

SIGURNOST U RUDNICIMA
YU ISSN 0350 — 1809



SIGURNOST U RUDNICIMA

X·1975·4

SIGURNOST U RUDNICIMA
YU ISSN 0350 — 1809

X GODIŠTE
4. B R O J
1975. GODINA

SIGURNOST U RUDNICIMA

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

S A F E T Y I N M I N E S
S É C U R I T É M I N I È R E
T E X H N I K A B E Z O P A C H O S T I
Г О Р Н Ы Х Р А Б О Т
G R U B E N S I C H E R H E I T

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Tehnička redakcija
MARINA PETROVIĆ
MIRA MARKOVIĆ

Naslovna strana
MILAN GOLUBOVIĆ

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

CURČIĆ 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*

*KOVACEVIĆ 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

PROF. DR ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ	
Rudno bogatstvo SR Srbije i njegov uticaj na čovekovo preobražavanje životne sredine — — — — —	5
Erzreichtum der SR Serbien und dessen Einfluss auf die Umwelt — — — —	16
DIPL. ING. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ	
Zaštitni stubovi kod nagnutih ugljenih slojeva — — — — —	17
Die Schutzpfeiler bei geneigten Kohlenflözen — — — — —	30
PROF. DR ING. VESNA JOVIČIĆ	
Doprinos proučavanju mogućnosti primene teorije izentropskog aerodinamičnog potencijala za duboke rudnike — — — — —	31
Beitrag zum Studium der Möglichkeiten einer Anwendung der Theorie des isentropischen aerodynamischen Potentials für tiefe Gruben — — —	40
PROF. ING. ERMIN TEPLY	
Optimiziranje presjeka jamskih saobraćajnica i vjetrenih provodnika sa stanovišta vjetrenja — — — — —	41
Optimierung der Querschnitte von Grubenräumen und Wetterwegen vom Standpunkt der Wetterführung — — — — —	48
PROF. DR ING. VESIMIR VESELINOVIĆ	
Doprinos sigurnosti miniranja primenom unutrašnjih sistema neelektričnog intervalnog iniciranja minskih punjenja — — — — —	49
Beitrag zur Sprengsicherheit durch Anwendung innerer Systeme nichtelektrischer Zeitzündung der Sprengladungen — — — — —	62
PROF. DR ING. DIMITRIJE DIMITRIJEVIĆ	
Samozapaljivost ugljene materije II, IV i povlatnog ugljenog sloja rudnika »Ugljevik« u funkciji petrološkog sastava — — — — —	63
Auto-allumage de la matière houillère II, IV et sous-superficie de la couche houillère de la mine »Ugljevik« dans la fonction à la structure pétrologique — — — — —	66
PROF. DR ING. VIKTOR KERSNIĆ	
O varnosti sodobnih izvažalnih naprav — — — — —	67
Safety of Modern Shaft Winding Equipments — — — — —	78
DR ING. JANOŠ KUN	
Naučni osvrt na bezbednost rada i sprečavanje šteta na površinskim otkopima lignita — — — — —	79
Wissenschaftlicher Rückblick auf die Arbeitssicherheit und Verhinderung der Störungsentstehung in Tagebaubetrieben — — — — —	89
DIPL. ING. NATALIJA PAVLOVIĆ	
Mogućnosti nastajanja eksplozija pri korišćenju podzemnih voda sa područja Bečeja — — — — —	91
Possibility of Explosions During the Use of Underground Waters in the Bečej Area — — — — —	101
DIPL. ING. MARIJA IVANOVIĆ	
Metode određivanja slobodnog SiO ₂ u udišljivoj lebdećoj prašini pomoću infra-red spektroskopije i rendgenografije — — — — —	102
Methods for Free SiO ₂ Determination in Inhalable Fly Ash by Infrared Spectroscopy and X-Ray Graphy — — — — —	105
PROF. DR MED. SC. ŽIVKO STOJILJKOVIĆ — DR BIOL. STEPA STEPANOVIĆ	
Reaktivnost termoregulacionog i simpato-adrenalnog sistema u vozača teških motornih vozila za vreme objektivnih uslova vožnje — — — — —	107
Reactivity of Thermoregulating and Sympatho-Adrenale Systems of Heavy Vehicle Drivers During Objective Driving Conditions — — — — —	113
MR SCI. BRANKO MILOSAVLJEVIĆ	
Rezultati nekih psihofizioloških istraživanja rada u ergonomskim pristupima zaštiti i sigurnosti radnika u rudnicima sa površinskim kopom — — —	114
Results of Some Investigation on Work Psychophysiology in Ergonomic Approaches to Men Protection and Safety in Open Cast Mines — — — — —	119
PRIM. DR SCI. JOKO LJ. POLEKSIĆ — PROF. DR SRBOLJUB STOJILJKOVIĆ — PROF. DR SCI. JOSIP BERGER	
Korelacija alkoholizma i povređivanja na radu kod rudara — — — — —	121
Correlates of Alcoholism and Occupational Traumatism in Miners — — — —	129
DIPL. ING. SVETOZAR IVIĆ	
Upotreba plakata, panoa i natpisa kao sigurnosnih sistema u radu — — —	131
Verwendung von Plakaten, Panneaus und Überschriften als Arbeitsschutzsysteme	136
Bibliografija — — — — —	138

Rudno bogatstvo SR Srbije i njegov uticaj na čovekovo preobražavanje životne sredine

(sa 3 slike)

Prof. dr ing. Gvozden Jovanović

Čovekovo interesovanje za mineralne sirovine staro je koliko i ljudska istorija. U kamenom dobu on je ispoljio prvi akt tog interesa izrađujući neophodne alate od kamena, a u današnjem, uranskom, ostvaruje njegov najviši domet.

U istoriografskoj građi o društveno-ekonomskom razvoju područja Srbije uočava se snažan uticaj rudarskih aktivnosti na taj razvoj. U ovom pogledu naročito se izdvajaju dva perioda: srednji vek i vreme sadašnje. Oba su snažno podsticala interes društvenih struktura za rudnim blagom. Blagodareći njemu, svaki na svoj način, doneo je narodu ovog kraja snažan duhovni i materijalni procvat.

Javnosti malo poznat »ZAKONIK O RUDARSTVU« objavljen za vreme vladavine despota Stevana Lazarevića, bio je u svetu srednjeg veka odraz razvijene rudarske aktivnosti u našim krajevima i redak primer organizovanog iskorišćavanja prirodnih dobara. Međutim, sve je zamrlo turskim osvajanjima i petovekovnim ropstvom.

Društveno-ekonomski razvoj Srbije, posle oslobođenja od turskog ropstva, odvijao se u uslovima dominirajućeg učešća stranih interesa u njenoj privredi, a posebno u eksploataciji njenog rudnog bogatstva. Zbog bezobzirne pljačke, ono je ne samo ostalo bez pozitivnog uticaja na preobraženje životne sredine u Srbiji, već je postalo ozbiljan razlog biološkog izrabljivanja njenih žitelja.

Društvene promene ostvarene u našoj zemlji za vreme II svetskog rata, podstakle su drukčiji odnos društva prema raspoloživom rudnom blagu, njegovim vezivanjem sa interesima jugoslovenskih naroda.

Snažan i dinamičan posleratni razvoj Jugoslavije, a u njoj i Srbije, odvijao se dobrim delom blagodareći rudnom bogatstvu kojim je Srbija raspolagala. Ono je predstavljalo glavnu materijalnu okosnicu industrijalizacije Jugoslavije i njenog prerastanja iz zaostale u industrijski razvijenu zemlju. U celovitoj, neposrednoj poratnoj angažovanosti društva, geološkim i rudarskim istraživanjima otkrivene su značajne rezerve fosilnih goriva, metala i nemetala. Na osnovu ovih otkrića ostvareni su impresivni privredni poduhvati u oblasti proizvodnje mineralnih sirovina kao pouzdan podsticaj razvoja ukupne jugoslovenske privrede, a u prvom redu energetike, obojene i crne metalurgije, hemijske, elektro- i metalne industrije, industrije nemetala, saobraćaja, bankarstva i trgovine.

Paralelno s tim materijalnim ciljevima, razvojem rudarske industrije na područjima prirodnih nalazišta rudnog blaga, uglavnom smeštenim u nerazvijenim rejonima republike, utiran je put prodoru ukupnih čovekovih ostvarenja u zabačen i zaostalošću bremenit život. Razvojem rudarstva otvarani su i putevi za neposredan uticaj naših društveno-revolucionarnih ciljeva na veći deo stanovništva te sredine.

* * *

I pored nepotpune istraženosti, područje Srbije se na osnovu društveno verifikovanih rezervi i dalje nameće kao značajan potencijal njenog i ukupnog jugoslovenskog napretka. Tu se pre svega imaju u vidu rezerve uglja, olova, cinka, bakra, zlata, srebra, magnezita, feldspata, azbesta i nekih drugih,

danas za čoveka veoma značajnih metala i nemetala. Po proizvodnji nekih od ovih prirodnih dobara Srbija se nalazi u samom vrhu evropskih i svetskih proizvođača.

Ekskluzivan značaj ovog bogatstva postaje očigledniji, ako se uzmu u obzir sledeće činjenice:

— Oskudica u energiji. Podmirenje rastućih energetske potreba kod nas, a naročito u vrlo razvijenim industrijskim zemljama, sagledava se kao ozbiljan problem, bar za sledećih 25 godina.

