršiti svakodnevni, nedeljni, mesečni i godišnji pregledi, a generalni pregledi dizalica III i IV klase moraju se vršiti bar svake treće, a II i I klase svake pete godine. Isto tako, mora se, prema propisima i internim uputstvima, organizacija udruženog rada voditi odgovarajuća dokumentacija o dizalicama, te sprovođiti i ostale mere zaštite upravljača dizalicama i radnika u kamenolomima, od kojih su u članku iznete samo najvažnije.

U svakoj rudarskoj organizaciji mora se, prema specifičnosti ležišta, izraditi posebni pravilnici i propisi, koji se u toku razvoja rudarskih radova moraju dopunjavati.

## SUMMARY

### Safety Measures in Operations for Decorative Stone Exploitation and Processing with a Specific Regard on Crane Utilization

B. Simonovski, min. eng.\*)

Cranes are gaining increasing importance as production machines in mining, and also in the technology of exploitation and processing of decorative stone. Presented are the importance, application and technical properties of individual crane types, as well as the need for skilled crane operation, keeping work records, inspection and maintenance of cranes as a base for safety at work. In regard with this, safety measures are proposed for individual types of cranes associated with various operations, with a specific emphasis on the requirement for issuing adequate operation instruction manuals and safety measures for crane operation.

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

1. Zambeli, A: Tehnika sigurnosti u rudarstvu.
2. Dević, M.: Dizalice i dizaličar.
3. Jugoslovenski standardi za rukovanje dizalicama.
4. Zbirka propisa iz oblasti rudarstva.
5. Tehnička uputstva za rad sa dizalicama u proizvodnji, izdato od strane proizvođača »Vulkan« Č Rijeka, »Min« — Niš i »Metalna« — Maribor.
6. Kepeski, B.: Projekat otkopavanja rudnika za mermer »Stobi« — Kavadarci. — RI Skopje.
7. Simonovski, B.: Projekat otkopavanja travertinskog ležišta »Velmej« — Ohrid.

---

\*) Dipl. ing. Branislav Simonovski, Rudarski institut, Skoplje.



# Samozapaljivost ugljene materije povlatnog ugljenog sloja rudnika „Zenica“ u funkciji petrološkog sastava

Prof. dr ing. Dimitrije Dimitrijević

*Zbog krтости detrit-gela prilikom otkopavanja uglja pojavljuju se u nje-mu prsline, usled kojih može doći do oksidacionih procesa, kao početka samo-zagrevanja. Ako je prisutan fuzit, on svojim hemijsko-tehnološkim osobinama deluje katalitički na oksidacione procese i ubrzava samozagrevanje. Petrološkim analizama povlatnog ugljenog sloja u rudniku Zenica, po visini sadržaja detrit-gela i fuzita, određena su mesta u profilu sloja u kojima može doći do samozagrevanja, pa i do samozapaljenja uglja.*

## Osnovne ležišne prilike ugljenog basena

Srednjobosanski ili zeničko-sarajevski ugljeni basen izgrađen je iz dveju ugljonosnih serija: donje ili koščanske i gornje ili zeničke serije.

Donja ili koščanska serija, za koju se pretpostavlja da pripada gornjem oligocenu, razvijena je naročito u delu basena između ugljenokopa »Kakanj« na severozapadu i ugljenokopa »Breza« na jugoistoku.

Ova serija, sa debljinom oko 900 metara, koja leži preko krečnjaka gornje krede, obrazovana je od bazalnog konglomeratorsko-peščarskog kompleksa debljine oko 100 metara, koji naviše prelazi u glinovito-laporoviti kompleks, koji je debeo oko 200 metara. U sastav poslednjeg ulaze još i glinasti peščari i argiliti, a u podređenoj količini i bituminozni krečnjaci.

U donjem delu kompleksa nalazi se tzv. koščinski ugljeni sloj debljine 2-5 metara.

Gornja ili »zenička serija«, za koju se smatra da pripada miocenu, leži diskordantno preko koščanske serije, a i direktno preko mezozojske podloge. Debljina serije varira od 130 metara (u okolini Sarajeva) do 650 metara (u rejonu rudnika Zenica).

Zeničku seriju sačinjavaju: bazalni gluboklastični kompleks, debljine oko 100 metara, koji je obrazovan od konglomerata i peščara; glinovito-laporoviti kompleks, debljine do 500 metara, koji je nosilac ugljenih slojeva i povlatni gluboklastični kompleks molasoidnog karaktera, debljine 100-1650 metara, u kome se nalaze neki proslojci uglja.

U donjem delu glinovito-laporovitog kompleksa, u kome ima u podređenoj količini i peskovitih glina i glinovitih peščara, nalazi se devet ugljenih slojeva dosta nepostojane debljine. Debljina povlatnog ugljenog sloja je od 4-8,50 metara.

## Petrološke karakteristike povlatnog ugljenog sloja

U cilju kompleksnijeg sagledavanja petroloških svojstava povlatnog ugljenog sloja, probe za ova ispitivanja su uzete sa tri različita mesta i to vertikalno po ugljenom sloju.

Probe su uzete na istočnom delu jame na svakih 0,10 m, od podine prema povlati, zatim na radilištu 41 i to na svakih 0,15 m razdaljine po vertikali i na severnom krilu ugljenog sloja na rastojanju od 0,15 m.

**Tablica 1**

**Petrološka analiza ugljenog sloja istočnog dela jame**

Oznaka probe	Razdaljina uzetih proba (m)	Petrografski sastav %			
		detrit teksto	detrit gelo	tekstilit gelo	fuzit
PI-1	0—0,10	20,30	63,50	12,23	3,97
PI-2	0,10—0,20	20,30	75,10	3,10	1,50
PI-3	0,20—0,30	1,60	66,00	32,40	—
PI-4	0,30—0,40	5,70	82,50	7,10	4,70
PI-5	0,40—0,50	1,60	85,10	12,80	0,50
PI-6	0,50—0,60	6,26	39,35	32,19	2,20
PI-7	0,70—0,80	1,20	82,90	11,10	4,80
PI-8	0,80—0,90	5,67	64,33	30,00	—
PI-9	1,2—1,30	3,28	88,52	8,20	—
PI-10	1,30—1,40	13,47	47,44	38,13	0,96
PI-11	1,50—1,80	10,60	76,82	10,14	2,40

Petrološka analiza istočnog dela jame Zenica pružila je podatke koji su ukazali na kretanje karakterističnih petrografskih mikrolitotipova po vertikalnom profilu ugljenog sloja (od neposredne podine do povlate).

Najzastupljeniji mikrolitotip je detrit-gelo, čije se maksimalne vrednosti javljaju pri neposrednoj podini, odnosno od 0-0,10 m, zatim od 0,30—0,40 m, 0,40—0,50 m, 0,70—0,80 m, 1,20—1,30 m i 1,50—1,80 m.

Ovaj se mikrolitotip odlikuje velikom homogenošću. Mestimično se javlja slabije izražena struktura. Mesta, gde se ovaj mikrolitotip javlja u ugljenom sloju u većim količinama odlikuju se visokom sjajnošću.

Tekstilit-gelo ili polusjajni ugalj, posmatrano od podine prema povlati, najzastupljeniji je: 0,20—0,30 m sa vrednošću od 32,40%, zatim u okviru probe PI<sub>6</sub> sa 32,19%, probe PI<sub>8</sub> 30% i probe PI<sub>10</sub> sa vrednošću 38,13%. Ovaj mikrolitotip se odlikuje vrlo visokom sadržinom (preko 50%) gelificiranog drvenastog tkiva, što mu i daje polusjajan izgled.

Mat mikrolitotip, prema kvalitativno-kvantitativnoj petrološkoj analizi prisutan je u manjem obimu. Najzastupljeniji je u probi PI<sub>2</sub> (0,10—0,20 m) sa vrednošću od 20,30. U ostalim probama nalazi se u manjim količinama.

Fuzit kao veoma karakterističan mikrolitotip nije prisutan u značajnijim količinama. Samo u probama PI<sub>1</sub> i PI<sub>7</sub> nalazi se u nešto povećanom procentu.

U okviru središnjeg dela — radilište 41, jame, uzeto je po vertikalnom pružanju ugljenog sloja pet proba.

**Tablica 2**

**Petrološka analiza ugljenog sloja središnjeg dela jame**

Oznaka probe	Razdaljina uzetih proba (m)	Petrografski sastav %			
		detrit teksto	detrit gelo	tekstilit gelo	fuzit
P <sub>1</sub>	0,00—0,15	2,44	89,56	8,00	—
P <sub>2</sub>	0,15—0,30	14,27	73,45	15,26	—
P <sub>3</sub>	0,30—0,45	7,95	73,45	20,36	3,24
P <sub>4</sub>	0,45—0,60	9,03	47,42	43,55	—
P <sub>5</sub>	0,60—0,75	0,42	61,75	36,56	1,27

Petrološka analiza je pokazala da u pogledu kvantitativnih karakteristika detrit-gelo je najzastupljeniji mikrolitotip. On je prema mikroskopskoj analizi najpristupniji u podinskim partijama uglja. Probe P<sub>4</sub> i P<sub>5</sub> sadrže u sebi u manjem procentu ovaj mikrolitotip.

Detrit-gelo je zastupljen u znatno manjoj meri od prethodnog mikrolitotipa.

Fuzit je prisutan u probama P<sub>3</sub> i P<sub>5</sub>, a njegovo prisustvo daje posebne karakteristike ugljenim materijama ovih proba.

U okviru severnog krila povlatnog ugljenog sloja uzete su u jamskim prostorijama četiri probe i izvršena mikroskopska analiza.

**Tablica 3**

**Petrološka analiza severnog krila povlatnog ugljenog sloja**

Oznaka probe	Razdaljina uzetih proba (m)	Petrografski sastav %			
		detrit teksto	detrit gelo	tekstilit gelo	fuzit
Proba 1	0,00—0,50	6,30	67,62	25,66	0,48
Proba 2	0,50—0,80	1,77	90,15	3,34	4,74
Proba 3	0,80—1,10	2,76	68,89	28,35	—
Proba 4	1,40—1,70	0,92	91,11	7,97	—

Prema prikazanim podacima u tablici 3, može se zaključiti da je, kao i u ostalim delovima ugljenog sloja, najprisutniji detrit-gelo. Naročito su visoke vrednosti u probama 2 i 4.

### **Petrografski parametri kao indikatori samozapaljivosti ugljene materije**

Komparirajući rezultate petrološke kvalitativno-kvantitativne analize tri lokaliteta u okviru povlatnog ugljenog sloja u jamskim prostorijama jame Zenica može se konstatovati sledeće:

— ugljena materija je izgrađena od četiri karakteristična mikrolitotipa: detrit-teksto, detrit-gelo, tekstit-gelo i fuzita.

— petrografski sastav je veoma promenljiv u okviru vertikalnog pružanja ugljenog sloja. Analize su pokazale da se na kratkim vertikalnim rastojanjima javljaju velike promene u pogledu kvantitativne prisutnosti ili odsutnosti pojedinih mikrolitotipova. Ova činjenica nesumnjivo ukazuje na veoma različite fizičko-mehaničke i hemijsko-tehnološke osobine ugljene materije u profilu ugljenog sloja,

— najprisutniji mikrolitotip je detrit-gelo, koji svojom velikom prisutnošću daje i sjajan izgled ugljene materije. Njegova veća prisutnost u tim partijama ugljene materije omogućuje da se intenzivnije razvija proces oksidacije i dođe do samozapaljenja uglja. Ovo je vezano za njegove fizičko-mehaničke osobine (1),

— pored detrit-gela javlja se i fuzit kao karakterističan mikrolitotip s obzirom na samozapaljivost ugljene materije. On sa svojim hemijsko-tehnološkim osobinama deluje kao katalizator u procesu samozapaljenja.

Imajući u vidu kompleksna laboratorijska ispitivanja, kao i napred navedene konstatacije, može se u pogledu funkcionalne veze između petrološkog sastava i procesa samozapaljivosti ispitivane ugljene materije zaključiti:

— Pošto je ugljena materija u najvećoj meri izgrađena od detrit-gela mikrolitotipa, a on se po svojim fizičko-mehaničkim osobinama odlikuje krtošću tokom eksploatacije ugljenog sloja u okviru partija uglja koje su bogate njime javlja se niz karakterističnih mikroprslina. Kroz te mikroprslina cirkuliše vazduh i razvija se proces oksidacije ugljene materije.

U pojedinim partijama ugljene materije, javlja se fuzit u većim količinama. U tim sredinama on katalitički ubrzava proces oksidacije, tako da su u okviru ugljenog sloja ta mesta labilna u pogledu razvijanja procesa samozapaljenja.

— Imajući u vidu prethodne zaključke, mogu se identifikovati mesta u ugljenom sloju koja su po svom petrološkom sastavu predisponirana na intenzivniji razvoj procesa oksidacije i samozapaljenja ugljene materije.

U okviru ugljenog sloja istočnog dela najkarakterističnije su partije uglja proba PI-1, PI-4, PI-7 i PI-11.

U okviru severnog dela ugljenog sloja najkarakterističnije su partije uglja proba 2 i 4.

Središnji deo ugljenog sloja poseduje karakteristična mesta u okviru proba P<sub>3</sub> i P<sub>5</sub>.

Petrološka analiza ugljene materije pružila je sigurne parametre na osnovu kojih je data mogućnost da se u eksploabilnom ugljenom sloju otkriju lokaliteti koji mogu biti žarišta pojavljivanja i intenzivnijeg razvoja procesa oksidacije, pa i samozapaljenja ugljene materije. Na taj način je dokazano da postoji funkcionalna veza između strukturoloških karakteristika ugljene materije i procesa oksidacije.

## RESUMÉ

### Auto-allumage des couches des matières houillères de la mine »Zenitza« dans la fonction de composition pétrologique

Dr D. Dimitrijević, chargé de cours à la Faculté des mines\*)

L'auto-allumage des matières des houilles paraissent dans les espaces des fosses des mines houillères par différents intensités. Cette appartion hétérogène résulte de toute une série des facteurs qui apparaissent dans l'intensité des processus chimiques. Dans cette expérimentation nous avons essayés d'apercevoir dans la fonction pétrologique des caractéristiques des matières des houilles de la couche houillère expérimentée.

L'exploitation de la houille dans la fosse de »Zenitza« apparaît en état assez composé dans les conditions exploitables. La matière houillère et soumise à l'auto-allumage entre autre aux coups venteux dans les fosses des houilles. Tous cela nous a engagé de mettre en œuvre ces expériences pour éclairer le problème de l'auto-allumage au point de vue structurel appliquant des expériences scientifiques, fondamentales localisées premièrement aux analyses microscopiques des matières des houilles.

Les analyses quantitatives et qualitatives pétrologiques nous ont montrés le composé exact des matières des houilles à quelle occasion on a institué les caractéristiques quantitatives et qualitatives des matières des houilles. A la fois les expériences ont indiqués que le composé pétrologique ont indiqués que le composé pétrologique des matières houillères se trouve à la fonction directe avec le processus de l'auto-allumage des matières de houilles.

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

1. Dimitrijević D. 1974: Drobljivost podinskih, središnjih i povlatnih partija uglja ugljenog sloja Rudnika »Đurđevik« u funkciji petrološkog sastava. — Tehnika br. 3, Beograd.
2. Teder R. L., Batolin E. C., 1965: Metody opredelenija fiziko-mehaničkih svojstv gornjih porod. — Institut gornogo dela, Moskva.
3. Dimitrijević D., 1973. Proučavanje apsorpcionih mogućnosti nekih mrkih ugljeva SR BiH. — Tehnika br. 4, Beograd.

\*) Prof. dr ing. Dimitrije Dimitrijević, van. prof. univerziteta i savetnik Izvršnog veća SR Srbije za visoko školstvo i nauku, Beograd

# Priprema i provođenje simuliranja vjetrove mreže rudnika u svrhu izrade plana odbrane

Prof. dr Slavko Vujec — dipl. ing. Vladimir Rendulić

*Provođenje simuliranja vjetrove mreže u svrhu izrade plana odbrane svodi se na proračun vjetrove mreže za niz pretpostavljenih situacija. Upotrebom digitalnih računara ovaj proračun provode se vrlo brzo, ali je proces pripreme dug i obuhvaća: formiranje mreže, prikupljanje podataka o mreži i o pretpostavljenim havarijskim situacijama.*

## Uvod

Na I jugoslovenskom simpoziju iz ventilacije, održanom 1973. godine u Zenici, prikazane su (7) teoretske mogućnosti izrade plana odbrane rudnika proračunom vjetrovih mreža. U diskusiji na Simpoziju istaknuto je da ovakvi proračuni nisu izvršeni ni za jedan konkretan slučaj u našoj rudarskoj praksi. Nakon toga su publicirani proračuni na konkretnim primjerima (8) i (9) vjetrove mreže rudnika. Niti u jednom ovom slučaju nije opisan u cjelini postupak, kako da se u svakom konkretnom slučaju za bilo koji jamski pogon pristupi izradi plana odbrane simuliranim proračunima vjetrove mreže za razne havarijske situacije. Planove odbrane u praksi izrađujemo za postojeće jame, što znači da se svi elementi za proračun mreže mogu mjeriti.

U ovom članku iznosi se opisno postupak i redosljed radova, koje je potrebno učiniti za simuliranje vjetrove mreže. Razlikujemo sljedeće etape u rješavanju ovog zadatka:

- formiranje mreže,
- prikupljanje podataka,
- proračun mreže,
- simuliranje vjetrove mreže za različite slučajeve.

## Formiranje mreže

Pod formiranjem mreže podrazumijeva se takav prikaz ventilacione mreže, koji je pogodan za izradu matematičkog modela na kojem se vizuelno vrlo lako uočavaju sve veze čvorova i grana u vjetrovoj mreži. Poznate su sljedeće osnovne sheme ventilacije:

- prostorna,
- kanonska,
- rešetkasta.

Izrada ovih shema znatno se pojednostavljuje upotrebom tzv. strukturne tablice (2).

Prostorna shema predstavlja aksonometrijski prikaz ventilacije jame sa ucrtanim objektima ventilacije i vrlo je pogodna za opće snalaženje u načinu provjetravanja.

Kanonska i rešetkasta shema predstavljaju ventilacionu mrežu na taj način, što su čvorovi ventilacije međusobno spojeni zakrivljenim crtama kod kanonske sheme, odnosno ravnim crtama kod rešetkaste sheme.

Obje sheme sa ucrtanim osnovnim elementima ventilacione mreže: granama, čvorovima, pravcima strujanja, vjetrovim postrojenjima, ulazima i izlazima iz mreže, predstavljaju matematički model za proračun.

## Prikupljanje podataka

Konačne podatke za proračun mreže predstavljaju vrijednosti otpora pojedinih grana, te karakteristika izvora depresije.

Pod otporima grana podrazumijevamo otpore vjetrovih provodnika uključivši sve lokalne otpore i otpore križišta. Otpor se kod toga izražava u kilomijurzima.

Za određivanje otpora nužno je mjeriti depresije i količine protoka zraka.

Određivanje depresija kod okvirnog izučavanja ventilacije, može se provesti upotrebom Bernoullieve jednadžbe. U tu svrhu potrebno je mjeriti na krajnjim tačkama promatrane dionice, pritiske, temperaturu, relativnu vlažnost, brzinu vjetrove struje, te prostorni položaj tačaka.

Kod detaljnije analize vjetrove mreže bolja je upotreba direktnog mjerenja depresije, primjenom odgovarajućih deprimometara.

Pod karakteristikama izvora depresija podrazumijevamo radne krivulje ventilatora, te veličine toplinske depresije.

Radne krivulje ventilatora daje proizvođač, ali za uvjete ispitivanja na probnom stolu, pa se karakteristike ventilatora za radne uvjete u vjetrovoj mreži moraju odrediti mjerenjem.

Veličine toplinske depresije mogu se odrediti na različite načine i po različitim postupcima, od kojih su mnogi obrađeni u navedenoj literaturi (2,11).

## Proračun vjetrove mreže

Nakon određivanja otpora za sve grane vjetrove mreže, jednadžbi karakteristika izvora depresija te veličina prirodnih depresija, nužno je izvršiti proračun protočnih količina vjetrove mreže. Približne vrijednosti protočnih količina su poznate jer su mjerene kod određivanja otpora grana. Dok je rudnik u pogonu, količine zraka u pojedinim granama neprekidno se mijenjaju kao posljedica promjena otpora u nizu grana vjetrove mreže (promjene na otkopima, transport, otvaranja vjetrovih vrata i slično). Proračunom protoka dobije se jedno statičko stanje strujanja zraka kroz vjetrenu mrežu.

Za vjetrove mreže sa paralelno vezanim granama bez dijagonalnih spojeva moguć je proračun sistemom pojednostavljanja mreže, koji je opisan u literaturi (2,3), a svodi se

na određivanje resultantnog otpora dviju paralelno vezanih grana. S obzirom na jednostavnost proračuna, može se provesti ručno.

Kod mreža sa dijagonalnim vezama rješenje se svodi na rješavanje nelinearnih jednadžbi, čiji broj određuje izraz  $k = n - m + 1$  gdje  $n$  označava broj grana, a  $m$  broj čvorova mreže. Rješenje ovakvog sistema moguće je iterativnim postupcima. Primjenu H. Crossovog postupka opisalo je u literaturi više autora (5,10). Za svega nekoliko jednadžbi postupak proračuna može se provesti ručno, no kod većih mreža nužna je primjena digitalnih računara.

Proračunom se dobiju točne veličine protoka i depresija, uz već poznate podatke o otporu svih grana mreže. Za tako jednoznačno definiranu mrežu može se pristupiti izučavanju pojedinih havarijskih situacija.

## Simuliranje vjetrove mreže za razne havarijske slučajeve

Za promatranu mrežu najprije treba proučiti koje havarijske situacije mogu nastupiti u vjetrovoj mreži, a da se time mijenja bilo otpor, bilo depresija u mreži. Za definirane slučajeve određuju se na temelju iskustvenih formula vrijednosti otpora, odnosno, depresije (1,6), koja nastaje u slučaju havarije. Kod simulacije treba uzeti u obzir sve slučajeve koji mogu nastati pogotovo kod rudnika sa više ulaza i više izlaza, gdje su osim pojave depresija u pojedinim granama mreže moguća i obustavljanja pojedinih vjetrovih postrojenja.

## Zaključak

Grupiranjem podataka za pojedine obračune i pojedine dijelove rudnika, određuju se osnovni podaci za plan obrane. Ovisno o tehničkoj razvijenosti rudnika, prednji podaci se odnose na pravce kretanja ljudi u slučaju havarije, lokacije vjetrovih protupožarnih vrata i pregrada, te određivanja lokacija instrumenata za određivanje plinova u jamskom zraku, temperature i mjerenja količine protoka.

Tehnika signalizacije, daljinskog prijenosa podataka u sprezi sa računskim strojevima omogućuje danas ne samo teoretski već i praktično, da se u slučaju havarije bar djelomič-

no u upravljanje uključi automatika, što se u mnogim rudnicima u svijetu već i čini.

Na mnogim rudnicima u istočno i zapadnoevropskim zemljama ustrojene su dispečerske službe koje omogućuju stalnu poluautomatsku ili automatsku kontrolu ventilacije, kako u redovnom tako i u havarijskom režimu rudnika. U više naših rudnika u poslje-

dnjim godinama učinjeno je vrlo mnogo na tehničkom unapređenju ventilacije.

Primjenjene su najsuvremenije metode kod rješavanja pojedinih tehničkih problema kao što su izbor ventilatora, regulacija mreže, projektiranje mreže i slično, pa možemo očekivati da će uključanjem još većeg broja rudnika u ovu problematiku progres biti ubrzan.

#### SUMMARY

#### Preparation and Implementation of Simulation of the Ventilation Network of a Mine for Safety Plane

Prof. dr S. Vujec, min eng. — V. Rendulić, min. eng.\*)

Simulation of ventilation network for safety plane means the calculation of ventilation network assuming series accidents. Using digital computer calculation can be done very quickly but preparation process is long, and covers the following: preparation of the network, collecting of data for a network and assuming accidents.

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

1. Budryk, W. 1954: Požary i wybuchy w kopalniach, Krakow (Preveo Salčić E.)
2. Budryk, W. 1951: Wentylacja kopaln, Katowice.
3. Jokanović, B. 1960: Provjetravanje rudnika, Beograd.
4. Petrović, Lj. 1969: Upravljanje ventilacionim vazдушnim strujama u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom pri normalnom i havarnom režimu. — Sigurnost u rudnicima, broj 2, Rudarski institut — Beograd.
5. Scot, D. R. — Hinsley, F. B.: Ventilation network theory. — Colliery Engineering (1951) 67/71, 159/166, 229/235, 479/500.
6. Trutuin, W. 1972: Estimation of the natural ventilating pressure caused by fire — International Journal of Rock Mechanics and Mining Science, Vol. 9, No. 1.
7. Vujec, S. 1973: Proračun stabilnosti vjetrovskih mreža kao osnova izrade plana obrane rudnika. — Zbornik radova 1. jugoslavenskog simpozija o ventilaciji u rudarstvu i industriji, Beograd.
8. Vujec, S. 1975: Utjecaj požara na protok zraka u vjetrovskoj mreži rudnika. — Zbornik radova RGN-fakulteta, Zagreb.
9. Vujec, S. 1974: Proračun utjecaja havarija na stabilnost protoka zraka u vjetrovskim mrežama rudnika. — Sigurnost u rudnicima br. 1, Rudarski institut — Beograd.
10. Vujec, S. 1972: Algoritam i program za proračun i regulaciju vjetrovskih mreža rudnika.
11. Teply, E. 1972: Toplinska depresija u jamskoj atmosferi. — Rudarsko—metalurški zbornik br. 4.

\*) Prof. dr Slavko Vujec — dipl. ing. Vladimir Rendulić, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb

# Otkopavanje zaštitnog stuba u podnom sloju u jami Ričica ispod potoka Jarovište

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Vukota Vučetić

*U članku je opisan primer uspelog otkopavanja ugljenog sloja, koji je bio ugrožen od provale vode iz drugog višeležećeg sloja, čije su prostorije, preostale od delimične eksploatacije, bile zavođnjene, a nalazile su se ispod manjeg potoka na površini. U projektu za ovo otkopavanje bile su prognozirane dejormacije na osnovu interpretacije podataka dobijenih geodetskim merenjima vršenim iznad ove jame. Kontrolnim merenjem dokazana je realnost date prognoze.*

## U v o d

Na razmatranom području u jami Ričica rudnika Kakanj vršeno je do 1962. godine otkopavanje krovnog sloja, a nakon toga prišlo se otkopavanju podnog sloja. U toku 1971. godine trebalo je široko čelo, dužine 270 m, zaustaviti u napredovanju na zapadnoj granici zaštitnog stuba (sl. 1) za potok Jarovište i ponovo ga formirati na istočnoj granici.

U posebno izrađenoj ekspertizi (3) obrade na je mogućnost otkopavanja i zaštitnog stuba bez opasnosti od naglog prodora vode u jamu, kako iz potoka, tako i iz starih radova višeležećeg krovnog sloja.

Time se uštedelo na troškovima demontaže i montaže opreme čela i 210.000 tona uglja je privedeno eksploataciji. To je predstavljalo značajan ekonomski efekat od oko 10.500.000,00 dinara.

## Geološke i geomehničke osobine uglja i pratećih naslaga

Ugljonosne oligocenske naslage na području basena Trstionice sadrže dva ugljena sloja (podni i krovni). Neposrednu podinu ugljenih slojeva sačinjavaju glinasti lapori. Krovne naslage izgrađene su od lapora, peš-

čara i laporovitih krčnjaka. Između krovnog i podnog sloja u ovim naslagama postoje prosljoci gline sa ukupnom moćnošću oko 4,5 metra.

Međusobni odnos ova dva blizu ležeća sloja vidi se na slikama 2, 4 i 5.

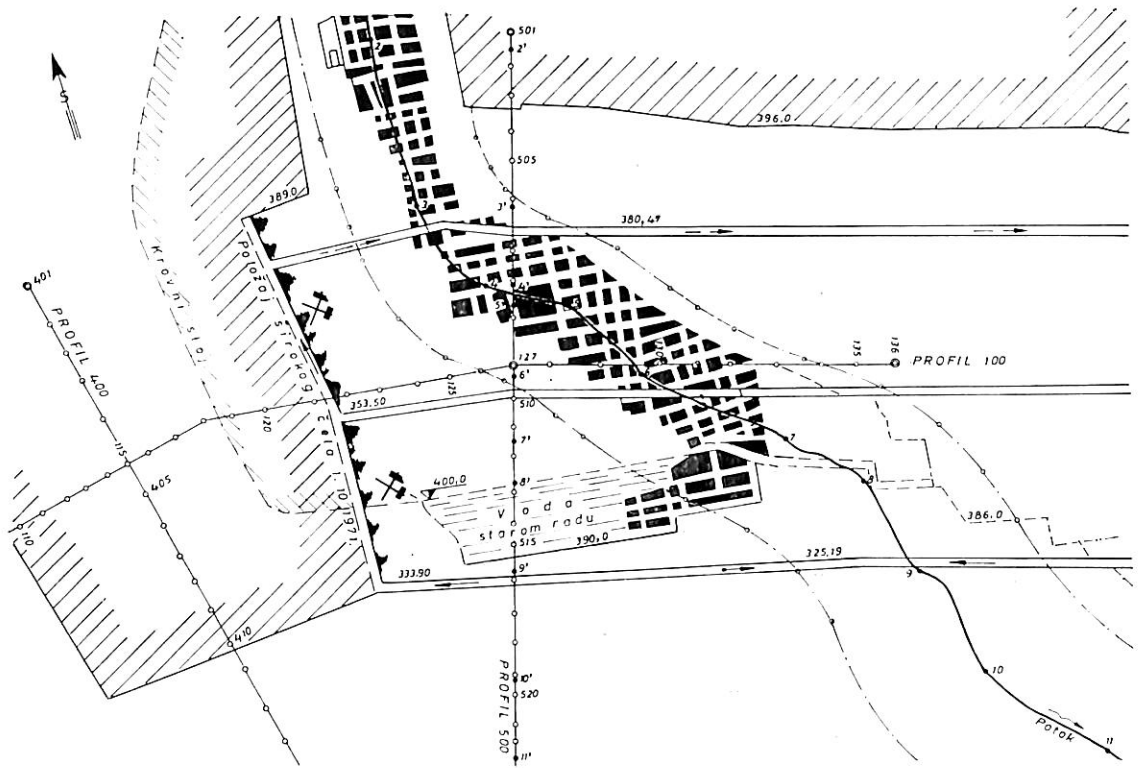
Ispitivanja geomehničkih osobina uglja i pratećih naslaga vršena su u Rudarskom institutu — Beograd, pa je na osnovu toga izrađen dijagram za čvrstoću na pritisak (sl. 2). Što se tiče uglja, najveću čvrstoću ima »B« ploča krovnog sloja, jer je protkana jalovim laporovitim umecima. U pogledu modula elastičnosti E odnosi su slični.

Navedene mehaničke karakteristike odnose se na izdvojene komade stena iz masiva, pa one ne odražavaju u potpunosti svojstva gorskog masiva, koji je heterogenog sastava. Ova heterogenost proizilazi i iz nepravilnog ili neujednačenog rasporeda, kako njegovih sastavnih elemenata, tako i njihovih mehaničkih osobina.

## Otkopane površine

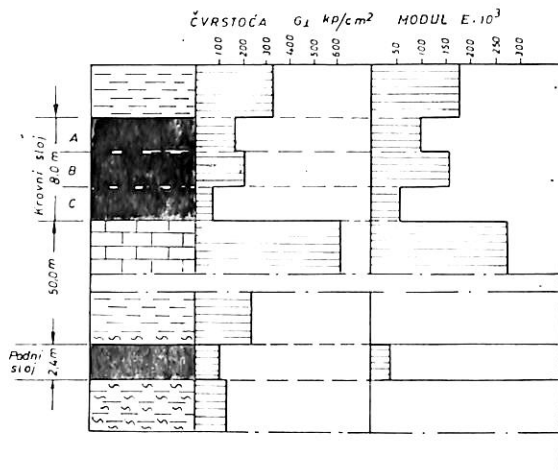
Opasnost od prodora vode postojala je iz potoka Jarovište koji protiče površinom terena i iz starog višeležećeg krovnog sloja u kojem, radi blizine potoka, nije vršeno čisto otkopavanje nego je samo izrađena gusta





Sl. 1 — Otkopno polje u podnom sloju sa granicama zaštitnog stuba za potok Jarovište.

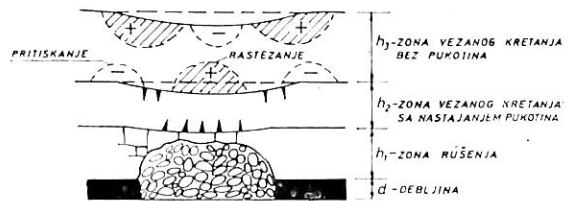
Abb. 1 — Abbaufeld im Liegendflöz mit Schutzpfeilergrenzen für den Jarovište-bach.



Sl. 2 — Dijagram čvrstoće na pritisak i modula elastičnosti

Abb. 2 — Druckfestigkeit-und Elastizität — diagram.

mreža hodnika i uskopa da se ne bi izazvalo rušenje povlatnih naslaga sve do površine (sl. 1). U dubljem delu (tačka 2 do 8) krovni



Sl. 3 — Tri zone kretanja stera pod uticajem podzemne eksploatacije.

Abb. 3 — Drei Zonen der Bewegungen im Gebirgsmassiv unter dem Abbaueinflus.

sloj je samo isečen gustom mrežom hodnika i uskopa tako da je izvađeno 50—60% uglja iz ploče »A«.

Radi male dubine (50 do 100 m) i znatne čvrstoće uglja stubovi između hodnika nisu mogli biti zdrobljeni, što je autoru poznato iz dugogodišnjeg rada u ovom bazenu, a proizilazi i iz sledećeg proračuna.

Primarni pritisak iznosi  $P = 0,1 \cdot H \cdot \gamma = 0,1 \cdot 100 \cdot 2,5 = 25 \text{ Kp/cm}^2$ . Na neotkopanim stubovima sloja primarni pritisak se povećao na 50 do 62  $\text{Kp/cm}^2$ , a to je samo 25—31% od

čvrstoće uglja. Na osnovu toga zaključeno je da se stubovi, ostavljeni između jamskih prostorija, nisu zdrobili i da postoje prazni prostori u kojima je akumulirana voda. Zapadno i istočno od potoka otkopavana je gornja najkvalitetnija partija krovnog sloja visine oko 3 m, sa zarušavanjem.

Radi velike čvrstoće i krečnjačkog karaktera krovine stari rad krovnog sloja, iako je dobro zarušen i stisnut, ostao je trajno vodo-propustan.

Debljina podinskog sloja iznosi 2,00 do 2,20 m. Neposrednu krovinu čini glinasti proslojak od 20 do 40 cm debljine, koji se ne može poduhvatiti, pa se otkopava zajedno sa ugljenim slojem. Otkopna visina iznosi prosečno 2,40 m.

### Vodeni tokovi i akumulacije

Za slučaj otkopavanja podinskog sloja sa zarušavanjem potok Jarovište predstavljao je potencijalnu opasnost od prodora vode u jamu. On nema svog jačeg izvora nego vodu dobija sa više mesta iz svoje slivne okoline. U letnjim mesecima vidljiv je slab protok vode, koji se od tačke 2 nizvodno (sl. 1) nešto povećava, a kod tačke 11 prima sa zapada jedan potočić. Ocenjeno je da se količina vode u potoku kreće leti od 10 do 20 l/min. U vreme većih padavina potok nabuja i razliiva se i do 10 metara u širinu.

Akumulacija vode u starim napuštenim radovima krovnog sloja predstavljala je, taakođe, moguću potencijalnu opasnost. Izračunato je, da se u napuštenim hodnicima i starom radu moglo akumulirati 6.800 do 8.500 m<sup>3</sup> vode, koja u slučaju naglog prodora može da ugrozi eksploataciju podinskog sloja.

### Uticao otkopavanja

Kretanje povlatnih naslaga, koje su kod ležišta uglja predstavljene slojevitim stenama, započinje neposredno iznad praznih otkopanih prostora i sa njihovim širenjem zahvata sav stenski masiv do zemljine površine.

U krovnim naslagama koje su, pod uticajem otkopavanja sa zarušavanjem, izložene premeštaju iz prvobitnog položaja obrazuju se tri zone. Prva je zona nepravilnog rušenja, druga je zona kretanja povezanih stena ali sa pojavom pukotina, a u trećoj zoni se vezane stene premeštaju bez nastajanja pukotina.

Šematski raspored ovih zona sa različitim karakterom kretanja naslaga prikazan je na sl. 3. Stene su negde izložene rastezanju (—), a negde stiskanju (—) (1).

U pogledu mogućnosti otkopavanja ispod vodenih tokova, sa stanovišta zaštite od prodora vode u jamu, najvažnije je poznavanje visine zone rušenja i zone vezanog sleganja sa stvaranjem pukotina. U zoni rastezanja mogu se obrazovati otvorene pukotine i na površini. Po zakonu o kretanju stena ovakve pukotine sa dubinom nestaju na granici prelaza iz zone rastezanja u zonu stiskanja. Prema A v e r š i n u (1) dubina dosega pukotina od površine određuje se prema obrascu

$$h_p = \frac{U_{max}}{T_m}$$

gde je:

$h_p$  — dubina do koje prodiru pukotine  
 $T_m$  — nagib u tački najvećeg horizontalnog pomaka  $U_{max}$ .

Ako se otkopava sa zarušavanjem, zona rušenja se ustanovljava opažanjem ili po formuli

$$h_r = \frac{d}{(K - 1) \cos \alpha}$$

gde je:

$d$  — debljina otkopavanog sloja  
 $K$  — koeficijent rastresitosti obrušenih naslaga  
 $\alpha$  — ugao zaleganja sloja.

