

SIGURNOST U RUDNICIMA
YU ISSN 0350 — 1809



SIGURNOST U RUDNICIMA

X·1975·2

SIGURNOST U RUDNICIMA
YU ISSN 0350—1809

X GODIŠTE
2. BROJ
1975. GODINA

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

SAFETY IN MINES
SÉCURITÉ MINIÈRE
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ
ГОРНЫХ РАБОТ
GRUBENSICHERHEIT

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Tehnička redakcija
MARINA PETROVIĆ
MIRA MARKOVIĆ

Naslovna strana
MILAN GOLUBOVIĆ

Štampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Dipl. ing. IVO 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

DIPL. ING. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ

Otkopavanje zaštitnih stubova u Raši — — — — —	5
Abbau des Sicherheitspfailers in Raša — — — — —	14

PROF. ING. ERMIN TEPLY

Ventilaciju jame sa više vanjskih ventilatora sa aspekta sigurnosti — — —	15
Grubenbewetterung mit mehr Aussenlüftern vom Standpunkt der Sicherheit	19

DIPL. ING. JOVAN PEJČINOVIĆ

Ispitivanje garantnih vrednosti novog glavnog ventilatora rudnika »Trepča« — Stari Trg — — — — —	20
Testing of Guarantee Values of the New Main Fan in Mine »Trepča« — Stari Trg — — — — —	40

DIPL. ING. PETAR TANASKOVIĆ

Algoritam za izračunavanje prirodne raspodele vazduha u ventilacionim mre- žama — — — — —	41
Algorithm for the Calculation of Natural Air Distribution in Ventilation Networks — — — — —	46

PROF. DR ING. RUDI AHČAN

Sanacijsko odkopavanje v območju vodnih vdorov v jami Ojstro v Zasavskih premogovnikih Trbovlje — — — — —	47
Sanierungsabbau im Bereich der Wassereinbrüche in der Grube Ojstro von Zasavski premogovniki Trbovlje — — — — —	61

DR MR ING. DIMITRIJE DIMITRIJEVIĆ

Uticao petrološkog i mineraloškog sastava uglja na sastav jamske prašine u jamskom vazduhu rudnika »Mostar« — — — — —	62
Influence des structures petrologiques et minerologiques sur la formation des poussières des fausses dans l'air de mine de Mostar — — — — —	65

DR ALEKSANDAR MIHAJLOV

Ergonomski aspekti uslova rada u kompresorskim stanicama sa osvrtom na buku i mikroklimatske uslove — — — — —	67
Ergonomic Aspects of Working Conditions at Compressor Station with Regard to Noise and Micro-Climatic Conditions — — — — —	70

DR ŽIVKO STOJILJKOVIĆ

Uticao aerzagadenja na zdravstveno stanje i radnu sposobnost vozača motornih vozila — — — — —	72
The Effect of fAir Pollution on the State of Health and Working Ability of Mo- tor Vehicle Drivers — — — — —	81

DIPL. ING. DRAGOSLAV GOLUBOVIĆ

Savremeni aspekti utvrđivanja koncentracija lebdeće prašine — — — — —	83
Derzeitige Gesichtspunkte zur Bestimmung der Flugstaubkonzentration — —	95

Iz prakse

DIPL. ING. SLAVKO KISIĆ — DIPL. ING. OBREN KOPRIVICA —

DIPL. TEHN. GOJKO JEVTIĆ

Mogućnost otprašivanja puništa skipa u rudniku Stari Trg — — — — —	97
Possibility of Dedusting the Skip Loading Point in Mine Stari Trg — — —	102

DIPL. ING. VLADIMIR IVANOVIĆ

Tipiska rešenja kompleksne zaštite od agresivne mineralne prašine u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom metala i nemetala — — — — —	103
Typenlösungen des komplexen Schutzes vom aggressiven Staub in den Unter- tagebetrieben der Erz- und Nichterzgruben — — — — —	111
Kongresi i savetovanja — — — — —	112
Nova oprema i nova tehnička dostignuća — — — — —	113
Bibliografija — — — — —	114

Otkopavanje zaštitnih stubova u Raši

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević

Opisano uspješno otkopavanje kamenog uglja u zaštitnim stubovima rezultat je sistematskog rješavanja tog problema kroz odgovarajuće projekte, u kojima su korišćeni parametri uticaja podzemne eksploatacije na površinu za određene specifične uslove.

Primjenjena metodologija i stečena iskustva mogu poslužiti i drugim rudnicima kod rješavanja sličnih problema.

U v o d

Od prvog članka, koji se u našoj stručnoj rudarskoj štampi pojavio iz područja eksploatacije uglja u zaštitnim stubovima (1) proteklo je 12 godina. U Srednjobosanskom bazenu uspješno je do sada otkopana skromna, ali za sticanje vlastitih iskustava vrlo značajna količina od oko milion tona mrkog uglja. S tim u vezi, u ovom bazenu se već 15 godina vrše sistematska opažanja i mjerenja deformacija na površini iznad dijela ležišta koje se podzemno eksploatiše. Njihovom stručnom interpretacijom dobivene su vrijednosti potrebnih parametara za rudarsko-geološke uslove bazena (5), pa se oni koriste kod projektiranja takvih eksploatacija, kao i za određivanje granica zaštitnih stubova.

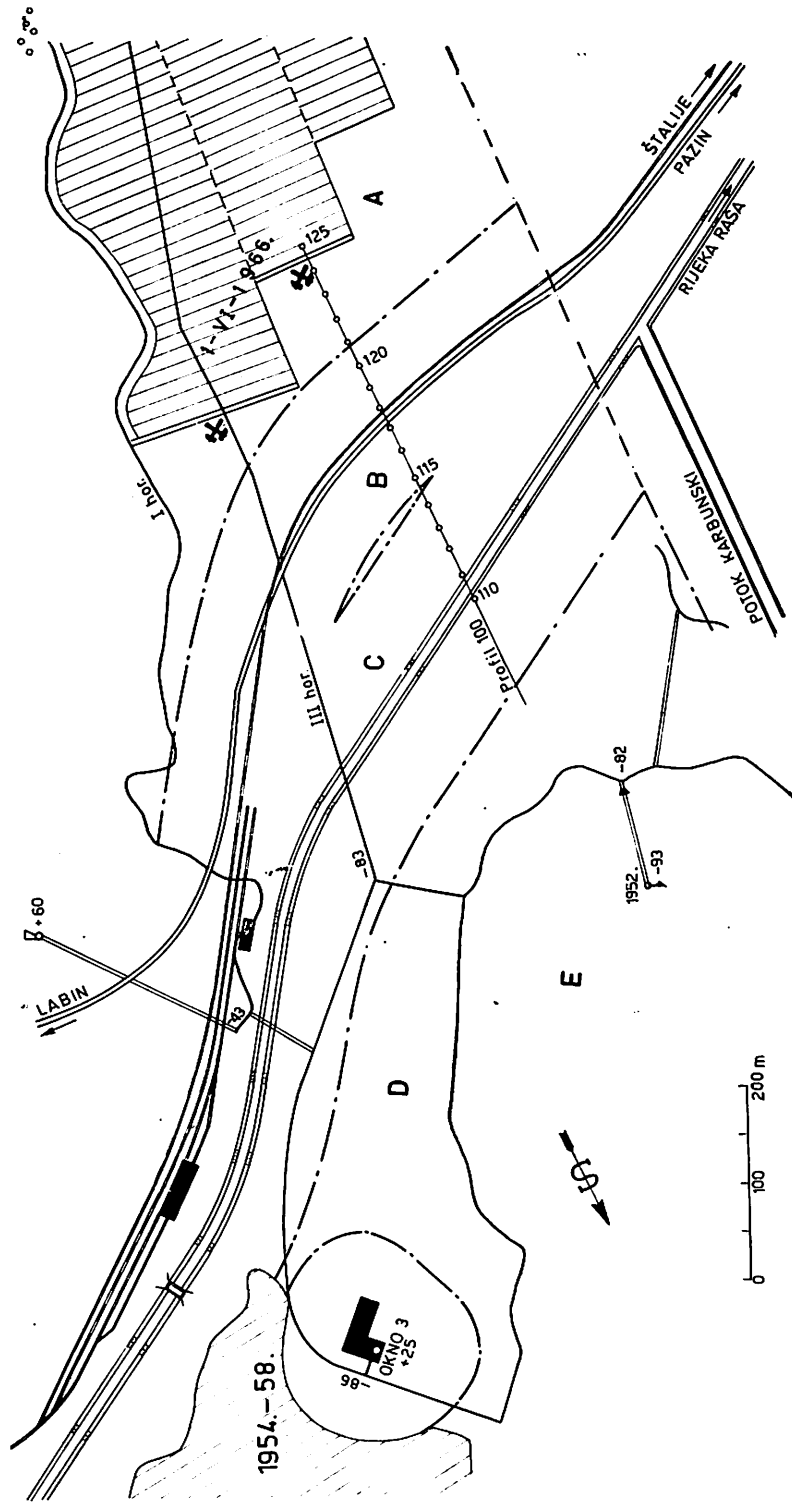
U ovom članku je opisan primjer otkopavanja kameno — ugljenih slojeva u zaštitnim stubovima za željezničku prugu, cestu i regulaciju korita rijeke pri čemu su deformacije na površini i objektima ostale u dozvoljenim granicama. Uspjeh je i ovdje postignut zahvaljujući dugogodišnjem vrlo sistematskom radu na rješavanju tog problema i korišćenju vlastitih parametara, dobivenih na osnovu u tu svrhu vršenih lokalnih geodetskih opažanja (8). Za specifične rudarsko-geološke uslove bazena Raše nisu mogle biti korištene vrijednosti odgovarajućih parametara iz strane literature pa ni one koje važe u Srednjobosanskom bazenu.

Opći podaci

U jami Pićan Istarskih ugljenokopa Raša ležište kamenog uglja iz starijeg tercijara prostire se ispod blago brdovitog karstnog terena i široke doline, u čijem kvartaru je ukopano regulirano korito rijeke Raše. Jama je plitka (60 do 150 m) otvorena oknom 3 i ventilacionim uskopom (sl. 1). U eksploataciji su dva, a mjestimično i tri, ugljena sloja.

Kredni (I) sloj leži neposredno na osnovnom krednom vapnencu, pa je nepravilan po moćnosti i prostiranju. Drugi (II) sloj predstavlja lokalno zadebljanje i račvanje prvoga i neznatne je rasprostranjenosti. Treći (III) sloj razvijen je na cijelom prostranstvu na 10 do 30 m iznad krednog sloja. Debljina slojeva koji se eksploatiraju kreće se od 1,20 do 2,50 m. Najregularnija je u III sloju sa oko 2 m. Ugljeni slojevi su uloženi u vrlo čvrste kozinske vapnence, a osnovno gorje je kredni vapnenac. Radi male dubine u ovoj jami se ne pojavljuju gorski udari, koji inače u Raši prate eksploataciju isto takvih slojeva, ali na mnogo većim dubinama. Otkopavanje se vrši širokim čelima sa frikcionom čeličnom podgradom i uz primjenu pneumatskog zasipa. Sporadično je III sloj otkopavan i sa zarušavanjem krovine.

U središnjem dijelu jamskog polja nalaze se na površini pruga JŽ Lupoglav — Štališe,



Sl. 1 — Zaštitni stubovi B — za prugu i cestu, C — za korito rijeke.

Abb. 1 — Sicherheitspfeiler B — für die Eisenbahnstrecke und Strasse, C — für das Flussbett.

asfaltirana cesta Labin — Pazin i rijeka Raša. Za ove objekte su još ranije određeni zaštitni stubovi, koji se negdje prekrivaju, ali u produktivnom dijelu ležišta, gdje se vrši eksploatacija oni se sjedinjuju u jednu zatvorenu cjelinu (B + C na sl. 1). Granica eksploataibilnih slojeva nalazi se kod Karbunskog potoka.

U 1966. godini eksploatacija se obavljala južno od željezničke pruge ispod brdovitog terena (A na sl. 1), gdje su bila razvijena tri ugljena sloja. Slijedeća za eksploataciju slobodna bila je ploha D i E, ali je tamo postojao problem u vezi prodora vode na koti—93 u godini 1952., koji je zatvoren betonskim čepom na koti—82 i za koju bi se morao ostaviti odgovarajući još nedefiniran zaštitni stub. S obzirom na vanbilansne rezerve B i C, kao i nepouzdanu u polju E, perspektiva ove jame je bila u pitanju. Radi toga je postavljen zadatak da se pokuša riješiti problem iskorištenja uglja u zaštitnim stubovima (polje B i C). Ove već otvorene i za eksploataciju lako pristupačne zalihe bile su ekonomski vrlo značajne, jer mogu osigurati 4 do 5-godišnju proizvodnju jame. Pravovremeno postavljen zadatak njihove eksploatacije povoljno je riješen zahvaljujući sistematskom pristupu ovom problemu.

Idejni projekat

Prilikom davanja zadatka, otkopna fronta u III sloju već se približavala sa južne strane granici stuba za prugu (sl. 1).

Idejni projekat (3) je izrađen uz korišćenje samo stranih iskustava (2), jer na području Istarskih ugljenokopa do tada nije bilo nikakvih sistematskih geodetskih mjerenja za praćenje uticaja jamske eksploatacije na površinu. Radi toga su za prognozu deformacija uzeti parametri iz stručne literature. Koeficijent slijeganja k računat je kod otkopavanja sa zarušavanjem 0,7, sa zasipom 0,24, a u pojasevima 0,02.

Za kut glavnih uticaja uzete su jednake vrijednosti za vanjski i unutrašnji i to $\beta = 68^{\circ}10'$, odnosno $\text{tg } \beta = 2,5$.

U idejnom projektu je bilo predloženo, da se I i III sloj ispod pruge JŽ otkopavaju širokim čelima po padu, kao što se radilo ispod slobodnog terena (sl. 1 polja A), ali oba sa pneumatskim zasipom da bi slijeganje bilo

manje. Izračunato je, da će ono iznositi od III sloja 480 mm, a od I sloja 336 mm, odnosno ukupno 816 mm.

Ispod rijeke Raše projektirana je djelomična eksploatacija metodom 30 m širokih pojaseva i neotkopanih ugljenih stubova iste širine. Takva metoda primjenjuje se uspješno u NR Poljskoj (2). Izračunato je, da će kod te metode najveće slijeganje iznositi 64 mm, što je za regulirano 4-5 m duboko korito rijeke praktično bez značaja.

U idejnom projektu je naglašena potreba da se prije izrade glavnog projekta utvrde realni parametri uticaja otkopavanja na površinu u tamošnjim rudarsko-geološkim uslovima. U tu svrhu je u idejnom projektu data mreža geodetskih tačaka po principu profilnih linija okomito i paralelno prema otkopnom frontu. Date su i upute za vršenje takvih na ovom rudniku po prvi put uvedenih mjerenja, pa su ista početa 7. 6. 1966. još u toku rada na idejnom projektu, jer je bilo vrlo važno što prije izmjeriti nulto stanje na tačkama koje još nisu došle pod uticaj eksploatacije. Tada započeta mjerenja vrše se neprekidno u dosta čestim vremenskim razmacima i sada, dakle punih 8 godina, uz postavljanje novih i napuštanje nepotrebnih tačaka

Rudarski projekat

Da bi se dalo izvedbeno rješenje za otkopavanje u zaštitnom stubu pruge JŽ i s njom paralelne ceste i dobile odgovarajuće saglasnosti, za taj poduhvat izrađen je u godini 1970. dopunski rudarski projekat (4). U posebnom poglavlju analiziran je uticaj projektirane eksploatacije na željezničku prugu i cestu i prognozirane su deformacije. Kod toga su korišteni rezultati geodetskih opažanja izvršenih od 1966. do 1970. godine. Najkompletniji podaci dobiveni su analizom profilne linije 100 (sl. 1). Utvrđeno je da je eksploatacija III sloja sa zarušavanjem izazvala najveće slijeganje $S_{\text{max}} = 550$ mm što kod otkopane debljine $d = 1740$ mm daje koeficijent slijeganja

$$k = 550 : 1740 = 0,315$$

Za prognozu budućih deformacija ovaj koeficijent je povećan i zaokružen na $k = 0,4$.

Pošto je mjerenjem utvrđeno da je stvarni koeficijent slijeganja kod zarušavanja krovine upola manji od 0,7 a ta je vrijednost navedena u idejnom projektu, sada je za izvedbu projektirana metoda sa zarušavanjem krovine, da bi se izbjegli vrlo visoki troškovi pneumatskog zasipa.

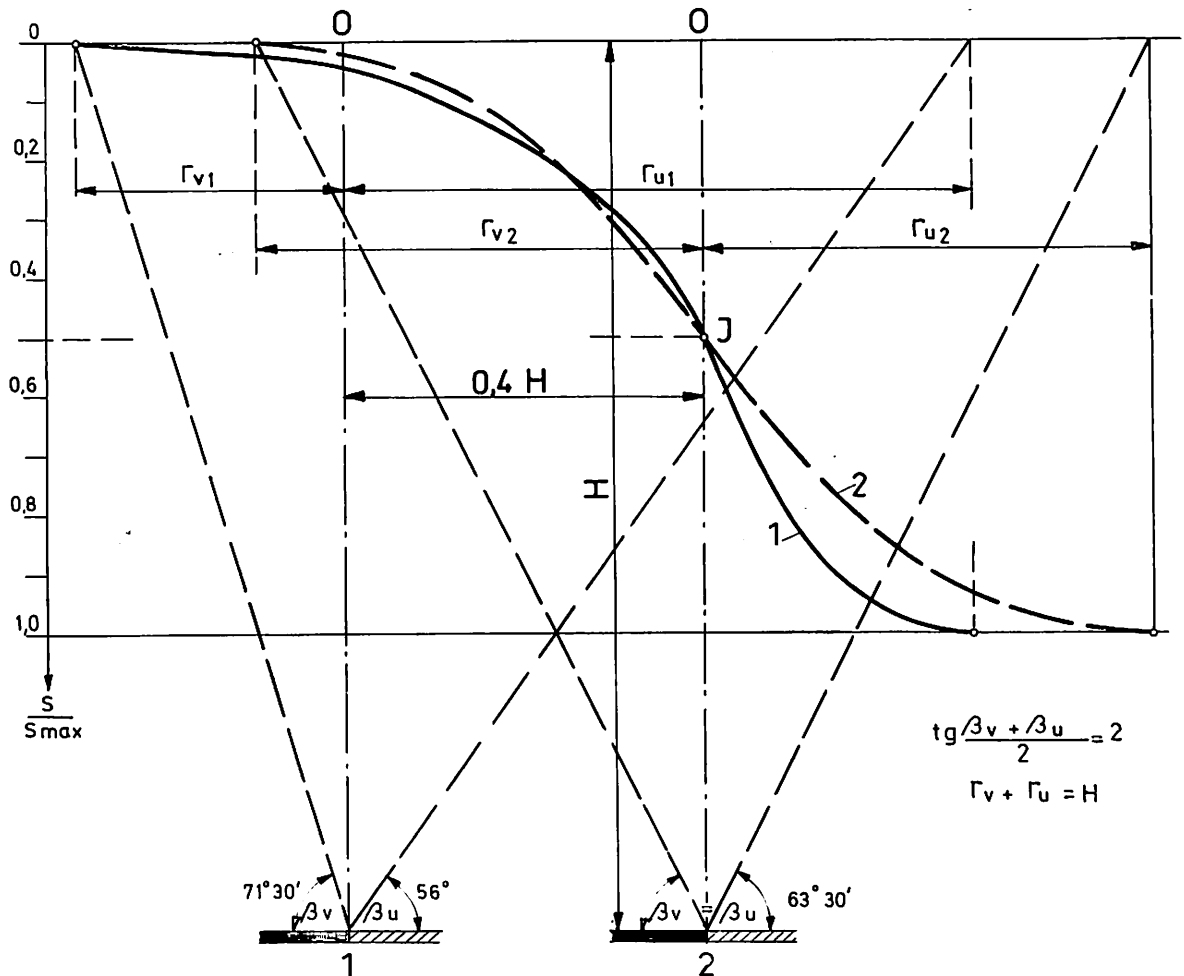
Za eksploataciju ispod željezničke pruge prognozirane su najveće vrijednosti slijeganja od III sloja 840 mm, od I sloja 660 mm, ukupno $S_{max} = 1500$ mm.

Interpretacijom mjerenja dobiven oblik rubne krivulje na profilu 100, iz koje se određuje kut glavnih uticaja, ne razlikuje se mnogo od one po poznatoj teoriji Budryk —

Knothe (2) što se dobro uočava na sl. 2. Tačka inverzije, međutim, ne nalazi se iznad granice otkopavanja, već je pomaknuta unutra za $0,4 H$, a zakrivljenost nije simetrična, već je na izbočenom dijelu radijus veći od onoga na ugnutom. Budryk — Knotheovom krivuljom se bolje poklapa izbočeni od ugnutog dijela. Na osnovu analize ove krivulje, u projektu je uzeto da vanjski polumjer uticaja iznosi $r_v = H : 3$, a unutrašnji $r_u = H : 1,5$. Iz toga slijede kutovi dometa glavnih uticaja

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta_v &= 3 \\ \operatorname{tg} \beta_u &= 1,5 \\ \operatorname{tg} \beta_{sr} &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_v &= 71^\circ 30' \\ \beta_u &= 56^\circ \\ \beta_{sr} &= 63^\circ 30' \end{aligned}$$



Sl. 2 — Oblik rubne krivulje korita slijeganja 1 — na osnovu mjerenja profila 100, 2 — po teoriji Budryk — Knothe.

Abb. 2 — Kurvenrandform der Senkungsmulde 1 — nach Vermessungen der Profillinie 100, 2 — nach der Theorie von Budryk und Knothe.

Ovim je korigovana iz idejnog projekta vrijednost za $\text{tg}\beta$ sa 2,5 na 2.

Da bi se postiglo što ravnomjernije slijeganje željezničke pruge, izmjenjen je dotadašnji položaj otkopa po padu, pa je projektirano, da široko čelo u III sloju, koji će se prvo otkopavati, bude u svom napredovanju uvijek u položaju okomito na trasu pruge, prateći njezino povijanje, bez obzira na pad sloja. Dužina čela određena je ista kao širina zaštitnog stuba, tj. 100 do 160 m. Poslije III slijediće otkopavanje krednog sloja na odstojanju najmanje 40 m radi sprječavanja sumiranja istovjetnih horizontalnih deformacija + E odnosno — E. Prema veličini slijeganja prognozirano je, da će se nagib pruge povećati sa postojećeg 4‰ na 10‰, odnosno kad se otkopa III sloj, a poslije otkopavanja krednog sloja na 15‰.

Otkopavanje ispod željezničke pruge

Otkopni front u III sloju krenuo je 23. 2. 1971. a otkopavanje je trajalo neprekidno do 1. 4. 1974., odnosno oko 3 godine. Za to vrijeme otkopana je dužina 650 m. Kredni (I) sloj otkopavan je od VI 1972. do VIII 1974. Otkopana površina I sloja je znatno manja od one u III sloju i vrlo je nepravilnog i isprekidanog oblika (sl. 3), a otkopana ukupna dužina iznosi oko 300 m.

Iako je bilo projektirano i odobreno da se III sloj otkopa sa zarušavanjem, u oba sloja se ipak radilo sa pneumatskim zasipom, radi bolje obučenosti radnika za rad tom metodom. Zarušavanje vrlo čvrstih krovinskih naslaga vezano je, naime, za mnoge teškoće i zahtjeva posebnu vještinu i iskustvo.

U skladu sa projektom, pravovremeno su postavljene dvije linije geodetskih tačaka za praćenje deformacija na površini, jedna uz prugu (300) i druga uz cestu (600). Početno stanje tzv. nulto mjerenje izvršeno je 1. 7. 1970. određivanjem kota i dužina, kao i položaja tačaka s obzirom na savijanje objekata, pa i pratećih linija.

Utjecaj otkopavanja na željezničku prugu praćen je kontrolnim mjerenjem visina jedanput mjesečno do 4. 9. 1974., ukupno 38 puta. Pošto je slijeganje bilo praktično završeno, obustavljeno je daljnje mjerenje te profilne linije (7). Mjerenje dužina, osim nultog, ponovljeno je još 4 puta, jer je to za ovaj slučaj manje važno od kontrole visine. Slijeganje

cesta kontrolisano je samo povremeno, jer ona uglavnom ide paralelno sa prugom, pa su i uticaji jednaki, a cesta je, osim toga, mnogo manje osjetljiva na deformacije nego pruga.

Utjecaj otkopavanja ispod željezničke pruge i deformacije koje su se na istoj pojavile prikazan je na sl. 3. Označen je položaj širokog čela u III sloju za 3 perioda i istog dana (6, 12. i 18. mjerenje) oblik korita slijeganja na profilnoj liniji 300. Za I sloj prikazan je samo njegov ukupni utjecaj na slijeganje tačaka, a radi nepravilne geometrije ovog sloja došlo je i do nepravilnosti završnog korita slijeganja (38. mjerenje). Analizom ovog profila dobivene su vrijednosti važnih parametara.

Pod utjecajem otkopavanja III sloja formirano je dno korita slijeganja kod tačke 330 godinu i po dana poslije početka kopanja, odnosno kada je bilo otkopano 290 m uzduž pruge sa 150 m širine. Postignuto je tada tzv. puno potkopavanje. Slijeganje nekoliko obližnjih tačaka iznosilo je $S_{\text{max}} = 390$ mm. S obzirom na prosječnu debljinu III sloja na tom području $d = 2074$ m izračunat je koeficijent slijeganja

$$k = S_{\text{max}} : d = 390 : 2074 = 0,188$$

To je 60‰ od onoga sa zarušavanjem (0,315), što izgleda vrlo ubjedljivo.

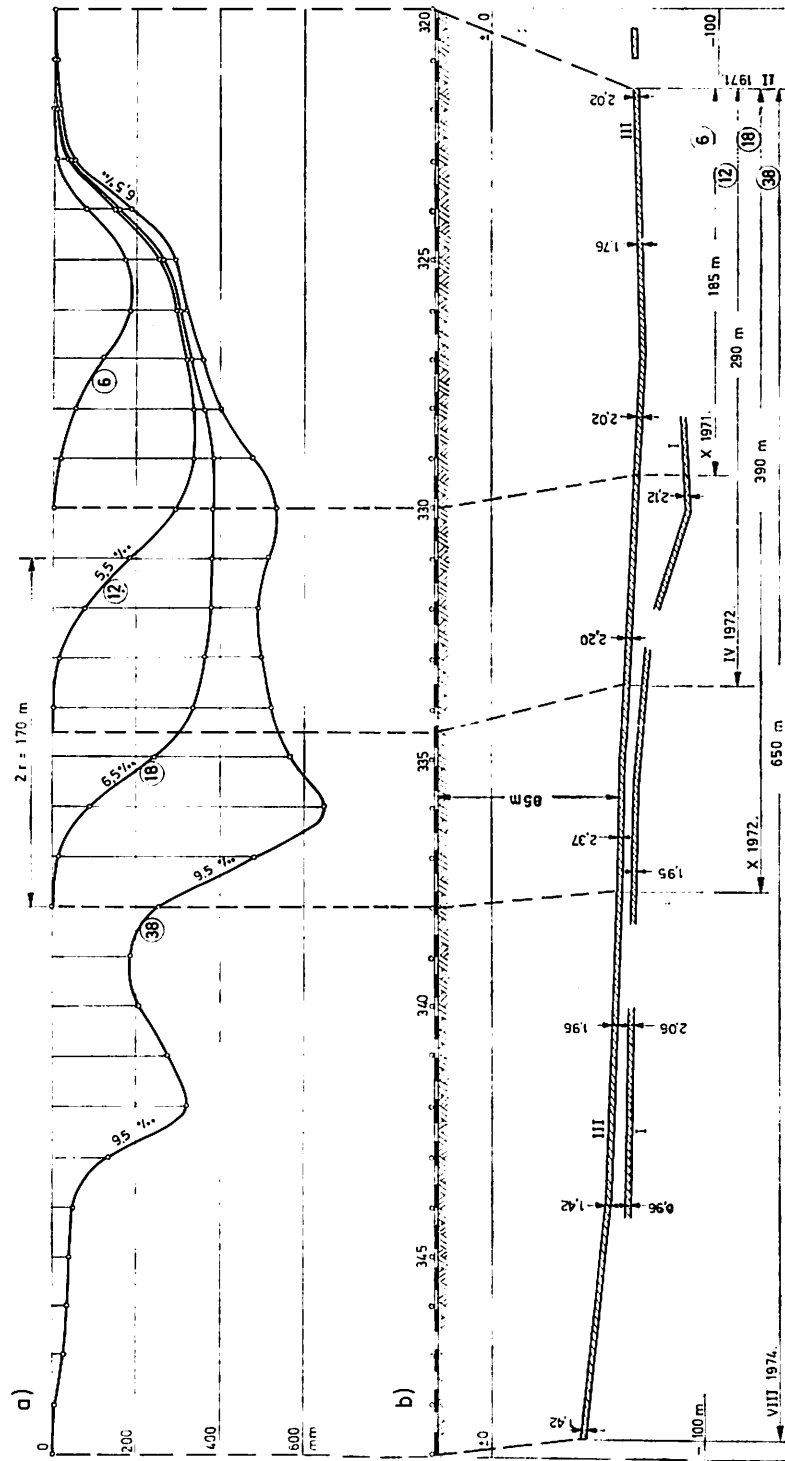
Konstruirana korita slijeganja za određeni položaj granične linije otkopavanja su dinamična, jer slijede otkopni front u pokretu. Pošto je brzina tog kretanja ujednačena i srazmjerno mala, oko 15 m mjesečno, to su i rubne krivulje svih korita nakon formiranja konačnog dna istovjetne, što se vidi iz njihovog maksimalnog nagiba 5,5 do 6,5‰ i pravilnih oblika konkavnog i konveksnog dijela (sl. 3). Konstruktivno se može utvrditi da doseg glavnih uticaja iznosi

$$2r = 170 \text{ m}$$

Pošto dubina iznosi $H = 85$ m, tangens srednjeg kuta uticaja iznosi

$$\text{tg}\beta = 85 : 85 = 1$$

To, međutim, vrijedi za dinamičko korito. Na ovom profilu se ne može odrediti statički



с. 3 — Корита слијеганја уздуж жељезничке пруге, динاميћна (6, 12, 18) и завршно (38).

Abb 3 - Senkungsmulden entlang der Eisenbahnstrecke bewegliche (6, 12, 18) und statische (38).

oblik korita radi nepravilnog oblika zapadne završne granice kopanja, ali primjenom analogne analize u Brezi (5), da je $tg\beta_{st} = 2 \times tg\beta_{din}$, može se izračunati $tg\beta_{st} = 2 \times 1 = 2$, što daje vrijednost $\beta_{sr} = 62^{\circ}50'$.

Na profilnoj liniji 100 dobiveno je $\beta_{sr} = 63^{\circ}30'$ što govori u prilog gornje analize.

Iz kontrole dužina izvršene 7. 11. 1972. u odnosu na O-to stanje izračunali smo da se na dinamičnom koritu slijeganja pojavljuje rastezanje + E do 1,3‰, a stiskanje -E do 2,40‰. U projektu je bilo prognozirano od III sloja E = 3,6 do 6,6‰.

Utvrđeno je, da se tačka na terenu počine slijegati kada joj se otkopni front približi na 0,2 H i praktično završava za 8 do 10 mjeseci, odnosno kada se front udaljio na 1,5 H.

Za vrijeme otkopavanja III sloja slijeganje se odvijalo vrlo ravnomjerno i pravilno, a na pruzi se to jedva moglo prostim okom zapaziti. Ipak je vršeno podbijanje pruge, kada se ista slegla za oko 200 mm i još kasnije nekoliko puta. Radi toga se i nije moglo na samoj pruzi formirati onako korito slijeganja, kako je prikazano na sl. 3, jer se ono odnosi na geodetske tačke postavljene u trupu pruge.

Veličina specifičnih horizontalnih deformacija je bila beznačajna, s obzirom da tračnice nisu varene i da se pruga nalazi u zavoju. Na cesti su primjećivane samo manje prsline na asfaltu, ali su se iste brzo zatvarale, jer je saobraćaj vrlo živ. Nije bilo potrebno da se radi slijeganja uvode bilo kakva ograničenja saobraćaja ni prugom ni cestom.

Projekat otkopavanja ispod rijeke Raše

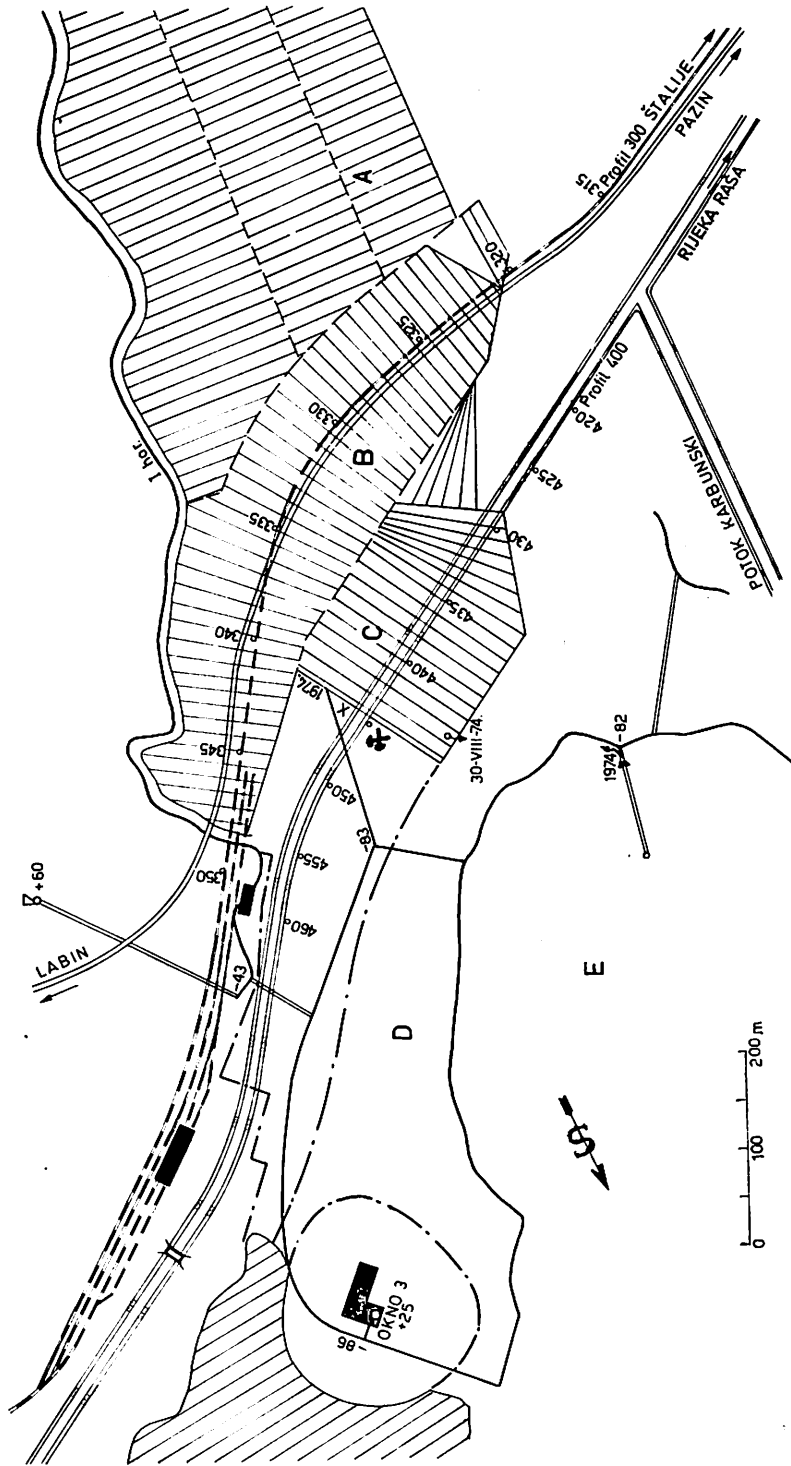
Na osnovu analize rezultata redovnih mjesečnih geodetskih mjerenja profilne linije 300 duž željezničke pruge, došlo se već u III kvartalu 1972. godine do zaključka da su deformacije, a naročito slijeganje, mnogo manje od prognoziranih i da će otkopavanje ispod pruge uspjeti iznad očekivanja. Da ne bi došlo do zastoja u proizvodnji, odnosno da bi se nakon eksploatacije zaštitnog stuba za prugu odmah prešlo na eksploataciju ispod rijeke Raše, izrađen je u 1973. odgovarajući rudarski projekat (6). U posebnom poglavlju »Uticaj eksploatacije na površinu« analizira-

ni su rezultati svih dotadašnjih geodetskih mjerenja o uticaju otkopavanja na površinu terena i izvedeni su novi još pouzdaniji parametri, koji su korišćeni za rješavanje slijedećeg najdelikatnijeg problema kakav predstavlja otkopavanje ispod regulisanog korita rijeke Raše, u kojoj je prtok periodično tako velik da dolazi do preliivanja. Zadržana je ista metoda otkopavanja kao ispod pruge, tj. najprije III sloj sa dužinom čela jednakoj širini zaštitnog stuba i sa položajem uvijek okomito na tok rijeke. Za kredni sloj je bilo dozvoljeno odstupanje, s obzirom na poznatu njegovu nepravilnu razvijenost, ali sa uslovom razmaka frontova min. 40 m kao i ispod pruge JŽ. Za oba sloja je određeno otkopavanje sa pneumatskim zasipom. Koeficijent slijeganja i ostali parametri određeni su na slijedeći način.

U vrijeme izrade projekta slijeganja duž pruge nije bilo još potpuno smireno, pa je koeficijent izračunat orijentaciono sa $k = 0,188$. Isti je zaokružen naviše na $k = 0,2$ i prognozirano je da će maksimalno slijeganje korita Raše od III sloja iznositi 440 mm, a od krednog još 360 mm ili ukupno 800 mm. Kut glavnih uticaja uzet je sa $63^{\circ}30'$ a ostale deformacije $\pm E$ i T uzete su iste kao i kod pruge, jer su one ovdje manje važne. U projektu je prikazano kako će se uzdužni pad korita rijeke promijeniti i kako će se to sanirati njegovom regulacijom na nizvodnoj strani, gdje postoji veći pad. Nadležni vodoprivredni organ dao je saglasnost da se ispod rijeke Raše može otkopavati ugulj, s tim da se ne prekorače prognozirane maksimalne deformacije.

Prvi rezultati otkopavanja

Duž korita rijeke Raše položena je linija opažanja 400 na desnoj obali prateći tok rijeke. Tačke su postavljene razmjerno često, na svakih 15 m, jer se eksploatacija odvija na maloj dubini 60 do 100 m (na sl. 4 označena je samo svaka peta tačka). Nulto stanje izmjereno je pravovremeno u aprilu 1973. kada je krenulo i široko čelo. Mjerenja visina vrše se jedanput mjesečno. Do X 1974. otkopano je 240 m dužine sa 160 m širine (sl. 3), pa se može smatrati da je već postignuto skoro maksimalno slijeganje (7). Mjerenja su pokazala, da se korito sleglo do sada za 400 mm,



Sl. 4 — Otkopane površine zaštitnih stubova.

Abb. 4 — Abgebaute Flächen der Sicherheitspfeilern.

ali tačka najvećeg slijeganja se nalazi 35 m bočno od obale rijeke i iznosi 458 mm tako da je koeficijent slijeganja

$$k = 458 : 2180 = 0,21$$

od prognoziranog se razlikuje samo za + 5%.

Otkopavanje krednog sloja još nije počelo.

Dana 30. 8. 1974. došlo je do neočekivane jake provale vode na širokom čelu (sl. 4). Kad je ubrzo utvrđeno da se ne radi o vodi iz rijeke Raše, nego da je to isti podzemni vodotok koji je provalio 1952. na koti — 93 (sl. 1), uspjelo je vodu sa širokog čela odstraniti jednostavnim otvaranjem ventila na betonskom čepu na koti — 82 u jami.

I pored privremenih teškoća na otkopu i dodatnih troškova za pumpanje iz jame novog dotoka u količini 3 — 4 m³/min, treba istaći korisnu činjenicu, da su sada sve ugljene rezerve u polju E slobodne za otkopavanje, jer više ne treba ostavljati zaštitni stub za podzemni izvor vode.

Nije bez značaja ni to, što je sada dokazana realnost prognoze date u projektu, da otkopavanjem ispod rijeke neće doći do provale vode u jamu iz njezinog korita.

Osim linije opažanja duž rijeke Raše, postavljene su još dvije linije okomito na njezin tok sa ciljem da se dobije oblik statičkog korita slijeganja i svi ostali parametri uticaja. Projektovani su zaštitni stubovi (sl. 4) za tri građevinska objekta na lijevoj obali rijeke i određene linije opažanja i reperi za kontrolu zaštite tih objekata (6).

U toku daljnje eksploatacije zaštitnog stuba za rijeku Rašu pruža se prilika da se geodetskim opažanjima upotpune i konačno odrede veličine svih interesantnih parametara uticaja na površinu u tamošnjim rudarsko — geološkim uslovima.

Zaključak

Strana literatura u kojoj se obrađuje uticaj podzemne eksploatacije na površinu i problematika likvidiranja zaštitnih stubova

kroz njihovo potpuno ili djelimično otkopavanje je vrlo bogata. Ona se, međutim, odnosi prетеžno na područje ugljenog rudarstva — na karbonska ležišta. Poznato je da se sada u Poljskoj godišnje dobiva oko 65 miliona tona ugljena iz zaštitnih stubova i da pojedini rudnici svu svoju proizvodnju dobijaju samo na taj način, jer bi bez toga morali već likvidirati. I u našoj zemlji postaje sve aktuelniji isti takav problem. Za njegovo rješavanje, pored korištenja stranih iskustava, potrebno je raspolagati i parametrima za naše geološke uslove. Ovdje opisani uspjesi koji su postignuti na ugljenokopu Pićan otkopavanjem dva zaštitna stuba (do sada 350.000 t) rezultat su dugogodišnjeg (od 1966. do 1974.) sistematskog rada i najtješnje stručne saradnje između projektanata, jamske operative i mjerništva. Ona se sastojala u stalnom obavještavanju o toku i problemima eksploatacije, usmjeravanju geodetskih opažanja i praćenju njihovih rezultata. To je omogućilo, da se u svakoj fazi projektovanja, odgovarajućom interpretacijom podataka mjerenja odrede najažurniji parametri uticaja i da se projektu sve smjeliji zahvati. U njihovoj realizaciji operativna jama bila je vrlo disciplinovana u primjeni projektnih rješenja. Kontinuitet u proučavanju problema i izradi brojne projektne dokumentacije (3 do 7) bio je kroz cijelo to vrijeme očuvan angažovanjem uvijek istog odgovornog projektanta.

Ovom prilikom može se sa zadovoljstvom konstatirati da su dosadašnji uspjesi postignuti na eksploataciji u zaštitnim stubovima, kako u Srednjobosanskim (5) tako i u Istarskim ugljenokopima, vrlo ohrabrujući. Oni su pionirskog značaja, pa će svaki budući takav poduhvat moći da koristi već stečena iskustva i dokazane parametre i da ista stalno proširuje i nadopunjava. Veliko povećanje proizvodnje uglja, koje treba u dogledno vrijeme ostvariti i na rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, moraće djelomično da bazira i na korištenju supstance zarobljene u zaštitnim stubovima.

ZUSAMMENFASSUNG

Abbau des Sicherheitsfeilers in Raša

Dipl. Ing. V. Kovačević*)

Der Abbau zwei Steinkohlenflöze in dem Sicherheitsfeiler für die Eisenbahnstrecke, Strasse und dem regulierten Flussbett wurde erfolgreich geführt, wobei die Bodenabsenkungen in erträglichen Grenzen blieben. Auf Grund von langjährigen Vermessungen und Beobachtungen über den Einfluss des untertägigen Abbaus in dieser Grube auf die Erdoberfläche man hat festgestellt, dass sich die Zahlenwerte der entsprechenden Parametern wesentlich unterscheiden von denen, die in Fachschriftum angegeben sind.

L i t e r a t u r a

1. Kovačević, V. 1962: Otkopavanje ugljenih slojeva u zaštitnim stubovima. Rudarski glasnik br. 3, Rudarski institut Beograd.
2. Kovačević, V., Miladinović, B. 1966: Studija uticaja podzemnih radova na površinu. Rudarski institut, Beograd. Sadržaj 400 str. a napisana je na osnovu podataka prikupljenih na specijalizaciji 1963. godine u Poljskoj kao i mnogobrojne strane literature.
3. Kovačević, V. Miladinović, B. 1966: Idejni projekat eksploatacije sigurnosnog stuba za rijeku i željezničku prugu u jami Pićan IU Raša — dio koji se odnosi na otkopnu metodu i uticaj na površinu. Rudarski institut, Beograd.
4. Kovačević, V. 1970: Dopunski rudarski projekat otkopavanja zaštitnog stuba željezničke pruge u jami Pićan IUR — poglavlje »Uticaj projektovane eksploatacije na površinu terena« IU Raša.
5. Kovačević, V. Koharić, I. 1973: Parametri uticaja na površinu eksploatacije uglja u Srednjobosanskim rudnicima i njihova praktična primjena. Zbornik radova 1. jugoslovenskog simpozijuma o rudarskim mjerenjima, Rabac — Raša 1973. Savez inženjera i tehničara RGM — Beograd.
5. Kovačević, V. Koharić, I. 1973: Dopunski rudarski projekat otkopavanja zaštitnog stuba rijeke Raše, poglavlje: »Uticaj eksploatacije na površinu« IU Raša.
7. Kovačević, V. Koharić, I. 1974: Analiza rezultata dosadašnjih mjerenja o uticaju otkopavanja ispod pruge JZ i rijeke Raše. IU Raša.
8. Razni podaci iz geodetskih mjerenja koja je vršilo osoblje centralnog i jamskog mjerništva IU Raša.

*) Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević, Sarajevo.

Ventilacija jame sa više vanjskih ventilatora sa aspekta sigurnosti

(sa 3 slike)

Prof. ing. Ermin Teply

Za jamu sa dva revira različitih ventilacionih parametara koji se ventiliraju sa dva ventilatora teoretski su razmatrane mogućnosti sigurnog povlačenja ljudi iz jednog revira u slučaju promjena režima pogona odnosno obustave jednog ventilatora, a često da je omogućen pogon u drugom reviru.

Općenito

Znatan broj jama iziskuje provođenje vjetrenja na dva ili više izlaznih vjetrenih okana na kojima su smješteni glavni — vanjski ventilatori sa usisnim djelovanjem. Ovakvo rješenje iziskuje najčešće određena razrada jame s podjelom na dva ili više revira, koji su prostorno srazmjerno odvojeno razmješteni. U slučaju znatnijih međusobnih razlika tih revira u pogledu razrađenosti i proizvodnih kapaciteta dolazi do različitih parametara vjetrenja kao što su protočne količine zraka, otpori i depresije i koji će se u konačnoj liniji odraziti na ventilatorima. Pogon vjetrenja jame sa dva ili više vanjskih ventilatora iziskuje radi složenosti vjetrenog sistema i međusobnog utjecaja ventilatora detaljnija provjeravanja i proračune nasuprot sistemu sa jednim vanjskim ventilatorom, koji je daleko jednostavniji. S tim u vezi treba razmotriti »Propise o tehničkim mjerama i zaštiti na radu pri rudarskim podzemnim radovima« i to: član 224, koji se odnosi na pitanje rezervnih ventilatora.

U postojećim jamama postoji mogućnost provjeravanja stanja vjetrenja pri nastalim promjenama uslijed prekida rada jednog od ventilatora, odnosno rada sa rezervnim ventilatorom ili preokretanjem zračne struje, što je uostalom i propisano (članovi 224 i 235). Radi boljeg razumijevanja nastalih promje-

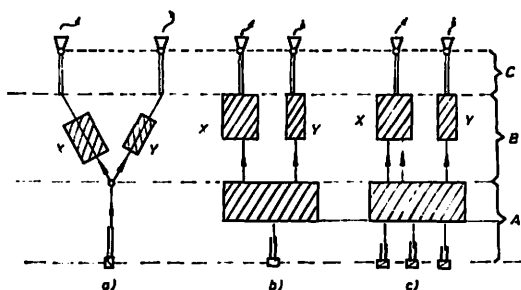
na, a naročito radi utvrđivanja elemenata u projektovanim izmjenjenim uslovimajame, ili pri nabavi novih ventilatora, razmotrene su u ovom radu teoretske osnove i primjeri proračuna za stanja koja mogu nastati pri izmjenama u pogonu sa dva ili više ventilatora. U svrhu izvjesnog pojednostavljenja ograničimo se samo na primjere sa dva vanjska ventilatora.

Osnove

Pozivamo se na čl. 224, 2^o alineja Propisa, koji glasi: »Kod jame koja se provjetrava sa dva ili više ventilatora postavljenih na površini nije obavezno postojanje rezervnog ventilatora, ako je moguće da u slučaju obustave rada jednog ventilatora njegovu funkciju preuzme drugi ventilator i da obezbjedi provjetranje u jami najmanje u tolikoj mjeri da se svi radnici mogu sigurno povući iz jame«.

Za primjer uzimamo jamu sa dva odvojena revira od kojih je jedan veći a drugi manji. Svaki revir, odnosno vjetreno odjeljenje, možemo predstaviti granom, koja iskazuje rezultatni otpor i depresiju revira pri određenoj protočnoj količini zraka. Prema stepenu razrađenosti jame prikazane su u slici 1 tri sheme.

Shema a) označava jednostavniji sistem u vidu Y spoja, koji će služiti za osnovu pri slijedećim razmatranjima.



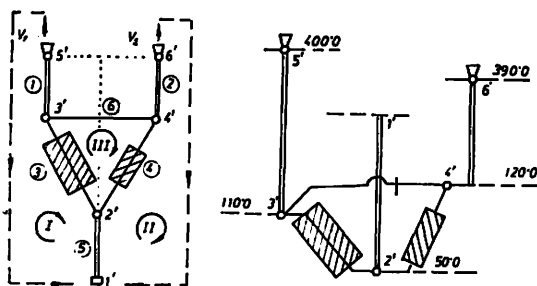
Sl. 1 — Sheme provetravanja sa dva vanjska ventilatora.

Oznake:
 A — ulazno područje
 B — regulaciono područje
 C — izlazno područje
 X, Y — reviri, odnosno vjetrena odjeljenja.

Abb. 1 — Schema der Bewetterung mit zwei Aussenlüftern.

Sheme b) i c) predstavljaju složenije sisteme koji se mogu rješavati samo metodom zblizavanja na kompjuteru, jer svaka promjena jednog elementa utječe na sve elemente sistema.

Vjetreni sistem prema shemi a) prikazan je sa oznakama i kotama kao i u vertikalnom presjeku na sl. 2.



Sl. 2 — Shema jame sa dva ventilatora.

Oznake:
 1'...6' — glavne tačke sistema
 I...5 — rezultante vjetrene grane
 I...III — strujni krugovi.

Abb. 2 — Schema der Gruben mit zwei Lüftern.

Osiguranje vjetrenja jame bez postojanja rezervnih ventilatora a u slučaju obustave rada jednog od ventilatora uvjetovano je izgradnjom spojne grane 6 koja povezuje pripadajuća izlazna područja. Pri tome mora biti osigurana ona protočna količina zraka, koja omogućava povlačenje ljudi.

Za sve primjere služe slijedeći podaci:

Visinske kote glavnih tačaka:

1'... 350,0; 2'... 45,0; 3'... 112,0;
 4'... 120,0; 5'... 402,0; 6'... 391,0 m

Specifične težine zraka:

$\gamma_{vani} = 1,20$; $\gamma_{1'...2'} = 1,19$; $\gamma_{2'...3'} = 1,18$;
 $\gamma_{2'...4'} = 1,16$; $\gamma_{2'...5'} = 1,14$; $\gamma_{4'...6'}$
 $= 1,15$; $\gamma_{3'...4'} = 1,16$ kp/m^3

Iz prednjih podataka izračunati su pritisci zračnih stubova P_z koji iznose:

1'...2': 362,95; 2'...3': — 79,06;
 2'...4': — 87,00; 3'...1': —333,50;
 4'...6': —311,65; 5'...1': 62,40;
 6'...1': 49,20; 4'...3': 11,60 kp/m^2

Toplinske depresije strujnih krugova iznose u pravcu označenog kruženja:

$h_{t I} = 12,79$; $h_{t II} = 13,50$;
 $h_{t III} = -3,06$ kp/m^2

Otpori grana su slijedeći:

$R_1 = 0,00500$; $R_2 = 0,00730$;
 $R_3 = 0,01075$; $R_4 = 0,01511$;
 $R_5 = 0,00400$; $R_6 = 0,01200$ ku

Napominjemo da smo odabrali otpor grane 6 proizvoljno, jer sa nepoznatim otporom te grane ne možemo ulaziti u proračun radi prekobrojne nepoznanice. Stoga treba taj otpor usaglasiti sa tehničkim mogućnostima izgradnje te grane s obzirom na dužinu i profil (5—6 m^2). Za normalan pogon jame određene su za naš primjer slijedeće protočne količine zraka:

$Q_3 = 60,0$ m^3/s ;
 $Q_4 = 35,0$ m^3/s ;
 $Q_5 = 95,0$ m^3/s

Karakteristike ventilatora izrazimo jednadžbom:

$$h_v = A Q^2 + BQ + C$$

Jednadžba strujnog kruga s ventilatorom i toplinskom depresijom glasi:

$$\sum_{i=1}^n \pm R_i Q_i^2 - (AQ^2 + BQ + C + p_2) = 0$$

Pogon sa dva nejednaka ventilatora

Stanje normalnog pogona

Grana 6 je zatvorena.

Parametri karakteristika ventilatora na izlaznim oknima su slijedeći:

$$v_1 \dots A_1 = -0,025; \quad B_1 = 1,5; \quad C_1 = 80,0$$

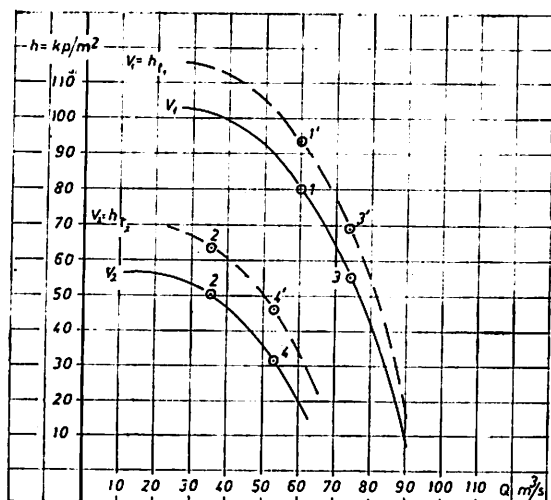
$$v_2 \dots A_2 = -0,02; \quad B_2 = 0,7; \quad C_2 = 50,0$$

Depresije na ventilatorima iznose:

$$\begin{aligned} h_{v1} &= -0,025 \cdot 60^2 + 1,5 \cdot 60 + 80,0 &= 80,01 \text{ kp/m}^2 \\ \text{Toplinska depresija } h_{tI} &= 12,79 \text{ kp/m}^2 \\ \text{Ukupna depresija I kruga} &= 92,80 \text{ kp/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{v2} &= -0,02 \cdot 35,0^2 + 0,7 \cdot 35,0 + 50,0 &= 50,00 \text{ kp/m}^2 \\ \text{Toplinska depresija } h_{tII} &= 13,50 \text{ kp/m}^2 \\ \text{Ukupna depresija II kruga} &= 63,50 \text{ kp/m}^2 \end{aligned}$$

Krivulje karakteristika ventilatora v_1 i v_2 uz dodatak toplinskih depresija ucrtane su u dijagramu sl. 3. Pogonske tačke na krivu-



Sl. 3 — Krivulje karakteristika ventilatora u $Q \dots h$ dijagramu.

Abb. 3 — Kurven der Lüftercharakteristiken im $Q \dots h$ Diagramm.

ljama ventilatora i krivuljama ukupnih depresija označene su sa 1, odnosno 1' i 2, odnosno 2'.

Obustava rada ventilatora v_2

Na obustavljenom ventilatoru treba zatvoriti zasun na usisnom kanalu i otvoriti vrata u spojnoj grani 6. Sada preuzima cijelokupno zračenje jame ventilator v_1 .