Hidroenergetske rezerve, naročito u Evropi, dobrim delom su već iscrpljene. Vodne akumulacije hidroelektrana ozbiljno ugrožavaju ionako skromne fondove plodnog zemljišta. Ima primera, da su zbog toga često povod socijalnih sukoba u društvu.

Bilansne rezerve nafte i prirodnog gasa, kako se predviđa, biće u svetu iscrpljene za sledećih 20—25 godina. Tek optimističke prognoze petostrukog povećanja sadašnjih rezervi obezbedile bi iskorišćavanje ovih energetske izvora za sledećih 50 godina (tablica 1).

Tablica 1

Podaci o veku trajanja svetskih rezervi fosilnih goriva (3)

Gorivo	Poznate rezerve	T ₁ god.	p %	T ₂ god.	T ₃ god.
Ugalj	5 × 10 ¹² tona	2300	4,1	110	150
Nafta	455 × 10 ⁹ bar	31	3,9	20	50
Prirodni gas	32 × 10 ¹² m ³	38	4,7	22	49

Napomena uz tablicu 1. Oznake u tablici znače: T₁ — životni vek poznatih rezervi, ako se potrošnja održava na današnjem nivou; p — predviđani % prosečnog godišnjeg povećanja potrošnje; T₂ — životni vek poznatih rezervi pri eksponencijalnom karakteru potrošnje izračunat iz relacije

$$T_2 = \frac{\ln(T_1 \times p + 1)}{p}$$

T₃ — životni vek optimističkog, petostrukog povećanja poznatih rezervi pri eksponencijalnom karakteru potrošnje, izračunat na osnovu relacije

$$T_3 = \frac{\ln(5 \times T_1 \times p + 1)}{p}$$

Nuklearna fisiona energija, prema podacima objavljenim poslednjih godina, izaziva dogledne sumnje zbog problema radne snage, regionalnih nesuglasica i oskudice u odgo-varajućim materijalima. Do danas nije nađen prihvatljiv način uništavanja radioaktivno zaraženih instalacija ovih elektrana, a ni pouzdan način zaštite čovekove sredine za vreme njihovog rada.

Sasvim je sigurno da nuklearna fuzion, solarna, hidrotermalna i biokonverzna energija, imaju svoju budućnost. Međutim, ovi izvori energije za sada i u bliskom periodu su samo mogućnosti skopčane sa nizom tehničko-tehnoloških i finansijskih teškoća. Poslednja tri, i kad postanu industrijska atrakcija, imaće najverovatnije samo lokalni značaj.

Energija valorizovana iz uljnih škriljaca, putem njihove gasifikacije i hidratacije, kao i energija vetra, mogu samo da ublažavaju lokalne energetske probleme.

Svetske rezerve uglja, prikazane u tablici 1, upućuju na to da ugalj još mnogo godina može da ostane pouzdan izvor energije, naročito ako se reši problem njegove desulfuracije, što istraživanja u toku obećavaju. Velika šansa uglja leži i u njegovoj preradi u gas, već osvojenim metodama industrijske gasifikacije ili iniciranim, naučno-revolucionarnijim metodama podzemne gasifikacije.

Prema podacima I simpozijuma o energetici, koji je 1971. godine organizovala Srpska akademija nauka i umetnosti (7), energetske rezerve Jugoslavije su one prikazane u tablici 2.

Iz podataka navedenih u ovoj tablici vidi se da ugalj kod nas, kao i u svetu, predstavlja osnovni izvor energije. Učešće Srbije u prikazanim rezervama premašuje cifru od 55%. Ako se ne zanemari stanovište da je potrošnja energije važna komponenta čovekovih životnih prilika, onda se područje Srbije ispoljava kao značajan činilac u ostvarivanju tog cilja u Jugoslaviji.

— Iscrpljivost metala i nemetala. Na ovaj problem se poslednjih godina u svetu sve učestalije ukazuje. I po našem mišljenju on u doglednoj budućnosti

predstavlja ozbiljnu pretnju napretku. U tablici 3 prikazan je vek trajanja danas u svetu poznatih rezervi nekih važnih metala — pri današnjem nivou potrošnje (T_1), pri eksponencijalnom karakteru potrošnje danas poznatih rezervi (T_2) i pri eksponencijalnom karakteru potrošnje petostruko uvećanih danas poznatih rezervi (T_3). Oznaka p_1 u tablici približno tumači procentualno učešće Srbije u poznatim rezervama posmatranih metala u SFRJ.

Tablica 2

Energetske rezerve Jugoslavije i njihova raspodela u ukupnom bilansu

Izvor energije	Bilansne rezerve (V_b)	Potencijalne rezerve (V_p)	10 ¹² kcal	
			$V_b + V_p$	Raspodela $V_b + V_p$ (%)
ugalj	20253	1218	21471	77,0
nafta	167	412	579	2,1
prirodni gas	8	15	23	0,6
uljni škriljci	—	1280	1280	4,6
hidroenergija	1450	420	1870	6,7
nuklearna energija	68	2600	2668	9,0
Ukupno			27891	100,0

Iz podataka i proračuna navedenih u ovoj tablici, vidi se, da je svet još uvek bogat rezervama hroma, gvožđa, nikla, aluminijuma i mangana, tj., uglavnom onih metala, čije se rezerve u našoj zemlji samo u ograničenim količinama nalaze na teritoriji Srbije. Obrnuto, metali Srbije, koji dominantno učestvuju u ukupnim rezervama SFRJ, su upravo oni čiji je životni vek u svetu manji od 50 godina i čija se tržišna kriza očekuje sa svom žestinom, čak i ako se uzme u obzir njihova reciklizacija.

Proračuni slični ovim u tablici 3 mogu se izvesti i za živu, antimon, kobalt, magnezit, azbest, volastonit, feldspat i druge metale sa čijim rezervama Srbija takođe dominantno učestvuje u ukupnim rezervama SFRJ.

Objektivno tretirane, razumno eksploatisane i racionalno, uz pomoć supstitucije i reciklizacije korišćene, rezerve ovih u svetu oskudnih metala i nemetala, kao i u primeru fosilnih goriva imaju za dalji materijalni i duhovni razvoj Srbije i ukupan razvitak zemlje nesumnjivo vitalan značaj.

Izvedena analiza je tačna, ili približno tačna, ako se prihvati u proračunima usvojen eksponencijalni karakter potrošnje mineralnih sirovina u svetu. Nju u svetu izazivaju: porast životnog standarda, prirast stanovništva, novi tehnološki izumi i tegobe

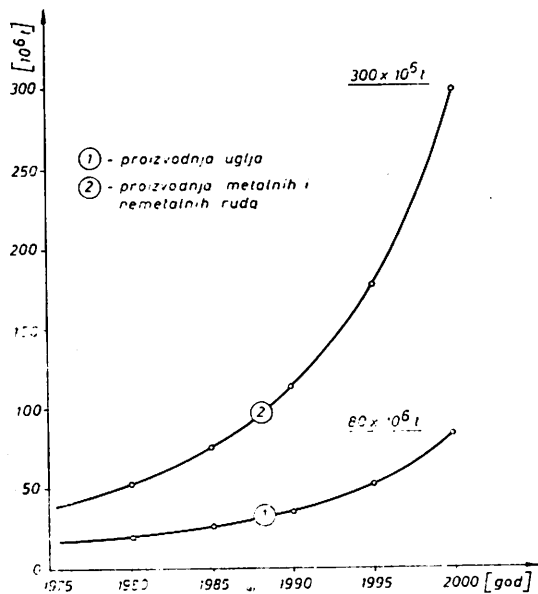
Tablica 3

Podaci veka trajanja svetskih rezervi nekih metala i učešće SR Srbije u ukupnim rezervama tih metala u SRFJ (3)

Mineralna sirovina	Poznate rezerve u svetu (10 ⁶ tona)	T_1 god.	p %	T_2 god.	T_3 god.	p_1 %
Hrom	775	420	2,6	95	154	11
Gvožđe	100.000	240	1,8	93	173	8
Nikl	67	150	3,4	53	96	17
Aluminijum	1.170	100	6,4	31	55	5
Mangan	800	97	2,9	46	94	14
Molibden	5	79	4,5	34	65	56
Bakar	308	36	4,6	21	48	82
Olovo	91	26	2,0	21	64	67
Cink	123	23	2,9	18	50	72
Kalaj	4.400	17	1,1	15	61	95
Srebro	0,172	16	2,7	13	42	92
Zlato	0,011	11	4,1	9	29	95

naoružanja. Ovi činioci utiču i na povećanu proizvodnju ukupnih i pojedinih mineralnih sirovina, plus uočljivo osiromašenje korisnih komponenti u rudnim ležištima. Ubrzana eksploatacija bogatih ležišta u primeru proizvodnje sirovina, štaviše, ovu eksponencijalnost poostrava.

Uvažavajući energetske i opšte potrebe, kao i raspoložive rezerve, izgleda verovatno da će se proizvodnja uglja u Srbiji u sledećih 25 godina odvijati prema krivi prikazanoj na sl. 1. Veći deo proizvodnje



Sl. 1 — Verovatan eksponencijalan karakter porasta proizvodnje uglja i metalnih — nemetalnih ruda.

Abb. 1 — Wahrscheinlicher Exponentialcharakter der Steigerung der Produktion von Kohle und metallisch-nichtmetallischen Erzen.

uglja valorizovaće se u električnu energiju, osim ako tehnološki napredak ne obezbedi upotrebu raspoloživog kvaliteta u hemijskoj industriji i poljoprivredi.