Opasnost od prodora ili naglog povećanja pritoka vode vezana je ne samo za zonu rušenja, nego i za zonu povezanog kretanja gde se stvaraju pukotine. Određivanje visine ove zone je daleko teže od određivanja zone rušenja. Za njeno određivanje pribegava se opitima.

Na osnovu brojnih slučajeva otkopavanja ispod vodenih tokova u SSSR-u dokazano je da ni u jednom slučaju nije bilo opasnosti od pritoka vode u jamu kod odnosa  $H : d \geq 75$ . Kod manje vrednosti nužno je prisustvo gline i glinovitih naslaga. Prema iskustvu iz Podmoskovskog basena moguća je eksploatacija ispod vodenih tokova pri dubinama 40 m, ako u krovini postoje naslage gline ne manje od

5 m. Kod sloja gline od 8 m bila je dovoljna dubina otkopavanja počev od 25 m.

### Određivanje parametara deformacije

Uticao otkopavanja krovnog sloja na ovom području nije bio praćen geodetskim opažanjima. Međutim, kada se u oktobru 1970. godine počelo sa otkopavanjem podinskog sloja na krajnjem zapadu iznad kote 350 m, položene su 4 linije geodetskih tačaka za praćenje uticaja na površinu i u toku godine dana izvršena su četiri merenja visina uključujući i početno. Interpretacijom rezultata nivelacije na liniji 100 i 400 (druge dve radi neodgovarajuće lokacije nisu se mogle koristiti) i njihovom korelacijom sa geometrijom otkopanog podinskog sloja određeni su karakteristični parametri, i to:

- koeficijent sleganja  

$$k = \frac{1980}{2400} = 0,82$$
- ugao glavnih uticaja, vanjski  
 gore  $\beta_{v1} = 66^\circ$   
 dole  $\beta_{v2} = 63^\circ$
- ugao glavnih uticaja, unutrašnji  
 gore  $\beta_{u1} = 45^\circ$   
 dole  $\beta_{u2} = 61^\circ$
- prosečna vrednost ugla uticaja  
 $\beta = 63^\circ 30'$   
 ođn.  $\operatorname{tg}\beta = 2$
- otklon inverzije kod nagiba sloja  
 $\alpha = 12^\circ$  iznosi  
 gore  $\varepsilon_1 = 13^\circ$   
 dole  $\varepsilon_2 = 2^\circ$

Ostali parametri nisu mogli biti određeni radi nedovoljne tačnosti izmerenih dužina.

### Prognoza deformacija

Na osnovu navedenih parametara i korišćenjem teorije Budryk-Knothe (2) prognozirane su deformacije korita potoka Jarovišta u slučaju otkopavanja njegovog zaštitnog stuba na sledeći način:

- najveće sleganje  
 $S_{\max} = k \cdot d = 0,82 \cdot 2400 = 2000 \text{ mm}$

— uglovi uticaja, kako vanjski tako i unutrašnji i ugao inverzije uzeti su kako je već navedeno.

Na osnovu toga, konstruisano je prognozirano korito sleganja na profilu 500 (sl. 4), pa su konstruktivno dobijeni poluprečnici glavnih uticaja.

$$\begin{aligned} \text{gore } r_1 &= 75 \text{ m} \\ \text{dole } r_2 &= 85 \text{ m} \end{aligned}$$

Dalje je izračunato da će najveći nagib krive u tački inverzije iznositi:

$$\begin{aligned} \text{gore } T_{1 \max} &= \frac{S_{\max}}{r_1} = \frac{2000}{75} = 27 \text{ mm/m} \\ \text{dole } T_{2 \max} &= \frac{2000}{85} = 23,5 \text{ mm/m} \end{aligned}$$

Najveće rastezanje dobija se iz relacije:

$$\begin{aligned} \text{gore } E_{1 \max} &= 0,6 \cdot T_{1 \max} = 16,2 \text{ mm/m} \\ \text{dole } E_{2 \max} &= 14 \text{ mm/m} \end{aligned}$$

Najveće horizontalno pomeranje iznosiće:

$$U_{\max} = 0,4 \cdot S_{\max} = 800 \text{ mm}$$

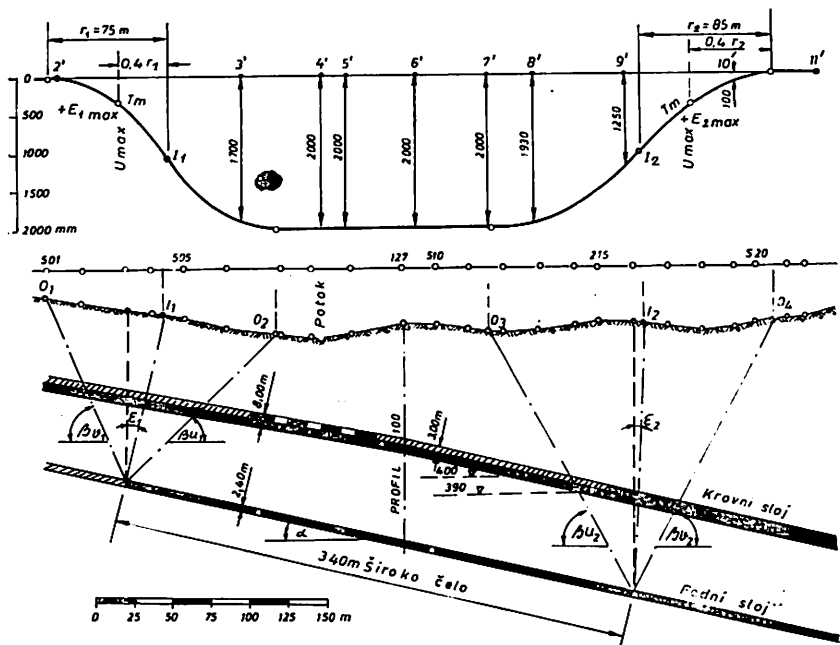
a to je ujedno i ukupna širina pukotina koja se pojavljuje na dužini  $r$ . Položaj  $+ E_{\max}$  i  $U_{\max}$  nalaze se prema Budryk-Knothu (2) na odstojanju  $0,4 r$  od tačke inverzije. Na tom mestu je  $T_m = 0,6 \cdot T_{\max}$ .

Na osnovu ovog može se izračunati maksimalna dubina do koje sežu pukotine izazvane istežanjem krovni naslaga i to:

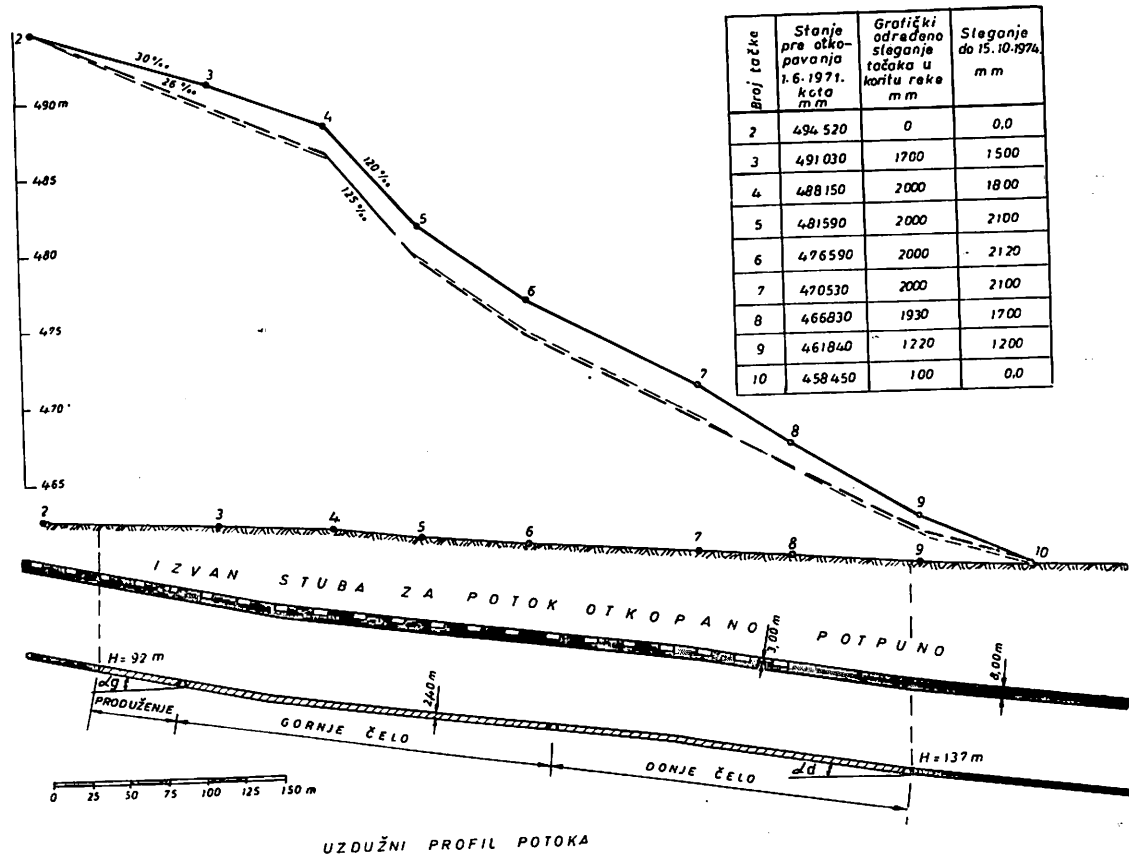
$$\begin{aligned} h_{pl} &= \frac{U_{\max}}{T_{m1}} = \frac{U_{\max}}{0,6 \cdot T_{1 \max}} = \frac{800}{16,2} = 50 \text{ m} \\ h_{pr} &= \frac{800}{0,6 \cdot 23,5} = \frac{800}{14,1} = 57 \text{ m} \end{aligned}$$

S obzirom na odnose koji se uočavaju na profilu 500 (sl. 4), na gornjoj strani dubina pukotina  $h_{pl} = 50 \text{ m}$  doseže do podine krovnog sloja, a na donjoj strani zahvata malo više od polovine debljine povlatnih naslaga.

Na osnovu konstruisanog profila sleganja (sl. 4) grafičkim putem su određene veličine



Sl. 4 — Prognoza sleganja na liniji opažanja 500 sa projekcijom trase potoka (2' do 11').  
 Abb. 4 — Absenkungsprognose auf der Beobachtung linie 500 mit dem Bachverlaufaufnahme (2' bis 11').



Sl. 5 — Uzdužni profil potoka Jarovište pre i posle sleganja.  
 Abb. 5 — Querschnitt entlang des Jarovište — bacher vor und nach der Absenkung.

sleganja svake poligonske tačke u koritu potoka (2 do 11) na taj način što je njihova projekcija označena na profilu sleganja i na liniji opažanja sl. 1 (tačke 2' do 11'). Tako dobijene bročane vrednosti upisane su na istom profilu pa su prenesene na uzdužni profil potoka (sl. 5). Debeli puna linija predstavlja niveletu korita potoka pre početka otkopavanja podinskog sloja, a tanka isprekidana prognozu nivelete nakon sleganja.

### **Mogućnost prodora vode iz starih radova i iz potoka Jarovište**

Već je izneto, koje se količine vode mogu akumulirati u napuštenim hodnicima, uskopima i starim radovima krovnog sloja. Debljina naslaga između krovnog i podnog sloja iznosi 50 m. Sastav ovih naslaga je laporovito krečnjački, te se lako drobe u veće komade, a njihova glinovita komponenta (proslojci gline ukupne debljine 4,5 m) nije mogla da formira vodonepropusnu ruševinu. Otkopavanje 2,4-m moćnog ugljenog sloja stvara zonu rušenja visine od 24 do 8 m pri čemu je koeficijent rastresitosti uzet od 1,1 do 1,3.

U preostalom delu naslaga (26 do 42 m) moguća je pojava i prslina koje neće imati dovoljan presek za nagli prodor vode iz pomenutih akumulacija. U zaštitnom stubu za potok, podinski sloj se nalazi na dubini od 92 do 137 m. Navedeno je da ne postoji opasnost od naglog prodora vode iz krovnog sloja. To isto, uz znatno veći koeficijent sigurnosti, vredi i za potok Jarovište, jer je debljina povlatnih naslaga skoro dva puta veća.

Odnos  $H : d$  iznosi (92 do 137) : 2,4 = 38 do 57 što se uklapa u normativ iz Podmoskovskog basena, tj.  $H : d \geq 40$ , jer ovde u krovini postoje proslojci gline pa je dubina za potok Jarovište sigurna.

### **Tok eksploatacije i problem vode**

Otkopni front u podnom sloju ušao je u zaštitni stub potoka dana 1. XII 1971, a otkopavanje u stubu je trajalo do marta 1973 godine. Za to vreme otkopana je dužina od 350 m, a čelo je likvidirano februara 1974. godine posle otkopanih još 300 metara po pružanju u pravcu istoka.

Krajem decembra 1971. godine, kada je široko čelo došlo ispod pomenutih akumulacija vode u starom radu krovnog sloja (izme-

đu kote 390 i 400), pojavila se voda iz starog rada u donjem delu širokog čela u podinskom sloju. Količina vode je bila oko 200 l/min i za dva dana priliv vode počeo je da se smanjuje da bi nakon 20 dana svaki dotok prestao. Iz potoka nije primećen nikakav priliv.

Duž korita potoka Jarovište, pre započetog otkopavanja, položene su tačke opažanja (sl. 1). Nulto stanje izmereno je oktobra 1971. godine pre nego što je široko čelo zašlo u stub potoka. Posle toga, merenje visina nije vršeno tokom otkopavanja u stubu. Ponovno merenje visina tačaka u koritu potoka izvršeno je 15. 10. 1974. god., odnosno cca 2 godine posle završenog otkopavanja u stubu. S obzirom na otkopnu dužinu od preko 1000 m po pružanju i širinu čela po padu 270 m, može se uzeti da je ovo merenje izvršeno nakon praktično završenog sleganja. Najveće sleganje nađeno je u tački 6 u koritu reke i to 2120 mm tako da je koeficijent sleganja

$$k = 2120 : 2400 = 0,87$$

što znači da se od prognoziranog razlikuje samo za + 6%. Rezultati geodetskih merenja od 15. 10. 1974. god. prikazani su tablično, a nov položaj korita i grafički na slici 5 debelom isprekidanom linijom.

Kako se na slici vidi u gornjem toku potoka od tačke 2 do 8 uzdužni pad potoka se povećao, a u donjem delu od tačke 8 do 10 padovi su se smanjili. Na celoj svojoj trasi potok je pre otkopavanja imao pad korita u granicama od 30 do 120 ‰, a nakon sleganja krajnje vrednosti iznose 26 do 125 ‰, pa je razlika neznatna, a protupada uopšte nema.

### **Zaključak**

Postignut uspeh pri otkopavanju zaštitnog stuba potoka Jarovište u podnom sloju potvrdio je realnost prognoze koja se zasnivala kako na naučnim postavkama tako i na pravilnoj interpretaciji skromnih geodetskih opažanja iznad opisane eksploatacije (6).

Rezultati ovog poduhvata, kao i rezultati vrlo uspele eksploatacije uglja u Raši ispod željezničke pruge i reke (4), u sasvim drugim rudarsko-geološkim uslovima, oba realizirana u poslednje dve do tri godine, pružaju novo rudarsko iskustvo, koje treba koristiti za rešavanje sličnih problema i na drugim rudnicima. Na tom području je i svetska literatura nedavno obogaćena štampanjem interesantne knjige o rudarskim štetama (5).

## ZUSAMMENFASSUNG

### Sicherheitspfeilerabbau im Liegendflöz in der Grube Ričica unter dem Bach Jarovište

Dipl. Ing. V. Vučetić\*)

In dem Aufsatz wurde das Beispiel eines erfolgreichen Kohlenflözabbaues beschrieben, welches vom darüber liegenden Flöz durch Wasserdurchbruch gefährdet war, desseb Grubenräume, übriggeblieben vom Teilabbau überflutet waren und befanden sich unter einem kleineren Bach ober Tage. Im Projekt für diesen Abbau waren Verformungen auf Grund der Datenauswertung, erhalten durch geodätische Vermessungen über dieser Grube, vorausgesagt. Durch Kontrollmessungen wurde die Wirklichkeit dieser Voraussage bestätigt.

#### Literatura

1. Averšin S.G. 1954: Gornye raboty pod sooruzenijami i vodoemami. — M. Ugletehizdat.
2. Kovačević V., Miladinović B. 1966: Studija uticaja podzemnih radova na površinu. — Rudarski institut Beograd.
3. Kovačević V., 1971: Ekspertiza o otkopavanju ispod potoka Jarovište u jami Ričica. — Projektni biro SBR Sarajevo.
4. Kovačević V., 1975: Otkopavanje zaštitnih stubova u Raši. — »Sigurnost u rudnicima« br. 2/75, Rudarski institut, Beograd.
5. Kratzsch H., 1974: Bergschadenkunde. — Springer — Verlag Berlin, Heidelberg, New — York.
6. Razni podaci geodetskih merenja jamskog merništva rudnika Kakanj.

---

\*) Dipl. ing. Vukota Vučetić, Zavod za ventilaciju i tehničku zaštitu, Rudarski institut — Beograd.

# Prevenција profesionalnog traumatizma obzirom na humani faktor

Prof. dr Olga Maček

*Osnovno je u prevenciji promjeniti pasivno držanje ljudi prema nesrećama. Od programa prevencije ozljeda očekujemo promjene u ljudskom ponašanju i u tehnologiji.*

## O problemu prevencije nesreća

Čovjek je prinuđen da sa velikim čuđenjem i neshvaćanjem promatra što se to danas zbiva sa epidemijama\* i dapače pandemijom\*\* nesreća na cestama, u domovima i u privredi. Smrtnost u tim epidemijama je izvanredno visoka i samo u USA\*\*\* i Evropi penje se na nekoliko stotina hiljada slučajeva godišnje.

U našoj zemlji pogiba u privredi, u vezi sa radom, svake godine oko 700—750\*\*\*\* radnih ljudi (1). To je prema standardima Međunarodnog biroa rada gubitak od cca 52—56 milijuna radnih dana.

Na cestama, pak, epidemija nesreća raste iz godine u godinu zastrašujućom brzinom i odnosi živote iz privrede, uglavnom u najproduktivnijoj, najsposobnijoj dobi. Dok je u 1958. god. bilo u SFRJ svega 783 smrtne, cestovne nesreće bilo je 1965. god. već 1737, a 1971. god. 4200 (prvi puta su prerasle smrtne

\* Epidemijom nazivamo pojavu neke masovne bolesti sa većim brojem slučajeva na izvjesnom području u određenom vremenu.

\*\* Pandemija obuhvaća epidemijski masovnim obojenjem gotovo čitav svijet. Najveća pandemija u bliskoj prošlosti bila je ona influenze 1918—1920. god.

\*\*\* preko 100.000 smrtnih nesreća

\*\*\*\* 1972. god. bilo je u SFRJ 724 smrtne nesreće na radu (bez Crne Gore)

nesreće broj umrlih od tuberkuloze) (2). U 1972. god od svih smrtnih nesreća na radu odnose one »na putu na rad i sa rada i na službenom putu« oko 50%.

O brojnim slučajevima sa posljedicom trajne i privremene nesposobnosti za rad da i ne govorimo!

Nas, šaćicu ljudi koji se svojim slabim snagama već decenijama borimo protiv tog zla, zaprepaštava pasivnost mnogobrojnih instituta, traumatoloških klinika i udruženja stručnjaka, te hladnokrvnost širokih masa. Jedan taksi-šofer nekom prilikom, kada je na cesti morao obići unesrećene ljude sa polomljenim kolima, rekao je svom gostu: »Jeste li primjetili da vozači nakon što prođu mjesto ovakve nesreće smanjuju brzinu na udaljenost svega oko 300 m.

Naprotiv, kada se je 1971. god. pojavio izvjestan broj slučajeva variole (187) u Srbiji, dohitale su epidemiološke i infektološke službe iz svih ostalih republika da pomognu u suzbijanju zaraze, i milijuni ljudi bili su cijepljeni i sa strahom i velikom zabrinutošću slušali dnevne izvještaje o kretanju bolesti. Ta je epidemija odnijela 35 života.

Kakav paradoks u ponašanju građana širom zemlje i različitih stručnjaka prema pojavi nesreća (ozljeda)!

Ista je situacija sa istraživačkim programima. Ogromna se sredstva u svijetu ulazu u ispitivanja srčanih bolesti i bolesti krvnih

sudova, oboljenja dišnih puteva i raka (što je i razumljivo), dok su istraživanja na području nesreća, ozljeda, gotovo potpuno stagnirala (što nije razumljivo). Podatke o takovim istraživanjima nalazimo samo u starijoj literaturi, kao da je već sve rečeno što se je moglo reći. Na to naročito ukazuje tematika VII svjetskog kongresa za suzbijanje nesreća na radu i profesionalnih bolesti održanog u Dublinu 1974. god. U glavnom referatu *Mastromatteo*-a čule su se već dobro poznate stvari pod starom parolom »humanizacije rada«. O rezultatima nekih značajnih istraživanja nije se referiralo. Jedino su se sigurnosni inženjeri upoznali sa nekim novitetima tehničke zaštite.

Izgleda da danas u svijetu ima vrlo malo kompetentnih stručnjaka za ispitivanje nesreća, a s druge strane, postoji izrazita potreba za psihološkim istraživanjima u evaluaciji mjera koje se u zaštiti sada provode, u evaluaciji metoda edukacije u sigurnom radu, evaluaciji i posebno odabiranju metoda za ispitivanje društvene savjesti i metoda buđenja širokih krugova ljudi, kako bi sami ozbiljno tražili kontrolu nad ovim epidemijama. Većina ispitivanja, danas, u primjenjenoj psihologiji u privredi odnosi se na produktivnost rada i zadovoljstvo u radu.

Gdje je primjena metoda pomoću kojih se mijenjaju običaji i ponašanje ljudi prema nesrećama da bi se uspješno provodila prevencija? Kako to da je postignut veliki uspjeh u suzbijanju zaraznih bolesti — koje su u nekim zapadnim zemljama gotovo nestale — i to u prošlim decenijama kada je još bilo mnogo polupismenih i ljudi punih predrasuda? U svim zemljama u roku od 24 sata, pri nekoj unesenoj zaraznoj bolesti, u pripravnosti su zdravstvene institucije sa Crvenim križem i drugima. Kako to da su ljudi prihvatili veliki broj higijenskih navika i promijenili običaje i način života da se spriječe zaraze, a kako to da smo danas, na tako visokom nivou tehnike i civilizacije postali apatični prema ovoj pandemiji nesreća?

Gdje su ti znanstveni radovi koji na ta pitanja daju odgovor? Kako pristupiti ovom problemu »neočekivanog događaja koji ne podliježe čovjekovoj kontroli i volji«?

Vjerojatno bi, u vezi prevencije nesreća, kod ove točke trebalo početi sa ispitivanjima.

## Pristup rješavanju problema

Svima nam je poznato da se u svijetu i kod nas prevencija nesreća na radu temelji osnovno na zakonodavstvu (propisima i pravilnicima), kontroli inspekcijskih organa i sankcijama, (uglavnom statičkom) poučavanju odnosno informiranju o činjenicama, na ubjeđivanju i na tehničkoj zaštiti. Sa rezultatima ovih mjera nismo i ne možemo biti zadovoljni (kako to pokazuju raniji podaci), pa su, prema tomu, ove mjere posve sigurno nedostatne. Karakteristično je u poslednjim godinama donošenje mnoštva novih propisa u svijetu sa ciljem da se broj nesreća smanji. Upravo je to jedan od simptoma opse bespomoćnosti, pa se društvena savjest umiruje izdavanjem naredbi. Vrlo dobro znamo kako se slabo propisima mogu mijenjati stavovi ljudi.

Potrebne su studije koje će nam pokazati i druge efikasnije puteve i to naročito u području koja se bave čovjekom (budući da u njemu leže osnovni faktori koji dovode do nesreće) a to su psihologija, medicina, sociologija, pedagogija, ergonomija.

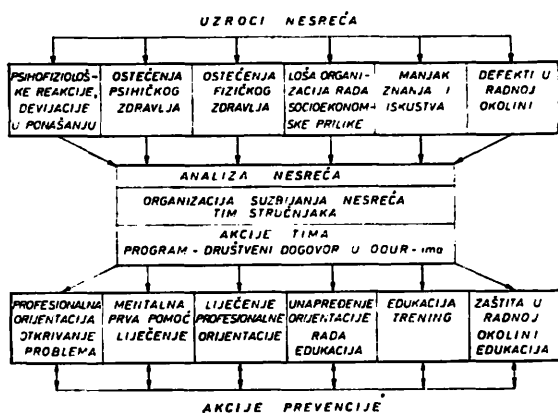
Međutim, ne možemo zaustaviti vrijeme i njegove svakodnevne događaje i čekati na rezultate ispitivanja (koja se uostalom i slabo vrše). Ne možemo zbog očekivanog istraživanja odlagati odlučivanje. Mi ipak znamo mnoge činjenice još iz ranijih vremena, kada su različiti stručnjaci nastojali razotkriti čudne pojave u sklopu nesreća kao npr. njihovu disperziju, a kada je kao osnovno otkriveno da čovjek iznenada počinja nerazumni pokret i da sam sebe često nepravilnim ponašanjem uvlači u nesreću, iako znade da iza toga slijedi bolna ozljeda. U tom pogledu uklapaju se nesreće u sklop ostalih bolesti ove naše moderne civilizacije. Čovjek sam sebi (bez suradnje nekog bakterija) nanosi neprocjenjivu štetu svojim nerazumnim načinom života i tako pomaže razvoj bolesti srca i krvnih sudova, ciroze jetre, raka, šećerne bolesti, itd. (pušenje, nekretanje, prekomjerno uživanje alkohola, kave, trankvilizera, barbiturata, pretilost, auto i kronično stanje stresa). Kako ovi faktori, tako još i mnogi drugi čine problem nesreća još kompleksnijim; okolnosti sredine (materijalne i socijalne) igraju značajniju ulogu nego kod drugih bolesti. Upravo zbog toga nesreće na radu



mogu se prevenirati lakše od drugih bolesti. Teoretski se mogu nesreće na radu spriječiti u 90% slučajeva (Heinrich) (3).

Uzevši u obzir tu kompleksnost uzroka nesreća, u razgovoru o prevenciji, bez obzira da li pri radu, na cesti ili u kući, da li u rudarstvu, metalurgiji ili brodogradnji, možemo govoriti samo o sistemskim rješenjima. Akcija suzbijanja nesreća na radu sastoji se od niza elemenata koji sačinjavaju program prevencije.

U šematskoj predodžbi možemo zamisliti različite faktore koji utječu na događaj nesreće i čije rješavanje traži određene akcije sa odgovarajućim metodama.



Radi boljeg razumjevanja akcija i metoda prevencije potrebno je posvetiti nekoliko riječi grupama uzroka kako su ovdje navedeni.

#### Uzroci nesreća i njihova analiza

Ponašanje čovjeka u određenom radnom procesu i danom momentu igra dominantnu ulogu u događaju nesreće. Objektivna opasnost i tehnički princip zaštite mogu imati često odlučujuću riječ, ali, općenito uzevši, ipak su u svom značaju obzirom na siguran rad, determinirani.

Karakter i temperament, psihofiziološke karakteristike utječu na devijacije u ponašanju, na neprilagođenost u trenutnoj situaciji. Često se zapaža nesklad između čovjekovih psihofizioloških osobina i onih koje odnosno zvanje traži.

Radnici skloni nesrećama pokazuju i devijacije u ponašanju i pripadaju im neke zajedničke crte karaktera i temperamenta. Iz-

gleda da ekstravertirani ljudi imaju češće nesreće od introvertiranih jer se teže koncentriraju. Češće se povređuju i oni kod kojih u psihomotorici nalazimo odstupanja od normalnih, prosječnih reakcija, kao polaganost reakcije na opasnost, brža reakcija od percepcije, slaba koordiniranost pokreta. Na dalje ljudi naglog, agresivnog temperamenta ili suviše plašljivog, ljudi emocionalno nezreli, nemarni, površni, nedisciplinirani. Umor, a pogotovo premor, pojačava za događaj nesreće negativne osobine. Isti značaj ima mladost sa svojom nesmotrenošću i starost sa opadanjem aktivnosti psihofizioloških funkcija. Međutim, i bez obzira na sklonost ozljeđivanju, ljudi su toliko različiti po svojim osobinama da je njihova sposobnost za najrazličitije poslove veoma raznolika. Taj je problem bio svojedobno u ovom časopisu prikazan (4).

Od svih oštećenja psihičkog zdravlja najčešće se susrećemo sa neurozama. Nepobitno je (na temelju vršenih ispitivanja) da neurotičari doživljavaju češće nesreće od psihološki relativno zdravih ljudi. Njihove su reakcije na vanjske utjecaje neočekivane i kao što se kod njih nailazi na veći broj grešaka u radu, obzirom na produkciju, nalazimo ih i u rukovanju s alatima i strojevima. I sam strah pred nesrećom dovodi do češćih grešaka (Iako neki autori tvrde da su neurotičari sa umjerenim strahom, uglavnom, dobri vozači, jer su zbog toga oprezniji).

Nesredene socijalne situacije uz teške ekonomske prilike već u ranom djetinjstvu stvaraju nestabilnu ličnost. U kasnijim godinama mogu nerješivi konfliktni, lični problemi toliko opteretiti čovjeka da zapada u depresiju, što opet utječe na sigurnost u radu.

Socijalno-ekonomski faktori mogu stvarati negativan stav prema radu. Dezinteresiranost za zvanje koje se vrši, nezadovoljstvo sa poslom koji mora obavljati da bi mogao živjeti, smanjuje koncentraciju na radnome mjestu.

Faktori organizacije rada od osnovnog su značaja među inim, za profesionalnu spremu svakog radnika. Upravo neiskustvo u poslu i neznanje možda najviše uvjetuju greške u pokretima. Nesredene socijalne prilike u poduzeću, kao izraz loše organizacije rada, dovode do izrazitog nezadovoljstva i konflikata.

Potrebno je spomenuti i probleme nesreća kod naših radnika zaposlenih u inozem-

stvu. Podataka o nesrećama kod domaćih i inozemnih radnika publicirano je u posljednjim godinama najviše u Njemačkoj, Švicarskoj i Austriji. Kao primjer može se navesti jedno poduzeće u sjevernoj Švicarskoj sa 1000 domaćih i 800 inozemnih radnika (5). Od svih nesreća inozemni radnici odnosili su 57% dakle relativno više od domaćih (period od 1966—1969. god.). Vjerojatno je ekspozicija bila ista. Interesantno je da je samo 0,7% tih nesreća otpalo na teže disciplinske prestupe; 31% odnosio se je na lakše prekršaje koji su većinom nastali zbog nerazumjevanja jezika (uputa), zbog nedovoljnog poznavanja posla i neiskustva. Autori ovog prikaza upozoravaju na značaj psihičkog napora u obavljanju posla i zbog toga psihičke tenzije, na neprijatne osjećaje upravljene protiv autoriteta (poslovođe) i na opću duševnu depresiju.

Različite bolesti skreću radnikovu pažnju sa posla koji obavlja. Najčešće se spominju defekti vida i sluha.

U predloženoj šemi navode se i defekti u radnoj okolini; spominju se zbog toga, jer iza svakog defekta stoji čovjek koji je za to odgovoran. Radi se o propuštenoj akciji radnika ili rukovodioca.

Pomoću raznih pokazatelja ,obrade podataka i uočavanja značajnosti pojedinih pojava u međusobnoj korelaciji, izračuje se analiza nesreća.

Na primjer u jednom velikom poduzeću u Bosni u takvoj su analizi izdvojeni statistički značajni ključni problemi.

Tako su se najviše ozlijeđivali:

- nekvalificirani radnici,
- mladi radnici, samci, a
- novi radnici odnosili su jednu četvrtinu

svih ozljeda u prvom mjesecu zaposlenja.

Najviše ozljeda događalo se je u:

- petak i subotu,
- u prvom radnom satu,
- u drugoj smjeni,
- u pogonu X i XI.

Najčešći izvor ozljeda bila je:

- špena.

Najviše su se povređivale:

- šake i oči.

Referenti za zaštitu pri radu i grupe rukovodilaca tumačili su i pronalazili razloge za te pojave i izrađivali prijedloge za program sanacije i prevencije. Tako je došlo i do kritike organizacije suzbijanja ozljeda na ra-

du, a posebno službe zaštite na radu, za koju je utvrđeno da je takovog karaktera da isključuje mogućnost suradnje referenata te službe sa radnicima. Referentima je, naime, bio glavni zadatak da kod svake nesreće utvrde da li je radnik sam skrivio nesreću ili nije. Svaki radnik koji je tokom mjeseca imao nesreću za koju je bio sam »kriv« nije dobio premiju od 10.000 st. d. ili drugim riječima, bio je zakinut u redovnom prihodu. Posve je jasno kakove teške frustracije su se stvarale kod radnika koji su znali da oni zapravo nisu krivi i do kakovih ogorčenih rasprava i konflikata je dolazilo.

### Organizacija suzbijanja nesreća na radu

Osnovni zakon i republički zakoni o zaštiti na radu te naknadni propisi i pravilnici određuju kako se zaštita organizira u poduzeću i to posebno u rudnicima i željezarama. Možda je glavni princip u takovoj organizaciji ono što navodi Švajger (6): »... da ne postoje problemi proizvodnje odvojeni od problema zaštite na radu, da je zaštita na radu neodvojiva od ekonomike«. I dalje: »Briga za zaštitu na radu u organizaciji je zadatak svih zaposlenih od direktora do neposrednog proizvođača«. Ne ulazeći u problem same organizacije i službe zaštite na radu, jer to nije tema ovog napisa, ipak treba naglasiti da jezgro te organizacije u poduzeću treba da čini tim stručnjaka. Budući su rudnici i željezare veliki kolektivi moguće je formirati takav grupni rad, a predstavnici su: sigurnosni inženjer, liječnik (predstavnik zdravstvene službe u radnoj organizaciji), psiholog i socijalni radnik. Oni pripremaju sa svojim prvim saradnicima — a to su poslovođe, ključni ljudi u sigurnom radu — analize nesreća i programe prevencije.

### Programi i akcije u prevenciji

Nije teško izraditi program prevencije na temelju dobro izrađene analize nesreća. Umićeće je taj program realizirati, tj. iznaći najbolje metode kojima će se osigurati uspjeh. Možda je najteži zadatak motivirati rukovodstvo, naročito poslovođe, i zatim što širi krug radnika u borbi protiv nesreća. Tim stručnjaka angažiran na prevenciji nesreća posvetiti će mnogo vremena ovom pitanju iznalazeći točke otpora i pozitivne motive značaj-

ne za taj problem. Npr. točke otpora mogu biti neki konzervativni pogledi starih majstora na današnji tretman mladih radnika. Oni se sjećaju svojeg teškog »šegrtovanja« i misle sigurnost najbolje rješavati opomenama i kaznama. Tako dolaze u konflikte, ogorčeni su, povlače se iz aktivne kontrole. Naprotiv, neki majstori motivirani su za akcije prevencije već time što su sudjelovali u analizi nesreća i diskusijama za ostvarenje prevencije. Neki su motivirani željom da se istaknu time da u njihovom pogonu bude najmanje nesreća. I radnici se mogu motivirati međusobnim natjecanjem OOUR-a za što manje nesreća (naravno samo oni pogoni u kojima je objektivna opasnost jednaka). Na grafičkom prikazu u radnoj hali mogu se pratiti rezultati natjecanja. Pogon sa najmanje nesreća može se na različite načine nagraditi. Ali — ne zaboravimo da nepravilno organizirano natjecanje može dovoditi i do neprijateljskih osjećaja među grupama (vidi navijači u nogometu). Treba imati na umu da je n a t j e c a n j e jedna alternativa a k o o p e r a c i j a druga alternativa. Čovjek ima potrebu da se istakne pred drugima (natjecanje) ali ima isto tako potrebu konformnosti (da ne bude bijela vrana među drugima), potrebu za suradnju sa ostalima, potrebu za njihovom simpatijom i poštovanjem. Na bazi kooperacije može se jedan dio novaca ušteden na snižavanju nesreća na radu utrošiti na dobrobit svih radnika. Prema tomu program prevencije mora reflektirati potrebe u oba smjera.

Od posebnog je značaja motivirati u borbi protiv nesreća rukovodeće grupe sindikalne i omladinske organizacije i stručni kolegij poduzeća. Možda je najteže pridobiti za tu aktivnost omladinu koju karakterizira nehatan stav prema sigurnosti, prezir opasnosti, isticanje kroz pretjeranu hrabrost, omalovažavanje onih koji su oprezni, koji nose zaštitnu opremu, itd. Njima se može prići preko sporta, kroz diskusione male grupe o temama koje ih zanimaju, sa dobrim filmom o sigurnosti i sl.

Pri odabiranju motiva za siguran rad treba voditi računa o rivalitetu motiva. Onaj motiv koji je jači taj pobjeđuje. Radnik za kojega je iz bilo kojega razloga važno da u što kraće vrijeme što više zaradi, odložiti će zbog brzine zaštitne naočale, jer je novac jači

motiv od sigurnosti. U tom se slučaju mora pribjeći disciplinskim nalogima. Toga istoga radnika lako bi u ovom slučaju motivirali za zaštitu na radnome mjestu, ako bi mu sa tom zaštitom omogućili još bolji i brži rad.

Korisna je metoda na sastancima pojedinih OOUR-a prikazati analizu nesreća i od prisutnih tražiti sugestije za njihovo suzbijanje. Ako na sastanak dođemo sa gotovim prijedlozima za prevenciju, pasivizirati ćemo i onako slabo aktivne ljude na tom području, potpuno. Oni treba da preuzmu svojevoljno odgovornost za siguran rad i to na način koji sami predlažu i koji im najbolje odgovara. Stara engleska poslovice kaže: »Drugi nam mogu izgraditi kuću ali nam nikada ne mogu stvoriti dom«.