Izlazna zračna struja revira br. 4 upućuje se preko grane 6 u pravcu aktivnog ventilatora v_1 . Obračun izvršimo rješavanjem jednadžbi I i III strujnog kruga. Jednadžbe glase:

$$\text{I krug: } (R_1 + R_5) Q_1^2 + R_3 Q_3^2 -$$

$$(-0,025 Q_1^2 + 1,5 Q_1 + 80,0 + 12,79) = 0$$

$$\text{III krug: } R_3 Q_3^2 - (R_4 + R_6) Q_4^2 + 3,66 = 0$$

Metodom zbližavanja izračunate su protoke, iz čega proizlaze procentualni odnosi dobave zraka prema normalnom stanju kako slijedi:

$$Q_1 = Q_5 = 73,40 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ sa odnosom } 77,26\%$$

$$Q_3 = 43,60 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ sa odnosom } 72,67\%$$

$$Q_4 = 29,80 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ sa odnosom } 85,14\%$$

Ovo će stanje svakako zadovoljiti uvjete za povlačenje ljudi. Depresija ventilatora iznosi:

$$h_{v1} = -0,025 \cdot 73,4^2 + 1,5 \cdot 73,4 + 80 = 55,4 \text{ kp/m}^2$$

Pogonska tačka 3, odnosno 3', unesena je u dijagramu na sl. 3 na krivulji karakteristike ventilatora v_1 .

Obustava rada ventilatora v_1

Cjelokupno zračenje jame preuzima sada ventilator v_2 koji prihvaća izlazni zrak revira br. 3 preko spojne grane 6.

Jednadžbe strujnih krugova glase:

$$\text{II krug: } (R_2 + R_5) Q_2^2 + R_4 Q_4^2 -$$

$$(-0,02 Q_2^2 + 0,7 Q_2 + 50,0 + 13,5) = 0$$

$$\text{III krug: } (R_3 + R_6) Q_3^2 - R_4 Q_4^2 + 3,66 = 0$$

Po metodi zblizavanja dobivene su slijedeće protočne količine, iz čega slijede odnosi prema prvobitnom stanju:

$$Q_2 = Q_5 = 52,25 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ili } 55,0\%$$

$$Q_3 = Q_6 = 21,55 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ili } 35,9\%$$

$$Q_4 = 30,70 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ili } 87,7\%$$

Ističe se dosta nizak udio provjetravanja revira br. 3, što bi moglo jedva zadovoljiti uslove za povlačenje ljudi. Nasuprot tome, stanje zraka u reviru br. 4 posve zadovoljava.

Depresija ventilatora iznosi:

$$h_{v/2} = -0,02 \cdot 52,25^2 + 0,7 \cdot 52,25 + 50 = 31,97 \text{ kp/m}^2$$

Pripadajuća pogonska tačka 4, odnosno 4', ucrtana je na krivulji ventilatora v_2 (sl. 3).

Pogon sa dva jednaka ventilatora

Pretpostavimo sada da nabavljamo nove ventilatore za iste jamske uslove. Odaberemo aksijalne ventilatore, gdje možemo mijenjati karakteristiku primjenom nagiba lopatica u širokim granicama, npr. između $+15^\circ$ i -15° .

Sada odaberemo one nagibe lopatica koji odgovaraju karakteristici s pogonskim tačkama:

$$1 \dots Q_1 = 60,0 \text{ m}^3/\text{s}; \quad h_1 = 80,0 \text{ kp/m}^2$$

$$2 \dots Q_2 = 35,0 \text{ m}^3/\text{s}; \quad h_2 = 50,0 \text{ kp/m}^2$$

Pretpostavimo ujedno da su krivulje ovih karakteristika identične sa ranije navedenim krivuljama nejednakih ventilatora. Izvršimo proračune vjetrenja za slučaj obustave rada jednog od navedenih ventilatora.

Obustava rada ventilatora v_2 . — Proračun je suglasan sa postupkom i rezultatima iznesenim u poglavlju »Obustava rada ventilatora v_2 «.

Obustava rada ventilatora v_1 . — U ovom slučaju koristimo mogućnost regulacije ventilatora v_2 putem promjene nagiba lopatica od negativnog na pozitivan nagib, koji je istovjetan nagibu lopatica venti-

latora v_1 . Time ventilator v_2 poprima parametre ventilatora v_1 .

$$(A_1 = -0,025; \quad B_1 = 1,5; \quad C_1 = 80,0)$$

Rješavanjem jednadžbi II i III strujnog kruga po metodi zblizavanja dobiveni su slijedeći rezultati:

$$Q_2 = Q_5 = 69,20 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ili } 73\%$$

$$Q_3 = Q_6 = 29,60 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ili } 49\%$$

$$Q_4 = 39,60 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ili } 113\%$$

Iz toga slijedi zaključak da je povlačenje ljudi iz revira br. 3 u načelu osigurano, dok je u reviru br. 4 omogućen normalan rad.

Zaključci

Iz prednjih razmatranja i proračuna proizlazi da je pri pravilnom izboru ventilatora osigurano povlačenje ljudi iz jednog revira i da je često omogućen normalan rad u drugom reviru.

U datim primjerima odnos kapaciteta zračenja između revira iznosi $63\% : 37\%$, što treba smatrati krajnjom granicom za mogućnosti osiguranja minimalnog zračenja za povlačenje ljudi pri obustavi rada većeg ventilatora. Preporučuje se da se sa odnosima u vjetrenju revira ne ide ispod granice $60\% : 40\%$, a treba težiti cijelishodnim provođenjem zračnih struja u smislu izjednačenja. To bi osobito pogodovalo primjeni jednakih ventilatora. Ako su ventilatori uređeni za regulaciju u širokim granicama, tada se svaki ventilator može podesiti na optimalne parametre koji odgovaraju uslovima vjetrenja pojedinih revira s tim, da se ne iskoristi krajnji kapacitet ventilatora. U slučaju obustave rada jednog ventilatora, stavlja se drugi ventilator na najvišu dobavu, što će prema prilikama osigurati normalan rad barem u jednom reviru kao i pouzdano povlačenje ljudi iz drugog revira.

Grana 6 je zatvorena u normalnom pogonu. Postoji, također, mogućnost da se drži granu stalno otvorenom s tim da se tome prilagodi rad ventilatora i izvrši potrebna regulacija u reviru. Pri tome treba imati, međutim, u vidu, da svaki zahvat pri otvorenoj grani izaziva povećanje utroška energije.

ZUSAMMENFASSUNG

Grubenbewetterung mit mehr Aussenlüftern vom Standpunkt der Sicherheit

Prof. Ing. E. Teplý*)

Für Gruben mit zwei Revieren verschiedener Bewetterungsparameter, die mit zwei Lüftern bewettert werden, wurden theoretische Möglichkeiten eines sicheren Rückzugs der Beschäftigten aus einem Revier, im Falle der Veränderung des Wetterregimes bzw. Ausserbetriebsetzung eines Lüfters, und unter Ermöglichung des im Betriebs anderen Revier, einer Betrachtung unterzogen.

*) Prof. ing. Ermin Teplý, Zagreb

Ispitivanje garantnih vrednosti novog glavnog ventilatora rudnika „Trepča” — Stari Trg

(sa 9 slika)

Dipl. ing. Jovan Pejčinović

U članku je dat opis tehničkih karakteristika najvećeg dosada ugrađenog ventilatora sa automatskom regulacijom položaja lopatica radnog kola u toku rada ventilatora u našoj zemlji i izvršenih merenja u cilju provere garantnih vrednosti ugrađenog ventilatora.

Uvod

Radi dugoročnog rešenja problema ventilacije u rudniku olova i cinka »Trepča« — Stari Trg na osnovu investiciono-tehničke dokumentacije izrađena su dva nova okna i to:

- glavno ventilaciono okno od površine do VII horizonta (dubine 525 m) za izlaznu vazдушnu struju, i
- severno servis okno koje je probijeno do IX horizonta za ulaznu vetrenu struju za severno krilo jame.

Osim ovih ventilacionih okana izrađeni su ili se rade ventilacioni vezni hodnici za vezu postojećih horizonata sa novoizrađenim oknima.

Na površini je uz novo ventilaciono okno izgrađena ventilatorska stanica u koju je ugrađen novi aksijalni ventilator za provetranje jame. Ova jama se, s obzirom na dubinu najniže otvorenog dela jame 757,0 m (XI horizont kota +15,0 m i vrh ventilacionog okna 772 m), ubraja u duboke jame.

Novougrađenim ventilatorom će se, prema projektu ventilacije postojećeg stanja jame, provetravati cela jama. Na sl. 1 dat je šematski prikaz ventilacije postojećeg stanja jame pomoću novog ventilatora sa do sada izrađenim objektima ventilacije.

Puštanje u probni rad i ispitivanje ventilatora izvršila je komisija sastavljena od stručnjaka rudnika »Trepča« — Stari Trg i Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu RI-a Beograd uz učešće ovlašćenih predstavnika

isporučioa ventilatora firme Dingler iz Zweibrücken-a SR Nemačka i firme BBC iz Mannheim-a isporučioa elektroopreme.

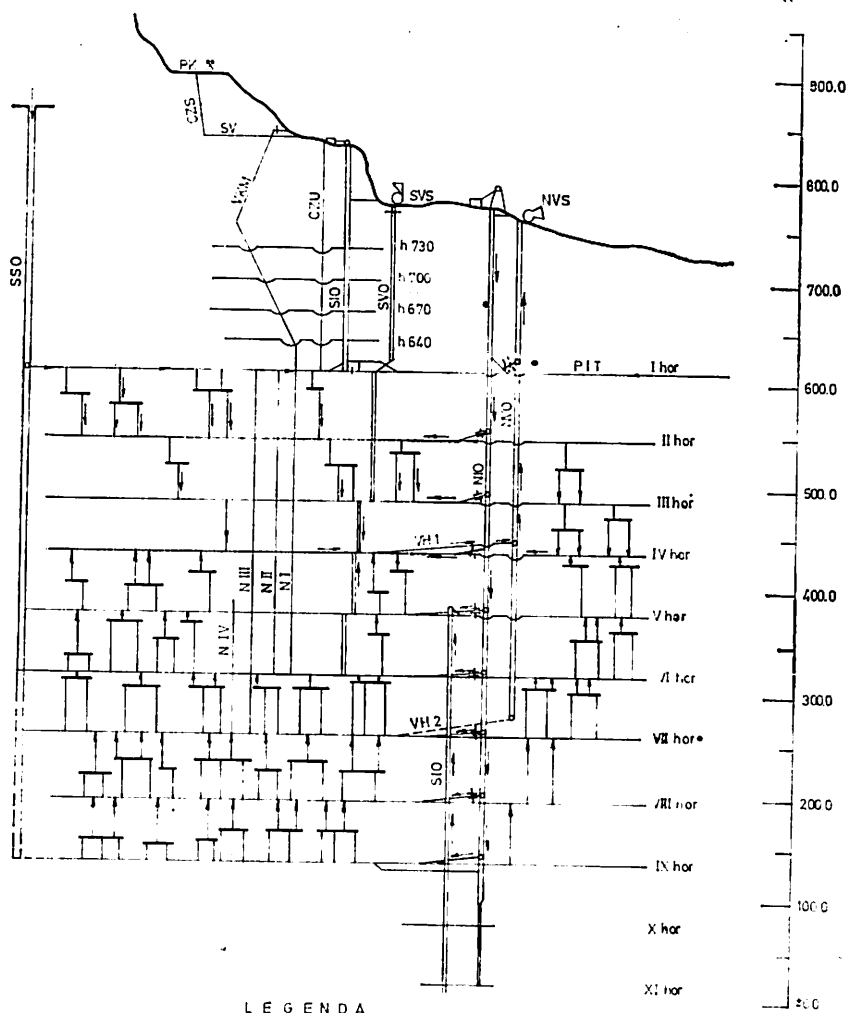
Opis ventilatora

Novougrađeni ventilator je jednostepeni aksijalni tip GAF-20-1 proizvod fabrike Dingler iz Zweibrücken-a SR Nemačka. Elektroopremu je isporučila firma BBC iz Mannheim-a. Prečnik radnog kola ventilatora iznosi 3150 mm. Ventilator je horizontalno ležeći sa prenosom snage od elektromotora na spojnicu međuosovine ventilatora direktno i pomoću reduktora. Ventilator pokreće trofazni asinhroni elektromotor sa kratkospojenim rotorom, koji se u slučaju prenosa snage na osovinu ventilatora preko reduktora vezuje u zvezdu, pri čemu maksimalna snaga elektromotora iznosi 350 kW; u slučaju kada se snaga prenosi direktno preko spojnice, vezuje se u trougao sa maksimalnom snagom elektromotora od 1300 kW.

Kapacitet ventilatora se, prema dijagramu karakterističnih krivih isporučioa datom na slici 2, zavisno od načina prenosa snage, broja obrtaja ventilatora i položaja lopatica radnog kola kreće u vrlo širokim granicama od $Q = 4000 - 22.000 \text{ m}^3/\text{min}$ i $h = 50 - 480 \text{ kp/m}^2$ pri dosta visokom stepenu korisnog dejstva $\eta = 0,60 - 0,86$.

Isporučeno i montirano postrojenje se sastoji od sledećih važnijih delova:

1. Usmerivač vazduha iz ventilacionog okna u ventilacioni kanal.



- LEGENDA**
- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------------|
| PK Površinski kop za zasip | SIO Stara izvozna okna |
| CZS Centralna zasipna s'pka | SVS Stara ventilatorska stanica |
| CZU Centralni zasipni uskop | SVO Stara ventilacijska okna |
| VKM Ventilacijski kanal Maldar | NIO Novo izvozna okna |
| SSO Severno servis ožica | VH Ventilacijski hodnik na W, VI horizontu |
| SIC Stara izvozna okna | PIT Potkop, prvi tunnel |

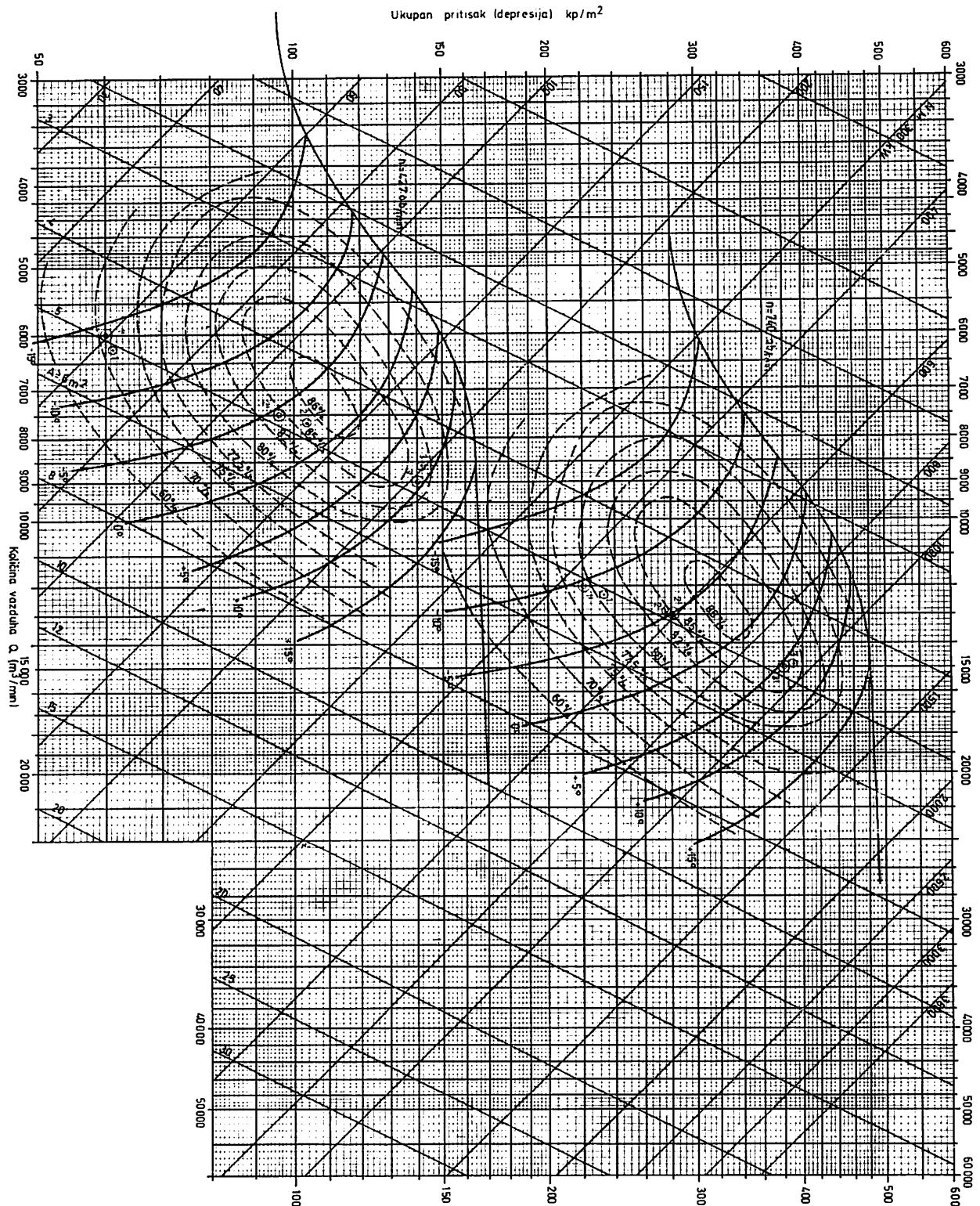
Sl. 1 — Šema razvođenja vazduha po priključenju novog ventilatora.
 Fig. 1 — Diagram of air distribution after the connection of the new fan.

2. Zatvarač (šiber) koji se pokreće horizontalno pomoću vitla sa elektromotorom automatski vezanim za rad ventilatora — zatvara se pri isključenju ventilatora, a otvara kada se ventilator uključi.

Šiber otvara ili zatvara ulaz vazduha iz ventilacionog kanala u ulaznu cev ventilatora.

3. Ulazna cev ventilatora sa usmeravajućom poluloptom i usmeravajućim statorskim lopaticama ispred obrtnog kola ventilatora.

4. Kućište ventilatora sa radnim kolom. Radno kolo se sastoji od glave sa hidrauličkim uređajem na koju je učvršćeno 12 lopatica, čiji se ugao može podešavati daljinski pomoću ugrađenog hidrauličnog uređaja i zup-



Sl. 2 — Dijagram karakteristika aksijalnog ventilatora tipa GAF 31.5—20—1 dingler za broj obrtaja 740/427 ob/min, tačke 1' — 3' garantne vrednosti za I i II fazu, tačke 1 — 3 ispitane vrednosti za I i II fazu.

Fig. 2 — Diagram of the properties of axial fan type GAF 31.5—20—1, for 740/427 r. p. m., points 1' — 3' guarantee values for I and II phase, points 1 — 3 tested values for I and II phase.

časte pumpe za vreme rada ventilatora od -15° do $+15^{\circ}$. U kućištu ventilatora iza radnog kola nalaze se statorske usmeravajuće lopatice.

5. Izlazna cev sa prigušivačem buke po boku i oko osovine ventilatora.

6. Usmerivač za usmeravanje vazduha iz izlazne cevi ventilatora u vertikalni difuzor, čije su lopatice izrađene sa prigušivačem buke.

7. Hidraulični agregat za stvaranje pritiska ulja do 20 at za regulisanje položaja lopatica za vreme rada ventilatora sa komandom iz ventilatorske stanice ili sa komandnog pulta iz trafostanice.

8. Trofazni visokonaponski asinhroni elektromotor sa kratkospojenim rotorom napona $U = 3300 \text{ V}$ (3,3 kV) — dva motora od čega jedan u radu a jedan rezervni sa $n = 740 \text{ ob/min}$ i stepenom korisnog dejstva $\eta_m = 95,5\%$ pri $\cos \varphi = 0,86$ (mreže). Izradom tipa B i zaštitom P 21, klase F, snagom pri vezi u zvezdu do 350 kW i pri vezi u trougao 1300 kW.

9. Reduktor za I fazu rada ventilatora ima sledeće karakteristike:

- prenosna snaga reduktora do 258 kW
- prijemni broj obrtaja, $n_1 = 740 \text{ ob/min}$
- predajni broj obrtaja, $n_2 = 427 \text{ ob/min}$
- prenosni odnos $i = 1,73 : 1$
- stepen korisnog dejstva pri punom opterećenju reduktora $\eta = 98\%$.
- hlađenje reduktora je kombinovano uljno i vodeno pomoću ugrađenih cevi u kućištu reduktora.

Potrošnja vode za hlađenje iznosi $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

10. Niskonaponski orman se sastoji iz dva

dela i to: I sa ugrađenim prekidačima za napon 380 V i 220 V, voltmetrima, brojačem radnih časova, odvodnom za hidraulični agregat, 2 rezervne utikačke kutije, 2 tastera za svetlo (uključeno i isključeno) i registratorom sa pisačem za Q i h, tri komandna tastera za šiber vazduha, 11 elektrotermometara za kontrolu temperatura — lagera motora (2), reduktora (3) i ventilatora (3), namotaja statora (3), 2 komandna tastera za promenu položaja lopatica radnog kola, sirena, dva komandna tastera za isključenje i uključanje ventilatora, taster kontrolne trube, taster za proveru ispravnosti, dva tastera za zupčastu pumpu, prebacivač na automatsku ili ručnu komandu rada ventilatora, prebacivač za komandu sa pulta u trafostanici ili sa ormana i signalna svetla za kontrolu rada ventilatora sa podacima prema narednoj šemi.

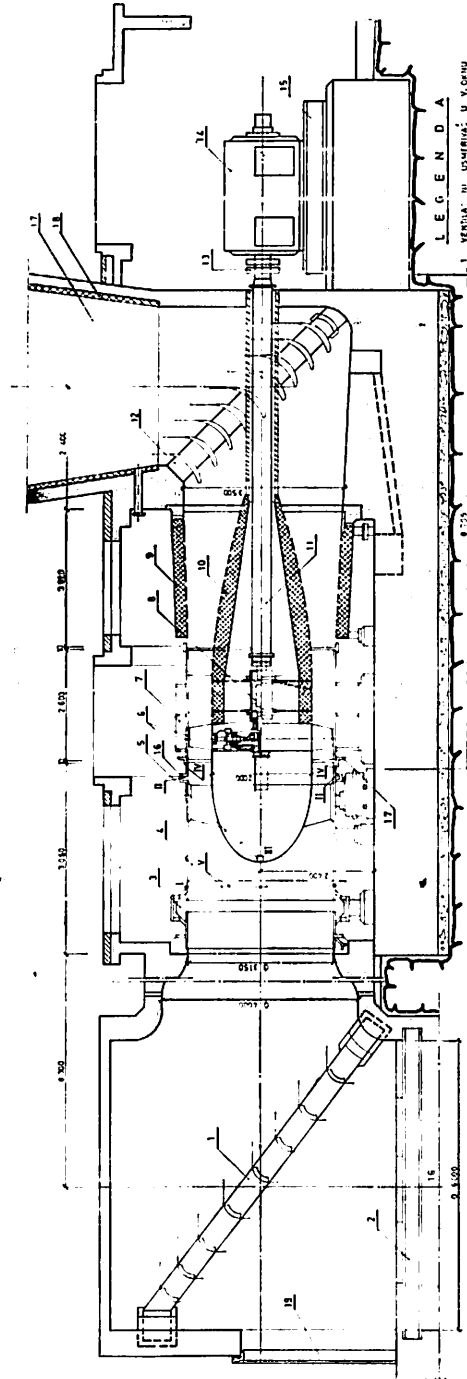
11. Visokonaponski orman sadrži: prekidač snage sa motornom zaštitom za daljinsko upravljanje, tri strujna transformatora, jedan naponski transformator, jedan sekundarni bimetalni reš, tri ampermetra, jedan voltmetar i jedno trofazno brojilo potrošnje elektroenergije. Snaga isključenja prekidača iznosi 124 MVA pri naponu od 3,3 KVA.

12. Jedan visokonaponski rastavljač.

13. Jedan komandni pult za daljinsku komandu iz trafostanice koji ima: dva tastera za uključanje i isključenje motora ventilatora, dva tastera za promenu položaja lopatica ventilatora u toku rada, dva tastera za otvaranje i zatvaranje šibera, jedan pokazivač količine vazduha, jedan pokazivač depresije, jedan pokazivač položaja lopatica i jednu sirenu.

Šema signalnih lampi na ormanu

Temperatura ventilatora Merno mesto 1	Temperatura ventilatora Merno mesto 2	Šiber otvoren	Šiber zatvoren
Temperatura ventilatora Merno mesto 3	Ventilator spreman za rad	Peraja na minimumu	Temperatura zadnjeg ležaja motora
Ventilator uključen	Nivo ulja nizak	Temperatura prednjeg ležaja motora	Temperatura reduktora Merno mesto 1
Nedovoljna brzina otvaranja šibera	Peraja otvorena	Temperatura reduktora Merno mesto 2	Temperatura reduktora Merno mesto 3



LEGENDA

- 1 VENTILATORI U OBRUČU
- 2 HORIZONTALNI ŽARAKI PRITISKA
- 3 ULAZNA ČUKA VENTILATORA SA ULAZACIOM I ŽARAKOM
- 4 ZA MERENJE PRITISKA
- 5 OBRUČI ZA ULAZAK I IZLAZAK I MERAČI VEĆIM ZA POKLONJANJE
- 6 OBRUČI ODOLJIVI NA RACI VENTILATORA
- 7 POKLONJANJE RACI
- 8 RACI VENTILATORA
- 9 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 10 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 11 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 12 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 13 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 14 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 15 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 16 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 17 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 18 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 19 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 20 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 21 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 22 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 23 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 24 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 25 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 26 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 27 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 28 POKLONJANJE RACI VENTILATORA
- 29 POKLONJANJE RACI VENTILATORA

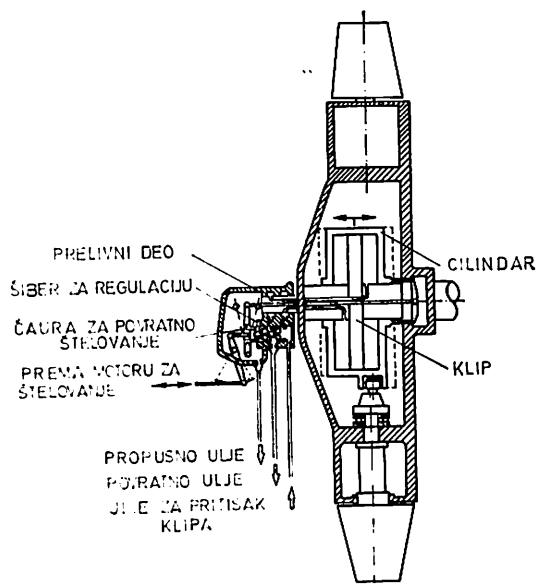
Sl. 3 — Presek kroz ventilatorsku stanicu i okno sa najvažnijim delovima i tačkama merenja pritiska.
 Fig. 3 — Section through the fan station and shaft including major parts and pressure measurement points.

Ventilator je ugrađen u ventilatorsku stanicu, izgrađenu prema glavnom građevinskom projektu, izrađenom prema rešenju isporučioća ventilatora. Ventilatorska stanica je preko ulaznog ventilacionog kanala \varnothing 4000 mm priključena na ventilaciono okno. Difuzor ventilatora je vertikalni, izrađen od betona i u cilju smanjenja buke ispod 75 db prema garanciji isporučioća sa unutrašnje strane obložen kockama od travertina, koji je podesan izolator buke. Na slici 3 dat je presek kroz ventilatorsku stanicu, okno i difuzor, sa koga se vide najvažniji delovi ventilatorskog postrojenja. Pritisak ulja za zaokretanje lopatica radnog kola, koji stvara zupčasta pumpa koju pokreće sopstveni elektromotor, iznosi 20 at. Na slici 4 je dat šematski princip rada uređaja za promenu položaja lopatica radnog kola za vreme rada ventilatora.

Ugovorom su između rudnika »Trepča« — Stari Trg i isporučioća ventilatora firme Dingler iz Zweibrücken-a predviđene garantne vrednosti date u tablici 1 i na dijagramu slike 2 koje po ugradnji mora ispuniti ventilator. Pri ovome se mora naglasiti da postoji izvesno neslaganje između garantnih vrednosti datih u tablici 1 i vrednosti datih tačaka na slici 2. Kod I faze za tačku br. 1 je vrednost stepena iskorišćenja skoro za 5% niža od vrednosti u tablici 3, takođe je stepen iskorišćenja za tačku br. 2 na dijagramu niži od vrednosti u navedenoj tablici, dok je za tačku br. 3 ove faze vrednost stepena iskorišćenja veća od vrednosti u tablici. Kod II faze su vrednosti stepena iskorišćenja za tačku br. 1 i 2 manje od vrednosti u tablicama za tačku br. 3 veće na dijagramu od vrednosti u tablici 1. Za poređenje sa ispitivanjem utvrđenih vrednosti kao tačnije će se smatrati vrednosti sa dijagrama. Garantne vrednosti se moraju utvrditi prema ugovoru ispitivanjem po puštanju ventilatora u probni rad.

Puštanje ventilatora u probni rad

Za puštanje ventilatora u probni rad sačinjen je plan dovodenja vazduha u jamu, s obzirom da je u to vreme severno servisno okno imalo vezu sa jamom samo na I horizontu K 610 m, a novo ventilaciono okno za izlaznu vetrenu struju samo na I horizontu i IV horizontu K 435 m. Pri probnom puštanju



Sl. 4 — Šematski prikaz rešenja regulacije radnog kola hidrauličkom.

Fig. 4 — Schematic view of the solution of hydraulic working circuit control.

u rad i ispitivanju ventilatora vazduh je u jamu dovođen izvoznim oknom, severnim servis oknom, potkopom I tunel i delom preko starog okna, a odvođen iz jame novim ventilacionim oknom preko depresionih tačaka na I horizontu (kratki spoj) i IV horizontu. Puštanje ventilatora u probni rad je izvršeno u vreme kada se u jami nije radilo, uz prisustvo komisije za prijem ventilatora i predstavnika isporučioća ventilatora (montera i inženjera za primopredaju). Po otklanjanju izvesnih nedostataka, konstatovanih po puštanju ventilatora u probni rad, komisija za prijem ventilatora je sa inženjerom za primopredaju ventilatora od strane isporučioća sačinila program za ispitivanje ventilatora, prema kome je izvršeno prvo ispitivanje II faze rada ventilatora — sa elektromotorom vezanim u trougao i direktno preko spojnice u međuosovine priključenim na ventilator. Po ispitivanju ventilatora pri radu u II fazi izvršena je zamena elektromotora i ugrađen reduktor, tako da je broj obrtaja ventilatora smanjen sa 740 na 427 ob/min — I faza, pri čemu je elektromotor povezan u zvezdu. Ovaj redosled ispitivanja je usvojen

iz tehničkih razloga, da se ne bi montaža ventilatora za rad u II fazi vršila dva puta, jer je po ispitivanju ventilator pušten u rad sa reduktorom pri 427 ob/min — I faza.

mačkim VDI normama i uputstvu isporučio- ca ventilatora (1, 2, 3) za radne tačke pred- videne ugovorom datim u tablici 1 i na sli- ci 2.

Tablica 1

Naziv	Dimenzija	Radne tačke					
		I faza			II faza		
		1	2	3	4	5	6
Količina vazduha	m ³ /min	6000	7500	9000	12000	13000	15000
	m ³ /sec	100	125	150	200	217	250
t ulaznog vazduha u ventil.	°C	20 — 24					
Zaprem. tež. ulaz. vazduha	kp/m ³	1,05					
Ukupna depres. ventilatora	kp/m ²	60	96	140	220	280	380
Potrebna snaga na osovini ventilatora N	kW	78,5	137	258	553	692	1135
Snaga pogonskog motora sa 15% rezerve	kW	Y 350			△ 1300		
Stepen korisnog dejstva ventilatora	%	75	86	80	81	86	82
Broj obrtaja radnog kola ventilatora nv	ob/min	427			740		
Broj obrtaja pogonskog motora nm	ob/min	740					

Priprema za ispitivanje garantnih vrednosti ventilatora

Stručna merenja na ventilatorima u veći- ni slučajeva služe za određivanje osnovnih karakteristika ventilatora i njihovog poređe- nja sa vrednostima koje je dao isporučilac, što je bio cilj ovog ispitivanja. Osim toga, is- pitivanjem je trebalo proveriti tačnost me- renja ugrađenih instrumenata za Q i h.

Merenja obuhvataju, uglavnom, sledeće provere: zavisnost depresije (h) i količine vazduha

$$(Q) h = f(Q) \quad (1)$$

ili

$$Q = f(h) \quad (2)$$

$$pogonske snage motora \quad (3)$$

$$N_k = f(Q, h) \quad (3)$$

$$stepena iskorišćenja$$

$$\eta = f\left(\frac{N_k}{N_m}\right) \quad (4)$$

intenziteta buke i vibracija.

Ispitivanje garantnih vrednosti za obe fa- ze rada ventilatora izvršeno je prema ne-

Ispitivanjem je obuhvaćeno merenje i očitavanje sledećih veličina:

— suve i vlažne temperature izlaznog jamskog vazduha na ulazu u ventilator

— barometarskog pritiska

— statičkog i dinamičkog pritiska u dva preseka (I — između statorskih lopatica i ši- bera i II — ispred obrtnog kola na ugrađe- nom mernom prstenu i ukupne depresije iz- među mernog prstena ispred obrtnog kola i vrha polulopte glave obrtnog kola kako se to vidi na slici 3

— temperatura vazduha u ventilatorskoj stanici

— broja obrtaja elektromotora ventila- tora

— temperatura statorskih namotaja elek- tromotora

— temperatura u ležajevima elektromo- tora, ventilatora i reduktora (I faza)

— napona i struje i aktivne i reaktivne snage elektromotora

— vibracija ventilatorskog postrojenja sa fundamentima

— buke ventilatora u prečniku do 50 m cko ventilatorske stanice

— količine vazduha na pokazivaču i registratoru u ventilatorskoj stanici i na pokazivaču komandnog pulta u trafostanici

— depresije na pokazivaču i registratoru u ventilatorskoj stanici i na pokazivaču komandnog pulta u trafostanici

— položaja lopatica u ventilatorskoj stanici i na komandnom pultu u trafostanici.

Merenja su izvršena sledećim instrumentima:

1. baroluks — firme R. Fues—Steglitz—Berlin za merenje barometarskog pritiska

2. termometri sa i bez čarapice za merenje vlažne i suve temperature ulaznog vazduha u ventilator

3. aspiracioni psihrometar, proizvod firme R. Fues—Steglitz—Berlin, za merenje temperatura u ventilatorskoj stanici

4. »U« depresiometar, proizvod firme W. Lambrecht, napunjen specijalnom tečnošću za merenje statičkog, dinamičkog i ukupnog pritiska ventilatora sa mogućom tačnošću do $0,1 \text{ kp/m}^2$

5. Prantlova cev za merenje dinamičkog pritiska

6. »Vierletermesskoffer«, tip AE 112, proizvod firme Goerz—Wien, za određivanje aktivne i reaktivne snage elektromotora i $\cos \varphi$

7. »Rheintacho« — proizvod firme iz Freiburga za određivanje broja obrtaja

8. »Precision Sound Level meter« — Brüel — Kjaer, tip 2203, proizvod fabrike iz Kopenhagena — precizni impulsni merač za ispitivanje vibracija sa akselerometrom, integracrom, mikrofonom i aktivnim filtrom

9. »Precision Sound Level meter« — Brüel — Kjaer, tip 2204, proizvod fabrike iz Kopenhagena — precizni impulsni merač za merenje buke sa pripadajućom opremom.

Ostale veličine su očitavane na ugrađenim mernim i kontrolnim instrumentima t ležajeva elektromotora, reduktora i ventilatora i namotaja statora, količine vazduha Q, depresije h, napona U, jačine struje I, snage P i ugla lopatica radnog kola.

Sastavljen je plan ispitivanja i izvršena podela posla tako da su dva inženjera očitavala temperature vazduha u ventilatorskoj stanici i na ulazu u ventilator i barometarski pritisak, statički i dinamički pritisak na utvrđenim mernim mestima, položaj lopatica i količine vazduha, depresiju i položaj lopatica u ventilatorskoj stanici i na komandnom pultu u trafostanici. Jedan mehaničar je

podešavao Prantlovu cev na određeno odstojanje pri merenju dinamičkih pritisaka. Dva elektro stručnjaka su očitavali t u ležajevima i namotajima i temperaturu vazduha na izlazu iz turbine elektromotora, elektroveličine na mernom koferu i ugrađenim instrumentima. Jedan stručnjak je merio buku, a jedan stručnjak vibracije. Odlučeno je da se buka i vibracije mere pri maksimalnom opterećenju ventilatora — pri radu u II fazi. Podešavanje potrebnog ekvivalentnog otvora je vršeno na I horizontu K. 610 na kratkom spoju sa ventilacionim oknom i na IV horizontu K. 435 m, gde su bile depresione tačke. Na ulaznoj cevi za ventilator ispred šibera, gledano od ventilatora, izbušene su dve rupe u koje su postavljene termometri za merenje temperature ulaznog vazduha u ventilator i četiri rupe simetrično u koje su ubačeni T nastavci koji su povezani plastičnim crevima radi merenja statičkog pritiska p i merno mesto I. Pri montaži ventilatora je ugrađen ispred lopatica radnog kola bliže statorskim lopaticama merni prsten, merno mesto II, koji je priključen na T razvodnik sa koga idu cevi do uređaja za registraciju količine vazduha i depresije. Ovaj T razvodnik je povezan i sa vrhom polulopte ispred radnog kola, merno mesto III. Bliže radnom kolu, u oblozi ventilatora, izbušena su četiri otvora za postavljanje Prantlove cevi za merenje dinamičkog pritiska merno mesto IV. Ovi otvori su snabdeveni navojnim maticama za zatvaranje otvora kada se merenje ne vrši.

Određivanje količine vazduha

Količina vazduha koju usisava ventilator preko ventilacionog kanala i okna iz jame je, prema uputstvu VDI normama, određena na osnovu srednjeg dinamičkog pritiska dobivenog iz merenih dinamičkih pritisaka Prantlovom cevi u otvorima ispred radnog kola ventilatora (IV—IV slika 3). Količina vazduha se određuje prema obrascu:

$$Q = F \sqrt{\frac{2g}{\gamma_v} p \text{ din}_{br} \text{ m}^3/\text{min}} \quad (5)$$

gde je:

- Q — protočna količina vazduha kroz ventilator u m^3/min
F — svetli presek na mestu merenja dinamičkog pritiska u m^2

- γ_v — zapreminska težina vazduha koji prolazi kroz ventilator kp/m^3
 $P_{\text{din sr}}$ — srednji dinamički pritisak dobiven merenjem dinamičkih pritisaka po težišnim linijama preseka merenja kp/m^2 .

Srednji dinamički pritisak se dobija merenjem dinamičkih pritisaka po težišnim linijama u preseku merenja, koji je najčešće u vidu kruga ili kružnog prstena, po obrascu:

$$\overline{(V P_{\text{din}})_{\text{sr}}} = \frac{1}{\sum y_i} \sum y_i \overline{P_{\text{din}}} \text{ kp/m}^2 \quad (6)$$

gde je:

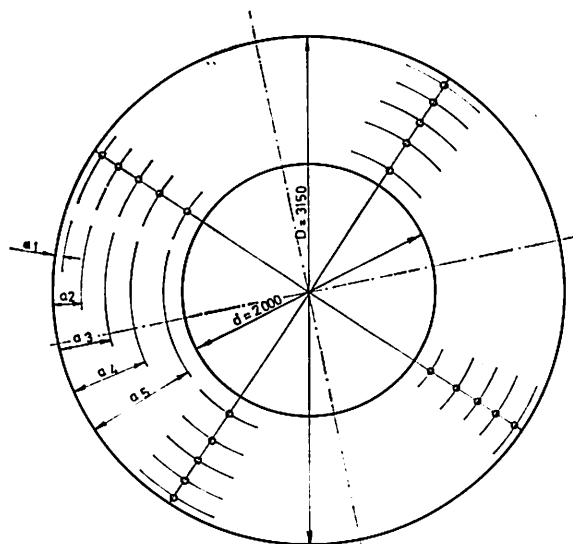
- i — broj mernih tačaka na svakom poluprečniku
 y — broj poluprečnika sa i tačaka merenja
 P_{din} — mereni dinamički pritisak u svakoj tački kp/m^2 .

U ovom slučaju se radi o kružnom prstenu, čiji je spoljni prečnik jednak prečniku ventilatora $D = 3150 \text{ mm}$, a unutrašnji prečnik jednak prečniku glave radnog kola $d = 2000 \text{ mm}$, kako se to vidi na sl. 5. Površina kružnog prstena je u ovom slučaju podeljena na 5 kružnih prstenova međusobno jednakih površina. U svakom od ovih prstenova je meren dinamički pritisak u dve međusobno upravne ose, u težišnim linijama svakog prstena, na odstojanjima a_1, a_2, a_3, a_4 i a_5 od spoljne obloge ventilatora. Ova odstojanja zavise od broja tačaka merenja i (kružnih prstenova) i prečnika ventilatora D i određuju se prema obrascu:

$$a_n = \frac{D}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2n-1}{2i} (1 - v^2)} \right] \text{ mm} \quad (7)$$

gde je:

- a_n — odstojanje tačke merenja (vrha Prantlove cevi) od spoljne obloge ventilatora u mm
 D — prečnik ventilatora u mm (3150 mm)
 n — redni broj tačke merenja (težišne linije)
 i — broj tačaka merenja na poluprečniku
 $v = \frac{d}{D}$ — odnos prečnika glave radnog kola prema prečniku ventilatora



Sl. 5 — Prikaz tačaka merenja dinamičkih pritisaka.

Fig. 5 — View of dynamic pressure measurement points.

U tablicama se mogu naći odnosi a_n/D za dato

$$v = \frac{d}{D} i$$

$i = 5, 8 \text{ i } 10.$

U tabeli 2 date su vrednosti relativnih odstojanja za kružni presek $\frac{a_n}{D}$ za 5 težišnih linija (5 mernih tačaka) na svakom poluprečniku, $i = 5$.

U našem slučaju je:

$$v = \frac{d}{D} = \frac{2000}{3150} = 0,63$$

Odstojanja tačaka merenja će iznositi, prema obrascu (7),

$$a_1 = \frac{3150}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.1-1}{2.5} (1 - 0,63^2)} \right] = 47,3 \text{ mm}$$

$$a_2 = \frac{3150}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.2-1}{2.5} (1 - 0,63^2)} \right] = 149,6 \text{ mm}$$

Tablica 2

Relativna odstojanja		$\frac{a_n}{D} = \frac{1}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2n-1}{2i} (1 - V^2)} \right]$				
$\frac{d}{v} = \frac{d}{D}$	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	
0,84140	0,00736	0,02241	0,03795	0,05403	0,07071	
0,79433	0,00931	0,02849	0,04848	0,06940	0,09139	
0,74989	0,01106	0,03398	0,05808	0,08358	0,11074	
0,70795	0,01263	0,03893	0,06682	0,09663	0,12883	
0,66834	0,01403	0,04338	0,07475	0,10863	0,14574	
0,63096	0,01528	0,04739	0,08195	0,11964	0,16151	
0,59566	0,01640	0,05099	0,08848	0,12974	0,17622	
0,56234	0,01740	0,05422	0,09438	0,13897	0,18992	
0,53088	0,01829	0,05713	0,09971	0,14741	0,20266	
0,50119	0,01908	0,05973	0,10453	0,15510	0,21449	
0,47315	0,01980	0,06206	0,10887	0,16210	0,22546	
0,44668	0,02043	0,06415	0,11278	0,16846	0,23563	
0,42170	0,02100	0,06602	0,11630	0,17424	0,24503	
0,39811	0,02150	0,06760	0,11946	0,17948	0,25371	
0,37584	0,02195	0,06919	0,12230	0,18422	0,26171	
0,35481	0,02235	0,07052	0,12485	0,18850	0,26908	
0,33497	0,02271	0,07173	0,12714	0,19237	0,27584	
0,31623	0,02303	0,07280	0,12919	0,19586	0,28205	
0,29854	0,02332	0,07376	0,13103	0,19901	0,28774	
0,00000	0,02566	0,08167	0,14645	0,22614	0,34189	

$$a_3 = \frac{3150}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.3-1}{2.5} (1 - 0,63^2)} \right] = 259,8 \text{ mm}$$

$$a_4 = \frac{3150}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.4-1}{2.5} (1 - 0,63^2)} \right] = 378,0 \text{ mm}$$

$$a_5 = \frac{3150}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.5-1}{2.5} (1 - 0,63^2)} \right] = 509,6 \text{ mm}$$

Približne vrednosti se dobijaju i na osnovu relativnog odstojanja a_n/D iz tablice 2 i prečnika $D = 3150$ i to:

$$a_1 = 0,01528 \cdot 3150 = 48,1 \text{ mm,}$$

$$a_2 = 0,04739 \cdot 3150 = 149,3 \text{ mm,}$$

$$a_3 = 0,08195 \cdot 3150 = 238,1 \text{ mm,}$$

$$a_4 = 0,11964 \cdot 3150 = 376,9 \text{ mm i}$$

$$a_5 = 0,16151 \cdot 3150 = 508,6 \text{ mm.}$$

Odstojanje srednje težišne linije, odnosno tačke sa prosečnim dinamičkim pritiskom iznosi:

$$a_s = \frac{3150}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.1-1}{2} (1 - 0,63^2)} \right] = 260,0 \text{ mm}$$

U slučaju kružnog preseka na mestu merenja (ventilacioni kanali) odstojanje tačaka merenja od boka određuje se po obrascu:

$$a_n = \frac{D}{2} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2n-1}{2i}} \right]$$

pa $\frac{a_n}{D}$ za $i = 5$ tačka merenja iznosi za tačke

n = 1	2	3	4	5
0,02566	0,08164	0,194645	0,22614	0,34188

Za količine vazduha iz tablice 1 i sa dijagrama na sl. 2 su sračunati potrebni srednji dinamički pritisci za očekivane zapreminske

težine vazduha na ulazu u ventilator prema obrascu:

$$P_{din sr} = \left(\frac{Q}{F} \right) \frac{\gamma}{2g} \text{ kp/m}^2 \quad (8)$$

dinamički pritisak, iz tablice 3. Po podešavanju ventilatora na $p_{din sr}$, koji se očitava na »U« depresiometru, očitava se ukupna depresija i računa ekvivalentni otvor jame po obrascu:

Tablica 3

Sračunate vrednosti su date u tablici 3.

Izlazna količina Q m ³ /sec	γ (kp/m ³) izlaznog vazduha							
	1,0	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14
100	23,6	24,02	24,5	24,96	25,44	25,91	26,38	26,85
125	36,8	37,5	38,3	39,0	39,70	40,5	41,2	41,9
150	53,0	54,0	56,1	56,2	57,2	58,3	59,4	60,4
200	94,2	96,1	98,0	99,9	101,7	103,6	105,5	107,4
217,5	110,9	113,1	115,3	117,6	119,8	122,0	124,2	126,4
250,0	147,2	150,1	153,1	153,0	158,9	161,9	164,8	167,8

Po određivanju temperatura ulaznog vazduha u ventilator $t_s = 17,2^\circ\text{C}$ $t_v = 16,6^\circ\text{C}$ i $b = 706,4$ mmHg izračunata je zapreminska težina vazduha po obrascu:

$$\gamma = \frac{0,465 b}{T} - \frac{0,176 \varphi \cdot E}{T} \text{ kp/m}^3 \quad (9)$$

gde je, osim poznatih veličina:

- φ — relativna vlažnost = 94% iz tablica
- E — parcijalni pritisak zasićenog vazduha vodenom parom pri $t_s = 17,2^\circ\text{C}$ $E = 14,72$ kp/m² iz tablica.
- T — apsolutna temperatura $T = 273 + 17,2 = 290,2^\circ\text{K}$

pa je:

$$\gamma = \frac{0,465 \cdot 706,4}{290,2} - \frac{0,176 \cdot 0,94 \cdot 14,72}{290,2} = 1,1227 \text{ kp/m}^3$$

Za sračunatu zapreminsku težinu iz tablice 3 potrebni srednji dinamički pritisci ($p_{din sr}$) iznose 26,38 kp/m³ za $Q = 100$ m³/sec, 41,2 kp/m² za $Q = 125$ m³/sec, 59,4 kp/m² za $Q = 150$ m³/sec, 105,5 kp/m² za $Q = 200$ m³/sec, 124,2 kp/m² za $Q = 217,5$ m³/sec i 164,8 kp/m² za $Q = 250,0$ m³/sec.

Pomoću Prantlove cevi, čiji se vrh podesi na odstojanju $a_s = 260$ mm od kraja, zaokretanjem lopatica podešavaju se karakteristike ventilatora, da bi se dobio potreban srednji

$$A = 0,38 \frac{Q}{\sqrt{h}} \text{ m}^2 \quad (10)$$

koji prema dijagramu sa slike 2 treba da iznosi $A = 4,8 - 5,2$ m². U našem slučaju ekvivalentni otvor je iznosio:

$$A_1 = 0,38 \frac{204,1}{\sqrt{226}} = 5,15 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,38 \frac{216,1}{\sqrt{278,5}} = 4,91 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 0,38 \frac{103,9}{\sqrt{61}} = 5,02 \text{ m}^2$$

$$A_4 = 0,38 \frac{127,1}{\sqrt{103}} = 4,76 \text{ m}^2$$

$$A_5 = 0,38 \frac{144}{\sqrt{141}} = 4,60 \text{ m}^2$$

Pomoću regulatora protoka na I i IV horizontu izvršeno je približno doterivanje ekvivalentnog otvora, a zatim doterivanje na srednji dinamički pritisak. Pri ovom se nije išlo na apsolutno doterivanje položaja radnih tačaka pri ispitivanju sa tačkama za koje su date garantne vrednosti, jer je proces regulacije ekvivalentnog otvora trajao dosta dugo

Datum 10. 12. 73.		Časovni protokol ispitivanja ventilatora u rudniku Stari Trg														
Vreme očitan.	Struja A	Kolic. vaz. m ³ /min	Depres. Δp kp/m ²	Poloz lopat. °	Spoljna temperatura °C	t u stan. °C	t namotaja t lagera mot. t reduktora t ležaja ventil.						Primedba	Potpis isporuč. i kupc.		
							U °C	V °C	W °C	NS °C	AS °C	GI °C			GIII °C	L I °C	L II °C	L III °C
600	110	11350	222	-12,7	3,0	14	56	56	45	23	44	44	47	52	nema	s.r. J Halili i Gausma
700	110	11350	222	-12,7	3,0	15	56	56	45	24	44	44	48	49	"	"
800	110	11350	220	-12,7	5,0	15	56	55	45	23	44	44	48	49	"	Mehmeti sr.
900	108	11350	220	-12,7	5,5	15	56	56	45,5	22	44	44	48	49	"	Rešetov sr.
1000	108	11350	220	-12,7	8,5	15	56	56	56,5	23	44	44	48	49	"	"
1100	138	12510	275	-7,8	8,0	15	56	56,5	46	20	44	44	48	49	"	"
1200	108	11210	220	-13	15	16	56	56	44	20	45	45	49	50	"	"
1300	95	10500	190	-15	15	15	54	53	45	20	45	45	49	50	"	"
1400	97	10500	190	-15	10	15	56	55	45	22	45	45	49	50	"	"
1500	97	10500	190	-15	9,0	16	56	56	45	23	46	46	49	50	"	"
1600	96	10000	210	-15	7,0	16	55	56	45	23	46	46	49	50	"	"
1700	222	15000	390	+4	6,0	18	75	74	65	24	47	47	49	50	"	"
1800	225	14800	390	+4	5,5	18	91	88	80	26	51	51	48	50	"	"
1900	225	14800	390	+4	5,5	18	94	89	80	26	51	51	48	50	"	"
2000	264	15050	410	+7,5	5,0	18	94	92	85	25	52	52	48	50	"	"
2100	105	10800	208	-13,5	4,5	18	80	78	70	25	52	52	48	50	"	"
2200	100	10400	183	-15	4,5	18	55	57	47	24	48	48	48	50	"	"
2300	100	10400	185	-15	4,5	17	55	57	46	24	46	46	49	50	"	"
2400	100	10400	190	-15	4,5	17	54	56	46	26	45	45	49	50	"	"
100	100	10400	190	-15	4,0	17	55	55	45	25	45	45	48	50	"	"
200	100	10400	190	-15	3,0	17	55	56	45	27	45	45	48	50	"	"
300	100	10400	190	-15	3,0	17	55	56	46	27	45	45	48	50	"	"
400	100	10400	190	-15	3,0	17	55	56	46	27	45	45	48	50	"	"
500	100	10400	190	-15	3,0	16	56	56	46	27	45	45	48	50	"	"

× Ventilator radi u ovoj fazi bez reduktora

Potpis za Trepču
Ing. D Jakovljević sr.

overa:
za Dingler
Ing Erich sr.
za BBC
Ing Gausman sr.

i bio otežan, pošto je regulacija izvođena improvizovanim regulatorima i pri veoma velikoj brzini strujanja vazduha i do 20,0 m/sec, a tačnost se pri proveru garantnih vrednosti, zbog bliskosti tačaka, ne umanjuje.

Posle podešavanja položaja lopatica na potrebno p_{din} sr. počinje merenje dinamičkih pritisaka po mernim tačkama od 1—20. Za to vreme se mere t ulaznog vazduha i barometarski pritisak, statički i ukupan pritisak i očitava količina vazduha, depresija i položaj lopatica na ugrađenim instrumentima u ventilatorskoj stanici i na pultu u trafostanici. Sve merene i očitane vrednosti se unose u protokol o ispitivanju. Druga ekipa, za ovo vreme, meri podatke potrebne za određivanje snage elektromotora i upisuje u protokol podatke o temperaturama ležajeva motora, reduktora, ventilatora i namotaja statora i očitava podatke o naponu, jačini struje i snazi na visokonaponskom ormanu. Podaci o kretanju navedenih temperatura se unose u časovni protokol, koji se vodi za sve vreme probnog rada ventilatora i isti overavaju predstavnici rudnika i isporučioća firme »Dingler« i BBC. Deo protokola je prikazan u tablici 4.

Već je napomenuto, da je iz tehničkih razloga izvršeno prvo ispitivanje II, a zatim I faze rada ventilatora, pa će se ovim redom i dati podaci o merenjima.

Za količinu vazduha od 200,0 m³/sec srednji dinamički pritisak na $a_{sr} = 260$ mm treba da iznosi 105,5 kp/m² za $\gamma = 1,12$ kp/m³ kako je i podešen položaj lopatica koji je iznosio $\alpha = -9,0^\circ$ na ventilatoru, i $-10,9^\circ$ na komandnom pultu u trafostanici.

Iz protokola merenja za ovu tačku podaci merenja i očitavanja su dati u tablici 5.

Merene veličine

P_{uk} kp/m ²	P_{1st} kp/m ²	P_{2st} kp/m ²	t_a °C	t_v °C	b mmHg	U 10 ³ V	N_1 60A	N_2 60A	N_3 60A	N_v V _{ar}
226,0	274,0	328,0	17,2	16,6	706,4 706,8	3,3	2,10	2,10	2,10	10,2
P_{din} Kp/m ²	94,0 93,0	97,5 98,5	100,0 100,0	102,0 102,0	104,0 104,5	93,5 100,0	102,0 100,0	103,0 101,0	105,0 104,0	107,0 195,5

$nm = 740$ ob/min.