Današnja saznanja ukazuju da će se potrošnja sirove nafte, a naročito prirodnog gasa, povećavati u nas takođe po eksponencijalnom zakonu. Relativno skromne rezerve ne obezbeđuju takav karakter i u oblasti proizvodnje.

Tehnološke teškoće i relativno nizak kvalitet zasada daju rezervama uljnih škriljaca, deponovanim na području Srbije, samo potencijalan energetska značaj.

Proizvodnja i potrošnja metala i nemetala u svetu i kod nas u stalnom su porastu, i kao kod uglja, odvijaju se po eksponencijalnom zakonu. Ova zakonitost naročito je karakteristična za mineralno bogatstvo kojim obiluje Srbija.

Porast proizvodnje ruda metala i nemetala ne izaziva samo njihova povećana potrošnja, već i pomenuto osiromašenje kvaliteta preostalih zaliha. Tako npr. kod nas je za dobijanje tone metala bakra u 1955. godini bilo potrebno 35 tona rude bakra. U 1970. godini pak, i pored tehnoloških usavršavanja u pripremi rude i preradi bakrenog koncentrata, trebalo je 126 tona (2).

Porast ukupne proizvodnje nemetala podstiče i povećano iskorišćavanje donekadno, u industrijskom obimu, malo korišćenih stena kao što su krečnjaci, tufovi, laporci, dolomiti, granito-daciti i dr., veoma upotrebljivih u metalurgiji, industriji građevinskih materijala, industriji nemetala i prehrambenoj industriji.

Izložena podvučenoj eksponencijalnoj zakonitosti, verovatna proizvodnja metalnih i nemetalnih ruda iznosiće krajem ovog veka u Srbiji oko 300×10^6 tona ili približno toliko (sl. 1). Iscrpljivanje plitkih metalnih, a i nekih nemetalnih ležišta, verovatno će dovesti do uspostavljanja ravnoteže između podzemnog i površinskog načina eksploatacije, objektivnog reda veličine 1:2 do 1:1. Ocenjujemo da će tehnološkom tretiranju u smislu pripreme ili prerade, biti podvrgnuto oko 80% navedene mase.

* * *

Negativan uticaj moderne tehnologije i savremenih potrošačkih navika na biološku okolinu čoveka, za koju je on neminovno vezan, zaokuplja svet. Sve posledice materijalnog napretka još u potpunosti nisu ispoljene, a svet je suočen sa očiglednom »krizom sredine«. Dr K. Valdhajm, na Svetskoj konferenciji održanoj 1972. godine u Štokholmu, govoreći o problemima čovekove sredine, opominje svet rečima: »Prvi put u svojoj istoriji čovečanstvo se našlo pred stvarnom svetskom

krizom koja obuhvata. . . čitav sistem u kojem živimo i sve nacije, male i velike, razvijene i one u razvoju. Ta kriza se tiče doslovno svakoga i pogađa posredno ili neposredno gotovo sve ljude«.

Poznato je da se mineralne sirovine u svom genetskom stanju nalaze u milenijumima uspostavljenoj ravnoteži sa prirodom. Njihovim crpljenjem iz zemljine kore ova ravnoteža se remeti, a sastav površine zemlje menja. Njihova dalja prerada izaziva posledice koje danas nazivamo ugrožavanjem čovekovog radnog i životnog ambijenta. Ovo potvrđuju obimna izučavanja obavljena u svetu. Na osnovu njih može se zaključiti da ugrožavanje čovekove sredine posredstvom ovih aktivnosti, sve više prerasta u protivurečnost ljudske težnje da na sirovinama zasniva tehnički i ekonomski napredak.

Životna sredina Srbije upravo zbog velikog obilja mineralnih sirovina i industrije koja se blagodareći tom obilju razvija, postaje sve ozbiljniji medijum ispoljavanja navedene protivurečnosti. Ako joj se čovek razumno i na vreme ne suprotstavi, ozbiljni poremećaji kvaliteta životne sredine u Srbiji tek predstoje. U krajnjim efektima oni mogu da prerastu u teže socijalne sukobe grupa i da postanu razlog teških nesuglasica između sela i grada, između razvijenih i nerazvijenih sredina, između građana i upravnih društvenih struktura i sl.

Celovita težina problema uočava se ako se imaju u vidu sledeći činiooci, karakteristični za područje Srbije:

— vrste i količine mineralnih sirovina koje Srbija, s obzirom na ekskluzivan značaj svojih prirodnih potencijala, danas proizvodi, prerađuje i troši ili će proizvoditi, prerađivati i trošiti,

— prirodni razmeštaj mineralnih rezervi i razmeštaj industrije koja danas te rezerve koristi ili će koristiti,

— gustina naseljenosti i ruralno-urbaniističke tradicije stanovništva Srbije, i

— materijalna sposobnost društva, u okviru kojeg i sposobnost rudarske industrije.

Razmotrimo pojedinačno i po redu sva četiri slučaja.

*

Osnovni elementi čovekove sredine, eksponirani ili pod pretnjom da budu eksponirani negativnim uticajima eksploatacije, prerade

i potrošnje mineralnih sirovina su oni za njega najvažniji: vazduh, voda i zemljište.

Zagađivanje vazduha vrše gasovi i aerosoli, agresivnih, toksičnih, eksplozivnih i radioaktivnih osobina, koji se povremeno ili trajno oslobađaju u čovekov vazdušni ambijent iz rudarske radne sredine i tehnoloških procesa proizvodnje, prerade i potrošnje mineralnih sirovina. Niže navedene faze tog tehnološkog lanca mogu da budu emitori ovih zagađivača:

— istraživanje nafte, prirodnog gasa i uglja (erupcija nafte ili gasova),

— masovna upotreba eksploziva,

— masovna primena mašina i uređaja pogonjenih motorima sa unutrašnjim sagorevanjem,

— eksplozije eksplozivnih vazdušno-gasnih smeša, ugljene prašine i prašine sulfidnih minerala,

— rudnički endogeni i industrijski egzogeni požari,

— mašinsko dobijanje, drobljenje, usitnjavanje i klasiranje mineralnih sirovina,

— postupci homogenizacije aglomeriranja, sinterovanja i pelletizacije sirovina,

— topljenje, oplemenjivanje i livenje metala,

— sagorevanje čvrstih, tečnih i gasovitih goriva,

— hemijska prerada uglja i sirove nafte i

— deponovanje gotovih proizvoda i čvrstih otpadaka.

Gasovite materije koje se iz proizvodnje, prerade i potrošnje mineralnih sirovina emituju u vazdušnu sredinu Srbije uglavnom čine ugljovodonici, ugljendioksid, ugljen monoksid i razna jedinjenja sumpora, azota i fluora.

Količine emitovanih gasova globalno se ne mogu predviđati, ali pojedinačno sagledani slučajevi dovoljno ubedljivo opominju na moguću veličinu problema. Erupcija gasa na istražnoj bušotini BČ—5 izbacila je u vazdušnu okolinu Bečejskog područja nekoliko desetina miliona m³ CO₂, za svega tridesetak dana koliko je trajala. Iz gasonosnih sredina, naglo prodrli gasovi u radnu okolinu rudnika, izazvali su nekoliko teških katastrofa u našoj rudarskoj industriji. Požarni gasovi nastali zbog požara na uljnom transformatoru usmrtili su u jednom trenu 62 rudara u rudniku

uglja Podvis. Oksidacioni procesi unutrašnjih odlagališta površinskog kopa uglja, ukoliko se dopuste, mogu u vazdušnu okolinu da emituju desetine miliona m³ štetnih gasova godišnje. Kao i svi procesi gorenja i sagorevanja, masovno miniranje pomoću eksploziva i upotreba mašina pogonjenih motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, ne samo da su veliki emitori štetnih gasova, već i veliki potrošači kiseonika. Izučavanja potvrđuju da topionica i drugi metalurški pogoni kombinata Trepče izbacuju u atmosferu preko 3.600 tona sumpor-vodonika godišnje (6). Sagorevanjem uglja, nafte i prirodnog gasa u proizvodnji električne energije izbacuje se u atmosferu sad oko 12 miliona tona sumpordioksida godišnje (2). J. O'M. Brockis (1) ozbiljno upozorava na abnormalan priliv ugljendioksida u vazdušni omotač zemlje, koji njegovu ukupnu količinu godišnje povećava za 3%.

Ne umanjujući značaj koji čvrsti aerosoli vrše na smanjenu funkciju atmosfere, blokiranje respiratornog sistema biljaka ugrožavanje kulturnih i drugih dobara i sl., njihovo prisustvo u vazduhu danas se ipak najjače ispoljava na čoveku. Neka naša istraživanja pokazuju da radni vek radnika koji rade u okolini zagađenoj siliko-škodljivom prišinom iznosi svega 8—12 godina. Samo u rudarstvu Srbije od silikoze godišnje oboljeva 26—32 na svaku hiljadu zaposlenih radnika. Ventilacioni uređaj rudnika, kapaciteta 10.000 m³ vazduha na minut, pri prosečnom sadržaju prašine od 4 mg/m³ vazduha, deponuje u toku jedne godine u čovekovu okolinu oko 170 tona najfinijih čvrstih aerosola (4). Dimnjaci metalurgije u Boru izbacuju godišnje u atmosferu oko 5.000 tona prašine, a metalurgije u Zvečanu oko 2.000, od čega 40 tona olovne (6). Objekti crne metalurgije, cementne industrije, termoenergetike i drugi, razvijeni na teritoriji Srbije ne ispoljavaju u tom pogledu povoljnije ponašanje.