Sušтина uspjeha nalazi se u promjeni i izgradnji pozitivnih stavova prema zaštiti u radu i preuzimanju odgovornosti za sigurnost vlastite osobe i ostalih drugova. To je ujedno najteži zadatak. U-iznalaženju metoda u motivaciji ljudi za prevenciju može najviše u stručnom pogledu pomoći psiholog.

Mjenjanje stavova je dugi proces pa će se morati u potrebnim slučajevima pribjegavati sankcijama, ali uz veliki oprez. Uvijek mora mo misliti na moguće posljedice.

Vratimo se opet predloženoj šemi da vidimo koje prokušane metode možemo suprotstaviti grupama uzroka nesreća obzirom na psihofiziološke reakcije radnika, na organske bolesti, na organizaciju rada, socioekonomske prilike, na profesionalnu izobrazbu radnika i defekte u radnoj okolini.

### Metode prevencije

1. Profesionalna orijentacija i selekcija počinje već s orijentacijom učenika u privredi u zvanje koje im odgovara prema njihovim sposobnostima. Uprkos prirodne selekcije (mladić fizički slab odlučuje se za zvanje krojača, urara i sl.) ima veliki broj onih koji su odabrali krivo zvanje (kako to pokazuje iskustvo i neka ispitivanja). Posljedice su nesreće, bolesti ili nezadovoljstvo (slab radni efekt). Stanice za izbor zvanja sa posebno izobraženim liječnicima i psiholozima mogu taj posao najbolje vršiti.

2. Medicinski pregledi radnika prije stupanja na posao uz suradnju psihologa treba

da profesionalno orijentiraju, i za određena radna mjesta (naročito opasna) selekcioniraju radnike otporne na ozlijeđivanje. Za tu dužnost potrebna je analiza radnih mjesta kako bi zdravstvena služba znala koje osobine pojedina radna mjesta traže. Ovo se naročito odnosi na nekvalificirane radnike. Profesionalnom orijentacijom osim što snizujemo broj nesreća, snizujemo i apsentizam zbog bolesti i fluktuaciju radnika.

3. Kontrola adaptacije novih radnika kroz prvih mjesec dana u poduzeću uopće i na samom radnom mjestu — kratkim razgovorom omogućava rano otkrivanje problema. U razgovoru kojega bi u principu trebalo da vodi referent za zaštitu pri radu, naročito je važno govoriti o profesionalnom učenju i vježbanju (trening). Referent će razgovarati i sa poslovođom novog radnika da čuje i njegovo mišljenje o adaptaciji. U slučaju poteškoća treba problem rješavati.

4. Primanje novog radnika najbolje ćemo organizirati ako imamo stalno pred očima cilj, želju da radnik od prvog časa u poduzeću osjeća da je dobro došao i da se o njemu vodi briga. U program primanja novog radnika ne bi ulazili (to je tema za sebe), ali bi trebalo ipak naglasiti da treba nastojati da radnik bude dobro primljen u grupi čiji postaje član, da bude u grupu dobro uključen. Time se udovoljava veoma važnoj potrebi radnika, a to je motiv grupe pripadnosti.

5. Medicinski pregledi sa testiranjem psihologa onih radnika kojima se ozljede opetuju, služe otkrivanju stvarnih uzroka čestom ozlijeđivanju. Ukoliko se bolest npr. arterioskleroza jačeg stupnja ne može liječiti, a smatra se da je uzrok ponovljenim ozlijedama, predlaže se premještanje na drugo radno mjesto na kojemu je objektivna radna opasnost niska. Inače se npr. za dalekovidnost daje korekcija, pacijent sa dijabetesom poučava se u pravilnom načinu liječenja, drugovi epileptičara poučavaju se kako treba da se ponašaju pri napadaju da se bolesnik ne ozlijedi, itd. Osim o psihičkim i fizičkim bolestima treba voditi računa i o preporu te ga kao vrlo štetnog uklanjati.

6. Borba protiv situacija stresa, naročito kroničnog djelovanja negativnih stresora je od općeg značenja za duševno zdravlje i emocionalnu sigurnost čovjeka, kao i za unapređenje međuljudskih odnosa u radnoj organizaciji, sve se to reflektira na rad ili porast

broja nesreća na radu. Ovdje govorimo o »stanju stresa« u širokoj upotrebi ovog pojma u odnosu na pojedince. Kako poslovođa tako i liječnik u ordinaciji poznaju simptome reakcija čovjeka koji se nalazi pod »negativnim kroničnim stresom«. Većinom je razdražljiv, nervozan često agresivan ili pak povučen, šutljiv, zatvoren, tuži se najčešće na besanicu, na glavobolje, u radu ima povećani broj grešaka i sl. Negativni stresori mogu se nalaziti van rada (brige u kući), ali veoma često i u poduzeću. Bilo bi važno ispitati i utvrditi specifične stresore u rudarstvu i crnoj metalurgiji kao npr. rad pod zemljom, rad u određenim smjenama, kronični utjecaj ugljičnog monoksida, itd. Kao stručnu definiciju stresa obično se citira ona po Seley-u (7)\*.

7. Mentalnom prvom pomoći pomažemo čovjeku koji je u psihičkoj, emocionalnoj nevolji, kao što pružamo prvu pomoć u slučaju ozljede. Potrebno je naučiti poslovođe i druge rukovodioce (pa dapače i radnike), a prije svega referente za zaštitu pri radu kako se mentalna prva pomoć pruža. To je lako naučiti i rezultati ne će izostati ako se držimo nekih pravila. Na taj se način ujedno mogu izbjeći mnogi konflikti koji čovjeka dovode u pripremljeno stanje za nesreću. Behan i Hirschfeld (8) smatraju da nesreća zapravo počinje davno prije nego što se je zbio vidljivi događaj. Mnogo ranije počinje stanje straha, konflikta, depresije. Pažljivi poslovođa može već ove znakove uočiti. Uostalom, njegov je važan zadatak da svaki pojedinac i čitava grupa bude što zadovoljnija na svom radnom mjestu. Kornhauser (9) naglašava na temelju svojih ispitivanja: što je viši stupanj zadovoljstva čovjeka na njegovom radnom mjestu to je i viši stupanj njegovog pozitivnog zdravlja.

8. Ako se radi o težem slučaju poremećaja ponašanja iza kojega se kriju neki nepoznati razlozi a poslovođa nije imao uspjeha u razgovoru sa radnikom, uputiti će ga liječniku. U ordinaciji, u određenoj atmosferi liječnik će metodom medicinskog intervjua nastojati da otkrije problem i prema potrebi postupiti.

\* Prema Seley-u stres je stereotipni način reakcije čovječjeg organizma radi prilagodavanja na veliki broj različitih fizikalnih i psihosocijalnih utjecaja okoline.

Može se raditi o donošenju odluke o rastavi braka, konfliktu sa neposrednim rukovodiocem, o strahu da boluje od raka, i sija set drugih pitanja. Liječnik može pomoći u rješavanju problema liječenjem tj. površnom psihoterapijom ili liječenjem neke organske bolesti ili savjetovanjem.

9. Posebno treba istaći blagotvorno terapeutsko sredstvo: pohvalu. Rukovodioci u radnim organizacijama brži su na žalost u opominjanju pa i u kažnjavanju nego u pohvali. A upravo povremena pohvala ima za neke ljude veliku važnost. Poslovođa bi trebalo da poznaje karakter i temperament svakog svog radnika, a pogotovo njegov stav prema radu — da li ga posao koji obavlja zadovoljava ili ne. Koji put će pohvala biti dovoljna da neko radno mjesto postane radniku privlačnije, a on sam zadovoljniji nego ranije i sigurnije se ponaša pri rukovanju alatom. Naprotiv, česte opomene čovjeka frustriraju i vode ga u agresiju, odnosno sve više u nesreću.

10. Briga za lični komfor radnika u poduzeću uvjetuje ugodnost, vedro raspoloženje i zadovoljstvo, što se sve reflektira na stavu prema radu i sigurnosti. U taj komfor ubraja se u prvom redu izdašni i ukusni obrok za vrijeme odmora. Gladni ljudi (a naši su radnici većinom navikli da ujutro ne jedu) su razdražljivi, dekoncentrirani u očekivanju doručka, pa se i najviše nesreća događa upravo pred odmor. Prijatne garderobe, uredan sanitarni čvor, svrsishodne prostorije za higijenu žena, udoban prijevoz na rad i sa rada, komforna i svijetla zdravstvena stanica (ili prva pomoć) sa susretljivim nastupom zdravstvenog osoblja — sve to utječe na stabilnije ponašanje radnika.

Treba napomenuti da se u radničkim kantinama ne smije točiti nikakav alkohol (npr. pivo) niti se smije dozvoljavati napuštanje kruga poduzeća za vrijeme odmora (posjeti bifeima). Alkohol je upravo u malim količinama opasan, dovodi do euforije, barijere za siguran rad padaju (već kod 0,03% u krvi).

11. Unapređivati organizaciju rada svuda i na svakom mjestu znači direktno suzbijati nesreće na radu. To je za referente za zaštitu pri radu široko polje djelatnosti. U velikom broju nesreća koje ispituju otkriti će kao uzrok — nepravilnosti u organizaciji rada koje treba uklanjati, a to znači — razgovarati sa ljudima koji organiziraju radne procese.

12. Defekti u radnoj okolini ovdje se samo spominju. Compes, koga Švajger (6) češće citira, smatra, da u spriječavanju nesreća treba opasnost potpuno ukloniti tako da ne može ugrožavati radnika. Ova postavka je sigurno teoretski najpravilnija. Švajger predlaže da treba otkrivati opasnost još dok se nije nesreća dogodila, kao najefikasniji način suzbijanja nesreća i zove to »aktivnim spriječavanjem nesreća«. Bez obzira na ove stavove ne bi se nikako smjelo zanemariti analize nesreća, dapače korisno je izraditi analizu sigurnosti svakog radnog mjesta (job safety analysis). U takvoj analizi otkrivaju se »žarišta nesreća«, tj. mjesta na kojima se nakuplja najveći broj nesreća. Ta analiza ili kako to još zovu »safetygramm« služi i za prognozu ekspozicije radnika opasnostima. I u tehničkoj zaštiti sigurnosnom inženjeru korisna je i koji puta neophodna suradnja liječnika i psihologa radi prilagođavanja zaštitnih mjera psihofiziološkim svojstvima čovjeka.

13. Edukacija u svojem najširem značenju sigurno je snažno sredstvo u spriječavanju nesreća. Svjetska zdravstvena organizacija u god. 1961. vodila je borbu protiv nesreća pod parolom: »le vaccin contre l'accident: l'education«. Prečesto se, na žalost, edukacija provodi na način koji ostaje gotovo bez rezultata. Tako se npr. u mekim centrima za izobrazbu kadrova na rudnicima i u željezarama traži od različitih grupa radnika učenje propisa napamet uz polaganje ispita. Sve se to brzo zaboravlja i ima ograničenu vrijednost. Pri edukaciji članova kolektiva na različitim nivoima u suzbijanju nesreća na radu razlikujemo: informiranje o činjenicama sigurnosti i odgajanje u sigurnom načinu rada. Pri informiranju radi se o kraćim predavanjima sa zornim prikazivanjem, npr. o zaštiti pri zavarivanju. Predavanje se obično drži za veće skupine ljudi koji nakon predavačevog izlaganja ovom postavljaju pitanja.

Odgajati članove kolektiva znači u malim diskusionim grupama mijenjati i izgrađivati njihove stavove sa ciljem da preuzmu odgovornost za vlastiti siguran rad i za sigurnost svojih drugova u OOUR-u. Rad u malim grupama traži poznavanje i primjenjivanje metoda andragogije.

Navode se primjeri edukacije usmjerene na odgoj (preodgajanje):

- rad sa poslovođama u dinamičnoj maloj grupi sa glavnom temom: kako radnike motivirati za siguran način rada (nošenje zaštitnih naočala, zaštitnih rukavica, disciplinirano ponašanje mladih radnika, itd.); koji se osnovni motivi čovjeka mogu koristiti u konkretnom slučaju; poslovođa služi drugima kao primjer;
- prikaz pojedinog nesretnog slučaja barem jednom mjesečno na sastanku OOUR-a; u diskusiji radnici sami otkrivaju i tumače zašto se je nesreća dogodila i predlažu mjere prevencije; na taj način aktivno uče i pojedinci se preodgajaju;
- prikazivanje analiza nesreća u OOUR-ima, centralnom radničkom savjetu, stručnom kolegiju i forumu sindikalne organizacije; sa analizom trebalo bi da bude upoznat svaki radnik (eventualno preko časopisa poduzeća);
- kako motivirati omladinu za disciplinirani, sigurni rad; u tom pravcu osigurati program sa omladinskom organizacijom; osigurati rad u školama učenika u privredi;
- poučavanje poslovođa u pravilnom vršenju kontrole za vrijeme rada; poučavanje u psihofiziologiji rada;
- rad sa pojedinim malim grupama radnika koji obavljaju posebno opasne poslove, itd.

U edukaciji služimo se i audiovizuelnim sredstvima. Osnovna je intencija u svim tim grupama da referent za zaštitu na radu ili psiholog ili liječnik postavi pred članove grupe problem, pitanje, i prepusti grupi da to riješi. Što je voditelj grupe manje sudjelovao u rješavanju pitanja, uspjeh će biti bolji. Njegova je glavna uloga da dobro vodi diskusiju. Posebno je pitanje pravilnog profesionalnog poučavanja svakog novog radnika. Stalno čujemo od majstora i poslovođa kako mladi radnici tek izašli iz škole ne znaju neke osnovne stvari praktičnog rada. To treba prihvatiti kao činjenicu i svakog novog radnika — bilo kvalificiranog ili nekvalificiranog — uključiti u profesionalnu izobrazbu i praktične vježbe (trening). Mnogi stručnjaci tvrde

da kod nas najveći broj nesreća kod mladih ljudi uzrokuje nedovoljno poznavanje poslova i neiskustvo. Za to govori i činjenica da najmanje nesreća imaju radnici stari oko 50 godina, kada, doduše, već izrazito opada sposobnost psihofizioloških funkcija (koje uostalom već počinju slabiti od 30. god.), ali stečeno znanje i vještina u radu nadmašuje taj manjak.

14. Konačno, posebnu pažnju u spriječavanju nesreća zaslužuje — stalna kontrola poslovođa nad pravilnim obavljanjem poslova. Kontrola se naročito usmjerava na: nove radnike, mlade i one koji se nalaze u nekoj stres-situaciji, na radnike koji obavljaju opasne poslove, itd.

Kroz svu ovu materiju, koja je u pojedinim točkama iznjeta, provejava kao osnovna misao, potreba promjene stavova. Had don sa suradnicima tu misao ovako izlaže: »Mnogi medicinski autoriteti naglašavaju da prevencija nesreća i glavnih kroničnih i degenerativnih bolesti ovisi više o promjeni načina života čovjeka, promjeni njegovog psihosocijalnog svijeta nego od fizičke okoline« (10).

Siller (11) postavlja problem nešto drugačije. On pita, postoji li uopće »svijest o sigurnosti« i može li se ljude izgraditi »sigurnosno svijesnim«? Smatra, da se to ipak može postići uz pravilnu motivaciju, apeliranjem na njihovu samosvjest, na njihovu potrebu da dođu do izražaja, do ugleda i materijalne koristi.

Međutim, ima i oprečnih mišljenja pa je interesantno vidjeti što piše Kiefer (12) ugledni liječnik iz New Yorka: »Human nature will remain human nature, perverse as it is. We aren't going to succeed in changing it to prevent accidents any more than we can alter it for any other circumstances of life«. Ovo stanovište negira mogućnost prevencije nesreća čovjekovom voljom i negira mogućnost promjene stava. To, naravno, ne možemo akceptirati.

Gotovih recepata za prevenciju, obzirom na humani faktor, nema. Svaki tim stručnjaka u radnoj organizaciji naći će svoje puteve i svoje programe. Navedene metode prevencije treba da su podstrek za razmišljanje, dijaloge i diskusije. Kreativni rad, ostaje na kreativnim snagama u radnoj organizaciji.

## SUMMARY

### Prevention of Professional Traumatism in Regard with Human Factor

Prof. dr O. Maček\*)

In our country about 700—750 people die yearly as a result of occupational injuries and 4200—4500 as a result of traffic accidents. These are, mostly, workers at their most productive age.

It is unbelievable that those facts do not activate a broad range of prevention, neither do these facts activate institutes and expert associations to engage themselves in serious research work of evaluation of methods to prevent this »epidemic«.

Methods and organization of the everyday prevention of occupational injuries are suggested. The basic nucleus in such organization is team work — safety engineer, medical officer, psychologist and social worker.

According to the analysis of the agency and cause of accidents in the basic organizational units of the factory, a prevention programme is worked out.

The main idea in all actions of prevention is to build up a right attitude toward the safety in the foremen and workers.

According to the human factor, following practical methods of prevention are suggested: professional orientation and selection, medical examinations and psychological testing of new workers and workers who are prone to the accidents, adaptation control of new workers, fight against stress, mental first aid, medical treatment of illnesses that cause accidents, care of the wellbeing of the workers, removal of defects in working surroundings and education.

Activities and methods of prevention should be chosen according to the needs and creative possibilities in the factory.

#### Literatura

1. Statistički godišnjak za 1972., Savez. zav. za soc. osig., 1974, Beograd.
2. Jelčić, I. 1973: Lij. vjes., 95 (1973) 433
3. Heinrich, R.W. 1959: Industrial Accident Prevention, a Scientific Approach, Mac Grow Hill, New York
4. Maček, O. 1972: Sigurnost u rudnicima, vol 7 (1972) 2
5. Biener, K. und Borbrly, P. 1974: Siche-re Arbeit 3 (1974) 14
6. Švajger, J. 1971: Zaštita na radu. Teorija i praksa, Zavod za dokumentaciju zaštite na radu, Niš
7. Selye, H. 1960: The Concept of Stress in experimental Physiologie, Ed. Tanner, Oxford
8. Behan, R. and Hirschfeld, A. 1966: Arch Environ Health, Vol 13 (1966) Oct
9. Kornhauser, A. 1965: Mental Health of the Industrial Worker, John Wiley and Sons, Inc., New York
10. Haddon, W. Suchman, E.A. and Klein D. 1963: Accident Research: Methods and Approaches, Harper and Row, Inc. New York
11. Siller, E. 1974: Berufsgenossensch., (1974) 169
12. Kiefer, N. 1966: Arch Environ Health, Vol 13 (1966) Oct

\*) Prof. dr Olga Maček, Medicinski fakultet, Sarajevo

# Bučno — vibracioni izvori teških motornih vozila kao stresogeni faktor u objektivnim uslovima vožnje

(sa 9 slika)

Prof. dr Živko Stojiljković

*Ispitivanjima profesionalnih vozača teških motornih vozila utvrđeno je da se po količini izlučenih kateholamina, intenzitetu i spektralnoj analizi buke kao i karakteristikama vibracija unutar kabina, može proceniti uticaj fizikalnih stresogenih faktora na reaktivnu adaptabilnost simpato-adrenalnog sistema vozača u objektivnim uslovima vožnje.*

## Uvod

Buka spada u najrasprostranjenije štetne faktore životne i radne sredine čoveka. Pored toga, ona iz dana u dan znatno raste. Njen porast ide paralelno sa uvođenjem novih tehnoloških procesa u industriji, rudarstvu, građevinarstvu, saobraćaju i drugim granama privredne delatnosti — usled porasta snage i brzine mašina, korišćenja savršenijih sredstava transporta i slično. Ona je kod teških motornih vozila najčešće uslovljena konstrukcionim rešenjem i zavisi od motora i njegovog režima rada, sistema prenosa snage uključujući pneumatike i karoseriju — posebno kabinu, kao i od konfiguracije puta, tovara, režima vožnje i drugo. Svi ovi elementi za vreme vožnje direktno deluju kao jedinstveni bučno-vibracioni izvor u području čujnih frekvenci (20 — 500 Hz) na psiho-fizičko stanje vozača teških motornih vozila.

Zamor vozača u optimiranju sistema »čovek — motorno vozilo — okolina« predstavlja izvanredno značajnu komponentu kako po svom uticaju na sposobnost upravljanja motornim vozilom tako isto i na bezbednost u saobraćaju. On u suštini predstavlja opštu psiho-fiziološku pojavu koja se može definisati kao smanjenje vozačke radne sposobnosti

zbog izvršenog rada. Inače, može nastati pod uticajem mnogih stresogenih faktora, između kojih se posebno ističu faktori fizikalne i psihike prirode koji svojim dejstvom negativno utiču na opšti sindrom adaptacije.

Praćenje reakcije organizma vozača na zamor vezan za radno mesto i okolinu je danas od posebnog značaja za ergonomiju u cilju dobijanja informacija o promenama u organizmu do kojih dolazi u stresnim situacijama. Pod uticajem stresa dolazi do aktivacije adaptivnih mehanizama sa ciljem da se održi homeostaza organizma. Značajnu ulogu u okviru ovih mehanizama imaju endokrine žlezde, koje su međusobno povezane preko neuralnog i humoralnog »feedback« mehanizma (Dukes-Dobos N.F, 1971). Aktivacija simpato-adrenalnog sistema pod uticajem stresogenih faktora produžene vožnje, fizikalnih i emocionalnih, dovodi do oslobađanja kateholamina i njihovog izlučivanja u mokraći. Povećano izlučivanje noradrenalina (NOR) je u vrlo tesnoj korelaciji sa fizikalnim stresogenim faktorima vožnje (buka i vibracije, mikroklima, ubrzanje i sl.), a količina izlučenog adrenalina (ADR) je usko vezana sa psihičkom tenzijom i stepenom vozačkog iskustva (von Euler U.S. 1954, 1959, 1966, 1967). Upravo i zbog toga, naša je namera bila, da u okviru ergonomske istraživanja sistema »vozač-motorno vozilo — okolina« u objek-



tivnim uslovima produžene vožnje odredimo intenzitet fizikalnih stresogenih faktora usled bučno — vibracionih izvora, koji dovodi do zamora vozača preko količine izlučenih kateholamina (NOR, ADR, DM) u urinu vozača.

### Metodologija

Na osnovu sistematskih kliničkih pregleda i procene psiho-fizičke kondicije 30 vozača-profesionalaca iz preduzeća »Tranšped« — Beograd izdvojeno je 12 vozača — ispitanika, relativno dobrog zdravstvenog stanja i starosti 25 — 35 godina za ergonomska ispitivanja.

Ispitivanja su vršena na kamionima »Hannomag-Henschl« sa prosečnom eksploatacionom starošću od cca 470.000 km i to pri radu motora na praznom hodu u mestu i u toku vožnje na saobraćajnicama sa posebnim karakteristikama.

Buka u kabini vozila registrovana je meračem buke Brüel & Kjaer, ty 2203. Mikrofon je lociran u nivou uha vozača, na rastojanju od 10 cm i sa osom paralelnom ravni simetrije vozila. Intenzitet buke je meren u A, B i C spoju (po Cox-u), a registrovan je i nivo linearne buke (opšti nivo buke). Spektralna analiza buke vršena je u 9 oktavnih frekventnih opsega 31,5 — 8.000 Hz.

Za merenje vibracija u kabini vozila korišćene su dve grupe instrumenata i to:

— za vibracije u frekventnom opsegu 31,5 — 125 Hz korišćen je isti instrument sa dodatnim Accelerometrom ty — 4332-35 i Integratorom Zr-0029 a za vibracije u frekventnom opsegu 1—30 Hz. Korišćeni su davači firme Hottinger ty B<sub>1</sub> i B<sub>2</sub>/25, dinamički merni most ty KWS/6T/5 iste firme i pisač Visicorder ty 3508 firme Honeywell. Davači impulsa postavljeni su na pod, sedište i ležaj u kabini, a merenja su vršena u sva tri ortogonalna pravca.

Određivanje količine izlučenih kateholamina (NOR, ADR, DM) kod vozača za vreme objektivnih uslova vožnje vršeno prikupljanjem urina na pojedinim deonicama puta.

Tako je I uzorak urina uzet na deonici Beograd — Požarevac, II uzorak na deonici Majdanpek — Rgotina, a III uzorak urina je uzet na deonici Paraćin — Beograd. Osim toga, kod svakog vozača — ispitanika obavezno je uziman i kontrolni uzorak urina (od ustajanja do polaska na put) koji je služio kao

osnovna vrednost za poređenje sa dobijenim vrednostima (ng/min) kateholamina na pojedinim deonicama puta — radi određivanja biološkog radnog ritma za vreme vožnje. Za određivanje količine izlučenih kateholamina u urinu (NOR, ADR, DM) vozača korišćena je fluorometrijska metoda po von Euler-u U.S and Lishajk-u (1961.) Uz upotrebu spektrofotofluorometra Aminco — Bowman.

Statistička obrada podataka izvršena je na elektronskom računaru Elliot-69, tu su između ostalog dobijeni — aritmetička sredina (X), mere varijabiliteta (standar. devijacija SD, koefic. varijacije CV i standard. greška SG). Značajnost je određivana pomoću t-testa (P = 0,05). Takođe su rađene jednostruke i višestruke korelacije.

### Analiza rezultata

Analiza postignutih rezultata u ergonomske istraživanjima može se izvršiti samo parcijalnim prikazom u okviru ispitivanih funkcija bioloških, fizičko-tehničkih, higijensko-tehničkih i sl. — radi potpunijeg sagledavanja zbivanja u sistemu »vozač-motorno vozilo-okolina«.

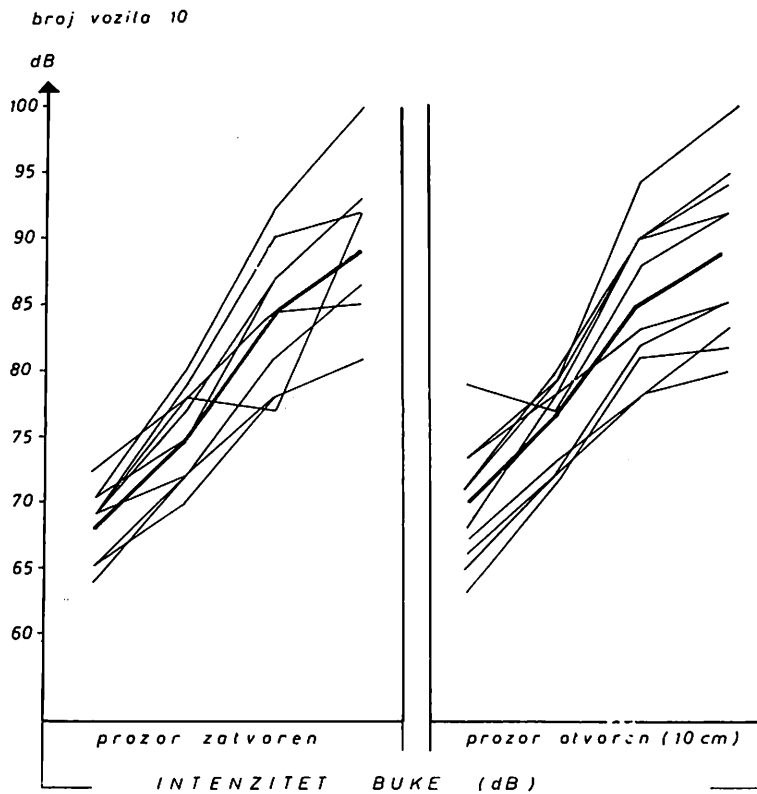
Intenzitet buke (dB) u kabini teških motornih vozila za vreme rada motora pri praznom hodu u mestu (spojevi »A, B, C« po Cox-u i opšti nivo buke) prikazan je na slici 1.

Iz datog prikaza se vidi, da je rad motora na praznom hodu u mestu kako pri zatvorenom tako i pri otvorenom prozoru (10 cm) proizvodi buku slične jačine koja se u oba slučaja nalazila u »A« spoju od  $68 \pm 3$  do  $70 \pm 4$  dB, u »B« spoju od  $75 \pm 3$  do  $76 \pm 3$  dB i u »C« spoju od  $84 \pm 5$  dB. — dok se opšti nivo buke pod istim uslovima nalazio u okviru 90 dB.

Intenzitet buke (dB) u kabini teških motornih vozila za vreme različitih režima kretanja vozila (horizontalni asfaltni put, uspon od  $5^\circ$  i pad od  $7^\circ$ ) prikazan je na slici 2.

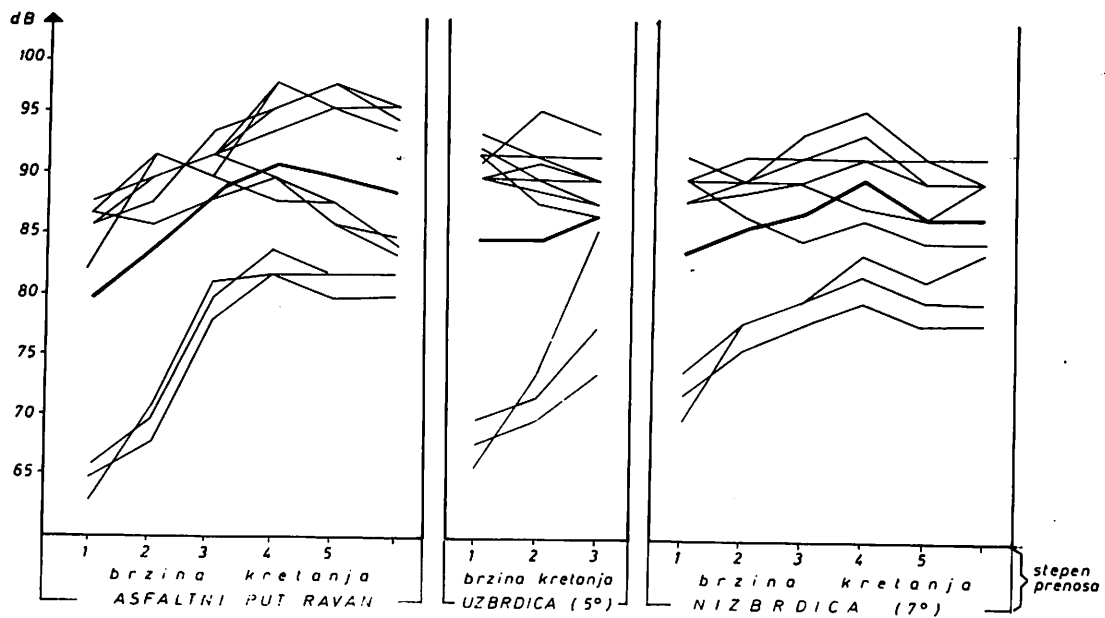
I na ovom grafičkom prikazu imamo slične vrednosti buke kao u prethodnom — koje su za vreme kretanja vozila po ravnom asfaltnom putu kod stepena prenosa od I — V iznosile od  $80 \pm 10$  do  $90 \pm 7$  dB, pri kretanju vozila uz uspon od  $5^\circ$  od I — III one su iznosile od  $85 \pm 11$  do  $87 \pm 6$  dB i pri kretanju vozila niz nagib od  $7^\circ$  od I — V one su iznosile od  $84 \pm 8$  do  $90 \pm 5$  dB.

Nađene vrednosti nivoa buke u kabini teških motornih vozila nalaze se u granicama



Sl. 1 — Intenzitet buke (db) u kabini teških motornih vozila za vreme rada motora u mestu (spojevi po Cox-u i opšti nivo buke).

Fig. 1 — Noise intensity (dB) in heavy motor vehicle driver's compartment during engine operation in place - (connections according to Cox and general noise level).



Sl. 2 — Intenzitet buke u db u kabini teških motornih vozila za vreme vožnje

Fig. 2 — Noise intensity in dB in heavy motor vehicle driver's compartment during motion.

dozvoljenih vrednosti definisanih zakonskim propisima (90 dB). Međutim, u funkciji vremena izlaganja buci (produženi rad) i ovi nivoi buke neosporno deluju kao fizikalni stresogeni faktor na zamor vozača.

Spektralna analiza buke u devet oktavnih frekventnih područja (od 31,5 — 8000 Hz) prikazana je na slici 3. Ona ukazuje na činjenicu, da je frekventna distribucija zvučnih pritisaka u različitim uslovima kretanja i opterećenja motora (krive od II do V) u priličnoj meri ujednačena i da ima već pri frekvencijama iznad 63 Hz znatno veće nivoe zvučnih pritisaka u odnosu na vrednosti pri radu motora na praznom hodu (kriva I). Očigledno je, da je ova pojava posledica, pre svega, povećanja broja obrtaja motora, pa zatim dejstva dopunskih bučno vibracionih izvora — elemenata prenosnika snage, izduvnog sistema i karoserije vozila.

Karakteristična je pojava u oktavnom pojasi sa srednjom frekvencom od 500 Hz, da se krive nivoa buke seku sa krivom dozvoljenog vremena izlaganja buci od osam časova (DVI-480), koja je našim zakonskim propisima definisana za rad u zatvorenim radnim prostorijama a što se uslovno odnosi i na kabinu motornog vozila. To pokazuje, da u uslovima produženog rada, tj. vožnje (preko 8h dnevno), ovi nivoi buke prelaze dozvoljene vrednosti, te samim tim imaju stresogeno dejstvo na organizam vozača.

Postignuti rezultati merenja karakteristika vibracija elemenata u kabini teškog motornog vozila (sedište, naslon, upravljač, menjač, pod, ležaj i dr.) u pravcu sve tri koordinatne ose predstavljaju veoma obiman materijal u celosti, pa ćemo zbog toga u našem daljem izlaganju prikazati samo parcijalno karakteristike niskofrekventnih podzvučnih pa zatim i visokofrekventnih zvučnih vibracija.

Karakteristike niskofrekventnih vibracija (Hz) u kabini teških motornih vozila za vreme rada motora u mestu i za vreme vožnje u nivou od 3 — 11 Hz, i to, u okviru ubrzanja ( $m/sec^2$ ), brzine ( $cm/sec$ ) i amplitude (mm) prikazane su na tablici 1 i na slikama od 4 — 7.

Karakteristike niskofrekventnih vibracija u nivou od 3 — 6 Hz u okviru ubrzanja ( $m/sec^2$ ) su te, što pokazuju u svim varijacijama vožnje znatno povišene vrednosti kod sedišta, poda i ležaja u kabini vozila u od-

nosu na one za vreme rada motora u mestu. Nasuprot tome, u nivou od 11 Hz ove vrednosti vibracija su niže, izuzev vožnje pri nagibu na podu i ležaju, i to, kako kod sedišta tako isto i kod poda i ležaja u odnosu na one u mestu. Međutim, u okviru brzine ( $cm/sec$ ) vibracije kako na nivou od 3 — 6 Hz tako isto i od 11 Hz pokazuju vrlo velike oscilacije u kretanju vrednosti za vreme vožnje na sedištu, podu i ležaju kabine u odnosu na one za vreme rada motora u mestu. Sličnu situaciju imamo i kod amplitude (mm), gde vibracije pokazuju visoki raspon kretanja za vreme rada motora u mestu, da bi se za vreme različitih režima vožnje kretale na sedištu, podu i ležaju kabine u okviru sva tri nivoa od 1,4 — 18,7 Hz.

Karakteristike visokofrekventnih vibracija (Hz) u kabini teških motornih vozila za vreme rada motora u mestu i za vreme različitih režima vožnje u nivou od 31,5 — 125 Hz, i to, u okviru ubrzanja ( $cm/sec^2$ ), brzine ( $cm/sec$ ) i amplitude (mm) — prikazane su u tablici 2. One u nivou od 31,5 Hz u okviru ubrzanja pokazuju kod sedišta u mestu nešto povišene vrednosti, dok pri vožnji po ravnom kod upravljača i menjača i niz nagib kod sedišta, a uz uspon kod menjača, pokazuju izrazito povećane vrednosti u odnosu na one u mestu. U nivou od 63 Hz i 125 Hz one pokazuju značajni pad vrednosti u odnosu na one u mestu, izuzev menjača za vreme vožnje po ravnom. Međutim, brzina u sva tri nivoa za vreme rada motora u mestu pokazuje povećanje vrednosti kod sedišta, naslona, upravljača i menjača, da bi za vreme vožnje pokazala značajan pad vrednosti izuzev sedišta po ravnom (31,5 Hz) i upravljača po ravnom i uz nagib (31,5 i 63 Hz). Istovremeno, amplituda sedišta, naslona, upravljača i menjača se nalazi u okviru dozvoljenih granica za sva tri nivoa.

Vibracije kod teških motornih vozila se nalaze u direktnoj zavisnosti od starosti i konstrukcije vozila.

Dejstvo mehaničkih vibracija koje se prenosi sa motora, karoserije, puta i dr. u kabinu vozila na vozača može biti različito od običnih smetnji sve do psiho-somatskih promena koje se manifestuju audiovizuelnim, neurovegetativnim, loko-motornim, vaskularnim i drugim poremećajima.