Dingler protokol o merenju

II faza ventilatora, najniža radna tačka, položaj lopatića -9°

- na regulatoru u ventilatorskoj stanici $Q = 11850$ m³/min $P_{uk} = 225,0$ kp/m²
- na komandnom pultu u trafostanici $Q = 12000$ m³/min $P_{uk} = 220,9$ kp/m²
 $\alpha = 10,9^\circ$

Proračun:

Površina svetlog preseka na mestu merenja ispred lopatica radnog kola

$$F_s = F_v - F_d = \frac{D^2\pi}{4} - \frac{d^2\pi}{4} = \frac{3,150^2 \cdot 3,14}{4} - \frac{2,0^2 \cdot 3,14}{4} = 4,65 \text{ m}^2$$

$$\sqrt{p_{din_1}} = \sqrt{94,0} = 9,70 \quad \sqrt{p_{din_2}} = \sqrt{97,5} = 9,88$$

$$\sqrt{p_{din_3}} = \sqrt{100,0} = 10,00$$

$$\sqrt{p_{din_4}} = \sqrt{102,0} = 10,10 \quad \sqrt{p_{din_5}} = \sqrt{104,0} = 10,20$$

$$\sqrt{p_{din_6}} = \sqrt{96,5} = 9,82 \quad \sqrt{p_{din_7}} = \sqrt{102,0} = 10,10$$

$$\sqrt{p_{din_8}} = \sqrt{103,0} = 10,15 \quad \sqrt{p_{din_9}} = \sqrt{105,0} = 10,26$$

$$\sqrt{p_{din_{10}}} = \sqrt{107,0} = 10,33 \text{ do } \sqrt{p_{din_{20}}} = \sqrt{105,5} = 10,28$$

U tablici 6 dat je pregled merenih dinamičkih pritisaka za II fazu sračunatih korena i srednjih vrednosti korena za II fazu ventilatora.

Tablica 5

Tablica 6 pa je

Merna tačka	I R.t. $Q_1 = 204 \text{ m}^3/\text{sec}$		II R.t. $Q_2 = 216 \text{ m}^3/\text{sec}$		III R.t. $Q_3 = 248 \text{ m}^3/\text{sec}$	
	P_2 din kp/m ²	$\sqrt{P_2}$ din	P_2 din kp/m ²	$\sqrt{P_2}$ din	P_2 din kp/m ²	$\sqrt{P_2}$ din
1	94,0	9,7	115,0	10,71	153,0	12,39
2	97,5	9,88	117,5	10,81	162,0	12,71
3	100,0	10,00	121,0	11	164,5	12,84
4	102,0	10,10	124,0	11,15	166,5	12,91
5	104,0	10,20	128,0	11,31	169,0	13,00
6	96,5	9,23	118,0	10,89	159,0	12,61
7	102,0	10,10	124,0	11,15	166,0	12,90
8	103,0	10,15	125,0	11,20	167,0	12,42
9	105,0	10,26	127,0	11,29	171,0	13,09
10	107,0	10,33	132,0	11,50	175,0	13,22
11	93,0	9,65	114,0	10,68	151,5	12,30
12	98,5	9,93	120,0	10,98	160,0	12,64
13	100,0	10,00	121,5	11,02	152,0	12,71
14	102,0	10,10	124,0	11,15	166,0	12,90
15	104,5	10,23	127,0	11,29	170,0	13,03
16	100,0	10,10	122,0	11,08	165,0	12,86
17	100,0	10,00	123,5	11,11	163,0	12,80
18	101,0	10,08	125,0	11,20	166,0	12,90
19	104,0	10,20	128,0	11,31	168,0	12,98
20	105,5	10,28	130,0	11,40	172,0	13,11

$$\Sigma \sqrt{P_2 \text{ din}_I} = 201,02 \quad \Sigma \sqrt{P_2 \text{ din}_{II}} = 222,23$$

$$\Sigma \sqrt{P_2 \text{ din}_{III}} = 256,82$$

$$\sqrt{P_2 \text{ din}_{I, \text{sr}}} = 10,05 \quad \sqrt{P_2 \text{ din}_{II, \text{sr}}} = 11,11$$

$$\sqrt{P_2 \text{ din}_{III, \text{sr}}} = 12,84$$

Iz navedene tablice je:

$$\Sigma \sqrt{P_{\text{din}}} = 201,02$$

$$i \cdot y = 20$$

$$\left(\sqrt{P_{\text{din}}} \right)_{\text{sr}} = \frac{\Sigma \sqrt{P_{\text{din}}}}{i \cdot y} = \frac{201,02}{20} = 10,05$$

pa će količina vazduha za ovu radnu tačku prema obrascu (5) iznositi:

$$Q = 4,65 \sqrt{\frac{2,981}{1,1227}} \cdot 10,05 = 204,1 \text{ m}^3/\text{sec} = 12246 \text{ m}^3/\text{min}$$

Jačina struje na osnovu merenja iznosi:

$$I = 2,160 = 126A, \text{ a napon iznosi}$$

$$U = 10^3 \cdot 3,3 = 3300 \text{ V}$$

Snage iznose:

$$P_{\text{mp}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = 1,73 \cdot 3300 \cdot 126 = 720 \text{ kW}$$

$$P_{\text{m1}} = 15,39,6 = 594 \text{ kW.}$$

$$P_r = 10,2,39,6 = 404 \text{ k}_{\text{var}}$$

$$\cos \gamma = \frac{P_v}{P_{\text{m1}}} = \frac{594}{720} = 0,825$$

$$N_p = P_{\text{m1}} \cdot \eta_m = 594,0,95 = 554 \text{ kW}$$

$$N_k = \frac{Q \cdot H}{102} = \frac{204,1 \cdot 226,0}{102} = 454 \text{ kW}$$

a stepen iskorišćenja

$$\eta_v = \frac{N_k}{N_p} = \frac{454}{554} = 0,82 > \eta_g = 0,81$$

Na isti način je izvršeno merenje i računanje za ostale radne tačke ventilatora za koje su date garantne vrednosti. Mereni dinamički pritisci, računati koreni i srednji dinamički pritisci za I fazu su dati u tablici 7, a u tablici 8 je dat pregled sračunatih karakteristika ventilatora na osnovu izvršenih merenja za obe faze rada ventilatora. Merenjem utvrđene tačke su ucrtane na dijagram sl. 2 sa oznakom (prim).

Iz tablice se vidi, da je samo kod najniže tačke I faze dobijena manja vrednost za η od garantne. Za ovo odstupanje je komisija pri prijemu zaključila, da je to posledica smetnji pri merenju snage motora i da ventilator i u ovoj tački merenja ima zadovoljavajući stepen korisnog dejstva, što se vidi i sa dijagrama datog na slici 2, gde je $\eta = 0,71$ odnosno približno jednaka ucrtanoj tački prema garanciji isporučioaca. Iz tehničkih i vremenskih razloga se nije moglo ponoviti merenje da bi se izvršila provera. U tablici 9 je dat pregled očitanih količina vazduha i depresija na komandnom ormanu i komandnom pul-tu i merenih i sračunatih u cilju provera tačnosti kontrolnih instrumenata. Iz date tablice se vidi da maksimalna razlika iz merenja sračunate količine vazduha i očitanih količina iznosi 400 i 360 m³/min tačka 1 II faze i T3 I faze, a najmanja 16,0 m³/min tačka 1 I faze, odnosno maksimalna greška instrumenata za registraciju količine vazduha iznosi 4,18%, što se može prihvatiti kao zadovoljavajuće, odnosno da se ugrađenim instrumentima registrovane i očitane vrednosti mogu prihvatiti kao dovoljno tačne. Takođe se mogu prihvatiti i ugrađeni registrator i po-

kazivač depresije kao dovoljno tačni, jer maksimalna greška iznosi 2,2%. Očitani položaji lopatica na ventilatoru su približno jednaki položajima nanetih merenih tačaka na dijagramu slike 2, dok je odstupanje kod pokazivača položaja lopatica na pulstu znatnije, pa je dogovoreno da se izvrši popravka ili zamenjena ovog instrumenta.

I faza rada ventilatora pri broju obrtaja $n = 427$ o/min.

$$\begin{aligned}\Sigma \sqrt{P_2 \cdot \text{din}_I} &= 105,94 \\ \Sigma \sqrt{P_2 \cdot \text{din}_{II}} &= 130,05 \\ \Sigma \sqrt{P_2 \cdot \text{din}_{III}} &= 154,70\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_2 \text{ din}_I \text{ sr} &= 5,29 \text{ kp/m}^2 \\ P_2 \text{ din}_{II} \text{ sr} &= 6,50 \text{ kp/m}^2 \\ P_2 \text{ din}_{III} \text{ sr} &= 7,73 \text{ kp/m}^2\end{aligned}$$

Tablica 7

Merna tačka	I RT Q = 100 m ³ /sec		II RT Q = 125 m ³ /sec		III RT Q = 150 m ³ /sec	
	P ₂ din kp/m ²	√P ₂ din	P ₂ din kp/m ²	√P ₂ din	P ₂ din kp/m ²	√P ₂ din
1	26,0	5,1	39,5	6,30	57,5	7,59
2	27,0	5,2	41,0	6,41	59	7,70
3	27,5	5,25	41,0	6,41	60,0	7,75
4	28,5	5,34	42,5	6,52	61,0	7,81
5	29,0	5,39	43,5	6,60	62,0	7,88
6	28,0	5,30	41,5	6,45	57,5	7,59
7	27,5	5,25	42,0	6,49	60,0	7,75
8	28,5	5,34	42,0	6,49	60,0	7,95
9	29,0	5,40	44,0	6,65	61,0	7,81
10	29,5	5,43	45,0	6,70	62,0	7,88
11	26,5	5,15	39,0	6,25	55,0	7,43
12	28,0	5,30	41,0	6,41	58,0	7,62
13	28,0	5,30	42,0	6,50	59,0	7,70
14	28,0	5,30	42,5	6,52	60,0	7,15
15	29,0	5,40	44,0	6,65	61,5	7,85
16	27,0	5,20	41,0	6,41	59,5	7,72
17	27,5	5,25	42,0	6,49	59,0	7,70
18	28,0	5,30	43,0	6,55	59,0	7,70
19	28,5	5,34	43,5	6,60	61,0	7,81
20	29,0	5,40	44,0	6,65	62,5	7,91

Karakteristike ventilatora za obe faze rada

Tablica 8

Faza i radna tačka	P Kp/m ²	P _{1st} Kp/m ²	P _{2st} Kp/m ²	√P ₂ din. sr kp/m ²	m ³ /min	m ³ /sec	t _s °C	t _v °C	φ %	b mmHg	γ kp/m ³	N _k kw	N _p kw	η	
II faza	tč. 1	226,0	274	328	10,05	12246	204,1	17,2	16,6	97%	706,0	1,122	454	554	0,82
	tč. 2	278,5	322	399	11,11	12966	216,1	17,1	16,6	97%	707,0	1,124	592	700	0,845
	tč. 3	389,0	491	549	12,84	14880	248,9	17,2	16,7	97%	707,4	1,12	945	105	0,895
I faza	tč. 1	61,0	735	88	5,29	6234	103,9	17,8	17,2	96%	702,4	1,11	634	104	0,61
	tč. 2	103,0	121	143	6,5	7626	127,1	18,4	17,0	96%	702,4	1,11	128,5	148	0,667
	tč. 3	141,0	198	166	7,73	8640	144,0	18,4	17,8	97%	702,5	1,11	198	226	0,88

Tablica 9

Faza i tačka merenja	Očitane vrednosti						Merene i računate		
	Q m ³ /min		h kps/m ²		Položaj lopatica		Q	h	
	I	II	I	II	I	II	m ³ /min	kp/m ²	
II	1	11850	12000	225,0	220,9	- 9,0	-10,9	12246	226
	2	13000	13250	278,0	278,0	- 4,8	- 6,3	12966	278,5
	3	15000	15050	387,0	386,5	+ 5,8	- 3,0	14880	389,0
I	1	6250	6100	60,5	62,0	-13,0	+ 7,8	6234	61,0
	2	7550	7600	101,0	101,0	3,0	+ 1,2	7626	103,0
	3	8900	9000	140,0	140,0	+ 8,5	- 6,0	8640	141,0

I — očitane vrednosti na komandnom ormanu u VS
 II — očitane vrednosti na komandnom pultu T. S.

Za vreme ispitivanja II faze rada ventilatora vršena su merenja buke i vibracija za koja će se dati kraći opis. Na slici 6 dat je položaj tačaka merenja buke, a rezultati merenja su dati u tablici 10.

Tablica 10

Merno mesto	Udaljenost mernog mesta od difuzora m	Maksimalno izmerena vrednost db(A)
I na stepeništu	12,0	66,0
II na stepeništu	22,0	50,0
III krov. vent. stanice	9,0	64,0
III kod vent. okna	25,0	59,5
IV kod kapije	45,0	42,0
V krov vent. stanice	5,0	63,0
V kod betonske stope	25,0	57,0
VI na putu	50,0	52,0
VII krov vent. stanice ispod škarpe	5,5	62,0
VIII na putu kod bandere	50,0	43,0

Iz tablice 10 se vidi da su sve vrednosti niže od garantne vrednosti isporučioaca 75 db.

Na slici 7 je dat položaj tačaka na kojima je izvršeno ispitivanje i ocena:

- uticaja vibracija na zgradu,
- uticaja vibracija na pod zgrade,
- ocena vibracija ventilatora i motora na osloncima, i
- ocena vibracija kućišta ventilatora.

U prvom slučaju su korišćeni spektri ubrzanja za dve ili tri prostorne komponente.

Ova merenja se odnose na merna mesta: I pravci V, H i HI, II pravci V i H.

III pravci V i H

IV pravci V, H i H'

gde je:

V — vertikalna komponenta

H — horizontalna komponenta, poprečna u odnosu na zgradu

H' — horizontalna komponenta paralelna po dužnoj osi zgrade.

Za svako merno mesto je sračunat nivo vibracija S za svaku spektralnu komponentu.

$$S = 10 \log \frac{x}{x_0} \text{ (vibrare)}$$

gde su:

$$x = \frac{a^2}{f}$$

a = amplituda vibracija u cm/sec²

x = referentna jačina vibracija

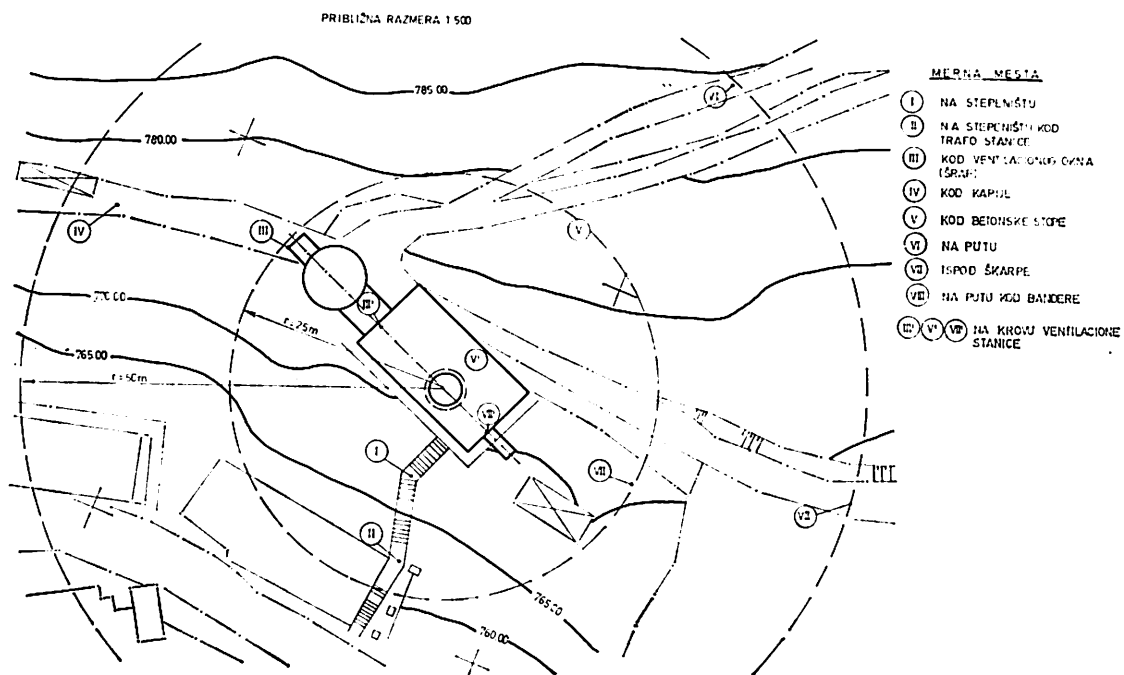
x₀ = 0,1 cm²/sec

U drugom slučaju su korišćeni spektri ubrzanja za vertikalnu i horizontalnu poprečnu komponentu (poprečnu na osovinu ventilatora).

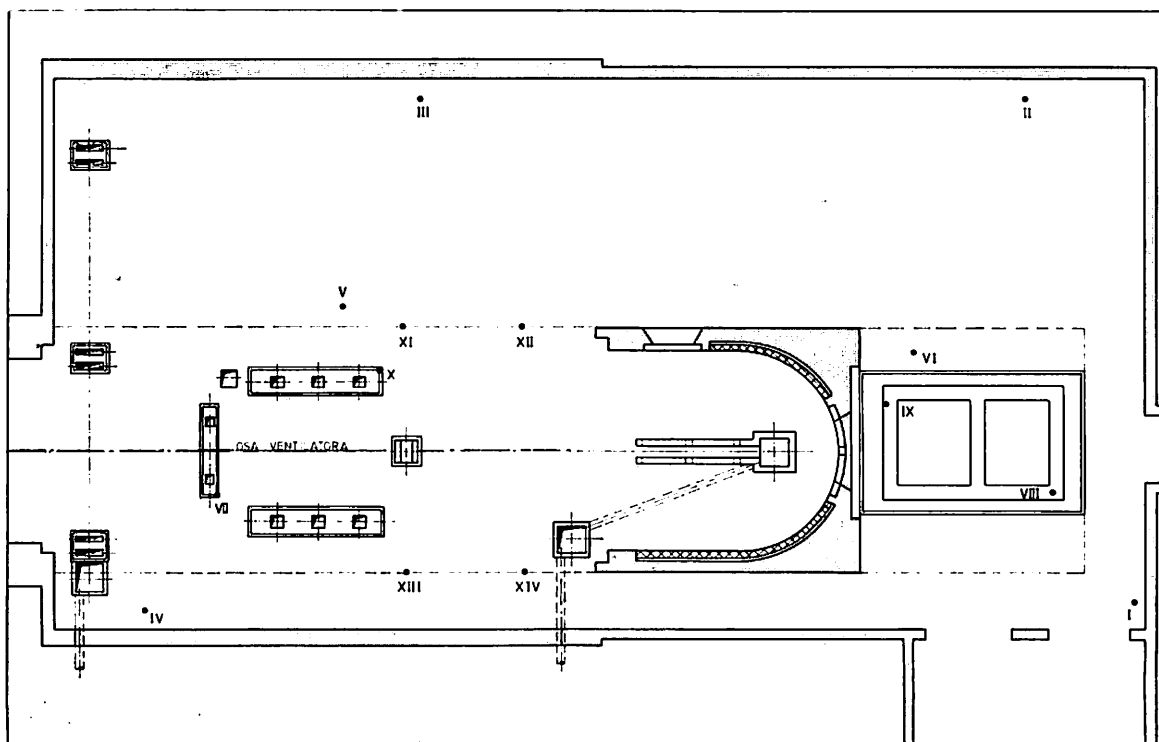
Ova merenja se odnose na merna mesta:

V pravci V \overline{H}

VI pravci V \overline{H}



Sl. 6 — Lokacija mernih tačaka buke.
Fig. 6 — Location of noise measurement points.

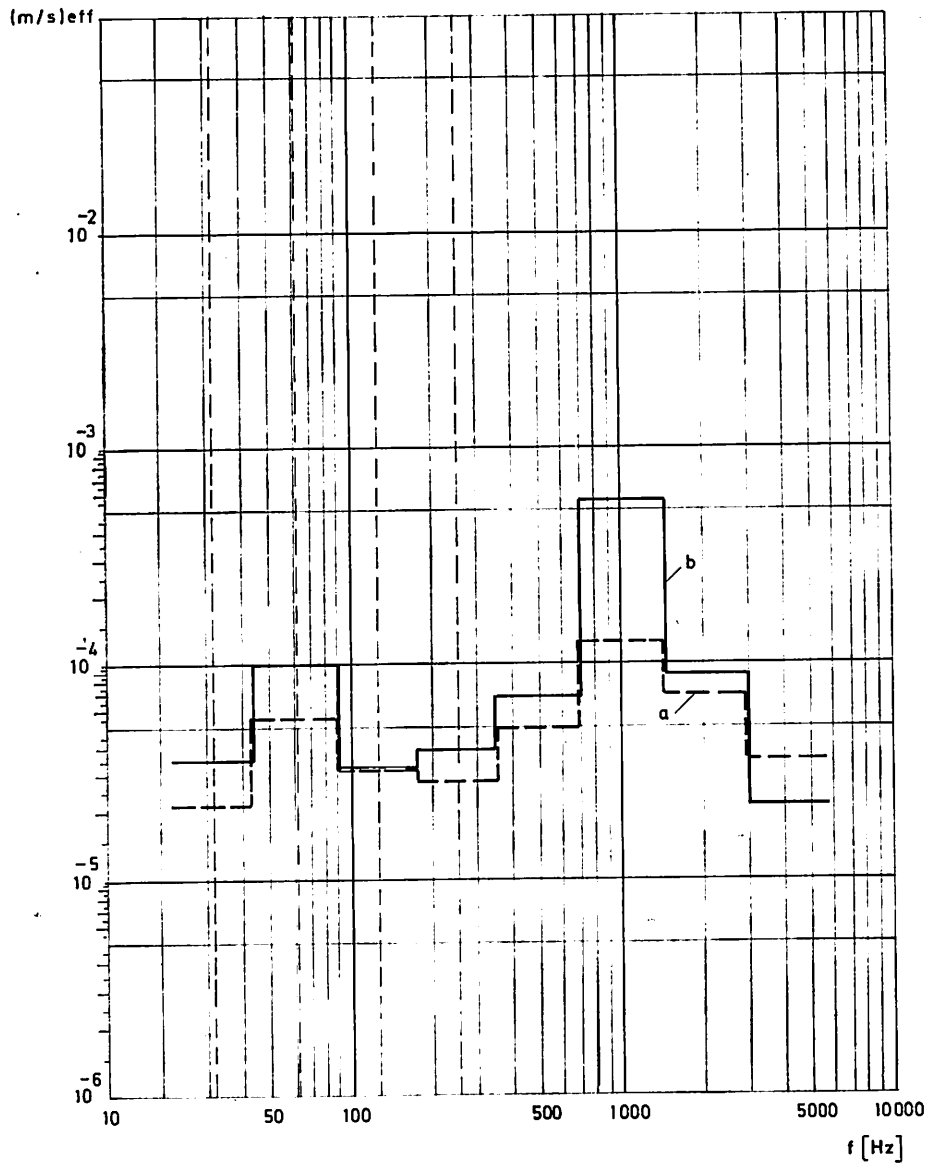


Sl. 7 — Lokacija mernih tačaka za ispitivanje vibracija (4 tačke XI — XIV nalaze se na kućištu ventilatora).
Fig. 7 — Location of vibration measurement points (points XI — XIV located on fanhousing).

Tablica 11

f (Hz)	Merno mesto i pravac komponente															
	V	H	HI	V	H	V	H	V	H	HI	V	H	V	H	V	HI
31,5	13	12	10	14	12	14	10	14	15	11	27	20	16			
63,0	18	14	14	14	14	14	15	18	14	14	27	20	21			
125	32	30	37	36	28	36	39	46	36	42	51	49	29			
250	33	31	36	16	24	28	29	35	33	37	42	44	26			
500	43	40	36	21	25	19	22	38	42	40	40	42	30			
1000	49	41	39	30	40	15	16	32	39	31	41	48	44			
2000	41	35	35	23	17	10	11	31	27	32	40	45	40			
4000	40	34	32	25	20	24	19	38	30	26	49	31	51			
Total	51	45	44	33	40	37	40	48	45	45	54	53	52			
S. Nibr.	-2,8	+8,9	-5,9	-18,8	-15,5	-7,6	-8,3	-1,9	-2,9	-2,9	+7,9	+6,1	-4,6			
	+0,5	-4,6	-2,7	-16,3	-9,0	-3,9	-3,2	+4,0	-2,4	+0,9	+9,2	+7,8	-2,7			

Sve vrednosti spektralnih komponentata i totala u db rel. 1.86.10⁻⁴ (m/sec) eff.
Maksimalne komponente su podvučene

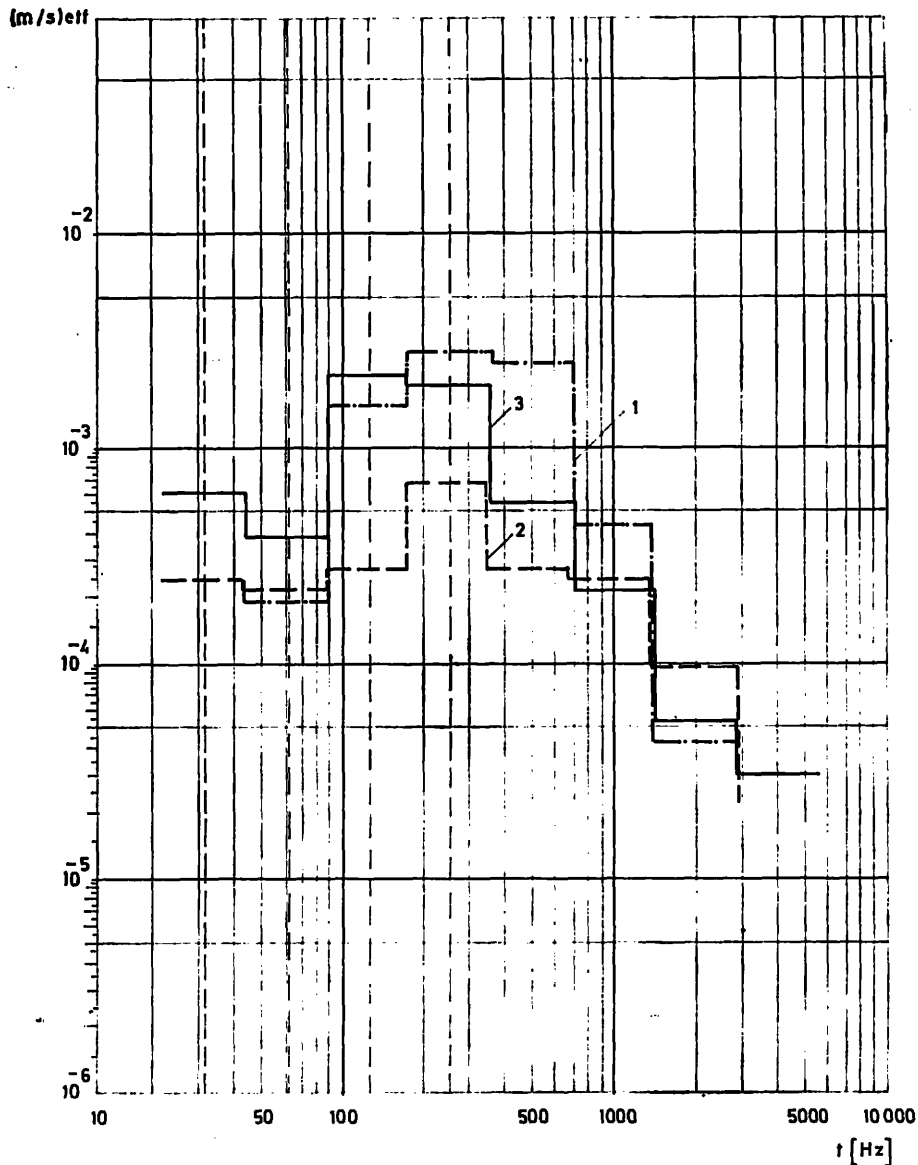


Sl. 8 — Merno mesto VIII, na motoru vertikalna komponenta brzine vibracija, za režim (a) i režim (b).

Fig. 8 — Measuring point VIII on the motor, vertical component for vibration velocity for regime (a) and regime (b).

Rezultati merenja za oba opisana slučaja su dati u tablici 11 iz koje se vidi da su svi rezultati manji od 10 vibrara, što se smatra granicom za moguća oštećenja.

Ocena vibracija motora i ventilatora vrši se prema VDI 2056 preporukama na osnovu izmerene efektivne vrednosti brzine vibracija, u kom cilju su korišćeni spektri sa mer-nim mestima:



Sl. 9 — Merno mesto XI, na kućištu ventilatora, aksijalna (1) radijalna horizontalna (2) i radijalna vertikalna (3) komponenta brzina vibracija.

Fig. 9 — Measuring point XI, on fan housing, axial (1), radial horizontal (2) and radial vertical (3) components of vibration velocity.

VII na motoru pravci V i H

VIII na motoru pravci V i H

IX na ventilatoru V i H

X na ventilatoru V i H

Rezultati merenja za jednu tačku dati su na dijagramu sl. 8. U sličnim granicama su merene veličine na ostalim tačkama, odnosno one ne prelaze 3,3 mm/sec/eff., što je prema preporuci VDI 2056 zadovoljavajuće.

Prema zahtevu isporučioaca izvršena je ocena vibracija kućišta motora, pri čemu je izmerena brzina vibracija na 4 merna mesta na kućištu. Pri tom su na svakom mernom mestu merene sve tri prostorne komponente i izvršena spektralna analiza. Merna mesta: XI, XII, XIII i XIV. Rezultati merenja su za mernu tačku XI dati u vidu dijagrama na slici. 9. Najveća izmerena vrednost na svim mer-

nim tačkama iznosi 5,2 mm/sec/eft, što je niže od dozvoljenih za ovu vrstu mašina.

Komisija je zaključila da se, s obzirom na ispunjene uslove u pogledu količina vazduha, depresije, snage i broja obrtaja elektromotora, buke, vibracija tačnosti ugrađenih mer-nih i registracionih instrumenata (osim instrumenata za položaj lopatica na komandnom

pultu u TS), može izvršiti prijem ventilatora, i da je isti konstruktivno dobro izrađen i pravilno montiran. S obzirom na izneto, opisana metodologija ispitivanja se može primeniti na sve jamske ventilatore i ne zahteva neke posebne instrumente, dosta je jednostavna i prema njoj se mogu utvrditi veoma tačno karakteristike ventilatora.

SUMMARY

Testing of Guarantee Values of the New Main Fan in Mine »Trepča« — Stari Trg

J. Pejčinović, B. Sc.*)

In Mine »Trepča« — Stari Trg, a single stage axial fan of type GAF 31,5—20—1 was installed, with automatic adjustment of blade position during fan operation by use of a hydraulic aggregate. Motor power transmission to the fan may be over a gear or by direct connection of the motor shaft to the fan shaft by a coupling. In the first case, the number of fan rotations is 427 r. p. m., and in the second one 740 r. p. m., identical with the number of motor rotations. In the former case the motor is connected in a star, having a power up to 350 kW, and in the later case in a triangle, when its power reaches 1300 kW. The motor has a shortcircuiting rotor. The fan diameter is 3150 mm, and the amount of air ranges between 100 and 250 m³/sec at a depression of 60 — 380 Kp/m², when it reaches a fairly high efficiency rate $\eta = 0.81 - 0.895$ due to hydraulic adjustment of the blades and efficient fan construction. Installed are also controls for remote fan control, control of air volume and fan depression. The tests of characteristics and comparison with manufacturers guaranteed values represent an important and responsible task. With fan testing, particular care must be devoted to accurate determination of the rate of air flow, for which a method is described in the paper. Fan properties may be determined, with the exception of noise and vibrations, quite accurate by use of conventional equipment for the determination of fan parameters in the pit in addition to Prantl's tube and measurement electric case. The completed tests of fan properties and noise and vibration indicated that the device is of good manufacture, adequately installed and that it guarantees the achievement of microclimatic conditions within the limits of those prescribed for mine Stari Trg — Trepča.

L i t e r a t u r a

1. Abnahme und Leistungsversuche an Ventilatoren (VDI-Ventilatorregeln) VDI 2024 Oktober 1966.
2. Leistungsmessungen an Dingler—Axialgebläsen.
3. Messung der Strömungskennwerte von Gebläsen.
4. Stručni izveštaj komisije o primopredaji ventilatorskog postrojenja u jami Stari Trg 1. XII 1972. godine.
5. Projekat rešenja ventilacije postojećeg stanja jame Stari Trg priključenjem novog ventilatora. Rudarski institut Beograd, III 1973. god.

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

Algoritam za izračunavanje prirodne raspodele vazduha u ventilacionim mrežama

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Petar Tanasković

Izložen je algoritam za izračunavanje prirodne raspodele vazduha u ventilacionoj mreži.

Uvod

Prirodna raspodela vazduha u ventilacionoj mreži*) određena je jednačinama čvorova i jednačinama strujnih krugova. Za mrežu sa M čvorova i N grana imamo N nepoznatih protoka i N jednačina: $M-1$ linearnih jednačina čvorova i $N - M + 1$ kvadratnih jednačina strujnih krugova.

Za rešavanje ovog sistema jednačina koristi se sledeći postupak.

Nađe se proizvoljna raspodela koja zadovoljava jednačine čvorova (početna raspodela).

Ova raspodela u opštem slučaju ne zadovoljava jednačine strujnih krugova. Vršiti se korekcija ove raspodele tako da se jednačine strujnih krugova zadovolje. Korekcija je takva da ne menja sume količina vazduha u čvorovima pa jednačine čvorova ostaju stalno zadovoljene.

Jednačine čvorova se lako sastavljaju na osnovu topologije mreže, a za sastavljanje jednačina strujnih krugova potrebni su nezavisni strujni krugovi.

Izloženi algoritam sadrži:

- određivanje nezavisnih strujnih krugova mreže,
- određivanje početne raspodele vazduha,
- rešavanje jednačina strujnih krugova.

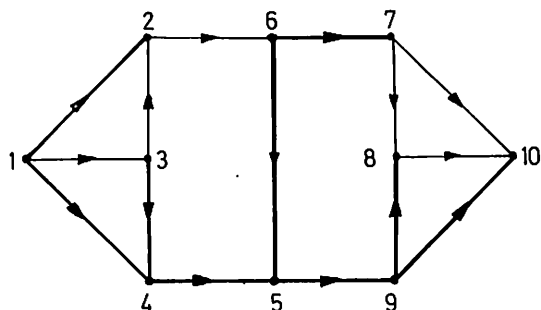
Topologija mreže se zadaje preko oznaka završnih čvorova i oznaka grana. Sve oznake su prirodni brojevi. Grane su orijentisane od prvog ka drugom čvoru. Izbor smera grane, tj. izbor prvog čvora je proizvoljan, osim kada grana sadrži ventilator — tada smer grane mora biti isti kao smer ventilatora.

Nezavisni strujni krugovi mreže

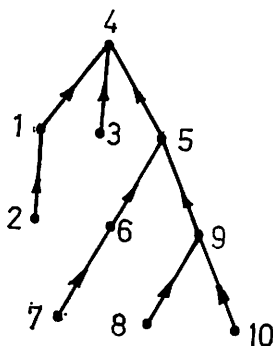
Nezavisni strujni krugovi su skup krugova sa sledećim osobinama:

- svaka grana mreže pripada bar jednom krugu,
- svaki krug ima bar jednu granu (nezavisna grana) koja ne pripada ostalim krugovima.

*) Pod terminom mreža podrazumeva se kompletna mreža ili podmreža.



Sl. 1 — Mreža i jedno drvo mreže.
Fig. 1 — Network and a network tree.



Sl. 2 Orijentisano drvo
Fig. 2. — Directed tree.

Mreža sa M čvorova i N grana ima $N - M + 1$ nezavisnih krugova i isto toliko nezavisnih grana.

Za određivanje nezavisnih krugova koristi se drvo mreže. Drvo mreže je skup od $M - 1$ grana mreže koje povezuju sve čvorove mreže.

Na sl. 1 prikazana je jedna mreža sa 10 čvorova i 15 grana. Debljim linijama su prikazane grane koje predstavljaju jedno drvo mreže. Sl. 2 prikazuje preglednije isto drvo. Slika je dobijena tako, što je jedan proizvoljan čvor uzet kao početni (koren drveta) i sve grane drveta su orijentisane ka ovom čvoru. Smerovi jedne grane u mreži i iste grane u drvetu ne moraju biti isti.

Sledeće osobine drveta se koriste pri određivanju nezavisnih krugova:

- iz svakog čvora drveta postoji samo jedan put ka korenu; broj grana po ovom putu naziva se rastojanjem čvora od korena
- drvo nema krugova

- ako se bilo koja dva čvora drveta spoje jednom granom koja ne pripada drvetu, dobija se jedan krug; ovaj krug se zatvara putevima koji od završnih čvorova dodate grane vode ka korenu i sadrži sve grane sa oba puta do presečne tačke puteva.

Izvan drveta se nalazi $N - M + 1$ grana mreže. Svaka od ovih grana nalazi se između dva čvora drveta pa zatvara jedan krug preko drveta i pripada samo tom krugu. Zato su ove grane nezavisne.

Nezavisne grane mreže određuju skup od $N - M + 1$ krugova. Da bi ovi krugovi bili nezavisni treba da obuhvate i sve grane drveta. Da bismo to dokazali koristimo osobinu da su bilo koja dva dela mreže spojena sa najmanje dve grane. Deo mreže može biti jedan čvor ili više povezanih čvorova.

Ako sklonimo bilo koju granu iz drveta, ono se raspada na dva izolovana dela. Između ova dva dela mora postojati bar jedna grana mreže van drveta. Krug koji zatvara ova grana sadrži posmatranu granu drveta, jer preko nje vodi jedini put između posmatranih delova drveta.

Iz ovog sledi da sve grane drveta pripadaju posmatranom skupu krugova, što znači da su ovi krugovi nezavisni.

Algoritam za određivanje nezavisnih krugova ima dva dela:

- određivanje jednog drveta mreže
- određivanje jednog kruga za svaku granu mreže koja ne pripada drvetu.

Oba dela su posebno izložena.

Određivanje drveta mreže

Određivanje drveta vrši se na osnovu podataka o topologiji mreže. Treba uzeti u obzir činjenicu da neke grane mreže moraju biti nezavisne (vidi poglavlje »Početna raspodela«).

Za svaki čvor drveta pamte se sledeći podaci:

- prethodni čvor u drvetu (grana u drvetu je orijentisana od datog čvora ka prethodnom),

- oznaka grane koja ga povezuje sa prethodnim čvorom i to sa znakom plus, ako su smerovi ove grane u mreži i drvetu isti, i sa znakom minus, ako su suprotni
- rastojanje r čvora od korena.

Ovi podaci se nalaze u matrici D . Podaci nam daju mogućnost da nađemo put od svakog čvora drвета ka korenu i to sve čvorove i sve grane na tom putu.

Određivanje drвета sastoji se u popunjavanju matrice D .

Prvo se izdvaja koren drвета. Za koren se uzima jedan od čvorova mreže sa najvećim brojem susednih grana. Sada se drvo sastoji iz jednog čvora sa rastojanjem nula.

Dalje se određivanje vrši u koracima pri čemu se u r -tom koraku ($r = 1, 2, \dots$) drvetu dodaju svi čvorovi sa rastojanjem r (samo oni) i po jedna grana za svaki ovakav čvor.

Korak se sastoji u tome, što se za svaku granu mreže proverava da li može biti dodata drvetu, tj. da li zadovoljava sledeće uslove:

- ne mora da bude nezavisna
- nije ranije dodata drvetu
- jedan njen čvor već pripada drvetu i ima rastojanje $r - 1$.

Ako su svi uslovi ispunjeni, drvetu se dodaje testirana grana i njen drugi čvor sa rastojanjem r .

Određivanje drвета se završava, kada u rekome koraku nijedna grana mreže ne zadovoljava gornje uslove. Ako mreža nema izolovanih delova, formirano drvo ima M čvorova i $M - 1$ grana.

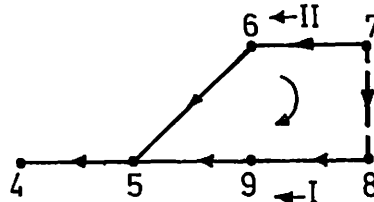
Određivanje kruga za datu nezavisnu granu

Zadato je drvo mreže preko matrice D i jedna nezavisna grana. Treba naći sve grane kruga koji ova grana zatvara preko drвета. Oznake ovih grana smeštaju se u jedan vektor (KR) i to sa znakom plus, ako su smer grane i smer kruga isti, i sa znakom minus, ako su suprotni. Oznake su poređane istim redom kao grane u krugu, počev od nezavisne grane, u smeru obilaženja. Za smer kruga uzima se smer nezavisne grane.

Na sl. 3 prikazana je jedna nezavisna grana (isprekidana linija) i deo drвета koji sadrži traženi krug.

Završni čvorovi nezavisne grane su početni čvorovi dva puta na drvetu (I i II na sl. 3). Traženi krug sadrži sve grane ovih puteva između njihovih početnih čvorova i presečne tačke (tačka 5 na sl. 3). Osnovni zadatak algoritma je da se nađe ova presečna tačka.

Neka su putevi iste dužine, tj. neka njihovi početni čvorovi imaju isto rastojanje. Onda se presečna tačka može naći na sledeći način.



Sl. 3 — Deo drвета i jedan krug.

Fig. 3 — Subtree and a single circuit.

Polazi se od početnih čvorova. Pomerimo se za jednu granu po oba puta. Ako smo stigli u isti čvor, krug je zatvoren. Ako nismo, ponavljamo postupak sve dok ne stignemo u isti čvor.

Ako putevi nisu iste dužine, pomeramo se po dužem putu za onoliko grana, dok se putevi ne izjednače po dužini.

Kad se po jednom putu pomerimo za jednu granu, prenosimo oznaku ove grane iz D u KR i to sa istim znakom ako je grana sa puta I , i sa obrnutim znakom ako je grana sa puta II (put I ima isti smer kao krug, a put II obrnut).

Korekcija protoka grana u krugu

Data je proizvoljna raspodela vazduha u mreži. Uzmimo proizvoljan krug mreže i razmotrimo sledeću korekciju protoka u svim granama ovog kruga veličinom ΔQ :

- ako su smerovi grane i kruga isti, protoku grane se dodaje $+\Delta Q$
- ako su smerovi suprotni, protoku grane se dodaje $-\Delta Q$.

Korekcija je data izrazom:

$$Q_i^n = Q_i^p + S_i \Delta Q$$

gde je:

Q_i^n, Q_i^p - novi i prethodni protok i-te grane kruga

$S_i = +1$ - ako su smerovi grane i kruga isti

$S_i = -1$ - ako su smerovi suprotni.

Ovom korekcijom suma količine vazduha u svakom čvoru mreže ostaje nepromenjena, zato što dve susedne grane jednog čvora u krugu dobijaju korekciju takvog znaka da je doprinos korekcija sumi u čvoru jednak nuli.

Znači, ako raspodela vazduha zadovoljava jednačine čvorova, jednačine čvorova ostaju zadovoljene i posle ove korekcije.

Depresija grane $h = f(Q)$

Depresija grane h i protok Q se računaju u odnosu na zadati smer grane, pa mogu biti pozitivne ili negativne veličine. Depresija grane je u opštem slučaju data izrazom:

$$h = P_i - P_j = h_R - h_V - h_T \quad (1)$$

gde je:

P_i, P_j - pritisak u početnom (i) i završnom (j) čvoru grane

h_R - depresija usled otpora

h_V - depresija ventilatora

h_T - prirodna depresija

Smatramo da je otpor grane R konstantan. Da bismo uzeli u obzir promenu znaka depresije, usled promene znaka protoka, izraz za h_R pišemo u obliku:

$$h_R = R Q |Q|$$

Depresija ventilatora zadata je kvadratnom jednačinom koja važi za određen opseg protoka $[Q_{min}, Q_{max}]$. Protok kroz granu sa ventilatorom je uvek pozitivan pa za h možemo pisati:

$$h_V = a Q |Q| + b Q + c$$

Kada izraze za h_R i h_V uvrstimo u jednačinu (1) dobijamo:

$$h = A Q |Q| + B Q + C \quad (2)$$

gde je:

$$A = R - a$$

$$B = -b$$

$$C = -c - h_T$$

priraštaj depresije usled priraštaja protoka:

$$\Delta h = \frac{d h}{d Q} \Delta Q \quad \frac{d h}{d Q} = 2 A |Q| + B \quad (3)$$

Početna raspodela

Početna raspodela vazduha se određuje iz sledećih uslova:

- suma količina vazduha u svakom čvoru jednaka je nuli (jednačine čvorova); količine dolaznih grana uzimaju se sa znakom plus, a količine odlaznih grana sa znakom minus

- u zadatim granama treba imati zadatu količinu.

Ovi uslovi važe za kompletnu ventilacionu mrežu. Zadate grane su grane sa ventilatorom.

Kod ventilacionih podmreža imamo neuravnotežene čvorove u kojima je suma različitih od nule. Ove sume se svode na nulu na sledeći način: dva neuravnotežena čvora, jedan sa negativnom, drugi sa pozitivnom sumom, povezuju se fiktivnom granom sa smerom od čvora sa negativnom ka čvoru sa pozitivnom sumom i zadatom početnom količinom koja je jednaka manjoj (po apsolutnoj vrednosti) sumi. Ovom količinom se koriguju obe sume. Postupak se primenjuje na parove neuravnoteženih čvorova sve dok sve sume ne budu jednake nuli.

Znači, gornji uslovi važe i za podmrežu proširenu fiktivnim granama. U fiktivnim granama imamo zadatu početnu količinu. Fiktivne grane se uvode kod pripreme podataka i koriste se samo za određivanje početne raspodele, posle čega se izbacuju iz mreže.

Postavimo zahtev da su sve zadate grane nezavisne grane mreže. Ovaj se zahtev ispunjava kod određivanja drveta mreže. Onda se za svaku zadatu granu može naći krug koji pripada skupu nezavisnih krugova.

Za izračunavanje početne raspodele koristi se sledeći algoritam.

Uzima se $Q = 0$ za svaku granu mreže. Ova raspodela zadovoljava jednačine čvorova.

Traženi protok u zadatim granama ostvaruje se primenom »korekcije protoka grana u krugu«. Za svaku zadatu granu se prvo nađe krug, pa se vrši korekcija po ovom krugu. Veličina korekcije jednaka je traženom protoku posmatrane grane. Pošto svaka zadata grana pripada samo jednom krugu, korekcija za jednu zadatu granu ne utiče na protoke u ostalim zadatim granama, pa se sve korekcije mogu izvršiti nezavisno.

Rešavanje jednačina strujnih krugova

Depresije grana u prirodnoj raspodeli zadovoljavaju sledeći sistem jednačina (jednačine strujnih krugova):

$$\sum_i S_i^j h_i^j = 0 \quad j = 1, 2, \dots, K \quad (4)$$

gde je:

- K — broj nezavisnih krugova
- h_i^j — depresija i -te grane u j -tom krugu
- $S_i^j = +1$ — ako su smer grane i i smer kruga isti
- $S_i^j = -1$ — ako su suprotni.

Data je početna raspodela vazduha koja u opštem slučaju ne zadovoljava gornje jednačine. Posmatrajmo j -ti krug. Možemo izvršiti korekciju protoka grana u ovom krugu tako da zadovoljimo jednačinu za ovaj krug. Novi protoci grana dani su izrazom (5).

$$Q_i^j = Q_i^j + S_i^j \Delta Q_j \quad (5)$$

Formula (6) za ΔQ_j dobija se iz jednačine (4):

$$\begin{aligned} \sum_i S_i^j (h_i^j + \Delta h_i^j) &= \\ \sum_i S_i^j h_i^j + \sum_i S_i^j \Delta h_i^j &= \\ \sum_i S_i^j h_i^j + \sum_i S_i^j \left(\frac{dh}{dQ} \right)_i^j S_i^j \Delta Q_j &= 0 \\ \Delta Q_j &= - \frac{\sum_i S_i^j h_i^j}{\sum_i \left(\frac{dh}{dQ} \right)_i^j} \end{aligned} \quad (6)$$

$$h_i^j \left(\frac{dh}{dQ} \right)_i^j \quad \text{su dati izrazima (3).}$$

Algoritam:

Izračuna se ΔQ_j za j -ti krug po formuli (6).

Ako je $|\Delta Q_j| > \varepsilon$, gde je ε tačnost kojom želimo da izračunamo protoke, izvrši se korekcija protoka po j -tom krugu po formuli (5).

Ovo se ponavlja za sve krugove ($j = 1, 2, \dots, K$).

Ako je $|\Delta Q_j| > \varepsilon$ bar za jedan krug, čitav postupak se ponavlja. Ako nije, tražena prirodna raspodela je nađena.

Ulazni podaci za program

Izložen algoritam je realizovan na računaru IBM 360/44. Program je pisan na jeziku FORTRAN IV. Kao rezultat daje protočne količine svih grana mreže.

Potrebni su sledeći podaci za svaku granu:

- oznake početnog i završnog čvora i oznaka grane; sve oznake su prirodni brojevi
- otpor grane R [kilomijurg]
- prirodna depresija [kp/m^2].

Ako grana sadrži ventilator zadaju se i :

- koeficijenti a, b, c jednačine ventilatora
- početni protok grane Q [m^3/s]

Za fiktivne grane podmreže zadaju se samo oznake čvorova i grane i i početni protok grane.

Zaključak

Izložen je algoritam za izračunavanje prirodne raspodele vazduha u ventilacionoj mreži (podmreži) na osnovu sledećih podataka:

- za svaku granu mreže: oznake početnog i završnog čvora, oznaka grane, otpor i prirodna depresija

- za svaki ventilator: karakteristika u obliku kvadratne jednačine i početni protok.

Algoritam se sastoji iz sledećih osnovnih delova:

- određivanje nezavisnih strujnih krugova
 - određivanje početne raspodele vazduha
 - rešavanje jednačina strujnih krugova.
- Za određivanje nezavisnih strujnih krugova koristi se drvo mreže, a za određivanje početne raspodele vazduha i rešavanje jednačina strujnih krugova koristi se korekcija protoka grana u krugu. Algoritam je realizovan na računaru IBM 360/44 na jeziku FORTRAN IV. Dat je opis potrebnih podataka za korišćenje programa.

SUMMARY

Algorithm for the Calculation of Natural Air Distribution in Ventilation Networks

P. Tanasković, B. Sc.*)

The paper presents an algorithm for calculating the natural air distribution in a ventilation network (sub-network) on the basis of following data:

- for each network branch: designation of starting and ending junctions, designation of the branch, resistance and natural depression;
- for each fan: the characteristic in the form of a second order equation and initial flow.

The algorithm consists of the following basic parts:

- determination of independent stream circuits
- determination of initial air distribution
- solution of stream circuit equations.

For the determination of independent stream circuits the network tree is used, and for the determination of initial air distribution and solution of stream circuit equations, the correction of branch flow in the circuit is used. The algorithm was developed on a computer IBM 360/44 in FORTRAN IV language. The data required for the use of the program are also described.

Literatura

1. Coj, S., Choj, S.M. 1971: Prikladnaja teorija grafov. — »Nauka«, Alma Ata.
2. Teply, E., 1971: Proračun regulacije rudničkih vjetrovskih mreža, Rudarsko-metalurški zbornik.

*) Dipl. ing. Petar Tanasković, Matematički institut, Beograd.

Sanacijsko odkopavanje v območju vodnih vdorov v jami Ojstro v Zasavskih premogovnikih Trbovlje

(z 6 slikami)

Prof. dr ing. Rudi Ahčan

U nekim rudnicima Zasavskih premogovnika provala podzemne vode prilikom odkopavanja uglja nije retka pojava. Opisano je rešenje sanacije otkopnog polja u jami Ojstro u rudniku Hrastnik u kome je prilikom provale vode 1971. godine došlo do teške nesreće.

Uvod

V nekaterih odkopnih poljih posameznih rudnikov Zasavskih premogovnikov Trbovlje (Z. P. T.) se pojavljajo pri odkopavanju nenadni vdori vode in mulja iz starega dela višje ležečih že otkopanih etaž. Vodni vdori iz starega dela (do 3.000 m³) nastopajo najpogosteje v jami Ojstro — TOZD rudnik Hrastnik, od katerih najtežji je bil dne 8. IV. 1971. Pri tem vodnem vdoru je zgubilo življenje 9 rudarjev, ki so bili zaposleni na odkopavanju na III/6 etaži Zapadnega polja.

Na zahtevo RRI—SRS so strokovnjaki uprave Z. P. T. izdelali s tem v zvezi posebno »Študijo ukrepov za preprečitev nenadnih vodnih vdorov v jami Ojstro«, katero so ocenili naši priznani rudarski strokovnjaki. Pri tem je bilo sklenjeno, da je mogoče v tej jami odkopavati še naprej samo v primeru, da se v rudarskih projektih za sanacijo Zapadnega odkopnega polja, ki predstavlja 75% celotne proizvodnje jame Ojstro, določijo taki varstveni ukrepi, ki bodo omogočili varno delo zaposlenim. V kolikor te zahteve ne bi bilo mogoče izvršiti, bo potrebno zamenjati dotakrat uporabljano širokočelno odkopno metodo (s pridobivanjem nadkopnega premoga), v Z. P. T. imenovano dvoetažno odkopno metodo, z odkopno metodo z zasipavanjem ali pa, v kolikor to ne bi bilo ekonomično, je potrebno odkopavanje ustaviti.

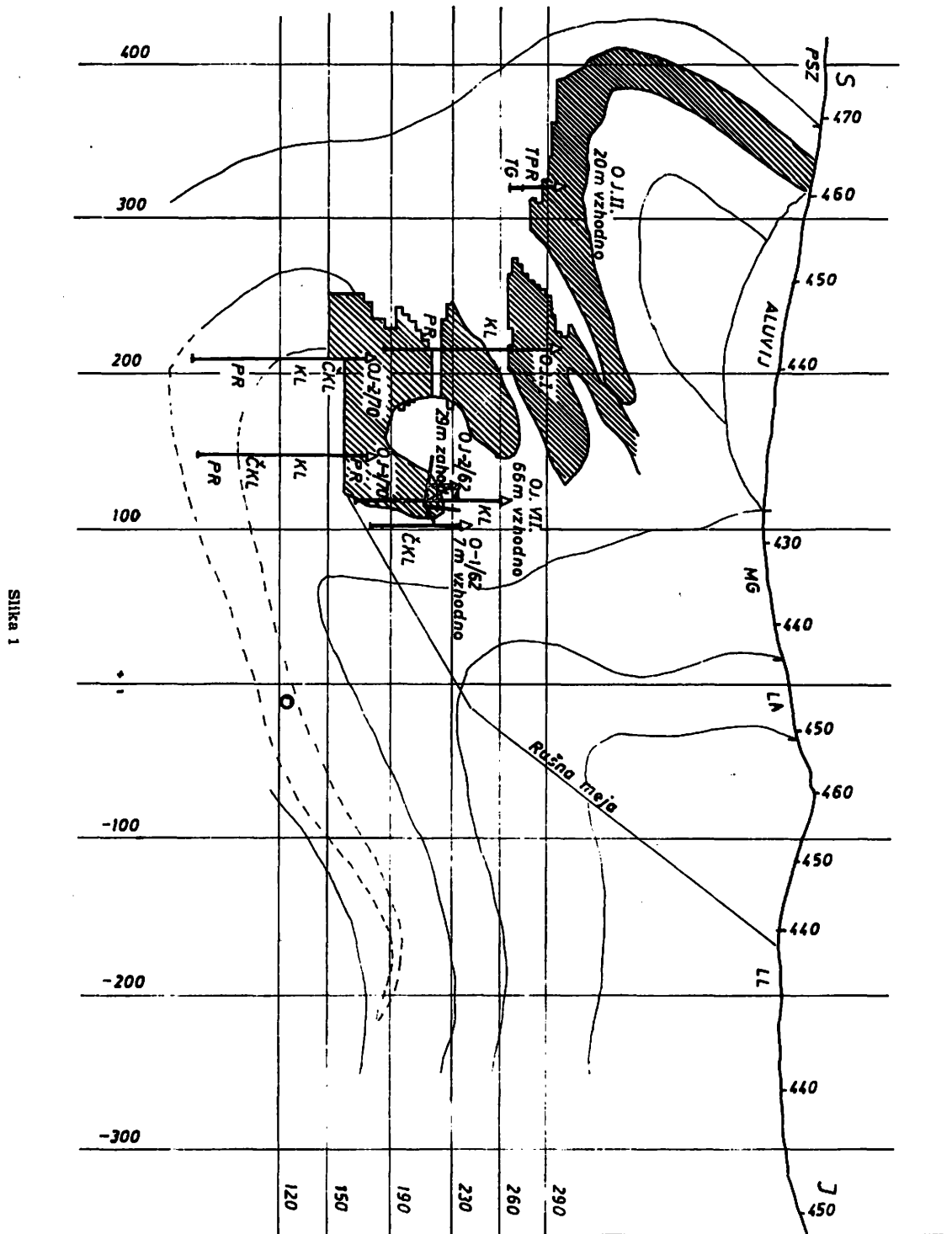
Uprava Z. P. T. je poverila to nalogo strokovnjakom Rudarskega inštituta, ki so naslednja tri leta skupno s strokovnjaki Z. P. T. reševali problem odkopavanja v območju, kjer prete nenadni vodni vdori, da se na ta način preostale zaloge premoga, ki v tem območju znašajo cca 10,0 milj. ton čim bolj varno za zaposlene in ob odgovarjajoči ekonomičnosti odkopljejo.