Ugrožavanje vodnog bilansa i zagađivanje voda uopšte, kao posledica čovekovih aktivnosti u vezi sa mineralnim sirovinama, nije ni malo manji problem od problema zagađivanja vazduha. Šta više, najčešće korišćeni mokri postupci borbe protiv aerozagađivanja, manja kapacitativna prijemljivost vode i njena manja regenerativna sposobnost, čine ga znatno složenijim i stoga težim. Ovo ugrožava-

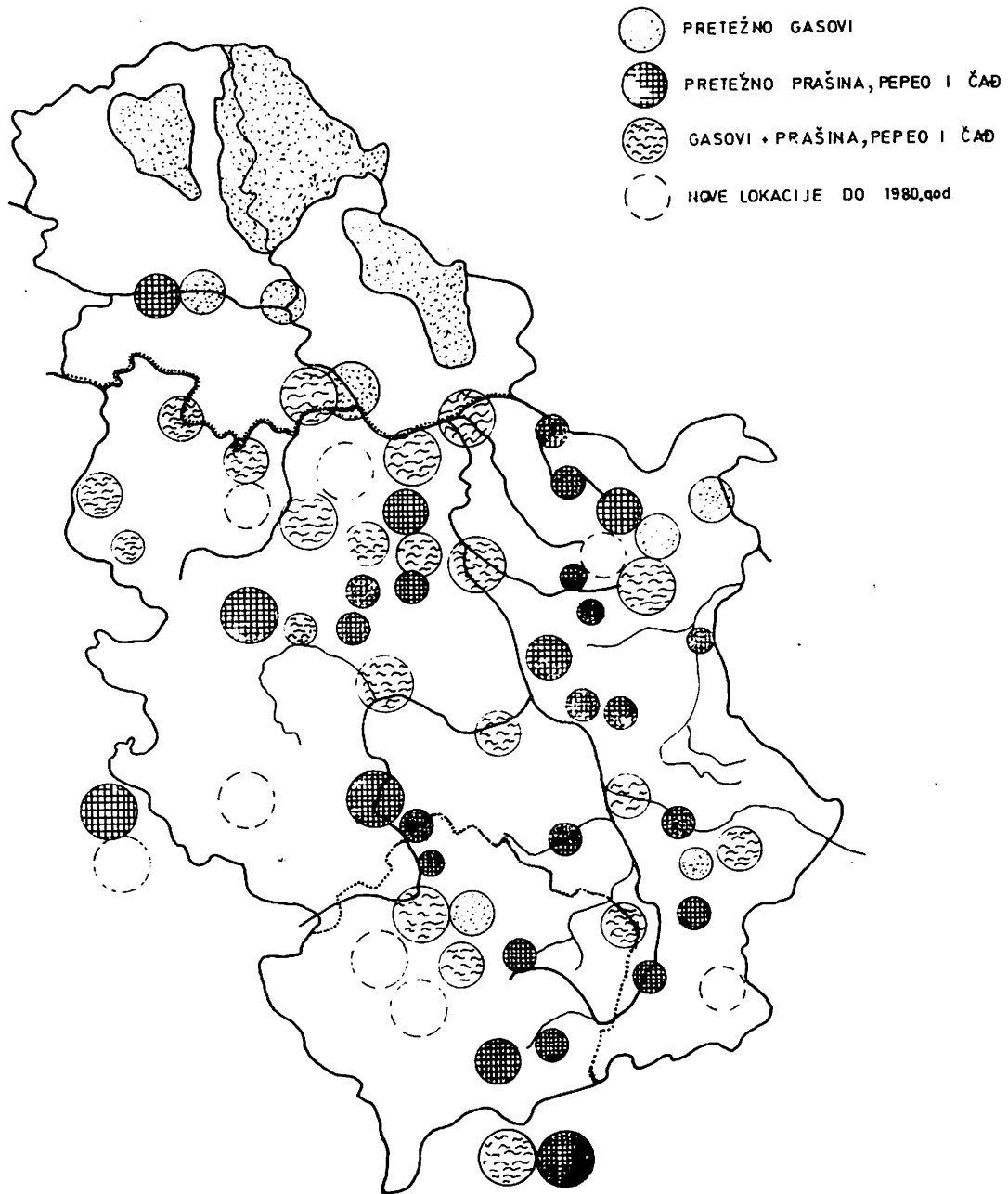
vanje ispoljava se u više vidova. Kao bitne u okviru naših razmatranja izdvajamo sledeće:

— eksploatacijom mineralnih ležišta, naročito podzemnim načinom, remeti se režim podzemnih voda i površinskih izdanka i na taj način obezvodnjavaju šira regionalna područja. Vode, koje se iz ovih izvora slijavaju u rudničku okolinu, onečišćavaju se raznim mehaničkim, hemijskim, radioaktivnim i organskim materijama i kao takve ispuštavaju u površinske vodene tokove. Količina rudničkih voda koja se na području Srbije ispuštavanjem iz podzemnih i površinskih rudarskih objekata danas unosi u površinske vodene slivove je prema našoj oceni reda veličine 200—220 × 10⁶ tona godišnje. Predviđani porast proizvodnje mineralnih sirovina povećaće ovaj podatak krajem ovog stoleća na brojku od 1200—1500 × 10⁶ tona.

— Priprema mineralnih sirovina je faza zapaženog ugrožavanja prirodnih vodenih zaliha, u lancu njihovog ukupnog tehnološkog tretiranja.

Ovaj negativan uticaj na važan element čovekove sredine, priprema najpre ostvaruje kao veliki konzument čiste vode, a zatim zagađivanjem otvorenih vodenih tokova (ispuštanjem otpadnih voda u njih) i zagađivanjem podzemnih voda (oceđivanjem voda iz zagađenih muljnih taložnika i deponija separacijske i flotacijske jalovine). Polazeći od uslovne vrednosti pokazatelja potrošnje vode u postupcima pripreme, kojeg usvajamo na nivou od 3 m³/t sirovine u rovnom stanju, količina vode koju konzumiraju postrojenja za pripremu u Srbiji u sadašnjem trenutku verovatno iznosi 120—150 × 10⁶ tona godišnje. Ako se zadrže sadašnji postupci pripreme i sadašnji nivoi recirkulacionih racionalizacija, količina vode koju će konzumirati pogoni za obogaćivanje i koja će iz njih biti ispuštana u vodene tokove na kraju sledećih 25 godina iznosiće najmanje 1000—1200 × 10⁶ tona.

— Prerada i potrošnja primarnih mineralnih sirovina, sa izuzetkom nekih iznimnih slučajeva, retko se vrši bez korišćenja velikih količina vode. Primera radi, navešćemo proizvodnju sirovog čelika u kojoj potrošnja vode iznosi 120—360 tona po toni čelika, za-



Sl. 2 — Prostorni razmeštaj objekata proizvodnje, priprave, prerade i potrošnje mineralnih sirovina, potencialnih zagadivača vazduha.

Abb. 2 — Raumanordnung der Objekte von Produktion, Aufbereitung, Verarbeitung und Verbrauch mineralischer Rohstoffe, potenzieller Luftverunreinigungsquellen.

visno od količine vode koja se iskorišćava u recirkulaciji. U najpovoljnijem slučaju pogon od npr. 1,0 milion tona sirovog čelika ispušta u čovekovu sredinu oko 120×10^6 tona kontaminirane vode (4). U praksi je ovaj podatak znatno veći. Opseg ovog rada ne dopušta nam da ovaj problem analiziramo i za druge vidove prerade i potrošnje mineralnih sirovina (termoelektrane, metalurgija bakra, metalurgija olova i cinka, cementna industrija, industrija vatrostalnih materijala, industrijska gasifikacija uglja i dr.), ali on svakako zaslužuje naročitu pažnju, jer su ove industrije izraziti korisnici čiste vode i mogući uzročnici njenog zagađivanja.

Najčešći i najopasniji kontaminanti koji se u vodene resurse otpuštaju sa otpadnim vodama analiziranih industrijskih grana su primese raznih organskih aditiva, aktivatora, penušača i koagulatora, zatim fenoli, organske i neorganske kiseline, ulja, katrani, produkti radioaktivnih raspada, krečno mleko i čvrste primese. Toplotne karakteristike otpadnih voda, takođe mogu da imaju negativan uticaj na životnu sredinu.

Uticaj industrijskog tretiranja mineralnih sirovina na zemljište takođe se ogleda u više vidova od kojih izdvajamo sledeće:

— uticaj koji se odnosi na smanjenje raspoloživog zemljišnog fonda i

— uticaj koji iskorišćavanje sirovina vrši na kvalitet tla.

Smanjenje zemljišnog fonda izazivaju oštećenja površine usled podzemnih eksploatacionih radova, eksploatacioni domašaji površinskih kopova, industrijska infrastruktura i deponije gotovih proizvoda i čvrstih otpadnih materija. Naročite probleme u ovom smislu mogu da izazovu površinski kopovi i deponije čvrstih otpadaka. Objasnićemo to na sledeća dva primera.