Smatra se neobično važnim, određivanje fizioloških granica tolerancije ljudi na vibra-

Tablica 1

Srednje vrednosti karakteristika niskofrekventnih vertikalnih vibracija (3,6 i 11 Hz)

Mesto merenja vibracije	HZ	Ubrzanje (m/sec <sup>2</sup> )						Brzina (cm/sec)						Amplituda (mm)							
		u vožnji			u vožnji			u vožnji			u vožnji			u vožnji			u vožnji				
		U mestu	Ravno	Uspon	Nagib	U mestu	Ravno	Uspon	Nagib	U mestu	Ravno	Uspon	Nagib	U mestu	Ravno	Uspon	Nagib	U mestu	Ravno	Uspon	Nagib
Sedište	3	0,250	2,930	3,040	4,320	1,72	9,31	6,30	9,53	3,3	18,7	5,7	13,3	3,3	18,7	5,7	13,3	3,3	18,7	5,7	13,3
	6	1,140	3,030	2,785	3,140	2,20	5,10	5,60	12,60	3,3	3,9	5,5	11,5	3,3	3,9	5,5	11,5	3,3	3,9	5,5	11,5
	11	6,300	3,110	0,960	4,710	12,40	9,20	4,90	11,34	12,8	4,7	1,5	9,2	12,8	4,7	1,5	9,2	12,8	4,7	1,5	9,2
Pod	3	0,760	3,160	3,490	6,250	12,00	3,53	2,60	5,10	12,4	5,3	2,9	7,4	12,4	5,3	2,9	7,4	12,4	5,3	2,9	7,4
	6	0,253	5,060	2,410	5,145	2,40	2,50	3,75	4,65	3,6	2,5	2,6	5,8	3,6	2,5	2,6	5,8	3,6	2,5	2,6	5,8
	11	5,180	3,290	3,120	6,280	4,80	2,80	2,50	2,75	5,0	1,4	1,7	6,3	5,0	1,4	1,7	6,3	5,0	1,4	1,7	6,3
Ležaj	3	0,633	2,021	0,987	4,680	2,10	2,80	3,25	13,00	2,2	2,8	3,9	13,0	2,2	2,8	3,9	13,0	2,2	2,8	3,9	13,0
	6	0,630	1,265	0,683	7,250	6,50	3,50	4,50	7,90	6,8	2,8	4,5	10,8	6,8	2,8	4,5	10,8	6,8	2,8	4,5	10,8
	11	1,640	1,265	1,320	3,470	2,50	9,50	3,85	10,45	2,6	1,7	1,8	11,2	2,6	1,7	1,8	11,2	2,6	1,7	1,8	11,2

Tablica 2

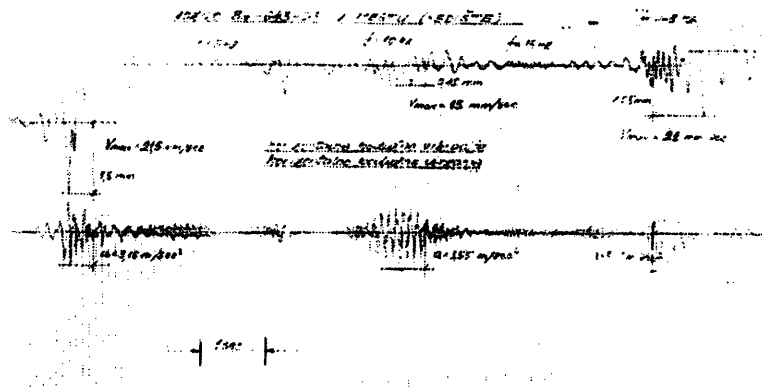
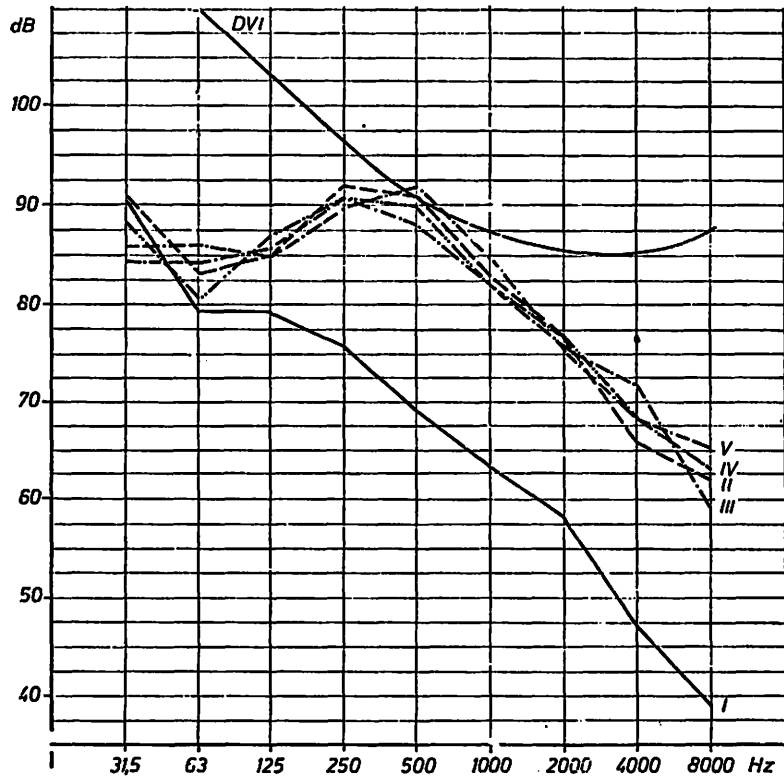
## Srednje vrednosti visokofrekventnih vibracija (31,5, 63 i 125 Hz)

Mesto merjenja vibracije	HZ	Ubrzanje (cm/sec <sup>2</sup> )						Brzina (cm/sec)						Amplituda (mm)							
		u vožnji			u vožnji			u vožnji			u vožnji			u vožnji			u vožnji				
		U mestu	Ravno	Nagib	Uspoon	U mestu	Ravno	Nagib	Uspoon	U mestu	Ravno	Nagib	Uspoon	U mestu	Ravno	Nagib	Uspoon	U mestu	Ravno	Nagib	Uspoon
Sedište	31,5	78,0	33,0	95,0	10,0	0,55	0,33	0,07	0,32	0,002	0,001	0,007	0,001	0,001	0,007	0,001	0,002	0,001	0,004	0,004	0,005
	63	0,60	0,60	1,20	65,0	0,24	0,30	0,05	0,01	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,001	0,004	0,004	0,004	0,005
	125	0,20	8,00	1,10	20,0	0,01	0,32	0,01	0,03	0,001	0,007	0,002	0,001	0,001	0,007	0,002	0,001	0,001	0,007	0,002	0,001
Naslon	31,5	70,0	2,0	8,60	2,00	0,38	0,02	0,02	0,02	0,001	0,009	0,003	0,001	0,009	0,003	0,002	0,001	0,004	0,008	0,001	0,001
	63	2,70	2,30	8,00	8,00	0,30	0,07	0,04	0,03	0,004	0,008	0,001	0,004	0,008	0,001	0,001	0,004	0,008	0,001	0,001	0,001
	125	0,70	1,00	6,00	1,10	0,43	0,03	0,04	0,03	0,003	0,006	0,002	0,003	0,006	0,002	0,002	0,003	0,006	0,002	0,002	0,002
Upravljač	31,5	60,0	95,0	50,0	12,0	0,27	0,58	0,67	0,02	0,006	0,004	0,004	0,006	0,004	0,004	0,003	0,006	0,004	0,008	0,001	0,001
	63	22,0	43,0	40,0	13,0	0,24	0,42	0,85	0,02	0,004	0,008	0,008	0,004	0,008	0,008	0,008	0,004	0,008	0,008	0,008	0,006
	125	8,00	75,0	10,0	60,0	0,29	0,09	0,04	0,01	0,004	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001
Menjač	31,5	28,0	75,0	70,0	80,0	0,44	0,03	0,03	0,02	0,006	0,002	0,002	0,006	0,002	0,002	0,002	0,006	0,002	0,008	0,008	0,007
	63	1,10	80,0	70,0	63,0	1,10	0,03	0,02	0,01	0,006	0,009	0,008	0,006	0,009	0,008	0,008	0,006	0,009	0,008	0,008	0,007
	125	22,10	40,0	45,0	63,0	0,70	0,04	0,02	0,03	0,001	0,004	0,004	0,001	0,004	0,004	0,004	0,001	0,004	0,004	0,004	0,003

Sl. 3 — Spektralna analiza buke u devet oktavnih frekventnih područja (31,5 — 8.000 Hz).

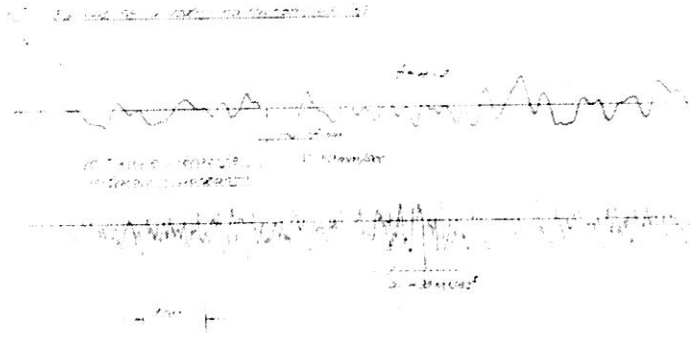
— I rad motora u mestu  
 - - - - II kretanje po horizontalnom kolovozu (IV st. pr.)  
 - · - · - III kretanje po horizontalnom kolovozu (V st. pr.)  
 · · · · · IV kretanje na usponu 5° (II st. pr.)  
 · · · · · V kretanje niz nagib 7° (III st. pr.)  
 DVI 480 — dozvoljeni nivoi zvučnih pritisaka za vreme izlaganja buci od 480 min. (8h).

Fig. 3 — Spectral noise analysis over nine octave frequency ranges.



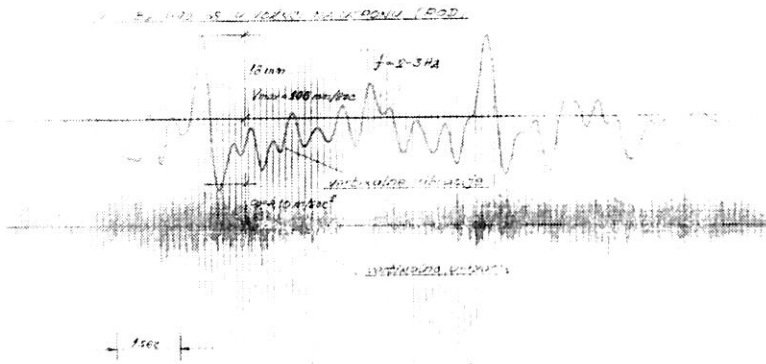
Sl. 4 — Vozilo BG-643-03 u mestu (sedište)

Fig. 4 — Vehicle BG-643-03 in place (seat)



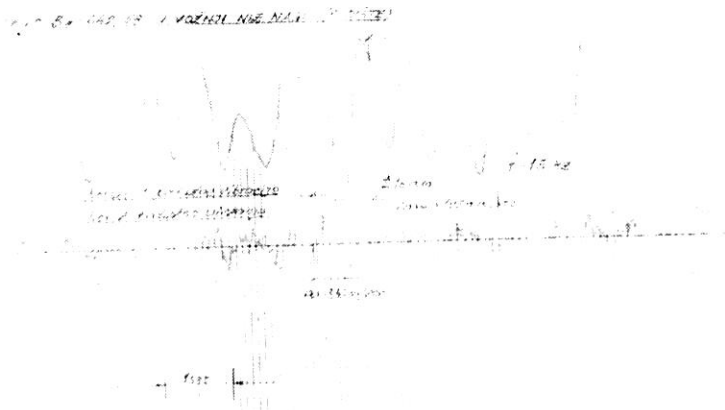
Sl. 5 — Vozilo BG-642-58 u vožnji na ravnom (sedište)

Fig. 5 — Vehicle BG-642-58 in travel over a straight run (seat)



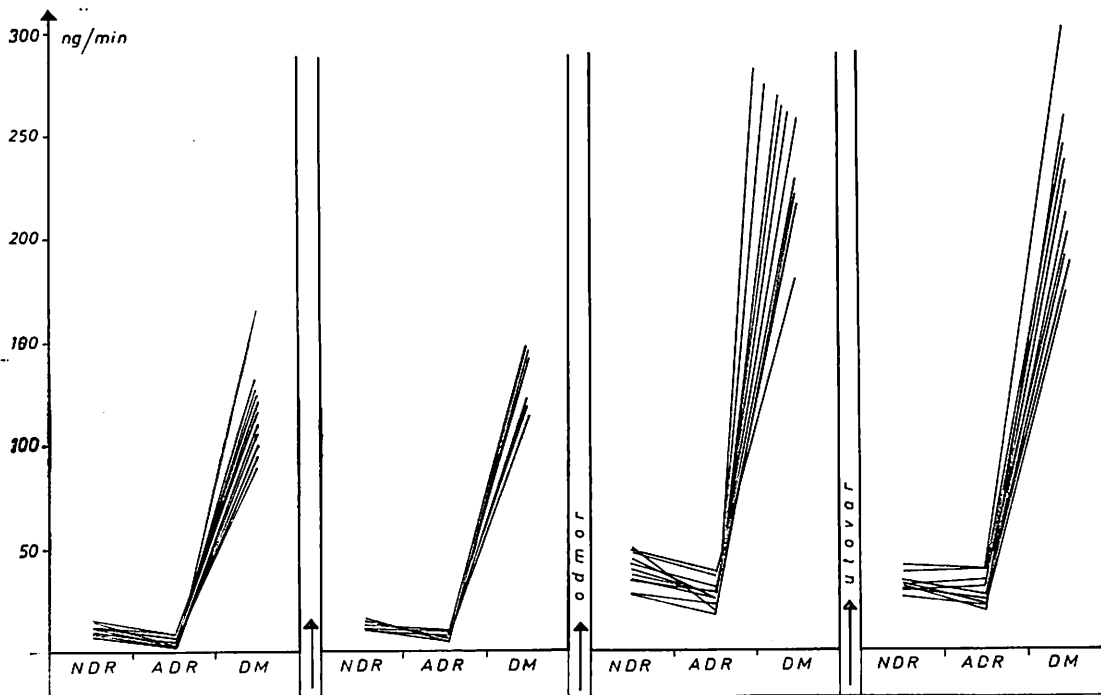
Sl. 6 — Vozilo BG-642-58 u vožnji na usponu (pod)

Fig. 6. — Vehicle BG-642-58 in travel up grade (floor)



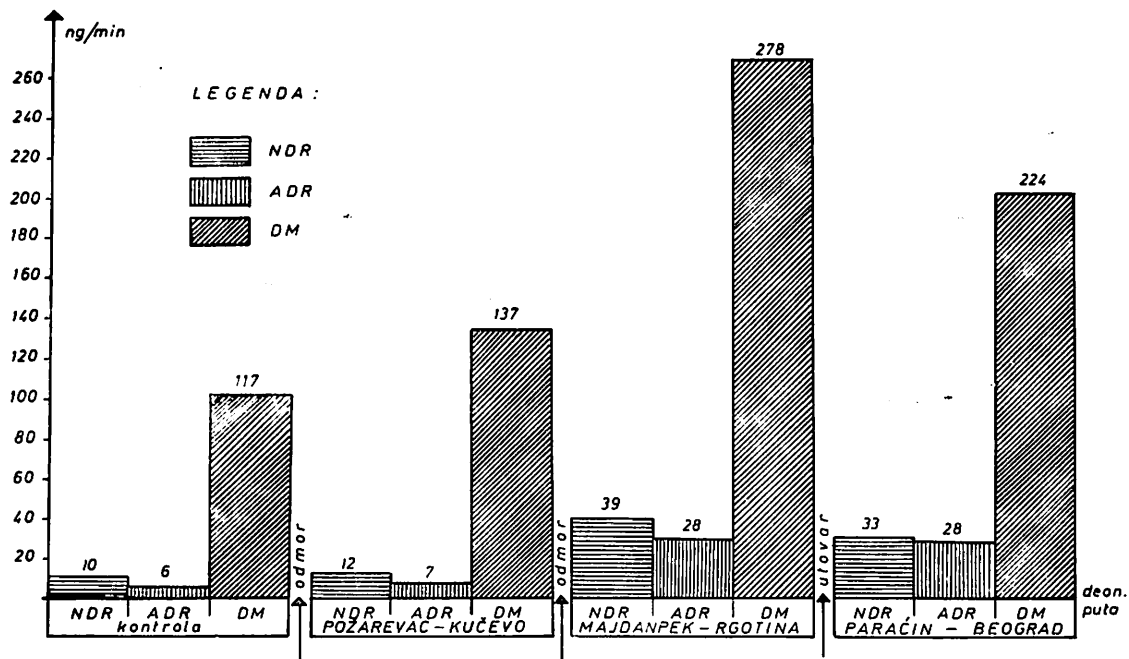
Sl. 7 — Vozilo BG-642-58 u vožnji niz nagib (sedište)

Fig. 7 — Vehicle BG-642-58 in travel down grade (seat)



Sl. 8 — Količina izlučenih kateholamina (ng/min) u mokraći vozača teških motornih vozila na vreme objektivnih uslova vožnje

Fig. 8 — Amount of secreted catecholamines (ng/min) in the urine of heavy motor vehicle drivers during objective driving conditions



Sl. 9 — Količina izlučenih kateholamina ng/min (NDR. ADR. DM) u mokraći vozača teških motornih vozila za vreme objektivnih uslova vožnje

Fig. 9 — Amount of secreted catecholamines ng/min (NDR. ADR. DM) in the urine of heavy motor vehicle drivers during objective driving conditions



cije u vozilu radi obezbeđenja psiho-fizičkog statusa, efikasnijeg rukovanja i sigurnije vožnje na drumu.

Na vozače teškog motornog vozila, mehaničke vibracije mogu delovati preko nogu, ruku, zadnjeg dela tela i pod izvesnim okolnostima u predelu leđa. Načelno, vibracije se mogu javiti u tri koordinatne ose (L — osa = vertikalna »glava — noge«; X — osa = horizontalna produžna »rame-rame« i Y — osa = horizontalno poprečna »grudi — leđa«) kao translacione ili kao rotacione vibracije. O dejstvu translacionih vibracija na organizam vozača teških motornih vozila u pravcu L — ose, ispitivano je do danas mnogo više nego u pravcu X i Y ose. Zbog toga su i savremena sedišta teških motornih vozila znatno udobnija i imaju prilično smanjene vibracije.

Od posebnog je značaja uticaj karoserije teškog motornog vozila pošto predstavlja naj-složeniji sistem koji vibrira na vozilu — a sa

gledišta bučno — vibracionog ona je najvažnija, jer se javlja kao završni izvor celokupne zvučne energije koju oseća i čuje vozač u kabini.

Osnovna karakteristika postignutih rezultata, je, da sva tri parametra (ubrzanje, brzina i amplituda) u oblasti nisko-frekventnih — podzvučnih vibracija imaju znatno veće vrednosti nego u oblasti visokofrekventnih — zvučnih vibracija (npr. sedišta), i u ovom slučaju, veliki uticaj na pojavu stresa, a samim tim i zamora kod vozača. Iz svega toga proizilazi, da su bučno-vibracioni izvori ispitivanih teških motornih vozila delovali kao značajan stresogeni faktor na organizam naših vozača — ispitanika u objektivnim uslovima vožnje.

Količine izlučenih kateholamina u urinu (ng/min) vozača na pojedinim deonicama puta za vreme objektivnih uslova produžene vožnje prikazane su u tablici 3 i na sl. 8 i 9.

Vrednosti dobijene na I deonici puta (Požarevac — Kučevo) upoređene su sa vrednostima pre polaska na put (kontrolni) da bi se pratio efekat produžene vožnje na reaktivnost simpatoadrenalnog sistema — radi procene biološkog radnog ritma. Dobijeni rezultati pokazuju, da je količina izlučenog NOR-a i ADR-a veoma slična kontrolnim vrednostima, dok je količina DM-a nešto povećana i statistički značajna ( $P < 0,05$ ). Na II deonici puta (Majdanpek — Rgotina) tj. nakon šestčasovne vožnje zabeleženo je statistički visoko značajno ( $P < 0,001$ ) povećanje vrednosti svih kateholamina (NOR, ADR, DM) u urinu vozača u odnosu na kontrolne vrednosti. Sličnu situaciju imamo na III deonici puta (Paraćin — Beograd) odnosno na završetku puta, gde dobijene vrednosti izlučenih kateholamina pokazuju visoku značajnost ( $P < 0,001$ ) u odnosu na vrednosti kontrolne varijante.

Možemo konstatovati, da je povećanje izlučenih dopamina (DM) na I deonici puta najverovatnije rezultat povećane biosinteze kateholamina i to na nivou dopamina, a ne posle toga. Dok je na II i III deonici puta zabeleženo značajno povećanje svih kateholamina (NOR, ADR i DM) u urinu vozača — ispitanika u odnosu na kontrolne vrednosti — a što je posledica stresogenih faktora koji su doveli do pojave zamora i povećane aktivnosti simpatoadrenalnog sistema.

Koreliramo li vrednosti noradrenalina (NOR), sa vrednostima buke (80 — 100 dB) za vreme vožnje videćemo, da između njih posto-

Tablica 3

n = 12

Deonice puta	1. Noradrenalin (NDR) ng/min	2. Adrenalin (ADR) ng/min	3. Dopamin (DM) ng/min
A. Kontrolna varijanta	10 ± 0,62 (12)	6 ± 0,68 (12)	117 ± 2,03 (12)
B. Požarevac — Kučevo (I)	12 ± 0,58 (12)	7 ± 0,48 (12)	134 ± 3,83 (12)
C. Majdanpek — Rgotina (II)	39 ± 2,25 (12)	28 ± 1,66 (12)	178 ± 28,3 (12)
D. Paraćin — Beograd (III)	33 ± 1,32 (11)	28 ± 2,2 (11)	224 ± 12,2 (11)

P (1A : 1B) > 0,05  
P (1A : 1C) < 0,001  
P (1B : 1C) < 0,001  
P (1A : 1D) < 0,001

P (2A : 2B) > 0,05  
P (2A : 2C) < 0,001  
P (2B : 2C) < 0,001  
P (2A : 2D) < 0,001

P (3A : 3B) < 0,05  
P (3A : 3C) < 0,001  
P (3B : 3C) < 0,001  
P (3A : 3D) < 0,001

Broj analiza označen je u zagradi.

ji negativna ali za nas značajna međuzavisnost ( $r = -0,40$ ) koja govori u prilog njenog stresogenog učešća u nastajanju zamora kod vozača — ispitanika. Istu situaciju imamo kod noradrenalina (NOR) u funkciji vibracije sedišta za vreme vožnje, gde postoji značajna međuzavisnost ( $r = 0,63$ ) uz odgovarajuću povezanost, da bi u funkciji vibracije poda pokazala visoko značajnu međuzavisnost ( $r = 0,79$ ) uz visoki porast stepena povezanosti među varijablama. Slično je stanje i sa vrednostima adrenalina (ADR), gde prvo imamo kod sedišta visoko značajnu međuzavisnost ( $r = 0,78$ ) uz visok stepen povezanosti da bi kod vibracija poda za vreme vožnje postojala samo značajna međuzavisnost ( $r = 0,55$ ) uz odgovarajuću povezanost među varijablama.

Ovi nalazi govore, da su nađeni bučno — vibracioni izvori u kabini teškog motornog vozila »Hanomag-Henschl« za vreme objektivnih uslova produžene vožnje uticali, ne samo, na povećano izlučivanje noradrenalina (NOR), već i na povećano izlučivanje adrenalina (ADR) kod naših vozača — ispitanika. Drugim rečima, bučno — vibracioni izvori u kabini vozila delovali su na povećanu reaktivnost simpato-adrenalnog sistema naših vozača kao fizikalni i emocionalni stresogeni faktori.

### Diskusija

Najčešći poremećaj u organizmu koji nastaje pri dejstvu buke jeste oštećenje čula sluha. Kad čovek nenaviknut na buku dođe na rad u sredinu gde intenzitet buke iznosi oko 100 dB, on nakon izvesnog vremena ima bolan osećaj u glavi i intenzivan pritisak u ušima. Taj neugodañ osećaj nakon 20 -- 30 minuta pomalo popušta i javlja se osećaj nekih neodređenih bolova, otupljenja, psihičke i fizičke klonulosti i opšte malaksalosti. Tako, audiometrijska ispitivanja sluha, kod ovih ljudi, nakon završetka rada u području 3.500 — 5.000 Hz pokazuju oštri skotom (zubac) koji se obično spušta više od 40 dB. Ovaj početni skotom iščezava posle odmora, da bi se drugog dana, zbog ponovljenog dejstva buke opet pojavio (Dickson E. D. 1963, Van Aaita F. 1970, Herman E. 1969).

Akustična trauma nastaje usled dejstva mnogobrojnih faktora, među kojima se posebno ističu intenzitet i visina buke, vreme

ekspozicije, iznenadna pojava buke ili isprekidana buka, godine života i prethodna oboljenja uha (Pierre J. M. 1963, Fletcher J. 1965, Suvorov G. A. 1969, Summar T. A. 1965, Matusi K. — Sakamoto H. 1971., Ward D. 1965., Holmberg C. 1965.). Navedeni faktori deluju kao stresogeni faktori fizikalne prirode na reaktivnost simpato-adrenalnog sistema i dovode do stresa sa svim njegovim posledicama.

Poremećaji u psihičkoj sferi mogu se manifestovati različito, i to, kao teško definisana stanja nevoljnosti, napregnutosti, bezrazložne ljutnje, razdražljivosti ili depresije. Osim toga, buka može potpuno da blokira pažnju ili misao, remeti san, ograničava psiho-fizičku aktivnost, smanjuje radnu sposobnost, povećava broj grešaka pri radu i dovodi do zamora. Od posebnog značaja za vozače motornih vozila je poremećaj akomodacije na daljinu i tamu, smanjenje oštine vida za gledanje na blizinu i vidnog polja za crvenu boju, kao i poremećajima u okviru vestibularisa za vreme dugotrajne i intenzivne buke (Andreeva-Galanina 1969, Alekseev S. P. 1971., Valčić I 1972.).

Dejstvo bučno — vibracionih izvora na kardio-vaskularni sistem ogleda se u povišenju arterijskog krvnog pritiska, ubrzanju rada srca, u smanjenju pulsniñ oscilacija perifernog krvotoka kao i u izmenama na elektrokardiogramu, pletizmogramu i oscilogramu. Sve ove promene su usko vezane za stanje neurovegetativnog aparata jer ne postoje nikakve navike autonomnog nervnog sistema na buku — pošto isti već na 65 dB burno reaguje (Marianko A. Z. 1972, Andreeva-Galanina 1969, Barbaso E 1963, Quas M. 1969).

Naši rezultati pokazuju da postoji povećana aktivnost adrenomedularnog sistema kod svih naših vozača — ispitanika za vreme objektivnih uslova produžene vožnje. A to potvrđuju i izneti nalazi imenovaniñ autora, da permanentno delovanje bučno — vibracionih zvučnih i podzvučnih izvora na vozače nije dozvolilo njihovom organizmu da poremećenu homeostatsku ravnotežu putem finih mehanizama adaptacije ponovo uspostave. Drugim rečima, bučno-vibracioni izvori teških motornih vozila su doveli u manjoj ili većoj meri kod naših vozača do psihičke napetosti, ograničenja radne sposobnosti i pojave zamora — a što nam potvrđuje i nalaz signifikant-

tnog povećanja kateholamina kod ispitanika. Tako, nađene povećane vrednosti adrenalina (ADR) u naših ispitanika uz istovremeno velike vrednosti vizuelnog zamora (porast treptaja očnih kapaka) neadekvatnih odgovora u vezi sa režimom vožnje (greške u raspoznavanju znaka i oznaka na putu i sl.) i naglašenog objektivnog osećanja zamora upućuju, da je u njih postojalo znatno psihičko opterećenje uslovljeno dejstvom mnogih stresogenih faktora između kojih se ističu bučno — vibracioni izvori. Isto tako, značajno povećanje vrednosti noradrenalina (NOR) upućivalo bi na to, da su naši vozači bili posebno izloženi fizikalnim stresogenim faktorima (bučno-vibracioni izvori, akceleracija, deceleracija i dr.) unutar kabine teškog motornog vozila za vreme objektivnih uslova produžene vožnje. Zbog toga smo i usvojili u našim ergonomskim istraživanjima, da količinu izlučenih kateholamina u urinu uzmemo kao najadekvatniji indikator za procenu opšteg sindroma adaptacije organizma vozača u vezi sa nastajanjem zamora, kako bi dokazali na koji način i kojim putem bučno-vibracioni izvori radnog mesta i radne okoline deluju za vreme produžene vožnje na naše ispitanike.

## Zaključak

Na osnovu analize postignutih rezultata za vreme ergonomske istraživanja, mogu se izvući sledeći zaključci:

- značajno povećanje vrednosti noradrenalina (NOR) ukazuje na činjenicu, da su na naše vozače — ispitanike između ostalih fizikalnih stresogenih faktora nepovoljno delovali i bučno — vibracioni izvori u kabini teških motornih vozila;
- nađeno povećanje vrednosti adrenalina (ADR) u naših vozača ispitanika ukazuje, da je postojala kod njih znatna psihička napetost usled dejstva bučno-vibracionih izvora za vreme produžene vožnje, i
- da je količina izlučenih kateholamina (NOR, ADR, DM) u našim istraživanjima poslužila kao dobar indikator za procenu opšteg sindroma adaptacije organizma kod vozača — ispitanika u odnosu na dejstvo bučno — vibracionih izvora kabine teških motornih vozila za vreme objektivnih uslova produžene vožnje.

## SUMMARY

### The Influence of Noisy-Vibrational Sources on the Stress Appearance on Heavy Motor Vehicles Drivers Under Objective Driving Conditions

Prof. dr Ž. Stojiljković\*)

The researches comprised 12 professional drivers of the heavy motor vehicles from »Tranšped« — Beograd, 24 — 36 years old, driving 5 — 11 years, on the relation: Beograd — Majdanpek — Zaječar — Paraćin — Beograd. We found out, that according to the volume of secreted catecholamines (NDR, ADR, DM), intensity and spectral analysis of the noise, and characteristics of vibrations in the driver's cabin it is possible to assess the influence of physical stress factors, namely of noisyvibrational sources on the reactive adaptability of the driver's sympatho-adrenal system during the prolonged driving.

\*) Prof. dr Živko Stojiljković, naučni savetnik IKER-a, Institut »Kirilo Savić«, Beograd.

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

1. Dobrosavljević, S. 1971: O problemu toksičnosti i buke transportnih vozila, časopis »Mašinstvo«, God. XX, Beograd.
2. Euler, V. U. S. — Lishajko, F. 1961: The Estimation of Catecholamines in Urine. Acta Physiolog. Scand., No 51, pp 348, 355.
3. Euler, V. U. S. — Lishajko, 1961: Improved Technique for Fluorimetric Estimation of Catecholamines, Acta Physiol. Scand, No. 51 (pp 348, 355).
4. Euler, V. U. S. 1956: Noradrenaline — Chemistry, Physiology, Pharmacology and Clinical Aspects, Springfield Thomas.
5. Kogi K. — Saito 1971: Assesment Criteria for Mental Fatigue, Ergonomics, Vol 14, No. 1 (pp 119 — 127).
6. Mc Farland, R. A. - Moseley, A. L. 1954: Human factors in Highway. Transport Safety, Boston, Mass.
7. Stojiljković, Ž. — Adum, O. 1972: Ispitivanje zamora kod vozača lakih motornih vozila, I Jug. kongres za saobraćaj i veze, Beograd.

# Raziskave vplivov fizikalnih in kemijskih parametrov na intenziteto izhlapevanja živega srebra

(z 4 slikami in 7 diagrami)

Dipl. ing. Ivica Kavčič

## U v o d

Živo srebro nastopa v Idrijskom rudišču kot rdeč mineral cinabarit in pa kot samorodno — elementarno — živo srebro ter le redko v obliki črnih kristalov metacinobarita. Doslej so se rudarska dela odvijala v glavnem v bogatih in siromašnih cinobaritnih rudnih telesih. V bogatih so se poleg cinabarita redno pojavljale še manjše količine elementarnega Hg. Z ozirom na to, da ima elementarno živo srebro sorazmerno visok parni tlak že pri navadnih, delovnih, temperaturah so bile koncentracije Hg v zraku na bogatih deloviščih vedno nad dovoljeno mejo (MDK 0,1 mg Hg/m<sup>3</sup> zraka). Na deloviščih s siromašnim cinobaritnimi rudnimi telesi ni bilo elementarnega Hg, zato je bilo možno delavce z bogatih premeščati na siromašna delovišča in jih tako obvarovati pred zastrupitvami. Na deloviščih z bogatimi rudnimi telesi so se tako delavci zadrževali le 3-30 dni — odvisno od konc. Hg hlapov. V zadnjih letih pa se vsled osiromašenja cinobaritnih rudnih teles kaže vse večja potreba po odpiranju rudnih teles v karbonskem skilavcu, kjer pa nastopa živo srebro pretežno v elementarni obliki in so zato na vseh deloviščih v zraku prekomerne koncentracije Hg hlapov. Če bomo hoteli va teh deloviščih uspešno rudariti bo zato potrebno izvesti vrsto ukrepov za zaščito delavcev.

Vse te ukrepe je potrebno kompleksno obdelati. Pri raziskovalni skupnosti Slovenije

je bila s tem namenom sprejeta raziskovalna naloga katere nosilec je prof. Teply, v dogovoru z njim in v več primerih prav na njegovo sugestijo smo izvedli vrsto laboratorijskih poskusov s katerimi smo skušali kvantitativno določiti vplive raznih fizikalnih in kemijskih parametrov na intenziteto izhlapevanja s ciljem: ugotoviti možnost znižanja koncentracij Hg-hlapov v zraku pod 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

Raziskave so obsegale naslednja poglavja:

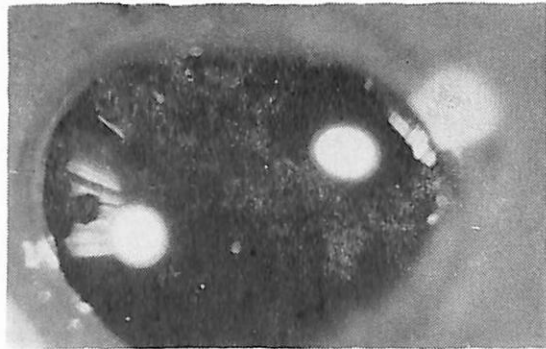
1. Določitev vpliva temperature in zračenja na intenziteto izhlapevanja Hg.
2. Določitev vpliva sredstev, ki s kemijskim ali fizikalnim učinkovanjem zmanjšujejo izhlapevanje Hg.
3. Vpliv mešanice gline in raztopine CaCl<sub>2</sub> na preprečevanje izhlapevanja Hg.
4. Vpliv raztopine kalcijevega polisulfida — CaSn
5. Vpliv mešanice apna in cementa
6. Vpliv vode.

Za izvedbo raziskav smo si izdelali aparaturo, ki se sestoji iz naslednjih sestavnih delov: (glej sliko!)

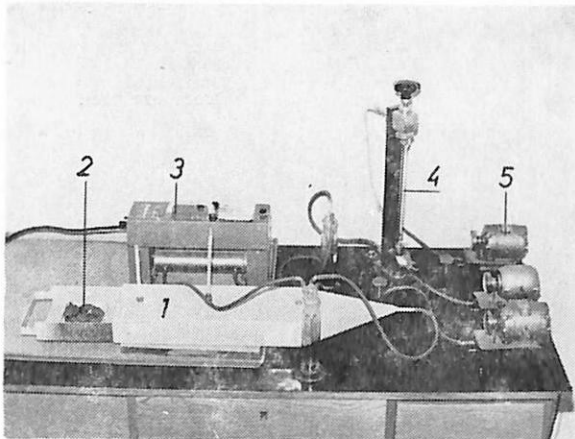
1. Posoda pravokotnega prereza 15 x 6 cm in dolžino 40 cm izdelane iz pločevine.
2. Pladenj, na katerega smo postavljali koške rude.

3. Aparat za merjenje Hg — hlapov — Beckman Mercury na par meter.
4. Rotameter — za merjenje pretoka zraka.
5. Črpalke s kapaciteto 3 l zraka na minuto.

Pladenj s koščki rude smo med meritvami porinili v posodo, vključili črpalke, naravnali pretok zraka z ventilom pri rotametri, zrak vlekli preko rude, rotametra in aparata za merjenje Hg — hlapov, kjer smo odčitavali koncentracije Hg — hlapov.



Slika 2.



Slika 1.

### Določitev vpliva temperature in zračenja

Kako sta pri pritisku 760 mm Hg v medsebojni odvisnosti parni tlak živega srebra ter glede na to tudi količina Hg v s Hg hlapi nasičenem zraku, nam kaže naslednja tabela 1.

Temperatura zraka na jamskih deloviščih je od +10°C pa do +30°C na najslabše zračenih etažah.

Kljub slabem zračenju nekaterih delovišč koncentracije Hg-hlapov seveda nikoli ne dosežejo stanja nasičenosti, se pa mnogokrat povzpnejo precej nad maksimalno dovoljeno mejo, ki znaša po JUS 0,1 mg Hg/m<sup>3</sup> zraka.

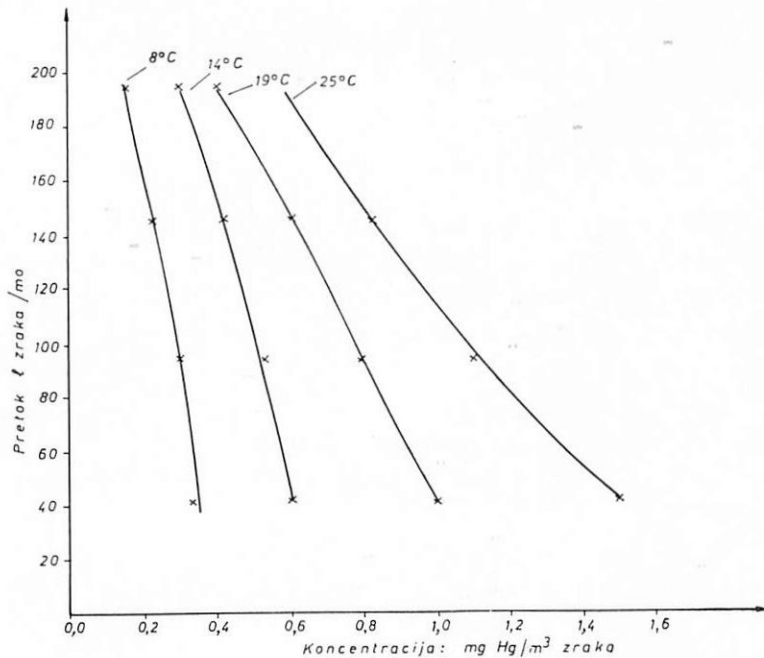


Diagram 1 — Odvisnost koncentracije Hg-hlapov v zraku od temperatura pri različnih pretokih zraka.