Tako sta bili dve etaži v Zapadnem polju v I. 1971—74 odkopani in se je tako saniralo preostali neodkopani steber premoga, kjer sta bila dva katastrofalna vodna vdora in je zaradi letih ostal na dveh etažah (III/4 in III/6) neodkopan ozek steber premoga v skupni višini 24 m. Za sanacijo celotnega območja je bilo izdelanih šest projektov, ki so postopoma reševali problematiko odkopavanja. Tako je bilo odkopano v tem času v tem odkopnem polju skupno 1,315.000 ton rovnega premoga in s tem so bili dani pogoji tudi za nadaljne odkopavanje celotnega območja.

Z namenom razjasnitve problema odkopavanja v območjih z nevarnostjo nenadnih vodnih vdorov, so v nadaljnem prikazani rezultati raziskav in poizkusnega odkopavanja v Zapadnem polju predvsem v:

— geoloških pogojih, ki nastopajo v jami Ojstro,

— geomehanskih in rudarsko tehničnih pogojih,



Stilka 1

— kronologiji vodnih vdorov in razmejitvi območij, kjer se le-ti pojavljajo,

— poteku sanacijskega odkopavanja in potrebnih varnostnih ukrepov z ocenitvijo uporabljenih odkopnih metod in

— določitvi varnostnih ukrepov, ki jih mora rudarska organizacija izvajati pri odkopavanju v območjih, v katerih nastopajo vodni vdori.

Na podlagi tako izvedene analize bo mogoče presoditi pravilnost izbranega načina sanacijskega odkopavanja v Zapadnem polju jame Ojstro.

Geološka slika

Produktivni tercijar, ki ima obliko sinklinarija, sestavljajo v jami Ojstro razen laškega laporja in litotamnijskega apnenca samo mehke hribine: gline, glinasti laporji, slabo vezani peščenjaki in sloj premoga, katerega debelina dosega do 20 in več m. Neposredno podlago produktivnega tercijarja tvorijo triadni sedimenti, ki so asimetrični, kajti vzdolž cele severne meje opazujemo na površini najprej psevdofiljske sklade in nato šele dolomit, vzdolž južne meje pa takoj dolomit in redkeje apnenec brez vmesnih psevdofiljev. Zaradi močno izražene tektonike je triadni dolomit, ki je v glavnem mendolski dolomit in ga uvrščamo v anizično stopnjo, zlasti v bližini tercijarja precej zdrobljen in vodonosen.

Tercijar se pričenja s sedimentacijo soteških plasti, v katere prištevamo poleg premoga še glinasto peščene sedimente, ki leže med premogom in triadno podlago in katerih debelina zelo variira, tako da včasih popolnoma izginejo in tako premog leži direktno na dolomitu, ali pa debelina le teh znaša tudi do 100 m in več. Zgornje soteški skladi so sestavljeni iz črnega laporja s primesjo gorljive premoške snovi (nekaj metrov) nato iz tanko plastovitega laporja, katerega debelina se menja od nekaj do 50 m. Nad soteškimi skladi sledi zelenkasto siva laporasta glina, ki zaključuje oligocenske sklade in katere debelina doseže od nekaj m do 80 m.

Govške plasti sestavljajo v glavnem rahli peščenjaki, ki so pravtako vodonosni. Nad temi sledi litotamnijski apnenci nato pa diskordantno lakši laporji in zlepljeni peščenjak ter prod.

Tektonika je zelo izrazita. Tako se severni triadni masiv zelo strmo dviga in z njim tudi

produktivna formacija, ki leži tako višje od južnega krila. Južno krilo premoške kadunje je po smeri prelomljeno. Podrobna slika kadunje je prikazana na sliki 1.

Geomehanski in rudarsko tehnični pogoji

Za ugotovitev potrebnih ukrepov, ki jih je bilo potrebno izvajati pri sanacijskem odkopavanju, so služile laboratorijske in jamske raziskave predvsem:

— fizikalno mehanskih lastnosti premoga in prihrabin,

— uporabljene širokočelne odkopne metode z rušenjem stropa,

— rušnega procesa in

— dotedanjih vodnih vdorov.

Na podlagi teh ugotovitev so bili sistematizirani vzroki in pogojni dejavniki vodnih vdorov z ozirom na smeri dotokov vode v stara dela.

Analiza rezultatov raziskav fizikalno mehanskih lastnosti

Raziskave fizikalno mehanskih lastnosti premoga in krovnine so bile izvršene v Rudarskem Institutu—Beograd in Laboratoriju za mehaniko tal Fakultete za naravoslovje in tehnologijo le v omejenem obsegu, katerih rezultati so podani v tabeli 1 (za premog) in tabeli 2 (za krovniinske plasti).

Za primerjavo so prikazani tudi rezultati enakih raziskav iz jame Zahod rudnika Velenje in to iz območja, kjer prav tako nastopajo nenadni vodni vdori iz starih del samo v mnogo manjšem obsegu (do 150 m³).

Podatki o raziskavah premoga nam kažejo, da se vrednosti fizikalno mehanskih lastnosti premoga spreminjajo v zelo širokem diapazonu a se manjšajo v smeri od krovnine proti talnini. Podatki nam kažejo, da se premog zelo lahko drobi in da se pod uplivom odkopnega pritiska ter delnega miniranja zdrobi do te mere, da se pri uporabi odkopnih metod z obrušavanjem navadno sam ruši v drobnejšo granulacijo.

Krovniinske plasti: neposredno krovnino premoškega sloja tvorijo v Ojstrški jami laporji v debelini cca 50 m (slika 1), viš-

Tabela 1

Pregledna tabela fizikalno mehanskih lastnosti premoga iz rudnika Zagorje, Trbovlje — Hrastnik in Velenje

Lastnosti	Merska enota	Zagorje	Trbovlje Hrastnik	Velenje
število vzorcev	kom	6	11	230
mesto jemanja vzorca		Kotredež Loke	Trbovlje Hrastnik	jama Vzhod jama Zahod
prostorninska teža	g/cm ³	1,26— 1,33	1,35— 1,49	1,18 — 1,26
specifična teža	g/cm ³	...	1,29— 1,42	1,323— 1,398
poroznost	%/m ²	...	2,38— 6,88	8,15 — 9,09
tlačna trdnost	kp/cm ²	265 —509	118 —296	88,6 —155,6
tlačna trdnost	kp/cm ²	178 —417	92 —226	66,6 —101,4
upogibne trd.	kp/cm ²	23,4 — 36,6	13,6 — 39,2	25,5 — 41,8
strižne trd.	kp/cm ²	30,3 — 53,3	17,7 — 62,1	21,8 — 41,7
dinamič. koef.	—	2,33— 3,57	1,28— 2,02	2,63 — 4,87
modul elast. E	—	—	—	7157 — 10.501
kot notr. tr.	0	...	45—78°	...

Tabela 2

Pregledna tabela fizikalno mehanskih lastnosti krovinskih plasti

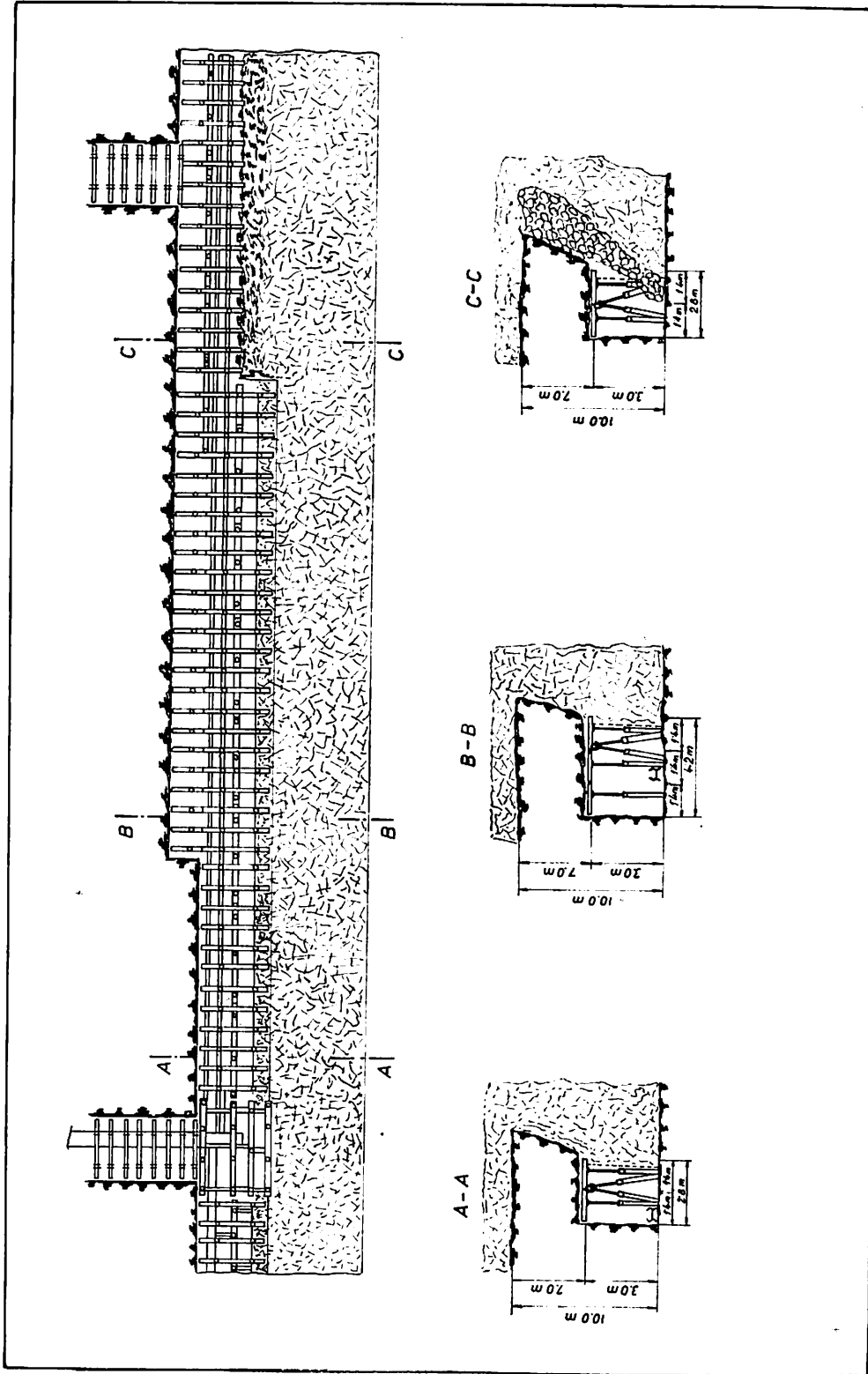
	Zagorje—Kotredež in Loke		Trbovlje—Hrastnik	Velenje
	lapor	glinasto laporne tvorbe	lapor	laporna glina
prostorninska teža	2,04— 2,28	...	1,98	1,49— 2,01
tlačna trd.	40 —260	...	224	6,9 —63,5
tlačna trd.	30 —198	16,2 —54,1	181	20 —50
upogibna trd.	14,7 — 42,6	14,47— ...	33,6	...
strižna trdnost	5,83— 32,6	35,3 —...	22,3	...
skleroskopska trdota	8 — 16	...	61	...
kot notranjega trenja	...	...	63.2°	27°
modul elastičnosti E	...	...	...	—
vsebina vode (vlaga) %	...	0,53— 27,0	3,15	9,9 —31,9
poroznost %	...	...	3,92	...
indeks plastič.	...	17,5 —22,8	...	...
vodopropustnost	...	2,3 × 10 ⁻⁸ —10 ⁻⁹	...	0,18
silna nabrek. kp/cm ²	...	...	...	0,16— 1,98

jo krovino pa plastične glinasto laporaste tvorbe v debelini od nekaj do 80 m, visoko krovino pa litotamnijski apnenci.

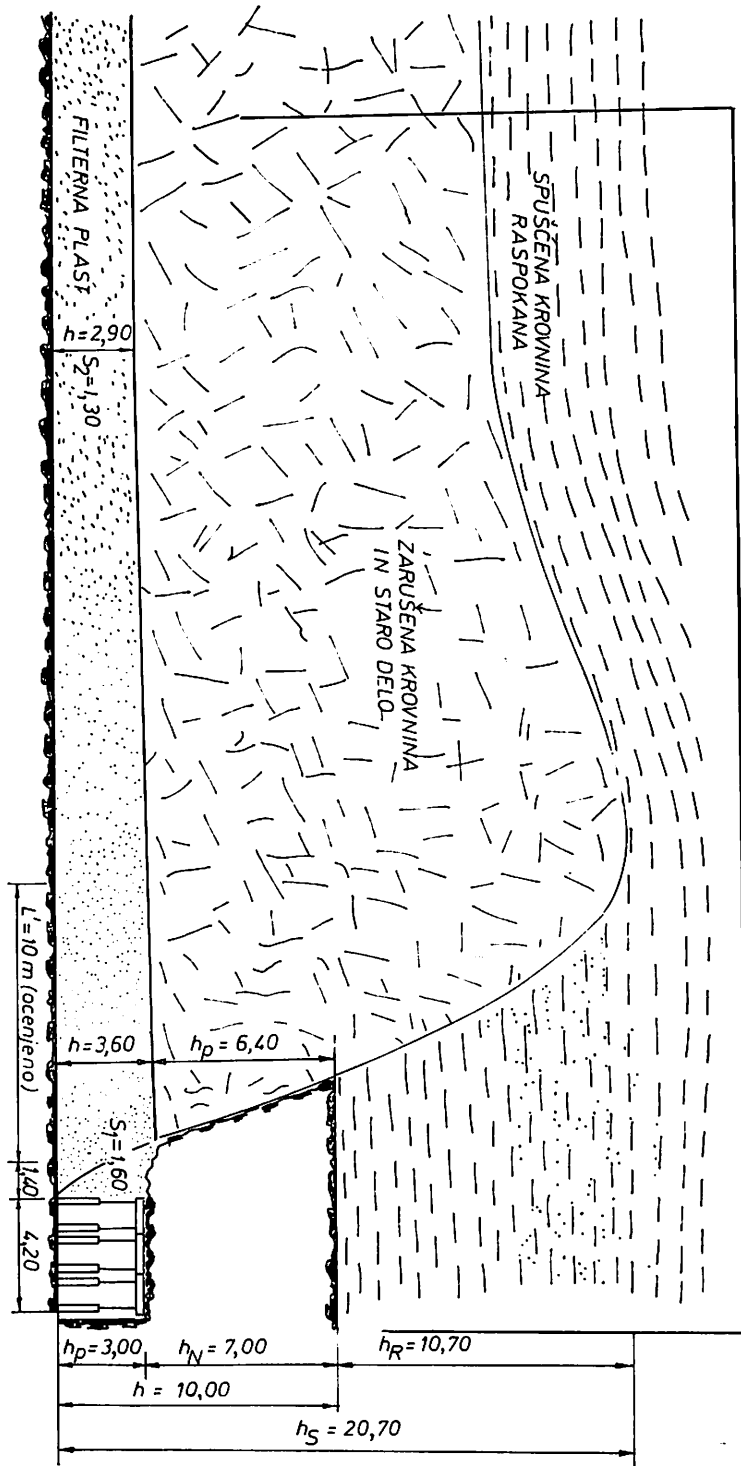
Na podlagi prikazanih rezultatov raziskav moremo sklepati, da se bodo laporji, lahko zarušavali v manjših komadih in da bodo sledili odkopavanju in tako hitro oz. sproti zapolnjevali že odkopane prostore. Zelo verjetno je, da bo nastopil tako sklenjeni proces zarušavanja t.j. evakuaciji premoga iz nadkopnega dela, bo sledilo zarušavanje neposredne krovine. Ker je v danem primeru premoški sloj zelo strm in imamo v krovini torej staro delo, katero sestavlja mešanica premoga iz odkopnih izgub in laporja, ki ni

plastičen in se v vodi le težje rastopi ter se tako po zarušenju ne komprimira (kar je tudi glavna razlika napram neposredni krovini v Velenju) temveč se še razrušen usipa v izpraznjeni prostor. Zaradi tega moremo upravičeno računati s potekom zveznega rušenja. Više ležeče plasti plastične glinice bodo zaradi svoje plastičnosti s postopnim naleganjem sledile zarušavanju in se tako ne bodo rušile ter bodo tako samo zaradi svoje teže in kompaktnosti komprimirale in nadalje drobile zarušeni material v starem delu.

V kolikor v neposredni talnini ali v večji bližini nahajamo le te triadno podlago z ne-



Slika 2.



SIKA 3.

odvodnjenimi vodonosnimi dolomiti (n.pr. jama Ojstro-zahodni del), lahko nastopi neposredno napajanje starega dela z vodo, kar lahko omogoči nastajanje akumulacij vode v starem delu. Prav tako lahko nastop slični način formiranja vodnih akumulacij iz smeri strmo ležeče krovnine, v kolikor le to sestavljajo neposredno miocenski peščenjaki ali litotamijski apnenci (jama Hrastnik).

Uporabljena odkopna metoda (slika 2)

Pri odkopavanju v času katastrofalnega vodnega vdora na etaži III/6 je bila v uporabi (dvoetažna) širokočelna odkopna metoda s pridobivanjem nadkopnega premoga pri skupni odkopni višini $h =$ cca 7,2 m.

Dolžina odkopa zavisi od geoloških prilik in je znašala od cca 100 m na začetku polja, ki se je postopoma razdelilo v dva dela (južno in severno čelo). V suho čelo je bilo pripravljeno s po dvema smernima progama. Širina čela se je pri tem zožila na 40—30 m.

Princip odkopavanja je v razdelitvi skupne odkopne višine v dva dela v podkopni del z odkopno višino $h_p =$ cca 2,8 m in nadkopni del z odkopno višino $d_n =$ cca 4,4 m. Pri temna odkopu katerega širina znaša pri dveh poljih (linah imenovanih) skupno 2,8 m, najprej izdelajo z razstreljevanjem novo lino v širini 1,4 m, nakar premestijo odkopni dvoveržni transporter in prično z ropanjem podporja in postopnim pridobivanjem nadkopnega premoga, ki je praviloma že zdrobljen in se takoj po izropanju podporja v stari lino zaruši in istoči v transporter. Le redkeje je potrebno odstreliti nadkopni del. Podgrajevali so z jeklenimi stojkami in lesenimi vzdolžno postavljenimi stropniki, sam strop podkopnega dela pa so odgovarjajoče založili z krajniki ali vrhači. S tem je bil cikel dela sklenjen.

Analiza rušnega procesa

Širokočelno odkopno metodo s povečano odkopno višino, ki znaša v jamah Z.P.T. od cca 6,4 — cca 10 m, prištevamo med odkopne metode vertikalne koncentracije, pri čemer stremimo, da na 1 m² odkopa pridobimo čim večjo količino premoga. Taka odkopna metoda ima seveda spremenjeni potek rušnega procesa, ki sega znatno višje kot pri širokočelni odkopni metodi z odkopno višino 2,5 — 8,0 m.

Pri dvoetažni odkopni metodi se v odkopani prostor, skladno s količino pridobljenega premoga in odvisno od sipalnega koeficienta v odkopnih izgubah puščenega premoga in neposrednih krovinskih plasti, zaruši določena količina materiala, pridobljenega iz krovnine, vse do trenutka, ko je celotni prazni prostor zapolnjen, na način, ki je opisan pri razlagi mehanskih lastnosti krovnine, a je prikazan v sliki 3. V danem primeru moramo ugotoviti, da ugotavljenje višine rušne zone v starem delu z merjenjem s pomočjo vrtnanja v staro delo ni mogoče izvršiti, ker to fizikalne in mehanske lastnosti krovinskih plasti, zaradi različnega sestava večje trdnosti ter razdrobljenosti ne omogočajo. To pa otežuje še menjanje sestava in mehanskih lastnosti v smeri od krovnine proti talnini. Zaradi tega moremo samo približno oceniti potek rušnega procesa, ki nam tako služi le kot orientacija.

S pomočjo privzetih vrednosti za višino odkopnih izgub (ocenjeno $K' = 18\%$ oz. v drugem primeru $K'' = 40\%$) in sipalni koeficient ($s = 1,6$) dobimo približno višino rušne zone pri odkopni višini $h = 7,2$ in 10 m (po prof. Kegelu) po obrazcu:

$$H = \frac{hk}{s-1}$$

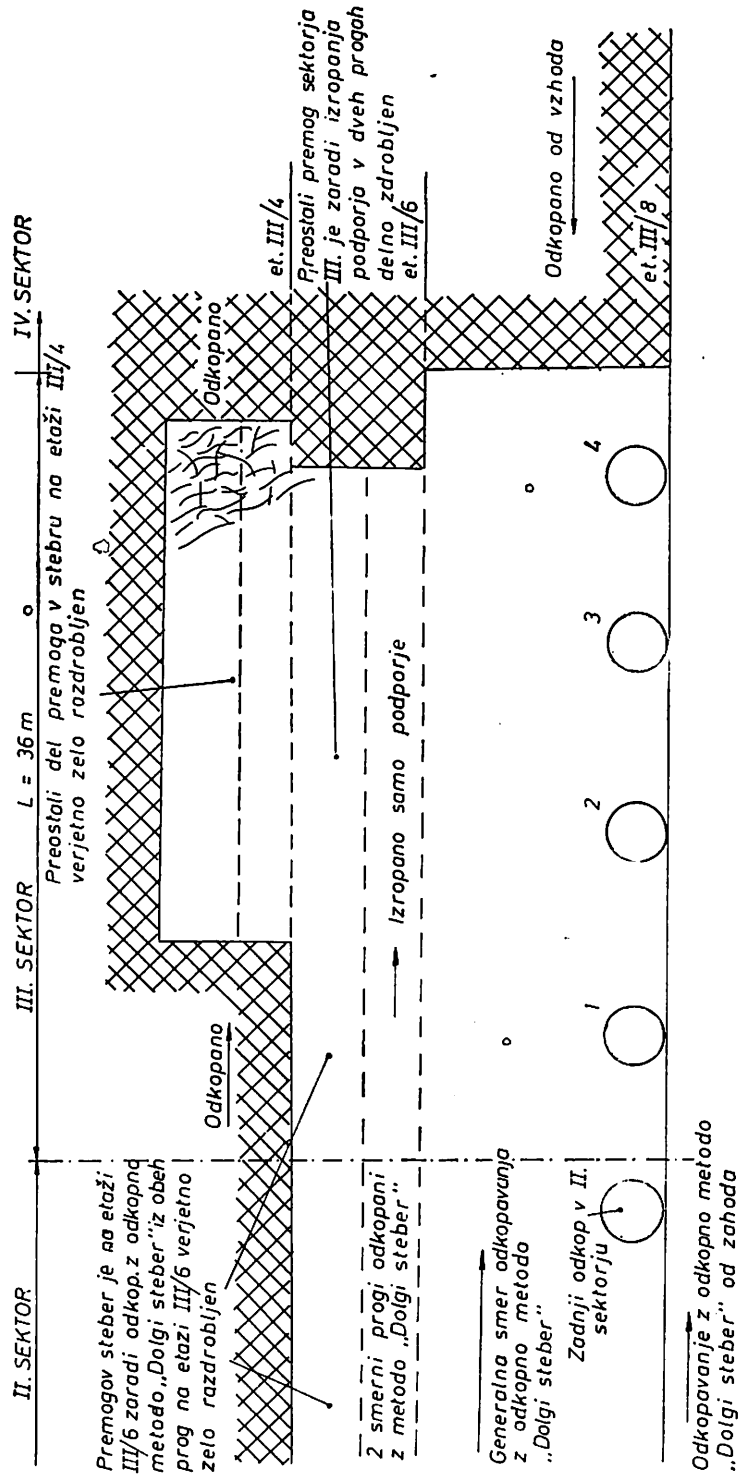
V prvem primeru pri odkopnih izgubah $K = 18\%$ odvisno od odkopne višine ($h = 7,2$ m ali 10 m) znaša višina rušne zone:

$$H' = 9,7 - 13,6 \text{ m}$$

a v drugem primeru pri odkopnih izgubah $k = 40\%$

$$H'' = 4,8 - 10 \text{ m.}$$

V kolikor ne obstoji tako napram krovinskim kot tudi talninskim vodonosnim plastem vodonepropustna ločilna plast zadostne debeline, potem morejo nastopiti v starem delu vodne akumulacije, ki lahko dobe pri določeni debelini nepropustne krovnine in odgovarjajoči višini rušne zone, direktno zvezo z odkopom v napredovanju, kar ima za posledico nenadni vdor vode in mulja iz starega dela.



Slika 4.

Analiza dosedanjih vodnih vdorov

Na območju Z.P.T. nastopajo vodni vdori zelo različne jakosti v posameznih odkopnih poljih rudnikov Trbovlje in Hrastnik in sicer so doslej zabeležili po lokaciji in številu naslednje:

- jama Ojstro — — 90 vodnih vdorov
- jama Hrastnik — — 6 vodnih vdorov
- polje Plesko — — 5 vodnih vdorov
- polje Polaj — — 1 vodni vdor

torej zdaleka največ v jami Ojstro.

Z ozirom na mesto vodnega vdora nastopajo vodni vdori v večji meri na krovninski strani odkopa (51%) manj v sredini (31%) in najmanj (18%) na talninski strani čela.

Po jakosti so dosegali vodni vdori količine od najmanj nekaj desetm³ do 3.000 m³ in je bila voda pomešana delno z muljem.

V primeru jame Ojstro je bilo napajanje starega dela zaradi bližine vodonosnih dolomitov iz talninske smeri.

Pri analizi vpliva uporabljene odkopne metode vidimo, da so doslej nastopali v jamah Z.P.T. vodni vdori tako pri odkopavanju s širokočelno odkopno metodo s hidravličnim zasipavanjem odkopanih prostorov (Plesko polje), pri odkopavanju s širokočelno odkopno metodo z rušenjem — $h = 3,2$ m (jama Ojstro in Plesko polje) kot tudi pri odkopavanju s širokočelno odkopno metodo s povečano odkopno višino.

Iz tega sledi, da za nastanek vodnega vdora iz akumulacij v starem delu ni bistvena višina rušne zone, temveč so to drugi predvsem geološki dejavniki (n.pr. debelina ločilne vodonepropustne plasti), katere pa je, s namenom doseganja čim večje varnosti zaposlenih, zelo težko z rudarskim projektom popolnoma določiti.

Zaradi navedenega je v nadaljnjem tekstu izvedena analiza poteka sanacijskega odkopavanja v Zapadnem polju jame Ojstro, pri čemer so navedeni tudi varnostni ukrepi, uporabljeni pri tem odkopavanju.

Ocena rezultatov sanacijskega odkopavanja v območju vodnih vdorov

Za sanacijsko odkopavanje v kritičnem območju (slika 4), je bil uporabljen način postopnega reševanja problema, s tem, da so pri predhodnem poizkusu pridobljene ugotovitve uporabili pri nadaljnjem delu. Najprej

so odkopavali s širokočelno odkopno metodo s povečano odkopno višino, ker je bilo odkopno polje za tak način že pripravljeno, a dostopne proge do odkopa, na katerem je prišlo do katastrofalnega vodnega vdora, so bile takoj po le tem z odstopajočim načinom odkopavanja zarušene in s tem dostop do odkopa ni bil več mogoč.

Pri prvem poizkusu sanacijskega odkopavanja z etažo III/8 so bili predpisani varnostni ukrepi, ki so temeljili po zgledu na podobni problem v jami Zahod RLV, predvsem na puščanju 50% premoga, pridobljenega iz nadkopnega dela, kot zaščitna filtrirna plast, ki naj varuje zaposlene pred silovitostjo direktnega vodnega vdora v odkop. Pri dosedanjih vodnih vdorih so namreč ugotovili, da pred vodnim vdorom nastopi na odkopu povečani odkopni pritisk, ki je navadno porušil kombinirano podporje na odkopu. Zaradi tega je bil predpisan kot drugi važnejši varnostni ukrep, sprememba načina podpiranja odkopa z uvedbo jeklenega vezanega frikcijskega podporja, ojačanega z vzdolžnimi kobilami.

Metodologija vodenja sanacijskega odkopavanja

Pri postopnem reševanju sanacijskega odkopavanja je bil uporabljen naslednji postopek, ki je bil razdeljen v faze in sicer:

- podrobna analiza vzrokov in pogojnih dejavnikov nastanka vodnih vdorov z določitvijo tehnoloških parametrov, ki vplivajo na zmanjšanje nevarnosti ponovnih vodnih vdorov,
- razdelitev odkopnega polja v sektorje in etaže,
- izdelava rudarskega projekta za odkopavanje po posameznih sektorjih na podlagi predhodnih izkušenj,
- izvajanje del na sanacijskem odkopavanju po določilih, po nadležnih organih potrjenega projekta,
- spremljava del na odkopavanju z odgovarajajočo evidenco in poročili,
- analiza ugotovitev sanacijskega odkopavanja po posameznih sektorjih in ugotovitev učinkovitosti predpisanih varnostnih ukrepov,
- določitev novih oz. spremenjenih parametrov ali celotnega tehnološkega

procesa na podlagi predhodnih ugotovitev ali nastopanja ponovnih vodnih vdorov.

Na opisani način je dosežena velika elastičnost in hitro prilagajanje novonastalim pogojem, na podlagi česar je bilo mogoče hitro vplivati na povečanje varnosti sanacijskega odkopavanja.

Lokacija in razdelitev sanacijskega območja

Sanacijsko območje je bilo locirano v Zapadnem polju (slika 4) in sicer na mestu, kjer sta bila oba katastrofalna vodna vdora in sta ostala neodkopana premogova stebra na etažah III/4 ($F = 550 \text{ m}^2$ pri odkopni višini $h = 6,2 \text{ m}$) in etaži III/6 ($F = 5.200 \text{ m}^2$ pri višini $h = 7,2 \text{ m}$). Tako je bilo potrebno pri sanacijskem odkopavanju na etaži III/8 z odkopno višino $h = 11,0 \text{ m}$, odkopati ves preostali premoški steber, katerega višina je tako znašala okoli 24 m.

Z namenom čim uspešnejšega vodenja odkopavanja je bilo celotno Zahodno polje razdeljeno v štiri sektorje in sicer:

- sektor I. predstavlja Zapadni del odkopnega polja, kjer na višjih etažah niso bili opuščeni stebri premoga,
- sektor II. obsega območje, kjer na etaži III/6 ni bilo odkopavano,
- sektor III. obsega območje, kjer na etažah III/6 in III/4 ni bilo odkopavano,
- sektor IV. predstavlja vzhodni del odkopnega polja, kjer so višje etaže odkopali.

Enaka razdelitev odkopnega polja je veljala tudi za etažo III/10 z odkopno višino $h = 10 \text{ m}$, ki je bila pripravljena takoj po zadnjem vodnem vdoru in tako so bile odkopne višine določene že pred pričetkom projektiranja sanacijskega odkopavanja.

Prikaz poteka sanacijskega odkopavanja

Skladno z odgovarjajočim projektom so odkopavali v I. sektorju na etaži III/8 na

obeh odkopih (severnem in južnem) s širokočelno odkopno metodo pri povečani odkopni višini ob pojavi vodnih vdorov male obsežnosti vse dokler ni nastopil dne 16.7.1972 v oddaljenosti cca 40 m izpred mesta vdora na etaži III/6 vodni vdor večjih dimenzij (cca 2000 m^3 vode z muljem). Zaradi predhodnih znakov (povečani odkopni pritisk) so se zaposleni pravočasno umaknili na varno mesto v bližnji nadkop.

Analiza vzrokov tega vodnega vdora, kakor tudi ostalih, ki so se pojavili kasneje, a so bili le male jakosti (do največ cca 180 m^3 vode z muljem) je pokazala, da do vdora vode z muljem prihaja na mestu, kjer je bil na zgornji etaži puščen premogov steber manjših dimenzij. Do vdora je prišlo na mestu kjer je bil pred tem zrušek v stropu podkopnega dela in kjer je bil premog iz nadkopnega dela že pridobljen. Pridobivalo se je v presledkih v oddaljenosti od cca 2,0 m. Hitrost napredovanja odkopa je bila sorazmerno mala (le cca $0,34 \text{ m/dan}$), a odkopne izgube so znašale cca 42%, kar odgovarja zahtevi o načinu izdelave filterske plasti.

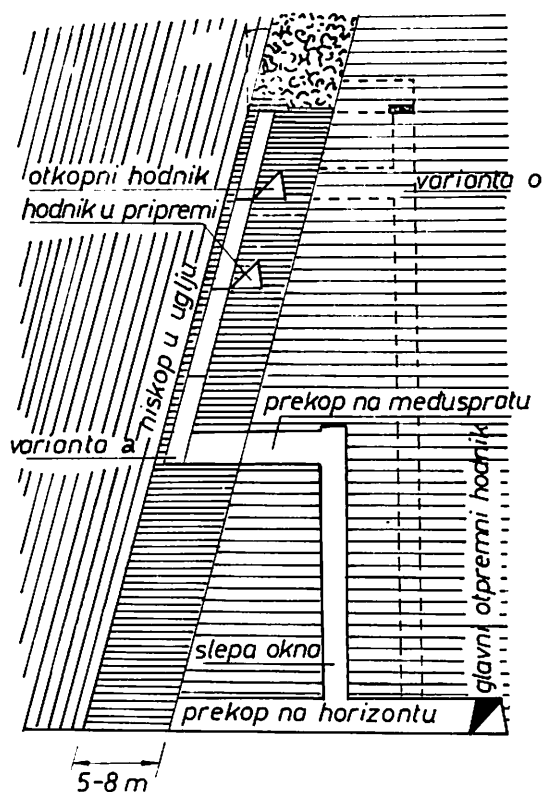
Zaradi zelo velike odkopne višine, ki je nastopila šele v II. in kasneje v III. sektorju in zaradi zmanjšanja nevarnosti večjih vodnih vdorov je naslednji projekt predvidel spremembo odkopne metode. Zaradi večje stopnje varnosti zaposlenih, so uporabili pri sanacijskem odkopavanju mesto širokočelne, ozkočelno odkopno metodo »dolgi steber« imenovano, ki je že od leta 1960 v uporabi na rudniku Zagorje (slika 5).

Princip odkopne metode »dolgi steber« je v razdelitvi odkopnega polja v ozke stebre širine cca 8,0 m, ki so razdeljeni s prečnikom širine 3,0 m. Ko prečnik doseže talnino izropajo podporje in odstrelijo v širini 2,0 m nadkopni del, ostali del premoga pa se zaruši sam na odkopni transporter, pri čemer so pridobili le cca 50% nadkopnega premoga.

Za časa odkopavanja je bil že izdelan naslednji prečnik, tretji je bil pa v izdelavi (slika 6).

Glavni parametri odkopne metode »dolgi stebri« so prikazani v tabeli 3.

Rez B-B



Slika 5.

Tabela 3

Glavni parametri odkopne metode »dolgi stebri«

Parameter	Enota mere	Odkopna višina		
		$h_1 = 6,4\text{m}$	$h_2 = 10,0\text{m}$	$h_3 = 20,0$
širina odkopa	m	8,0	8,0	8,0
korak napredov.	m	2,0	2,0	2,0
odkopne izgube	%	15,0	27,5	50,0
dnevno napredov.	m/dan	2,0	2,0	2,0
dnevna proizvodnja	t/d	110,0	155,0	210,0
odkopni učinak	t/d	12,0	17,2	23,2

Ta sistem odkopavanja so poizkusili najprej v sektorju I., kjer je znašala odkopna višina 10 m. Pri tem so ugotovili, da ta način odgovarja zahtevam varnosti. Poleg tega so forsirali odkopavanje na niže ležeči etaži III/10 in pokazalo se je, da se je voda pojavila na tej etaži. Poleg tega so izdelali kot nas-

lednji varnostni ukrep še dva vpadnika, situirana v dolomitu, kjer je pritekalo cca 4,0 ms vode v minuti. S temi ukrepi so dosegli, da je bilo območje sanacijskega odkopavanja na etaži III/8 suho.

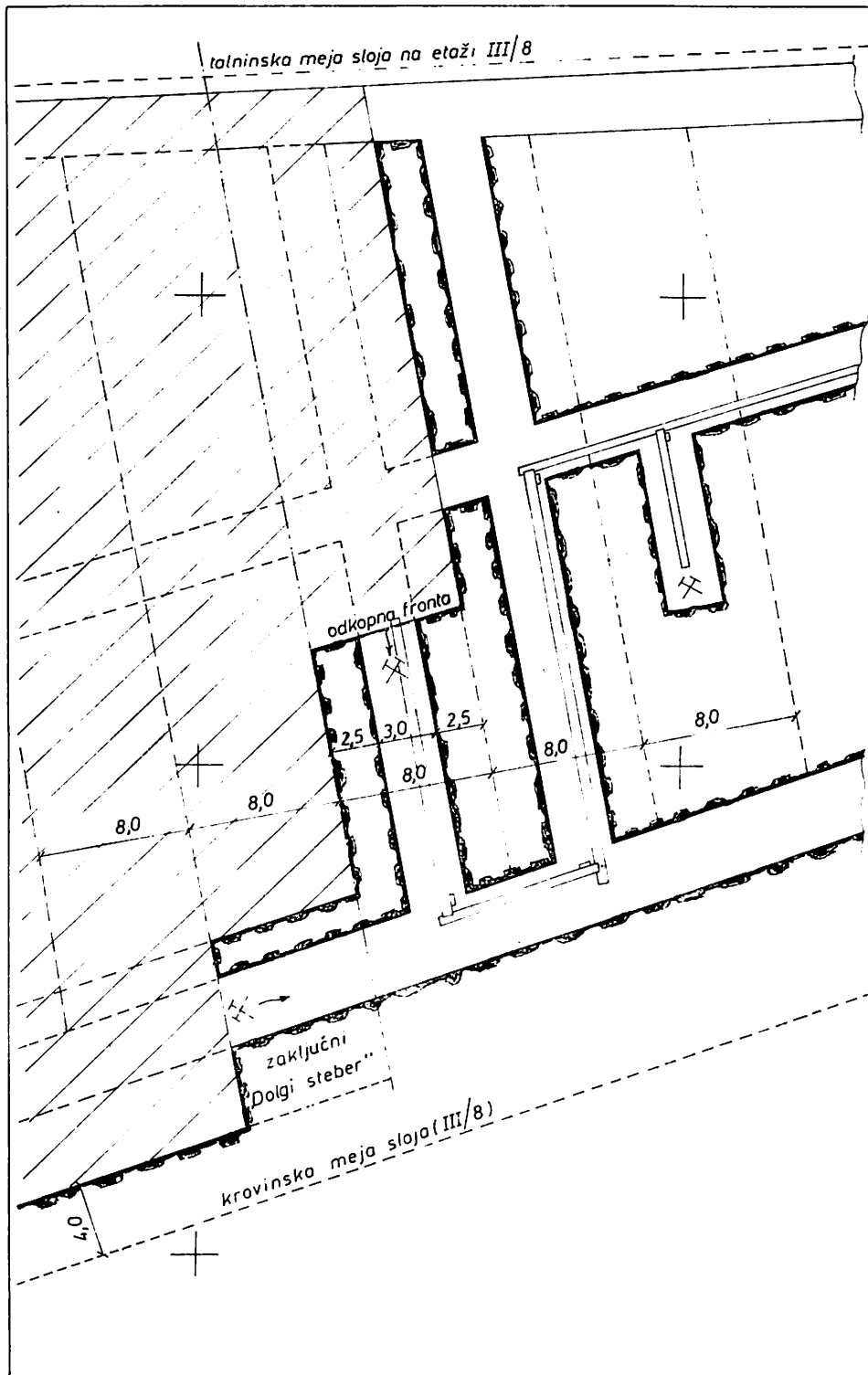
V primeru pa, da se je voda iz določenega razloga v obeh vpadnikih v dolomitu, ki je bil mestoma v neposredni talnini premoškega sloja, dvignila, so takoj opazili na odkopu etažo III/10 pojavu manjšega povečanja dotekajoče vode. Na ta način so ugotovili veliko važnost tega varnostnega ukrepa.

Tudi s prehodom odkopavanja z ozkočelno odkopno metodo »dolgi stebri« v II. sektor, v katerem je odkopna višina znašala $h =$ cca 18,0 m, niso nastopale težave, ker je bil premoški steber zaradi delovanja odkopnega pritiska zdrobljen do te mere, da odstreljevanje višjih predelov nadkopnega dela (razen prvega miniranja) seveda sploh ni bilo potrebno in so zdrobljeni premog zelo lahko pridobivali.

Tudi pri odkopavanju sektorja III. (v l. 1974) na etaži III/8 z odkopno metodo »dolgi stebri«, kljub izredno veliki odkopni višini ($h = 24$ m) zaradi velike stopnje zdrobljenosti premogovega stebra, ni bilo posebnih težav. Samo zadnji steber, katerega širina je znašala samo 8,0 m pri odkopni višini 11 m zaradi visokih odkopnih pritiskov, ki so nastopili v stebru med dvema odkopnima mejama ni bilo mogoče odkopati, zaradi česar so po izropanju podporja ta premogovni steber postopoma razstrelili.

Med odkopavanjem etaže III/8 se je zaradi počasnega tempa odkopavanje približal širokočelni odkop na etaži III/10, meji sektorja III. Prav tako je bil v tem času napredovanje tudi že širokočelni odkop na etaži III/10 (odkopna višina $h = 10$ m), vendar v oddaljenosti cca 150 m od zgornje etaže. Pri odkopavanju na obeh etažah III/10 in III/12 ni bilo posebnih težav, razen nekaj manjših izlivov vode v malih količinah (nekaj 10 m^3).

Tako je preostala na etaži III/10 samo še likvidacija cca 60 m dolgega stebra premoga med dvema odkopnima frontama v sektorju III. Kakor že omenjeno, so pri odkopavanju na etaži III/8 in III/10 stalno puščali v nadkopnem delu odkopov kot filtrirno plast napram staremu delu cca 40% celotnega premoga. Stalno spremljanje odkopanih območij



Slika 6.

je pokazalo, da kljub visokim odkopnim izgubam v starem delu niso nastopili oksidacijski procesi (premog v Ojsterški jami prištevamo po klasifikaciji po prof. Olpinskem v IV. kategorijo z ozirom na naravni indeks samovnetljivosti), temveč je temperatura znašala stalno med $t_s = 20 - 23^\circ\text{C}$. Tudi plinska analiza ni pokazala sledov CO.

Kljub temu pa je bilo potrebno zaključiti odkopavanje na etaži III/10 v III. sektorju tako, da na kasnejših etažah ne bi prišlo do ev. težav zaradi nastopajočih oksidacijskih procesov. Zaradi tega je bilo potrebno pri zaključnem odkopavanju v sektorju III. pri upoštevanju vseh drugih varnostnih ukrepov spremeniti smer odkopavanja od prvotnega smernega na prečno.

Tako so III. sektor odkopali v smeri od talnine proti krovlini. Dolgoletno zasledovanje rušnega procesa tako v območju jame Ojstro kot tudi v drugih rudnikih Z.P.T. je pokazalo, da ima krovni lapor zaradi neplastičnosti pri rušenju približno enake lastnosti kot premog in da se po zarušitvi, t.j. po zdrobitvi ne komprimira in ponovno sprime v vodonepropustno plast, kot je to primer v jamah rudnika Velenje, temveč ostane v zdrobljenem stanju. Kot tak pa ima enake lastnosti za izdelavo filterske plasti kot premog. Iz tega se je izvedel sklep, da tako ni potrebno puščati napram staremu delu v nadkopnem delu 50% premoga iz nadkopnega dela. Poizkus pri prečnem odkopavanju v sektorju III. je to potrdil.

Pri tem poizkusu pa so ugotovili, da ta metoda izdelave filterne plasti, zaradi vdora vode v količini cca 50 m^3 iz roba še neporušene krovnine, ne velja za območje odkopa, kjer krovnina, zaradi strmega pada sloja (cca 60°), še ni porušena. V tem območju in pri določeni bermi pa je potrebno puščati še naprej filtrirno plast izdelano iz nadkopnega premoga.

Določitev varnostnih ukrepov

Pri odkopavanju v območjih, kjer prete nenadni vodni vdori iz starega dela, ki se napaja kot v jami Ojstro iz talninske smeri, je potrebno upoštevati predvsem naslednje:

- vodni vdori nastopajo pretežno na mestih, kjer se je pridobilo premog iz

nadkopnega dela, a proces rušenja ni nastopil, kar pomeni, da je v nadkopnem delu prazen prostor,

- nastopanje povečanih pritiskov na podporje odkopa je znak, da more nastopiti vodni vdor, zaradi česar se morajo zaposleni umakniti na varno mesto.

Dalje so bili pri sanacijskem odkopavanju ugotovljeni naslednji ukrepi, ki preprečujejo možnost nastajanja vodnih vdorov oz. le-te zmanjšujejo:

- za zmanjšanje nevarnosti vdorov vode na odkop je potrebno istočasno odkopavanje na več etažah,
- forsirano odkopavanje na niže ležeči etaži prispeva k ublažitvi vodnih vdorov tako po jakosti kot intenzivnosti,
- z izgradnjo objektov za odvodnjavanje, situiranih v vodonosnih triadnih plasteh za cca 30 m izpod nivoja odkopavanja se je doseglo, da se odvede vodo iz triadnih dolomitov in se prepreči napajanje starega dela,
- spremljanje dotokov vode na posameznih etažah je dalje pokazalo, da se je količina vode, ki priteka na etaže, z odvodnjevanjem v obeh vpadnikih zmanjšala,
- hitrost dnevnega napredovanja odkopne fronte je bila v toku sanacijskega odkopavanja zelo mala, le $n = 0,34 \text{ m/dan}$, kar je sicer pripisati odkopavanju z odkopno metodo »dolgi stebri« pri zelo mali razdalji obeh etaž v odkopavanju ($L = 30 \text{ m}$). Poskrbeti bi bilo potrebno za povečanje hitrosti napredovanja.

Nadalje so bili ugotovljeni naslednji ukrepi, katere je potrebno izvajati za zmanjšanje učinka vodnih vdorov:

- pri odkopavanju se ne smejo puščati neodkopani stebri premoga, ker na takih mestih na niže ležeči etaži prihaja do vodnih vdorov,

- strop podkopnega dela mora biti nepoškodovan oz. pravilno založen, da ne pride v podkopnem delu do zruškov,
- v kolikor pride do manjšega vodnega vdora, je potrebno z vrtnanjem v strop in razstreljevanjem ugotoviti, če se v stropu iznad odkopa nahaja ev. kakšne akumulirane vode,
- lomljenje smeri jamskih komunikacij zelo ugodno vpliva na zmanjšanje silovitosti vdora,
- pri ev. uporabi zdrobljenega materiala iz neposredne krovline kot filterna plast je potrebno v določenih sektorjih ugotavljati, da-li neposredna krovlina nima plastičnih lastnosti. V takem primeru mi možna uporaba zarušenega materiala iz starega dela, kot filterna plast,
- prečno odkopavanje tako z odkopno metodo »dolgi stebri« kot tudi s širokočelno odkopno metodo s povečano odkopno višino, je omogočilo zapolnjevanje odkopanih prostorov s starim delom iz talninskega območja sloja,
- potrebno je ugotoviti višino depresijskega lijaka, da se z meritvami določi minimalna globina odvodnjevalnih objektov pod nivojem odkopavanja.

Važnejše ugotovitve, pridobljene pri poizkusnem odkopavanju bi bile naslednje:

- odkopne višine, ki so dosegle tudi do $h = 24$ m, pri ozkočelni odkopni metodi, ob predpisani višini odkopnih izgub (50% nadkopnega dela), pri odkopavanju ne predstavljajo težav,
- poizkusno odkopavanje s širokočelno odkopno metodo s povečano odkopno višino pri izdelavi filtrirne plošče iz 50% premoga, pridobljenega iz nadkopnega dela čela in puščenega kot odkopne izgube, je pokazalo, da odkopna višina $h = 10$ m v takem primeru odgovarja postavljenim zahtevam in da je potek rušnih procesov sorazmerno zelo ugoden, vendar je posebno pri mehaniziranem odkopavanju to odkopno višino zmanjšati (na cca 7—8 m),
- osušitev etaže III/8 ne moremo pripisati uvedbi odkopne metode »dolgi stebri«, temveč ukrepom za znižanje nivoja vode v triadnih dolomitih ob istočasnem odkopavanju na več etažah,
- odkopavanje z odkopno metodo »dolgi stebri« je bilo predvsem varnostni ukrep, ki je omogočil sanacijsko odkopavanje pri nenormalnih odkopnih višinah (17.2—24 m) a šele v drugi vrsti varnostni ukrep pri ozkočelni odkopni fronti za ev. primer vodnega vdora.

Zgoraj navedeni ukrepi morajo pri smiselni uporabi le-teh v veliki meri pomagati pri nadaljnem vodenju odkopavanja v območjih, kjer prete nenadni vodni vdori ev. pomešani z muljem iz starega dela, a se delno napajajo iz talninskih vodonosnih plasti.

Sklep

Sanacijsko odkopavanje v območju Zapadnega polja jame Ojstro je pokazalo, da je poizkus uspel. Pri tem se je pridobilo cca 1,3 milj. ton premoga a obenem se je osvobodilo za nadaljne odkopavanje preostale količine premoga v Zapadnem polju (cca 1,6 milj. ton) in Javor sloju (cca 6,2 milj. ton).

Dalje so bili ugotovljeni varnostni ukrepi katere mora rudarska organizacija upoštevati pri nadaljnem delu v območjih, kjer prete nenadni vodni vdori iz starega dela, ki se napaja iz talninske smeri. Poleg navedenega se je preizkusilo opisani način pristopanja k reševanju problema postopnega ugotavljanja posameznih vplivnih geoloških tehničnih in drugih dejavnikov, ki bistveno vplivajo na razvoj in povečanje stopnje varnosti izbrane tehnološkega procesa. Prav tako je bilo ugotovljeno, da je potrebno pri reševanju sličnih problemov pričakovati razne še nerazjasnjene specifične probleme posameznih odkopnih polj, ki morejo bistveno vplivati na potek odkopavanja v takih območjih. Zaradi tega je potrebna pri reševanju takih problemov velika opreznost.

ZUSAMMENFASSUNG

Sanierungsabbau im Bereich der Wassereinbrüche in der Grube Ojstro von Zasavski premogovniki Trbovlje

Prof. dr ing. R. Ahčan*)

Es wurden geologische Verhältnisse und geomechanische und bergtechnische Gewinnungsbedingungen sowie Wasserdurchbrüche beim Abbau in der Kohlengrube Ojstro Hrastnik, dargelegt. Weiterhin wurde die Lösung der Grubensanierung bzw. Sanierungsabbau beschrieben, mit welchem bisher normaler Kohlenabbau gesichert wurde und die Kohlenvorräte für die nächsten Jahre zur Gewinnung gegen Wassereinbruch gesichert wurden. Der Verfasser bringt Schutzmassnahmen gegen Grundwassereinbruch, die durch Studium der Sanierung dieser Grube, bestimmt wurden.

*) Prof. dr ing. Rudi Ahčan, Fakultet za naravoslovije in tehnologijo — Ljubljana.

Uticaj petrološkog i mineraloškog sastava uglja na sastav jamske prašine u jamskom vazduhu rudnika „Mostar“

(sa 6 slika)

Dr mr ing. Dimitrije Dimitrijević

Sastav vazduha u jamskim prostorijama predstavlja bitan faktor u pogledu obezbeđivanja najracionalnije podzemne eksploatacije ugljene materije.

Štetnost vazduha u jami, pored njegovog sastava, određena je i stepenom disperzije raznih čvrstih čestica u njemu. Ustanovljeno je da su čestice razmera do 10 mk i manje, sposobne da duže vremena ostanu u merljivim količinama u vazduhu i obično se javljaju kao izvor profesionalnih oboljenja rudarskih radnika i permanentne opasnosti od eksplozije.

Rezultati dosadašnjih ispitivanja pokazuju da su u sastavu rudničke prašine prisutne organske i neorganske komponente. Ispitivanja izvršena u okviru Rudnika »Mostar« u osnovi baziraju na ispitivanju ugljene materije koja neposredno utiče na kvalitativno-kvantitativne osobine ugljene prašine, a samim tim i rudničkog vazduha. Laboratorijska ispitivanja su pokazala da prilikom drobljenja uglja, u procesu otkopavanja ugljene materije, u zavisnosti od petrološkog i mineraloškog sastava ugljene materije i koeficijenta drobljivosti pojedinih petroloških mikrolitotipova, dolazi do formiranja različitih koncentracija čestica organskog i neorganskog karaktera.

Mikroskopskom kvalitativno-kvantitativnom analizom objašnjena je morfološka karakteristika sastavnih delova ugljene praši-

ne. Tako, gelificirane i slabo fuzenizirane petrološke mikrokomponente, formiraju čestice različitih oblika. Fuzenizirane mikrokomponente pri lomljenju daju skoro isključivo izdužene oštrougane komade. Pirit se nalazi u vidu odvojenih zrna sa sačuvanim prvobitnim karakteristikama, ili u vidu nepravilnih oblika. Znatno deo piritu srastao je sa organskom materijom uglja.

Utvrđeno je da se u rudničkom vazduhu može pojaviti prašina u čiji sastav ulazi pirit, koji se odlikuje visokom kompaktnošću (cca 5 g/cm³). Ustanovljeno je da prisustvo značajnije količine sulfida gvožđa u rudničkoj prašini povećava njenu eksplozivna svojstva, jer sulfidna prašina ima znatno veću sklonost ka samozapaljenju, nego metan ili ugljena prašina (1). Ispitivanja su pokazala (2) da najveću eksplozivnost među sulfidima poseduju pirit i markasit, tj. minerali koji su najviše rasprostranjeni u ugljenim slojevima. Eksplozivna koncentracija sulfidne prašine je 80—100 g/m³. Pošto su sulfidi rasprostranjeni u ugljenim slojevima krajnje ravnomerno, to smo, imajući u vidu ovu činjenicu, ispitivanja ugljenog sloja vršili sa stanovišta prisutnosti piritu i ustanovljavanja petroloških vrednosti.

Dobijeni rezultati su pokazali da je za ovu vrstu ispitivanja neophodno izvršiti istraživanja u pravcu određivanja petrološkog i mineraloškog sastava ugljene materije, kao ne-

posrednog izvora hranjenja rudničkog vazduha različitim sastojcima.

Pošto su osnovne montangeološke prilike Mostarskog ugljenog basena već prikazane u autorovom članku objavljenom u broju 2/74. ovog časopisa, to se u daljnjem izlaganju odmah prelazi na razmatranje petroloških osobina mostarskog uglja.

Laboratorijska ispitivanja u cilju ustanovljavanja petrološkog sastava i prisustva pirita u ugljenoj materiji

Petrološko-strukturološkom mikroskopskom analizom utvrđena je građa ugljene materije. Procentualna zastupljenost monomaceralnih, bimaceralnih i trimaceralnih mikrolitotipova u okviru ugljene materije je različita.

Da bi se razjasnio uticaj strukturalnog sastava uglja na sastav jamske prašine, izvršena je kompleksna petrološka analiza šest frakcija ugljene materije: >2,50 mm; 2,50 -- 2,00 mm; 2,00 — 1,25 mm; 1,25 — 1,00 mm; 1,00 — 0,63 mm; i <0,63 mm, — i utvrđivanje kvalitativno-kvantitativnih karakteristika pirita po ispitivanim frakcijama (tab. 1).

Tablica 1

Procentualna zastupljenost petroloških mikrolitotipova i pirita u ispitivanim frakcijama

Frakcija mm	Mikrolitotipovi (%)				
	Detrit teksto	Detrit gelo	Tekstit gelo	Fuzit	Pirit
> 2,50	3,21	20,36	67,23	0,11	8,09
2,50 — 2,00	2,04	19,96	70,07	1,93	6,00
2,00 — 1,25	4,39	17,62	30,60	4,89	22,50
1,25 — 1,00	26,05	26,25	37,59	6,61	3,70
1,00 — 0,63	1,80	22,57	62,47	6,45	6,71
< 0,63	12,07	23,41	51,37	7,22	5,93

Prikazani rezultati (tab. 1) ukazuju da se u procesu drobljenja vrši intenzivna akumulacija i deakumulacija pojedinih petroloških mikrolitotipova u okviru pojedinih frakcija, a što je u funkciji drobljivosti pojedinih mikrolitotipova.