Primer 1. — Količina uglja koju će Srbija u dogledno vreme proizvoditi za podmirenje energetske, industrijske i opšte potrebe zemlje iznosiće oko 80 miliona tona godišnje (sl. 1).

Pri odnosu podzemne prema površinskoj proizvodnji jednakom 1:15 površinskim načinom eksploatacije dobijaće se oko 75 miliona tona uglja. Glavni izvori ove proizvodnje nalaze se na vrlo produktivnim zemljišnim terenima, karakterističnim za Metohiju, Kosovo, Kolubaru, Tamnavu, Stig i Sjeničku visoravan. Domašaji granica površinskih ko-

pova još nisu poznati, ali je sigurno da će oni omediti površine reda veličine nekoliko stotina kvadratnih kilometara. Navedena proizvodnja kod verovatnog koeficijenta otkrivke 8—10 tona jalovine na jednu tonu uglja, izazvaće u najboljem slučaju i proizvodnju od oko 640 miliona tona jalovine, koja će se samo u toku jedne godine morati tehnološki tretirati i u čovekovu sredinu odlagati.

Primer 2. — Godišnja proizvodnja 150.000 tona metala bakra, koja se u dogledno vreme očekuje iz površinskog načina eksploatacije, uglavnom iz siromašnih ležišta ovog metala, zahtevaće godišnju proizvodnju od oko 30 miliona tona rude. Uz razuman koeficijent otkrivke, količina jalovine koja će se tom prilikom odlagati u čovekovu sredinu iznosiće $(210 + \text{skoro } 30) \times 10^6$ miliona tona u jednoj godini.

Naše globalne procene imaju u vidu da će se krajem ovog veka iz podzemnih rudnika, površinskih kopova, postrojenja za pripremu mineralnih sirovina, metalurških i termoenergetskih postrojenja na obradive terene Srbije deponovati $3000\text{—}3500 \times 10^6$ t čvrstih otpadaka ili približno toliko. Ove čvrste otpatke činiće rudnička jalovina, jalovi materijali površinske eksploatacije, flotacijska i separacijska jalovina, šljaka i pepeo.

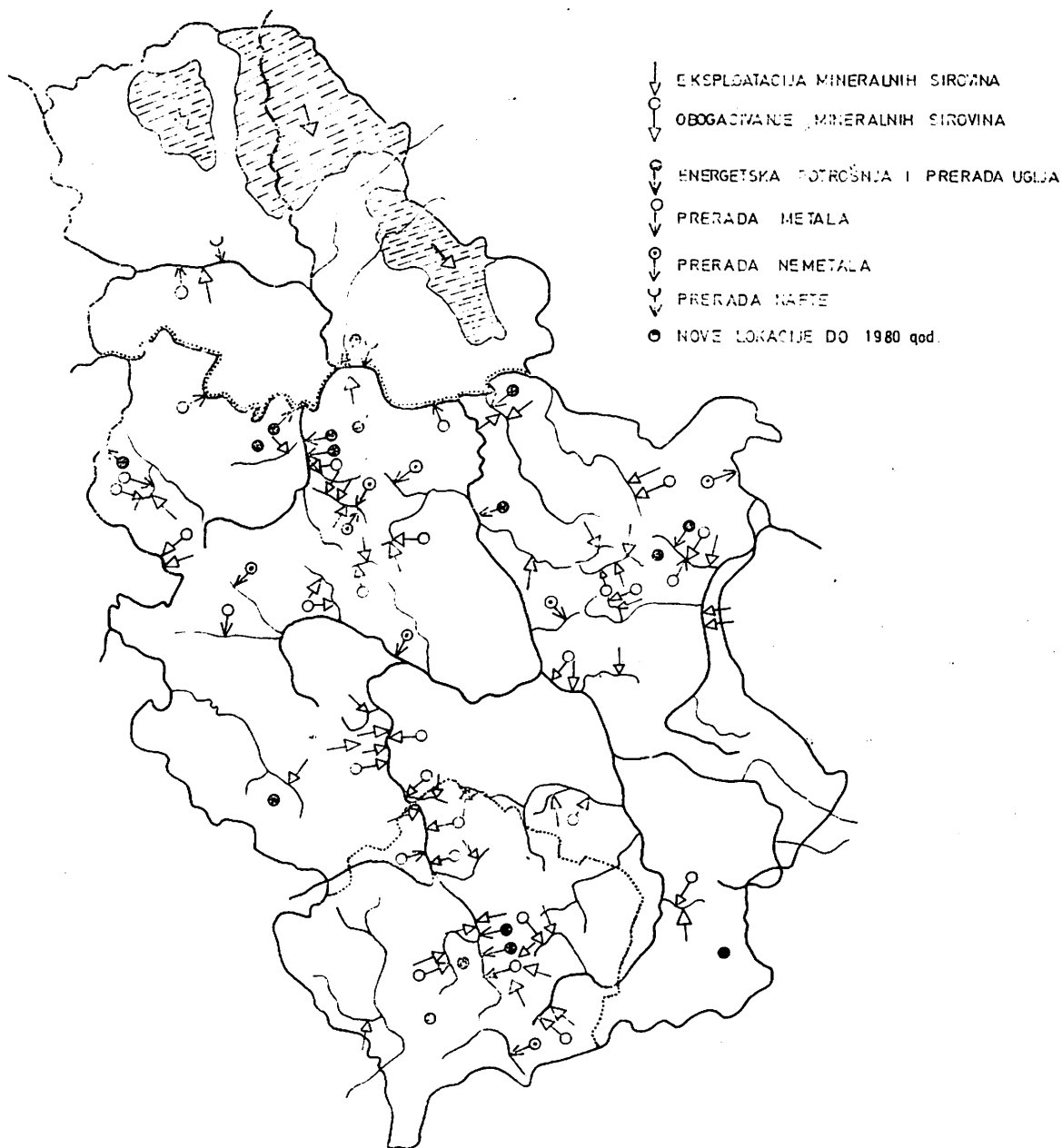
Degradaciju produktivnog zemljišta izazivaju isti oni činioci koji vrše negativan uticaj na zagađivanje vazduha i vode, a ogleda se u izmeni njegovog sastava, izmeni njegove produkcione sposobnosti, većoj podložnosti erozijama i povećanom salinitetu.

*

Sa stanovišta problema koji izlazimo, disperznost izvora ugrožavanja čovekove sredine s jedne strane predodređena je prirodnom razmeštenošću rudnog blaga, a sa druge strane čovekovim odlukama koje se tiču lokacije objekata u kojima se mineralne sirovine pripremaju, prerađuju ili troše. I u ovom drugom slučaju čovek nije uvek slobodan, jer na njegove zaključke priroda može da vrši i posredan uticaj, uvek kada se imaju u vidu potrebe za čistom vodom, energije i radne snage. Problem potenciraju geomehničke i trusne karakteristike tla, odnosno hidrološke i meteorološke prilike područja. I priroda i čovek dosta su doprineli da je već danas veliki deo teritorije Srbije izložen integralnim izvorima zagađivanja. Či-

njenica je da proizvodnja, priprema, prerada i potrošnja mineralnih sirovina sa današnjim fizionomijama tehnološko-proizvodnih modela predstavljaju snažne izvore ovog zagađivanja. Uzimajući u obzir meteorološko-klimatske prilike našeg podneblja (glavni pravci

vazдушnih strujanja, magle, temperature razlike i sl.) i karakter vodenih slivova, njegovom dejstvu izložena je bezmalo cela teritorija Republike. Šematski prikaz prostornog razmeštaja osnovnih nosilaca zagađivanja životne sredine u Srbiji a koji potiču



Sl. 3 — Prostorni razmeštaj objekata proizvodnje, pripreme, prerade i potrošnje mineralnih sirovina, potencijalnih zagađivača vodenih tokova i zemljišta.

Abb. 3 — Raumanordnung der Objekte von Produktion, Aufbereitung, Verarbeitung und Verbrauch mineralischer Rohstoffe, potentieller Verunreinigungsquellen von Wasserläufen und Gelände.

iz proizvodnje, pripreme, prerade i potrošnje mineralnih sirovina, dat je na sl. 2 i 3.

Horizontalni domašaji zagađivanja u odnosu na epicentre njihovih izvora, nisu kod nas izučavani u obimu koji zahteva ovaj rad. U primeru zagađivanja vazduha na potezima glavnih pravaca jugoistočnih vetrova (košava npr.) ovi dometi mogu iznositi i do 30 km¹. Dometi zagađivanja vodenih tokova a naročito kada su u pitanju kontaminantni organskog i radioaktivnog porekla, mogu da budu i znatno duži.

*

Problem obnavljanja i očuvanja životne sredine u Srbiji postaje aktuelniji ako se uzme u obzir i treći činilac, izdvojen kao značajan u prethodnom izlaganju. Zbog svog idealnog prirodnog sklopa, područje Srbije predstavlja sredinu veoma pogodnu za čovekovo bitisanje. Ova okolnost je uticala da je ona daleko najnaseljenija teritorija naše zemlje (95,6 st./km² — podatak iz 1971. god.) i pored toga što su narodi i narodnosti koji na njoj žive vekovima bili izlagani životnim pogromima i uništavanju. Pogodan prirodni ambijent omogućavao je da se u Srbiji formira specifičan način nastajanja naseobina tzv. raštrkanog tipa (izuzimajući SAP Vojvodinu), što je biološki gledano omogućilo razvoj ljudske vrste vrlo osetljive na komunalne i industrijske životne prilike. Pod ovim prirodnim okolnostima formirao se je i ostali živi svet. Ova činjenica otežava uspešno rešavanje problema i povećava stepen opasnosti od zagađivanja.