Diagramm 1 — Abhängigkeit der Hg-Dämpfe-Konzentration in der Luft von der Temperatur bei verschiedenem Luftzutritt

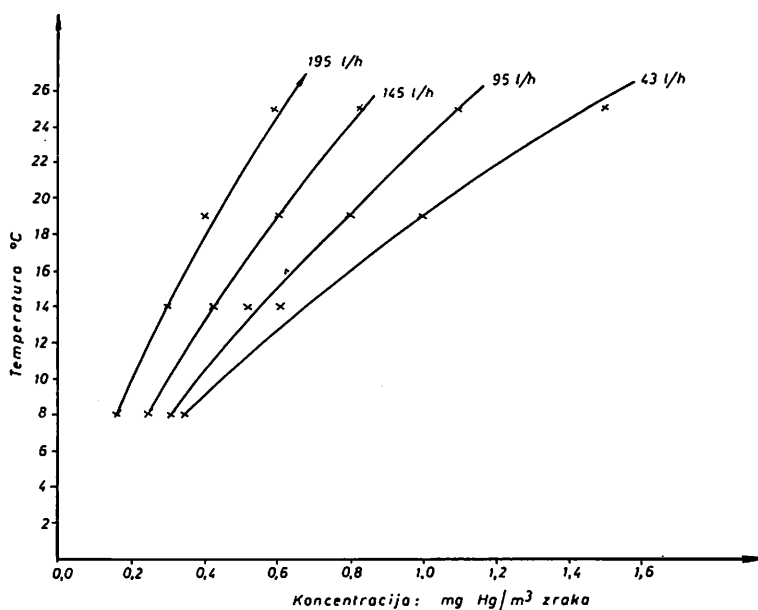


Diagram 2 — Odvisnost konc. Hg- hlapov od pretokov zraka pri različnih temperaturah

Diagramm 2 — Abhängigkeit der Hg-Dämpfe-Konzentration vom Luftzutritt bei verschiedener Temperaturen

Tabela 1

Medsebojni odvisnosti parnega tlaka živega srebra in količin Hg v s Hg hlapni nasičenem zraku pri pritisku 760 mm Hg

T°C	Parni tlak Hg mm Hg	Vsebnost Hg hlapov mg Hg/m <sup>3</sup> zraka
- 20	0,00002200	0,28
- 10	0,00006734	0,82
± 0	0,0001898	2,2
+ 10	0,0004971	5,7
+ 20	0,001220	13,4
+ 30	0,002801	29,8

Pri naših poskusih smo temperaturo spreminjali tako, da smo z zunanje strani ohlajali posodo in s tem stene in zrak v njej. Temperaturo zraka smo merili v sredini posode tik nad površino koščkov rude.

Pretok zraka smo uravnavali v okviru možnosti z vključevanjem ene, dveh ali treh črpalk ter z zapiranjem in odpiranjem ventila na rotametri.

V naslednji tabeli 1a in v priloženih diagramih števil 1 in 2 je prikazana medsebojna odvisnost koncentracij Hg — hlapov od temperature in pretokov zraka.

Tabela 1a

Medsebojna odvisnost koncentracij Hg-hlapov od temperature in pretokov zraka

Q l/h	43 l/h	95 l/h	145 l/h	195 l/h
T°C	mg Hg/m <sup>3</sup> zraka			
+ 8°C	0,33	0,30	0,24	0,16
+ 14°C	0,60	0,53	0,42	0,30
+ 19°C	1,00	0,80	0,60	0,40
+ 25°C	1,50	1,10	0,83	0,58

Iz tabele je razvidno, da se z znižanjem temperature od +25 na +8°C zniža vsebnost Hg-hlapov za 3,5 do 4,5 krat z zvečanjem pretoka zraka od 43 na 195/uro pa za 2 do 2,6 krat. Tak en kot drug ukrep je torej učinkovito sredstvo za zmanjševanje koncentracij Hg-hlapov v zraku.

**Določitev vpliva sredstev, ki s kemijskim ali fizikalnim učinkovanjem zmanjšujejo izhlapevanje Hg**

V poglavju »Določitev vpliva temperature in zračenja« je bilo eksperimentalno ugotovljeno, koliko lahko z nižanjem temperature in večanjem pretoka zraka znižamo koncentracije Hg — hlapov v zraku. Eksperimentalno bi bilo v laboratorijskem merilu

vedno možno znižati koncentracije Hg — hlapov pod  $0,1 \text{ mg/m}^3$ . Praktično, na jamskih deloviščih pa to ni vedno možno; po eni strani zato, ker nimamo povsod zadostnih količin zraka na razpolago, po drugi strani pa zato, ker je delo pri velikih hitrostih zraka zdravju škodljivo.

Vsled tega že dalj časa preizkušamo razne načine zniževanja koncentracije Hg — hlapov v zraku z aplikacijo raznih kemijskih sredstev. Na jamskih deloviščih smo preizkusili raztopino kalcijevega polisulfida in suho mešanico apna in žvepla.

V okviru te študije smo v laboratorijskem merilu preizkusili raztopino kalcijevega polisulfida še mešanico gline in kalcijevega klorida ter mešanice apna in cementa in posebej še vpliv same vode.

### Mešanica gline in raztopine $\text{CaCl}_2$

Ta mešanica se v rudarstvu uporablja že dalj časa za drugačne namene: za zmanjševa-

nje zaprašenosti zraka in preprečevanje samovžiga premoga.

Mešanica je namreč higroskopna in ostane zato v jamskih prostorih, kjer je relativna vlaga visoka, precej časa vlažna. Prav zato, ker ostaja vlažna in pa zato, ker ima glina dober prekrivalni faktor, obstaja možnost tudi dobrega prekrivanja Hg — kapljic in s tem zmanjšanja izhlapevanja Hg.

Poskuse smo delali z 10, 20 in 30% raztopino  $\text{CaCl}_2$  ter s 30 in 50% dodatkom gline.

Zato, ker je zelo pomembno to, da obdržimo površino čim dalj časa vlažno, smo se odločili za 30% raztopino  $\text{CaCl}_2$ , zato pa, ker hočemo doseči čim boljše prekrivanje, smo se odločili za 50% dodatek gline.

Kako so se zmanjševale koncentracije Hg-hlapov v odvisnosti od aplikacije mešanice  $\text{CaCl}_2$  in gline, je razvidno iz naslednje tabele 2 (diagram 3).

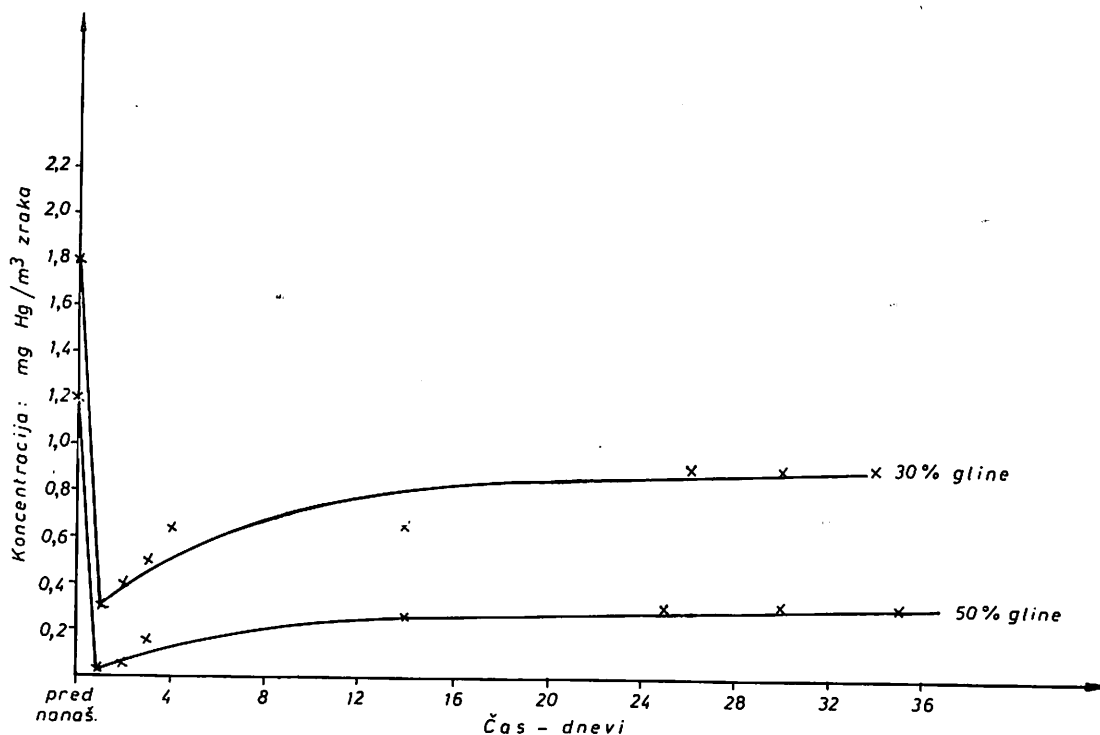


Diagram 3 — Odvisnost koncentracije Hg — hlapov v zraku od časa po nanašanju mešanice  $\text{CaCl}_2$  + glina na vzorce rude

Diagramm 3 — Abhängigkeit der Hg-Dämpfe-Konzentration in der Luft vom Augenblick der Mischungszugabe  $\text{CaCl}_2$  + Ton dem Erzmuster



Tabela 2

Zmanjševanje koncentracije Hg-hlapov v odvisnosti od aplikacije mešanice  $\text{CaCl}_2$  in gline

čas (dnevi)	mg Hg/m <sup>3</sup>	
	30% gline	50% gline
pred obdelavo	1,80	1,20
1. dan po obdelavi	0,30	0,02
2. "	0,40	0,05
3. "	0,50	0,16
14. "	0,65	0,28
25. "	0,90	0,30
30. "	0,90	0,30
35. "	0,90	0,30

Pri vseh poskusih aplikacije raztopine  $\text{CaCl}_2$  in gline, se je pokazal takoj v začetku zelo dober učinek. Koncentracije Hg — hlapov so se občutno znižale, v naslednjih dneh pa so se začele ponovno večati.

Pri opazovanju koščkov rude, obdelanih s to mešanico, smo ugotovili naslednje:

Takoj po nanašanju se Hg-kapljice lepo prekrijejo s plastjo gline. Prav kmalu (2. ali 3. dan) pa začne plast gline pokati in večje kapljice prodirajo skozi razpoke vsled česar se poveča prosta površina Hg in s tem koncentracija Hg — hlapov v zraku. Iz slike je razvidno, kako se začne prodiranje kapljice skozi razpoke. Svetla ploskev je prosta površina Hg — na njej je videti odsev dveh luči pri mikroskopu.

Po 14. do 20 dneh se proces umiri, vse večje kapljice so prodrle skozi plast gline, manjše pa so ostale prekrte, zato ostane koncentracija na določeni višini, ki je sicer pacej nižja od tiste pred obdelavo, je pa višja od one takoj po obdelavi. Preizkusili smo dve vrsti glin — od Ljubljanskih in od Goriških opekarn. Bolj koloidna in zato boljše za ta namen je glina iz Ljubljanskih opekarn.

### Raztopina kalcijevega polisulfida Ca Sn

Profesor Merle Randall s kalifornijske univerze je že leta 1942 objavil študijo, v kateri obravnava zmanjševanje koncentracij Hg — hlapov na deloviških rudnika »Contact mine« iz okrožja Sonoma — USA. Problematika v tem rudniku je bila zelo podobna naši: z zračenjem niso mogli dovolj znižati koncentracij Hg — hlapov, zato so začeli razmišljati o uporabi kemijskih sredstev. Z ozirom na to,

da so bile vode v tem rudniku alkalne, so lahko uporabljali poceni in učinkovito sredstvo — kalcijev polisulfid, ki so mu zaradi boljšega oprijema dodali še površinsko aktivna sredstva. Z nanašanjem te raztopine na stene jamskih prostorov, so uspeli znižati koncentracije Hg — hlapov od 1,6 mg/m<sup>3</sup> na 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

Pri našem podjetju smo pričeli s temi poskusi že leta 1969. Z ozirom na to, da nismo imeli primernih laboratorijskih naprav, smo izvajali poskuse kar v jami. Dosegli smo cca 50% zmanjšanja koncentracij Hg — hlapov v zraku, kljub neugodnim razmeram, ki smo jih pri poskusih navadno imeli — opažena površina, mešanje zraka, napredovanje del med poskusi. Raztopine kalcijevega polisulfida na trgu nismo dobili, zato smo jo vseskozi sami pripravljali iz apna in žvepla.

Postopek za pripravo raztopine Ca Sn. — Vzamemo 100 g hidriranega apna in 100 g žvepla v prahu, oboje zmešamo in damo v posodo, kjer nameravamo mešanico kuhati. Dodamo 1 liter vode. Segrevamo mešamo in kuhamo 30 minut oziroma toliko časa, da je reakcija končana. Tako dobljeno raztopino redčimo pod uporabo z vodo. Koncentracijo izražamo v gramih žvepla na liter raztopine.

Laboratorijski poskusi. — Prve poskuse smo izdelali tako, da smo koščke rude, na katerih so bile vidne kapljice živega srebra, polivali z raztopinami Ca Sn različnih koncentracij. Hg — hlape smo merili pred močenjem. Rezultati so razvidni iz tabele 3.

Tabela 3

Koncentracija Hg-hlapov v zraku v različnih vremenskih razmakih po uporabi rastopin Ca Sn v različnih koncentracijah

čas	conc.	5 g	10 g	25 g	50 g
		S/l	S/l	S/l	S/l
mg Hg/m <sup>3</sup> zraka					
pred močenjem		1,3	1,2	2,5	1,8
takoj po močenju		0,22	0,14	0,14	0,04
1. dan po močenju		0,30	0,10	0,15	0,13
6. dan po močenju		0,30	0,10	0,15	0,05

Iz rezultatov je razvidno, da je raztopina, ki vsebuje 5 g S/l premalo učinkovita, z raztopino 10 g S/l pa že dosežemo zadovoljive rezultate. Zato smo se odločili, da bomo pri vseh nadaljnjih poskusih uporabljali raztopino z vsebnostjo 10 g S/l. Pripravimo jo tako, da koncentrirano raztopino redčimo z vodo v razmerju 1 : 10.

Razen takojšnjega efekta je bilo treba ugotoviti tudi časovno obstojnost sulfidne opne na površini Hg — kapljic. Zato smo izvedli nekaj poskusov, pri katerih smo v določenih časovnih razmakih opazovali spremembo koncentracij Hg — hlapov. Koščke rude z vidnimi kapljicami Hg smo polili z raztopino polisulfida in jih opazovali. Rezultati so prikazani v naslednji tabeli 4 in diagrama šte. 4.

Tabela 4

Časovna obstojnost sulfidne opne na površini Hg- kapljic opazovana po spremembi koncentracije Hg-hlapov v določenih časovnih razmakih.

čas	mg Hg/m <sup>3</sup>		
	vz. št. 1	vz. št. 2	vz. št. 3
pred močenjem	1,2	2,5	2,0
takoj po močenju	0,14	0,12	0,0
2. dan po močenju	0,20	0,35	0,20
3. dan po močenju	0,18	0,13	0,10
4. dan po močenju	0,10	0,06	0,08
8. dan po močenju	0,15	0,08	0,12
12. dan po močenju	0,10	0,08	0,13
15. dan po močenju	0,12	0,06	0,12
30. dan po močenju	0,10	0,08	0,12

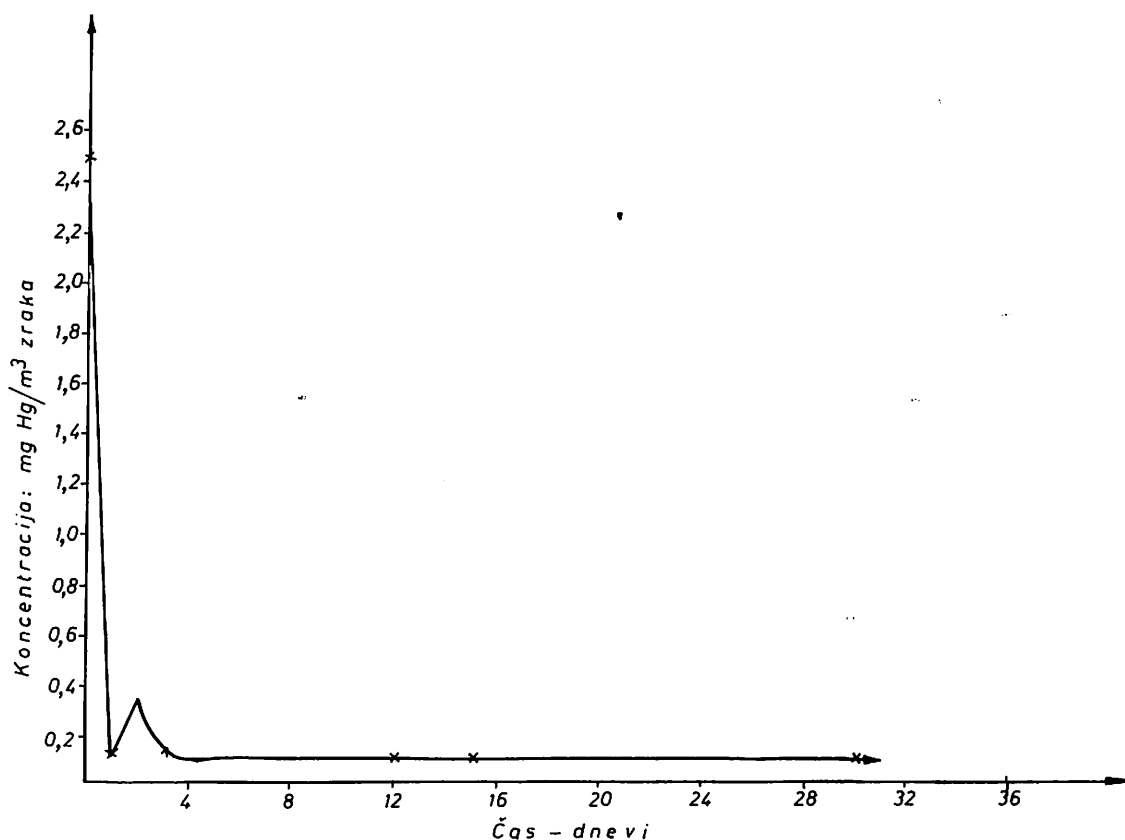
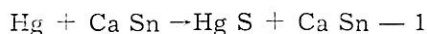


Diagram 4 — Časovni potek zmanjševanja koncentracij — hlapov v zraku po aplikaciji raztopine kalcijevega polisulfida na vzorce rude z elementarnim Hg.

Diagramm 4 — Zeitlicher Verlauf der verminderten Dampfkonzentration in der Luft nach der Zugabe der Kalciumpolysulfatlösung dem Erzmuster mit gediegenem Quecksilber

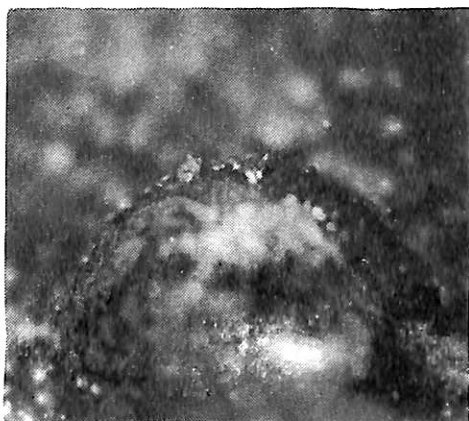
Iz tabele je razvidno, da koncentracija Hg — hlapov najbolj pade takoj po močenju, ko še voda prekriva kapljice, nato nekoliko naraste, pa zopet pade in ostane na nizki vrednosti. Kožica Hg S, ki se je tvorila pri reakciji med Hg in Ca Sn,



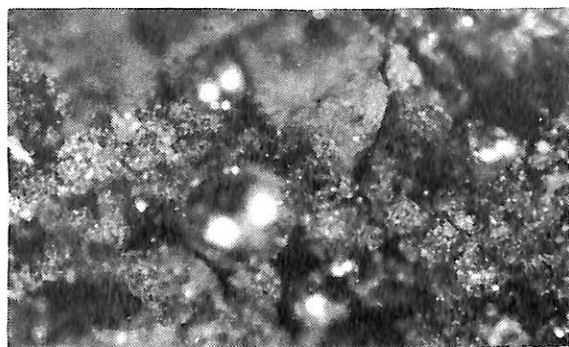
se s časom jača, zato ostanejo koncentracije na nizki stopnji tudi še po daljšem časovnem intervalu.

Raztopina je vsled tega zelo primerna za škropljenje bolov jamskih prostorov.

Kako izgleda površina Hg — kapljice obdelane s to raztopino je razvidno iz slike.



Slika 3.



Slika 4.

Z ozirom na to pa, da nastajajo največje koncentracije Hg-hlapov v zraku pri delih v jami — posebno pri nakladanju, ko se material meša, je bilo potrebno ugotoviti še, kako bi se obnašala ta raztopina, če bi z njo močili kup pri nakladanju rude.

Vzeli smo drobne koščke rude, jih zmočili s sulfidno raztopino, merili znižanje koncentracij, nato pa moker, vlažen in suh material presipali in ponovno merili koncentracije. Rezultati so naslednji (tabela 5 in diagram št. 5):

Tabela 5

**Koncentracija Hg-hlapov rude škropljene s sulfidno raztopino, in premešane pri različni vlažnosti**

čas	mg Hg/m <sup>3</sup> zraka
1. pred močenjem	1,8
2. takoj po močenju	0,15
3. moker material premešan	0,00
4. vlažen material premešan	0,00
5. suh material premešan	0,70
6. 30 minut po premešanju suhega materiala	0,20
7. 60 minut po premešanju suhega materiala	0,15
8. 2 dni po premešanju suhega materiala	0,05

Dobili smo zelo zanimive rezultate: če mešamo dobro omočen material, pade koncentracija Hg — hlapov na 0,0 mg/m<sup>3</sup>. Če premešamo material, ki je samo še vlažen, koncentracija ne naraste. Če pa pustimo, da se omočen material posuši in suhega premešamo, narašča koncentracija na skoraj polovično vrednost začetne. Če pa nato pustimo premešan suh material mirovati, pade nazaj koncentracija pod 0,1 mg Hg/m<sup>3</sup>.

Iz tega lahko zaključimo to, da je raztopina polisulfida za močenje kupov zelo primerna.

Poskuse škropljenja z raztopino Ca Sn smo po končanih laboratorijskih poskusih izvajali ponovno še tudi v jami. Dosegli smo zadovoljive rezultate — najmanj 50% znižanje koncentracij Hg — hlapov. Pri vsakem napredovanju del v hribini s samorodnim Hg, je bilo seveda treba ponovno močiti, v nasprotnem primeru se je koncentracija Hg — hlapov v zraku takoj povečala.

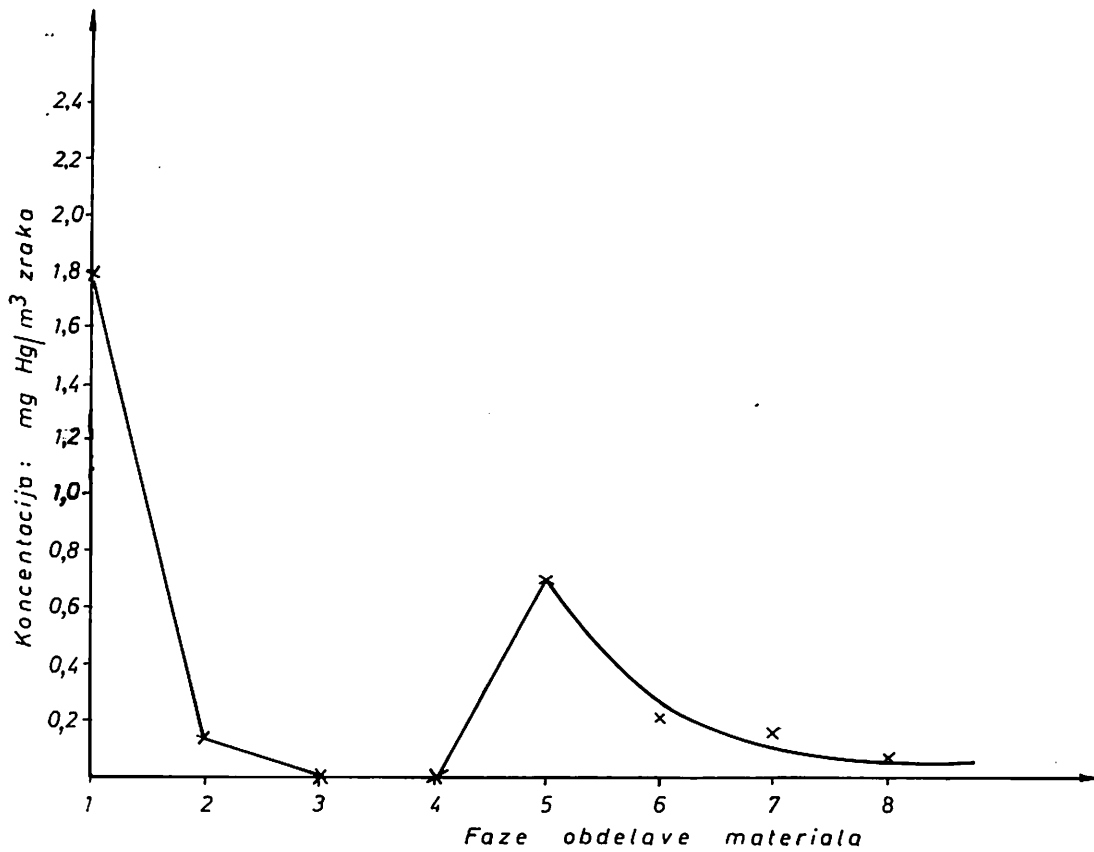


Diagram 5 — Spreminjanje koncentracij Hg-hlapov med mešanjem hribine obdelane z rastolino CaSn. Faze: 1 — pred močenjem hribine; 2 — takoj po močenju; 3 — moker material premešan; 4 — vlažen material premešan; 5 — suh material premešan; 6 — 30 min po premešanju suhe materije; 7 — 80 min po premešanju suhe materije; 8 — 2 dni po premešanju suhe materije  
 Diagramm 5 — Änderung der Hg-Dämpfe-Konzentration bei der E.z.-Mischung mit der Lösung von CaSn

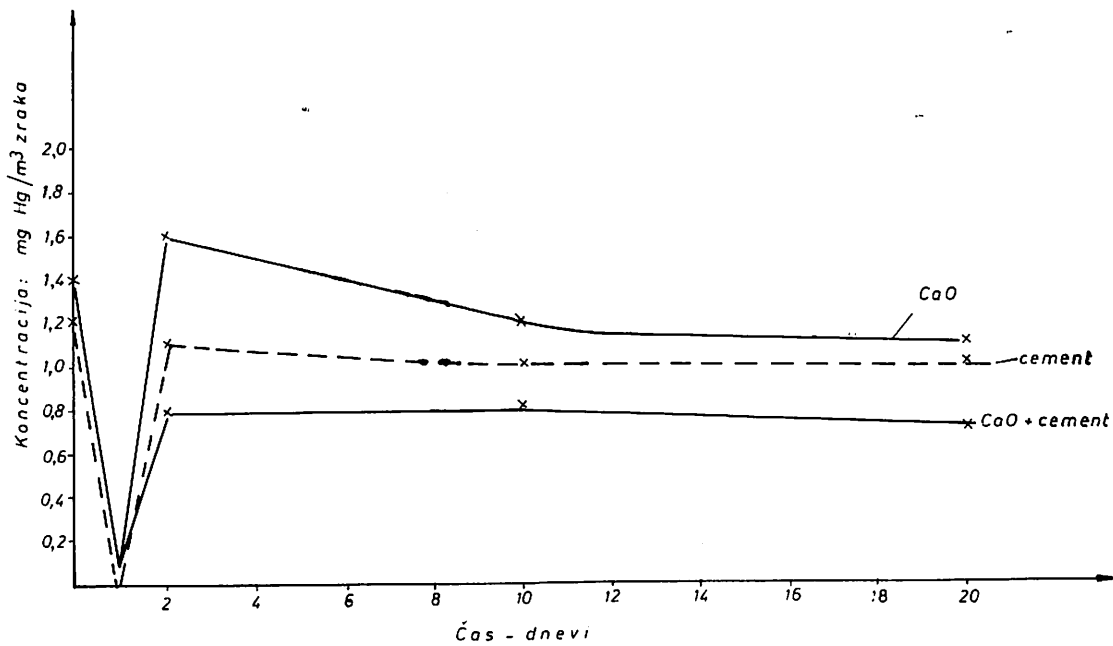


Diagram 6 — Spreminjanje koncentracij Hg-hlapov v odvisnosti od časa po obdelavi z mešanico: CaO + voda; cemento + voda; CaO + cement + voda.  
 Diagramm 6 — Änderung der Hg-Dämpfe-Konzentration in Abhängigkeit von der Bearbeitungszeit mit Mischungen: CaO + Wasser; Zement + Wasser; CaO + Zement + Wasser

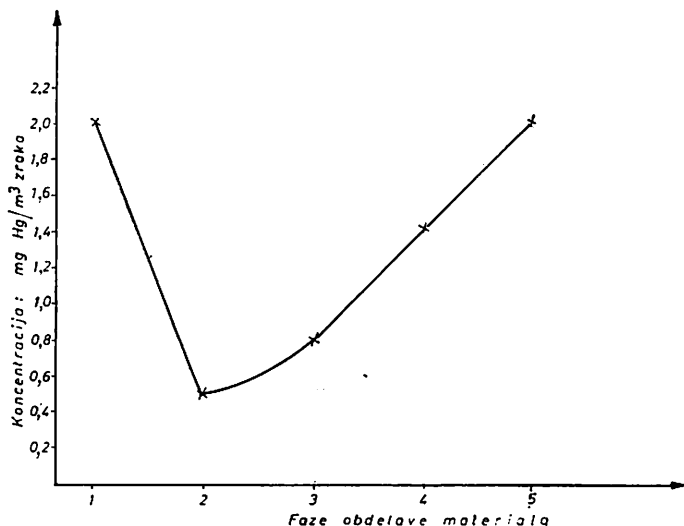


Diagram 7 — Odvisnost izhlapevanja Hg od časa po močenju hribine z vodo.

Faze: 1 — pred močenjem; 2 — takoj po močenju; 3 — 5 min po močenju; 4 — 1 dan po močenju; 5 — 1 dan po močenju — material premešan.

Diagramm 7 — Abhängigkeit der Hg-Verdampfung von der Zeit der Benetzung des Erzes mit Wasser

### Vpliv mešanice apna in cementa

Pripravili smo si naslednje mešanice:

1. 20 g hidri apna + 30 ml vode
2. 30 g cementa + 30 ml vode
3. 15 g cementa + 10 g apna + 30 ml vode.

Vsako od teh mešanic smo posebej nanašali na koščke rude, ki so vsebovali kapljice samorodnega Hg in spremljali časovno spreminjanje koncentracij (Tabela 6)

Tabela 6

Časovno spreminjanje koncentracije Hg-hlapov kapljic samorodnega Hg iz rude z nanešeno mešanico apna in cementa

čas	mg Hg/m <sup>3</sup> zraka		
	CaO	cement	CaO + cement
bred. obd.	1,4	1,2	1,1
takoj po obd.	0,1	0,02	0,15
dva dni po obd.	1,6	1,1	0,80
10 dni po obd.	1,2	1,0	0,80
20 dni po obd.	1,1	1,1	0,70

Grafično je potek sprememb prikazan v diagramu števil. 6.

Iz rezultatov meritev je razvidno, da koncentracije Hg — hlapov takoj po obdelavi s suspenzijo apna ali cementa v vodi padejo, ker pač voda prekrije Hg — kapljice. Ko pa se voda posuši, narasteje koncentracije naprej na prvotno višino. Cementna ali apnena prevleka je namreč zelo porozna Hg kapljic

sicer ni videti, vendar ni, vsled velike poroznosti prevleke, izhlapevanje Hg prav nič ovirano. Te prevleke zato ne pridejo v poštev za zmanjševanje koncentracij Hg — hlapov v zraku.

### Vpliv vode

Z ozirom na to, da je za jamske razmere voda najbolj ugodno sredstvo, smo preizkusili okvantificirati še ta vpliv. Zdrobljen karbonski skrilavec, ki je vseboval kapljice samorodnega Hg smo zmočili z vodo in spremljali spremembo koncentracij Hg — hlapov.

Rezultati so razvidni iz tabele 7 in diagrama števil. 8.

Tabela 7

Časovno spreminjanje koncentracije Hg hlapov iz zdrobljenega karbonskega skrilavca smočenega z vodo

čas	mg Hg/m <sup>3</sup> zraka
pre močenjem	2,0
takoj po močenju	0,5
5 ur po močenju	0,8
1 dan po močenju	1,4
1 dan po močenju — material premešan	2,0

Takoj po močenju z vodo se koncentracija Hg — hlapov močno zniža, s časom, ko se material suši pa ponovno naraste na začetno

višino. Tudi navadno vodo zato lahko uporabljamo za močenje kupov med nakladanjem. Boljša je seveda raztopina Ca Sn, ki močneje zniža koncentracije Hg — hlapov in ohrani nizke koncentracije tudi še potem, ko je material ponovno suh.

S tem smo laboratorijsko preizkusili vsa sredstva, za katera smo smatrali, da jih lahko apliciramo tudi v jami za zniževanje koncen-

tracij Hg — hlapov. Kot že rečeno je naš oddelek preizkusil v jami raztopino polisulfida — izdelali pa smo bili tudi nekaj poskusov v zvezi z zračenjem. Rezultati so objavljeni v reviji »Sigurnost u rudnicima« št. 2 — 1972.

Pri izdelavi vseh poskusov tako v laboratoriju kot v jami je sodeloval rudarski tehnik Močnik Anton.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen und chemischen Parameter auf die Intensität der Quecksilberverdampfung

Dipl. ing. I. Kavčič\*)

In der Studie wurden Laboruntersuchungen über den Einfluss verschiedener Parameter auf die Verdampfungsverminderung und damit auf die Konzentrationsverminderung der Quecksilberdämpfe in der Luft behandelt. Es wurde die Abhängigkeit von der Temperaturänderung und Luftmenge sowie der Einfluss verschiedener Mittel dargestellt, die auf das Nebengestein zweck Abdeckung der Quecksilbertropfen und dadurch Verdampfungsherabsetzung, aufgetragen werden.

Es hat sich gezeigt, dass die Temperaturherabsetzung und Erhöhung der durchziehenden Luftmenge im grossen Masse auf die Konzentrationsherabsetzung der Quecksilberdämpfe von Einfluss ist. Es wurde auch starke Herabsetzung der Quecksilberdampfkonzentration festgestellt, wenn die Gesteine mit Wasser befeuchtet werden. Nach der Trocknung, selbstverständlich, steigt die Konzentration wiederum. Im Falle der Gesteinsbefeuchtung mittels Kalziumpolysulfatlösung bleiben niedrige Quecksilberdampfkonzentrationen auch nach dem Trocknungsprozess, weil die Lösung sich chemisch mit der Quecksilbertropfen verbindet und einen Überzug bildet, der die Verdampfung verhindert. Die Verdampfung verlangsamt auch die Mischung von Ton und CaCl<sub>2</sub>. Durch diesen Überzug dringen Quecksilbertropfen durch, welche wiederum eine Verdampfungsquelle bilden. Eine Schicht von Kalk und Zementmischung hat sich wirkungslos gezeigt.

#### Literatura

Meljnikov S.M.: Metalurgija rtuti.  
Mellor's Comprehensive Treatise on Inorganic  
and Theoretical Chemistry

Humphrey, R.M. H.B. 1942: New process for  
controlling Mercury Vapour.

\*) Dipl. ing. Ivica Kavčič — Rudnik živega srebra Idrija.

# Zaštita atmosferskog zraka od zagađenja štetnim česticama izbačenih ventilacionim sistemima

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Miralem Mehmedović

*Zaštita sredine u kojoj živimo od otpadaka blagostanja moderne civilizacije, danas je jedan od glavnih problema čovječanstva.*

Povećanjem industrijskih potencijala ugroženost tla, vode i zraka je vidno porasla. Zrak, prvi uvjet za život ljudi, prima sve više štetnih plinova, para i prašine. Na prostorima industrijskih poduzeća i velikih gradova štetne tvari u zraku sve više prelaze koncentracije dozvoljene sanitarnim normama.

Jedan od uzročnika zagađenja atmosferskog zraka je nedovoljno i neodgovarajuće provetravanje, koje mora da osigura čistoću zraka na radnim mjestima u industrijskim pogonima. Od štetnih materija, koje izbacuju ventilacioni sistemi, posebno mjesto zauzima prašina.

Da bi se prizemni sloj atmosferskog zraka što manje zagađio, u svijetu postoje utvrđeni odgovarajući normativi zaštite, kojih se treba pridržavati, a svode se na:

- provođenje urbanističkih mjera sigurnosti;
- izmjene i usavršavanje tehnološkog procesa u cilju likvidacije ili smanjenja izbacivanja štetnih čestica;
- primjenu specijalnih uređaja i aparata za čišćenje aspiriranog zraka od čestica zagađenja;
- donošenje određenih propisa o maksimalno dozvoljenim koncentracijama (u daljnjem tekstu MDK) štetnih materija

u atmosferskom zraku industrijskih površina i naselja;

- izbacivanje aspiriranog zraka u što veće visine atmosfere u cilju rasijavanja štetnih čestica na što veću površinu.

U ovom napisu će tehnička zaštita zraka od prašine biti prikazana na konkretnom primjeru iz prakse u drobilani tufa, u kojoj se drobi i klasira mineralna sirovina u granulat 30—50, 15—30, 5—15 i 0—5 mm. Tuf sadrži kvarc —  $\text{SiO}_2$ , prosječno 59,95%, — od čega slobodnog kvarca prosječno 29,64%. U tehnološki proces drobilane uključene su: dvije čeljusne drobilice, ekscentrično sito, dopremne i otpremne trake itd.