Analize su pokazale da u svim frakcijama, sem u frakcijama 1,25 — 1,00 mm i < 0,63 mm, detrit-teksto je prisutan u malim količi-

nama, jer mu je koeficijent drobljivosti u odnosu na ostale mikrolitotipove veći (2). Tekstit-gelo pokazuje najveće prisustvo u svim ispitivanim frakcijama. Fuzit se javlja sa najvišom vrednošću u okviru najkrupnije frakcije, a zatim mu količina prema sitnijim frakcijama rapidno raste.

Prisustvo pirita je evidentno u svim frakcijama, i to u dosta visokim procentima. Najveća masa pirita nalazi se u frakciji uglja 2,00 — 1,25 mm.

Rezultati ispitivanja ugljene prašine

Ispitivanja ugljene prašine pružila su podatke o veličini prisutnih čestica, kao i o njihovim kvalitativno-kvantitativnim karakteristikama (tab. 2 i 3).

Tablica 2

Zastupljenost čestica različitih veličina							
Prisutne čestice raznih veličina u %							
Razmera čestica u mk							
10	15	20	30	40	50	60	70
61,3	14,2	8,1	4,6	4,4	3,1	2,2	2,1

Tablica 3

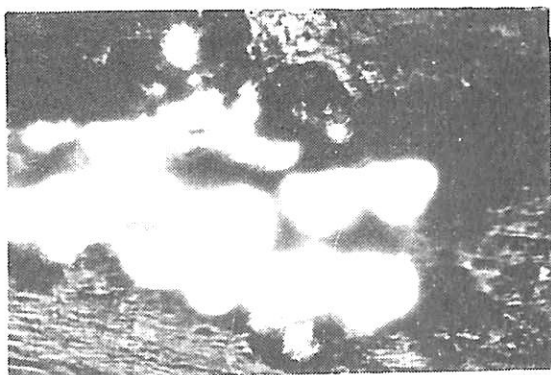
Prisustvo mikrolitotipova u jamskoj ugljenoj prašini

Sadržaj mikrolitotipova u %					
Tekstit gelo	Detrit gelo	Detrit teksto	Fuzit	Pirit	Kvarc, karbonati, glina i dr.
58,60	12,40	11,00	9,10	7,20	1,70

Rezultati prikazani u tablici 2 ukazuju da su najzastupljenije čestice od 10 i 15 mk, dok najnižu prisutnost ispoljavaju čestice veličine od 30—70 mk.

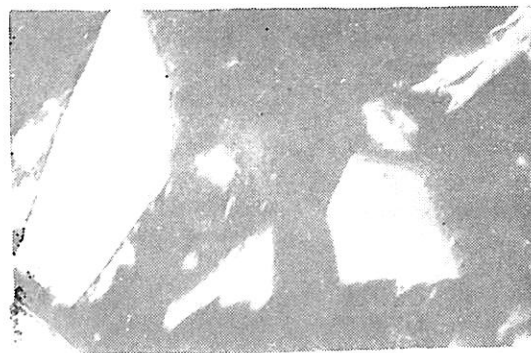
Ispitivanja su pokazala da je frakcija (i) čija je razmera čestica 10 mk i manje, sposobna da duže vremena lebdi u vazduhu u merljivim količinama. Imajući ovo u vidu, kao i rezultate dobijene laboratorijskim ispitivanjima (tab. 3), može se konstatovati da u ukupnoj masi čestica svih razmera, sa 61,30% prisutne su čestice razmere do 10 mk.

Tablica 3 daje rezultate koji otkrivaju prirodu čestica prisutnih u jamskom vazduhu. Najprisutnije su čestice izgrađene od tekstit-gela (sl. 4) sa prisutnošću od 58,60%.



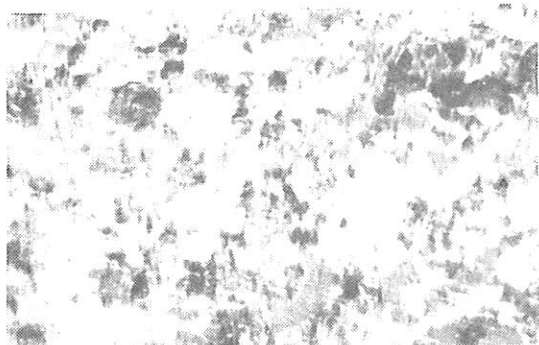
Sl. 1 — Zrna pirita pod mikroskopom. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 1 — Les grains de pyrite sous le microscope. La lumière refléter. Augmentation 360 × L'huile.



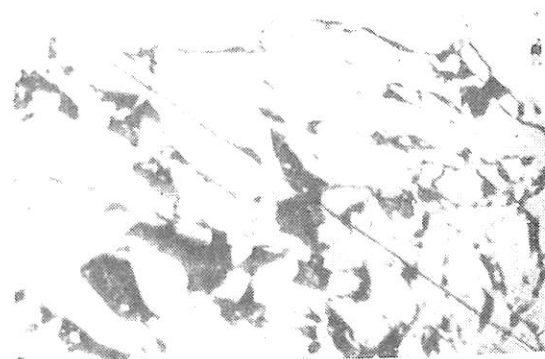
Sl. 4 — Čestice od 60 mk tekstit-gela u ugljenoj prašini. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje

Fig. 4 — Les mielles de 60 mk de textit-gele dan la poussière. La lumière refléter. Augmentation 360 × l'huile.



Sl. 2 — Mikroskopska struktura detrit-teksta. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 2 — La structure microscopique de detritexte. La lumière refléter. Augmentation 360 ×, L'huile.



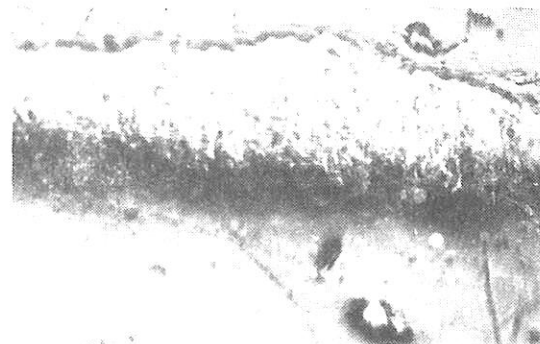
Sl. 5 — Mikroskopski izgled fuzita sa deformisanim strukturalnim otvorima. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje

Fig. 5 — La vue microscopique de fuzite avec la deformation de structure ouverte. La lumière refléter Augmentation 360 ×, L'huile.



Sl. 3 — Mikroskopska struktura detrit-gela. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 3 — La structure microscopique de detrit-gele. La lumière refléter. Augmentation 360, l'huile.



Sl. 6 Mikroskopski izgled kontakta tekstit-gela i fuzita. Odbijena svetlost. Povećanje 360 ×, ulje.

Fig. 6 — La vue microscopique de contact de tekstit-gele et fuzit. La lumière refléter. Augmentation 360 . L'huile.

Detrit-gelo (sl. 3) i detrit-teksto (sl. 2) prisutni su u manjem obimu u odnosu na prethodni mikrolitotip. Karakteristično je da su fuzit (sl. 5) i pirit (sl. 1) zastupljeni u relativno visokim vrednostima, što daje posebno štetna svojstva ugljene prašine u jamskom vazduhu.

Ova ispitivanja omogućila su da se o mostarskom uglju donesu sledeći zaključci:

— ugljena materija je sa petrološko-strukturološkog stanovišta četvorokomponentna — izgrađena je od četiri karakteristična petrološka mikrolitotipa: tekstit-gelo, detrit-gelo, detrit-teksto i fuzit,

— ispitivanja po frakcijama su pokazala da se petrološki mikrolitotipovi, s obzirom na vrlo različite fizičko-mehaničke osobine, distribuiraju vrlo različito, što ima vrlo veliki fundamentalni značaj sa stanovišta njihovog udela u formiranju ugljene prašine u jamskom vazduhu,

— pirit je prisutan u dosta visokom procentu, naročito u frakciji zrna od 2,00 — 1,25 mm, što je nesumnjivo vezano za veće učešće fuzita, koji u svojim strukturalnim otvorima nosi ovu neorgansku materiju,

— ugljena prašina je izgrađena od čestica različitog reda veličine, međutim, najkarakterističnije su čestice ispod 10 mk, jer ostaju najduže vremena u jamskom vazduhu u stanju lebdenja,

— čestice su u najvećoj meri izgrađene od tekstit-gela, što je u neposrednoj funkciji sa koeficijentom drobljivosti ovoga mikrolitotipa (3),

— prisustvo fuzita i pirita u ugljenoj prašini, a samim tim i u jamskom vazduhu, ukazuje na visoku štetnost u smislu povećane zagađenosti jamskog vazduha po zdravlje rudarskih radnika koji rade u tim prostorijama.

Rezultati ispitivanja prikazani u ovom radu ukazuju na nesumnjivu funkcionalnu međusobnu vezu petrološkog sastava ugljene materije, količine pirita i koeficijentata drobljivosti petroloških mikrolitotipova. Ovi odnosi, u stvari, i diktiraju njihovu zastupljenost u jamskom vazduhu.

RÉSUMÉ

Influence des structures petrologiques et minerologiques sur la formation des poussières des fausses dans l'air de mine de Mostar

Dr Mr ing. D. Dimitrijević*)

La composition de l'air dans les espaces des fausses des mines houillères présente le facteur essentiel en vu de l'assurance des plus rationnelles exploitation des matières houillères.

La nocivité de l'air dans les fausses outre sa structure est déterminée pas le degré de dispersion de différents particules. Il est institué que les particules en proportion de 10 mk sont capables de rester plus longtemps de la mesure quantitative dans l'air et habituellement ils paraissent en forme de différents maladies parmi les mineurs es par suite rest un danger permanent de l'exploitation.

Les résultats des expérimentations faites jusqu'à présent ont indiquées que dans les compositions, des poussières des mines, sont toujours présentées des composants organiques et anorganiques. Les examinations effectuées dans le cadr de mine de Mostar en réalité basent dans les expérimentations des matières houillères qui in fluent directement sur les qualités quantitatives et qualitatives des poussières des houilles et même sur l'air des espaces des mines.

*) Dr mr ing. Dimitrije Dimitrijević, vanr. prof. univerziteta i savetnik Izvršnog veća SR Srbije za visoko školstvo i nauku, Beograd.

Le experimentation ont montrés que pendant le moreellment des matières des houilles dans le processus de deterrément des houilles vient de formation des differentes concentrations des partiens de caractère organique et anorganique ce qui dépend de la structure des matières des houilles et des coefficients de mircelation de certains mycolitotypes petrologiques.

Literatura

1. Kizeljštejn L. 1974: O sastave šahtnoj ugol'noj pyli. Ugol'. Br. 3 Mart. Moskva.
2. Breuvr, H. 1956: Untersuchungen über, Staubmessungen in Kohlengewinnungsbetrieben für die Zwecke der Staubhygiene unter besonderer Berüch sichtigung der in Deutschland angewandten optischen Verfahren. — Bergbau Arch., 17 (1956) Nol-2.
3. Dimitrijević D. — Cvetković, M. 1967: Droblijvost banovičkog uglja u funkciji petrološkog sastava. — »Tehnika, rudarstvo geologija i metalurgija«, br. 11. Beograd.
4. Dimitrijević, D. 1974: Uticaj petrološkog i mineraloškog sastava uglja na sastav jamske ugljene prašine Rudnika »Đurđevik«. — »Sigurnost u rudnicima«, br. 3. Beograd.
5. Dimitrijević, D. 1973: Proučavanje apsorpcionih mogućnosti nekih mrkih ugljeva SR BiH. — Tehnika ,br. 4. Beograd.
6. Dimitrijević, D. 1974: Apsorpcione mogućnosti kiseonika ugljene materije u jamskim prostorijama i površinskim depoima mostarskog uglja posmatrane u funkciji strukturoloških karakteristika. — »Sigurnost u rudnicima«, br. 2. Beograd.

Ergonomski aspekti uslova rada u kompresorskim stanicama sa osvrtom na buku i mikroklimatske uslove

(sa 2 slike)

Dr Aleksandar Mihajlov

Klipni kompresori i njihovi motori svojim radom proizvode buku, a njihovi sastavni delovi ponašaju se kao grejna tela, emitujući toplotu u okolinu. Prikazani su rezultati merenja buke i mikroklimatske u kompresorskim stanicama.

U svojoj evoluciji čovek je adaptacijom na uslove životne okoline menjao svoj izgled, funkcije i navike. Prilagođavao je način života i rada prirodnim uslovima, vlastitim dostignućima i pronalascima. Iako su fiziološke mogućnosti ljudskog organizma prilično velike, adaptacija na uslove životne i radne okoline ima svoje granice, preko koje dolazi do reakcije koja više nije fiziološka. Mašina koju je ljudski um izmislio i koja čoveku donosi skoro sve blagodeti u kojima on uživa, treba da bude prilagođena njegovim anatomskim i psihofiziološkim mogućnostima. Ona je rentabilna samo pod tim uslovima, a ergonomski stav ne zanemaruje faktor rentabilnosti i opšte interese, ali zahteva brigu o uticaju štetnih faktora mašina na čoveka i njegovim mogućnostima adaptacije na sporedne produkte iste. Usavršavajući mašinu, čovek je krenuo putem adaptacije iste na svoje anatomske i psihofizičke mogućnosti, donoseći razne propise i zakone o normama koje mašina treba da ispunjava.

Bez obzira na težnje ka tehničkom savršenstvu, mašina se danas ubraja u ozbiljne zagađivače čovekove sredine.

Klipni kompresori nalaze svoje mesto u raznim industrijskim granama. Njihova je jačina različita, a zavisna je od potrebe proizvodno-tehnološkog procesa. Oni su pored

ostalog našli svoje mesto i u industriji istraživanja i proizvodnje nafte i gasa. Njihova je namena da prirodni gas komprimiraju i pod određenim pritiskom ubacuju u magistralni gasovod, ili, pak, da ga pripreme za korišćenje u druge svrhe. Primena klipnih kompresora u pomenute svrhe ograničena je na manji broj gasnih ležišta i uslovljena je izvesnim fizičkim karakteristikama gasnih izvora. Smešteni su u zgradama metalne konstrukcije, koja predstavlja kompresorsku stanicu. Lokacija ovih stanica uslovljena je potrebama i zahtevima proizvodno-tehnološkog procesa i, po pravilu, u pomenutoj industriji nalaze se van naseljenih mesta.

Metalna konstrukcija kompresorskih stanica u vrelin letnjim danima ponaša se kao grejno telo, koje akumuliranu toplotu zrači u već zagrejanu radnu atmosferu. Metalna zgrada kompresorske stanice verovatno je uslovljena principima protivpožarne zaštite i tehničkom sigurnošću objekta.

S druge strane, motori kompresora i njihov rashladni sistem ponašaju se kao grejna tela emitujući toplotu u radnu atmosferu. Ogromne izduvne cevi, čiji veći deo prolazi kroz radnu prostoriju zrače toplotu u okolinu. Temperatura na početku izduvnih cevi u njihovoj unutrašnjosti iznosi od 350 do 450°C.

Rad klipnih kompresora prate buka i vibracije, a njihovi sastavni delovi (motor, rasbladni sistem, izduvna cev) emitujući toplotu u radnu sredinu, doprinose nepovoljnim mikroklimatskim uslovima.

Štetno dejstvo buke na organizam nije ograničeno samo na čulo sluha, već se ispoljava na niz sistema i organa. Prvi podaci o štetnom dejstvu buke na sluh spominju se u početku XIX veka. Profesionalna naglupost kovača, uočena u to vreme, uvedena je bila u literaturu kao »kovačka naglupost«. U novije vreme sve se više uočava da vibracije koje prate buku, povećavaju njenu štetnost na sluh. Neki autori smatraju da vibracije izazivaju eksudativne procese u srednjem uhu i oštećuju spiralni ganglion unutrašnjeg uha. Dokazane su i promene na krvnim sudovima unutrašnjeg uha pod dejstvom vibracija. Sve ovo govori u prilog, da kombinacija buke i vibracija, kakvu imamo u radu klipnih kompresora, intenzivnije oštećuje sluh.

Pri prvom kontaktu sa bukom, radnik oseća napetost u glavi, zujanje u ušima, zviždanje, a ponekad i bol. Po odlasku sa posla, posle napuštanja bučne radne sredine, jedno vreme ima osećaj da su mu uši začepljene. Ove smetnje traju 3-4 nedelje, posle toga nestaju. Međutim, kod predisponiranih osoba u ovom periodu se javlja privremeni slušni deficit, koji u daljem toku dobija karakter trajnog oštećenja sluha. Tako počinje profesionalna naglupost. Ona je bez simptoma, te radnik ne oseća svoju naglupost. Asimptomatski period profesionalne nagluposti traje sve dok se slušni deficit ne proširi u delu slušnog registra niskih frekvencija od 2000 Hz naniže.

Ekstraauditivna štetna dejstva buke ispoljavaju se na više organa i sistema. Na centralnom nervnom sistemu ono se sastoji u dejstvu buke na moždane ćelije, kao i u poremećajima psihičke i psihomotorne sfere. Kod teških epileptičara veoma jak zvuk može da izazove napad epilepsije (2). Psihički poremećaji ispoljavaju se u vidu bezrazložne svađe, ljutnje ili depresije. Nepažnja, strah, nesigurnost, loše raspoloženje i agresivnost mogu biti izazvani bukom. Ponekad i zvuk veoma male jačine može negativno delovati na psihičku sferu. Često buka izaziva poremećaj sna, delujući na centralni nervni sistem. Intenzivna buka izolovano ili zajedno sa vibracijama može da izazove vrtoglavicu i

gubitak ravnoteže što pri opsluživanju kompresora može da ugrozi ličnu i opštu bezbednost. Do ovih poremećaja dolazi zbog dejstva buke i vibracija na polukružne kanale. Kalorična proba pokazuje smanjenu stabilnost labirinta i izaziva oštre vegetativne reakcije sa produženim Ny, jakom glavoboljom, vrtoglavicom koje časovima traju. Dejstvo buke na kardiovaskularni sistem sastoji se u promenama krvnog pritiska, poremećaju srčanog ritma, promenama na EKG-u kao i suženju perifernih krvnih sudova. Njeno dejstvo na endokrine žlezde dokazano je eksperimentalnim putem.

S obzirom na prisutnost buke na skoro svakom mestu čovekove sredine, u stanu, na ulici, na radnom mestu ona je jedan od brojnih stresnih faktora koji prate čovečanstvo.

Rezultati ispitivanja buke u kompresorskim stanicama radne organizacije »Naftagas«

Merenja su izvršena u dve kompresorske stanice koje su po svemu međusobno identične. Rad više klipnih kompresora, koji su međusobno paralelno povezani, stvara industrijsku buku kojoj su izloženi zaposleni radnici u stanicama. Merenje nivoa buke izvršeno je preciznim meračem zvučnog nivoa tipa 2203 sa aktivnim filtrom tipa 1613 firme Brüel Kjaer.

Na tablicama 1 i 2 prikazane su vrednosti nivoa buke na mernim mestima kompresorskih stanica.

Tablica 1

Merno mesto	Izmereni nivo buke u dB (A, C, Lin.) kompresorske stanice I (Kikinda)		
	Platforma kompresora	94 (A)	100 (C)	103 (Lin.)
Između kompresora	95 (A)	101 (C)	103 (Lin.)
Ispod* izduvnih cevi	95 (A)	101 (C)	102 (Lin.)

Tablica 2

Merno mesto	Izmereni nivo buke u dB (A, C, Lin.) kompresorske stanice II (Elemir)		
	Platforma kompresora	94 (A)	100 (C)	103 (Lin.)
Između kompresora	95 (A)	100 (C)	102 (Lin.)
Ispod izduvnih cevi	94 (A)	100 (C)	103 (Lin.)

* Merenja je izvršio Institut za zdravstvenu zaštitu — Zavod za medicinu rada, Novi Sad.

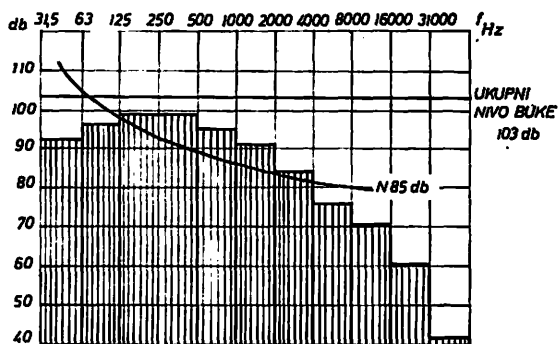
Izmereni nivoi pokazuju da je intenzitet buke skoro podjednak u obe kompresorske stanice, da prelazi dopušteni nivo u smislu zaštite sluha od oštećenja.

Oktavna analiza buke prikazana na dijagramima 1 i 2 pokazuje da je njen intenzitet najveći u području niskih frekvencija. Koristeći vrednosti N krivulje, koja za radna mesta kompresorista iznosi 85 dB (A), zaključujemo da buka prelazi dopušteni nivo u području od 125 do 4000 Hz. Veliki broj ispitivanja pokazuje da su visoke frekvencije najštetnije za sluh. Međutim, i pretežno niski tonovi mogu u velikoj meri da dovedu do oštećenja sluha (2).

Rezultati ispitivanja mikroklimе

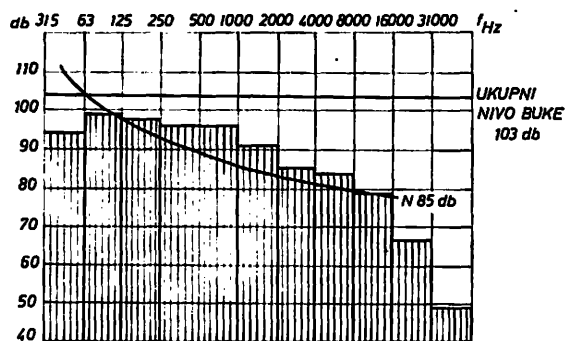
Pod mikroklimom, u užem smislu reči, podrazumevamo fizičko stanje radne sredine, koje karakterišu: temperatura, vlažnost i kretanje vazduha, kao i toplotno zračenje. Za efektivan i bezbedan rad potrebni su komforni uslovi radne sredine. Oni se postižu pravilnim međusobnim odnosima svih faktora koji karakterišu mikroklimu.

Merenja su izvršena drugom polovinom septembra 1974. godine pri klimatskim uslovima kako je navedeno u tablici 3.



Sl. 1 — Prikaz strukture buke kompresorske stanice I Kikinda.

Fig. 1 — Appearance of noise structure in compressor station I Kikinda.



Sl. 2 — Prikaz strukture kompresorske stanice II Elemir.

Fig. 2 — Appearance of compression station II structure Elemir.

Tablica 3

Merno mesto	Ts	Tv	Rv	Kt	H	W	Teff
Kompresorska stanica I (Kikinda)	21°C	18°C	60%	75"	6,6	0,30 m/sek	18°C
Kompresorska stanica II (Elemir)	22,4°C	18,6°C	64%	70"	7,7	0,79 m/sek	19°C

gde je:

- Ts — temperatura suvog termometra
- Tv — temperatura vlažnog termometra
- Rv — relativna vlažnost
- Kt — vreme hlađenja katatermometra u sekundama
- H — katavrednost

W — brzina strujanja vazduha

Teff — efektivna temperatura

Cteff — korigovana efektivna temperatura

Tg — temperatura globus termometra

Vrednosti fizičkih merenja prikazane su u tablicama 4 i 5.

Tablica 4

Kompresorska stanica I (Kikinda)

Merno mesto	Ts	Tv	Tg	Rv	Kt	H	W	Cteff
Platforma kompresora	44°C	30°C	65°C	51%	100"	2,6	0,35 m/sek	32,6°C
Između kompresora	32°C	23°C	44°C	41%	60"	8,5	0,70 m/sek	25°C
Ispod izduvnih cevi	38°C	26°C	52°C	46%	110"	4,8	0,40 m/sek	29°C

Tablica 5

Vrednost fizičkih merenja u Kompresorskoj stanici II (Elemir)

Merno mesto	Ts	Tv	Tg	Rv	Kt	H	W	Cteff
Platforma kompresora	42°C	27°C	50°C	49%	150"	3,1	0,35 m/sek	29,3°C
Između kompresora	38°C	23°C	42°C	46%	90"	5,2	0,50 m/sek	29°C
Ispod izduvnih cevi	44°C	30°C	56°C	51%	120"	4,0	0,80 m/sek	32,5°C

Merenja su izvršena na karakterističnim radnim mestima. Platforma kompresora nalazi se na visini preko dva metra. Na njoj se radnici najduže zadržavaju, povremeno se nalaze između kompresora, a sve prethodne radnje obavljaju na prostoru ispod izduvnih cevi.

Uočljive su male razlike pojedinih vrednosti. One su rezultat izmenjenih uslova pri kojima su merenja izvršena. Naime, u kompresorskoj stanici I izvršena je izolacija izduvnih cevi staklenom vunom, ali u želji da se prikaže pravo stanje, zatvorena je južna strana zgrade, koja je tokom toplog perioda otvorena po celoj dužini.

Ako uporedimo Teff izvan stanice sa Cteff u stanicama, zaključujemo da su vanjski klimatski uslovi u trenutku merenja bili skoro u granicama linije komfora, a da su mikroklimatski uslovi u kompresorskim stanicama izvan zone komfora.

Upoređujući izmerene vrednosti sa normativima za temperature vazduha, brzina strujanja vazduha, i relativnu vlažnost u radnim prostorijama, predviđenih Pravilnikom o opštim merama i normativima zaštite na radu (Službeni list SFRJ broj 27 iz 1967. godine), konstatujemo sledeće:

— da su mikroklimatski uslovi u kompresorskim stanicama izvan zone komfora

— da je visoka temperatura vazduha proizvod zračenja izduvnih cevi kompresorskih motora

— da Pravilnik o opštim merama i normativima zaštite na radu ne spominje toplotne indekse, već predviđa norme za pojedine faktore, bez zahteva za pravilne međusobne odnose istih

— da postoje mogućnosti poboljšanja izvesnih faktora primenom tehničkih zaštitnih mera. Toplotna izolacija izduvnih cevi, azbestom npr., smanjila bi toplotno zračenje u radnim prostorijama. Poboljšanje ventilacije i tehničke korekcije zgrade, omogućilo bi približavanju zoni komfora, pronalaženjem ekvivalentnih temperatura.

Zaključak

Nedopustivi nivo buke i loši mikroklimatski uslovi u ispitivanim kompresorskim stanicama, nameću potrebu za izvesne tehničke korekcije koje bi doprinele poboljšanju uslova. Preventivna zdravstvena zaštita treba da se sastoji u brižnom odabiranju radnika kroz prethodne preglede, te čestoj kontroli zdravstvenog stanja uz audiometrijska ispitivanja.

SUMMARY

Ergonomic Aspects of Working Conditions at Compressor Station with Regard to Noise and Micro-Climatic Conditions

Dr. A. Mihajlov*)

Piston Compressors create also negative effects, contributing to inconvenient conditions of working environment. In testing those conditions we determined the noise to pass over the level allowed in sense of hearing protection against injury, that high temperature is caused by heating radiation of outlet pipes of Compressor Engines, for which

*) Dr Aleksandar Mihajlov, »NAFTA-GAS«, Novi Sad

reasons the micro-climatic conditions are out of comfort zone as well. Testing of working environment conditions in Compressor Stations of Oil Industry is imposed for several reasons: Before all for protection of health and safety of workmen serving the Compressor being of fuse ine projecting Compressors and their Motors, as well as Compressor inconvenient and harmful effects on employed men health.

L i t e r a t u r a

1. Đurić, I. i saradnici 1958: Medicina rada. — Medicinska knjiga Beograd, Zagreb.
2. Valčić, I. 1972.: Buka i njena štetna dejstva. — Jugoslovenska i inostrana dokumentacija zaštite na radu, Niš.
3. Guyton, A. 1969.: Medicinska fiziologija. — Medicinska knjiga, Beograd — Zagreb.
4. Kačkin, Đ. — Vukanović, B., 1973.: Vibracije i buka u radu klipnih kompresora. »Sigurnost u rudnicima« br. 3, Rudarski institut — Beograd.
5. Vukadinović, M., 1959.: Priručnik za mikroklimatska merenja i merenja prašine u vazduhu, Beograd.
6. Balic, O.: »Ergonomija«, 1/1974.
7. Tončev, N. 1974: Zaštita čovekove sredine od buke u uslovima urbane sredine, Ergonomija br. 3.
8. Veličković, D., 1974.: Buka i vibracije, fizička i psihofizička akustika, I knjiga. — Institut jugoslovenske inostrane dokumentacije na radu — Niš.
9. Ljukanov, M. — Kirjakov, K., 1963.: Profesionalne bolesti. — Medicina i fiskultura, Sofija.

Uticaj aerozagađenja na zdravstveno stanje i radnu sposobnost vozača motornih vozila

(sa 2 slike)

Dr Živko Stojiljković

Značaj istraživanja u oblasti »Aerozagađenja od motornih vozila« je viša struka za nauku i praksu i sve više doprinosi opštem razvoju zaštite od aerozagađenja u industriji, transportu i ostalim sredinama. Prikazani su izvori zagađenja kod motornih vozila sa unutrašnjim sagorevanjem i njihov uticaj na zdravstveno stanje i radnu sposobnost vozača motornih vozila.

Značaj istraživanja u oblasti aerozagađenja od motornih vozila je višestruk kako za nauku tako i za praksu, što se inače vrlo aktuelno manifestuje evidentnim porastom publikacija i međunarodnih sastanaka. Razlog za ovu ekspanziju i važnost koja se u svetu pridaje opštem razvoju zaštite od aerozagađenja u industriji, mehanizaciji, transportu, urbanim sredinama i sl., a naročito u saobraćaju, praćena je različitim reperkusijama u oblasti zdravlja, psiho-fizičke kondicije i radne sposobnosti kod ljudi koji upravljaju motornim vozilima svake vrste.

Najznačajnije manifestacije takvog stanja su:

- nedovoljan nivo posmatranja i iskorišćenja vizuelnih, auditivnih i percepcionih informacija za vreme različitih opterećenja u toku vožnje;
- relativno visoke vrednosti pato-fizioloških dimenzija kod vozača, što ima za posledicu veliki porast neuroza i psihosomatskih oboljenja;
- veliki broj oštećenja kardio-respiratornog sistema, koji se manifestuje opadanjem psiho-fizičke kondicije i radne sposobnosti kod vozača;

— porast ranog invaliditeta kod vozača usled velikog broja povreda i nesreća u saobraćaju kao posledica loše adaptacije zbog uticaja mnogih faktora — između kojih se ističu aerozagađenja u okviru sistema »čovjek — motorno vozilo — okolina«.

Na osnovu rezultata istraživanja u okviru uticaja aerozagađenja od motornih vozila na bezbednost u saobraćaju, dokazano je, da se većina ovih problema može uspešno rešiti programiranim naučno-istraživačkim aktivnostima. No, bez obzira na broj takvih istraživanja, ona su najvećim delom parcijalne prirode i odražavaju uslove i obeležja onih društvenih sredina u kojima su sprovedena, znatno otežavajući mogućnost njihove generalizacije. Pogotovu je vrlo mali broj istraživanja ove vrste izvršen u našoj zemlji, na našoj populaciji, putevima, motornim vozilima, urbanim sredinama i slično — što otežava naučno-istraživački rad vezan za toksikološke, fiziološko-higijenske i psiho-fiziološke zahteve u odnosu na bezbednost u saobraćaju kod nas.

Poznato je, da je svaka osoba u javnom saobraćaju u manjoj ili većoj meri izložena različitim nepovoljnim činiocima, koji obično utiču na režim vožnje i odmora — a samim tim i na psiho-fiziološko stanje vozača. Naj-

češći od tih činilaca su aerozagađenja, zatim meteorološke i mikroklimatske prilike, buka i vibracije, antropotehnička podobnost vozila, dobra obezbeđenost i označenost raskrsnica i puteva i kao najvažnija može se smatrati zadovoljavajuća zdravstvena i psiho-fiziološka adaptacija vozača.

Svrha našeg izlaganja je da ukažemo na izvore aerozagađenja kod motornih vozila sa unutrašnjim sagorevanjem i na nastanak toksičnih komponenata izduvnih gasova i njihov uticaj na zdravstveno stanje vozača — radi procene radne, odnosno vozačke sposobnosti ljudi, što je inače od velikog značaja za bezbednost u javnom saobraćaju.

Izvori aerozagađenja

Motorna vozila u saobraćaju uglavnom pripadaju grupi motora sa unutrašnjim sagorevanjem koji pri transformaciji hemijske energije u mehanički rad izbacuju u spoljnu sredinu produkte potpunog ili nepotpunog sagorevanja. Pored izduvne cevi na vozilima postoje i drugi manje značajni emiteri, kao što su: karterska oduška i isparavanje iz motora i rezervoara goriva.

Od posebnog je značaja sastav mešavine gasova u produktima sagorevanja koji zavisi od mnogo faktora, kao što su npr.: način stvaranja mešavine goriva i vazduha u toku procesa priprema za sagorevanje, konstrukcioni parametri motora, tip i sastav goriva, prisustvo aditiva u gorivima i mazivima, atmosferski faktori i drugo.

Osnovni štetni sastojci u produktima sagorevanja benzinskih motora pri različitim i često nepovoljnim režimima vožnje su (tablica 1): ugljen-monoksid (oko 85% CO), zatim nesagoreli ugljovodonici (CH_x), azotni oksidi (NO_x), formaldehid (HCOH), tetraetil-olovo Pb(C₂H₅) i dr. Prema podacima Odeljenja za komunalnu higijenu Zavoda za zdravstvenu zaštitu SR Srbije, na svakih utrošenih 1000 litara benzina emituju se u atmosferu urbanizovane sredine sledeći zagađivači:

— organske pare	50 do 200 kg
— oksidi azota	6 do 18 kg
— aldehidi	4 do 5 kg
— sumporna jedinjenja	4,5
— ugljenmonoksid	98

Procentualni udeo ovih sastojaka u jedinici zapremine izduvnih gasova zavisi u prvom redu od stvarnog odnosa benzina i vazduha u toku pripreme procesa sagorevanja. Ovo danas predstavlja osnovni problem za konstruktore motora, jer su suočeni sa zahtevima maksimalne ekonomičnosti proizvodnje i eksploatacije motora u odnosu na tehnička dostignuća, kao i sa zahtevima optimalne zaštite okoline od aerozagađenja u odnosu na zdravstveno stanje vozača i ostalih učesnika u saobraćaju. Nasuprot ovome, usled specifičnosti radnog procesa, kod dizel motora prisustvo ugljenmonoksida (CO) u produktima sagorevanja daleko je manje nego kod benzinskih motora (oko 10 puta), ali je zato izraženije prisustvo čvrstih komponenata — čađi. Radi boljeg pregleda grafički su prikazane (slika 1) prosečne vrednosti štetnih sastojaka u izduvnim gasovima benzinskih i dizel motora prema podacima firme MAN. Iz prikaza se vidi da znatno manje štetnih sastojaka pokazuju produkti sagorevanja dizel motora u odnosu na benzinske motore — što se lako da objasniti specifičnošću njihovog radnog procesa.

Izneti uzroci stvaranja aerozagađenja u produktima sagorevanja motora sa unutrašnjim sagorevanjem i nagli priraštaj broja motornih vozila u nas, intenzivno korišćenje motornih vozila na putevima i u urbanim sredinama — stvaraju kompleksan problem vezan za aerozagađenja koji zahteva specifičan način rešavanja. Tako je, na primer, u čitavoj Jugoslaviji broj motornih vozila u 1969. godini bio veći za 18 puta u odnosu na 1955. godinu, a u SR Srbiji on je bio veći za 23 puta. Zbog toga Beograd sa oko 1 milion stanovnika i oko 125.000 automobila (oko 8 stanovnika po 1 automobilu) spada u prosek gradova industrijski razvijenih zemalja srednje Evrope (Austrija, Švajcarska).

Imajući sve ovo u vidu, kao i pretežnu koncentraciju motornih vozila u gradu, smatramo izvanredno značajnim učešće motornih vozila sa svojim izduvnim gasovima u postizanju visokog nivoa zagađenosti vazduha.

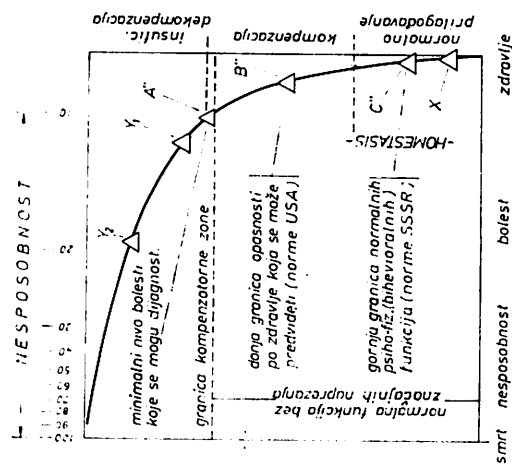
Analizirajući uzroke prekomerne zagađenosti, koju izazivaju motorna vozila, neki autori (2, 4, 9) konstatuju da je ona posledica:

— tehničke neispravnosti motornih vozila usled nedostataka adekvatne tehničke kontrole vozila,

Tablica 1

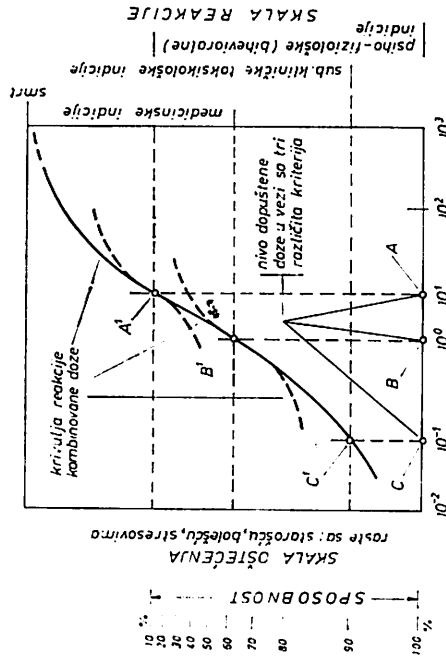
Aerogađena nastala pri različitim režimima rada motornih vozila

Zagađivač	Rad u mestu			Ubrzanje			Vožnja			Usporenje		
	Dizel motori	Benzinski motori	Dizel motori	Benzinski motori	Dizel motori	Benzinski motori	Dizel motori	Benzinski motori	Dizel motori	Benzinski motori	Dizel motori	Benzinski motori
Ugljen-monoksid (CO%)	0—0,1	3—13	0,1—0,3	2—5	0,0—0,1	0,5—5	0,0—0,5	2,5—6				
Ugljo-vodonici (CH _x %)	0,01—0,06	0,1—1	0,018—0,025	0,04—0,02	0,0—0,15	0,02—0,03	0,0—0,06	0,5—2,6				
Azotni-oksidi (NO _x ppm)	50—70	15—45	800—900	600—2.000	150—320	100—1.000	—	12—30				
Formaldenid (HCOH ppm)	5—20	5—70	5—40	10—30	5—20	1—15	7—70	240—320				



SKALA NESPOSOBNOSTI

povećava se sa oštećenjima
odnos: doza - reakcija i
nesposobnosti (grafikon I)



SKALA TOKSIČNIH AGENSA

odnos: doza - reakcija
(logaritamska skala - grafikon II)

Sl. 1 — Srednje vrednosti emisija štetnih sastojaka motora SUS (prema MAN).
emission from internal combustion engines (according to MAN).

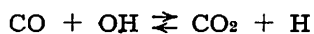
- neodgovarajućeg kvaliteta pogonskih goriva;
- male propusne moći saobraćajnica, raskrsnica, a naročito ulica u gradovima;
- nepoznavanje optimalnih režima vožnje;
- lošeg regulisanja odvijanja saobraćaja i specifičnih meteoroloških i klimatskih pri lik, praćenih otežanim provetranjem saobraćajnica u gradovima.

Izneti uzroci stvaranja zagađenja u produktima sagorevanja motora i njihov toksikološki efekat — stvaraju kompleksan problem vezan za aerogagađenja u saobraćaju — koji zahteva poseban način rešavanja.

Toksične komponente

Sagorevanje u motoru predstavlja vrlo brzu hemijsku reakciju oksidacije ugljovodoničnih goriva različitih hemijskih struktura. Ovaj proces se vrši kroz čitav niz lančanih međureakcija uz stvaranje velikog broja međuprodukata koji se mogu pojaviti u okviru produkata sagorevanja.

— Ugljen monoksid (CO). — nastaje nepotpunim sagorevanjem ugljenika iz težih goriva, kada nema dovoljno kiseonika u prostoru za sagorevanje ili u pojedinim njegovim delovima. Stvaranje i sagorevanje CO vrši se u različitim, međusobnom konkurentnim reakcijama, od kojih je, prema mišljenju izvesnih autora (2, 3), najvažnija:

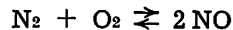


S obzirom na kinetičku hemijsku reakciju, može se reći da je CO stalni pratilac procesa sagorevanja ugljovodoničnih goriva, bez obzira na raspoloživu količinu kiseonika. To je gas bez boje, ukusa i mirisa, koji gori modrim plamenom pri temperaturi od 650°C. Ne nadražuje ni kožu ni sluzokožu. Molekularna težina je 28,01, tačka topljenja — 205°C; tačka ključanja 191,6°C; specifična težina 0,967; i gustina 1,250 g u litru pri 0°C i 760 mm Hg.

U prisustvu vazduha CO sagoreva u CO₂ i daje sledeću reakciju: $\text{CO} + \text{O} = \text{CO}_2 \pm 68,2 \text{ Cal}$. Pošto je sagorljiv gas — ova njegova osobina se iskorišćava u industrijske svrhe.

— Oksidi azota (NO_x). — Visoke temperature u cilindru motora omogućuju diso-

cijaciju dvoatomnih molekula kiseonika i azota i pri dovoljnoj količini O₂ delimičnu oksidaciju N₂ u azotmonoksid (NO). Ova oksidacija se vrši uglavnom prema jednoj od sledećih reakcija:



Ostali oksidi azota (NO₂, N₂O, N₂O₃, N₂O₄ i N₂O₅) nastaju daljom oksidacijom azotmonoksida u izduvnoj cevi i atmosferi. Glavni uticaj na koncentraciju NO imaju maksimalne temperature ciklusa, koeficijent viška vazduha i vreme koje stoji na raspolaganju za odvijanje reakcije.

— Nesagoreli ugljovodonici (aldehidi, ketoni, alkoholi i dr.) — Za razliku od ugljenmonoksida i azotmonoksida koji nastaju u zonama sa visokom temperaturom iz fronta plamena, mesto i vreme nesagorelih ugljovodonika u cilindru nije još tačno definisano.

Temperatura izduvnih gasova i koncentracija O₂ utiču u velikoj meri na finalnu količinu nesagorelih ugljovodonika koja dospeva u atmosferu.

— Čvrste čestice sagorevanja — čađ. — Analiza produkata sagorevanja ukazuje na to, da je stvaranje čađi stalni proces sagorevanja organskih goriva, samo količina i osobina čađi zavisi od procesa sagorevanja. Difuzioni plamen koji karakteriše proces sagorevanja u dizel motoru gotovo je uvek praćen pojavom većih količina čađi. U homogenizovanom, prethodno izmešanom plamenu benzinskih motora, čađ se stvara samo u slučaju kada nema dovoljno O₂ za sagorevanje. Vidljivi crni dim nastaje ako se manje od 1% ugljenika sadržanog u gorivu pojavi u vidu čađi i izduvnim gasovima.

— Miris izduvnih gasova. — Pri oceni štetnosti izduvnih gasova veliku ulogu igraju oni produkti sagorevanja koji nadražuju sluzokožu nosa, očiju i disajnih organa praćeni neprijatnim mirisom i ograničenom vidljivošću. Pretežak broj mirisnih kompo-

nenata u izduvnim gasovima nastaje u toku procesa sagorevanja, dok je jedan deo sadržan već u samom gorivu. Pored NO_2 najveći miris u izduvnim gasovima imaju nesagoreli ugljovodonici (aldehidi, ketoni i dr.) i različita organska jedinjenja sumpora i azota (merkaptani i amini). Ova jedinjenja u izduvnim gasovima koja se odlikuju jakim mirisom, poseduju istovremeno visoku toksičnost, tako da je pojava mirisa jedan od znakova upozorenja na opasnost.

Određivanje emisija izduvnih gasova u SAD vrši se po posebnoj proceduri pomoću Kalifornija ili federalnog testa, a u većem broju evropskih zemalja Evropskim testom. Tako se merenje emisije CO , CO_2 i NO u izduvnim gasovima vrši pomoću infracrvenih analizatora gasova (NDIR), ukupna količina nesagorelih ugljovodonika određuje se plameno-jonizacionim analizatorom (FID), a dimljivost izduvnih gasova dizel motora se određuje pomoću uređaja na bazi refleksije svetlosti (Boch, AVL) ili gravimetrijskom metodom. Ove toksične komponente u kabini vozila ili u njegovoj bližoj odnosno daljoj okolini određuju se iz uzetih uzoraka vazduha hemijskom metodom po Winkleru, Saltzmanu, Jakobsu i dr. (10, 11, 12) ili pomoću bioloških metoda (karboksihemoglobin), redukcionom metodom i drugo.

Imajući u vidu najveću zastupljenost ugljenmonoksida (85%), pa zatim azotnih oksida (NO_x) u izduvnim gasovima motora, kao i njihovu najveću toksičnost u odnosu na zdravstveno stanje i radnu sposobnost vozača, u našem izlaganju zadržaćemo se najviše na ovoj problematici.

Toksični efekti na organizam vozača

Sa gledišta saobraćajne toksikologije inhalacija igra veliku ulogu kao potencijalni i stvarni put ulaza toksičnih supstancija u organizam vozača. Usled dobrog kontakta između vazduha i krvi u plućima, rastvorljive supstancije se veoma brzo resorbuju i unose u veliki krvotok kako bi preko velikih krvnih sudova prošle čitav ciklus i delovale na organizam, pre nego što stignu do jetre gde će se izvršiti dezintoksikacija. Zbog toga je i unošenje toksičnih supstancija putem inhalacije u organizam znatno opasnije u odnosu na resorpciju u digestivnom traktu — pošto ovim putem one imaju veću mogućnost za distribuciju po čitavom organizmu.

Ugljen — monoksid (CO) je poznat kao izraziti krvni otrov koji ima vrlo veliki afinitet za vezivanje sa hemoglobinom i to za 300 puta veći od kiseonika. Reakcija koja se dešava i pri kojoj se stvara karboksihemoglobin (COHb) je potpune reverzibilne prirode i u njoj dominira slika anoksemije. Istovremeno CO blokira i disajni ferment, te deluje toksično na nervni sistem. Ukoliko se povećava koncentracija CO u krvi dolazi do izraženije anoksemije, vazodilatatornog dejstva na krvne sudove i do pojave nekrobiotičnih procesa u okviru nervnih i srčanih ćelija usled produžene anemizacije. Maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) za rad u sredinama gde dolazi do stvaranja ugljenmonoksida prema JUS-u iznose 50 ppm ili 0,1 mg/lit. vazduha.

Da bi se bolje shvatio mehanizam trovanja uveden je tzv. koeficijent trovanja, koji predstavlja odnos karboksihemoglobina (COHb) prema hemoglobinu (Hb) puta 100. Taj je odnos konstantan, ali ukoliko dođe do 66% zasićenja Hb sa CO , tada nastupa smrt.

Koeficijent CO trovanja	Simptomi
0 — 10	— bez simptoma
10 — 20	— dispnoja
20 — 30	— glavobolja
30 — 40	— slabost, vrtoglavica, povraćanje
40 — 50	— sinkopa
50 — 60	— disanje sa grčevima
60 — 70	— koma sa smrtnim završetkom
70 — 80	— brza smrt

Eksperimentalno je dokazano da krv koja ima 100% Hb može da veže maksimalno 25 ml CO . Na osnovu ovoga izrađen je tablični pregled o koncentraciji CO u krvi i o stepenu opasnosti tih koncentracija, i to:

Ispod 1 ml $\text{CO}/100$ ml krvi — nema posledica		
od 2 — 6	„	— glavobolja i vrtoglavica
od 7 — 12	„	— poremećaj vida i sluha
od 12 — 16	„	— početna koma
od 17 — 20	„	— smrt

Količina CO stoji u direktnoj zavisnosti od ekspozicije, odnosno ukoliko postoji udisanje većih koncentracija CO utoliko je i njegova koncentracija u krvi veća, pa, prema tome, i

veća mogućnost trovanja. Na osnovu tih nalaza sačinjen je tablični pregled koji odgovara sledećim odnosima:

Koncentracija CO u vazduhu	Simptomi
0,01% CO	— hronično trovanje za duži period rada
0,06% CO	— trovanje za 1 sat
0,15% CO	— glavobolja, vrtoglavica i povraćanje, a posle 20 min kolaps i nesvestica
0,40% CO	— smrtno trovanje za 1/2 — 1 časa
0,65% CO	— glavobolja i vrtoglavica za 1—2 min. a za 5—10 min. nesvestica i smrt
1,2% CO	— za 1—3 min. nesvestica i smrt.

Akutno trovanje ugljenmonoksidom (CO) se manifestuje u I stadijumu: glavoboljom, crvenilom lica, teškim disanjem, zujanjem u ušima, povraćanjem i malaksalošću — a u II stadijumu: povišenom temperaturom, bledilom lica, cijanozom, edemom pluća, ugašenim refleksima i komom. Prognoza zavisi od starosti, stanja krvi i nervnog sistema kao i od opšte zdravstvenog stanja ljudi. Ukoliko dođe do edema mozga veoma je čest letalni završetak. Posle kome intoksicirani se nalazi u delirantnom stanju još izvestan period vremena, koje je praćeno vegetativnim i vestibularnim smetnjama, perifernim paralizama i parkinsonizmom. Osim ovih komplikacija mogu nastati i komplikacije psihičke prirode koje se javljaju u vidu demencija, fobija i Korsakovljeve psihoze.

Slučajevi akutnih trovanja sa CO kod vozača motornih vozila su prilično retki, mada su zabeleženi kod osoba koje su se u zatvorenim garažama ili drugim prostorijama zagrevale radom benzinskog motora. Međutim, subakutna trovanja sa CO u ovakvim slučajevima su mnogo češća kod vozača i manifestuju se glavoboljom, promenom srčanog ritma i malaksalošću uz izostanak komatoznog stadijuma.

Hronična trovanja sa CO su najčešća pojava kod vozača motornih vozila sa unutrašnjim sagorevanjem i ona se manifestuju glavoboljom, vrtoglavicom i malaksalošću, mada im se od strane vozača ne pridaje veći značaj. Ona su posledica aerogagađenja u kabini vozila u prvom redu od strane prisutnih lica u

vozilu, zatim eventualno usled neispravnih uređaja za odvođenje ispušnih gasova iz motora, a u gradskom saobraćaju i aerogagađenja iz gradske sredine. Čovek kao izvor aerogagađenja izdiše CO₂, a ako ima još i navike pušenja, proizvodi duvanski dim u kojem se nalazi u većem procentu CO. Prema nekim autorima (6, 8, 13) duvanski dim cigarete sadrži 2,6 — 3,2% CO, cigare do 6,2% CO, a lule čak do 7% CO. Problem aerogagađenja kabine vozila rešava se dobrom i stalnom ventilacijom bilo otvaranjem prozora, bilo posebnim uređajima. Međutim, kada postoji nepovoljna klimatska situacija (hladnoća, kiša, sneg) vozač isključuje sve mogućnosti ventilacije u kabini vozila da bi se zaštitio od nepovoljnih klimatskih faktora — istovremeno, izlažući se permanentnom dejstvu aerogagađenja u kabini vozila gde dominiraju koncentracije CO i CO₂. Iako ove koncentracije za duži period vremena ne prelaze vrednosti od 0,01 — 0,03% CO u vazduhu kabine vozila, ipak deluju toksično na organizam vozača ograničavajući njegovu radnu sposobnost.

Azotni oksidi (NO, NO₂, N₂O, N₂O₃, N₂O₄ i N₂O₅) prodiru u organizam respiratornim putevima, delujući na krv i pluća. Oni svoje efekte ispoljavaju vezujući se za hemoglobin (Hb), prevodeći ga u Methemoglobin (Met Hb) i time ograničavajući mogućnost transporta odgovarajuće količine O₂ do ćelije. Mogu da dovedu i do akutnog edema pluća zbog dejstva HNO₂ i HNO₃ koje obično nastaju u plućima iz N₂O₄ i krvi. Međutim, sistemno toksično dejstvo najjače je izraženo dejstvom azotnih oksida na centralni nervni sistem.

Maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) azotnih oksida — NO_x u radnoj sredini prema JUS-u iznose 5 ppm ili do 30 mg/m³ vazduha. Toksično dejstvo azotnih oksida ne zavisi samo od koncentracije u radnoj sredini, već i od procentualnog međusobnog odnosa ovih 30 mg gasova u gasovitoj smeši. Zavisno od vrste tehnološkog postupka, režima rada motora sa unutrašnjim sagorevanjem i sl. treba očekivati i različite međusobne procentualne odnose ovih gasova. Tako je Waden sa saradnicima (9, 13) našao pri pojavi izduvnih gasova dizel motora 35% NO₂ i 65% NO.

Prema *Johnstonu* (10, 13) dejstvo raznih koncentracija azotnih oksida (NO_x) u vazduhu je sledeće:

— Od 10 — 45 ppm	— dozvoljene koncentracije za dužu ekspoziciju
— Od 62 ppm	— maksimalne koncentracije koje nadražuju i guše
— Od 100 ppm	— maksimalne koncentracije koje dovode do kašlja
— Od 100 ppm	— koncentracija opasna za kratko vreme/30 min
— Od 200 — 700 ppm	— koncentracija koja brzo dovodi do smrti

U akutnoj formi posle pojave znakova nadražaja, dolazi do pojave teškog akutnog edema pluća, naročito ako se na prve znake nadoveže rad vezan sa zamorom. Trovanje se dešava posle perioda latencije do 72 časa i manifestuje se kašljem sa probodima u prsima, kardijalnim kolapsom sa strahom, hladnim znojenjem, mukom, povraćanjem i izbacivanjem žućkasto penušavog ispljuvka. Ova forma intoksikacije organizma kod vozača motornih vozila nije zabeležena. Međutim, subakutna i hronična forma koje se manifestuju opštim simptomima u obliku mršavijenja, malaksalosti, kašlja sa žućkastim ispljuvkom, hemoptizijom i žućkasto zelenom prebojenosti zuba, sreću se znatno češće, mada su obično maskirani i komplikacijama u vidu bronhita, bronhijalne astme ili reaktivnog TBC procesa, pa se leče kao takva oboljenja.

Pošto intoksikacije sa ugljenmonoksidom (CO) i azotnim oksidima (NO_x) prvenstveno deluju na nervne ćelije koje su najosetljivije na nedostatak kiseonika, tada je razumljivo da se prve tegobe u psiho-somatskoj sferi vozača reperkutuju na njihove psiho-fizičke sposobnosti za vožnju. Za ovu vrstu sposobnosti potrebno je obezbediti odgovarajuće opažaje, prenošenje impulsa do najviših moždanih centara (moždana kora i subkortikalne ganglije) uz oformljenje adekvatnog odgovora sa odašiljanjem impulsa ka periferiji. Što se tiče radnji vezanih za korišćenje motornog vozila u saobraćaju, može se reći da su najviše ograničene ili smanjene faze opažanja i oformljenja odluka u moždanim centrima. To se dalje manifestuje neadekvatnim reagovanjem u kritičnim situacijama na drumu, produženim vremenom reagovanja (kočnica —

gas), usporenim refleksima i sl. Jednom rečju, činjenica je da ovi aerozagađivači poreklom iz motornog vozila imaju veoma štetno dejstvo na psiho-fiziološki status i radnu sposobnost vozača.