*

Neosporno je da čovek razboritim ponašanjem, odgovornošću i znanjem može mnogo da doprinese obnovi i očuvanju sredine u kojoj je svoj dalji opstanak ugrozio nerazboritošću, neodgovornošću i neznanjem. Međutim, isto tako je neosporno, a to treba otvoreno reći, da on radi tih ciljeva mora da koriguje stečene potrošačke navike, jer zaštita čovekove sredine osim volje traži i materijalna sredstva.

Primeru radi, ukazujemo na podatak da investiciona ulaganja u objekte i opremu namenjenu regeneraciji vazduha u integrisanim rudarsko-metalurškim preduzećima iznose i do 20% ukupnih ulaganja. Operativni troškovi nominalnog tehnološkog funkcionisanja ovih uređaja takođe nisu mali. Sa povećanjem efekta prečišćavanja, oni rastu eksplo-

nencijalno. U izvesnim slučajevima taj porast je tako izrazit da se troškovi prečišćavanja kod efekta od 99% udvostručuju u poređenju sa troškovima kod efekta od 90%. Kriva troškova slično se ponaša i kad efekat prečišćavanja teži od 99,0% ka 99,9% (5).

Mineralne sirovine proizvedene u uslovima zaštićene čovekove sredine zbog tih i drugih zahteva ne mogu, pod ostalim istim uslovima na tržištu konkurisati onima proizvedenim u uslovima nezaštićene sredine. Bez uzimanja u obzir ove činjenice i pravilne raspodele tereta zaštite sredine na sve društvene strukture (u okviru čega bi zaštita rada i življenja imala svoju cenu) malo je verovati u spektakularne uspehe. Verujemo da udruženi rad, karakterističan za današnju etapu našeg društvenog razvoja, predstavlja dobru osnovu za neutralisanje postojećih i ograničavanje novih ekoloških »diverzija«. To je neodložan interes žitelja Srbije, kako radi razumnog crpljenja raspoloživih prirodnih bogatstava, tako i očuvanja sredine koja ih je očuvala.

Ispoljeni i sagledljivi negativni uticaji eksploatacije, pripreme, prerade i potrošnje mineralnih sirovina u okviru njihovog očiglednog pozitivnog delovanja na unapređenje životne sredine u nas, naučno i tehnološki gledano mogu se prevazići. Preduslov toga je prethodno prevazilaženje nekih bitnih činilaca, uticajnih na efekte tehničko-tehnoloških mera.

Prvi činilac je sadržan u nepotpunoj geološkoj istraženosti područja Srbije, odnosno prostornoj neupoznatosti njenih mineralnih resursa.

Ovaj činilac ne omogućava dugoročno planiranje globalnih sistema uticaja, u kome planiranje prostornog razmeštaja industrije može da ima presudan uticaj na stepen i karakter narušavanja životne sredine.

Drugi činilac podrazumeva potrebu razvoja sopstvenih tehnologija proizvodnje, pripreme, prerade i konzumacije mineralnih sirovina i sopstvene tehnike zaštite čovekove sredine, adekvatno osobinama naših mineralnih ležišta i osobinama mineralnih vrsta u njima. Napori učinjeni u tom pravcu u okviru eksploatacije i pripreme mineralnih sirovina nisu dovoljni, a u oblasti prerade i potrošnje skoro da su izostali. Kad je u pitanju zaštita čovekove sredine nema industrijskih

grana koje su toliko osetljive na kopiranu tehnologiju, kao što je slučaj sa ovima.

Svojom težinom ovaj činilac predstavlja značajan razlog narušenosti čovekove sredine kod nas.

Treći činilac podvlači odsustvo tzv. ekonomskog interesa zaštite čovekove sredine. On polazi od toga da čovek ne bi trebalo da bude inspirisan iznalaženjem postupaka koji samo doprinose smanjenju prinosa štetnih materija u životnu sredinu već i istraživanjem metoda pomoću kojih bi se danas za čoveka štetne materije preobrazile u njemu korisne proizvode.

Istraživanja pokazuju da se neke rudničke vode, škodljive za floru i faunu površinskih vodenih tokova, mogu uspešno da koriste za gajenje određenih poljoprivrednih kultura. Postoje dobri ekonomski i tehnički razlozi da se jalovi rudarski materijali depone u otkopane delove jama, odnosno u unutrašnja odlagališta kopova. Otpadni muljevi postrojenja za pripremu ruda, stara jalovišta separacija uglja, topionička šljaka, pepeo termoelektrana i neki drugi čvrsti otpaci rudarske industrije mogu da nađu značajnu primenu u građevinskoj, cementnoj, vatrostalnoj i keramičkoj industriji. Postoje jaki ekonomski razlozi za iznalaženje novih tehnoloških oblika pripreme mineralnih sirovina, jer danas korišćena tehnologija i primenjeni reagensi mogu da izazovu nova materijalna opterećenja. Reciklizacija metala iz čvrstih otpadaka ne samo da smanjuje negativan uticaj ovih otpadaka na kvalitet životne sredine, već u prisutnoj oskudici nekih metala označava i važan ekonomski interes čoveka.

Odsustvo ovog činioca, klasifikuje zaštitu u čovekovo radnoj i životnoj okolini kao ekonomski teret društva, što ona u mnogim slučajevima ne mora da bude.

Četvrti činilac podrazumeva društveni značaj našeg mineralnog blaga i društvenu važnost zaštite čovekove sredine, što drugim rečima znači da oba slučaja treba da budu društveno i tretirana.

Isključivo komercijalno, tretirane, naše mineralne sirovine, izložene su neopravdanoj konkurenciji stranog tržišta. Nije problem samo u tome što njihov takav tretman sužava potencijalno velike mogućnosti zapošljavanja

radne snage, već i u tome što se nacionalni dohodak, između ostalog, neophodan za rešavanje problema zaštite čovekove sredine, otuđuje i bezrazložno osiromašuje. Objasnimo to.

Cena određene domaće sirovine franco potrošač iznosi C dinara. Za istog potrošača trgovina ovu sirovinu može da nabavi na stranom tržištu po ceni C_1 , koja je za c dinara manja od C tj. po ceni:

$$C_1 = C - c$$

Za trgovinu i interese grupe ovo je veoma prihvatljivo. Društveno međutim, gledano, cena C_1 bila bi prihvatljiva samo u slučaju ako je c veće ili u krajnjem slučaju jednako mekom c_1

$$c \geq c_1$$

koje u sebi sadrži društveni dohodak sa kojim je opterećena cena C domaće sirovine. U najjednostavnijem posmatranju taj, ukupnom razvoju našeg društva neophodan dohodak c_1 , obuhvata:

- doprinose za osnovno i usmereno obrazovanje, razvoj nauke i duhovne i fizičke kulture,

- doprinose za zdravstvenu, socijalnu, invalidsku, penzionu i dečju zaštitu,

- doprinose namenjene stambenoj izgradnji i rešavanju vitalnih problema zemlje (vodoprivreda, energetika, elementarne nepogode i dr.),

- poreske doprinose teritorijalnim zajednicama,

- planiranu dobit namenjenu proširenoj reprodukciji i poboljšanju radnog standarda.

U ukupnoj ceni koštanja C , deo društvenog dohotka c_1 učestvuje sa iznosom reda veličine 10—15%. Preliivanje dohotka ovog reda veličine u fondove inostranih dobavljača mineralnih sirovina ne može se prihvatiti kao društveno koristan akt u svim slučajevima u kojima potrošnja može da bude podmirivana sopstvenim rezervama.

Po sebi se razume da ovaj činilac povezan sa drugim i trećim doprinosi uspostavljanju stanja u kome se u pogledu sprege mineralne sirovine — zaštita čovekove sredine, nalazimo.

Peti činilac opominje na našu nedovoljnu organizovanost da se snagom naučne

misli i stručnošću suprotstavljamo tendencijama jednoznačnog, površnog i poslovnog načina rešavanja problema zaštite čovekove sredine, često susretanim u potrošačkoj filozofiji. Samo iznimno su naši programi razvoja i unapređenja proizvodnje podređeni i ovom cilju. Otvoreno govoreći, njihovo izostavljanje, kako u domenu životne tako i radne okoline, najčešće je način pomoću kojeg se povećava konkurentna sposobnost nuđenih programa i podstiče ekonomska vrednost projektovane tehnologije. U tom pogledu istoj pažnji podležu i nastavni planovi i programi visokih i viših tehničkih škola, koje bi po svojoj funkciji trebalo da budu rasadnici uspostavljanja harmonije između prirode i realnih čovekovih potreba. Očuvane navike o klasičnoj ulozi škole, prema kojima stvaralaštvo stručnjaka treba da služi uglavnom čovekovim ekonomskim ciljevima, negiraju njihovo služenje i ekološkim.

Ovaj činilac, spregnut sa opštim nivoom prosvetljenosti nacije, snažna je podrška stanju u kome se nalazimo i dobar razlog proturanja i onih programa i projekata razvoja koji istovremeno ne ujedinjuju humane, ekonomske i ekološke vrednosti.

* * *

U rezimeu ovog rada moguće je izvući sledeće bitne pouke:

1. Čovek je već danas opterećen sa dva, za dalji razvitak društva veoma teška problema

— oskudicom u energiji i nekim važnim mineralnim sirovinama i

— intenzivnim narušavanjem sredine u kojoj živi i stvara.