U pojedinim fazama tehnološkog procesa drobilane nastaju velike količine prašine, zbog toga je u njoj instaliran aspiracioni sistem kao jedan vid »kolektivne zaštite« zrak. Nadalje, aspiracioni sistem sadrži i ciklone za prethodno otprašivanje izbacivanog aspiriranog zraka.

Aspirirani zrak iz pogona za oplemenjivanje mineralnih sirovina (drobilane i separacije) obično sadrži od 500 do 20.000  $\text{mg}/\text{m}^3$ , a nekada i do 30.000  $\text{mg}/\text{m}^3$  čvrstih raspršenih čestica (prašine). Ovi podaci su realni jer se zna da aspirirani zrak iz natkrivenog prostora, na primjer presipnih i nasipnih mjesta, sadrži od 2.000 do 4.000  $\text{mg}/\text{m}^3$  prašine, a iz drobilica i mlinova i do 20.000  $\text{mg}/\text{m}^3$  prašine.

Kada bi ove količine prašine bile izbačene u atmosferski zrak, došlo bi do neželjenih posljedica kako za zdravlje i život čovjeka, tako i za rastinje u području taloženja, obaranja atmosferskim padavinama i lebdenja u zraku čestica prašine.

Poznato je da se čestice prašine promjera 75 — 5 mikrona sporo talože i da to zavisi od mikroklimatskih uvjeta, da se čestice do 20 mikrona i manje donekle ponašaju kao plin i mogu dospjeti daleko od izvora prašine, a čestice prašine promjera 5 mikrona i manje, raspršene u zraku predstavljaju disperzni sistem iz kojega se disperzna faza teško taloži i u mirnoj zračnoj sredini. Osim toga, čestice promjera 5 mikrona i manje, dospjevaju u pluća i talože se u alveolama.

Zato je potrebno razmotriti u kojem stepenu prašina koja se izbacuje izvan pogonskih prostorija zagađuje atmosferski zrak.

Zakon o zaštiti zraka SFRJ od zagađenja propisuje održavanje čistoće prizemnog sloja atmosferskog zraka. Međutim, na osnovi ovoga nisu doneseni odgovarajući normativi i standardi (osim za MDK na radnim mjestima) po kojima bi se mogao ocijeniti stepen zagađenosti atmosferskog zraka. Zato se rezultati mjerenja u konkretnom primjeru ne mogu upotrijebiti za ocjenu opasnosti koncentracije prašine, odnosno za primjenu mjera prisile na one, koji ne misle »dalje od svojih ličnih interesa«.

U cilju analize zagađenosti atmosferskog zraka od prašine izbacivane aspiracionim sistemom drobilane, radi sagledavanja potrebnih mjera zaštite, korišteni su sovjetska literatura i normativi.

U Sovjetskom Savezu za zadovoljenje sanitarno-tehničke zaštite na radu i zaštite čovjekove okoline utvrđene su sanitarne i građevinske norme i pravila npr za:

- projektiranje industrijskih poduzeća; »Sanitarne norme projektovanja promišljenih predprijetaj«
- u suglasnosti sa sanitarnom klasifikacijom poduzeća s obzirom na štetno djelovanje na okolinu, utvrđene su dužine sanitarno-zaštitnih zona za poduzeća i podjeljene u klase:

Klasa I	1000 m	Klasa IV	100 m
Klasa II	500 m	Klasa V	50 m
Klasa III	300 m		

- Površina sanitarno-zaštitne zone mora biti uređena i ozelenjena. Pojas zone nasuprot naseljenog područja mora se pošumiti i zasaditi rastinjem po dubini zone 50 m i to od strane naseljenog područja. Ako je zona 100 m onda zeleni pojas ne smije biti manji od 20 m.
- Utvrđene su i ozakonjene MDK-e štetnih čestica u atmosferskom zraku naselja, na primjer 0,5 mg/m<sup>3</sup> — prosječno (24<sup>h</sup>) 0,15 mg/m<sup>3</sup> za neotrovne prašine.
- Pri projektiranju novog industrijskog pogona, izvora zagađenja zraka, a na području već postojećih zagađivača, koristi se slijedeća formula:

$$\frac{C_1}{MDK_1} + \frac{C_2}{MDK_2} + \dots + \frac{C_n}{MDK_n} \leq 1 \quad (1)$$

$C_1, C_2, C_n$  — stvarna koncentracija štetnih čestica u zraku  
 $MDK_1, MDK_2, MDK_n$  — maksimalno dozvoljena koncentracija za odnosna zagađenja u prizemnom sloju atmosferskog zraka

Stepen čišćenja, izbacivanja i visina, cijevi izbacivanja, za očišćena i neočišćena (od zagađujućih čestica) izbacivanja, iskazan rezultatom računa mogućih maksimalnih koncentracija štetnih čestica u atmosferskom zraku, mora udovoljiti zahtjeve MDK.

Zahtjevi su iskazani u propisima (1):

- »Generalnye plany promyšlennyh predprijetaj. Normy projektovanija«
- »Ukazanimi po rasčetu rasseivanija v atmosfere vrednyh veščestva (pyli i sernistogo gaza), soderžaščihsja v vybrosah promyšlennyh predprijetaj«
- »Otoplenie, ventilacija i kondicirovanie vozduha. Normy projektovanija«.
- MDK zagađenja u zraku izbacivanom u atmosferu određuje se na osnovu MDK radnog mjesta (tablica 1).

Tablica 1

MDK radnog mjesta mg/m <sup>3</sup>	MDK u zraku izbacivanom u atmosferu mg/m <sup>3</sup>
2 i manje	30
od 2 — 4	60
od 4 — 6	80
od 6 — 10	100



- »Zagađivač« čije izbacivanje u atmosferu prelazi MDK za naseljena mjesta, ne smije biti lociran na strani sa koje vjetar odnosi štetne materije na naselje, tj. na smjeru vjetra upravljenom prema naselju.
- Organizirano izbacivanje zagađenja u atmosferski zrak, u pravilu je udaljiti (izbaciti) izvan zone aerodinamičke sjene.
- Preporučuje se »lučno« (bakljasto) izbacivanje aspiriranog zraka.
- Za izračunavanje mogućih koncentracija štetnih materija odnosno stepena zagađenja prizemnog sloja atmosferskog zraka, izbačenih ventilacionim sistemima, upotrebljava se empirijska formula P.I. Andreeva:

$$C_{\max} = \frac{235 \cdot M \cdot K}{2,5 \cdot V \cdot H^2} \quad (2)$$

- $C_{\max}$  — maksimalna koncentracija štetnih čestica u prizemnom sloju atmosferskog zraka, mg/m<sup>3</sup>.
- M — količina štetnih čestica koje izbacujemo u atmosferski zrak sa aspiriranim zrakom, g/sec.
- V — računaska brzina vjetra, pri kojoj su moguće najveće koncentracije štetnih čestica u prizemnom sloju atmosferskog zraka, m/sec.
- H — efektivna visina izbacivanja zračne struje (aspiriranog zraka) m jednaka je sumi geometrijske visine (h) cijevi izbacivanja i nadvišenja struje izbacivanja ( $\Delta h$ ) iznad otvora cijevi izbacivanja (slika 3);

$$H = h + \Delta h \quad (3)$$

- K — koeficijent za brzinu taloženja štetnih čestica; za plin K = 1, za prašinu K = 2—2,5.

Maksimalna koncentracija štetnosti izračunata po formuli (2) — nalazi se na rastojanju od izvora izbacivanja, jednakom:

$$X_{\max} = 20 H (m) \quad (4)$$

Veličina računске brzine vjetra je uvjetovana vremenom djelovanja izvora štetne materije. Za konstantno djelovanje sa stabilnim koncentracijama zagađenja, veličina brzine vjetra se uzima 1 m/sec. Za periodično djelovanje, koje ne prelazi 50% radnog vremena, veličina brzine vjetra se uzima 2 m/sec. Organi sanitarnog nadzora treba da vode raču-

na o zagađenosti zraka pri brzinama vjetra od 0,5 — 1 m/sec.

Pri projektiranju poduzeća čija ventilaciona izbacivanja zagađuju atmosferski zrak, neophodno je uzeti u obzir da pri bezvjetrenom stanju atmosfere, pri atmosferskim padavinama, oblačnom vremenu, postojanju inverzije, kod nepovoljne konfiguracije terena — izbacivane štetne čestice se raznose i talože na manjim površinama i udaljenostima od izvora izbacivanja, pa se zato njihove koncentracije znatno povećavaju i prelaze MDK. Isto se događa ako čestice zagađenja dospiju u aerodinamičku sjenu. Zato moramo osigurati da izbačeni aspirirani zrak dospije na što veću visinu iznad površine zemlje.

Zona aerodinamičke sjene (10) nastaje na zavjetrenoj strani zgrade (slika 1). To je zona zatvorenog gibanja zraka sa stalnim vrtložnim gibanjem. Uslijed toga čestice koje se talože u zoni aerodinamičke sjene (i bivaju uvučene u nju) slabo se ili nikako raznose pa se povećava koncentracija štetnih čestica, koja obično prelazi MDK.

Granica zone aerodinamičke sjene uvjetovana je visinom zgrade ( $H_z$ ) na smjeru vjetra i njenom dužinom (1) okomitom na smjer vjetra.

Za zgrade čija je dužina (1) jednaka ili veća od deset njenih visina ( $1 \geq 10 H_z$ ), granicu zone određujemo slijedećom ovisnošću:

$x/H_z$	0	1	2	2,5	3	4	5	6	7	8	8,5
$h/H_z$	1	1,75	2,2	2,2	2,1	1,7	1,3	0,75	0,35	0,05	0,04

x — razmak od navjetrenog zida zgrade, m  
h — visina zone aerodinamičke sjene, m

Kada je dužina zgrade (1) manja od deset njenih visina ( $1 < 10 H_z$ ), nadvišenje granice zone iznad zgrade se smanjuje u odnosu na nadvišenje granice kada je dužina zgrade jednaka ili veća od deset njenih visina.

U tom slučaju granicu zone, od mjesta narušavanja zračne struje — na rubu zida navjetrene strane zgrade do mjesta gdje je visina zone najveća, određujemo tako da veličinu nadvišenja granice zone iznad zgrade ( $h - H_z$ ), dobivenu iz ovisnosti za  $1 \geq 10 H_z$ , pomnožimo s koeficijentom smanjenja A:

$$A = 0,1 \cdot \frac{1}{H_z} \quad (5)$$

- A — koeficijent smanjenja visine zone aerodinamičke sjene za  $l \geq 10 H_z$   
 1 — stvarna dužina zgrade, m  
 $H_z$  — visina zgrade, m

Daljnja kontura granice približno je pravac, koji je naklonjen k horizontu pod kutom  $\alpha = 22^\circ$  (slika 2).

Sl. 1 — Shematski prikaz zone aerodinamičke sjene (10)  
 1 — granica zone  
 $H_z$  — visina zgrade, m

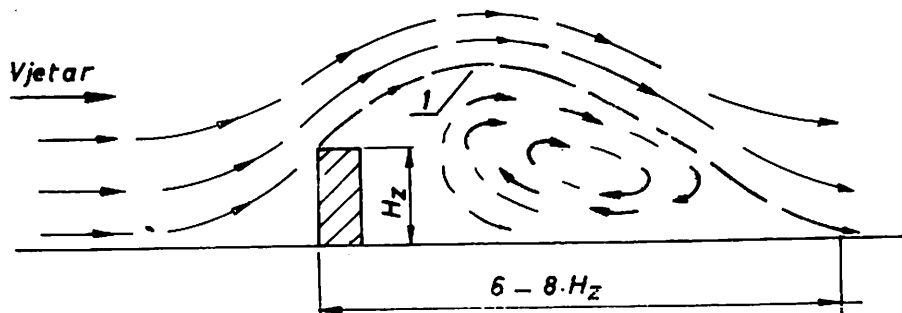


Abb. 1 — Schematische Darstellung der aerodynamischen Schattenzone (10)

Sl. 2 — Granica zone aerodinamičke sjene (10)

- A — granica zone za  $l \geq 10 \cdot H_z$   
 B — granica zone za  $l < 10 \cdot H_z$   
 h — visina zone, m

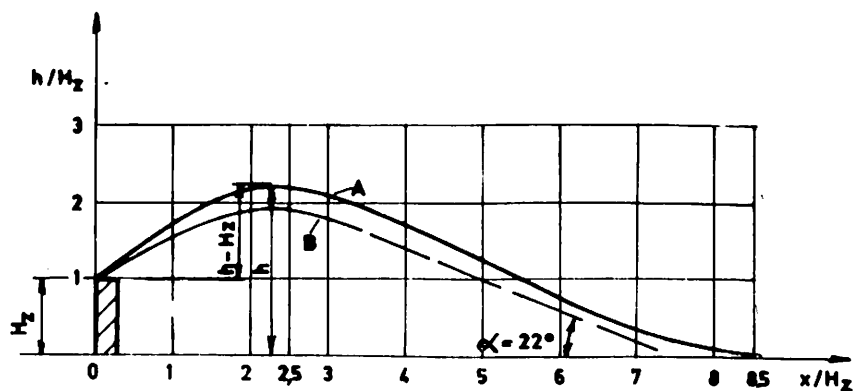
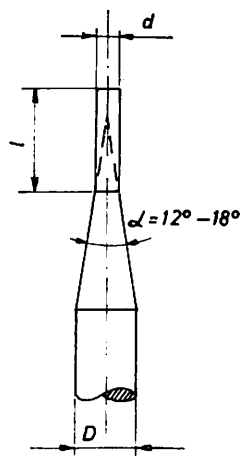


Abb. 2 — Grenzen der aerodynamischen Schattenzone (10)



Slika 3. — Lično izbacivanje (9, 11)  
 a. Skica cijevi lučnog izbacivanja  
 D — promjer cijevi izbacivanja, m  
 d — promjer nastavljene cijevi  
 l — dužina nastavljene cijevi  
 $(l_{\text{man}} = 2,5 d)$

- $\alpha$  — ugao suženja cijevi izbacivanja  
 b. Shema lučnog izbacivanja

Abb. 3 — Bogenförmiger Auswurf (9, 11)

d.

b.

Moguće maksimalne koncentracije štetnih materija u zoni aerodinamičke sjene za cijevni (točkasti) izvor štetnih materija računaju se po formuli:

$$q_{\max} = \frac{0,57 \cdot M_t}{V \cdot H_z^2} \quad (6)$$

$q_{\max}$  — maksimalna koncentracija štetnih čestica u zoni aerodinamičke sjene, mg/m<sup>3</sup>; nalazi se na udaljenosti od izvora izbacivanja:

$$X_{\max} = 3 \cdot H_z \quad (7)$$

$M_t$  — količina štetnih čestica u izbačenom zraku u atmosferu, iz izvora (cijevnog) koji neprekidno djeluju, g/h

$e$  — baza prirodnog logaritma

$V$  — računaska brzina vjetera, m/sec

$H_z$  — visina zgrade, m

Imajući na umu utjecaj mikroklimе, konfiguracije terena, aerodinamičke sjene itd., na povećanje koncentracije zagađenja iznad MDK, moramo osigurati izbacivanje zagađenog zraka (iz cijevi) što je moguće više iznad površine zemlje.

Potrebna efektivna visina izbacivanja, koju uzimamo u obzir pri računu mogućih maksimalnih koncentracija zagađenja u prizemnom sloju atmosferskog zraka, može se izračunati po formuli:

$$H = \frac{235 \cdot M}{C_{MDK}} \quad (8)$$

$H$  — potrebna efektivna visina izbacivanja aspiriranog zraka u atmosferu, da bi se zadovoljili zahtjevi za MDK, m

$M$  — količina štetnih čestica u izbacivanom zraku, g/sec

$C_{MDK}$  — maksimalno dozvoljena koncentracija štetnih tvari u prizemnom sloju atmosferskog zraka, mg/m<sup>3</sup>.

Gradnja visokih dimnjaka (40 — 50 m), koji bi zadovoljili zahtjeve MDK, za ventilaciona izbacivanja iz ekonomskih i estetskih razloga nije prihvatljiva. Zato primjenjujemo lučni (bakljasti) način izbacivanja aspiriranog zraka (7. 10. 11.).

Na izlaznu cijev ventilacionog izbacivanja nastavljamo cijev manjeg promjera (produžni dio) s prijelaznim dijelom (slika 3). Time postizemo da se na račun smanjenja promjera ventilacione cijevi izbacivanja, brzina izbacivanog zraka odgovarajuće poveća. Posljedica

povećanja brzine struje izbacivanja je dalekometnost struje izbacivanog zraka.

Brzina izlaza zraka iz produžetka varira. Najniže granice brzine izbacivanja uzimaju se od 15 — 20 m/sec. Gornja granica je 40 m/sec. Pri postojanju u aspiracionom sistemu uređaja za efikasno odstranjivanje štetnih čestica iz aspiriranog zraka, brzina izbacivanja može biti i 10 m/sec.

U slučaju kada nam promjer cijevi ventilacionog izbacivanja osigurava dalekometnost struje izbacivanog zraka, nije potrebno postavljati produžnu cijev.

Kod primjene lučnog izbacivanja moramo imati uređaje za odstranjivanje vlage iz ventilatora.

Po formuli (8) utvrdili smo potrebnu visinu izbacivanja. Iz slike 3 i formule (3) vidimo da tu visinu osiguravamo lučnim izbacivanjem. Takvim izbacivanjem postizemo željeno nadvišenje struje izbacivanja iznad otvora cijevi izbacivanja, tj. potrebnu efektivnu visinu izbacivanja ( $H$ ).

Veličinu nadvišenja ( $\Delta h$ ) dobijemo pomoću utvrđenih formula, kojih ima čitav niz (autori — Andreev, Kljugin, Ivanov, Molčanov, Bozanka, Lukas). Navest ću samo neke:

$$\Delta h = 1,2 \cdot V_0 \cdot d \quad (9)$$

(za računsku brzinu vjetera 3 m/sec)

$$\Delta h = 2,6 \cdot d \cdot V^2 \quad (10)$$

(za računsku brzinu vjetera 2,5 m/sec)

$$\Delta h = 4,2 \cdot d \cdot \left( \frac{V_0}{V} - 0,7 \right)^{0,63} \quad (11)$$

$$\Delta h = \frac{0,132 \cdot d \cdot V_0}{\alpha \cdot V} \cdot \sqrt{\frac{Q_{iz}}{Q_{vj}}} \quad (12)$$

$$\Delta h = \frac{1,9 \cdot d \cdot V_0}{\varphi \cdot V} \quad (13)$$

$\Delta h$  — nadvišenje struje izbacivanog zraka iznad otvora cijevi izbacivanja, m

$d$  — promjer produžne (ili ventilacione) cijevi izbacivanja aspiriranog zraka u atmosferu, m

$V_0$  — brzina izbacivanog zraka, m/sec

$V$  — brzina vjetera iznad otvora cijevi izbacivanja, m/sec

$\alpha$  — koeficijent turbulentnosti

$q_{iz}$  — gustoća izbacivanog zraka,  $kg\ sec^2/m^4$   
 $q_{vj}$  — gustoća vjetra,  $kg\ sec^2/m^4$   
 $\varphi$  — koeficijent, određuje povećanje brzine vjetra ovisno o geometrijskoj visini cijevi izbacivanja ( $h$ ). Veličine koeficijenta date su u tablici 2.

Tablica 2 [7]

h (m)	$\varphi$	h (m)	$\varphi$	h (m)	$\varphi$
10	1	80	1,46	160	1,6
20	1,5	100	1,5	180	1,63
40	1,3	120	1,54	200	1,65
60	1,4	140	1,57		

Na veličinu nadvišenja ( $\Delta h$ ) utječu mehanički, termodinamički, mikroklimatski i drugi faktori. Pri razmatranju konkretnog primjera upotrijebljena je formula (11), jer mislim da je dovoljna za teorijsko razmatranje mogućih zagađenja atmosferskog zraka i ugroženosti naseljenog područja.

Mjerenjima koncentracije prašine u izbacivanom aspiriranom zraku, razmatrane drobilane i primjenom navedenih normativa i računskih formula (2), (3), (4), (8), (11) utvrđeno je sljedeće:

— Koncentracija prašine u izbacivanom aspiriranom zraku u atmosferu;  $M = 402\ mg/m^3$  odnosno  $M = 2,79\ g/sec$  (za kapacitet ventilatora  $Q = 25.000\ m^3/h$ ).

— Moguća maksimalna koncentracija prašine u prizemnom sloju atmosferskog zraka;  $C_{max} = 0,969\ mg/m^3$  (za  $h = 9\ m$ ,  $\Delta h = 17\ m$ ,  $H = 26\ m$ ,  $V = 1\ m/sec$ ,  $M = 2,79\ g/sec$ ).

— Udaljenost na kojoj se mogu očekivati maksimalne koncentracije zagađenja;  $X_{max} = 520\ m$ .

— MDK prašine u izbacivanom zraku je;  $M = 60\ mg/m^3$  odnosno  $M = 0,416\ g/sec$  (za MDK radnog mjesta  $3,125\ mg/m^3$ ).

— Da bismo zadovoljili MDK u zraku naseljenih mjesta za  $M = 2,79\ g/sec$ , efektivna visina izbacivanja trebalo bi da bude  $H = 68\ m$ .

— Kada bi količina prašine u izbacivanom zraku bila u granicama »dozvoljenog« ( $M = 0,416\ g/sec$ ), bila bi dovoljna efektivna visina  $H = 25,5\ m$ .

Analizirajući dobivene rezultate dolazimo do sljedećeg:

— Koncentracija prašine u izbačenom zraku je 6,7 puta veća od »dozvoljene«.

— Moguće maksimalne koncentracije prašine u prizemnom sloju atmosferskog zraka

su za 6,46 puta veće od »dozvoljenih« (u odnosu na MDK =  $0,15\ mg/m^3$ ).

— Aspiracioni sistem razmatrane drobilane sadrži i ciklone za prethodno otprašivanje izbacivanog zraka. Rezultati razmatranja mogućih opasnosti od zagađenja atmosferskog zraka izbacivanjima konkretne drobilane potvrđuju potrebu ciklona, ali i potrebu još jednog stepena otprašivanja aspiriranog zraka prije izbacivanja u atmosferu. Projektom aspiracionog sistema predviđena su dva stepena otprašivanja aspiriranog zraka, međutim, zbog nedovoljnih materijalnih mogućnosti (ili nepotpunih, odnosno nejasnih zakonskih odredbi) projekat sistema u potpunosti nije realiziran.

— Kako je razmatrana drobilana locirana u kotlini i urbanoj cjelini grada, čiji su pojedini djelovi na koti koja je iznad drobilane, mjere HTZ-e moraju biti posebno razmatrane. To je potrebno radi posebnih mikroklimatskih uvjeta i konfiguracije terena, koja se javlja kao prirodna brana na putu rasijavanja čestica prašine.

— Rezultat analize je: zaštita zraka od zagađenja prašinom a time i zaštita čovjeka i njegove okoline nije u cijelosti postignuta.

## Zaključak

U cilju zaštite atmosferskog zraka od zagađivanja, odnosno zaštite čovjeka i njegove životne okoline, potrebno je i u SFRJ utvrditi i ozakoniti tehničke normative za industrijske pogone čiji tehnološki procesi uvjetuju zagađenje atmosferskog zraka; ozakoniti uvjete, normative i standarde za izvođenje i upotrebu ventilacionih sistema; utvrditi i ozakoniti standarde za MDK naseljenih područja; zakonom zabraniti izgradnju novih »priljavih« tehnoloških procesa, od kojih se ne možemo zaštititi sadašnjim tehničkim i naučnim dostignućima — jer ne postoji »uzvišeni cilj« ekonomskog prosperiteta, koji je iznad zdravlja i života čovjeka i njegove okoline.

Osigurati gore navedeno, znači ne čekati čisto »naša rješenja«, bar u prijelaznom periodu, periodu formiranja naše svijesti.

Moramo prihvatiti i ozakoniti već postojeća rješenja i normative u svijetu tehnike i nauke. Tek tada možemo »u hod« naći određena prilagođenja našim makro i mikroklimatskim uvjetima i ekološkim faktorima naše sredine.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Atmosphärischer Luftschutz vor Verunreinigung durch Schadstoffe beim Auswurf mittels Bewetterungssysteme

Dipl. ing. M. Mehmedović\*)

Um die Steigerung der Luftverunreinigung in der SFRJ anzuhalten, müssen wir schon bestehende Lösungen und Normative in der Welt der Technik und Wissenschaft annehmen und Gesetzkraft verleihen. Erst dann können wir an die Lösung unserer spezifischen Probleme, bedingt durch makro- und mikroklimatische Faktoren unserer Umwelt, herangehen.

#### Literatura

1. Direktivnye materialy. Sanitarnye i stroitel'nye normy i pravila, 1973: Spravočnik po ohrane truda. Tom 1. »Sudostroenie« — Leningrad.
2. Detri, Ž., 1973: Atmosfera dolžna byt' čistoju. Sokraščennyj perevod s francuskoga. Todoradze, K.N. Moskva.
3. Kaljužnyj, D.N., Bulgakov, V.V., Kostoveckij, Ja. I., 1973: Gigiena vnešnej sredy v rajone razmeščeniya promyšlennyh predpriyatij. — »Zdorovja« — Kiev.
4. Grupa autora, 1972: Obespylivanie vozduha na fabrikah gornoobogatitel'nyh kombinatov. — »Nedra« — Moskva.
5. Grupa autora, 1973: Predupreditel'nyj sanitarnyj nadzor v graždanskom stroitel'stve. — »Zdorovja« — Kiev.
6. JUS Z. BO. 001. VIII 1971: Maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) škodljivih gasova, para i aerosila u atmosferi radnih prostorija i radilišta, Beograd.
7. Suhareva, A.I. 1971: Ventiljacija i pnevmotransport v poligrafii. — »Kniga« — Moskva.
8. Zbirka saveznih propisa, 1970: Osnovni zakon o zaštiti zraka od zagađenja, Beograd.
9. Kutuzov, B.N., Miehcev, I.G. 1970: Pnevмотransportnye i obespylivajušće sistemy burovnyh stankov na kar'erah. — »Nedra« — Moskva.
10. Lejkin, I.N. 1970: Proektirovanie ventiljacionnyh i promyšlennyh vybrosov v atmosferu. — »Himija« — Moskva.
11. Molčanov, B.S. 1970: Proektirovanie promyšlennoj ventiljaciji, Leningrad.
12. Kaljužnyj, D.N., Kostoveckij, Ja. I., Janoševa, N. Ja. 1968: Sanitarnaja ohrana atmosfery vozduha i vodoemov ot vybrosov i othodov predpriyatij černoju metallurgii. — »Medicina« — Moskva.
13. Ramzin, S. i saradnici, 1966: Priručnik za komunalnu higijenu. — »Medicinska knjiga«, Beograd — Zagreb.
14. Grupa autora, 1966: Medicina rada. II dopunjeno i prerađeno izdanje. »Medicinska knjiga«, Beograd — Zagreb.

\*) Dipl. ing. Miralem Mehmedović, Rudarsko-geološko-naftni fakultet — Zagreb.

# Tiristorsko upravljanje akumulatorskim lokomotivama u rudnicima

(sa 7 slika)

Dipl. inž. Mihajlo Jović

*Prevoz električnim akumulatorskim lokomotivama sa kontinualnim upravljanjem pomoću tiristora nije samo mirniji i bezbedniji već je efikasniji i ekonomičniji nego prevoz akulokomotivama sa voznom žicom i klasičnim upravljanjem pomoću otpornika.*

Glavni nedostatak dosadašnjeg načina upravljanja akumulatorskim lokomotivama pomoću otpornika su česti udarci prilikom vožnje i prilično veliki gubitak energije, što se ekonomski nepovoljno odražava na cenu izvoza. Ovo naročito dolazi do izražaja u slučaju kontinualnog upravljanja, gde se pri regulaciji brzine pomoću otpornika gubi veliki deo električne energije. Pored ovog gubitka energije u vožnji javlja se i gubitak celokupne kinetičke energije pri kočenju. Svi ovi gubici energije u krajnjoj liniji idu na račun akumulatorske baterije, pa se neracionalnom potrošnjom znatno smanjuje radijus kretanja lokomotive.

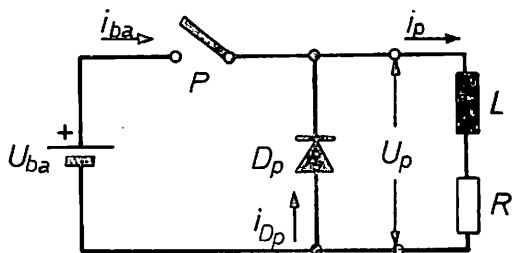
Razvitak elektronike snage omogućio je kontinualno i ekonomično regulisanje jednosmernog napona, odnosno struje, pomoću tiristora i dioda za upravljanje snažnim električnim postrojenjima. Ovakav način regulacije, primenjen kod akumulatorskih lokomotiva, ima sledeće bitne prednosti u odnosu na dosadašnje upravljanje:

- Nema gubitaka koji su postojali u otpornicima za regulaciju.
- Izbegnuti su skokovi veličine vučne sile i promene ubrzanja koji se manifestuju u vidu udara pri vožnji i kočenju. To znači da je moguće kontinualno podešavanje vučne sile i sile koče-

nja, čime se ostvaruje »mek« vožnja i čuvaju motori, prenosni mehanizmi i točkovi. Takođe je bolje i prijanjanje između točkova i šina. Kontinualnim upravljanjem, pri paralelnoj vezi motora, smanjuju se udari i »cimanje«, što smanjuje i opasnosti koje su vezane za njih.

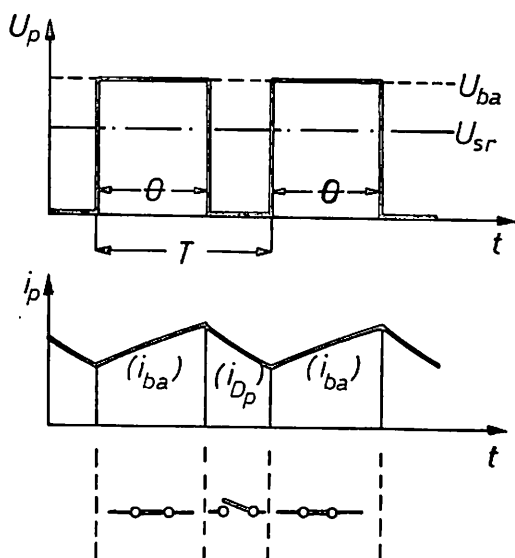
- Tiristori i diode su nepokretni elementi i nisu podložni habanju. Ovdé nema mehaničkih kontakata, koji se uključuju pod opterećenjem, pa samim tim nema ni njihovog trošenja usled varničenja i erozije.
- Pri korisnom električnom kočenju, kinetička energija voza može da se delimično vrati natrag u akumulator.

Ovaj način regulacije omogućava da se od jednog stalnog jednosmernog napona  $U_{ba}$  (na primer jedne akumulatorske baterije) obrazuje jednosmerni napon koji može da se menja od 0 do 100% vrednosti stalnog napona  $U_{ba}$ . Ako se ovako regulisani napon primeni za napajanje motora akumulatorske lokomotive, tada se vožnja i kočenje ostvaruju sa svim navedenim prednostima, jer se i broj obrta  $n$  motora, u zavisnosti od toga regulisanog napona,  $n = f(U_{ba})$ , može kontinualno da menja u širokim granicama.



Sl. 1 — Princip regulatora jednosmernog napona sa mehaničkim prekidačem P.

Fig. 1 — Design of DC voltage control with mechanical switch P.



Sl. 2 — Promena napona i struje potrošača u zavisnosti od uključivanja prekidača P.

Fig. 2 — Change of consumer voltage and current in dependence with switch P in on position.

Uzmimo, radi lakšeg razumevanja, regulator jednosmernog napona u najjednostavnijem vidu, tj. da se sastoji od jednog mehaničkog prekidača P koji periodično dejstvuje i diode za prazan hod  $D_p$  (slika 1).

Kada se zatvori prekidač P, na krajevima potrošača L i R (induktivni otpor L i termogeni R vezani na red) vladaće napon baterije. Proces uspostavljanja struje će pritom biti određen vremenskom konstantom  $L/R$ , gde je L induktivnost potrošača, a R njegov omski otpor. Kada se prekidač otvori, iščezava napon sa krajeva potrošača ( $U_p = 0$ ) ali ne i struja. Ona sada teče kao posledica nagomilane magnetne energije u induktivitetu L, a njeno iščezavanje je određeno istom vremen-

skom konstantom. Dioda za prazan hod  $D_p$  zatvara kolo ove struje ( $L - R, D_p - L$ ). Pomoću odnosa vremena »prekidač zatvoren« i »prekidač otvoren« može da se reguliše srednja vrednost napona na potrošaču. Ova srednja vrednost može da se menja od nule do punog napona  $U_{ba}$  baterije menjanjem vremena trajanja uključivanja prekidača  $\Theta$  (slika 2).

U potrošaču R teče pri tom talasasta jednosmerna struja, pošto se strujni tok, pomoću grane za prazan hod, održava i za vreme pauze između impulsa napona. Vreme T označava periodu ponavljanja, a vreme  $\Theta$  trajanje uključivanja, odnosno trajanja naponskog impulsa.

Srednja vrednost  $U_{sr}$  napona u kome je funkcija vremena t, tojest  $u = u(t)$ , u vremenskom intervalu od  $t_1$  do  $t_2$ , definisana je izrazom:

$$U_{sr} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} u dt$$

Ova definicija je opšta i važi za sve vrste napona, bez obzira na to po kome se zakonu menjaju. U slučaju periodične promene, srednja vrednost u toku jedne periode je:

$$U_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^T u dt$$

gde je T perioda jednog ciklusa.

U našem slučaju srednja vrednost napona je:

$$U_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^{\Theta} U_{ba} dt = \frac{1}{T} U_{ba} \cdot \Theta = U_{ba} \frac{\Theta}{T}$$

Pošto je  $f = \frac{1}{T}$ , to se još može napisati:

$$U_{sr} = U_{ba} \frac{\Theta}{T} = U_{ba} \Theta f$$

Vidi se da srednja vrednost napona  $U_{sr}$ , pri stalnoj veličini napona baterije  $U_{ba}$ , zavisi od dužine impulsa  $\Theta$  i veličine periode T,

odnosno učestanosti impulsa  $f$ . Ako  $i$  ova učestanost  $f$  bude stalna veličina, tada će srednja vrednost napona biti direktno proporcionalna dužini trajanja impulsa  $\Theta$ . Od-

nos — može biti najmanje 0 a najviše 1, pa

se vidi da se promenom ovog odnosa  $U_{sr}$  može menjati od 0 do 100% od  $U_{ba}$ . Primera radi, na slici 3 prikazane su srednje vrednosti napona za dva različita vremena trajanja impulsa, pri istoj periodi  $T$ .

Mehanički prekidači su nepogodni zbog relativno visoke frekvencije uključivanja i trošenja kontakata. Umesto njih se primenjuju tiristori, kojima se može da upravlja.

Tiristor postaje provodan paljenjem preko svoje upravljačke elektrode, ali se pomoću nje ne može ponovo učiniti neprovodnim.

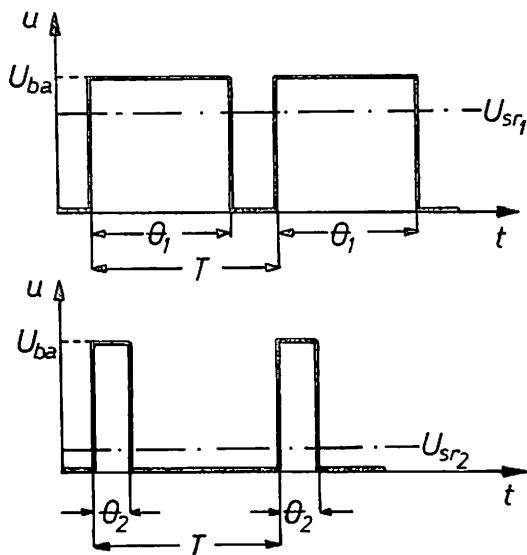
Za ovo je potreban jedan poseban uređaj za gašenje. On ima zadatak, da prema komandi za gašenje, učini tiristor ponovo neprovodnim. Dakle, mehanički prekidač je zamenjen tiristorom  $T$  i uređajem za njegovo blokiranje. Principijelna šema ovakvog elektronskog prekidača, vezanog između baterije i potrošača, data je na slici 4.

Ovde se kao potrošač  $R$  pojavljuje motor jednosmerne struje  $M$ , čiji se broj obrta treba da reguliše. Kada je tiristor blokiran ( $U_p = 0$ ), struja potrošača teče dalje preko diode  $D_p$  i opada sa vremenskom konstantom koja zavisi od induktivnosti  $L$ , kao i kod mehaničkog prekidanja. Sa istom vremenskom konstantom narasta struja kada je tiristor provodan, (vidi sl. 2). Dioda  $D_p$  sprečava glavnu struju  $i_p$ , koja je »ispeglana« induktivitetom  $L$  i motorom  $M$  kao potrošačem, da svojim oblikom sledi napon  $U_p$ .

Uređaj za gašenje je relativno jednostavan i sadrži jedan kondenzator, kalem, tiristor i diodu.

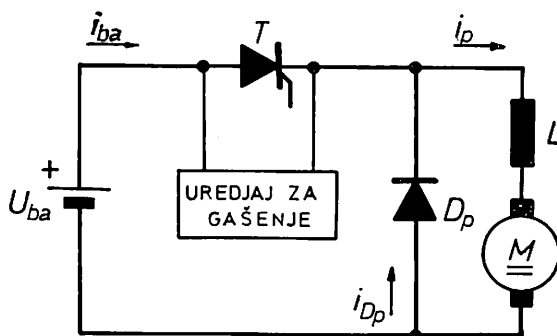
Frekvencija regulatora jednosmernog napona ne sme da bude suviše niska, jer bi u tom slučaju talasnost struje potrošača bila suviše velika. Ona se određuje prema vremenskoj konstanti potrošača. Otuda treba da je frekvencija kod napajanja pobude generatora niska, zbog velike vremenske konstante (primera radi negde oko 50 Hz), a visoka kod napajanja rotora motora (čak i do 1000 Hz).