Zdravstveno stanje i radna sposobnost vozača

Aerozagađenja izazivaju razne promene u organizmu vozača, i sa gledišta zdravstvenog stanja i radne sposobnosti najvažnije je delovanje na centralni nervni i kardio — respiratorni sistem, pa zatim na poremećaj metabolizma materija.

Pojam radne sposobnosti, kako god bio koncipiran, zasniva se na integritetu bioloških funkcija koje su nužna pretpostavka za obavljanje telesnih aktivnosti — fizičke, senzorne i mentalne. U vezi sa ovim i ocena radne sposobnosti ima više aspekata. Tako fizička ocena radne sposobnosti definiše rad kao savlađivanje otpora na putu, pa se otuda sa gledišta fiziologije rada identifikuje sa kapacitetom fizičke moći — te se zato kvantitativno određuju funkcije struktura koje obezbeđuju fizički kapacitet. Suština procene radnih mogućnosti svodi se na merenje energije koju proizvodi ljudski organizam, zatim načina na koji se ta energija stvara — anaerobno ili aerobno, i na kraju kako se ona koristi. Nasuprot ovome, u medicini rada posmatranje radne sposobnosti vrši se sa gledišta da niko, ni jedan organizam nije sposoban za sve i da je izuzetno koji organizam potpuno osposobljen za određenu profesionalnu aktivnost. Biološki sadržaj profesionalne aktivnosti je manifestacija polifunkcionalne sinergije koju ostvaruju morfološke strukture organizovane u organe i sisteme, strukture koje su odgovorne za određene funkcije. Svako radno mesto uključuje jednu ili više određenih operacija, čije izvođenje pretpostavlja minimum morfoloških funkcija. Postoji jedan anatomski preduslov i jedan nivo funkcionalne moći, vrlo raznovrstan i za svaku vrstu profesionalnog rada karakterističan — u odnosu na sposobnost organizma za jedan određen posao. Otuda se ocena radne sposobnosti svodi na odmeravanje onoga što određeno radno mesto, sa operacijama koje se na njemu izvode, može da traži i onoga što organizam čoveka može da ponudi. S obzirom da organizam čoveka može da ponudi više raznovrsnih funkcija, procena radne sposobnosti

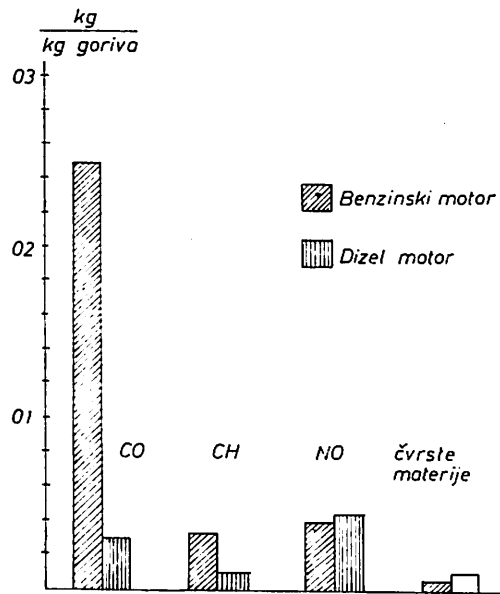
obuhvata sagledavanje svih raspoloživih funkcija i odabiranje onih koje obezbeđuju optimum radne usklađenosti.

Merila za procenu uticaja aerzagadenja na radnu sposobnost vozača motornih vozila nisu jednostavna — kao što nisu jednostavni ni zahtevi za aktivnošću koje radno mesto vozača postavlja. Teškoća nije samo u tome što još nisu u dovoljnoj meri poznati odnosi između koncentracije štetnih materija u vazduhu radne sredine i dužine ekspozicije s jedne strane i radne sposobnosti s druge strane, već i zato što na radnu sposobnost vozača motornih vozila utiče čitav niz faktora počev od zdravstvenog stanja, pola, uzrasta, psihofizičke kondicije i sl. pa sve do motivacije za rad.

Sa gledišta aerzagadenja, radna sposobnost vozača je obrnuto proporcionalna koncentraciji štetnih materija u organizmu i njihovoj toksičnosti. Drugim rečima, radna sposobnost je utoliko manja ukoliko su veća oštećenja organizma kod vozača — koja zavise od koncentracije štetnih materija u vazduhu radne sredine. Tako prema nalazima nekih autora (7,7) opadanje radne sposobnosti je u zavisnosti od koncentracije aerzagadenja i odgovara logaritamskoj krivi koja ima oblik parabole. Nasuprot tome, nesposobnost za rad raste logaritamski u zavisnosti od koncentracije aerzagadenja, i utoliko je veća ukoliko je veća koncentracija štetnih materija (slika 2).

Iz modificiranog prikaza na slici 2 iz skale nesposobnosti — grafikon I, vidi se, da radna sposobnost sve brže opada ukoliko se približava gornjoj granici kompenzatorne zone. A nesposobnost za rad počinje da raste od gornje granice kompenzatorne zone »A« koja je istovremeno i najmanji nivo pato-fizioloških oštećenja organizma i koja se može dijagnosticirati savremenim kliničkim metodama. Ona pokazuje sve izrazitiji porast vrednosti na gornjem kraju parabole i to kako u fazi insuficijencije od tačke Y1 do Y2 tako naročito u fazi dekompenzacije organizma koja nastaje od tačke Y2 pa nadalje gde su izražena teška organska i funkcionalna oštećenja.

Iz skale toksičnih agenasa na grafikonu II vidi se kombinovani prikaz odnosa veličina reakcija pomoću kumulativne logaritamske krivulje i njihovi odnosi u zavisnosti od ni-



Sl. 2 — Modificirani prikaz R. Feliksa skale nesposobnosti toksičnih agenasa po T.F. Hatch-u.

Fig. 2 — Modified presentation of the scale of toxic agents uncapability according to T.F. Hatch by R. Felix.

voa dopuštenih koncentracija — u vezi sa datim kriterijumima.

Napominjemo, da je grafikon I tj. skala nesposobnosti, samo »teorijski model« koji se u praksi može primeniti pod uslovom da se radi o ljudima do 45 godina starosti, da rad ne prelazi granicu lakog rada, da toksične supstancije odgovaraju prosečnim vrednostima i da toksične materije ne prelaze maksimalno dopuštene koncentracije aerzagadenja u vazduhu. Naravno, to ne znači da nije moguće procenjivati i druge situacije koje se mogu sresti u praksi — ali je zato potrebno za svaku realnu situaciju izraditi poseban grafički prikaz sa skalom na bazi datog modela.

Iz izlaganja o uticaju aerzagadenja na radnu sposobnost vozača motornih vozila se može zaključiti, da je ona u uskoj zavisnosti od koncentracije štetnih materija u vazduhu i stanja nervnog i kardiovaskularnog sistema, pa zatim uzrasta, pola i psihofizičke kondicije osobe. Klinički sindromi oštećenja nervnog i kardio-vaskularnog sistema toksične etiologije zavise uglavnom od načina dejstva štetnosti i stanja organizma vozača u celini pre dejstva aerzagadenja. Oni zavise i od prirode pojedinih štetnih materija u vazduhu,

kojih ima vrlo mnogo, a koje u pojedinim stadijumima — a naročito u inicijalnom stadijumu hronične intoksikacije, jako naliče jedan na drugi. Tako npr. neurostenični sindrom može biti veoma sličan kod intoksikacije sa ugljenmonoksidom, organskim rastvaračima, olovom i sl.

Klinički sindromi (toksičke astenije, ensefolpatije, polineuropatije, encefalomijelopatije i sl.) su posledica komplikovanih i raznolikih dejstava izduvnih gasova motora sa unutrašnjim sagorevanjem na ćelije centralnog nervnog sistema — bilo da na ove deluju direktno putem krvotoka, bilo posredno oštećujući prethodno enzimatske procese, krvne sudove i druga tkiva od čijih funkcija zavisi i funkcija centralnog nervnog sistema.

Najčešće se radi o finim oštećenjima nervnog tkiva pod dejstvom toksima iz krvi na nervne ćelije ili pak o posrednom dejstvu ovih otrova koji oštećuju enzime (CO, HCN i dr.) ili pak krvne sudove, čime se otežava i onemogućava irigacija i oksigenacija celog centralnog nervnog sistema ili pojedinih nervnih ćelija. Pojedini nervni otrovi dovode i do organskih oštećenja tipa otoka i krvavljenja (akutna trovanja CO) sa degenerativnim promenama.

Kod nekih intoksikacija dominiraju smetnje motorike dok su psihičke funkcije znatno ledirane. Kod drugih psihičke funkcije istupaju u prvi plan, čak i kada se ne mogu otkriti organska oštećenja, bilo da su one posledica stvarnog oštećenja nervnog sistema ili su komplikovane psihogenim faktorima i pojavom neurotizacije dotične ličnosti, što je naročito slučaj onda kada, po mišljenju oštećenog, lezije nervnog sistema ograničavaju njegovu radnu sposobnost.

Ocena radne sposobnosti vozača motornih vozila, pre svega, zavisi od stanja nervnog i kardiovaskularnog sistema i drugih tkiva i organa (jetra, bubrezi i dr.) oštećene osobe i uslova rada pod kojima ona eventualno nastavlja da radi, te od efikasnosti i adekvatnosti zaštite i terapije. Tako, npr., oštećenja kod starijih osoba, po pravilu, imaju goru prognozu kao i traume fizičkog porekla, koje u sadejstvu sa aerozagađenjima mogu dovesti do izražene neurotizacije ličnosti. Radovi skopčani sa psiho-fizičkim naprežanjima i odgovornošću, a što je inače slučaj kod upravljanja motornim vozilima svake vrste — nisu pogodni za ovakva lica. Uslovi rada vozača

(nepovoljan režim vožnje i odmora, način ishrane, intenzitet vožnje, buka i vibracije, i dr.) uveliko ograničavaju njihovu radnu sposobnost — pogotovu kada se radi o oštećenom ili obolelom organizmu.

Organska oštećenja nervnog sistema, po pravilu, daju slabije izgleda za uspostavljanje pune radne sposobnosti. Difuzno oštećenje mozga praćeno je najčešće opštom slabošću, brzim zamaranjem, odsustvom volje za rad i smanjenom opštom aktivnošću. Ovakve osobe nisu u stanju da obavljaju poslove koji zahtevaju veće i duže psihičko naprežanje karakteristično imače za vozače motornih vozila. Oni teško savlađuju i fizičke poslove kada su naporni i odvijaju se pod nepovoljnim higijenskim uslovima, u prinudnom položaju tela, noću i sl., a što u potpunosti odgovara načinu rada vozača za vreme upravljanja motornim vozilima. Drugim rečima, ako dođe do intoksikacije organizma kod vozača motornih vozila od strane izduvnih gasova kao što su CO, CO₂, NO_x, CH_x i dr. — ograničenje, pa i gubitak profesionalne radne sposobnosti, je izrazitije u odnosu na druga zanimanja, pošto nije moguće brzo uspostaviti vozačku sposobnost — sve dok ne dođe do potpunog izlečenja organizma.

Sva dosadašnja razmatranja sa aspekata saobraćajne toksikologije i medicine rada o radnoj sposobnosti vozača motornih vozila u odnosu na aerozagađenja, imala su za cilj da vozače, bilo zdrave bilo one sa prolaznim morfološkim i funkcionalnim poremećajima organizma, procene prema preostalim mogućnostima za produktivan rad i to u uslovima koji obezbeđuju njihovu maksimalnu efikasnost. Kada je u pitanju vozač sa određenim trajnim poremećajem struktura i funkcija organizma — medicinska ekspertiza radne sposobnosti zasniva se na temeljima širokog područja ergonomije, uključujući čitav tim stručnjaka raznih profila, proveravajući i utvrđujući konsolidaciju izlečenja i orijentišući reintegraciju procenjivane osobe u odgovarajuću radnu sredinu.

Zaključak

Prikazan je značaj izvora aerozagađenja kod motornih vozila sa unutrašnjim sagorevanjem, nastanak toksičnih komponenti izduvnih gasova i njihov uticaj na zdravstveno

stanje i radnu sposobnost vozača. Na osnovu datog prikaza mogu se izvući sledeći zaključci:

- da su izvori zagađenosti od strane motornih vozila u našim uslovima najčešće posledica tehničke neispravnosti, male propusne moći saobraćajnica, nepoznavanja optimalnih režima vožnje, specifičnih atmosferskih prilika i sl., koji stvaraju kompleksan problem vezan za bezbednost u saobraćaju i zahtevaju poseban način rešavanja;
- da toksične komponente izduvnih gasova (posebno CO i NO_x) deluju prvenstveno kao nervni i krvni otrovi na organizam vozača i drugih učesnika u saobraćaju i mogu dovesti do oštećenja zdravlja pa i do smrti;

- da je radna sposobnost vozača motornih vozila u odnosu na izvore zagađenosti u uskoj povezanosti od koncentracije štetnih materija u vazduhu i stanja nervnog i kardiovaskularnog sistema, uzrasta, pola i psiho-fizičke kondicije osobe;
- da je poremećaj zdravstvenog stanja, radne sposobnosti i pojave ranog invaliditeta kod vozača motornih vozila usled dejstva aerozagađenja posledica nepovoljnog delovanja kako konstrukcionih faktora tako isto i faktora radne sredine — pa je neophodno potrebno obezbediti ergonomska istraživanja koja će kompleksno rešiti ovu problematiku.

SUMMARY

The Effect of Air Pollution on the State of Health and Working Ability of Motor Vehicle Drivers

Dr. Ž. Stojiljković*)

The importance of research in the area of »Air pollution by motor vehicles« is manifold both for science and practice and it increasingly contributes to the general development of protection from air pollution in industry, transport and other environments. Presented are the sources of pollution in motor vehicles with internal combustion, as well as their effect on the state of health and working ability of motor vehicle drivers.

Literatura

1. Astrup, P. and al. 1968: Introduction and General Description of the Study and of the Procedures for Prolonged Exposure to Carbon Monoxide and Hypoxia, Scand Journ & Lab Invest, Vol 22, Supplem. 103, Oslo — Norway.
2. Dobrosavljević, S. 1971: O problemu toksičnosti i buke transportnih vozila, Mašinstvo, God XX, Beograd.
3. Gruden, D. 1973: Emisija izduvnih gasova oto i dizel motora, Saopštenja, »Nauka i motorna vozila«, Beograd.
4. Korica, B. i saradn. 1972: Osvrt na probleme zagađivanja vazduha od motornih vozila. Materijal sa savetovanja o stanju aerozagađenja u Beogradu.

*) Dr Živko Stojiljković, Naučni savetnik IKEP-a IKS-a, Beograd.

5. Murrell, K.F., 1972: Ergnomics, Cbopman and Holl, London.
6. Scherrer, J. 1967: Physiologie du Travail par Ergonomie, Masson & Cie Paris (VI).
7. Feliks, R., 1973: Uticaj aerzagadenja na procenu energetskog bilansa u organizmu i radnu sposobnost, XIV seminar medicine rada, Opatija.
8. Kovačević, M. i saradn. 1971: Aerzagadenja u kabinama malih vozila, Psihome-dicina saobraćaja, Voz. III, br. 2.
9. Radmilović, V. i saradn. 1973: Zagadi-vači vazduha od motornih vozila i njihov uticaj na eksponirane osobe, Naučni skup: čovek i životna sredina CAH, Beograd.
10. Jacobs, M.B., 1960: The Anal Cham. of Ind. Poisons Hazards and Solvents, New York.
11. Saltzman, B.E., 1968: Methods of Measuring and monitoring atmospheric nitrogen oxide and their products, Geneve, WHO.
12. Elkins, H., 1960: The Chemistry of Ind Toxicology, John Wiley, New York.
13. Savićević, M. i saradn. 1965: Medicina rada (priručnik), »Savremena administraci-ja«, Beograd.
14. Venda, V.F., 1971: Ergonomika (prevod sa poljskog). Izdatel'stvo »Mir«, Moskva.
15. Wissner, A., 1968: La Physiologie du Travail par Ergonomie, Conservatoire National des Arts et Metiers, Paris Ve.

Savremeni aspekti utvrđivanja koncentracija lebdeće prašine

(sa 9 slika)

Dipl. ing. Dragoslav Golubović

U članku se tretira problematika uzorkovanja lebdeće prašine posmatrano u odnosu na alveolarnu depoziciju samo određenih frakcija prašine. Daje se pregled referensne merne tehnike u pojedinim zemljama Evrope.

Raznolikost procesa stvaranja prašine u podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina i u industrijskim pogonima prerade omogućuje stvaranje oblaka prašine, čije su čestice krupnoće daleko ispod 1 mikrona pa sve do preko 50 mikrona. Stene, čijom se dezintegracijom u procesu rada stvara prašina, mogu biti različitog sastava, što dovodi do velikih kolebanja u raspodeli zrnaca prašine koju radnik unosi u pluća.

Ekperimentalno je utvrđeno i naučno dokazano da gornji disajni organ — usta, nos i grkljan, kao i razgranati sistem prolaza vazduha u plućima, svojim sužavanjem (bronhijalno drvo), deluju kao izdvajači za grubu prašinu. U najdublje delove disajnih puteva (plućni mehurići — alveole), u kojima se završava cevni sistem pluća, može stići samo jedan određeni deo fine prašine, koja se na tom mestu i taloži. Dokazano je, da se samo čestice prašine, aerodinamične veličine čestica manje od 25 mikrona, mogu kroz disajne puteve uneti u pluća (1').

Udeo grubih čestica prašine u udahnutom vazduhu naglo se smanjuje, jer se (čestice do 10 mikrona) izdvajaju u području bronhija i odakle usled dejstva treperenja sluzokože budu potisnute prema grkljanu.

Čestice prašine aerodinamičnih veličina zrna ispod 10 mikrona mogu prodrati sve do područja alveola i u njima se taložiti. Verovatnoća deponiranja čestica prašine u alve-

olama zavisi od veličine zrnaca i naglo se povećava u području sitnijih čestica da bi kod veličine čestica prašine od 1 do 2 mikrona taloženje bilo maksimalno. Intenzitet taloženja nakon postignutog maksimuma počinje da opada na račun čestica koje su manje od 1 mikrona.

Zidovi plućnih alveola prekriveni su finim pokretnim ćelijama koje brzo preuzimaju prispelu prašinu. Ove ćelije su pokretne i predstavljaju poslednju odbrambenu barijeru penetraciji prašine u plućno tkivo. Zbog svoje pokretljivosti, ove ćelije mogu dospeti u područje trepereće sluzokože, pa se tako prašina može dalje otpremiti bronhijalnim putevima u gornje disajne organe i preko njih izbaciti napolje. Čišćenje alveola vrlo je sporo i, pri stalnoj ekspoziciji uticaja lebdeće prašine, ona prodire dalje penetrirajući plućno tkivo ili se još dalje prenosi duž limfnih puteva, da bi se najzad deponovala u limfnim čvorićima izazivajući oboljenje pneumokoniozu, a naročito silikozu kao posledicu fibrotične reakcije tkiva.

Izučeno i naučno dokazano ponašanje prašine, koju čovek disanjem unosi u organizam, nametnulo je i zahteve koji se odnose na utvrđivanje koncentracije lebdeće prašine kao meritornog pokazatelja potencijalne opasnosti po zdravlje radnika.

Ovako posmatran problem uzorkovanja prašine delimično ili potpuno je odbacio klasične metode i instrumente za merenje koncentracija lebdeće prašine, a takođe poljuljao

(1'). Brojevi u zagradi odnose se na podatke izvorne literature koja se daje na kraju ovoga članka.

i postojeće opštevažne kriterijume o maksimalno dozvoljenim koncentracijama. Uzorkovanje prašine obično se obavljalo radi ostvarenja dva određena cilja, radi merenja koncentracija prašine i analize prašine u cilju određivanja specifične štetnosti (najčešće kvarca).

Utvrđene koncentracije, bilo kojim instrumentima, izražene konimetrijski ili gravimetrijski, često se kombinuju u formule većeg ili manjeg stepena pouzdanosti, da bi se izračunale maksimalne vrednosti, a ne vodi se računa o kvalitetu merne tehnike na osnovu koje je napravljen standard i razlikama koje postoje u tehnici konkretnih merenja.

Veoma složeni dinamični režimi koji vladaju u sistemu vazduh-prašina kao i utvrđeno i naučno dokazano ponašanje prašine koja se unosi u organizam radnika, nametnuli su savremene zahteve i nove metodološke pristupe uzorkovanju lebdeće prašine.

Proces istraživanja savremenih metodologija merenja koncentracija lebdeće prašine i konstrukcija odgovarajuće merne tehnike naročito je intenzivan poslednje 3 — 4 godine. Od naučno — istraživačkih institucija u ovom pravcu naročito se ističu:

- Rudarski istraživački centar u Esenu, SR Nemačka, naročito Komitet za suzbijanje prašine i silikoze.
- Istraživački institut Bochum, SR Nemačka.
- Zavod za istraživanje u rudarstvu Sefild, Engleska.
- Istraživački centar Cerchar, Pariz.
- Institut za higijenu rudnika u Belgiji.

Savremena istraživanja navedenih institucija usmerena su u pravcu pronalazanja jedinstvenih metoda određivanja svih pokazatelja zaprašnosti neophodnih za ocenu ugroženosti radnika od patogenog dejstva prašine kao i konstrukcije adekvatne instrumentalne tehnike, koja treba da obezbedi egzaktnost date ocene.

Proces navedenih istraživanja definisao je sledeće zahteve:

- a) utvrđivanje eksperimentalne krive plućnog zadržavanja čestica prašine
- b) konstruisanje instrumentalne tehnike koja će uzorkovati lebdeću prašinu sa približnom selektivnošću koja odgovara plućnom zadržavanju
- c) utvrđivanje specifične štetne materije u lebdećoj prašini (najčešće kvarc) iz uzoraka koji su uzeti instrumentalnom tehnikom kojom je utvrđena i koncentracija prašine.

ližnom selektivnošću koja odgovara plućnom zadržavanju

a) Kriva taloženja prašine u alveolama (retenciona kriva)

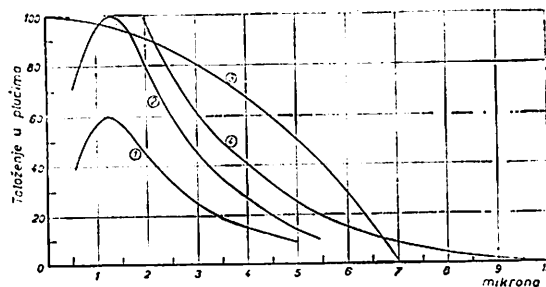
Opšte prihvaćena osnovna kriva, koja pokazuje funkcionalnu zavisnost između aerodinamičkog prečnika prašine i intenziteta njenog taloženja u plućnim mehunićima, je kriva po Hatch-u i njegovim saradnicima (na sl. 1 kriva 1).

Prema ovoj krivi, čestice veće od 5 i manje od 0,5 mikrona ne talože se u alveolama. Talozenje čestica u alveolama povećava se na račun manjih čestica tako da su najzastupljenije čestice koje se nalaze između 1 i 2 mikrona (60%). Čestice manje od 1 mikrona sve su manje zastupljene što su bliže veličini 0,5 mikrona, dok čestice manje od 0,5 mikrona nisu utvrđene.

U toku daljeg istraživanja mnogi autori, pozivajući se na osnovnu krivu, daju modifikacije ove krive zadržavajući relativan odnos različitih dijapazona prečnika veličine čestice.

Nastale su tri adaptacije referensne krive i to:

— Hatch-ova kriva, samo što je umesto 60% taloženja čestica od 1 — 2 mikrona uzeto 100% (sl. 1 kriva 2).



Sl. 1 — Referensne krive taloženja prašine.
1 — alveolnade pozicija po Hatchu i saradnicima;
2 — popravljena Hatchova kriva uzeta 100%;
3 — MRE kriva (konferencija u Johannesburgu 1959. g.);
4 — AEG kriva (koncentracija Los Alamosu 1962. g.)

Abb. 1 — Bezugskurven der Staubablagerung

— Kriva koja se odnosi na odvajanje velikih čestica u uslovima laminarnog protoka koji je predložio Davies i preporučio Međunarodnoj konferenciji o prašini u Johannesburgu (u literaturi poznata kao »Johannesburska kriva« ili kriva MRE) (slika 1, kriva 3).

— AEC kriva predložena na Međunarodnoj konferenciji u Los Almosu (sl. 1. kriva 4).

Kako se iz slike 1 vidi, krive 1 i 2 su iste, samo što je kriva 2 translatorno pomerenjena u odnosu na osnovnu krivu.

Opšte prihvaćene krive MRE i AEC, međusobno se razlikuju. Johannesburgska kriva uvažava taloženje već kod 7 mikrona i ignoriše čestice manje od 0,5 mikrona koje se disanjem izbacuju iz organizma, dok kriva AEC uvažava taloženje već kod 10 mikrona, ali zato ignoriše čestice manje od 2 mikrona.

b) Novi uspesi na usavršavanju instrumenata za uzorkovanje udisne prašine

Uvažavajući saznanja medicinskih nauka o ponašanju prašine koja se udiše, istraživački instituti pojedinih zemalja usmerili su u prvo vreme samostalno, a kasnije udruženo, svoja istraživanja na pronalaženju merne tehnike uzorkovanja koja bi zadovoljila savremene zahteve određivanja koncentracije prašine u radnim okolinama. Kao posledica intenzivnog istraživanja, naročito poslednjih nekoliko godina, danas se za utvrđivanje koncentracija lebdeće prašine upotrebljavaju instrumenti različitih konstrukcija i principa rada u zavisnosti od zemlje u kojoj su konstrukcije prihvaćene. I pored razlika u konstrukcijama i principa rada, svi savremeni instrumenti za merenje prašine imaju sledeća zajednička obeležja:

— Svi su selektivni uzorkovači sa tendencijom da selektivnost odgovara Hatcheovoj krivoj.

— Svi su gravimetrijski uzorkovači i izražavaju koncentracije prašine u mg/m^3 . Uzorkovanje koncentracija u česticama po santimetru kubnom potpuno je odbačeno jer se aerodinamički prečnik čestica prašine u tom slučaju ne uzima u obzir mada

ima odlučujući značaj. Eksperimentalna ispitivanja na životinjama i umrlim pneumokoniocitarima opravdavaju podatak o koncentraciji masa prašine, dok se primena broja čestica po zapreminskoj jedinici pokazala kao neupotrebljiva (8).

— Svi su namenjeni za rutinsku kontrolu zadržanosti radne okoline sa ciljem da svojim rezultatima omoguće industrijsku, medicinsku i tehničku procenu zadržanosti radnih mesta.

U odnosu na princip uzorkovanja i način selekcije savremeni instrumenti se mogu podeliti u tri grupe:

1. Grupa instrumenata kod kojih se selektivnost postiže preko cilindričnih kanalića postavljenih između radnih ploča. Tu spadaju:

— Tip 113 A MRE-gravimetrijski selektivni uzorkovač prašine Državnog ministarstva rudarstva, koji je referentski instrument u Velikoj Britaniji (2), a takođe i u SAD (2).

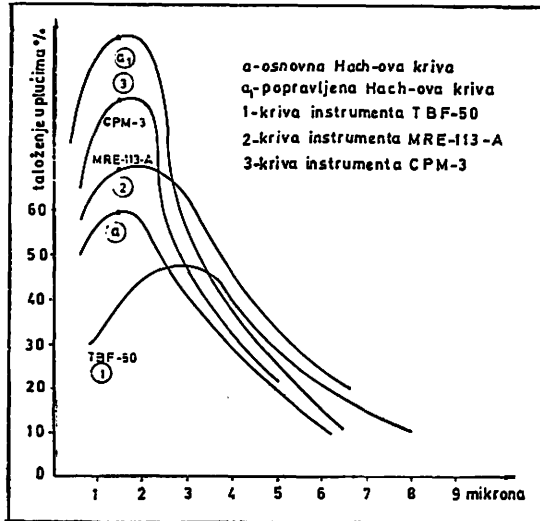
— Tip SFI, sistem instrumenata za merenje i uzorkovanje (Dräger tip MDH) koji je odobren za upotrebu u industriji dobijanja uglja (3).

Svi ovi instrumenti su konstruisani da izdvoje finu prašinu koja odgovara krivi 2 na slici 2, a u skladu sa predlogom Britanskog medicinskog veća za istraživanje, kojeg su, na primer, preuzele i konferencije o pneumokoniozama u Johannesburgu 1961. g. i MAK lista vrednosti 1971. godine.

2. Druga grupa instrumenata ima ciklon kao preliminarnu odvajajuću prašinu. Tu spadaju:

— Lični uzorkovač prašine koji se koristi u eksploataciji uglja u USA kao rutinski merni instrument (izdvaja prašinu u skladu sa krivom 3 na slici 2).

— Lični uzorkovač proizvodnje Simpeda 70 MK-2 koji se upotrebljava kao rutinski instrument u Velikoj Britaniji i Zapadnoj Nemačkoj.



Sl. 2 — Referensne krive taloženja prašine.

Abb. 2 — Bezugskurven der Staubablagerung.

- Selektivni uzorkovač prašine CPM-3 proizvodnje Cerchar-Paris (izdvaja prašinu u skladu sa krivom 3).
 - Selektivni uzorkovač prašine TBF-50 referentski instrument u Zapadnoj Nemačkoj (izdvaja prašinu u skladu sa krivom 1 na slici 2).
3. Grupa uzorkovača prašine na principu raspršene svetlosti.

Ova grupa uzorkovača prašine, naročito poslednjih godina, naglo se razvija i usavršava, uporedo sa usavršavanjem selektivnih uzorkovača. Selektivna gravimetrijska merenja zaprašenosti u radnim okolinama pokazala su se neophodnim za pravilnu ocenu štetnosti radnog mesta. Svi ti instrumenti daju prosečne vrednosti u toku perioda merenja, a rezultati tih merenja dobijaju se tek posle nekoliko dana. Međutim, poželjno je obezbediti dodatno kontinuelno ili trenutno određivanje koncentracije prašine na veoma zaprašenim tačkama i to portabl instrumentima sa direktnim očitavanjem, kako bi se utvrdili izvori prašine, odnosno mesta gde se moraju brzo primeniti mere za suzbijanje prašine.

Teoretska i eksperimentalna istraživanja osobina čestica prašine da raspršuju svetla

u zavisnosti od vrste i veličine čestica, dovela su poslednjih godina do pouzdanih rezultata. Pokazala su da optičke konstante prašine koje se javljaju u rudnicima uglja ne igraju odlučujuću ulogu kao što se ranije pretpostavljalo. S druge strane, veličine čestica prašine i ugao pod kojim se meri rasuta svetlost u odnosu na pravac pojave primarne svetlosti imaju znatnog uticaja na obim rasute svetlosti koja se opaža. Ista količina prašine daje na taj način signal rasute svetlosti koji je tim veći što su čestice manje i što je manji ugao pod kojim se meri rasuta svetlost. Tako, na primer, kod »tindaloscopa« koji se ranijih godina upotrebljavao, korišćen je ugao rasipanja od 30° što nije bilo u redu jer se pod tim uglom hvata više čestica veličine manje od 1,5 mikrona nego što je to izraženo krivom taloženja na kojoj moraju merenja da baziraju.

Kombinacije krive taloženja čestica prašine u alveolama sa krivom za količinu rasute svetlosti odredile su optimalni ugao rasipanja svetlosti od 70° uz uslov primene umesto bele svetlosti, monohromatske svetlosti u blizini infracrvene sa talasnom dužinom od 0,94 mikrona. U navedenim uslovima signal rasute svetlosti je proporcionalan količini nataložene prašine u alveolama pluća, što je veoma unapredilo ovu grupu uzorkovača i dalo joj odgovarajuće mesto u instrumentalnoj tehnici merenja koncentracije lebdeće prašine.

U ovoj grupi uzorkovača ističu se sledeći instrumenti:

- Fotomer za prašinu. Leitz GmbH-Wetdar, koristi se u Zapadnoj Nemačkoj.
- Fotomer za prašinu »Simslin«, izrađen u SMRE-u, upotrebljava se u Velikoj Britaniji.
- Elektro-optički digitalni fotomer za prašinu AP-3, nastao usavršavanjem instrumenta AP-2 koji se dugo godina koristio u USA.

U daljem tekstu daju se kratki opisi opšte prihvaćenih instrumenata za merenje prašine u Zapadnoj Nemačkoj, Velikoj Britaniji i Francuskoj, kao i zemljama koje su u ovoj tehnici najdalje otišle; takođe je dat opis in-

strumenta AP-3 koji se upotrebljava u USA, a spada u najsavremenije elektro-optičke digitalne instrumente koji registruju kako kometrijsku tako i gravimetrijsku koncentraciju prašine.

Zapadna Nemačka

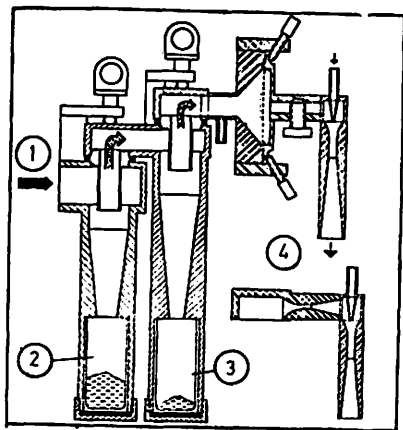
Kao referentski uzorkovači lebdeće prašine poslednjih godina isključivo se upotrebljavaju sledeći instrumenti:

1. Gravimetrijski selektivni uzorkovač prašine TBF-50 čiju je konstrukciju osvojio Istraživački centar u Esenu.

2. Fotomer za prašinu za kontinualno i trenutno merenje udišljive prašine, konstrukcija istraživačkog centra u Esenu firme GmbH-Wetzlar.

TBF-50 (sl. 3) Instrument se sastoji iz dva ciklona spojena u seriji, koja služi za odvajanje tri frakcije prašine i to:

- gruba prašina koja se odvaja u prvom ciklonu kao indeks dela prašine koja se taloži u gornjem respiratornom traktu,
- fina prašina koja se odvaja u drugom ciklonu i
- fina prašina koja se ne odvaja u drugom ciklonu a odgovara malom delu udisne prašine, koja se izbacuje iz pluća sa izdahnutim vazduhom.



Sl. 3 — 1 — ulaz zaprašenog vazduha; 2 — ciklon za grubu prašinu; 3 — ciklon za finu prašinu; 4 — izlaz vazduha.

Abb. 3 — 1 — Staublufteingang; 2 — Grobstaubcyklon; 3 — Feinstaubcyklon; 4 — Luftausgang

Prašina koja se izdvaja u ciklonima i na njihovim zidovima spira se vodom ili alkoholom i prenosi u posebne sudove. Iz ovih sudova fina prašina se prenosi u filtracioni uređaj na prethodno izvagani membranski filter, a težina se određuje diferencijalnim vaganjem. Takođe se može meriti i gruba prašina iz prvog ciklona istim postupkom. Za utvrđivanje treće frakcije u smislu specijalnih istraživanja moguće je iza oba ciklona pričvrstiti membranski filter od 16 cm² koji prihvata i ovu frakciju.

Protok vazduha iznosi 50 l/min i ostvaruje se radom specijalne pumpe. Energija za rad ove pumpe u vremenu od 8 časova obezbeđuje se pomoću portabl zaštitne Ni-Cd-baterije koja se može ponovo puniti. Za merenje u radnim okolinama u kojima je razgrnata mreža komprimiranog vazduha, moguće je ostvariti isti protok pomoću ejektora na komprimirani vazduh. Jedan otvor između drugog cilindra i ejektora obezbeđuje protok od 50 l/min.

Komparativna istraživanja u opitnom tunelu dala su relativno standardno odstupanje stepena odvajanja od 2,5% kod ciklona 1, a manje od 7% kod ciklona 2.

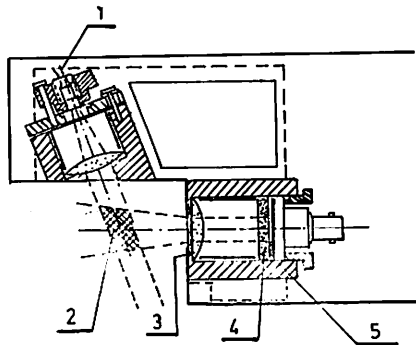
Selektivnost uzorkovanja prašine kod ovog instrumenta saglasna je krivi 1, datoj na slici 2.

Ukratko opisani gravimetrijski uzorkovač TBF-50 opšte je prihvaćen u SR Nemačkoj. Odabrani protok od 50 l/min omogućava sakupljanje veće količine prašine potrebne za dalju analizu u smislu određivanja slobodnog SiO₂, koji se određuje rendgenskom metodom.

U eksploataciji dobijanja uglja u Zapadnoj Nemačkoj vrše se masovna uzorkovanja ovim instrumentom, pa se postavio problem potrebnog vremena za brojne operacije spiranja prašine iz ciklona, filtracije i vaganje. U ovom smislu Istraživački centar u Esenu, u zajednici sa firmom Mettler, konstruisao je specijalni uređaj za automatsko vaganje. Ovaj uređaj postiže 95 vaganja za 40 minuta, a rezultate daje na traci. U suštini, uređaj je modificirani tip HE — 20 Mettler vage sa reproduktivnošću od $\pm 0,1$ mg. Procena mernih vrednosti obavlja se uređajem za procenu u obliku kartice koja dalje ide na

kompjuter koji je povezan sa proizvodnjom, tako da se izveštaj o zapašenosti dobija potpuno obrađen za relativno kratko vreme.

Fotometar za prašinu je takođe referensni instrument koji se upotrebljava u SR Nemačkoj. Istraživački centar u Esenu u zajednici sa firmom GmbH-Wetzlar, konstruisao je meri instrument čija se šema daje na slici 4. Osnovni tip je portabl meri instrument



Sl. 4 — Fotometar za prašinu.

1 — diode GE SSL 35; 2 — merne zapremine; 3 — blenda; 4 — filter RG 780; 5 — traka.

Abb. 4 — Staub-Photometer.

za neposredno određivanje koncentracije fine prašine u radnim okolinama, a takođe se može u kombinacijama sa drugim uređajima koristiti za permanentna merenja koncentracije fine prašine. Instrument radi na principu fotoelektričnog sistema — svetlosne diode, kao izvora svetla i silikonske fotodiode kao prijemnika sa elektronskim registrovanjem mernog signala. Modulacija primarnog zraka, fazno osetljive popravke omogućuju upotrebu fotomerača, sa otvorenom mernom komorom, nezavisno od svetlosnih uslova okoline.

Dijapazon merenja prašine kreće se od $0,1 \text{ mg/m}^3$ do $99,9 \text{ mg/m}^3$ ali se, takođe, može baždariiti da registruje i veće koncentracije.

U toku ove godine konstruisan je novi tip gravimetrijskog uzorkovača koji mnogo obećava. Instrument je iz sistema SFI proizvodnje Dräger, poznat kao MPG. Takođe je selektivni uzorkovač sa krivom kao i TBF-50 (kriva 1 na slici 2). Radi na principu ejakcije sa protokom 50 l/min , a predviđen je za masovnu upotrebu u rudnicima uglja SR Nemačke.

Velika Britanija

Kao referentski uzorkovači lebdeće prašine u Engleskoj se upotrebljavaju sledeći instrumenti:

— Gravimetrijski uzorkovač prašine tip 113 A MRE Državnog ministarstva za uglj koji je opšte prihvaćen u Engleskoj (6) a takođe i u USA (2). Konstrukcija ovog instrumenta pripada Zavodu za istraživanje sigurnosti u rudnicima Sefild, a izrađen je u fabrici »Casella and Company Limited« — London.

— Gravimetrijski selektivni lični uzorkovač prašine tipa Simpeda. Najnoviji oblik ovog instrumenta Simpeda — 70-MK-2, opšte je prihvaćen kao referentski instrument za utvrđivanje koncentracija udišljive prašine u radnim okolinama podzemne eksploatacije, kao i radnim okolinama industrijskih pogona.

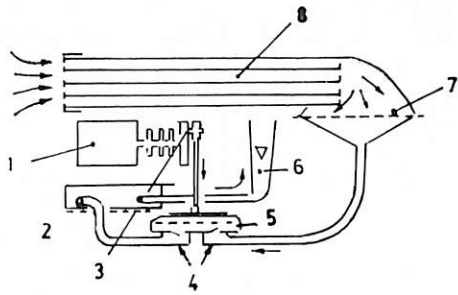
— Fotomer za utvrđivanje koncentracije udisne prašine tipa Simslin koji radi na principu rasute svetlosti, a konstruisan je, takođe, u Zavodu za istraživanje sigurnosti u rudnicima. Tri jamska tipa već se izrađuju u SMRE-u.

Gravimetrijski uzorkovač MRE tip 113-A (sl. 5)

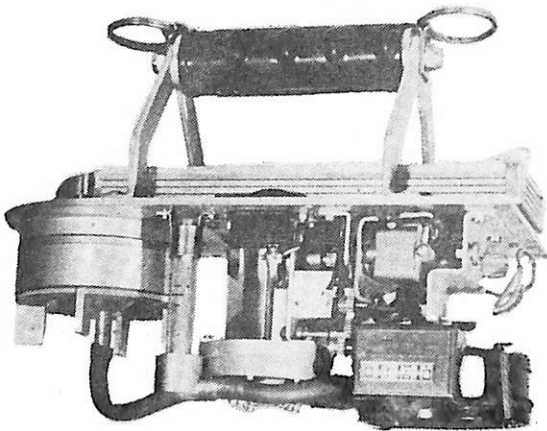
Ovaj tip uzorkovača predstavlja poslednju, najuspeliju verziju većeg broja MRE instrumenata. Zadovoljavajuću selektivnost uzorkovanja (sl. 2 kriva 2) instrument postiže preko horizontalnog eluktrijatora izrađenog u obliku cilindra smeštenih između ravnih ploča. Za zadržavanje udišljive prašine upotrebljava se Watman-ov papir od staklenih vlakana korisnog prečnika $4,72 \text{ cm}$. Instrument kontinualno usisava prašinu protokom od $2,5 \text{ l/min}$. Usisavanje se vrši posredstvom membranske pumpe koju pokreće Ni-Cd baterija, napona 6 V , smeštena u kućištu instrumenta. Baterija je sposobna da radi 14 sati neprekidno, a može se više puta puniti iz strujne mreže, preko specijalno napravljenog ispravljača. Proces uzorkovanja prašine i izgled instrumenta dati su na sl. 5 i 5a.

Kao što je već naglašeno, uzorkovač tip 113-A opšte je prihvaćen u Engleskoj, USA, zatim u SR Nemačkoj, kao i drugim zemljama.

Fotometar za prašinu je takođe referensni instrument koji se upotrebljava u SR Nemačkoj. Istraživački centar u Esenu u za-



Sl. 5 — Gravimerijski uzorkovač MRE tip 113 — A.
Abb. 5 — Gravimetrischer Probenehmer MRE Type 113 — A



Sl. 5a — Izgled instrumenta 113-A.
Abb. 5a — Instrument 113-A.

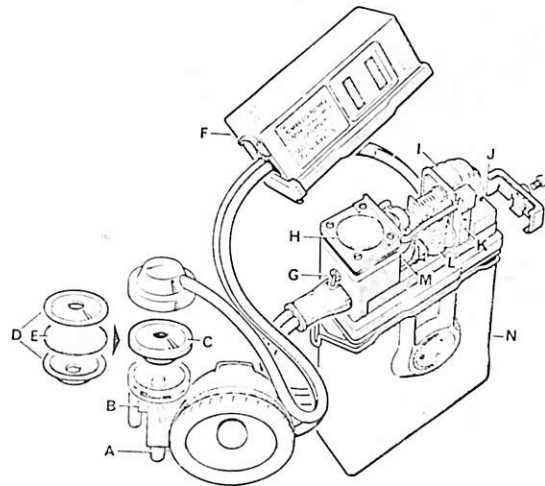
jedinici sa firmom GmbH-Wetzlar, konstruirao je merni instrument čija se šema daje na slici 4. Osnovni tip je portabl merni instrument za neposredno određivanje koncentracije fine prašine u radnim okolinama, a takođe se može u kombinacijama sa drugim uređajima koristiti za permanentna merenja koncentracije fine prašine. Instrument radi na principu fotoelektričnog sistema — svetlosne diode, kao izvora svetla i silikonske fotodiode kao prijemnika sa elektronskim registrovanjem mernog signala. Modulacija primarnog zraka, fazno osetljive popravke omogućuju upotrebu fotomerača, sa otvorenom mernom komorom, nezavisno od svetlosnih uslova okoline.

Dijapazon merenja prašine kreće se od $0,1 \text{ mg/m}^3$ do $99,9 \text{ mg/m}^3$, ali se takođe može baždaraniti da registruje i veće koncentracije.

Lični uzorkovač SIMPEDS 70-MK-2 (sl. 6)

Ovo je vrlo pogodan selektivni uzorkovač udišljive prašine koji se pričvršćuje na kapnu lampu, ako se uzorkuje u radnim okolinama podzemne eksploatacije ili na bateriju ako se uzorkuje u drugim radnim okolinama.

Instrument se sastoji iz dva dela: ciklona elutriatora koji se pričvršćuje za kapnu lampu ili kapu i pumpe smeštene u kućištu na gornjem delu baterije. Lebdeća prašina se usisava radom pumpe kroz ulaz koji je sa strane ciklona elutriatora. Usisana prašina taloži se na kompozitu ili membranskom filteru ($\phi = 36 \text{ mm}$) smeštenom u filtarskom dr-



Sl. 6 — Lični uzorkovač SIMPEDS 70—MK.
Abb. 6 — Tragbarer Probenehmer SIMPEDS 70—MK

žacu koji je iznad elutriatora. Krupna prašina pada na dno elutriatora, dok se udisna prašina taloži na filteru. Diferencijalnim vaganjem pre i posle uzorkovanja određuju se koncentracije prašine date u mg/m^3 . Protok pri usisavanju iznosi $1,85 \text{ l/min}$, a uzorkovanje se vrši za sve vreme trajanja smene. Ukupna potrošnja struje je mala i iznosi 40 mA više nego što je potrebno za kapnu lampu. Fino podešavanje protoka je omogućeno preko minijaturnog potenciometra, dok se konstantnost protoka obezbeđuje preko pulzacionog dampera izrađenog u SMRE-u.

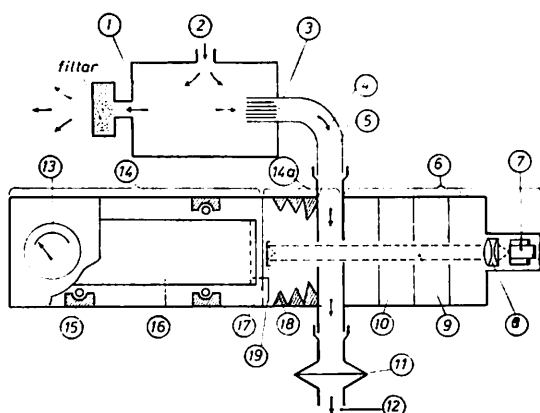
Lakoća primene, dobra selektivnost koja se uklapa u oficijalnu krivu, kao i reprezentivnost dobijenog uzorka (radnik ga nosi za sve

vreme rada) učinilo je da opisani instrumenti budu opšte prihvaćeni ne samo u Velikoj Britaniji, već i Americi, SR Nemačkoj, Belgiji i drugim zemljama. Usporedna merenja instrumenta MRE 113-A i opisanog instrumenta dala su izvanredne rezultate (2) i još više podigle ugled uzorkovača.

Fotometar SIMSLIN (sl. 7)

Ovaj instrument meri udisnu koncentraciju lebdeće prašine kontinuirano u toku smene a može da uzorkuje i trenutno. Rezultat merenja prikazuje se ili na registarskoj traci ili u jednom broju, kao prosečnoj vrednosti ukupnog eksponiranja u udisnoj prašini u toku određenog vremena.

Princip rada ovog instrumenta sastoji se u tome, da ukupan fluks svetlosti, raspršen



Sl. 7 — Fotometar SIMSLIN.
Abb. 7 — Fotometer SIMSLIN.

oblakom čestica prašine u kupasti oblik sa polougлом od 20° prema spoljnom pravcu iluminacionih zrakova, treba da bude proporcionalan samo ukupnoj površini čestica uhvaćenih zrakom i nezavisno od njihovog sastava (dokazao Hidkinston 1967, a potvrdili Seaucy i saradnici 1972. godine).

Na slici 7 daje se šema rada glavnih komponenta ovog instrumenta koji se sastoji iz tri dela:

- a — kućišta izvora svetlosti,
- b — komora za prašinu,
- c — kućišta detektora.

Paralelni zrak radijacije koji se stvara u kućištu izvora, prolazi kroz sekciju komore za prašinu. Zaprasheni vazduh uvlači se u komoru za prašinu preko elutriatora, koji sadrži čestice prašine koje se ne udišu.

Radijacija rasprashena česticama prašine pada na fotoosetljivu površinu cevi za fotoumnožavanje, dok se radijacija koja se ne rasprši apsorbuje radijacionom hvatalicom.

Jedan providni disk razdvaja komoru za prašinu od cevi za fotoumnožavanje i deluje kao hermetička pregrada. Radijaciona hvatalica je zalepljena u sredinu diska.

Radijacioni izvor je mala galijum-arsenid dioda koja emituje pulzirajuću usku oktavu radijacije. Cev za fotoumnožavanje je 100-fazni tip sa spektralnim reagovanjem. Njena fotoosetljiva površina je kružno područje sa prečnikom od 32 mm.

SIMSLIN instrument daje velike mogućnosti u merenju udisne lebdeće prašine, jer omogućava prvi put kontinualno praćenje promene koncentracije prašine i prema tome periode maksimalne zaprašnosti radnih mesta. Moguće je veći broj ovih instrumenata postaviti u različitim radnim okolinama, bilo pod zemljom ili na površini i registrovati promene zaprašnosti analiziranih radnih okolina iz jedne centralne tačke, možda na površini, u kancelariji za to zaduženog lica.

Francuska

U ovoj zemlji do skora, koncentracije lebdeće prašine merene su instrumentima koji su određivali broj čestica prašine u jedinici zaprašnosti. Poznati istraživački centar Cerchar dao je veći broj ovakvih instrumenata. Međutim, savremena saznanja o patogenom uticaju prašine na čovečiji organizam, prinudila je i istraživačke centre u ovoj zemlji da odbace konimetrijski pokazatelj kao merodavan za ocenu ugroženosti od prašine i da prihvate gravimetrijski pokazatelj kao jedino ispravan.

Uvažavajući krivu alveolarnog taloženja Hatch-a i njegovih saradnika, koja je opšte prihvaćena kao referentska kriva i njenih raznih interpretacija, istraživački centar Cerchar uz finansijsku pomoć Evropske zajednice za uglj i čelik, a u saradnji sa Istraživačkim centrom iz Esena, dao je konstrukciju gravimetrijsko-selektivnog uzorkovača prašine tip CPM-3, koji je potisnuo slični ali težak instrument P66A.

Gravimetrijski uzorkovač prašine CPM-3 (sl. 8)

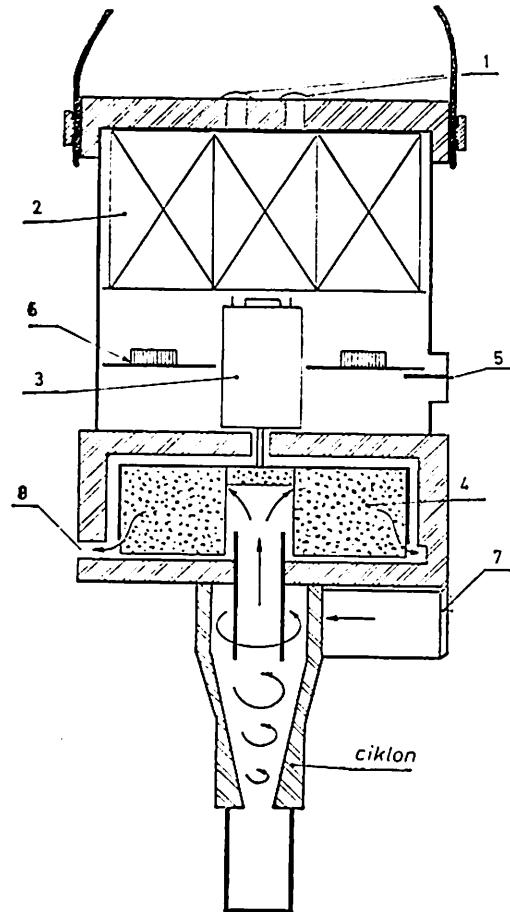
Instrument se sastoji iz sledećih delova:

- baterije akumulatora Ni-Cd sastavljene od 7 x 12 volta i 1,8 Ah, ćelija međusobno spojenih u obliku cilindra i smeštenih u gornji deo cilindra,
- motora jednosmerne struje koji se snabdeva iz baterije ujednačenim naponom,
- držača koji sadrži filter sačinjen od poliuretanske pene (pričvršćen za osovinu motora magnetnog sistema). Sklop sa držačem filtra rotira unutar cilindričnog kućišta,
- preliminarnog ciklonskog klasifikatora, koji zadržava najveće čestice prašine a koje se zadržavaju u gornjim disajnim putevima u skladu sa poboljšanjem Hache-ovom krivom.

Zaprašeni vazduh ulazi u ciklon kroz pravougaoni otvor, turbulira kroz ciklon i izlazi iz njega kroz izlazni otvor. Vazduh oslobođen krupnih čestica odlazi prema filteru, prolazi kroz njega i izlazi na otvor dijametralno suprotno od ulaza. Pri prolazu kroz filter, koji je od poliuretanske pene, vazduh se oslobađa prašine koja bi se normalno taložila u plućnim alveolama, dok se najfinije čestice, koje se normalno izbacuju pri izdisanju, ne hvataju. Zadržavanje čestica u filteru postiže se pri sudaru sa vlaknima, dok pore filtra ostaju slobodne, što obezbeđuje skoro konstantan otpor filtra i protok kroz njega.

Određivanje težine skupljene prašine postiže se vaganjem filtarskog elementa pre i posle uzimanja uzoraka. Filter se važe u oba slučaja pri sobnoj temperaturi neposredno posle vađenja iz eksikatora.

Nakon merenja punog filtra čestice se iz njega mogu odvajati za dalju analizu. Ovo izdvajanje čestica vrši se čišćenjem filtra u tečnom sredstvu uz dodavanje penušavih agenasa na isti način kao što se vlaži spužva. Dobijena suspenzija može se zatim pregledati hemocitometrički pomoću mikroskopa ili filtrirati na membranski filter za potrebe analize kvarca.