Blagodareći bogatstvu u onim sirovinama sa kojima će se svet u skorij budućnosti naći pred ozbiljnom krizom, Srbija je bar za do gledano vreme rasterećena prve od dve navedene teškoće. Štaviše, bogatstvo u rudnom blagu, ako se racionalno koristi, pruža joj realne šanse za dalje unapređenje svojih i jugoslovenskih životnih prilika.

2. Vrste mineralnih sirovina sa kojima Srbija raspolaže, demografski, ruralni i prirodni kvaliteti njenog područja, podstiču ubrzano ispoljavanje problema zaštite njene životne sredine. Razumnim i pravovremenim sagledavanjem njegove težine u prostoru i vremenu, moguće je ublažiti protivurečnost reprodukovano čovekovom zavisnošću s jedne strane od mineralnih sirovina, a s druge od zdrave i neporemećene sredine.

3. Naučno i tehnološki gledano prisutna protivurečnost može se ublaživati čovekovim delovanjem u dva pravca:

— u domenu mineralnih sirovina racionalnim iskorišćavanjem raspoloživih prirodnih rezervi, supstitucijom materijala i reciklizacijom metalnih i nemetalnih otpadaka,

— u domenu životne sredine uvažavanjem činilaca na koje je u ovom radu skrenuta pažnja.

Verovatnoća u uspeh biće toliko veća, koliko mineralno bogatstvo Srbije bude ozbiljnije tretirano kao društvena vrednost i koliko se više u programima namenjenim otklanjanju ispoljene protivurečnosti, budu koristila ukupna čovekova saznanja.

ZUSAMMENFASSUNG

Erzreichtum der SR Serbien und dessen Einfluss auf die Umwelt

Prof. Dr Ing. G. Jovanović*)

Gesellschaftswirtschaftliche Entwicklung Jugoslawiens beruht zum grossen Teil auf dem Erzreichtum, der sich auf dem Territorium der SR Serbien befindet. Dies bezieht sich insbesondere auf die Vorräte jener mineralischen Rohstoffe, deren intensive Produktion offensichtliche Energiekrise und die bemerkbare Erschöpfung der Weltvorräte mancher, für weiteren Fortschritt der Gesellschaft bedeutender Metalle und Nichtmetalle, anregen.

Auf diesen unbestreitbaren Potentiale beruht der Grundentwicklung der Produktion und der Verarbeitung der mineralischen Rohstoffe in der SR Serbien äussern sich schon heute zwei Gegeneinflüsse in Bezug auf die Umwelt. Der erste wirkt sehr positiv auf

Dr ing. Gvozden Jovanović, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

die Erhöhung der Materialkräfte der jugoslawischen Gesellschaft und der zweite zeigt negative Auswirkungen, die sich in der Umwelt der SR Serbien äussern.

Weltweit betrachtet, kann die Stärkung der Gegensätzlichkeiten zwischen diesen Tendenzen, den Effekt der Menschenarbeit symbolisch machen und in kritischen Fällen auch für die Gesellschaft unnützlich sein.

Die Gegensätzlichkeiten, die durch das Ergebnis des dauernden Interesses des Menschen für die mineralischen Rohstoffe und seine heutige Abhängigkeit von diesen, können verringert und in eine vernünftige Grenzen gebracht werden.

Die Verwirklichung dieser, in der Umwelt von SR Serbien unaufschiebbaren Aufgabe, kann zu gleicher Zeit durch Berücksichtigung der Faktoren, auf die in diesem Aufsatz hingewiesen wurde, erreicht werden.

Literatura

1. Bockris, J. O'M. 1972: Electrochemical science as the basis to a non polluting future technology. Glasnik Hemijskog društva — jubilaran broj. Beograd.
2. Federal Power Commission: Estimated Future Power Requirements of the United States 1955—1980. Dec. 1965.
3. Halte a la croissance? Collection ecologie dirigée par Armand Petitjean. Fayard 1972.
4. Jovanović, G., Milojević, N., Pantić, N. i Savičević, D. 1973: Mineralne sirovine i podzemne vode kao pozitivni i negativni elementi čovekovog preobražavanja životne sredine u SR Srbiji. Naučni skup »Čovek i životna sredina«. Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd.
5. Massinov, J.: Pollution atmosferique et siderique. Revue de Belge des ingenieurs et des industries № 6—7. Bruxelles.
6. Marković, R. i drugi 1972: Hemijski aspekt aerogađenja. Referat objavljen na savetovanju »Problemi aerogađenja u SAP Kosovo«. Priština.
7. Zbornik referata I jugoslovenskog simpozijuma o energetici. Srpska akademija nauka i umetnosti. Beograd, 1971.
8. 25 godina privrede i tehnike Socijalističke Republike Srbije. Izd. pred. »Tehnika« — Beograd, 1971.

Zaštitni stubovi kod nagnutih ugljenih slojeva

(sa 10 slika)

Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević

Na osnovu analize položaja korita slijeganja kod otkopavanja nagnutih ugljenih slojeva na rudnicima s raznim rudarsko-geološkim uslovima utvrđen je odnos između nagiba sloja i položaja tačke najvećeg slijeganja na površini. Na osnovu toga i tekućih kontrolnih mjerenja određena je granica zaštitnog stuba za grad Labin.

Uvod

Određivanje granica zaštitnog stuba je vrlo delikatan i odgovoran posao, naročito kad se radi o osjetljivim objektima. Ovdje je opisan postupak, koji je primjenjen u rješavanju zadatka određivanja zaštitnog stuba za stari grad Labin, koji po svom kulturnom i historijskom značaju predstavlja vrlo vrijedan i jedinstveni spomenik. Ovaj grad je zadnjih deset godina bio često u javnosti pominjan u vezi sa pretrpljenim oštećenjima

uslijed eksploatacije uglja u rudniku Raša ne samo na širem području, nego i neposredno ispod grada. Oštećenja su bila raznovrsna, od neznatnih pukotina pa sve do rušenja čitavih blokova i ulica. Ta oštećenja je izazvalo ne samo potkopavanje, već možda još više i pretresi na površini koji su prouzročeni gorskim udarima u ugljenim slojevima i u vrlo čvrstim povlatnim naslagama.

Kada se sa eksploatacijom prešlo u grupu slojeva tzv. navučenog krila, sa početkom oko 1 km južno od grada i smjerom kretanja

ekstangencijalno na isti, postavilo se pitanje u kojoj mjeri ta eksploatacija ugrožava grad, kako s aspekta gorskih udara tako i slijeganja terena. Uvedeno je praćenje uticaja eksploatacije pomoću specijalnih vrlo osjetljivih instrumenata, da bi se pravovremeno i realno ocjenila opasnost od potresa izazvanih gorskim udarima pa eventualno i miniranjem u jami. U pogledu slijeganja površine proširena je mreža geodetskih tačaka i vršeno njeno periodično mjerenje. Približavanjem eksploatacije gradu trebalo je odrediti granice zaštitnog stuba u grupi ugljenih slojeva u navučenom krilu, čiji je nagib obratan nagibu slojeva u regularnom krilu.

U rješavanju toga zadatka od prvorazrednog je značaja bilo sigurno poznavanje veličine uticaja nagiba otkopanih slojeva na položaj deformacija na površini, odnosno na njihovo premještanje iz normalnog položaja. Iako je u stručnoj literaturi ta pojava dovoljno obrađena i date su vrijednosti odgovarajućih parametara, ipak se u slučaju grada Labina tom pitanju posvetila posebna pažnja, pa su izvršene brojne analize da bi se došlo do najpouzdanijih podataka. Za analize su korišteni iskustva i pristupačni podaci sa raznih rudnika. Kao posebna mjera uvedena je i kontrola dometa uticaja eksploatacije u navučenom krilu, pa je na osnovu dobivenih rezultata još naknadno korigirana prvotno određena granica zaštitnog stuba.

Iskustva iz Srednjobosanskog bazena

Sistematsko praćenje slijeganja površine, izazvano jamskom eksploatacijom ugljenih slojeva, vrši se na rudnicima Srednjobosanskog bazena već više od 10 godina. U tu svrhu su postavljene i izmjerene prve opservacijske linije u Kaknju 1960, u Brezi 1961. i u Zenici 1962. god. (2) Napredovanjem eksploatacije pojedine tačke odnosno cijele linije se likvidiraju, a postavljaju se nove tako da se jednoć započeta opažanja vrše i sada uz povremene zastoje. Korelacijom podataka dobivenih geodetskim mjerenjima na površini sa onim iz jame o toku i geometriji otkopavanja dobijaju se vrijednosti pojedinih parametara karakterističnih za obim, veličinu i položaj deformacija izazvanih jamskom eksploatacijom.