Upravljanje regulatorom jednosmernog napona vrši se pomoću upravljačkih impulsa.



Sl. 3 — Zavisnost srednje vrednosti napona od dužine impulsa — pri istoj periodi  $T$ .

Fig. 3 — Dependence of voltage average value of impulse length at identical period  $T$ .

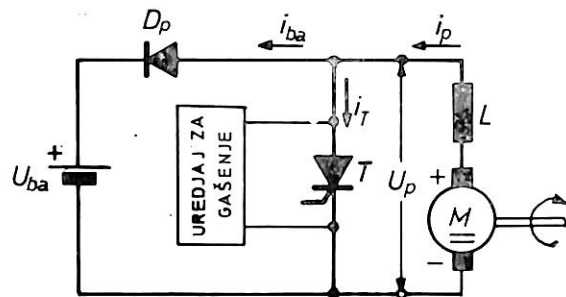


Sl. 4 — Principijelna šema regulatora jednosmernog napona sa tiristorom kao prekidačem i motorom kao potrošačem.

Fig. 4 — Diagram of DC voltage control with a thyristor as the switch and motor as the consumer.

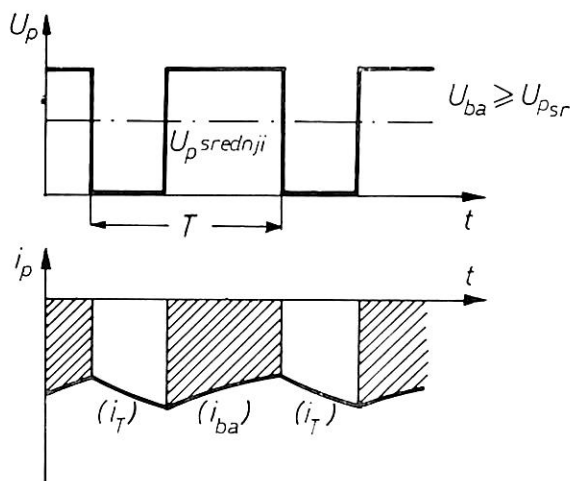
Oni deluju na tiristore (glavni i onaj iz uređaja za gašenje) i dovode se na njihove upravljačke elektrode. Pomoću ovih impulsa se vrši paljenje tiristora. Generatori za proizvodnje ovih implusa su relativno jednostavni i ne moraju da ispunjavaju neke posebno stroge zahteve. Ovde mogu da se primene oscilatorske veze najjednostavnije vrste, u zajednici sa stepenima za proizvodnje impulsa. Na ovaj uređaj za upravljanje tiristorskog regulatora jednosmernog napona može se lako delovati prekidačem za regulaciju vožnje.





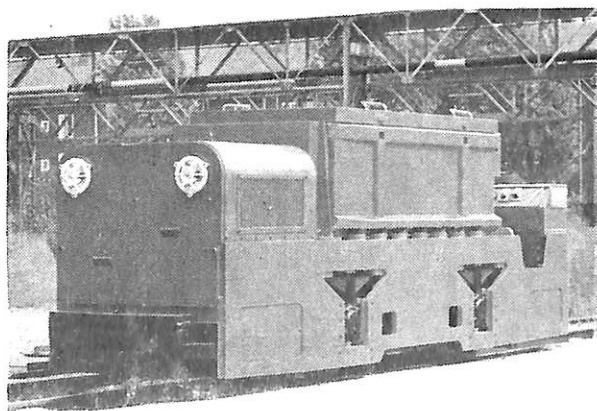
Sl. 5 — Veza regulatora jednosmernog napona pri korisnom kočenju.

Fig. 5 — Connection of DC voltage control at active braking.



Sl. 6 — Dijagrami napona i struje pri korisnom kočenju sa delimičnim vraćanjem energije u bateriju.

Fig. 6 — Diagrams of voltage and current during active braking with partial power return into the battery.



Sl. 7 — Tiristoriski upravljana akumulatorska lokomotiva snage 70 kW, za napon 160 V, Siemens.

Fig. 7 — Thyristor controlled storage battery locomotive with a power of 70 kW for 160 V voltage, Siemens.

Pri radu u slučaju korisnog kočenja, regulator jednosmernog napona, koji je u vožnji vezan na red sa baterijom i voznim motorima, biće vezan paralelno motorima. Slika 5 prikazuje jednu takvu vezu regulatora jednosmernog napona. Na slici 6 su prikazani dijagrami napona i struje potrošača za ovaj slučaj.

Ovde treba da se energijom iz jednog izvora jednosmerne struje nižeg napona (tj. motora koji radi kao generator) napaja baterija sa višim naponom. Ovo je u stvari slučaj korisnog kočenja voznim motorima, pri čemu vraćanje energije bateriji ima veliki praktični značaj. Kolo motora će biti periodično kratko spajano pomoću regulatora jednosmernog napona. Za vreme dok je regulator uključen, raste struja u motoru, koji radi kao generator, a njeno kolo se zatvara preko upaljenog tiristora. Potom će tiristor biti ugašen, tj. kratki spoj će biti prekinut. Magnetna energija, koja je nagomilana u kolima motora, teži da porastom napona održi tok struje motora. Ona teče sada preko diode za prazan hod, kao struja punjenja u bateriju. Razliku napona između generatorskog i višeg napona baterije kompenzira induktivitet ( $di/dt < 0$ ). Tiristor će posle ovoga biti ponovo upaljen i cela igra se ponavlja. Tako teče, u pauzama između impulsa, struja punjenja u bateriju; stvarno korisno kočenje ostvaruje se u celom opsegu brzina. Pogodnom regulacijom može da se ostvari tok kočenja sa konstantnim kočnim silama. Talasnost struje generatora određena je, kao i u prethodnom primeru, pomoću frekvencije regulatora jednosmernog napona. Dioda  $D_p$  ima u ovoj vezi još jednu ulogu, a to je da spreči kratak spoj akumulatorske baterije preko tiristora, kada je ovaj upaljen.

Pri ovakvoj vezi, za vraćanje energije bateriji, nastaju naponski impulsi na strani sa manjom srednjom vrednošću jednosmernog napona i strujni na drugoj strani. Zbog efekta nagomilavanja energije u induktivitetu za »peglanje«  $L$ , moguće je vraćanje energije bateriji uprkos njenom višem jednosmernom naponu. Ovaj princip može da se iskoristi kod korisnog kočenja jednosmernim motorima praktično do vrlo malih brojeva obrta.

U daljem tekstu biće naveden praktičan primer realizacije jedne ovakve lokomotive. Radi se o akumulatorskoj lokomotivi firme

Siemens, snabdevenoj regulatorom jednosmernog napona. Njeni tehnički podaci su:

Sopstvena težina	oko 16 t
Trajna snaga za vreme 1 časa, $P_n$	70 kW
Napon baterije	160 V
Vučna sila pri $P_n$	oko 2400 kp
Brzina pri $P_n$	oko 11 km/h
Maksimalna brzina	oko 20 km/h

Glavne dimenzije:

Širina koloseka	600/750 mm
Rastojanje između točkova	1800 mm
Prečnik točka	810 mm
Dužina sa odbojnicima	5400 mm
Širina	1250 mm
Visina (od gornje ivice šine)	oko 1690 mm

Na jednoj od dve čone strane nalazi se mesto za upravljanje, na kojem su pregledno

smešteni svi potrebni uređaji za opsluživanje lokomotive. Regulator jednosmernog napona, sa uređajem za upravljanje i kontrolu, smešten je na kraju lokomotive. Prelaz sa širine koloseka od 600 mm na 750 mm može da se izvede u vrlo kratkom vremenu. Time se izbegavaju iskliznuća usled utonuća šina i drugog, jer su noseće opruge svake osovine povezane pomoću jedne poprečne poluge za izjednačavanje; osovine su dakle uležištene u tri tačke. Svaka osovina lokomotive dobija pogon od jednog jednosmernog rednog motora. Za prebacivanje sa vožnje na kočenje služi poseban uređaj. Menjanje smeru struje u rotorima voznih motora prouzrokuje promenu pravca vožnje, što se ostvaruje posebnim prekidačem.

Opisana lokomotiva sa regulatorom jednosmernog napona predstavlja jedan novi tip, koji u krajnjoj liniji omogućava da se poveća ekonomičnost izvoznog pogona.

#### SUMMARY

#### Thyristore Control of Storage Battery Locomotives in Mines

M. Jović, B. Sc.\*)

The paper indicates the advantages of thyristore control of storage battery locomotives in mines over classical control by resistors.

This method enables a more continuous change of locomotive speed over broader limits with lower electric power losses, as well as more efficient and more economical breaking in which a part of the power is returned for storage battery charging.

#### Literatura

1. Wagner, R. 1974: Thyristortechnik für Gleichstrombahnen, Siemens-Zeitschrift, Heft 10.
2. Hoffmann, A., Stocker K.: Thyristor — Handbuch, Siemens — Erlangen.
3. Hagenmaier, M. 1969: Thyristorgesteuerte Batterielokomotiven für den Stollenbau, Siemens-Zeitschrift, Heft 12.
4. Heumann, K., Stumpe, A. 1969: Thyristoren Eigenschaften und Anwendungen, Stuttgart.

\*) Dipl. ing. Mihajlo Jović, Rudarsko-geološki fakultet — Beograd

## IZ PRAKSE

*U ovoj rubrici objavljujuće se iskustva naših rudnika u sprovođenju zaštite na radu i prikazivati praktična rešenja i ostvarenja kojima se otklanjaju posebne opasnosti, unapređuje zaštita i povećava sigurnost pri izvođenju rudarskih radova. U kratkim prikazima objasniće se opasnosti i nepravilni postupci, zbog kojih dolazi do teških i smrtnih nesreća, i kakve se pouke iz takvih nesreća izvode da bi se sprečilo ponavljanje istih.*

*Osim toga, ovakvim prikazima u ovoj rubrici, časopis »Sigurnost u rudnicima« želi da upozna našu rudarsku stručnu javnost sa onim vrednim i požrtvovanim operativnim kadrovima, nadzornicima, poslovodama, 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

# Probna gašenja pjenilom Sthamex

(sa 6 slika)

Ratomir Koludrović

*Prikazani su rezultati proba gašenja sa pjenilom Sthamex i uslovi najefikasnije primene istog.*

Među novim sredstvima za gašenje požara zapaljivih tekućina, prije stanovitog vremena, pojavilo se kod nas sintetičko pjenilo pod komercijalnim imenom Sthamex (Štamex), proizvedeno u SR Njemačkoj. Razumljivo je, da svako novo sredstvo za gašenje pobuđuje zanimanje vatrogasaca, naročito u industriji nafte. Međutim, od prvih informacija o jednom sredstvu za gašenje, u ovom slučaju pjenilu, do praktičnih saznanja o mogućnostima njegove primjene na stvarnim gašenjima zapaljivih tekućina, put je dosta dalek i složen. Naime, najprije treba proučiti njegove karakteristike, zatim nabaviti probne količine, a onda isprobati to sredstvo za gašenje na praktičnim gašenjima određenih zapaljivih tekućina na vatrama sličnim onima koje se mogu očekivati na stvarnim požarima.

## O pjenilu Sthamex

Sthamex je sintetičko pjenilo za višestruku namjenu gašenja teškom, srednjom i lakom pjenom.

Pjena Sthamexa stvara stabilni dobro prekrivajući sloj, koji je otporan na toplinsko zračenje. Pjena se vrlo dobro rasprostire po površini tekućine koja gori.

Za pravljenje pjene osim obične vode, može se koristiti morska i zaslanjena (brakična) voda. Nadalje, pjena Sthamexa može se dobro upotrebiti za gašenje u kombinaciji sa suhim prahom.

Sthamexova teška pjena koristi se za gašenje pomoću stabilnih uređaja na spremnicima, kao i u svim slučajevima kada pjenu treba baciti sa veće udaljenosti bilo mlaznicama ili bacačima pjene. Teška pjena prvenstveno je namjenjena za gašenje sirove nafte i naftnih derivata uključujući i gazolin.

Sthamexova srednja pjena prikladna je za gašenje požara klase A i B (materija koje pri sagorijevanju žare i zapaljivih tekućina) na otvorenom prostoru, te u zgradama, na vozilima i plovnim jedinicama. Za gašenje srednjom pjenom treba imati posebnu mlaznicu koja zapjenjuje 100—150 puta.

Sthamexova laka pjena u neobično kratkom vremenu može ispuniti veliki prostor, a da pri tom nanosi neznatna ili nikakova oštećenja objektima sa kojima dođe u dodir. Za gašenje lakom pjenom mora se posjedovati posebni generator pjene koji zapjenjuje 600—1000 puta.

U upotrebi je pjenilo Sthamex vrlo ekonomično, jer se za pravljenje pjene pridodaje vodi u malim količinama:

— za laku pjenu	1,5 — 2%
— za srednju pjenu	2 — 3%
— za tešku pjenu	3 — 5%

U odnosu na proteinsko pjenilo (kod nas poznato pod komercijalnim imenom Tuto-gen), gašenje teškom pjenom Sthamexa je

2—3 puta uspješnije, odnosno požar se gasi sa 2—3 puta manjom količinom vode i pjenila. Osim toga, pjenilo je vrlo postojano na niske i visoke temperature, pa se njime mogu bez bojazni nadopunjavati spremnici stabilnih uređaja za gašenje.

Sklonost korodiranja pjenila Sthamex je neznatna, pH vrijednost mu je 6,5—7,5. Međutim, proizvođač ipak preporuča da se pjenilo pohranjuje u spremnicima otpornim na koroziju. Stoga željezne spremnike treba zaštititi slojem sintetike (plastificirati).

Sa fiziološkog gledišta Sthamex je bezopasan i biološki se razgrađuje.

Tehnička svojstva Sthamexa:

- porijeklo, sulfatirani masni alkoholi
- izgled, žućkasta tekućina
- spec. težina 1,05 kp/dm<sup>3</sup>
- ledište, — 15 C
- viskoznost, 10 cst — 1,83 E/20 C
- pH vrijednost 6,5—7,5
- talog, 0
- poluvrijeme raspadanja pjene
  - teška 35 minuta
  - srednja 20 minuta

Taktički se teškom i srednjom pjenom gasi tako, da se mlazom pjene na gorućoj površini tekućine stvara potrebni sloj pjene. Mada se pjena dobro rasprostire, odnosno širi po površini tekućine koja gori, mlaz pjene može se pomicati tako, da se slijedi napredovanje pjene. Međutim, nije greška ako se mlaz pjene i slobodnije nabacuje, jer pjena, budući da se dobro rasprostire, stvara sloj po cijeloj površini. Za gašenje nafte i naftinih derivata dovoljan je sloj od oko 2 cm teške pjene, odnosno oko 6 cm srednje pjene. Zahvaljujući visokoj toplinskoj otpornosti, teškom pjenom se može gasiti ako se mlaz pjene baci visoko u vis. Tako bačena pjena prolazi kroz vruće plinove i vatru te stiže do goruće vruće površine tekućine i s uspjehom stvara sloj koji gasi. Takova mogućnost gašenja osigurava uspjeh u gašenju i velikih spremnika zapaljivih tekućina bacačima pjene. Upravo provjera ove sposobnosti, bila je predmet probnih gašenja pjenom Sthamexa.

#### Probna gašenja

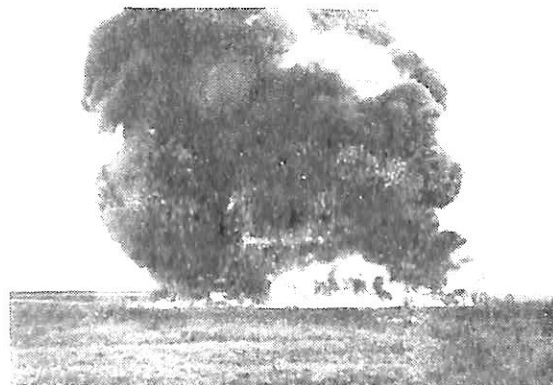
Na probnim gašenjima u toku 1974/75. željelo se u praksi isprobati sposobnost pjenila Sthamex na vatrama sirove nafte i ga-

zolina, za slučaj požara u spremnicima. Istovremeno se željelo provjeriti efikasnost vatrogasne pokretne opreme, posebno mlaznica i bacača pjene.

Probna gašenja organizirana su sa svim vatrogasnim jedinicama koje mogu doći u situaciju da gase požare nafte u spremnicima. Međutim, ovdje će se opisati tok samo najinteresantnijih vježbi.

Na vatrogasnoj vježbi u Stručcu 22. XI 1974. priređen je bazen u obliku kruga promjera cca 20 m odnosno površine cca 310 m<sup>2</sup>, sa kosturem šipki visine 9 m, što je dočaravalo oblik i dimenzije spremnika za naftu. Za gašenje je dopremljeno 8 m<sup>3</sup> neotplinjene sirove nafte Stručec, koja sadrži oko 40% lakozapaljivih derivata (gazolina, benzina, plinskog ulja).

U gašenju je korišten bacač pjene i vode Rosenbauer RMA-16, kapaciteta 1600 l/min. Pjenila je bilo 2 bačve po 210 kg. Voda je dopremana vatrogasnim pokretnim agregatom Ziegler TS-16/8 kapaciteta 1600 l/min.

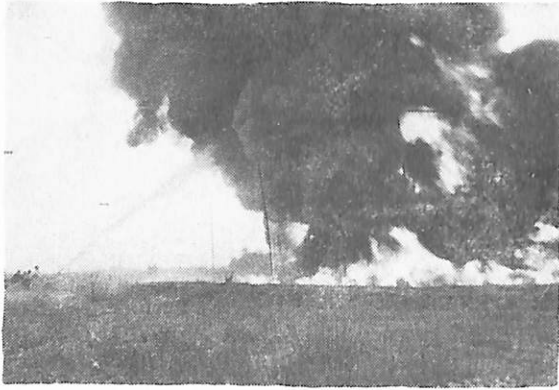


Sl. 1 — Nakon zapaljenja, neotplinjena nafta Stručec, naglo se razgorjela, tako da se plamen dizao uvis preko 30 m.

Abb. 1 — Nach der Zündung, unausgegastes Erdöl Stručec, entflammte plötzlich, so dass die Flamme über 30 m in die Höheschlug

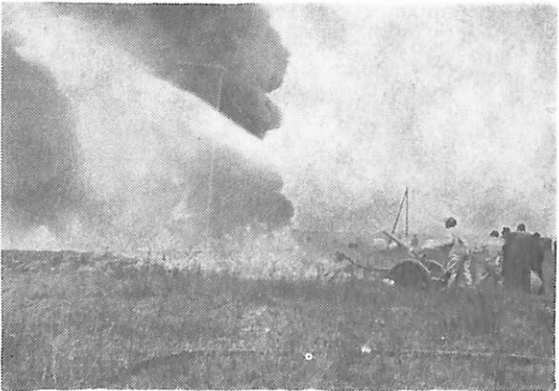
Nakon razgaranja, koje je trajalo 345 sek, vatra se snažno razbukkala i plamen se dizao uvis preko 30 m (vidi se na slici 1.) i odmah se otpočelo sa gašenjem. U prvom trenutku gašenja mlazničar na bacaču napravio je taktičku grešku time što je mlaz usmjerio ravno u sredinu vatre. Istovremeno nastupila je iznenadna poteškoća zbog pojave strujanja zraka (povjetarac) i to upravo od vatre prema mlazničaru (vidi se na slici 2). Na hitnu intervenciju komandira mlaz pjene usmjeren je na lijevi rub vatre, pa je gašenje odmah dalo željeni efekt (vidi se na slici 3). I pored ne-

predviđenih poteškoća gašenje se nastavilo i s uspjehom privelo do kraja, tj. dok vatra nije u potpunosti pogašena. Cijela akcija gašenja trajala je 258 sek uz utrošak 6860 litara vode i 343 kg pjenila. Na slici 4 vidi se situacija neposredno prije završetka akcije gašenja.



Sl. 2 — U samom početku gašenja nastalo je strujanje zraka upravo prema mlazničaru, što je jako otežalo gašenje

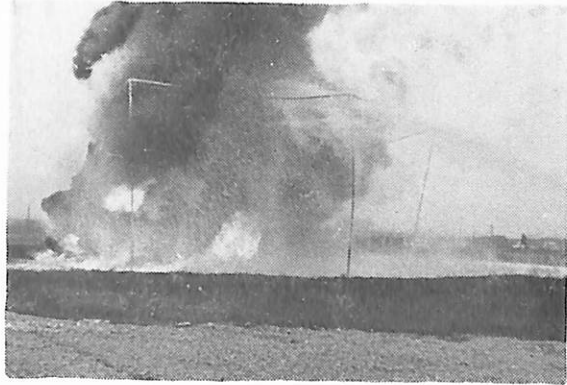
Abb. 2 — Am Anfang der Brandlöschung bewegte sich die Luftströmung direkt an den Mann mit der Feuerlöschdüse, was die Feuerlöschung sehr erschwerte



Sl. 3 — Mlaz pjene usmjeren je na lijevi rub vatre, pa je i pored utjecanja strujanja zraka počelo gašenje

Abb. 3 — Schaummittelstrahl wurde auf die linke Brandflanke gerichtet, so dass trotz des Einflusses der Luftströmung, die Brandlöschung begonnen hat

Za drugu vatrogasnu vježbu održanu 5. XII 1974. na području naftnog polja Ivanić Kloštar priređen je bazen u obliku četverokuta  $13 \times 10$  m, odnosno površine cca  $130 \text{ m}^2$ . Za gašenje je dopremljeno  $4 \text{ m}^3$  nafte Kloštar koja sadrži manje lakih derivata, pa nije tako zapaljiva kao nafta Stručec.



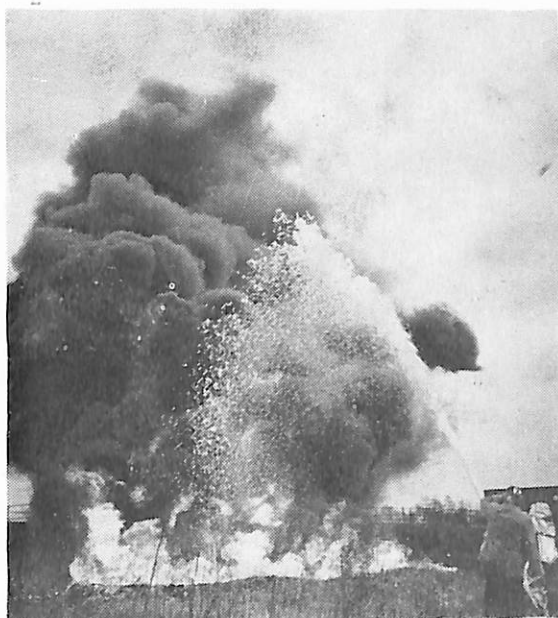
Sl. 4 — Gašenje se uspješno nastavlja i nakon 258 sekundi vatra je pogašena

Abb. 4 — Die Brandlöschung wird mit Erfolg fortgesetzt und nach 258 Sekunden war der Brand gelöscht.



Sl. 5 — Bacač Minimax LW-2000 bacio je mlaz pjene uvis preko 25 m. Iako je mlaz pjene jako raspršen, pjena ipak kroz vruće plinove i vatru uspješno stiže do goruće površine i gasi

Abb. 5 — Minimax-Werfer LW-2000 warf einen Schaumstrahl mehr als 25 m in die Höhe. Obwohl der Schaumstrahl stark zerstreut war, der Schaum erreichte durch heisse Gase und Feuer die brennende Oberfläche und löscht dieselbe



Sl. 6 — Gazolin gori intenzivnim plamenom, ali pjena Sthamexa iako bačena uvis uspješno gasi

Abb. 6 — Gasolin brennt mit intensiver Flamme, der Schaum Sthamex aber obwohl in die Höhe geworfen löscht mit Erfolg

U gašenju je korišten bacač Minimax LW-2000, kapaciteta 2000 l/min, koji je prvi puta isproban na vatrenoj vježbi. Upotrebljena je jedna bačva pjenila od 210 kg. Voda je dopremana vatrogasnim kolima TAM-ROSENBAUER ULF-1500 sa pumpom tip 65.000 kapaciteta 2000 l/min.

Nakon razgaranja koje je trajalo 585 sek otpočelo se gašenjem. I kod ovog gašenja mlaz pjene usmjeren je što više uvis, tako da se na oko 25 m visine raspršava pa zatim kroz vruće plinove i vatru stizao na površinu goruće nafte i s uspjehom gasio vatru. Cijela akcija gašenja trajala je 56 sek, uz utrošak 1860 litara vode i 93 kg pjenila. Na slici 5 vidi se bacač Minimax LW-2000 u akciji.

Treće probno gašenje obavljeno je 12. II 1975. u krugu degazolinaže u Ivanić Gradu. Cilj ove vatrogasne vježbe bio je da se sa sigurnošću utvrdi mogućnost gašenja najlakšeg derivata nafte, inače produkta degazolinaže, pjenilom Sthamex. Za vježbu je priređen bazen ovalna oblika površine cca 22 m<sup>2</sup>, a dopremljeno je 400 litara gazolina (45% spojeva koji destiliraju do 70°C). Dakle, jako zapaljivi derivat, koji je zapaljiviji nego što je standardni autobenzin.

Za gašenje je korištena Minimax mlaznica za tešku pjenu L-4, kapaciteta 400 l/min. Utrošena je 1 bačva pjenila od 210 kg. Vodu je dopremala automatska elektro-pumpa iz vatrogasne pumparnice preko hidrantske mreže.

Nakon razgaranja koje je trajalo 60 sek otpočelo je gašenje. I na ovoj vježbi gašeno je pod otežanim uvjetima usmjeravanjem mlaza pjene koso uvis. Cijela akcija gašenja trajala je 84 sek uz utrošak 554 l vode i 28 kg pjenila. Na slici 6 vidi se trenutak gašenja gazolina.

#### Rezultati gašenja

1	Pjenilo	STHAMEX		
		Nafta Stružec 8 m <sup>3</sup>	Nafta Kloštar 4 m <sup>3</sup>	Gazolin 400 l
2	Gorivo			
3	Površina, m <sup>2</sup>	310	130	22
4	Razgaranje, sek	345	585	60
5	Gašenje, sek	258	56	84
6	Potrošnja vode, l	6860	1860	554
7	Procenat pjenila	5%	5%	5%
8	Potrošnja pjenila	343	93	28
9	Bacač — mlaznica	RMA-16	LW-2000	L-4
10	Mješavine, l/m <sup>2</sup>	23,2	15	26,4

U tablici rezultata gašenja navedeni su brojevi podaci za sva tri opisana probna gašenja. Svaki put gašena je po zapaljivosti drukčija zapaljiva tekućina i sa drugom vatrogasnom opremom odnosno bacačem-mlaznicom. Stoga se iz vremena gašenja ne može odmah izvući pravi zaključak. Međutim, kada se uporede podaci (10) o utrošenoj količini mješavine vode i pjene po m<sup>2</sup> gorive površine, vidi se da je upravo srazmjerna sa zapaljivošću tekućine. Najlakše se ugasila nafta Kloštar sa 15 l mješavine na m<sup>2</sup> površine, zatim nafta Stružec sa 23,2 l/m<sup>2</sup>, a najteže gazolin sa 26,4 l/m<sup>2</sup>. Nadalje, u sva tri slučaja, iako se gasilo pod namjerno otežanim uvjetima, dokazano je, da se pjenilom Sthamex može sigurno pogasiti požar nafte i naftnih derivata pokretnom vatrogasnom opremom.

S obzirom, pak, na okolnost, da se pjenilom Sthamex s uspjehom gasilo na način, na koji se proteinskim pjenilom (Tutogen) inače ne može gasiti, potvrđeno je, da se pjenilo Sthamex može sa znatno boljim uspjehom primjeniti i u stabilnim uređajima za gašenje spremnika za naftu i naftne derivate.

## Cijena pjenila

Cijena sintetičkog pjenila Sthamex, u odnosu na proteinsko pjenilo Tutogen, približno je dvostruko veća. Međutim, budući da se

pjenilom Sthamex gasi 2—3 puta uspješnije, odnosno sa 2—3 puta manjom količinom pjenila, u primjeni praktično košta manje.

Pjenilo Sthamex dobavlja poduzeće Rudar — Zagreb.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Probefeuertlöschungen mit Schaummittel »STHAMEX«

R. Koludrović\*)

Zwischen neuen Feuerlöschmitteln für brennbare Flüssigkeiten erschien bei uns von einer bestimmten Zeit ein synthetisches Schaummittel unter der Handelsmarke Sthamex, erzeugt in der BR Deutschland. Es ist selbstverständlich, dass jedes neue Feuerlöschmittel das Interesse der Feuerwehrleute weckt, besonders in der Erdölindustrie. Von den ersten Informationen über ein Feuerlöschmittel aber, in diesem Falle über ein Schaummittel, bis zu den praktischen Erfahrungen über die Möglichkeiten für seine praktische Anwendung bei tatsächlicher Löschung von brennbaren Flüssigkeiten, ist der Weg weit und kompliziert. Man muss nämlich zuerst seine Charakteristiken durchstudieren, nachher erforderliche Versuchsmengen besorgen, und dann dieses Feuerlöschmittel bei praktischer Löschung bestimmter brennbaren Flüssigkeiten bei solchen Bränden erproben, welche bei tatsächlichen Bränden erwartet werden können.

---

\*) Ratimir Koludrović, nastavnik fizike i kemije, Zaštita od požara INA — Naftaplin — Zagreb



## Kongresi i savetovanja

### II jugoslovenski simpozijum »Planovi odbrane i spasavanja u rudarstvu i metalurgiji«, Budva, 1974. god.

Zahvaljujući materijalnoj podršci Zajednice za naučni rad SR Srbije, Izvršnog veća SR Crne Gore i rudarskih i metalurških preduzeća, Savez inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije — Jugoslovenski komitet za sigurnost i zaštitu na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji, organizovao je II jugoslovenski simpozijum na temu »Planovi odbrane i spasavanja u rudarstvu i metalurgiji«.<sup>\*)</sup>

Simpozijum je održan u vremenu od 6. do 9. 11. 1974. godine u Budvi, pod pokroviteljstvom Izvršnog veća SR Crne Gore.

Simpozijumu su prisustvovala 143 stručnjaka, predstavnika privrednih organizacija, obrazovnih, naučnih, i projektantskih institucija i organa državne uprave (rudarske inspekcije).

Na simpozijumu je podneto 18 referata.

#### Zaključci

1. Proizvodnja i prerada mineralnih sirovina u našoj zemlji eksponirane su raznovrsnim oblicima kolektivnog ugrožavanja rada. Ova okolnost proizilazi iz prirodnih osobnosti naših rudnih ležišta, a potvrđuju je brojne kolektivne nesreće i ogromne materijalne štete koje su pratile dosadašnji razvoj ovih privrednih grana kod nas.

Intenzitet ispoljavanja ovih ugrožavanja uslovljen je osposobljenošću rudarske i metalurške prakse, da, uz pomoć nauke, na vreme i pouzdano otkriva njihove izvore i da im se pravilnim izborom tehnologije i preventivnih mera, pravovremeno i uspešno suprotstavlja.

2. Bogata sirovinska baza Jugoslavije pruža rudarstvu i metalurgiji mogućnost da u prisutnom problemu obezbeđenja sirovina i prisutnoj i dalje verovatnoj energetskej krizi u svetu, ozbiljno potpomognu dalji razvoj materijalne baze našeg socijalističkog društva.

Ostvarenje ovog cilja i programirane proizvodnje i prerade mineralnih sirovina, zavisice u velikoj meri od zainteresovanosti radnika da rade u ovim industrijskim granama, koja će utoliko biti veća ukoliko se rad u njima učini bezbednijim i za zdravlje radnika pogodnijim.

3. Problem obezbeđenja ovih uslova je, prema današnjim saznanjima nauke, rešiv. Njegovo rešavanje, međutim, zahtevaće, puno angažovanje svih društvenih snaga, naročito s obzirom na probleme koje će sa sobom donositi stalno rastuće dubine eksploatacije mineralnih sirovina, vidljivo osiromašenje raspoloživih rezervi i nova tehnologija.

Jedan od potvrđenih oblika unapređenja kolektivne zaštite rada u rudarstvu i metalurgiji,

predstavljaju planirana odbrana od potencijalnih opasnosti i planirano spašavanje radnika, u poslednjoj deceniji uvedeni kao društvena obaveza u našem rudarstvu. Planovi odbrane i spasavanja od početka primene do danas potvrdili su u rudarstvu svoju ulogu i ogroman značaj, jer je njihovim uvođenjem u industrijsku praksu osujećen niz potencijalnih katastrofa ili ograničen efekat već ispoljenih. Osim toga, preko njih pokrenuto je rešavanje velikog broja naučnih i stručnih problema, vezanih za usavršavanje rudarske tehnologije i organizacije rada, kao i unapređenja zaštite rada.

4. Imajući u vidu ukupna saznanja nauke i dostignuti razvoj tehnike i tehnologije, a posebno postojeće stanje u kolektivnoj zaštiti rada i zadatke koji stoje pred proizvodnjom i preradom mineralnih sirovina, II simpozijum ocenjuje da ovaj vid kolektivne zaštite, koju treba proširiti i na preradu mineralnih sirovina, i osavremeniti ga kako zakonodavnom, tako i tehničkom i materijalnom osnovom i predlaže:

a. Planiranje odbrane od potencijalnih opasnosti i planiranje spašavanja u rudarstvu i metalurgiji treba da ima karakter projektovanja odbrane i spašavanja. Zakonodavno tretiranje ovog planiranja trebalo bi da se obezbedi na način na koji se tretiraju projekti objekata i tehnologije, tj. da se njima čini nerazdvojni deo investiciono-tehničke dokumentacije, uz povećanu odgovornost projektanata, prihvatanje ovakvog tretmana ističe i primenu da zaštita rada u društvenom privređivanju nema samo socijalno-humani, već i ekonomski značaj.

b. Nasuprot dosada primenjenoj praksi operativnih iskustava i ograničenih laboratorijskih istraživanja, projektovanje planova odbrane, spašavanje i unapređenje kolektivne zaštite trebalo bi da se vrši na industrijski proverenim osnovama. S obzirom da industrijska ispitivanja iz oblasti sigurnosti rada nije zbog rizika moguće izvoditi u proizvodnim uslovima, kao nužna nameće se potreba izgradnje jednog opšteg ili više specijalizovanog centra (eksperimentalne jame, eksperimentalni radovi i sl.) za izvođenje ovih industrijskih istraživanja.

c. U projektovanju odbrane i zaštite rada, u praksi industrijski razvijenih zemalja, sve veću primenu imaju automatizovani, kontrolno-merni i regulacioni lokalno ili daljinski ustrojeni sistemi (dispečerski centri). Preko njih su sigurnost i zaštita rada u pogonskim uslovima povereni tehničari i visokoškoloanim stručnim kadrovima, prisutnim u tehnološkom procesu za sve vreme njegovog trajanja. Projektovanje zaštite rada u nas, trebalo bi ubuduće da koristi ova dostignuća nauke i tehnike u obimu koji zahtevaju konkretne prilike i zahtevi zaštite na radu.

5. Projektovanje i primene projektovanih rešenja odbrane i spašavanja u rudarstvu i metalurgiji, zahtevaju kod svih kategorija radnika neprekidno inoviranje kako tehnološkog znanja, tako i onog koje se odnosi na probleme zaštite rada. Ovom činiocu treba prilagoditi i sistem obrazovanja rudarskih i metalurških kadrova u

<sup>\*)</sup> Vidi prikaz na str. 112 časopisa »Sigurnost u rudnicima« br. 2/75

okviru čega na visokim školama ovih struka treba stvoriti mogućnost specijalizacije kadrova za poslove zaštite rada.

6. Simpozijum ocenjuje da su službe zaštite na radu u rudarstvu i metalurgiji u prisutnim novim uslovima organizovanja rada prevazišle svoje nekadašnje zadatke. Iz dosadašnjeg statičkog, one bi trebalo da prerastu u kreativan položaj i da u interesu udruženog rada, zajedno sa ostalim udruženim radnicima budu nosioci unapređenja sigurnosti i uslova rada u svojim kolektivima.

7. Proces stalnog usavršavanja tehnologije iziskuje promenu sistema normiranja društvenih obaveza u području zaštite rada. Simpozijum stavlja Komitetu u zadatak da kod iniciranja

unapređenja ovog dela zaštite rada, koristi predloge date u referatima i diskusiji Simpozijuma.

8. Započetu akciju jedinstvenog tretiranja zadataka iz područja zaštite rada u rudarstvu i metalurgiji, Komitet treba da nastavi, uključujući rad svih posrednih i neposrednih faktora, koji imaju uticaj na sprovođenje i unapređenje sigurnosti i zaštite rada u našoj zemlji.

9. Podneti referati i diskusija vođena na Simpozijumu, potvrdili su i ovom prilikom opravdanost i korist stručne akcije koje Komitet sprovodi. Ovakvi skupovi istovremeno predstavljaju i dobar vid razmene stručnih i naučnih iskustava i mišljenja, usmerenih ka unapređenju sigurnosti i zaštite na radu jugoslovenskog rudarstva, geologije i metalurgije.