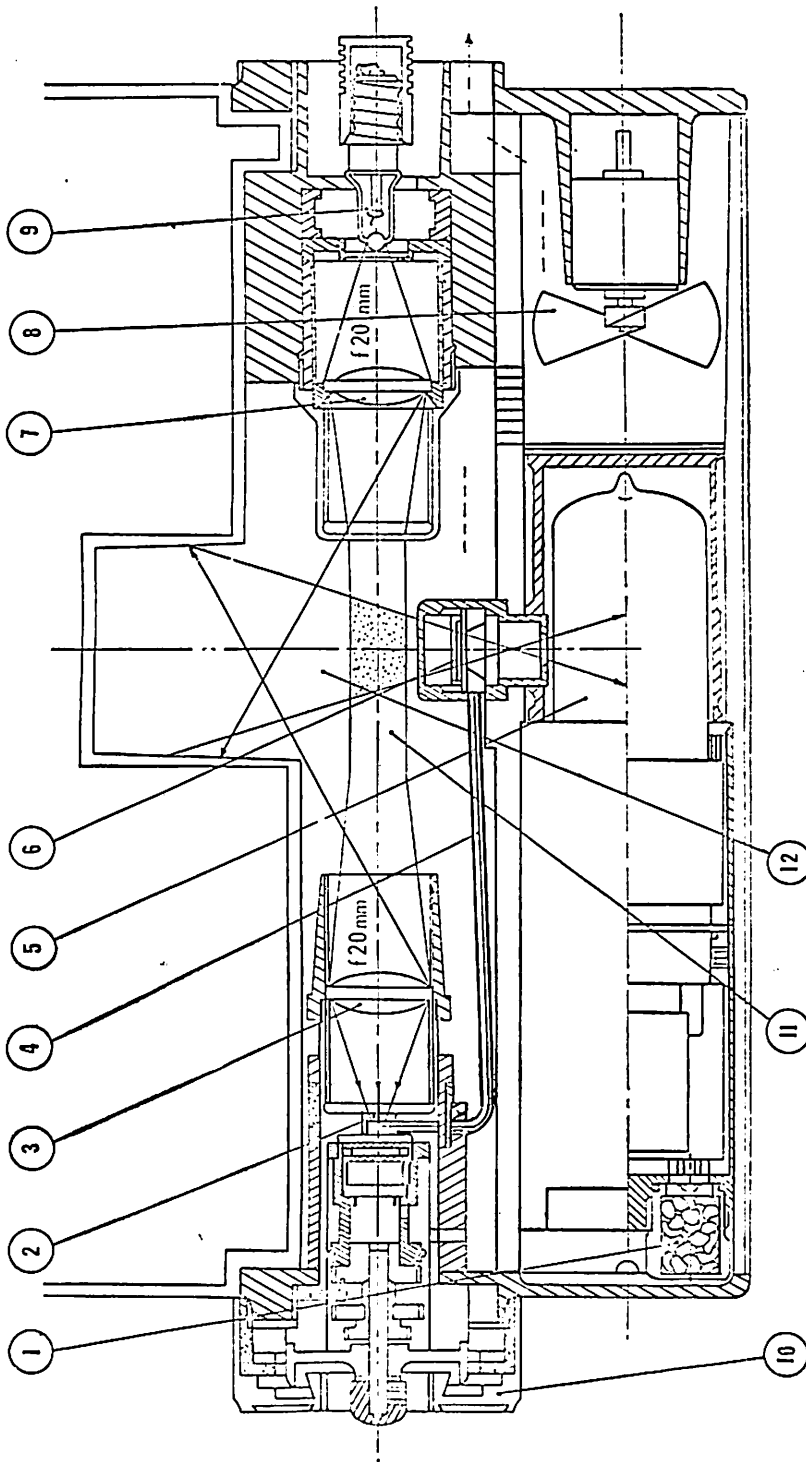


Sl. 8 — Dljagram CPM 3 ručičkog uzorkovača prašine. 1 — završeci za punjenje baterija; 2 — baterije; 3 — motor; 4 — filter; 5 — prekidač; 6 — kolo za kontrolu napona; 7 — ulaz za zaprašeni vazduh; 8 — izlazak vazduha.

Abb. 8 — Diagramm CPM 3 Gruben-Staubprobenehmers 1 — Batterie-ladungsstücke; 2 — Batterien; 3 — Motor; 4 — Filter; 5 — Schalter; 6 — Spannungskontrollkreis;

Opisani instrument je ispitan u eksperimentalnom rudničkom rovu opitne stanice Istraživačkog centra u Esenu. Uporedni rezultati dobijeni sa već opisanim opšteprihvaćenim instrumentima TBF-50 pokazali su dobru korelaciju između ova dva uređaja kako kod ugljene, tako i kod stenske prašine.

Instrument je relativno lak (2,5 kg) i ima protok od 3 m³/h. Odvajanje neudisnih čestica postiže se pomoću ciklona, konstruisanog u SR Nemačkoj koji ima krivu odvajanja sličnu poboljšanoj Hache-ovoj krivi, radi čega spada u najsavremenije selektivne uzorkovače prašine.



Sl. 9 — Digitalni inductor za prašinu Model AP-3.
 2 — deo za baždarenje; 3 — optička sočiva; 4 — svetlosna cev; 5 — fotoumoživač; 6 — prorez; 7 — zbirna sočiva; 8 — ventilator; 9 — svetlosni izvor; 10 — optički uređaj; 11 — zrak svetla; 12 — optička komora.

Abb. 9 — Digitalstaubinduktor Modell AP-3.

USA

Kako je već u uvodnom delu naglašeno, u USA su kao referensni instrumenti za gravimetrijsko uzorkovanje prašine, opšte prihvaćeni tip MRE-113-A, kao i lični uzorkovač Simped_s 70-Mk-2 — oba izrađena u Velikoj Britaniji na osnovu kojih je i izrađena američka MAK-lista o dopuštenim koncentracijama prašine. Međutim, u literaturi se pominju neke nove konstrukcije gravimetrijskih uzorkovača na bazi ciklonske selektivnosti, ali su još uvek u eksperimentalnoj fazi i probnoj proizvodnji.

Kao opšte prihvaćen instrument u ovoj zemlji je i elektro optički digitalni indikator za prašinu model AP-3, konstruisan i proizveden u fabrici instrumenata za merenje vremena Sacramenta-Kalifornija, čiji se opis daje u sledećem tekstu.

Digitalni indikator za prašinu Model AP-3 (sl. 9)

Ovo je jedan od najsavremenijih elektro-optičkih instrumenata, nastao usavršavanjem modela AP-2 koji se naveliko koristio dugo godina.

Instrument je sposoban da registruje koncentracije prašine iskazane kako u broju čestica po jedinici vremena, odnosno jedinici zapremine, tako i u mg/m^3 i dijapazonu od $0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$ pa sve do $500 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Princip rada ovoga instrumenta sastoji se u raspršivanju ustaljene svetlosti prašinom koje je direktno proporcionalno usisanj koncentraciji.

Koncentracije prašine date u česticama na minut očitavaju se na skali za očitavanje, ali se brojevana vrednost može dobiti direktno preko četvorodigitalnog mehaničkog uređaja kojim je instrument snabdeven.

AP-3 prvenstveno služi za uporednu analizu pojedinih mernih mesta pošto je baždaren na stearinsku kiselinu prosečne veličine čestica od 0,3 mikrona, dok se apsolutne vrednosti mogu dobiti, ako se instrument baždari frakcijama prašine, koje su po svojoj prirodi identične onima koje se uzorkuju.

Koncentracije prašine date u mg/m^3 mogu se dobiti iz izmerenih čestica na minut kratkim proračunom koji uzima u obzir sve uticajne faktore.

Na slici 9 daje se šema principa rada instrumenta.

Utvrđivanje specifične štetnosti (SiO_2)

Novija ispitivanja bioloških i epidemioloških uticaja prašina na respiratorne organe radnika i životinja, koji su bili izloženi dejstvu većih koncentracija prašine, unela su više svetla o zavisnostima između količina udišljive prašine, mineralnog i disperznog sastava sa jedne strane i patoloških, odnosno rendgenoloških promena sa druge strane. Ispitivanja u ovom pravcu najviše su vršena u Velikoj Britaniji i u SR Nemačkoj (4, 6).

Ekperimentalno je dokazano da rendgenski amorfn SiO_2 stakla kao i neke hidrofилne prašine amorfno SiO_2 i jedna hidrofилna kvarcna prašina mogu delovati silikogeno i to u tolikoj meri kao i standardni kvarc DO-12. O ranijoj dogmi »da bez kristalnog kvarca nema silikoze« mora se ponovo razmisliti i preispitati do koje mere može biti dejstvo dva kvarca u takozvanom »intratrachealnom« testu, a koji se ne mogu razlikovati rendgenski ni ultracrvenospektrografski, a oba sadrže 100% α — kvarca, što na neki način kompromituje najsavremenije metode određivanja SiO_2 (rendgenografija) kao najrasprostranjenije specifične štetnosti udišnih prašina.

Ispitivanjima je, takođe, dokazano da kvarc iz raznih ležišta, kao kristaloliti i tridimiti, na razne načine razno deluje i oštećuje ćelije (1) kako prema obimu tako i prema vremenu trajanja razornog dejstva. Tako, na primer, posle dejstva četiri vrste kvarca, u trajanju od tri meseca, sa raspodelom veličine zrna prašine ispod 7 mikrona, utvrđene su značajne razlike patogenog uticaja pojedinih vrsta kvarca.

Takođe je ispitivanjima utvrđeno da i tehnološki procesi, pri kojima dolazi do izdvajanja prašine, imaju uticaja na patogeno dejstvo. Tako, na primer, temperovanje (decepcioniranje) standardnog kvarca na temperaturi od 1000°C dovodi do devalvacije, počev od temperature oko 600°C , uticaja redukcione aktivnosti ćelija, odnosno do smanjenja patogenog dejstva.

Mlevenje rude sa primesama kvarca - u metalnim mlinovima dovodi do zagrevanja kvarca, pa i do smanjenja štetnog dejstva na

ćelije plućnog tkiva. Naknadno mlevenje istoga kvarca u ahatnom kugličnom mlinu ima pojačano dejstvo na oštećenja ćelija.

Čestice kvarca izdvojene u vazdušnoj struji pri centrifugalnom separiranju, na primer, ne vrše štetan uticaj na ćelije.

Ovakva ispitivanja intenzivno su počela da se vrše tek krajem 1973. godine u SR Nemačkoj i Engleskoj, pa radi toga predstavljaju novinu i ukazuju na nagli zaokret u pogledu određivanja specifične štetnosti udišne prašine, naročito ako je u pitanju kvarc.

Namera autora, u ovome članku, nije da obavesti stručnu javnost o novim adekvatnim metodama za utvrđivanje specifične štetnosti SiO_2 u lebdećoj prašini, već da istakne bitne razlike između savremenih gledanja na prisustvo SiO_2 u lebdećoj prašini od dosadašnjih shvatanja, jer iz datih analiza proizilazi da rendgenografsko ili ultracrvenospektroskopsko određivanje SiO_2 u lebdećoj prašini nije dovoljno karakterizirano u pogledu biološkog dejstva, jer je utvrđeno i naučno dokazano silikogeno i po ćelije štetno dejstvo i rendgen — amorfni SiO_2 prašina. Novija saznanja o uticaju SiO_2 na patogeno dejstvo respiratornih organa ljudi ukazuju na potrebu verificiranja postojećih opšte priznatih MDK-vrednosti (maksimalno dozvoljenih koncentracija) koje isključivo, kada se radi o silikogenoj prašini, baziraju na utvrđivanju sadržaja samo kristalnih modifikacija slobodnog SiO_2 u lebdećoj prašini, što se sada ne može prihvatiti.

Zaključak

Da bi se pravilno odredili uticaji zapašenosti radnih okolina, kako u podzemnoj eksploataciji tako i u industrijskim pogonima, neophodno je da postoje jedinstvene metodologije ispitivanja koje bi bile saglasne savremenim opšte prihvaćenim metodologijama. Mi još uvek nemamo jednostavniji način merenja i ocenjivanja koncentracije prašine i specifične štetnosti u njoj (SiO_2), kao i kriterijume za ocenjivanje ukupne štetnosti. Još uvek nemamo jedinstveni sistem merenja niti standardne instrumente. Nismo standardizo-

vali metode i nismo dali jedinstvene kriterijume koji bi označavali vrednost nalaza i određivali stepen rizika.

Povećana opasnost po zdravlje radnika i ugroženost pri radu je prepuštena, reklo bi se, slobodnoj proceni, jer nema definicije za ugroženost radnog mesta od prašine. Svaka od ovlašćenih naučno-istraživačkih ustanova u nas, ima svoje metode, svoje instrumente, svoje kriterijume i definicije i to one koje su im najpogodnije, za koje zna i kojima raspolaze. Neko meri zapašenost još uvek samo konimetrijski, neko i konimetrijski i gravimetrijski, saplićući se o različite rezultate oba pokazatelja. Stanje kod određivanja specifične štetnosti nije ništa bolje kad je reč o silikogenoj prašini. I kod ovih određivanja nema jedinstvene metodologije i kriterijuma. Neke ustanove određuju slobodan SiO_2 iz stenskog masiva hemijskom metodom, neki to čine iz nataložene prašine, dok drugi određuju slobodan SiO_2 iz lebdeće prašine putem fazno-kontrasne mikroskopije bez mogućnosti određivanja kristobalita i tridimita.

Zbog ovakvog stanja ne može se izvršiti obrada statističkih podataka u jednom te istom preduzeću i dati odgovarajući nalazi i procene u smislu sanacije utvrđenog stanja, jer su se iz godine u godinu menjale ustanove koje su vršile merenja različitim metodološkim pristupima i različitom instrumentalnom tehnikom.

Svakako da se za ovakvo stanje kod nas ne može krivica pripisati ustanovama koje se bave ovom problematikom. Možda su one i najmanje krive, a najverovatnije da niko i nije kriv, jer je veliki broj poteškoća objektivne prirode koje opravdavaju sadašnje stanje. Međutim, neophodno je prevazići postojeće probleme i udruženo i ozbiljno raditi na usvajanju jedinstvene metodologije određivanja svih analiziranih pokazatelja, poštujući dosadašnja istraživanja drugih zemalja, a na osnovu jedinstvenih metoda, opšte usvojenih kriterijuma, standardizovanih instrumenata za merenje i prihvaćenih veličina, koje bi za određene industrijske grane i vrste delatnosti važile za celu zemlju.

ZUSAMMENFASSUNG

Derzeitige Gesichtspunkte zur Bestimmung der Flugstaubkonzentration

Dipl. — Ing. D. Golubović*)

Derzeitige Erkenntnisse der Medizinwissenschaften über das Staubverhalten, der in die Lungen eingeatmet wird, stellt neue Forderungen an die Flugstaub-Probenahmetechnik. Als Folge einer intensiven Forschung besonders in den letzten Jahren, werden gegenwärtig zur Bestimmung der Flugstaubkonzentration verschiedene Instrumente verwendet, aber mit folgenden allgemein angenommenen Qualitätsbedingungen:

— Die Selektivität der Probenahme soll der Bezugs-Probenahme ähnlich sein und die Staubablagerung in den Alveolen (Chatch's Kurve).

— Die Staubkonzentration in mg/m^3 angeben.

— Die Messergebnisse müssen die industrielle, oedizinische und technische Schätzung der Arbeitsstellenverstaubung möglich machen.

L i t e r a t u r a

1. Robok, K., Naučni aspekti pri oceni prašine na radnom mestu, Essen
2. Maguire, B.: Noviji uspesi na usavršavanju instrumenata za uzorkovanje prašine u S. MRE. — Zavod za istraživanje sigurnosti u rudnicima, Sefild — Engleska.
3. Breuer, H., Robbok, K., Stukl, J.: Usavršavanje gravimetrijskog instrumenta za rutinsko uzorkovanje prašine.
4. Maguire, B.: Prilog kriterijuma merenja štetnosti rudničke prašine. — Zavod za istraživanje sigurnosti u rudnicima, Sefild, Engleska.
5. Ganier, M.: Način utvrđivanja granične vrednosti prašine. — Cerchar, Paris.
6. Bouffant, L., Martin, J. C., Daniel, H.: Štetnost prašine u odnosu na sadržinu kvarca u njoj. — Cerchar, Paris.
7. Courbon, P.: Gravimetrijsko uzorkovanje prašine. — Cerchar, Paris.
8. Reisner, M.: Pneumokonioza kao posledica eksponiranja prašine u Saveznoj Republici Nemačkoj. — Rudarski institut, Essen.

*) Dipl. ing. Dragoslav Golubović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

IZ PRAKSE

U ovoj rubrici objavljivaće se iskustva naših radnika u sprovođenju zaštite na radu i prikazivati praktična rešenja i ostvarenja kojima se otklanjaju posebne opasnosti, unapređuje zaštita i povećava sigurnost pri izvođenju rudarskih radova. U kratkim prikazima objasniće se opasnosti i nepravilni postupci, zbog kojih dolazi do teških i smrtnih nesreća, i kakve se pouke iz takvih nesreća izvode da bi se sprečilo ponavljanje istih.

Osim toga, ovakvim prikazima u ovoj rubrici, časopis »Sigurnost u rudnicima« želi da upozna našu rudarsku stručnu javnost sa onim vrednim i požrtvovanim operativnim kadrovima, nadzornicima, poslovođama, rudarskim tehničarima i inženjerima, koji zaštitu sprovode na radnim mestima gde se vodi bitka za ostvarenje radnih planova i planova proizvodnje, sa onima koji se krajnjim pregalaštvom ističu u intervencijama za spasavanje rudnika i rudara prilikom velikih nesreća i u sanacijama havarija, kao i sa onima koji mnogo brige i pažnje posvećuju unapređenju zaštite vaspitavanjem i poučavanjem radnika.

GLAVNI UREDNIK

Mogućnost otprašivanja puništa skipa u rudniku Stari Trg

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Slavko Kisić — dipl. ing. Obren Koprivica —
dipl. tehn. Gojko Jevtić

U rešavanju otprašivanja puništa skipova postoji više poznatih metoda, koje manje ili više daju dobre rezultate u praksi.

U ovom članku daje se prikaz jednog prilaza rešavanju otprašivanja puništa skipova, pri čemu se rešenjem otprašivanja skipova, pre svega, rešava i otprašivanje ulazne vazdušne struje jame.

Uvod

Iako je jedno od osnovnih pravila borbe s agresivnom mineralnom prašinom u jamskim pogonima, neuvođenje sveže vazdušne struje kroz skip-okna, ipak se to i danas u mnogim našim jamama praktikuje, pa čak i kod projektovanja novih rudnika sveža vazdušna struja uvodi se u jamu skip-oknom. I u rudniku Stari Trg sveža vazdušna struja ulazi u jamu skip-oknom. Rudnik Stari Trg je poslednjih godina uložio znatna sredstva za poboljšanje radnih uslova u jami. Među najkrupnije objekte, u ove svrhe, treba ubrojiti novo ventilaciono okno sa ventilatorskom stanicom kroz koje izlazi iz jame istrošena vazdušna struja, i severno servis okno, kojim se uvodi u jamu jedan deo sveže vazdušne struje. Ovim objektima obezbeđeni su osnovni preduslovi za dovođenje dovoljnih količina vazduha na horizonte. Time se ni izbliza ne rešava problem zaprašenosti, naročito ako se ima u vidu da se najveći deo svežeg vazduha uvodi u jamu skip-oknom, u kome dolazi do prekomernog zagađenja ulazne vazdušne struje.

Do zagađenja ulazne vazdušne struje agresivnom mineralnom prašinom dolazi na puništu skipova i na mestu njihovog pražnjenja a i za vreme vožnje skipova dolazi do znatnog izdvajanja prašine iz iskopine u skipovima.

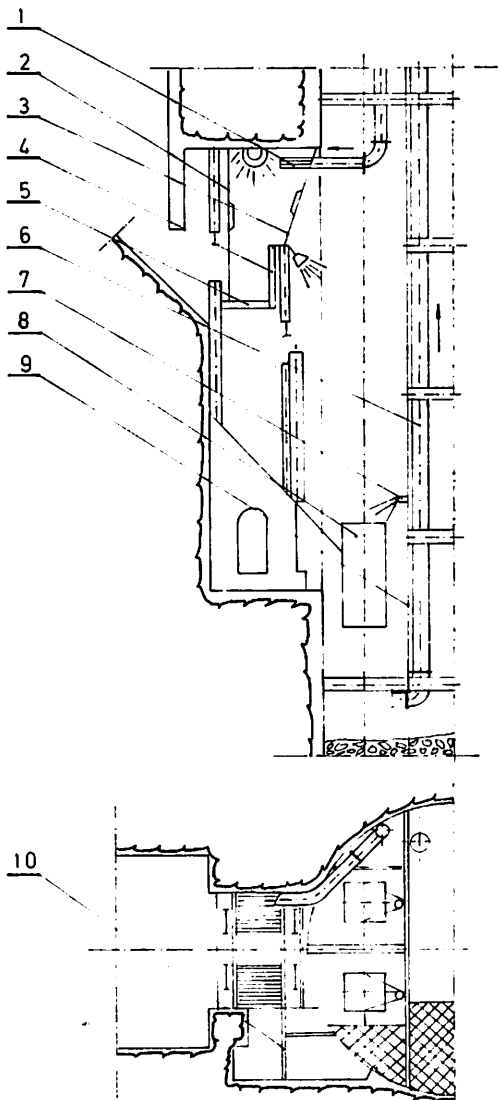
Merenjem zaprašenosti ulazne vazdušne struje na navozištu devetog horizonta izmerene su koncentracije od $0,7 \text{ mg/m}^3$ respirabilne prašine, koje višestruko prelaze dozvoljene norme. Ako se ima u vidu, da se ovim krakom vazdušne struje provetrava najveći broj radilišta u jami, jasno je da u borbi s agresivnom mineralnom prašinom treba, pre svega, očistiti ulaznu vazdušnu struju od agresivne mineralne prašine.

Ovde je prikazano rešenje otprašivanja puništa skipova, kao i rešenje sprečavanja izdvajanja prašine iz skipova, a u posebnom članku biće obrađeno rešenje otprašivanja mesta istresanja skipova u prijemni bunker.

Izvozno skip-okno povezano je sa svim horizontima jame. Sistemom razvođenja vazduha kroz jamu iz ovog okna sveža vazdušna struja odlazi na nekoliko horizonata. Najveći deo sveže vazdušne struje odlazi na deveti horizont.

Sistemom transporta regulisano je da se sva ruda spušta, preko centralnih rudnih sipki, na najniži aktivni horizont, tj. deveti horizont. Sva ruda, prema tome, izvozi se skipovima sa najnižeg horizonta.

Punište skipova nalazi se na 30. metru ispod nivoa devetog horizonta, na dnu okna. Deo okna ispod devetog horizonta, u kome se nalazi i punište, je prekomerno zaprašeno. Koncentracije prašine, prema merenjima, prelaze nekoliko desetina puta dozvoljene



Sl. 1 — Deo okna ispod devetog horizonta i punište skipa.

- 1 — vetrova cev za uvođenje svežeg vazduha
- 2 — tabla klirita s rukohvatom
- 3 — tabla klirita s rukohvatom
- 4 — tabla klirita
- 5 — tabla klirita
- 6 — vetrova cev za odvođenje zaprašenog vazduha
- 7 — mlaznica za automatsko orošavanje iskopina
- 8 — posuda skipa
- 9 — pregrada dna okna
- 10 — vrata kabine

Fig. 1 — Shaft section under the IX horizon and skip loading point.

norme. Kako kroz punište, zajedno sa rudom, u dno okna dolazi jedna količina vazduha, to se zaprašen vazduh iz dna okna iznosi na navozište devetog horizonta, odakle se svežom vazdušnom strujom raznosi po većem

delu jame. Ovo iznošenje zaprašenog vazduha iz dna okna na navozište devetog horizonta potpomognuto je još i uzvitlavanjem vazdušne struje koju vrše skipovi svojim kretanjem.

Punište skipa sastoji se iz dva dozera za rudu, komore za rukovaoce puništa i pristupnog hodnika. Za punjenje dozera služe vrata, koja se pokreću uz pomoć komprimiranog vazduha. U dozer staje količina rude jednaka zapremini skipa. U momentu kad se jedan skip utovaruje, drugi se istovaruje. Na punjenju skipova rade dva radnika, pri čemu se, obično, jedan radnik odmara, dok drugi radnik radi. Na sl. 1 dat je šematski prikaz dna okna sa puništem skipova.

Otprašivanje puništa skipova

Rešenje otprašivanja puništa skipova u jami Stari Trg na devetom horizontu, po zamisli autora ovog članka, sastojalo bi se u sledećem:

- deo okna od nivoa devetog horizonta do dna okna — oko 30 m — podelio bi se hermetičnom pregradom u dva dela, pri čemu bi jedan deo obuhvatao odeljenje skipova, a drugi deo odeljenje koševa i prolazno odeljenje;

- ugradnjom cevovoda prečnika \varnothing 500 mm u oknu za odsisavanje ispod donje ivice skipa u momentu njegovog punjenja, i ventilatora na nivou sedmog horizonta, zaprašen vazduh iz odeljenja skipova odvodio bi se direktno u izlaznu vazdušnu struju na sedmom horizontu. Ukupna dužina cevovoda za odvođenje zaprašenog vazduha iz odeljenja skipova, kako u oknu, tako i na nivou sedmog horizonta, bila bi 280 m;

- izradom kabine za rukovaoce puništa skipova, i dovođenjem posebnim cevovodom i ventilatorom svežeg vazduha u kabinu, stvorili bi se zadovoljavajući radni uslovi za rukovaoce puništa skipova.

U narednom tekstu daje se detaljniji prikaz rešenja otprašivanja puništa skipova.

Pregrada okna između odeljenja skipova i odeljenja koševa i prolaznog odeljenja u delu okna ispod devetog horizonta

Da bi se sprečilo mešanje vazdušne struje iz okna sa zaprašenim vazduhom u delu okna ispod devetog horizonta, odnosno iznošenje prašine na deveti horizont, potrebno je izraditi hermetičnu pregradu između odeljenja skipova s jedne, i odeljenja koševa i prolaznog odeljenja s druge strane. Ugradnjom ove pregrade, treba znatno smanjiti zapreminu zaprašene zone u oknu ispod devetog horizonta, a samim tim omogućiti efikasnije odvođenje zaprašenog vazduha iz ove zone. Pregrada bi bila od aluminijumskog lima debljine 0,5 mm i postavila bi se preko već postojeće pregrade, koja je od pletene žice.

Odvođenje zaprašenog vazduha iz odeljenja puništa skipova u izlaznu vazдушnu struju

Po ovom rešenju ugradnjom pregrade između odeljenja skipova i odeljenja koševa i prolaznog odeljenja smanjuje se zona zaprašenog vazduha. Zaprašeni vazduh iz odeljenja skipova u celoj dubini ispod devetog horizonta odvodi se cevovodom prečnika ϕ 500 mm i centrifugalnim ventilatorom u izlaznu vazдушnu struju na sedmom horizontu. Na sl. 1 vidi se položaj cevi u oknu. Centrifugalni ventilator bio bi smešten u zaobilaznom hodniku kod izvoznog okna na sedmom horizontu. Od centrifugalnog ventilatora do izlazne vazdušne struje postavio bi se, takođe, cevovod ϕ 500 mm, u dužini od 120 m. Dužina usisnog dela cevovoda iznosila bi 160 m. Početak usisnog dela cevovoda bio bi ispod donje ivice skipa, pri njegovom punjenju. Odsisavanjem zaprašenog vazduha na ovom mestu postiglo bi se kretanje vazdušne struje u odeljenju skipova sa pravcem od devetog horizonta ka dnu okna, odnosno na taj način sprečilo bi se iznošenje zaprašenog vazduha na deveti horizont. Da bi se u svakom momentu obezbedio ovaj smer vazduha, predviđa se da brzina vazduha, sa smerom na dole, bude 0,4 m/sec. Kako je površina poprečnog preseka odeljenja skipova, na nivou devetog horizonta, približno jednaka 5 m², to

je potreban protok vazduha kroz ovu površinu:

$$Q = F \cdot V = 5 \cdot 0,4 = 2,0 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

Ovoj količini vazduha treba dodati 1,0 m³/sec vazduha koji se, posebnim cevovodom ubacuje u komoru rukovaoca puništa skipova, a iz iste izlazi u odeljenje skipova. Osim toga, jedan deo vazduha, oko 0,5 m³/sec, dolazi u odeljenje skipova s rudom iz bunkera na devetom horizontu.

Prema tome, ukupna količina vazduha koju treba odvoditi iz odeljenja skipova, ispod devetog horizonta je:

$$Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Potrebnu depresiju za transport vazduha izračunaćemo po poznatom obrascu:

$$h = p R Q^2$$

gde je:

- h - ukupna depresija potrebna za transport vazduha (mm VS)
- p - koeficijent propustljivosti
- R - specifični otpor
- Q - količina vazduha koja se odsisava (m³/sec)

Koeficijent propustljivosti p izračunaćemo, takođe, po poznatom obrascu:

$$p = \left(\frac{1}{3} \frac{L}{d} - k \sqrt{R} + 1 \right)^2$$

gde je:

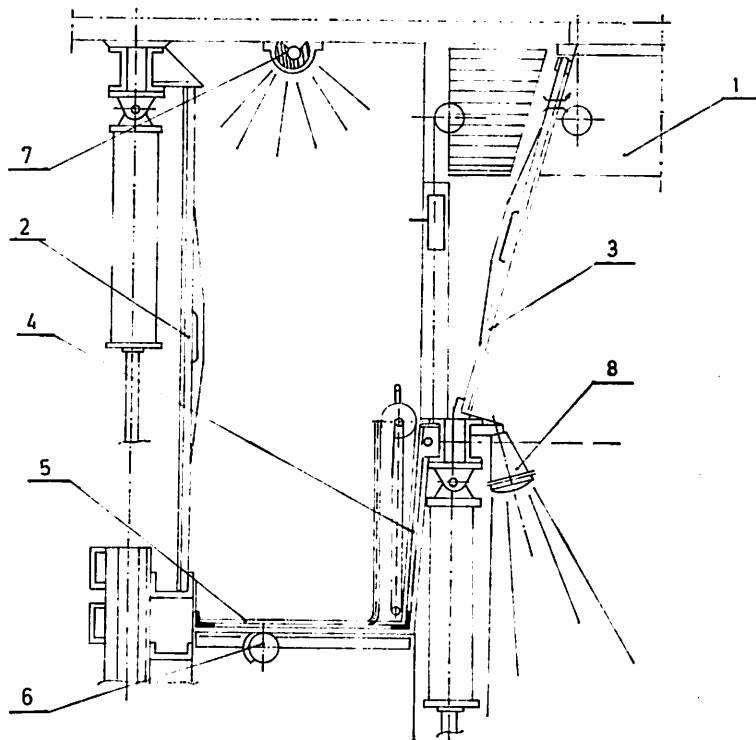
- p - koeficijent propustljivosti
- d - prečnik cevovoda (m')
- L - dužina cevovoda (m')
- m - dužina pojedinih komada cevi (m')
- k - koeficijent gubitka depresije
- R - specifični otpor.

Specifični otpor izračunaćemo po obrascu:

$$R = \frac{6,5 \cdot \alpha \cdot L}{d^5}$$

gde je:

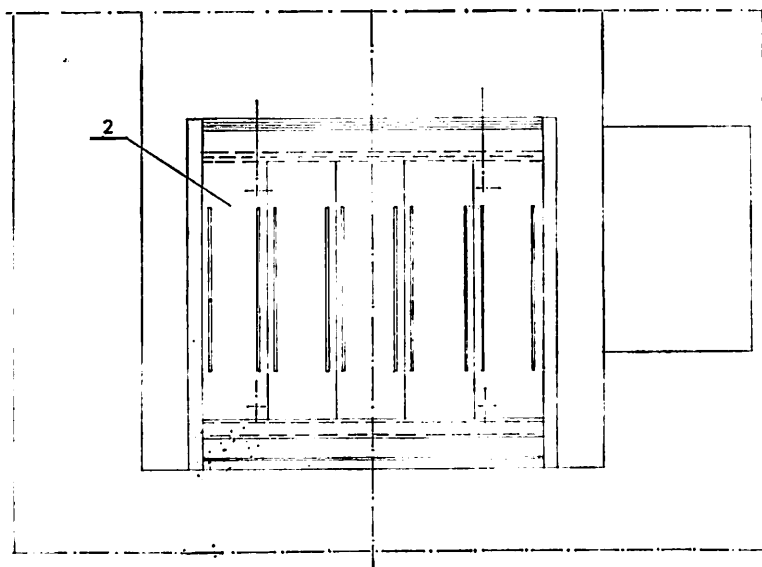
- α - specifični otpor
- R - koeficijent otpora
- L - dužina cevovoda m'
- d - prečnik cevovoda m'



Sl. 2 — Izgled kabine rukovaoča puništa skipa.

1 — vetrna cev za uvođenje svežeg vazduha; 2 — tabla klirita s rukohvatom; 3 — tabla klirita s rukohvatom; 4 — tabla klirita; 5 — tabla klirita; 6 — reflektor; 7 — reflektor; 8 — reflektor.

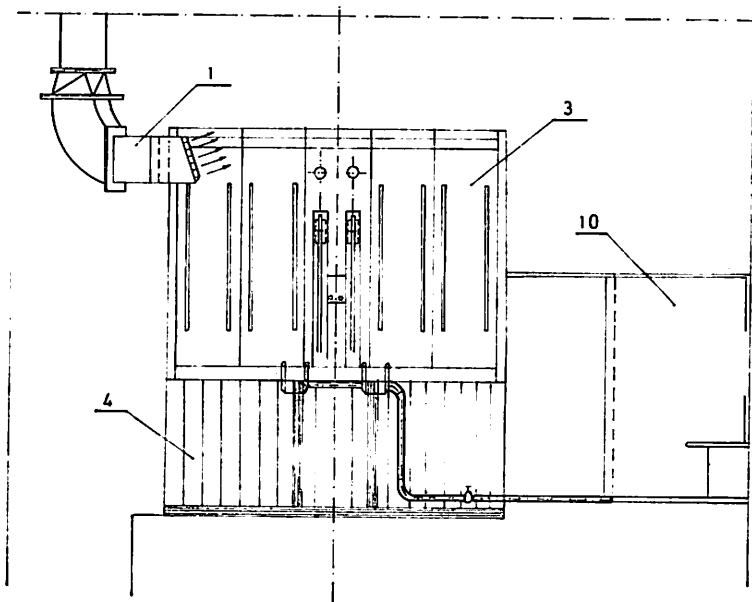
Fig. 2 — View of operators chamber.



Sl. 3 — Izgled zadnje strane kabine.

2 — tabla klirita s rukohvatom

Fig. 3 — View of chamber back side with crillite panels and hand rails.



Sl. 4 — Izgled prednje strane kabine.

1 — prošireni deo vetrne cevi za dovod svežeg vazduha u kabinu; 3 — table klirita s rukohvatom; 4 — table klirita; 10 — pomoćni deo kabine.

Fig. 4 — View of chamber front side.

Potrebna depresija na celoj dužini od dna okna do izlazne vazdušne struje na sedmom horizontu iznosi posle obračunavanja:

$$h = 350 \text{ mm VS}$$

Snaga pogonskog motora bila bi:

$$N = \frac{Q \cdot h}{102} \cdot 1,25 = \frac{3,5 \cdot 350}{102 \cdot 60} \cdot 1,25 = 25 \text{ KW}$$

Kabina za rukovaoca puništa skipova

I pored toga što bi se uspostavljanjem cirkulacije vazduha kroz deo okna ispod najnižeg horizonta, gde se nalazi i punište skipova, smanjila zaprašenost u ovom delu okna, ipak bi zaprašenost vazduha u zoni rukovaoca puništa skipova bila velika. Da bi se zaštitili rukovaoci puništa skipova od prekomerne zaprašenosti predviđa se izrada kabine za rukovaoca (sl. 2, 3 i 4).

Kabina može biti izrađena od klirita (proizvod fabrike Galenika — Beograd), čime se ne bi smanjila preglednost za rukovaoca, jer je klirit providan. Kabina bi obuhvatila ceo radni prostor rukovaoca puništa. Za slučaj intervencije van kabine, stranice kabine bi se jednostavno demontirale i opet posle intervencije lako vratile na svoje mesto.

Da bi se sprečilo unošenje zaprašenog vazduha u kabinu, posebnim cevnim ventilatorom i vetrenim cevima $\phi 300$ mm ubacivao bi se svež vazduh sa nivoa IX-og horizonta u kabinu rukovaoca. Stvaranjem izvesnog natpritiska vazduha u kabini rukovaoca sprečilo bi se ulaženje zaprašenog vazduha u kabinu rukovaoca.

Ovaj način otprašivanja puništa skipova i sprečavanja zagađenja ulazne vazdušne struje, pre svega, bio bi efikasan i pouzdan, a osim toga, ne bi zahtevao velike troškove eksploatacije.

Sprečavanje izdvajanja prašine iz skipova za vreme vožnje

Za vreme vožnje skipova pri brzini 6 m/sec, imajući još u vidu da je smer kretanja skipa suprotan smeru kretanja ulazne vazdušne struje, dolazi do znatnog izdvajanja agresivne mineralne prašine iz skipova, što doprinosi prekomernoj zaprašenosti ulazne vazdušne struje.

Da bi se sprečilo, odnosno smanjilo, izdvajanje agresivne mineralne prašine iz skipova tokom njihove vožnje vršice se kvašenje rude u skipovima. Kvašenje bi se vršilo neposredno nakon punjenja skipa, a pre polaska

u okno. Kvašenjem bi se obezbedilo stvaranje jednog sloja nakvašene rude visine 4—5 cm, na vrhu utovarene rude u skipu.

Kvašenje rude u skipu bilo bi potpuno automatizovano.

Posebnim cevovodom dovela bi se voda do dve mlaznice, koje bi bile smeštene tako da raspršeni mlaz vode može potpuno prekriti odgovarajući skip. Raspršeni mlaz vode imao bi oblik pune kupe. Uključenje mlaznica vr-

šilo bi se na sledeći način. Uz poluge kojima se vrši otvaranje i zatvaranje ulaznih vrata dozera postavili bi se prekidači, kojima bi se u momentu zatvaranja vrata vršilo pobuđivanje odgovarajućeg relea. Pomeranjem ručice vrata dozera rele bi aktivirao elektromagnetni ventil.

Rele bi se tako podesio da nakon isteka 3—4 sekunde isključi iz rada mlaznice. Vreme od 3—4 sekunde je dovoljno da se mlaznicama izvrši kvašenje rude u skipu.

SUMMARY

Possibility of Dedusting the Skip Loading Point in Mine Stari Trg

S. Kisić, B.Sc. — O. Koprivica, B.Sc. — G. Jevtić, grad. technician*)

The paper deals with the solution of dedusting of the skip loading point, exemplified by Mine Trepča — Stari Trg, by which the operator is protected and pollution of inflow air is prevented. The protection of skip loading point operator, according to this solution, consists of the construction of an insulating chamber constantly supplied with fresh air in a volume required to achieve a slight overpressure, preventing penetration of polluted air into the chamber. The pollution of the inflowing air stream is prevented by a ventilation method and spraying. Separate ventilation ducts and a separate fan lead the air from the skip section, separated from the remaining part of the shaft by aluminum sheet, directly into the discharged air stream. This solution is primarily characterized by reliability.

Literatura

1. Instrukcija po kompleksnomu obespylivanju atmosfery podzemnyh rudnikov cvetnoj metallurgii. — Central'nyj naučno-issledovatel'skij i proektno-konstruktorskiy institut profilaktiki pnevmokoniozov i tehniki bezopasnosti, Sverdlovsk, 1971.
2. Nedin, V.V., Neikov, O.D., 1959: Bor'ba s pyl'ju v podzemnyh bunkerah. — Akademia nauk SSSR, Moskva.
3. Lugovskij, S.I., 1962: Provetrivanje glubokih rudnikov. — Gosgortehizdat, Moskva.
4. Jokanović, B., 1960: Provetranje rudnika, Beograd.

*) Dipl. ing. Slavko Kisić — dipl. ing. Obren Koprivica — dipl. tehn. Gojko Jevtić, saradnici Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

Tipska rešenja kompleksne zaštite od agresivne mineralne prašine u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom metala i nemetala

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Vladimir Ivanović

U br. 3/74, 4/74 i 1/75 ovoga časopisa prikazane su vrste zaštite od štetnosti prašine pri pojedinim operacijama izvođenja rudarskih radova. U ovom napisu prikazana je kompleksna zaštita od prašine u pojedinim fazama eksploatacije metalnih i nemetalnih mineralnih sirovina.

Uvod

Pojedinačna zaštita radnika od štetnih prašina postiže se primenom ispitane i proverene u rudarskoj praksi opreme za sprečavanje širenja prašine sa izvora njenog postanka, kod pojedinih operacija, kao i postupcima razređivanja lebdeće prašine bar do maksimalno dozvoljene koncentracije. U ovom članku biće prikazani glavni tipovi kompleksne zaštite u pojedinim fazama procesa eksploatacije mineralnih sirovina, koje se sastoje od raznih vrsta zaštite za odnosne operacije u pojedinim fazama eksploatacije mineralnih sirovina.

Tipsko rešenje kompleksne zaštite za radilišta u otvaranju, razradi i istraživanju

Sprečavanje izdvajanja prašine kod pojedinih operacija

— Minske rupe buše se bušaćim čekićima sa ispiranjem vodom uz dodavanje kvašitelja za povećanje efekta sprečavanja izdvajanja prašine. Pri tome se podrazumeva ispravan rad čekića sa optimalnom količinom i pritiskom vode i komprimiranog vazduha.

— Prilikom miniranja minske rupe začepljuju se patronama napunjenim rastvorom vode i kvašitelja. U vremenu separatnog provetravanja posle miniranja aktivira se hidropneumatski raspršivač kojim se obrazuje vo-

dena zavesa (smeša vazduha i raspršene vode), kojom se prečišćava vazдушna struja obaranjem disperzne faze prašine.

— Kod mehaničkog utovara orošavanje se vrši pomoću uređaja sa hidrauličnim raspršivačima postavljenim na utovaraču. Rad uređaja je automatizovan preko hidrauličnih ventila. Kod ručnog utovara orošavanje se vrši pomoću hidropneumatskog raspršivača.

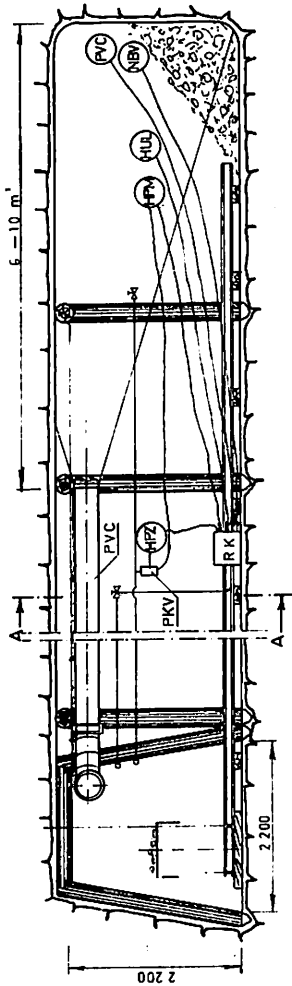
— Uzvitlavanje nataložene prašine sprečava se orošavanjem zidova prostorija i obojenog materijala hidropneumatskim orošavanjem, koji formira dug, fino dispergovan vodeni mlaz. Orošavanje se vrši povremeno, po nekoliko puta u toku smene, a u zavisnosti od konkretnih uslova na radilištu.

Dekonzcentracija lebdeće prašine do MDK ventilacionom metodom

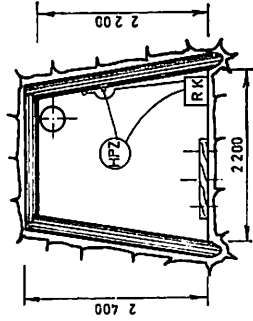
Radilišta se separatno kompresiono provetravaju delimično zaprašenom vazdušnom strujom određene brzine, koja omogućuje prirodno taloženje bez sekundarnog podizanja nataložene prašine. Količina vazduha se računa za dve karakteristične situacije zaprašenosti.

— Količina vazduha za dekoncentraciju lebdeće prašine posle miniranja:

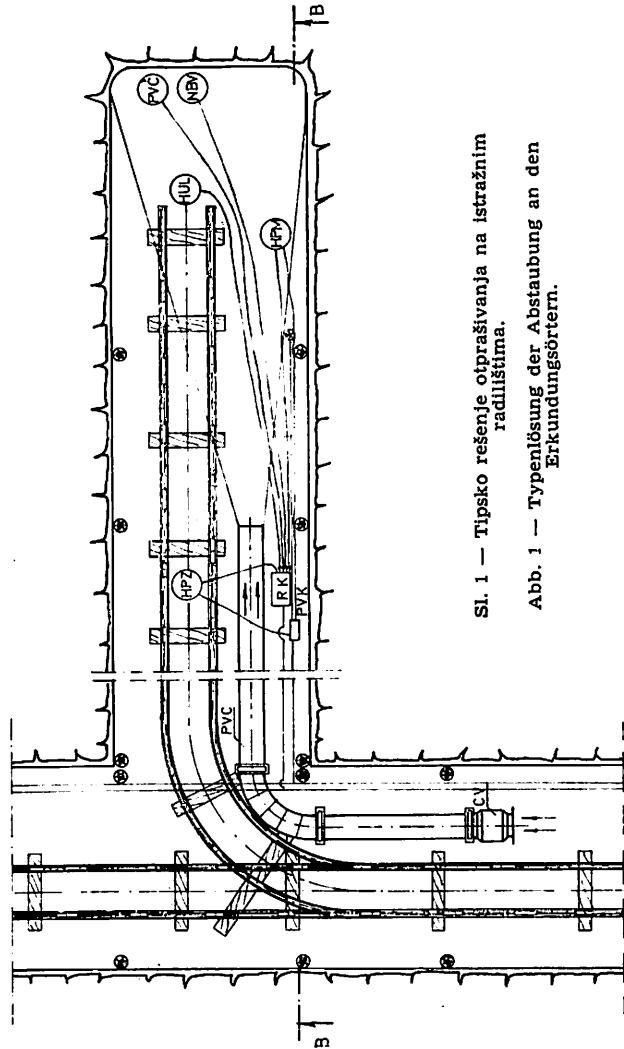
$$Q = \frac{S}{60 t} \sqrt{\frac{1 \cdot L^2}{p^2} \cdot \frac{n_0 - n'_0}{n - n'_0}} \quad (\text{m}^3/\text{sec}) \quad (1)$$



PRESEK B-B



PRESEK A-A



Sl. 1 — Tipsko rešenje otprašivanja na istražnim radištitima.

Abb. 1 — Typentlösung der Abstaubung an den Erkundungsortern.

LEGENDA :

- (NBV) : ORGALIZOVANO BUŠENJE SA VODOM
- (PVC) PUNJENJE MINSKIH BUSOTINA VODENIM ČEPOM
- HIDRAULIČNI RASPRŠIVAČ ZA OROŠAVANJE PRI
- UTOVARU UTOVARNOM LGPOM
- (HUL) HIDROPEUMATSKI RASPRŠIVAČ ZA OROŠAVANJE
- POVRŠINA SA NATALOŽENOM PRAŠINOM
- (HPN) HIDROPEUMATSKI RASPRŠIVAČ ZA OBARANJE
- PRAŠINE PRI MINIRANJU
- (HPZ) UREĐAJ ZA RAZVOD VODE NA RADIŠTU
- (RKK) PRIKLJUČAK ZA MREŽU KOMPRESIRANOS
- (PKV) VAZDUHA
- C.V CEVNI VENTILATOR
- PVC PLASTIČNA ČEV ZA SEPARATNO PROVEJR

gde je:

- S — poprečni presek prostorije, m²
- t — vreme provetravanja posle miniranja, min
- L — dužina slepe prostorije, m
- l — rastojanje od kraja ventilacione cevi do čela radilišta, m
- p — koeficijent gubitaka vazduha kroz ventilacionu cev.

— Količina vazduha za dekoncentraciju lebdeće prašine za vreme bušenja i utovara:

$$Q = \frac{I}{n - n'_0} \quad (\text{m}^3/\text{sec}) \quad (2)$$

gde je:

- I — intenzitet izdvajanja prašine, mg/sec
- n — maksimalno dozvoljena koncentracija, mg/m³
- n'₀ — koncentracija prašine u ulaznoj struji, mg/m³.

Za dimenzionisanje uređaja za separatan provetravanje usvaja se veća količina vazduha.

Količina i razvod vode

Prilikom dimenzionisanja vodovodne mreže za razvod vode, potrošnja vode se računa prema potrebama za pojedine kapacitete i broju potrošača koji jednovremeno rade. Na radilište se postavlja zajednički razvodni uređaj od kojeg se voda razvodi do svih potrošača vode. U njemu se regulišu pritisak i protok vode. Razvodni uređaj se priključuje na jamsku vodovodnu mrežu. Priprema rastvora kvašitelja se vrši u centralnoj stanici na početku jamske razvodne mreže.

Količina i razvod komprimiranog vazduha

Hidropneumatski raspršivači ne utiču na ukupni kapacitet jamskog razvoda komprimiranog vazduha. Njihovo uključivanje je predviđeno za vreme u kome ne rade bušači čekići i utovarači koji troše veće količine komprimiranog vazduha. Hidropneumatski raspršivači su na jamsku razvodnu mrežu priključeni posebnim priključkom kojim se regulišu pritisak i protok.

Opisano tipsko tehničko rešenje sa dispozicijom predviđene opreme i uređaja prikazano je na sl. 1.

Tipsko rešenje kompleksne zaštite za otkopna radilišta

Sprečavanje izdvajanja prašine

— Kod bušenja minskih rupa postupak je isti kao i u pomenutom slučaju.

— Prilikom miniranja primenjuje se postupak koji je dat u pomenutom slučaju.

Zaštita pri utovaru samohodnim utovaračima je ista kao i u opisanom prethodnom slučaju.

Kod skreperskog utovara hidraulični ventili se postavljaju van utovarača, a njihov rad je automatizovan blokiranjem pogonskim bubnjem skrepera. Sprečavanje uzvitlavanja nataložene prašine postiže se kao i u već pomenutom slučaju.

Dekoncentracija lebdeće prašine na MDK

U zavisnosti od geometrijskih karakteristika prostorija provetravanje radilišta je protočno ili pomoću uređaja za separatan provetravanje. Ponekad se primenjuje režim provetravanja delimično zaprašenom vazdušnom strujom sa prirodnim taloženjem i bez sekundarnog uzvitlavanja nataložene prašine.

— Količina vazduha za dekoncentraciju lebdeće prašine posle miniranja se računa po obrascu:

$$Q = \frac{V}{K_m \cdot 60 t} \cdot 1 g \frac{n_0}{n - n'_0} \quad (\text{m}^3/\text{sec}) \quad (3)$$

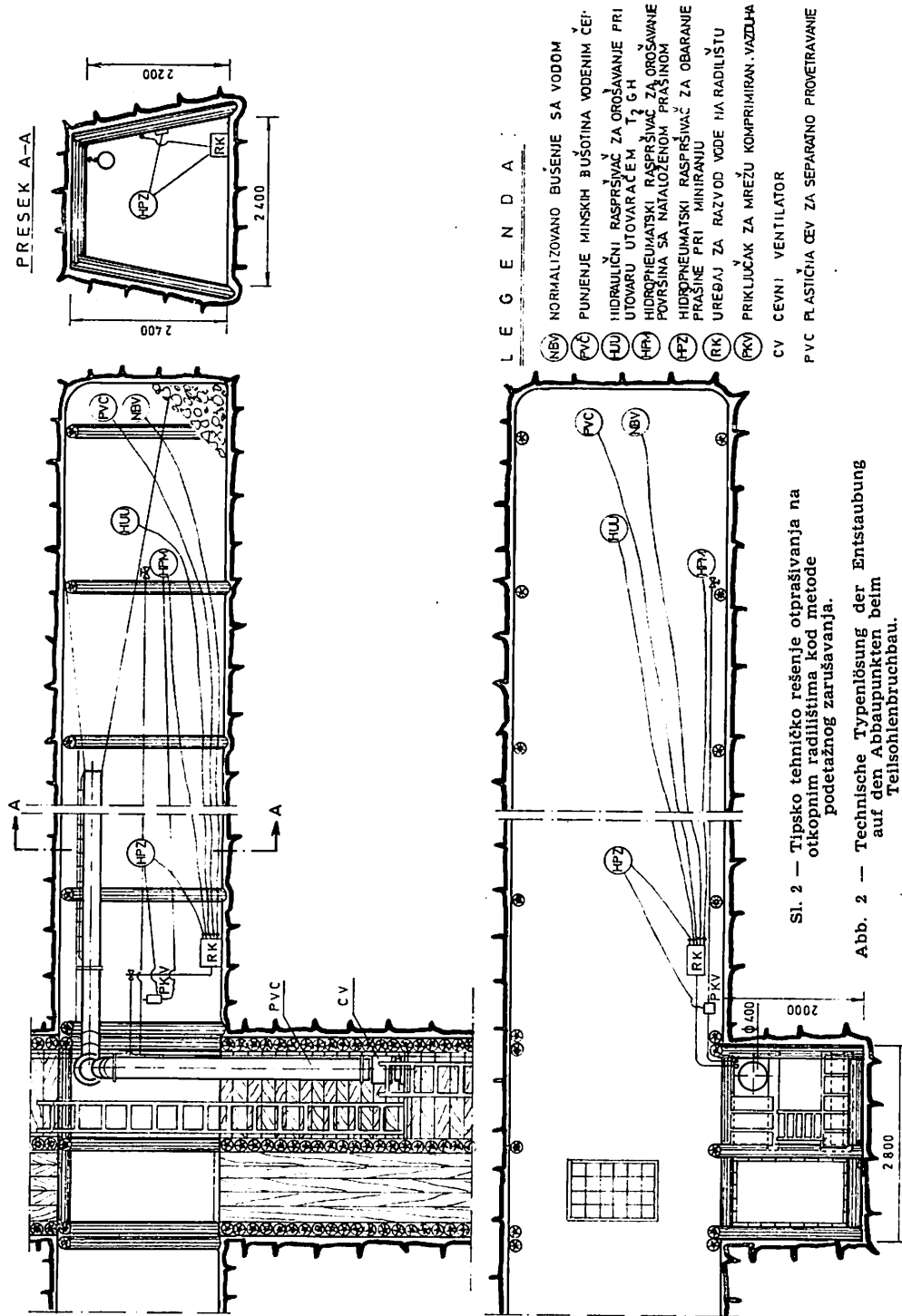
gde je:

- V — zapremina prostorije koja se provetrava, m³
- K_m — koeficijent iskorišćenja vazdušne struje na radilištu
- t — vreme provetravanja posle miniranja, min
- n₀ — početna koncentracija prašine posle miniranja, mg/m³.

— Količina vazduha za dekoncentraciju lebdeće prašine za vreme bušenja i utovara:

$$Q = \frac{I}{K_m (n - n'_0)} \quad (\text{m}^3/\text{sec}) \quad (4)$$

Od ove dve količine usvaja se veća količina vazduha. Osnovni parametri za proračun su početna koncentracija (n₀), intenzitet iz-



dvajanja prašine (I), MDK (n) i koeficijent iskorišćenja vazdušne struje (K_m). Početna koncentracija se određuje računskim putem, a intenzitet izdvajanja merenjem uz primenu odgovarajućeg postupka za sprečavanje izdvajanja prašine. MDK se dobija iz jednačine u standardu JUS Z.BO.001 prema srednjem procentualnom sadržaju slobodnog SiO_2 u lebdećoj prašini. Koeficijent iskorišćenja se određuje eksperimentalno i računski. U proračun ne treba ulaziti sa vrednostima ispod $K_m = 0,8$, a što obavezuje na traženje najpovoljnijih geometrijskih karakteristika radilišta kod pojedinih metoda otkopavanja.

Količina i razvod vode

Isto kao i u tipskom rešenju za radilišta u otvaranju, razradi i istraživanju.

Količina i razvod komprimiranog vazduha

Isto kao i u tipskom rešenju za radilišta u otvaranju, razradi i istraživanju.

Na sl. 2 prikazano je tipsko tehničko rešenje sa dispozicijom predviđene opreme i uređaja na primeru podetažne otkopne metode sa zarušavanjem.

Tipsko rešenje kompleksne zaštite na pretovarnim mestima

Sprečavanje izdvajanja prašine

Na mestima pretovara orošavanje se vrši pomoću uređaja sa hidrauličnim raspršivačem. Rad uređaja je automatizovan preko hidrauličnih ventila.

Uzvitlavanje nataložene prašine sprečava se orošavanjem zidova prostorije i površina sa nataloženom prašinom. Uređaj za orošavanje je hidropneumatski raspršivač.

Aspiracioni sistem

U nekim slučajevima, naročito kod pretovarnih mesta velikog kapaciteta, gde se orošavanjem ne mogu postići potrebni efekti, neophodno je primenjivanje aspiracionog sistema. U takvim slučajevima se vrši prekrivanje izvora prašine i odsisavanje, a zatim i prečišćavanje zaprašenog vazduha. Detalji proračuna aspiracionog sistema su dati u tipskom rešenju za drobilno postrojenje.

Dekonzracija lebdeće prašine

U zavisnosti od geometrijskih karakteristika prostorije u kojoj se nalazi pretovarno mesto, provetravanje može biti protočno ili separatno. Usvojen je režim provetravanja delimično zaprašenom ulaznom vazdušnom strujom sa prirodnim taloženjem i bez sekundarnog podizanja nataložene prašine. Količina vazduha se računa pomoću jednačine (2).

Količina i razvod vode

Isto kao i u tipskom tehničkom rešenju za radilišta u stvaranju, razradi i pripremi.

Na sl. 3 je dat izgled tipskog tehničkog rešenja sa dispozicijom predviđene opreme i uređaja na primeru pretovara rude iz vagona u jamski bunker sa lokacijom pretovarnog mesta u slepoj prostoriji.

Tipsko rešenje kompleksne zaštite na drobilnim prostorijama u jami

Otprašivanje drobilnih postrojenja u jami postavljeno je na principu kompleksne zaštite, kojom se obuhvata sprečavanje izdvajanja prašine orošavanjem rude, prekrivanje izvora sa odsisavanjem prašine na mestima izdvajanja, transport zaprašenog vazduha do odvajanja ili u izlaznu vazdušnu struju. Izolovano sprovođenje zaprašenog vazduha iz sistema za otprašivanje direktno u izlaznu struju ili na površinu je povoljnije rešenje, ali je teško izvodljivo zbog lokacije postrojenja za drobljenje u blizini ulaza u jamu. U slučajevima gde to nije moguće, mora se ići na višestruko prečišćavanje, kako bi se zadovoljio kvalitet ulazne struje.

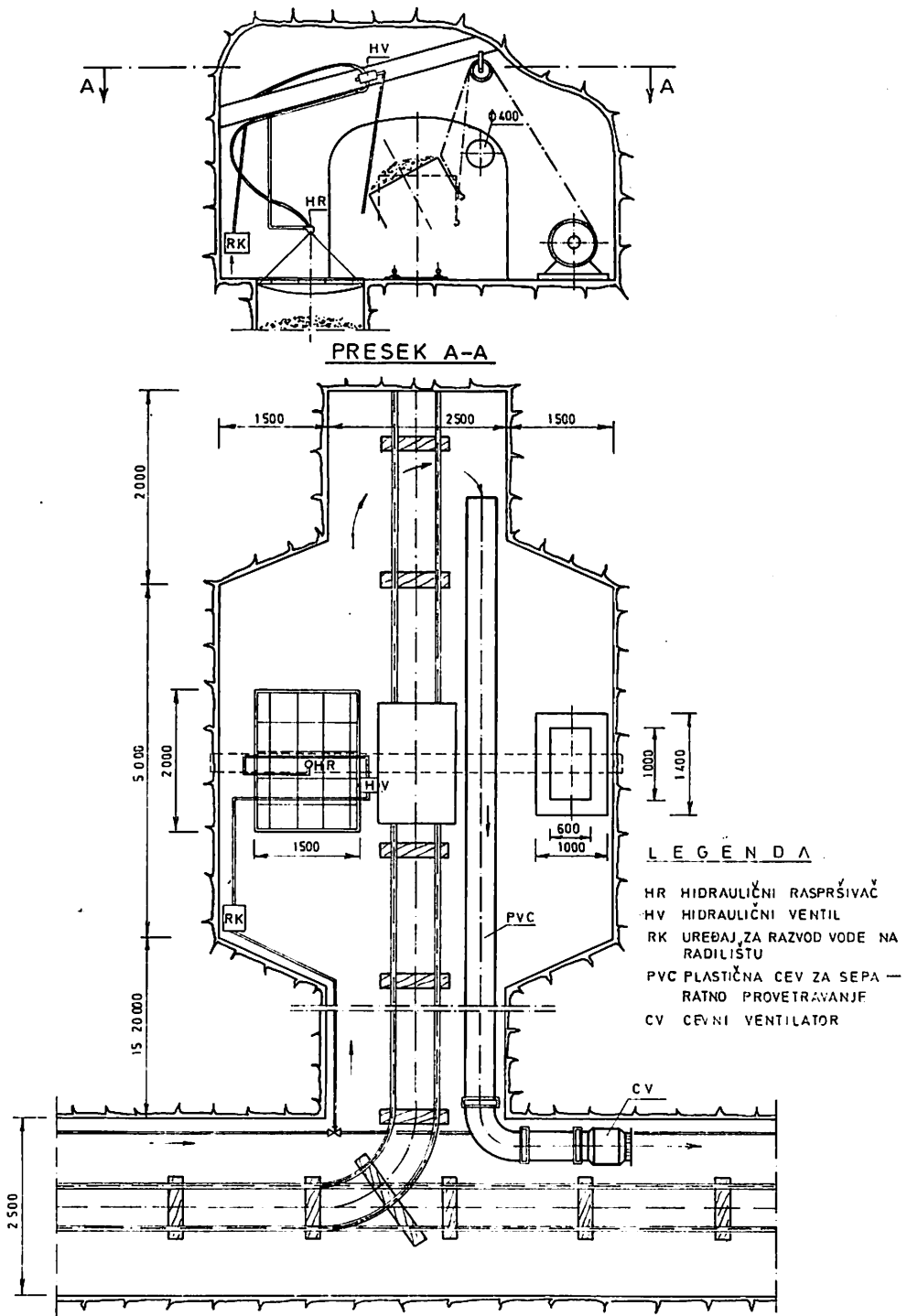
Sprečavanje izdvajanja prašine

Na presipnim mestima orošavanje se vrši pomoću uređaja sa hidrauličnim raspršivačem. Rad uređaja je automatizovan preko elektromagnetnih ventila.

Orošavanjem zidova prostorije i pranjem podova i konstrukcija sprečava se izdvajanje nataložene prašine i sekundarno zaprašivanje radne okoline. Uređaj za orošavanje i pranje je hidropneumatski raspršivač sa fino dispergovanim vodenim mlazom.

Aspiracioni sistem

Aspiracioni sistem obuhvata prekrivku, odsisne haube i cevi za transport zaprašenog



Sl. 3 — Tipično tehničko rešenje otprašivanja kod istovara rude iz vagona u jamski bunker.

Abb. 3 — Technische Typenlösung der Entstaubung bei Erzverladung aus dem Grubenwagen in den Bunker.

vazduha. Ugradnja prekrivke uz dobru hermetizaciju ima izvanredan značaj za postizanje potrebnih efekata otprašivanja i njen uticaj na ukupni efekat može ići i do 80%. Prekrivka mora imati optimalnu slobodnu zapreminu koja se obrazuje između konstrukcije izvora prašine u osnovnoj tehnologiji i zidova prekrivke. Hermetizacija se postiže stavljanjem gumenih zavesa na mestima spojeva.

Količina vazduha na svakom odsisnom mestu se određuje kao zbir količine vazduha koja dolazi sa materijalom (Q_m) i količine vazduha koja ulazi kroz površine nehermetičnosti (Q_h).

$$Q = Q_m + Q_h$$

Količine vazduha pojedinačno se određuju pomoću sledećih obrazaca:

$$Q_m = \lambda \cdot V_m F \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

gde je:

λ = koeficijent odnosa brzine vazduha nad materijalom i brzine materijala. Određuje se eksperimentalno

$$\lambda = \frac{v_r}{v_m} = 0,1 - 0,7$$

v_r = brzina vazduha nad materijalom, m/sec

v_m = brzina kretanja materijala, m/sec

F = površina poprečnog preseka žleba, m^2

$$Q_h = 0,65 \cdot F_h \sqrt{\frac{2 \cdot P}{\gamma}}$$

gde je:

F_h = ukupna površina nehermetičnosti cele prekrivke, m^2

P = srednji potpritisak ispod prekrivke, kp/m^2

γ = specifična težina vazduha koji ulazi kroz nehermetičnosti, kp/m^3 .

Zbir količina vazduha dobijenih na pojedinim odsisnim mestima predstavlja ukupnu količinu vazduha u aspiracionom sistemu.

Proračun aspiracionog sistema se vrši pomoću nomograma. Za slučaj da su poznati gubici pritiska u mreži proračun se svodi na određivanje potrebnih prečnika cevovoda

svakog ogranka, a za slučaj poznatih brzina vazduha u cevovodu određuju se prečnici i gubici pritiska. Proračun pritiska u mreži bazira na sledećoj relaciji:

$$h_m = K \cdot \varphi Q_{uk}^2 \quad (\text{kp}/\text{m}^2)$$

gde je:

$$K = \frac{\gamma}{2g} \left(\frac{4}{\pi} \right)^2 \quad \text{— nepokretljivi koeficijent}$$

$$\varphi = \frac{\lambda}{d^5} \cdot l + \frac{\sum \xi}{d^4} \quad \text{— koeficijent koji karakteriše hidraulična svojstva cevovoda}$$

Q_{uk} — količina vazduha u mreži, m^3/h

Ukupan pritisak sistema za otprašivanje dobija se iz zbira pritiska aspiracionog sistema (h_m) i odvajanja (h_o)

$$h_{uk} = h_m + h_o \quad (\text{kp}/\text{m}^2)$$

Na osnovu ukupnog pritiska (h_{uk}) i ukupne količine vazduha (Q_{uk}) vrši se izbor ventilatora.

Prečišćavanje zaprašenog vazduha

Osnovni parametar za izbor odvajanja je frakcioni stepen prečišćavanja koji se računa po obrascu:

$$t = \frac{b - c(1 - \eta)}{b}$$

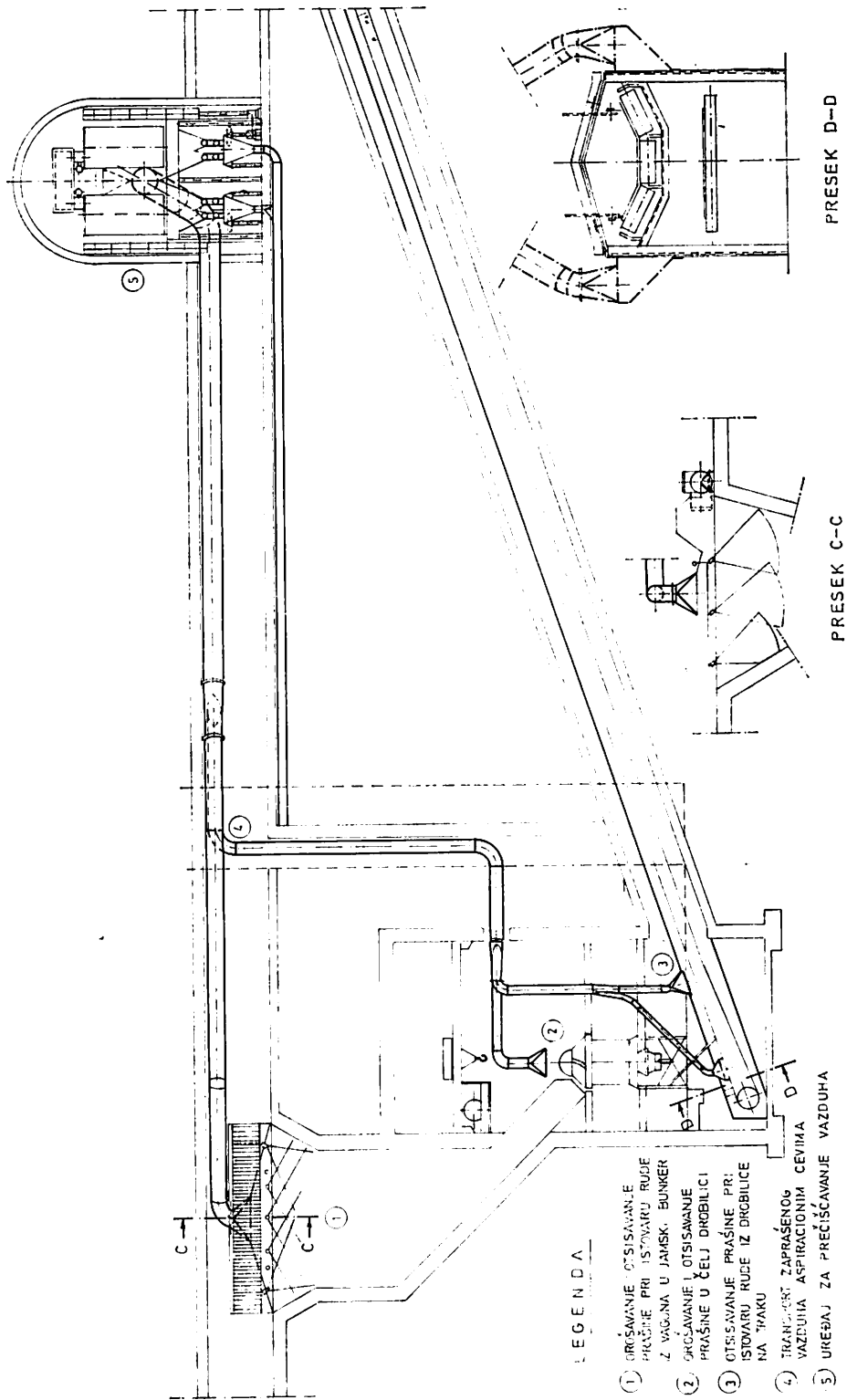
gde je:

b — sadržaj frakcije ispod 5 mikrona u uhvaćenoj prašini, %

c — sadržaj frakcije ispod 5 mikrona u očišćenom vazduhu, %

η — opšti koeficijent korisnog dejstva.

S obzirom da je koncentracija prašine u aspiracionom vazduhu oko $15 \text{ g}/\text{m}^3$, a MDK u jamskoj vazdušnoj struji oko $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ i da se traži maksimalno odvajanje najsitnije frakcije ispod 5 mikrona, računski se dobija da koeficijent korisnog dejstva praktično iznosi 100%. Takav efekat se može postići samo višestepenim odvajanjem. Dolazi u obzir sistem prečišćavanja sa postavljanjem u seriji ciklona i vrećastog filtra od tkanine i sistem sa odvajanjima tipa »Rotclon« ili »Rotōvent« i elektrofiltra sa vodom.



Sl. 4 — Tipsko tehnološko rešenje otprašivanja drobilnog postrojenja u jami.
 Abb. 4 — Technologische Typenlösung der Entstaubung bei der Grubenbrechanlage.

Količina i razvod vode i komprimiranog vazduha

Proračun se vrši prema jedinačnim kapacitetima i broju potrošača u jednovremenom radu. Pri tome se obuhvataju hidraulični raspršivači za orošavanje rude, hidropneumatski raspršivač za orošavanje i pranje podova, zi-

dova i konstrukcija i odvajajući sa vodom. Mreža razvoda vode i komprimiranog vazduha može biti samostalna ili u sastavu jamske razvodne mreže.

Opisano tipsko tehničko rešenje sa dispozicijom predviđene opreme i uređaja dato je na sl. 4.

ZUSAMMENFASSUNG

Typenlösungen des komplexen Schutzes vom aggressiven Staub in den Untertagebetrieben der Erz- und Nichterzgruben

Dipl. Ing. V. Ivanović*)

In dem Aufsatz wurden Typenlösungen des komplexen Schutzes vom aggressiven Staub in den Untertagebetrieben der Erz- und Nichterzgruben der SFR Jugoslawien dargestellt. Lösungen wurden für charakteristische Arbeitsplätze — Örter mit Arbeitsoperationen und Staubquellen, bei welchen zur Staubentstehung kommt, gegeben. Sie erfassen alle Elemente des komplexen Schutzes:

- 1) Bekämpfung der Staubentstehung den Staubquellen;
- 2) Bekämpfung der Staubaufwirbelung, abgelagert an den Stößen und am Ausbau;
- 3) Niederschlagung des Flugstaubes im Wetterstrom;
- 4) Verdünnung und Fortführung des Flugstaubes mit dem Wetterstrom.

Vorgeschlagene Typenlösungen wurden als Ergebnis nach mehrjährigen Untersuchungen, die das Bergbauinstitut Belgrad in den Erz- und Nichterzgruben durchgeführt hat, erhalten.

*) Dipl. ing. Vladimir Ivanović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd.

Kongresi i savetovanja

II Jugoslovenski simpozijum

»Planovi odbrane i spasavanja u rudnicima«

Pod pokroviteljstvom Izvršnog vijeća Skupštine Crne Gore, Jugoslovenski komitet za sigurnost i zaštitu na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji organizovao je i održao od 6 — 8. novembra 1974. godine u Budvi Simpozijum po temi »Planovi odbrane i spasavanja u rudarstvu i metalurgiji«. Simpozijumu, koji je otvorio predsednik pripremnog odbora dipl. ing. Miro Ostojić, glavni rudarski inspektor Crne Gore, prisustvovala su 143 rudarska stručnjaka privrednih organizacija, naučnih ustanova i inspeccionih organa. Pošto je predsednik Komiteta, prof. dr ing. Gvozden Jovanović, održao uvodni referat »Tehničko-organizacione mogućnosti unapređenja kolektivne zaštite u našem rudarstvu i metalurškoj industriji«, na Simpozijumu je saopšteno 18 referata iz sledećih oblasti:

I Planovi odbrane u podzemnim rudnicima

Vjekoslav Kovačević — Nusret Hadžimujić: Prikaz i analiza nekih skupnih udesa na rudnicima uglja sa poukama za izradu i sprovođenje planova odbrane

Emil Kohne: Opasnost od provale vode u Zaslavskim ugljenokopima i plan odbrane

Vladimir Pađen — Cvjetko Pajcur: Ažuriranje plana odbrane od prodora vode u jami Pićan — Istarskih ugljenokopa Raša, na osnovu statističkih hidroloških podataka

Ermin Teply: Ventilacija jame sa više vanjskih ventilatora sa aspekta sigurnosti i prijedlog za propise

Luka Sučević — Vaso Elezović — Alojz Železnik: Zaštita radnika u slučajevima pojave požara metodom kratkih spojeva i lokalnom reverzijom vazduha

Nenad Mihaldžić — Fejza Mensur — Jovan Pejčinović — Radić Janković — Miodrag Petrović: Analiza efikasnosti zaštite od egzogenih požara u planovima odbrane rudnika »Trepča« — Stari Trg

Ivan Jakovac — Seid Saračević: Samospasioci u rudnicima SR BiH

Slavko Kisić — Miloš Janjić — Predrag Redžić — Radosav Deljanin: Planovi odbrane u primerima kolektivne ugroženosti u rudnicima olova i cinka »Kišnica« i »Novo Brdo«

Ivo Marinović — Mladen Farkaš: Uloga ventilacije i ventilacionih uređaja u planovima odbrane u vezi formiranja eksploziono-opasnih zona u jamskim prostorijama

Ratko Brašnjević — Jovan Pejčinović: Mogućnost primene plana odbrane u rudnicima metala bez upotrebe samospasioca na primeru rudnika »Crnac«

Stjepan Dobranić — Branko Skrgatić — Goran Furač: Kompleksna automatizacija zaštite i pogona rudnika uz posebnu obradu automatizacije planova odbrane

II — Zaštita i planovi odbrane u eksploataciji nafte i gasa

Božo Nikolić: Zaštita od elementarnih nepogoda pri istraživanju i pri dobivanju nafte i zemnih plinova

Ispitivanja opterećenja baklji plinskih pogona

III — Protivpožarna zaštita u pogonima za hladno valjanje aluminijskih traka

Miodrag Mišurović — Dragiša Cipranić: Protivpožarna zaštita kvarto valjačkog stana za hladno valjanje aluminijskih traka u valjaonici Kombinata aluminijuma — Titograd

IV — Sistem zaštite i regulativi u oblasti zaštite

Vladimir Mažuran: Sistematizacija i kodifikacija materije u području zaštite

Autori su dali kratak prikaz svojih referata, a potom se razvila diskusija. U zaključcima Simpozijuma, koji će biti naknadno objavljeni u posebnom napisu ovog časopisa, konstatovani su u glavnom korisnost održavanja Simpozijuma, a posebno nužnost da se planovi odbrane tretiraju kao projekti za čiju izradu se moraju ispitivanjima odrediti odgovarajući parametri, a koji projekti moraju biti sastavni deo investiciono tehničke dokumentacije.

Posle održanog Simpozijuma u organizaciji Udruženja rudnika uglja Jugoslavije održana je za učesnike Simpozijuma diskusija za okruglim stolom u vezi sa problemom upotrebe plastičnih masa u rudnicima, a naročito traka i cevi od plastičnih masa zbog opasnosti paljenja metana iskrom pražnjenja statičkog elektriciteta, odnosno opasnosti od požara usled zapaljenja plastične mase kod određenih temperatura. Prikaz ove diskusije biće objavljen u posebnom napisu u narednom broju ovog časopisa.

I. T.

Konferencija o nemetalima

Pod pokroviteljstvom Privredne komore SR Hrvatske i Sindikata radnika industrije i rudarstva Jugoslavije, Savet za industriju i rudnike nemetala privredne komore Jugoslavije, Jugoslovenski komitet za pripremu mineralnih sirovina organizovali su i održali novembra 1974. godine u Opatiji Konferenciju o nemetalima, na kojoj je saopšteno ukupno 37 referata.

Posle uvodnog referata dipl. ing. Branislava Slavkovića »Ekonomski položaj rudnika SFR Jugoslavije«, rad konferencije odvijao se u sekcijama u kojima je saopšteno 25 referata iz oblasti površinske eksploatacije i 11 iz oblasti pripreme nemetalnih mineralnih sirovina. Među

ovim referatima od posebnog interesa za zaštitu pri radu i sigurnost u rudnicima bili su referati:

— Josip Kersnik: Određivanje osnovnih parametara miniranja novom metodom »pokusno miniranje sa linearnim povećanjem izbojnice«

— Jurij Ivanetič: Nesreće sa eksplozivom u SR Sloveniji u 1972, 1973. i 1974. godini posledica su nepoštovanja osnovnih principa sigurnosti rada kod skladištenja i manipuliranja sa njima

— Miralem Mehmedović: Analiza higijensko-tehničkih mjera zaštite (HTZ) od industrijske mineralne prašine.

I. T.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Nova cevčica za ispitivanje sumpor-dioksida

Za brzo i jednostavno utvrđivanje sadržaja sumpor-dioksida u dimnim gasovima postrojenja za loženje razvio je Drägerwerk, Lübeck ispitnu cevčicu »SO₂ 50/a«. Njen princip reakcije počiva na oksidaciji sumpor-dioksida u sumpornu kiselinu. Indikacija se vrši pomoću kiselinskog indikatora, koji se kreće od plavo-sivog ka žutom. Područje merenja nove ispitne cevčice prostire se od 50 do 5000 ppm sumpor-dioksida, to odgovara sadržaju sumpor-dioksida od 133 do 13350 mg/m³ dimnog gasa.

Glückauf 110 (1974) 22, 925

Emisiona zaštita sistemom NHK

Prema ispitivanjima firme Niemann + Hofmann nedovoljan transportni kapacitet postrojenja za otpašivanje je često uzrok emisija za dim i prašinu, bolje reći, uređaji za odsisavanje dimnih gasova i prašine ne zahvataju ih sve, jer se ne vodi dovoljno računa o fizikalnim zakonitostima malog radijalnog dometa usisne promaje. Ovde treba da pomogne patentom zaštićeni sistem NHK: ugrađivanjem, u obliku žaluzija postavljenih- pomerljivih lamela raspodeljuje se usisna promaja na veće površine. Tako deluje taj sistem kod poklopaca za usisavanje na utovarnim mestima do sve do ispod poklopca i to u postrojenjima za odsejavanje i obuhvata potpuno hale. Tim sistemom se mogu evt. uštedeti usisna mesta.

Glückauf 110 (1974) 24, str. 1006

Džepni uzorkovač vazduha (5)

Ne veći od paklice cigareta, lični džepni uzorkovač vazduha proizvodnje Rotheroe & Mitchell Limited (6/8 Aintree Road, Greenford, Middlesex) ispitaće zagađenje vazduha u većini indus-

trijskih sredina. Ovaj model, L2, težak samo 2 funte i 70 unci (1.100 grama) ima filtarsku glavu koja se pričvršćuje na bluzu, preklop kombinezona ili zaštitni šlem. Omogućuje uzorkovanje vazduha na nekoliko cola od lica operatera, obezbeđujući tačno očitavanje vazduha koji udiše radnik. L2 radi na sopstvenu bateriju koja se puni. Količina protoka vazduha koji se uzorkuje je podešljiva u rasponu od 0,5 do 3,0 litara na minut i postoji veliki broj filter papira za ispitivanje prašine, hemijskih para i drugih oblika zagađenja vazduha.

Provetravanje južnoafričkih rudnika zlata

Mine Ventilation Society of South Africa, 1974. Izdavački odbor: J. H. J. Barous, R. Hemp, F. H. Lankaster, J. H. Kvilijam, 485 strana.

Izuzetno teški uslovi sredine koji vladaju u južnoafričkim rudnicima zlata — kombinacija velikih radnih dubina, visoke temperature netaknutih stena u dubini, zasićene atmosfere pošto se voda koristi za obaranje štetne silikatne prašine, niskog stupnja mehanizacije ispod zemlje, a time veliki broj radnika — nagomilali su se tokom godina tako da je provetravanje južnoafričkih rudnika zlata dobilo veoma važan status. Ovo je dovelo do toga da su praksa provetravanja i tehnologija od prioritete važnosti i u nekim granama — na primer, korišćenju uređaja za hlađenje velikog kapaciteta u dubinama — Južna Afrika vodi u svetu.

Za one neupoznate sa uslovima u rudnicima zlata, napominjemo da je prosečna temperatura mokre tikvice u otkopu tokom letnjih meseci nešto viša od 29°C (84°F).

Južnoafričko udruženje za provetravanje rudnika je pre izvesnog vremena uočilo da postoji izraziti nedostatak knjige o provetravanju napisane posebno za uslove u rudnicima zlata. Ova knjiga je popunila tu prazninu i predstavlja

skup od 21 glave napisane od strane 16 autora, od kojih su svi stručnjaci za neki poseban aspekt provetravanja rudnika zlata.

Sadržaj knjige obuhvata široki spektar. Počinje sa dužnostima i organizacijom ventilacione službe, preko prašine (njenih izvora, kontrole i uzorkovanja) do izvora toplote i njenih uticaja. Tri početna poglavlja se nastavljaju esejima o postojanom prenošenju toplote i elementarnoj termodinamici. Zatim sledi poglavlje o rashladivanju. Tretiraju se i protok vazduha i njegovo merenje, izrada ventilatora, požari i komprimirani vazduh. Ima i priloga o termodinamičkom pristupu provetravanju runika i glavnoj i pomoćnoj ventilacionoj praksi.

Svako poglavlje ima kratak, koristan sadržaj a na kraju sledi literatura i bibliografija. Postoji veliki broj crteža odličnog kvaliteta u celoj knjizi.

Knjiga je najsavremenija i pominje neke nove pristupe u suzbijanju fizioloških efekata toplote koji su se nedavno pojavili. »Mikro-sredinski« pristup je jedan od onih koji najviše obećava, odnosno umesto hlađenja čoveka povećavanjem količine protoka vazduha i snižavanjem temperature vazduha, snižava direktno čovekovu temperaturu ledenim kaputom koji nosi tokom cele smene.

Opiti su izvršeni uspešno na temperaturama mokre tikvice od 34°C i probe šireg obima sa ovim kaputima su sada u toku.

Predviđa se da sa produbljivanjem rudnika zlata čak i znatno povećani izdaci na provetravanje neće održati temperaturu mokre tikvice ispod 32°C, a možda će dostići i 36°C. Pod ovakvim uslovima »mikro-klimatski« pristup će morati da se usvoji.

Za čitaoce van južnoafričke industrije zlata, knjizi nedostaje poglavlje o gasovima (u nekim rudnicima zlata u Free State metan se javlja ali se obrađuje u drugoj publikaciji) i ne obuhvata i neke druge ventilacione probleme, kao izduvne gasove od dizela, gasove od miniranja, samozapalivanja — ali se većina ovih problema ne sreće u rudnicima zlata u Južnoj Africi. Neosporno, dobar deo ove knjige je od fundamentalnog značaja za zainteresovane za provetravanje, pa može da posluži kao osnovni udžbenik za ventilaciju i van Južne Afrike.

Mining magazine — novembar 1974 — str. 396 (8)

Neelektrični sistem za paljenje mina

Sistem za koji se tvrdi da je imun prema elektricitetu, gmljavini, radiu i radaru, trzajima i drugim pojavama (koje mogu da iniciraju slučajnu eksploziju u električnom sistemu) razradila je švedska kompanija Nitro Nobel AB, Gytrop.

Ovaj neelektrični sistem za paljenje eksploziva za koji se tvrdi da gotovo eliminiše nesreće, dok u isto vreme radikalno uprošćava operaciju miniranja nazvan je Nonel. Sadrži detonator konvencionalnog tipa, prenosnu čauru sa prik-



Spajanje Nitro Nobel Nouel jedinice je prosta operacija pri kojoj rudar spaja u rukavicama.

ljučnim blokom i odgovarajući komad nonel cevi. Ova cev se sastoji od providnog plastičnog omotača spoljnog prečnika 3 mm. Unutrašnjost je obložena reaktivnim prahom male koncentracije. Udarni talas se pokreće specijalnim startnim pištoljem i putuje kroz cev, javljajući se u samom detonatoru u obliku plamenog jezička, koji pali kapislu.

Nonel je zatvoreni sistem prema Nitro Nobelu. Svaku bušotinu opslužuje poseban Nonel uređaj i jednostavnom ručnom operacijom se svaka jedinica prikopčava za prethodnu. Impuls paljenja, kada je pokrenut, prenosi se iz jedinice u jedinicu preko priključnih blokova. Nekoliko rundi može da se otpuca istovremeno. Pošto je ovaj sistem neelektričan, nije potrebno nikakvo uravnoteženje ili kontrola instrumenata.

Nonel jedinice se isporučuju u plastičnim vrećama od po 10 jedinica sa detonatorima sa istim oznakama intervala. Canadian Industries, Ltd., Odeljenje za eksplozive je nedavno zaključilo licencu za proizvodnju i prodaju Nonel sistema u Kanadi i na strani. Proizvod će biti u prodaji na kanadskom tržištu koncem ove godine.

Mining magazine — oktobar 1974 — str. 325 (7)

Bibliografija

Kongres o jamskoj ventilaciji (Mine Ventilation Congress)

»S. Afr. Mining and Eng. J.«, 86 (1974) 4094, str. 6, (engl.)

Hangel'djan, S. P.: **Određivanje mesta postavljanja ventilatora koji rade u nizu na cevovima uz uslov obezbeđenja minimuma toplotne energije** (Opredelenie mest ustanovki na vozduhoprovide posledovatel'no rabotajuščih ventiljatorov pri uslovii obespečenija minimuma zatrat energii)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1974) 9, str. 61—64, (rus.)

- Kertikov, V.: **Metodika proračuna temperature vazduha pri kombinovanoj šemi lokalnog provetravanja u slučaju kada je potisni ventilator postavljen na početku hodnika** (Metodika za izčisljavanje temperaturata na v'zduha pri kombinirana shema na mestno provetjavane, kogato nagnetatenijat ventilator e montiran v načaloto na izrabortkata)
»Rudodobuv«, 28 (1973) 9, str. 7—10, (bug.)
- Borowski, J., Przeczek, B. i dr.: **Faktori koji utiču na pogoršanje sastava vazduha pri otkopnim radovima sa obrušavanjem krovine u svetlu ispitivanja obavljenih u jami Rumer** (Czynniki wypwajace na pogorszenie skladu powietrza przy wybieraniu scian z zawalem stropu w swietle badan wykonanych w kopalni Rymer)
»Prz. górniczy«, 30 (1974) 6, str. 349—358, (polj.)
- Patrušev, M. A., Karnauh, N. V.: **Stabilnost provetravanja rudnika uglja** (Ustojčivost' provetrivanija ugol'nyh šaht)
»Nedra«, M., 1973, (knjiga na rus.)
- Frolov, M. A. i Potaturin, A. Ja.: **Sinteza optimalnih ventilacionih sistema rudnika uglja metodom ekonomsko — matematičkog modeliranja** (Sintez optimal'nyh ventiljacionnyh sistem ugol'nyh šaht metodom ekonomiko-matematičeskogo modelirovanija)
»IVUZ. Gornyj ž.«, (1974) 9, str. 45—50, (rus.)
- Fedorov, N. A., Vagapov, M. S. i Ignatov, E. V.: **Po pitanju pripremanja otkopnih polja bez stubova sa direktnim provetravanjem radilišta** (K voprosu bescelikovoj podgotovki vye-močnyh polej s prjamotočnym provetrivaniem očistnyh zaboev)
»Sb. nauč. tr. Kuzbas. politehn. in-t«, (1974) 63, str. 66—70, (rus.)
- Bykova, Z. S.: **Uticaš šema otkopavanja i postupaka provetravanja na opasnost od požara kod jamskih polja** (Vlijanie shem i sposobov provetrivanija na požaroopasnost otrabotki šahtnyh polej)
»Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. prom-sti«, 22 (1974), str. 22-29, (rus.)
- Kropancev, A. M., D'jakov, V. V. i dr.: **Postupak provetravanja punktova za utovar vagoneta** (Sposob provetrivanija punktov zagruzki vagonetok)
(Centr. n.-i. i proekt. — konstruk. in-t profilaktiki pnevmokoniozov i tehn. bezopasn.)
Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 1/00, E 21 f 5/00, Nr. 381791, prijav. 8. 12. 71, objav. 2. 08. 73.
- Kostin, V. A.: **Ispitivanje stabilnosti potisno-uisnog provetravanja jame** (Issledovanie ustojčivosti nagnetatel'no-vsasyvajuščego provetrivanija šahty)
»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 99—107, (rus.)
- Mücke, G.: **Postupak za provetravanje širokih čela pomoću dva hodnika sa svežim vazduhom i jednim hodnikom za odvod vazduha i podgra-**
- divanje hodnika za dovod vazduha** (Verfahren zur Bewetterung von Strebbetrieben mit zwei Frieschwetterstrecken und einer Abwetterstrecke und Streckenausbau für die Abwetterstrecke) (Bergwerksverband GmbH)
Patent SR Nemačke, kl. 5 d 1/00, (E 21 f 1/00, E 21 c 41/04), Nr. 2143147, prijav. 28. 08. 71, objav. 25. 04. 74.
- McPherson, M. J.: **Promena tehnike projektovanja ventilacije** (The changing techniques of ventilation planning) »Mining Eng«, (Gr. Brit.), (1974) 165, str. 509—516, diskus. 516—517, (engl.)
- Beresnevič, P. V., Nikolin, G. Ja. i dr.: **O kretanju vazdušnih struja u zoni rada na površinskim otkopima** (O dviženii vozdušnyh potokov v zone raboty ekskavatorov v kar'erah)
»Fiz. — tehn. probl. razrabotki polezn. iskopaemyh«, (1974) 4, str. 143—146, (rus.)
- Rogalev, V. A. i Gul', Ju. V.: **O celishodnosti određivanja optimalnog profila kosina površinskih otkopa u cilju njihove efikasne aeracije** (O celesoobraznosti sozdanija optimal'nogo profilja bortov kar'erov s cel'ju ih effektivnoj aeracii)
U sb. »Probl. ohrany truda«, Kazan', 1974, str. 305—306, (rus.)
- Ušakov, K. Z., Silaev, V. V. i Starostin, I. I.: **Po pitanju prirodnog provetravanja površinskih otkopa** (K voprosu estestvennogo provetrivanija kar'erov)
U sb. »Probl. ohrany truda«, Kazan', 1974, str. 304—305, (rus.)
- Radčenko, G. A., Sagimbaeva, G. M. i Stepanov, V. V.: **Aerodinamički režimi pri aktivaciji provetravanja ustavnih zona na površinskim otkopima sa ventilacionim uređajima koji su postavljeni na vrhu** (Aerodinamičeskie režimy pri aktivaciji provetrivanija zastojnyh zon kar'erah s verhnim raspoloženiem ventiljacionnyh ustanovok)
In-t gorn. dela AN KazSSR. Alma-Ata, 1974, 20 str., il., 14 bibl., (Rukopis dep. u VINITI 3 okt. 1974, Nr. 2560—74 Dep.)
- Jarembas, I. F., Mácha, J. i Otáhal, A.: **Konvekciono — difuzioni (turbulentni) prenos štetnih primesa jamskog vazduha u jamskim prostorijama** (Konvektivné-difusni (turbulentni) přenos jedovatých příměsí dulních větru v dulních dílech)
»Sb. věd. pr. VŠB Ostravě R. Horn.-geol.«, 19 (1973) 3, str. 57—71, (češ.)
- Mihajlenko, V. M.: **Metode proračuna jamskih ventilacionih sistema primenom elektronskih računara** (Metody rasčeta šahtnyh ventiljacionnyh sistem s primenienim EVM) Kiev, Tehnika, 1974, 112 il. (knjiga na ruskom).
- Rjazancev, G. K. i Sarkisova, N. I.: **Povećanje efektivnosti algoritma proráčuna ventilacionih mreža za operativno upravljanje provetravanjem jama** (Povyšenie effektivnosti algo-

ritma rasčeta ventilacionnyh setej dlja operativnogo upravljenja provetrivanjem šaht) In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1974, 8 str., il., 2 bibl. pod. (Rukopis dep. u VINITI 9 sept. 1974, Nr. 2442—74 Dep.)

Klebanov, F. S.: **Problem izrade racionalnih jamskih ventilacionih mreža** (Problema konstruirivanja racional'nyh šahtnyh ventilacionnyh setej) »Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 89-94, (rus.)

Trop, A. E., Karaljus, A. A. i Tokpanov, E. D.: **Matematički model ventilacione mreže rudnika uglja koji obiluju gasom** (Matematičeskaja model' ventilacionnoj seti gazovyh ugol'nyh šaht) »Tr. Sverdl. gorn. in-ta«, 1974, vyp. 111, str. 111-116, (rus.)

Pučkov, L. A., Kosarev, V. D. i Rusin, S. A.: **Ispitivanje i razrada metoda proračuna parametara ventilacije rudnika u uslovima primene opreme na dizel-pogon** (Issledovanie i razrabotka metodov rasčeta parametrov ventilaciji rudnikov v uslovijah primenenija dizel'nogo obozrudivanija) U sb. »Probl. ohrany truda«, Kazan', 1974, str. 309, (rus.)

Masljaev, A. E. i Lindenau, I. N.: **Odredivanje gubitaka vazduha kroz otkopani prostor pri direktnim šemama provetravanja** (Opredelenie uteček vozduha čerez vyrabotannoe prostranstvo pri prjamotočnyh shemah provetrivanja) »Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. promsti«, 22 (1974), str. 17—22, (rus.)

Mjasnikov, A. A.: **Odredivanje optimalnih gubitaka vazduha kroz ventilacione uređaje** (Opredelenie optimalnyh uteček vozduha čerez ventilacionnye sooruzenija) »Tr. Vost. NII po bezopasn. rabot v gorn. promsti«, 22 (1974), str. 5—16, (rus.)

Roszczyński, W., Waclawik, J.: **Uticaj gustine vazduha na pravac kretanja i utrošak vazduha u jamskim prostorijama** (Wplyw gestosci powietrza na kierunek ruchu i wydatek przeplywu w wyrobiskach kopalnianych) »Arch. górń.«, 19 (1974) 2, str. 97-115, (polj.)

Fes'kov, M. I., Kolodočka, Ja. V. i dr.: **Recirkulaciona šema čišćenja vazduha ektori- ma sa uduvavanjem vazduha pri miniranju** (Recirkulacionnaja shema očistki vozduha vodovozdušnyh ektorami pri vzryvnyh rabotah) »Šahtn. str-vo«, (1974) 10, str. 14—15, (rus.)

Ermilov, I. A., Kofanov, M. P. i Petrov, V. I.: **Jamski ventilacioni uređaj** (Šahtnaja ventilatornaja ustanovka) Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 1/08, Nr. 411212, prijav. 20. 08. 71, objav. 16. 05. 74.

Bagrinovskij, A. D., Kuz'mina, T. A. i dr.: **Automatski uređaj za kontrolu režima kiseonika u jamskoj i rudničkoj atmosferi** (Avtoma-

tičeskoe ustrojstvo dlja kontrolja kislorodnogo režima šahtnoj i rudničkoj atmosferi) (N. proiz. obėdin. »Agropribor«) Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 17/18, Gol n 27/48, Nr. 410167, prijav. 25. 02. 72, objav. 8. 05. 74.

Tjan, R. B., Lysenko, V. N. i Večerov, V. T.: **Izbor vremena snimanja informacije u sistemu upravljanja provetravanjem jame korišćenjem elektronskog računara** (Vybor perioda šema informacij v sisteme upravljenja provetrivanjem šahty s ispol'zovanjem ECVM) »Ugol' Ukrainy«, (1974) 10, str. 41—42, (rus.)

Zubov, R. V.: **Uticaj koncentracije rudarskih radova na aerodinamičke parametre tehnoloških zona** (Vlijanie koncentracii gornyh rabot na aero dinemičeskie parametry tehnoložičeskijh učastok) »Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 94—99, (rus.)

Beskrovnyj, V. I. i Mirošničenko, V. H.: **O dinamičkoj sličnosti pri modeliranju aerodinamičkih procesa u jamskim prostorijama** (O dinamičeskom podobii pri modelirovanii aerogazodinamičeskijh processov gornyh vyrabotkah) »IVUZ. Gornyj ž.«, (1974) 9, str. 58—60, (rus.)

Holek, S.: **Grafička metoda prognoziranja temperature jamskog vazduha** (Graficzna metoda prognozovanja temperatury powiertza koplaniennego) »Prz. gorniczy«, 30 (1974) 6, str. 19—22, (polj.)

Suslov, A. D., Čižov, B. D. i dr.: **Analiza kondicionera za jamsku ventilaciju sa uređajima za ekspanziju vazduha** (Analiz kondicionerov podzemnogo ventilirovanija s vozdušnyh rasširitel'nyh mašinami) U sb. »Probl. ohrany truda«, Kazan', 1974, str. 309—310, (rus.)

Howes, M. J.: **Optimizacija i projektovanje sistema kondicioniranja u rudnicima nikla Falconbridge i Fast Falconbridge** (Optimisation and design of underground refrigeration at Falconbridge and East mine Falconbridge Mickel Mines Limited) »J. Mine Vent. Soc. S. Afr.«, 27 (1974) 7, str. 93—107, (engl.)

Petrovskaja, I. V.: **Mikroklima podzemnih prostorija u uslovima krajnjeg severa** (Mikroklimat podzemnyh vyrabotok v uslovijah Krajnjego Severa) »Sb. naučn. tr. Mosk. NII gigieny«, 1972, vyp. 20, str. 36—38, (rus.)

Mylkin, Ju, V.: **Zavisnost sadržaja metana u izlaznim strujama otkopnih zona od rada mehanizama za otkopavanje** (Zavisimost' soderžanija metana v ishodjaščih strujah vyemočnyh učastkov ot raboty dobyčnyh mehanizmov) »Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 59—63, (rus.)

Kirov, A. P.: Izdvajanje metana na radilištima u zavisnosti od nekih faktora (Metanovydelenie iz otčistnyh zaboev v zavisimosti ot nekotoryh faktorov)

U sb. »Soveršen. tehn. i tehnol. podzemn. dobyči uglja v Čeljabin. bassejne«, Kiev, 1974, str. 46—48, (rus.)

Cybulski, W. i Myszo r, H.: Pokušaj određivanja opšte zavisnosti između izdvajanja metana i obima dobijanja uglja (Próba okreslenia ogólnej zalezności wydzielania metanu od wielkości wydobycia)

»Arch. górń., 19 (1974) 2, str. 145—155, (polj.)

Banerjee, B. D., Bandopadhyay, P. K. i dr.: Ispitivanje izdvajanja metana u rudnicima Indije (Investigation on emission of firedamp in an Indian mine)

»J. Mines, Metals and Fuels«, 22 (1974) 2, str. 52—57, (engl.)

Rudnička aerologija i sigurnost rudarskih radova (Rudnična aerologija i bezopasnost' gornyh rabot)

(Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo, vyp. 121), M., 1974, 180 str., il., (knjiga na ruskom)

Krigman, F. E. i Gusev, M. G.: O ekonomskoj efektivnosti sistema automatske zaštite od gasova (Ob ekonomičeskoj efektivnosti sistem avtomatičeskoj gazovoj zaštity)

»Ugol' Ukrainy«, (1974) 10, str. 39—40, (rus.)

Ustinov, N. I., Pak, V. S.: Određivanje izdvajanja gasa iz pratećih stena na dubokim horizontima (Opredelenie gazovydečeniya iz vmeščajuščih porod na glubokih gorizontah)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 55—59, (rus.)

Petrosjan, A. E.: O prirodni iznenadnih izboja (O prirode vnezapnyh vybrosov)

»Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 3—13, (rus.)

Ivanov, B. M. i Hejfec, A. G.: O oceni efektivnosti mera za sprečavanje iznenadnih izboja uglja i gasa (K ocenke efektivnosti mer predupreždenija vnezapnyh vybrosov uglja i gaza)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 13—15, (rus.)

Fejt, G. N.: Izbor kriterijuma za ocenu opasnosti od izboja slojeva uglja i efikasnosti korišćenih zaštitnih mera (Vybor kriterij dlja ocenki vybrosoopasnosti ugol'nyh plastov i efektivnosti primenjaemyh zaščitnyh meroprijatij)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 19—26, (rus.)

Maljuga, M. F. i Sokolov, A. A.: O stanju problema sprečavanja iznenadnih izboja uglja i gasa u kombinatu »Ordžonikidzeugolj« (O sostojanii problemy predotvraščeniya vnezapnyh vybrosov uglja i gaza v kombinat »Ordžonikidzeugol'«)

»Ugol'«, (1974) 10, str. 30—32, (rus.)

Sergeev, I. V.: O klasifikaciji postupaka degazacije slojeva uglja (O klassifikaciji sposobov degazacii ugol'nyh plastov)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 68—75, (rus.)

Karpov, E. F. i Rjazanov, A. V.: Toplotna metoda kontrole koncentracije metana u degazacionim cevovodima (Teplovoj metod kontrolja koncentracii metana v degazacionnyh truboprovodah)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 138—143, (rus.)

Detektor gasa (Gasspürgerät)

(Drägerwerk AG)

Patent SR Nemačke, kl. 42 i 4/06, (G ol n 31/22, G ol n 1/22), Nr. 1598332, prijav. 11. 08. 65, objav. 14. 02. 74.

Metodika i aparatura za određivanje samozapaljivosti gasa u sredini čistog kiseonika i u vazduhu (Procédé et appareil d'analyse de gaz combustibles en présence d'oxygène ou contenus dans l'air)

(Eyraud Charles, Daneyrolle Charles)

Francuski patent, kl. G ol n 31/00, Nr. 2193489, prij. 21. 07. 72, objav. 15. 02. 74.

Kissell, F. N., Banfield, J. L., Jr., i dr.: Vršne koncentracije metana pri otkopavanju uglja (Peak methane concentrations during coal mining)

»Rept. Invest. Bur. Mines, U. S. Dep. Inter.«, 1974, Nr. 7885, 17 str., il, (engl.)

Iščuk, I. G., Podobražin, S. N. i dr.: O metodici proučavanja sposobnosti uglja da obrazuje prašinu (O metodike izučeniya pyleobrazujuščej sposobnosti uglej)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 121, str. 122—128, (rus.)

Mark, D.: Problemi korišćenja membranskih filtara pri uzimanju proba prašine (Problems associated with the use of membrane filters for dust sampling when compositional analysis is required)

»Ann. Occup. Hyg.«, 17 (1974) 1, str. 35—40, (engl.)

Petruhin, P. M., Necepljaev, M. I. i dr.: Sprečavanje izboja prašine u rudnicima uglja i škriljca (Predupreždenie vzryvov pyli v ugol'nyh i slancevyh šahtah)

M., »Nedra«, 1974, 304 str., il., (knjiga na rus.)

Cybulski W.: Detonacija ugljene prašine (Detonacja pyłu weglowego)

»Prz. górniczy«, 30 (1974) 3, str. 146—148, (polj.)

Vos, A. D.: Eksplozije ugljene prašine i njihovo sprečavanje (Coal dust explosions, their prevention and control)

»J. Mine Vent. Soc. S. Afr.«, 27 (1974) 6, str. 81—86, (engl.)

Palmer, K. N.: **Opasnost od eksplozija prašine** (Dealing with dust as an explosion hazard)
»Elec. Rev.«, (Gr. Brit.), 194 (1974) 23, str. 723—724, (engl.)

Kozlov, V. G., Musohranov, G. F. i dr.: **Sniženje nivoa izdvajanja prašine pri bušenju bušotina** (Sniženie urovnja pylevydelenija pri burenii špurov)
»Gornyj ž.«, (1974) 10, str. 68—69, (rus.)

Al'tšuler, V. M., Zapadinskij, E. P. i Seinov, N. P.: **Zaprašenosť radnih zona površinskih otkopa uglja i tehnološki postupci obaranja prašine** (Zapylennost' rabočih zon ugol'nyh razrezov i tehnologičeskie sposoby pylepodavlenija)
»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1974) 3, str. 34—35, (rus.)

Tregelles, P. G.: **Kontrola prašine u rudnicima** (Dust control in mines)

»Mine and Quarry«, 3 (1974) 9, str. 9, 11, 13, (engl.)

Zubkov, L. A., Ivannikov, V. K. i dr.: **Postupak orošavanja zone u kojoj se stvara prašina** (Sposob orošenija zony pyleobrazovanija) (Doneck. n.-i. proekt. — konstruk. in-t po avtomatiz. gorn. mašin)
Avt. sv. SSSR, kl. E 21 f 5/02, Nr. 400714, prijav. 29. 06. 71, objav. 15. 03. 74.

Stoljarov, A. D., Vaseckij, V. N. i dr.: **Primena bakteriološki čistih jamskih voda za obaranje prašine i gašenje požara** (Primenenie bakteriologičeski čistyh šahtnyh vod dlja pylepodavlenija i požarotušenija)
»Bezopasnost truda v prom-sti«, (1974) 8, str. 24, (rus.)

Lihačov, L. Ja.: **Borba sa prašinom u rudnicima i na površinskim otkopima** (Borba s praha v podzemnite i otkritite rudnici)
»Vglišča«, 29 (1974) 7, str. 29—32, (bug.)

Lewer, H., Dust, H. i Thönnies, M.: **Sredstvo za vezivanje prašine u rudnicima uglja** (Mittel zum Binden von Staub im Kohlenbergbau) (Chemische Fabrik Kalk GmbH)
Patent SR Nemačke, kl. 5 d 5/16, (E 21 f 5/16), Nr. 2002364, prijav. 20. 01. 70, publ. 9. 09. 73.

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 (α — alfa). U tekstu, tablicama i crtežima treba izbegavati skraćenice.

Neobično je važno da se literatura dostavi potpuna, tj. prezime i ime autora, god. izdanja, naslov članka ili knjige u originalu (ukoliko se radi o članku treba napisati i naslov časopisa u kome je članak objavljen — u originalu), stranu na kojoj počinje članak, tom knjige ili časopisa i mesto izdanja. Literatura treba da bude sređena abecednim redom.

Članak na kraju treba da sadrži kratak rezime na srpskohrvatskom ili jednom od četiri strana jezika (engleskom, nemačkom, francuskom ili ruskom), već prema želji autora. Ako autor smatra da ne može sam dati dobar prevod, Redakcija će prevesti srpskohrvatski tekst, a honorar za prevod odbiti od autorskog honorara.

Članak treba predati u dva primerka (original + kopija). Ako je članak neuređan, 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 uvećani tako da se posle smanjenja (što daje oštrinu slici) mogu uklopiti u format $23 \times 20,5$ 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 naručioca)

(adresa)

Operava preduzeće — ustanova



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 prerađene obojene metalurgije
 - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svet-ske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti..

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje dva kvartalna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK
SIGURNOST U RUDNICIMA



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
 - open-cast and underground exploitation of mineral ores
 - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
 - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.

The Institute of Mines editorial activities include two quarterly periodicals:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA

- veliki broj stručnjaka
- visok naučni i stručni nivo
- ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni u praksi
- iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
- savremena oprema
garantuju: BRZE

SAVREMENE
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.
Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)
Poštanski fah 116.

RI

- large number of experts
- high scientific and specialized level
- realized scientific-research results applied in practice
- experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
- up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

FAST

CONTEMPORARY

HIGH QUALITY

services in above activities

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2

tel. 691-223 — telex 11830 YU RI

RI

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 objatvi BES-PLATNO u rubrici »Nova oprema i nova tehnička dostignuća«.

Članak treba da obuhvati najviše 5 kucanih stranica sa 2—3 fotografije.

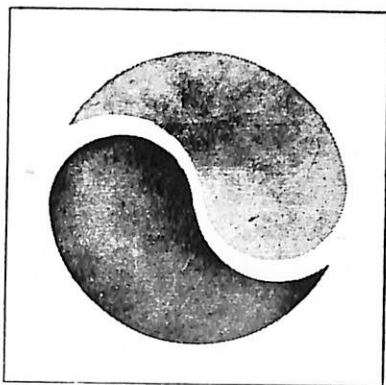
Prikaze dostavite na adresu:

RUDARSKI INSTITUT

Redakcija »Rudarskog glasnika«
Zemun, Batajnički put br. 2.

Redakcija

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 studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

U OBLASTI TRANSPORTA:

Transport nafte i gasa i njihovih derivata

U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti proizvodnje
Transporta
Prerada nafte i gasa
Petrohemijske
Hemijske proizvodnje
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:

Proizvodnje
Transporta
Prerade i distribucije
Nafte i gasa, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i treća lica

U OBLASTI SAOBRAĆAJA:

Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za sopstvene potrebe
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom saobraćaju
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom industrijskom koloseku

U OBLASTI TRGOVINE:

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gasa i uređaja za tečni gas (novih i polovnih)
Uvoz za sopstvene potrebe, izvoz sopstvenih proizvoda i vršenje investicionih radova u inostranstvu
Nabavka radi prodaje derivata nafte i prodaja derivata na veliko i malo, putem sopstvene prodajne mreže
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih organizacija
Reeksport nafte i derivata nafte (uvoz iste robe radi izvoza i direktan reeksport)

U OBLASTI USLUGA:

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istraživanja, proizvodnje i transporta nafte i gasa
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim radionicama
Vršenje laboratorijskih usluga
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva
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 najjemenitiji 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 prevodenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obradivanjem.

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, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünf-sprachigen 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... Zanimljive kompletne stručne knjige sadrže 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.

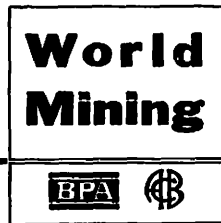


BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H. RECKLINGHAUSEN

... 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 Völkertamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savladivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



EDITED FOR THE
MINERALS MINING INDUSTRY OF THE WORLD

Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining... congratulations on your publication of this very useful reference work

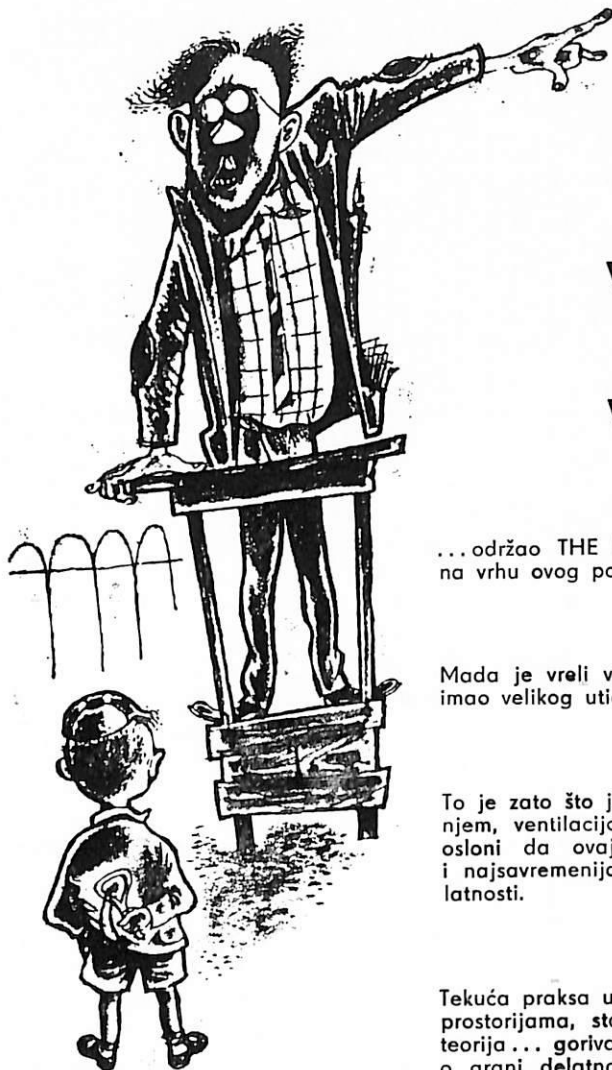
Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.

SCHWERSCHMIEDEN HEUER
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN 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

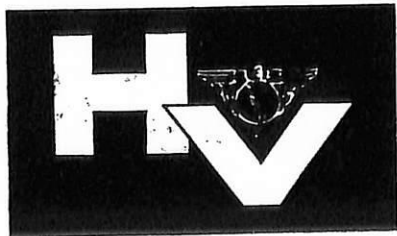
...održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
na vrhu ovog polja više od 40 godina.

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