## Nova oprema i nova tehnička dostignuća

### Postupak za začepljivanje minskih rupa radi suzbijanja prašine i štetnih gasova u rudarstvu

Pronalazak se odnosi na postupak za začepljivanje minskih rupa za suzbijanje prašine i štetnih gasova kod miniranja u rudarstvu uz primenu kalcijumhlorida ili magnezijumhlorida i sredstava za kvašenje. Novi postupak začepljivanja je time okarakterisan, što se kalcijumhlorid, odnosno magnezijumhlorid primenjuje u takvoj raspodeli veličine čestica, da njihov udeo u česticama sa prečnikom ispod 1 mm iznosi više od 80 tež. % i sa prečnikom ispod 0,3 mm više od 60 tež. % i da se čvrsti, u sasvim sitnim delovima, kalcijumhlorid odn. magnezijumhlorid u

obliku bez kristalne vode upotrebljava kao mono-, di-, tetra- ili heksahidrat. Ovaj postupak za čepljivanja minskih rupa izaziva brzu agregaciju prašine u veće čestice, koje više ne ulaze u pluća i obaranje prašine na mestu njenog nastajanja. Osim toga mnogo bolje se rastvaraju nitrozni gasovi u odgovarajućem rastvoru nego u vodenoj pari odn. u kapljicama, koje se sastoje samo iz vode. Oborena prašina se kvazi higroskopskim rastvorom soli i zadržava. Usled sadržaja higroskopske soli ostaje voda vezana u sloju gde je oborena, pa se prašina ne može uskovitlati kod daljeg miniranja.

»Glückauf« 111 (1975) 4, str. 141



IN MEMORIAM

## Dipl. ing. Matija Cerovac

Navršila se godina dana od iznenadne smrti, 29. juna 1974. godine, člana Redakcionog odbora i saradnika časopisa »Sigurnost u rudnicima« dipl. ing. Matije Cerovca, glavnog rudarskog inspektora SR Slovenije.

Evocirajući uspomenu na ovaj dan upućujemo misli čoveku, koji je ceo svoj život posvetio rudarstvu i doprineo zaštiti na radu i sigurnosti u rudnicima.

Rodio se u Trstu 1911. godine i zajedno sa porodicom, kad je Italija okupirala Istru, Trst i Slovenačko primorje, emigrirao u Jugoslaviju, gde je završio gimnaziju.

Kada se u ranoj mladosti, odmah posle mature, zbog teških materijalnih prilika zaposlio u rudniku Zagorje, zavoleo je rudarski poziv, opredelio se za rudarstvo i 24. 3. 1939. godine diplomirao na Tehničkom fakultetu Univerziteta u Ljubljani.

Rudarsku praksu započeo je u boksitnim rudnicima preduzeća »Dalmacija boksit« kod Mostara, a zatim nastavio u ugljenokopu u Drvaru, Sekciji za dubinsko istraživanje nafte i gasa u Tuzli i ugljenokopu Trbovlje. Rad je prekinuo odlaskom u narodnooslobodilačku borbu. Uhapšen je i sproveden u koncentracioni logor u Dahau. Posle oslobođenja zemlje od fašističke okupacije, iako potpuno iscrpljen, vraća se odmah u Trbovlje, gde postaje rukovodilac rudarskih merenja, a zatim upravnik jame i rukovodilac geološkog odseka rudnika. Istovremeno je i direktor rudarsko-industrijske škole.

Kao iskusan rudarski stručnjak premešten je 1947. god. u svojstvu upravnika jame u Senovo, radi sanacije rudnika uglja, gde je zbog postignutih uspeha odlikovan ordenom rada II reda i unapređen za glavnog inženjera rudnika. Od 1951. do 1959. god. bio je glavni inženjer i vršio dužnost direktora u preduzeću »Proizvodnja nafte i gasa« — Donja Lendava, a 1959. god. prelazi u Geološki zavod u Ljubljani, odakle je već 1. 11. 1959. god. postavljen za rudarskog inspektora, a zatim i za glavnog rudarskog inspektora SR Slovenije, odakle je, mesec dana pre smrti, otišao u penziju.

Kao iskusan rudarski stručnjak ostao je u dubokom sećanju svojih saradnika, kojima je bio savetnik i mentor, a naročito mladih kolega, na koje je prenosio svoje stručno znanje i bogato rudarsko iskustvo. Kao inspektor ukazivao je na probleme koje treba proučavati i na zadatke i dužnosti rudarskih stručnjaka koji moraju biti njihova prvenstvena obaveza, naročito u oblasti zaštite pri radu i sigurnosti u rudnicima što je vlastitim primerom uvek i potvrđivao.

Kada su, u vezi sa društvenim razvojem, nadležnosti prenete na republičke i privredne organizacije, zalagao se za stručna savetovanja republičkih rudarskih inspektora u cilju stručnog uzdizanja rudarskih inspektora i prenošenja iskustva inspektora pojedinih republika u sprovođenju novih propisa i unapređenja organizacije službe zaštite na radu u rudnicima u uslovi-ma naglog razvoja rudarstva u našoj zemlji. U tim nastojanjima bio je uvek spreman da pomogne i saraduje pri donošenju saveznih i republičkih propisa iz oblasti rudarstva, a aktivno je saradivao i u časopisu »Sigurnost u rudnicima«.

U ovim mislima, povodom ove tužne godišnjice, odajemo poštu rudarskom stručnjaku, koji je dao značajan doprinos rudarstvu, naročito Slovenije, i jednom od pokretača časopisa »Sigurnost u rudnicima«, čiji je član Redakcionog odbora bio od početka izlaženja časopisa do kraja svog života.

## Bibliografija

Senčenko, I.S.: **Ocena sigurnosti ventilacije jame** (Ocena nadežnosti ventiljacii šahty)  
»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 12, str. 40—41, (rus.)

Kunin, I.K., Grigor'ev, A.P. i Savčenko, A.G.: **Provetravanje radilišta kod sistema podetažnog obrušavanja sa čeonim ispuštanjem ruda** (Provetrivanie očistnyh zaboev pri sisteme podetažnogo obrušeniya s torcovym vypuskom rudy)  
»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 12, str. 31—32, (rus.)

Ahmet, V.H. i Harev, A.A.: **Određivanje broja ventilacionih bušotina za provetravanje rudarskih istražnih hodnika** (Opredelenie količestva ventiljacionnyh skvažin dlja provetrivaniya gornorazvedočnyh vyrabotok)  
»Razvedka i ohrana nedr«, (1974) 12, str. 17—20, (rus.)

Petrosjan, A.E., Klebanov, F.S. i Kostin, V.A.: **Karakteristike ventilacije jama koje se nalaze u seizmičko aktivnim rejonima** (Osobennosti ventiljacionnyh šaht, raspoložennyh v sejsmoaktivnyh rajonah)  
»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 12, str. 16—18, (rus.)

Hausman, A. i Mayne, J.: **Kontrola provetrevanja jame pri likvidaciji požara** (Documents d'aérage à établir en prévision d'un incendie)  
»Ann. mines Belg.«, (1974) 9, str. 881—893, (franc.)

Buhman, Ja. Z. i Semenov, Ju. B.: **Provetravanje površinskih otkopa pomoću dupliranih (u parovima) slobodnih turbulentnih struja** (Provetrivanie kar'erov sparennymi svobodnymi turbulentnymi strujami)  
»Tr. Ural'sk. n.-i. i proektn. in-ta medn. prom-sti«, 1974, vyp. 17, str. 48—52, (rus.)

Guršev, I.G.: **O nekim slučajevima rešenja osnovne jednačine procesa provetrevanja otkopnog polja** (O nekotoryh slučajah rešenija osnovnogo uravnenija procesa provetrivaniya očistnoj paneli)

In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1974, 10 str., 1 bibl. pod., (Rukopis se nalazi u VINITI-u, 31 dec. 1974, Nr. 336—74 Dep.)

Gorjačev, V.N.: **Proračun pneumatskih mreža na analognom računaru EVMS-6** (Rasčet pnevmatičeskih setej na analoge AVMS-6)  
»Sb. nauč. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1974) 67, str. 138—141, (rus.)

Holding, W.: **Proračun ventilacionih mreža rudnika uglja pomoću metode proba i grešaka na elektronskom računaru** (The solution of colliery ventilation network by trial and error using a digital computer)  
»J. Mine Vent. Soc. Afr.«, 27 (1974) 10, str. 150—157, (eng.)

Mirošničenko, V.H., Haenko, S.G. i dr.: **Uticao promene gustine jamske atmosfere na tačnost analitičkih proračuna ventilacionih mreža** (Vlijanie izmenenija plotnosti rudničnoj atmosfery na točnost' analitičeskih rasčetov ventiljacionnyh setej)  
»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 12, str. 24—26, (rus.)

Šepelev, S.F., Primerov, A.F. i dr.: **Ispitivanje uticaja koeficijenta turbulencnosti difuzije kod promene raspodele dovoda i odvoda vazduha u komorama različitih vrsta** (Issledovanija vlijanija koeficijenta turbulencnosti diffuzij pri izmenenii raspoloženija podvoda i otvoda vozduha v kamerah različnyh klassov)

In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1974, 38 str., 10 bibl. pod., (Rukopis dep. u VINITI-u 8 jan. 1975., Nr. 38—75 Dep.)

Rjazancev, G.K., Lihovcev, V.M.: **Određivanje vremena prelaznog procesa u vazduhu u otkopnoj zoni i ventilacionoj mreži** (Opredelenie vremeni perehodnogo procesa po vozduhu na vyemočnom učastke i ventiljacionnoj seti)

In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1974, 8 str., 5 bibl. pod., (Rukopis dep. u VINITI-u 11 dec. 1974, Nr. 3147—74 Dep.)

Karnauh, N.G., Alferov, V.P. i dr.: **Određivanje optimalnih brzina kretanja vazduha u jamskim prostorijama prema toplotnom faktoru** (Opredelenie optimal'nyh skorostej dviženija vozduha v podzemnyh vyrabotkah po teplovomu faktoru)

»Gornyj ž.«, (1975) 1, str. 76—77, (rus.)

Kovalevskaja, V.I. i Spivak, V.A.: **Ventilator VCD-47 »Sever«** (Ventiljator VCD-47 »Sever«)

»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 12, str. 41—42, (rus.)

Sentek, J. i Tokarz, T.: **Analiza zavisnosti između karakteristike akustičnosti i produktivnosti jamskog centrifugalnog ventilatora** (Analiza zalezności pomiedzy akustycznymi i prezeplymowym parametrami promoeniowego wentylatora kopalnianego)

»Zesz. nauk. AGH«, (1974) 466, str. 143—159, (polj.)

Rusakov, L.N., Frenkel', F.Z. i Solgalov, E.V.: **Ejektor (Ežektor)**

(VNII bezopasnost' truda v gornrudn. prom-sti)  
Avt. sv. SSSR, kl. E 21 F 5/00, F 04 f 422856, prijav. 21. 11. 72, objav. 4. 09. 74.

Kruger, G.H.J.: **Ventilacija prostorija probijenih u metanonosnim stenama u slučaju isključenja energije** (The ventilation of development ends in methane areas in case of a power failure) »J. Mine Vent. Soc. S. Afr.«, 27 (1974) 10, str. 157—160, (engl.)

Kašibadze, V.V. i Čikobava, G.Š.: **Ispitivanje aerodinamičkog radilišta opremljenih kompleksima KM-100 i KM-87** (Issledovanie aerodinamičeskogo soprotivlenija očištnyh zaboev, oborudovannyh kompleksami KM-100 i KM-87) (rus.)

Vozijanov, A.F., Krivoručko, A.M. i dr.: **Utica izdvajanja toplote iz komprimovanog vazduha na uslove provetravanja jama** (Vlijanie teplootači sžatogo vozduha na uslovija provetrvanija šaht) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 12, str. 50—52, (rus.)

Brudnik, J.: **Problem provetravanja i kondicioniranja vazduha u jamama dubine oko 1000 m** (Problematika větrání a klimatizace dolu v hlobkách okolo 1000 m) »Uhli«, 22 (1974) 10, str. 412—415, (češ.)

Matvienko, N.G.: **O poreklu gasova u ležištima ruda** (O proishozdenii gazov rudnyh mesto-rozhenij) U sb. »Probl. rudnič. aerol. i primenenie elektr. energii v vosplamenjajuščihsja sredah«, M., 1974, str. 61—71, (rus.)

Andrejčenko, T.A., Borovskij, A.V. i dr.: **Metoda proračuna raspodele koncentracije metana u prostoru oko radilišta** (Metod rasčeta raspredelenija koncentracii metana v prizabojnom prostranstve)

In-t geotehn. meh. AN USSR, Dnepropetrovsk, 1974, 14 str., 3 bibl. pod., (Rukopis dep. u VINITI-u, 25 nov. 1974, Nr. 3020-74 Dep.)

Rjazancev, G.K., Lihovcev, V.M. i Toršin, G.G.: **Određivanje dinamike koncentracije metana u izlaznim strujama u prelaznom aerogasno-dinamičkom procesu** (Opredelenie dinamiki koncentracii metana na ishodjaščihsj strujah pri perehodnom aerogazodinamičeskom processe) In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1974, 8 str., 5 bibl. pod. (Rukopis dep. u VINITI-u 11 dec. 1974, Nr. 3145—74, Dep.)

Etinger, I.L., Šul'man, N.V. i dr.: **Absorpciona zapremina iskopanog uglja i gustina absorbovanog metana** (Sorpcionnyj obem iskopaemyh uglej i plotnost' sorbirovannogo metana) U sb. »Probl. rudnič. aerol. i primenenie elektr. energii v vosplamenjajuščihsja sredah«, M., 1974, str. 114—129, (rus.)

Rjazancev, G.K., Lihovcev, V.M. i Toršin, G.H.: **Određivanje koncentracije metana u izlaznoj struji otkopnog polja** (Opredelenie koncentracii metana na ishodjaščejsj strue vyemočnogo učastka)

In-t gorn. dela AN Kaz SSR, Alma-Ata, 1974, 9 str., 4 bibl. pod., (Rukopis dep. u VINITI-u 25 nov. 1974., Nr. 3001-74 Dep.)

Lebedev, N.N., Pirskij, A.A. i Krjučkov, A.I.: **Matematički model procesa izdvajanja metana iz odvaljenog uglja na otkopu** (Matematičeskaja model' processa vydelenija metana iz otbitogo uglja v očištnom zaboe) »Ugol' Ukrainy«, (1974) 12, str. 35—36, (rus.)

Burčakov, A.S., Ajruni, A.T. i Slepcev, E.I.: **Matematičko modeliranje ekonomske ocene degazacije rudnika uglja** (Matematičeskoe modelirovanie ekonomičeskoj ocenki degazacii ugol'nyh šaht) U sb. »Probl. rudnič. aerol. i primenenie elektr. energii v vosplamenjajuščihsja sredah«, M., 1974, str. 87—99, (rus.)

Kalimov, Ju. I., Razvarin, D.E. i Rutkovskij, G.F.: **Kaptaža metana u rudnicima Vorkute** (Kaptaž metana na šahtah Vorkuty) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 12, str. 22—24, (rus.)

Lidin, G.D.: **Neka pitanja jamske dinamike gasova nisu rešena za nove uslove** (Nekotorye voprosy rudničnoj gazodinamiki, ne rešennye dlja novyh uslovij) U sb. »Probl. rudn. aerolog. i primenenie elektr. energii v vosplamenjajuščihsja sredah«, M., 1974, str. 21—42, (rus.)

Kudrjašov, V.V. i Voronina, L.D.: **Zaprašenosť vazduha u uslovima rudnika severa i severo-istoka** (Zapylennost' vozduha v uslovijah šaht Severa i Severo-Vostoka) U sb. »Probl. rudnič. aerol. i primenenie elektr. energii v vosplamenjajuščihsja sredah«, M., 1974, str. 136—145, (rus.)

Beresnevič, P.V., Mihajlov, V.A. i dr.: **Uređaj za uzimanje proba zaprašenog vazduha i gasova na površinskim otkopima** (Ustrojstvo dlja othora prob zapylennogo vozduha i gazov na kar'erah) (VNII bezopasn. truda v gornorudn. prom-sti) Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 5/00, G 01 n 1/24, Nr. 417637, prijav. 8. 01. 73, objav. 8. 08. 74.

Lewer, H.: **Postupak punjenja bušotina u borbi sa prašinom i štetnim gasovima pri miniranju u rudarstvu** (Besatzverfahren zur Bekämpfung des Staubes und der schädlichen Gase bei der Schiesarbeit im Bergbau) (Chemische Fabrik Kalk GmbH) Patent SR Nemačke, kl. 78 e 21, (F 42 d 1/08), Nr. 1933729, prijav. 3. 07. 69, objav. 20. 08. 74.

Šurinoва, M.K.: **Sposobnost rastvora PAV za orošavanje prašine uglja različitog stadijuma metamorfizma** (Smačivajuščajsja sposobnost' rastvorov PAV v otnošenii pyli uglej različnoj stadijuma metamorfizma) U sb. »Probl. rudnič. aerol. i primenenie elektr. energii v vosplamenjajuščihsja sredah«, M., 1974, str. 157—162, (rus.)

**Kako kompanija de Beers rešava problem obaranja prašine pri bušenju (How De Beers beats dusty drilling problem)**

»World Mining«, 27 (1974) 12, str. 43, (engl.)

**Hoszowski, M.: Borba sa prašinom u jamskim prostorijama rudnika uglja (Ochrona przed zapyleniem w podziemiach kopalni węgla)**

»Ochr. pr.«, 28 (1974) 8, str. 14—16, (polj.)

**Zaharov, E.I., Klimatov, A.D. i Hecev, V.P.: Prognoza opasnosti u rudnicima od endogenih požara (Prognoz endogennoj požaroopasnosti šaht)**

»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 11. str. 48—50, (rus.)

**Sevrikov, V.V.: Potreba za automatskom zaštitom od požara u rudnicima (Neobhodimost' avtomatičeskoj požarnoj zaštity na šahtah)**

»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 12, str. 15—16, (rus.)

**Kwapiński, A.: Metode i sredstva gašenja podzemnih jamskih požara (Sposoby oraz utzadzenia dogaszenia podziemnych požarów kopalnianych)**

»Mech. i automat. górn.«, 12 (1974) 5, str. 30—36, (polj.)

**Milec, J.: O rezultatima dugotrajnih ispitivanja efektivnosti razređenih vodenih protivpožarnih zasuna u SR Nemačkoj (O výsledcích dlouholetého výzkumu rozložených vodních protivýbuchoých uzávěr v NSR)**

»Uhli«, 22 (1974) 11, str. 476—477, (češ.)

**Thorpe, R.: Jamski požari — sprečavanje i gašenje (Mine fires — prevention and control)**

»Can. Mining and Met. Bull.«, 67 (1974) 751, str. 96—104, (engl.)

**Bone, E.A.: Jamski požari (Fire underground)**  
»Colliery Guard.«, 222 (1974) 11, str. 384—385, 387—390, (engl.)

**Indikator ugljen monoksida za korišćenje u podzemnim uslovima (Carbon monoxide monitor for use in mines)**

»Canad. Mining and Met. Bull.«, 67 (1974) 744 m str. 136, (engl.)

**Graan, C.H. van: Neke primene ergonomije u rudarstvu južne Afrike (Some applications of ergonomics in the S. Afr. mining industry)**

»S. Afr. Mech. Eng.«, 24 (1974) 11, str. 282—289, (engl.)

**Progresivna rudarska tehnika i sigurnost (Advanced mining techniques and safety)**

»Mine and Quarry«, 3 (1974) 12, str. 16, 19 21—22, (engl.)

**Možarovskij, N.F., Časovitin, Ju. S.: U jamskim prostorijama — normalna vazдушna sredina (V gornyh vyrabotkah — normal'naja vozdušnaja sreda)**

»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 11, str. 26—27, (rus.)

**Kondraev, E.N., Oloncev, V.F. i Košele, V.E.: Respirator (Respirator)**

Avt. sv. SSSR, kl. A 62 b 7/10, Nr. 424569, prijav. 3. 10. 72, objav. 3. 10. 74.

**Artemenko, A.I., Burmaka, N.A. i dr.: Izolacioni regeneracioni respirator sa cikličnom šemom cirkulacije vazduha (Izolirujuščij regenerativnyj respirator s krugovoj shemoj cirkulaciji vozduha)**

(VNII gornospasat. dela)

Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 11/00, A 62 7/00, Nr. 406020, prijav. 4. 05. 70, publ. 1. 07. 74.

## O b a v e š t e n j a

**Sigurnost pri radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji i savremena tehnologija, Velenje, 1975. g.**

Jugoslovenski komitet za sigurnost i zaštitu na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji SIT-a rudarske geološke i metalurške struke organizuje Simpozijum o »Sigurnosti pri radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji i savremenoj tehnologiji«, koji će se sredinom oktobra 1975. god. održati u Velenju. Na Simpozijumu biće razmotrene promene do kojih je u zaštiti na radu došlo usled uvođenja savremene tehnologije i mehanizacije i koji su se novi problemi u zaštiti na radu pojavili sa novom tehnologijom. Na Sim-

pozijumu treba da se posebno konkretno razmotre problemi zaprašenosti atmosfere, kao izvora profesionalnih oboljenja i mogućnosti unapređenja zaštite od ovih uvođenjem nove metode rada, — kao i problem profila rudarskih radnika koji rade sa savremenom mehanizacijom, kao uslova za unapređenje zaštite radnika i dr. Problematika će, pored uvodnog referata, biti razmotrena u radnim referatima, dopunskim referatima (saopštenjima) i diskusiji po istima.

Razmatranjima na Simpozijumu treba da se analizira konkretno stanje na rudnicima, razlozi zbog kojih je uvedena nova tehnologija odnosno mehanizacija, opis i proizvodni efekat ovih, odraz nove tehnologije na povređivanje i profesionalno poboljevanje, a posebno koji problemi nisu rešeni i šta se predlaže za njihovo rešenje.

**Saopštenje o II jugoslovenskom savetovanju o bušenju i miniranju, Tajmište, 1976. god.**

*»Stručnjak koji kroz svoje radove doprinosi razvoju i bogatstvu svoje zemlje celishodnije ispunjava svoju dužnost nego onaj koji se zadovoljava radom »L'art pour l'art«*  
*La Chatelier*

Komisija za rudu Udruženja jugoslovenskih železara i Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju u zajednici sa Rudnicima i železarom Skopje održaće u Tajmištu, u prostorijama rudnika, od 12. do 14. maja 1976. godine II savetovanje o bušenju i miniranju. Na savetovanju će biti razmatrana savremena dostignuća u oblasti bušenja i miniranja u vremenu između dva savetovanja, od kojih u prvoj fazi tehnološkog procesa proizvodnje na rudnicima zavisi proizvodnost opreme za utovar, transport i drobljenje, koji su od posebnog značaja za uvođenje kontinuirane proizvodnje.

Na Savetovanju će biti razmatrana posebno sledeća tematika:

- fizičko-mehaničke osobine stena i njihov uticaj na bušačko — minerske radove
- bušački radovi i oprema za bušenje
- savremene tendencije u pravcu usavršavanja opreme za bušenje, tehnike i tehnologije bušenja
- automatizacija bušačkih radova
- eksplozivi, sredstva i pribori za miniranje
- tendencije na usavršavanju eksplozivnih sredstava
- metode miniranja na površinskim otkopima i u jamama — inovacije
- mehanizacija minerskih radova
- ekonomika bušačko-minerskih radova
- projektovanje bušačko-minerskih radova na rudnicima
- metode praćenja bušačko-minerskih radova
- mere sigurnosti pri izvođenju bušačko-minerskih radova
- ostala problematika vezana za bušačko-minerske radove.

## UPUTSTVO ZA PRIPREMU ČLANAKA ZA ŠTAMPU

Shodno odluci Redakcionog odbora članak treba da bude iz oblasti primenjene nauke i savremenih dostignuća u rudarstvu.

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 formuli), autor treba da ih ponovi na margini i napiše njihov naziv ( $\alpha$  — 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 oštrinu slici) mogu uklopiti u format  $3 \times 20,5$  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 da 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, kamena i dr

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

Oglašavajte se u našem časopisu!

Cena oglasa je 1.500,00 ND 1/1 strana strana  
1.200,00 ND 1/2 strane strane

Redakcija časopisa

---

## NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1975. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 400,00  
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 400,00

**Ukupno: 800,00**

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski Institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

M. P.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1975. godinu.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 100,00  
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 100,00

**Ukupno: 200,00**

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 60805-603-6228 SDK Zemun, Rudarski Institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

\_\_\_\_\_  
(Ime naručioaca)

(adresa)

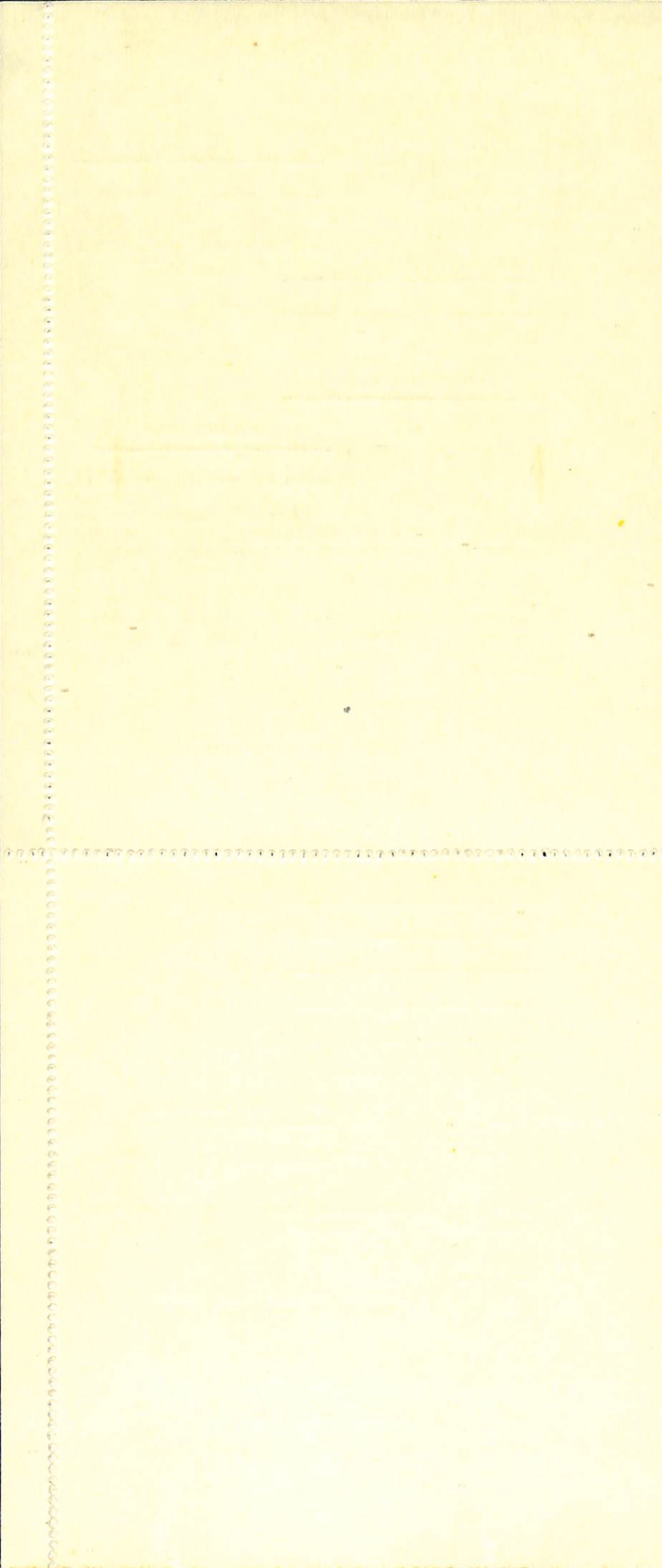
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

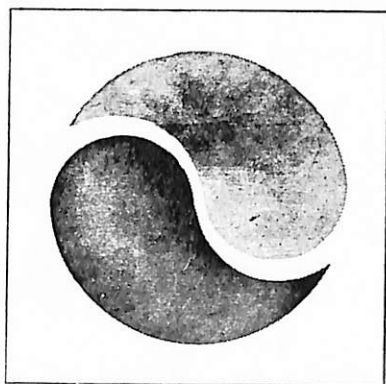
Overava preduzeće — ustanova

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## *naša delatnost*



**NAFTAGAS**

**NAFTNA INDUSTRIJA**

**NOVI SAD**

P. F. 337, TELEFON 53-322 TELEX 14-196

### **U OBLASTI INDUSTRIJE I RUDARSTVA**

Istraživanje nafte i gasa  
Bušenje na naftu i gas  
Proizvodnja nafte i prirodnog gasa  
Osnovna prerada nafte i prirodnog gasa  
Proizvodnja i prerada petrohemijskih i hemijskih proizvoda  
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

### **U OBLASTI TRANSPORTA:**

Transport nafte i gasa i njihovih derivata

### **U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:**

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti  
proizvodnje  
Transporta  
Prerada nafte i gasa  
Petrohemijske  
Hemijske proizvodnje  
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica  
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

### **U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:**

Proizvodnje  
Transporta  
Prerade i distribucije  
Nafte i gasa, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i  
treća lica

### **U OBLASTI SAOBRAĆAJA:**

Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za  
sopstvene potrebe  
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom  
saobraćaju  
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom  
industrijskom koloseku

### **U OBLASTI TRGOVINE:**

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gasa i uređaja za  
tečni gas (novih i polovnih)  
Uvoz za sopstvene potrebe, izvoz sopstvenih proizvoda i vršenje  
investicionih radova u inostranstvu  
Nabavka radi prodaje derivata nafte i prodaja derivata na ve-  
liko i malo, putem sopstvene prodajne mreže  
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih orga-  
nizacija  
Reeksport nafte i 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 gasa  
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim rad o-  
nicama  
Vršenje laboratorijskih usluga  
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva  
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 oglose svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja  
**GODIŠNJAK COLLIERY GUARDIAN-a**  
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Za besplatan uzorni primerak i  
dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,  
COLLIERY GUARDIAN  
John Adam House  
17-19 John Adam Street,  
London W. C. 2.

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga

**NOVO!**

**NOVO!**

**NOVO!**

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

# RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

U radu na rečniku učestvovali su najeminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik ima format pogodan za upotrebu.

**O-113**

**odlagalište, hidromonitorno visinsko**

flushing dump above level  
décharge (f) à chasse d'eau au  
dessus du niveau  
Hochspülkippe (f)  
высокосмывной отвал

**O-114**

**odlagalište, klizanje**

stockpile sliding; depot sliding  
glissement (m) du remblai  
Kippenrutschung  
отвальный оползень

**O-115**

**odlaganje, mesto**

depot position; storage position  
position (f) du dépôt  
Kippstelle (f)  
отвальное место

**O-116**

**odlagalište, napredovanje**

advance of waste dump  
avancement (m) du dépôt  
Kippenfortschritt (m)  
подвигание отвала

**O-117**

**odlagalište, odbacivačko**

stacker dump  
dépôt (m) formé par l'engin de rejet  
Absetzerkippe (f)  
экскаваторный (абзетцерный) отвал

**O-118**

**odlagalište, okrenut ka**

facing the stockpile; facing the depot  
face (f) vers de dépôt; face (f) vers  
le remblai  
kippenseitig  
со стороны отвала

Cena iznosi 300,00.— dinara.

# BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleibenden Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmova je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obrađivanjem.

---

## 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, Stempelreihe«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammenstellung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretni priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.



## **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.



**World  
Mining**

EDITED FOR THE  
MINERALS MINING INDUSTRY OF THE WORLD

**BPA**



Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining... congratulations on your publication of this very useful reference work

Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.

**SCHWERSCHMIEDEN  
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN**

**HEUER  
HAMMER**

5868 LETMATHE — UNTERGRÜNE

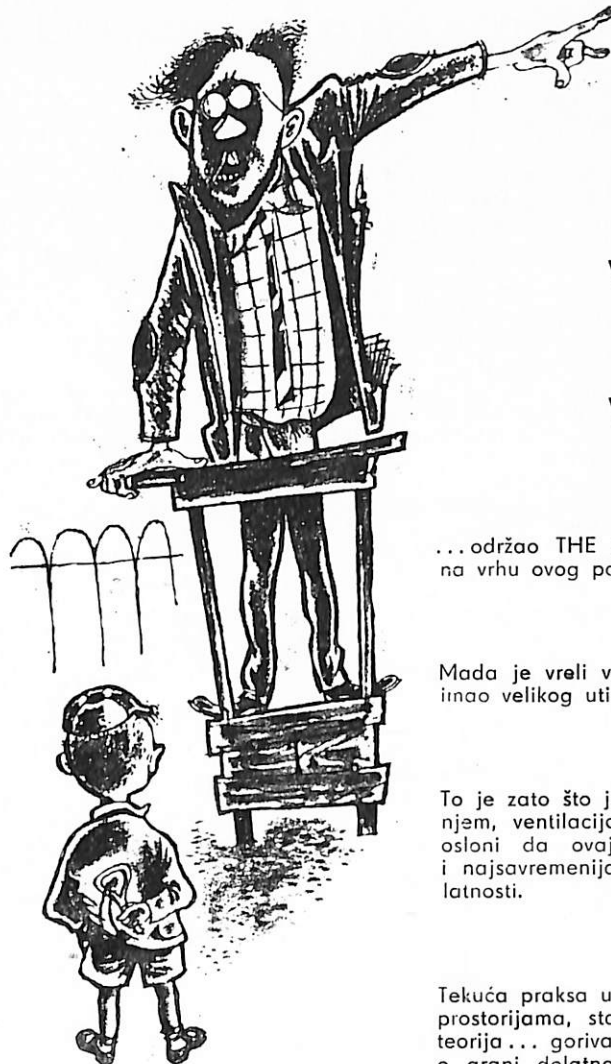
SEIT 1893



...teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

...saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.





# nije VRELI VAZDUH

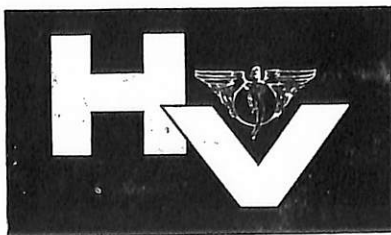
...održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER  
na vrhu ovog polja više od 40 godina.

Mada je vrela vazduh (i svež, hladan, suv i čist vazduh)  
imao velikog uticaja na to!

To je zato što je svako ko ima bilo kakve veze sa greja-  
njem, ventilacijom i »er condišnom« uvek mogao da se  
osloni da ovaj časopis pruža najnovija, najpotpunija  
i najsavremenija obaveštenja o svakom aspektu ove de-  
latnosti.

Tekuća praksa u svim područjima... fabrikama, poslovnim  
prostorijama, stanovima, rudnicima, brodovima. Principi i  
teorija... goriva, oprema, naučno-istraživački rad. Novosti  
o grani delatnosti... ljudima u toj delatnosti. Pregledi  
knjiga, patentni izvodi, raspoloživa literatura. Počev od  
vrhunskog praktičara do mladog početnika, svi mogu da  
nađu interesantne i vredne informacije u svakom meseč-  
nom izdanju.

Slobodni smo da vas pozovemo da pogledate THE HEA-  
TING AND VENTILATING ENGINEER. Uverićete se da se  
to isplatilo. Pišite za uzorni primerak na adresu:



**THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER**  
and Journal of Air Conditioning

11-13 Southampton Row,

London. W. C. 1.

ENGLAND

# POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

	Cena po primerku
— Dr ing. Slobodan Janković: «LEŽIŠTA METALIČNIH MINERALNIH SIROVINA» (sv. I) »METALOGENETSKE EPOHE I RUDONOSNA PODRUČJA JUGOSLAVIJE« (Sv. II)	60,00
—Dr ing. Mira Manojlović-Gifing: »TEORETSKE OSNOVNE FLOTIRANJA«	40,00
INFORMACIJA C: Informacija o proizvodnji, zalihama i tržištu uglja koja izlazi mesečno i daje sliku momentalnog stanja, godišnja pretplata	600,00
10 GODINA RUDARSKOG INSTITUTA Publikacija u kojoj su objavljeni radovi saradnika Rudarskog instituta po temama koje je obrađivao Institut u toku protek- lih deset godina — jubilarna publikacija	70,00
— Dr ing. Branislav Genčić: »TEHNOLOŠKI PROCESI PODZEMNE EKSPLOATACIJE SLOJEVITIH LEŽIŠTA« (I deo)	50,00
— Prof. dr Velimir Milutinović: »KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA«	100,00
»INFORMACIJE B« (po pregledu od 1—56)	25,00

**Uskoro izlazi iz štampe**

# **Godišnjak o radu rudnika uglja u 1974. godini**

**Cena knjige je 1.300,00.— dinara.**

Zainteresovani je mogu poručiti ili odmah uplatiti na račun 60805-506-6228 SDK Zemun, a Redakciji »Rudarskog glasnika« dostaviti tačnu adresu, na koju će knjiga biti upućena.

**Knjiga se pre uplate ne dostavlja!**

**Redakcija**

# **PROIZVOĐAČI OPREME**

Dostavite nam prikaze Vaših najnovijih proizvoda koje ćemo objaviti **BESPLATNO** u rubrici »Nova oprema i nova tehnička dostignuća«.

Članak treba da obuhvati najviše 5 kucanih stranica sa 2—3 fotografije.

Prikaze dostavite na adresu:

**RUDARSKI INSTITUT**

Redakcija »Rudarskog glasnika«  
Zemun, Batajnički put br. 2.

**Redakcija**



# RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

---

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA

- površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
- oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
- miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite

- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA

- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA

- VRŠI OPTIMIZACIJU KAPACITETA I IZBOR NAJPOVOLJNIJIH VARIJANTI KORIŠĆENJEM SAVREMENIH METODA I MATEMATIČKIH MODELA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svet-ske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti..

---

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje dva kvartalna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA



# **RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN**

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

---

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
  - open-cast and underground exploitation of mineral ores
  - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
  - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.**

---

The Institute of Mines editorial activities include two quarterly periodicals:

**RUDARSKI GLASNIK  
SIGURNOST U RUDNICIMA**

- 
- veliki broj stručnjaka
  - visok naučni i stručni nivo
  - ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni u praksi
  - iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
  - savremena oprema garantuju: BRZE

SAVREMENE  
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

---

obratite se na:

POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE  
I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.

Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)

Poštanski fah 116.

---

RI

---

- 
- large number of experts
  - high scientific and specialized level
  - realized scientific-research results applied in practice
  - experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
  - up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

FAST  
CONTEMPORARY  
HIGH QUALITY

services in above activities

---

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2  
tel. 691-223 — telex 11830 YU RI

---

RI

---