Rudnik Breza

Otkopavanje 5,20 m moćnog glavnog sloja u jami Sretno ispod ravničarskog terena između ventilacionog okna S II i rijeke Stavnje izazvalo je pravilno i ujednačeno slijeganje tla. Radi praćenja i proučavanja ove pojave, i jer se otkopavanje vršilo u zaštitnom stubu ceste, položene su opservacijske linije po padu i pružanju sloja i pravovremeno izmjeren njihov nulti položaj. Kontrolnim mjerenjima u istom vremenskom razmaku (svakih sedam dana) praćeni su slijeganje i linije kretanja opažanih tačaka sve dok se teren praktično smirio. Na sl. 1 prikazano je završno korito slijeganja na liniji profila 400, a na sl. 2 slijeganje na liniji profila 500. Oba korita su pravilnog oblika i međusobno vrlo slična. S obzirom na odnos $\bar{S} : H = 1$ može se smatrati da je potkopavanje bilo potpuno i da su postignuta maksimalna slijeganja, tj. dno korita. Na oba profila se jasno vidi da se dno korita odnosno položaj S_{max} ne nalazi vertikalno iznad težišta odnosno sredine otkopane širine polja, već je otklonjen za određeni ugao Θ , čija vrijednost iznosi 12° i 13° . Ovaj ugao prema uglu nagiba sloja stoji u odnosu

$$— \text{ na profilu 400 } — \Theta : \alpha = 12 : 17 = 0,7$$

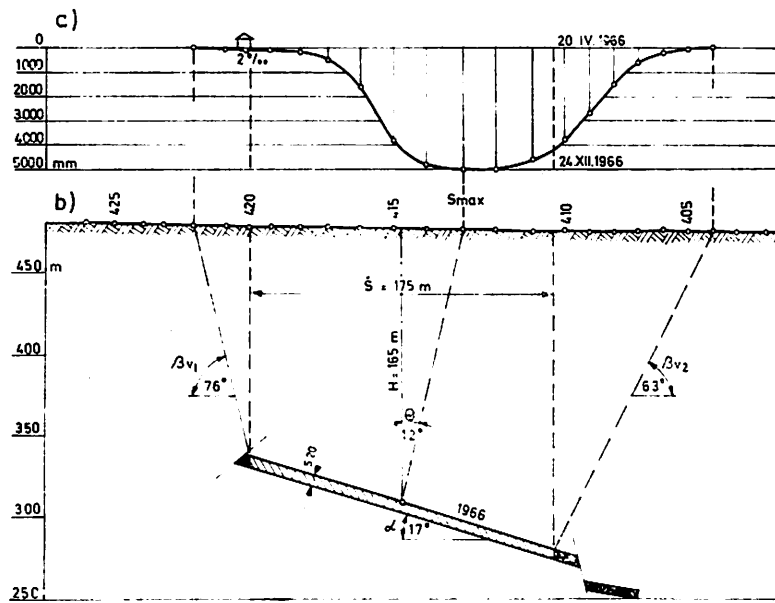
$$— \text{ na profilu 500 } — \Theta : \alpha = 13 : 18 = 0,72$$

Otklonjeno je ne samo dno već i cijelo korito sa deformacijama koje su karakteristične za njegove pojedine dijelove, o čemu se navodi slijedeći primjer. Nekoliko manjih zgrada, koje se nalaze tačno iznad gornje granice otkopavanja na liniji 400 (sl. 1) pretrpile su samo manja oštećenja i umjeren nagib (2‰). Nasuprot tome, zgrade koje su se nalazile uz donju granicu otkopavanja sloja na liniji 500 (sl. 2) bile su toliko oštećene i nagnute (do 98‰) da su se morale porušiti.

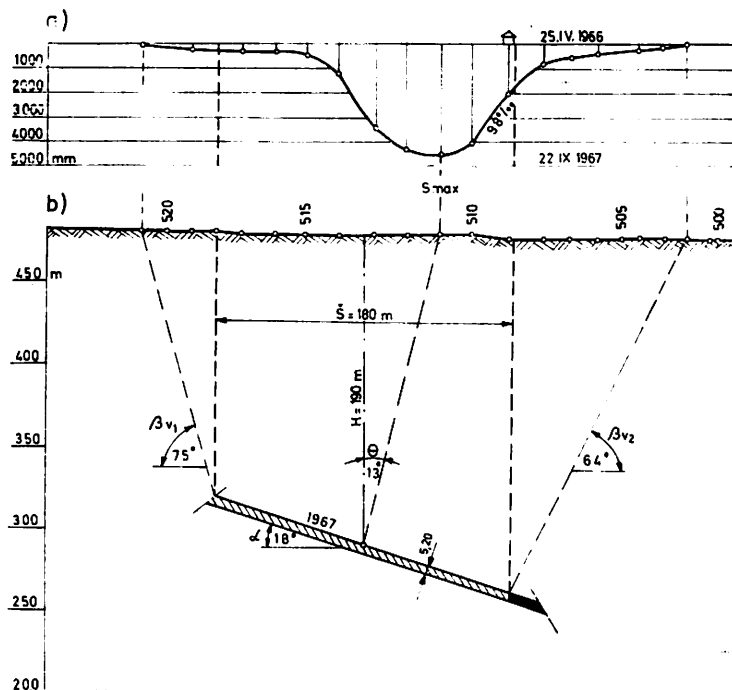
Rudnik Kakanj

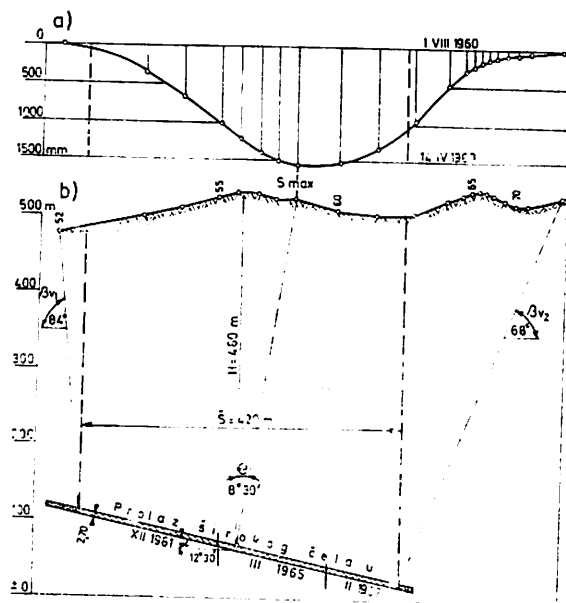
U Staroj jami je na tri horizonta, sukcesivno od 1961. do 1967. god. otkopavan sa zarušavanjem dio glavnog sloja visine 2,7 m na području gdje su pravovremeno bile postavljene i izmjerene opservacijske linije. Praćeno je slijeganje svih tačaka, a za ovu analizu izabrana je kao najpovoljnija linija III (sl. 3). Tek nakon trećega prolaza otkopne fronte odnos $\bar{S} : H = 420 : 460 = 0,9$ bio je takav, da se obrazovalo konačno dno korita

Sl. 1 — Profil slije-
ganja 400 u Brezi.
Abb. 1 — Der Sen-
kungsprofil 400 in
Breza.



Sl. 2 — Profil slije-
ganja 500 u Brezi.
Abb. 2 — Der Sen-
kungsprofil 500 in
Breza.





Sl. 3 — Profil slijeganja III u Kaknju.

Abb. 3 — Der Senkungsprofil III in Kakanj.

slijeganja, tj. da je postignut S_{max} na tački 59. To je, naime, potvrdilo kontrolno mjerenje u 1973. nakon i četvrtog prolaza otkopne fronte ispod ovog profila. Položaj S_{max} je otklonjen od vertikalne linije položene kroz težište otkopavanja za ugao $\Theta = 8^{\circ}30'$. Odnos prema nagibu sloja iznosi

$$\Theta : \alpha = 8^{\circ}30' : 12^{\circ}30' = 0,68$$

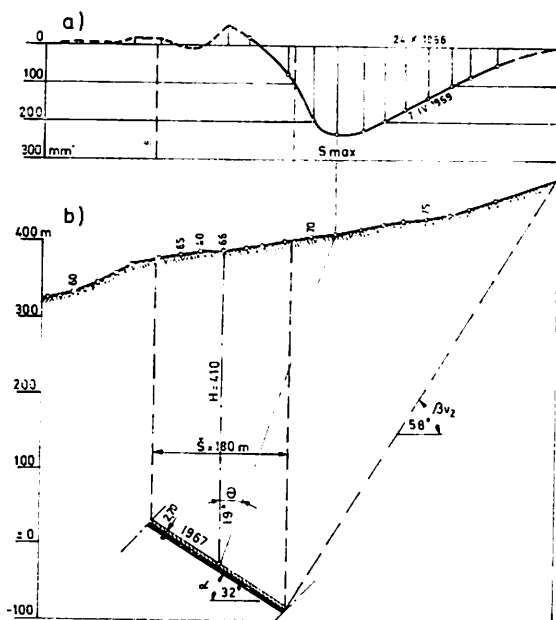
Rudnik Zenica

U jami Raspotočje iznad VII terase pravorovremeno je postavljen i izmjereno profil III u cilju praćenja uticaja otkopavanja glavnog sloja na površinu. Pošto je na većoj površini bila otkopana jedna trećina ovog moćnog sloja, odnosno 2,7 m visine, izmjereno je slijeganje tačaka na profilu i konstruisano korito (sl. 4). S obzirom na malen odnos

$$\check{S} : H = 180 : 410 = 0,43$$

ovdje nije bilo postignuto puno potkopavanja niti konačna vrijednost S_{max} . Ipak je položaj dna parcijalnog korita logično otklonjen od vertikale za ugao $\Theta = 19^{\circ}$. Isti stoji prema nagibu sloja u odnosu

$$\Theta : \alpha = 19^{\circ} : 32^{\circ} = 0,59$$



Sl. 4 — Profil slijeganja III u Zenici.

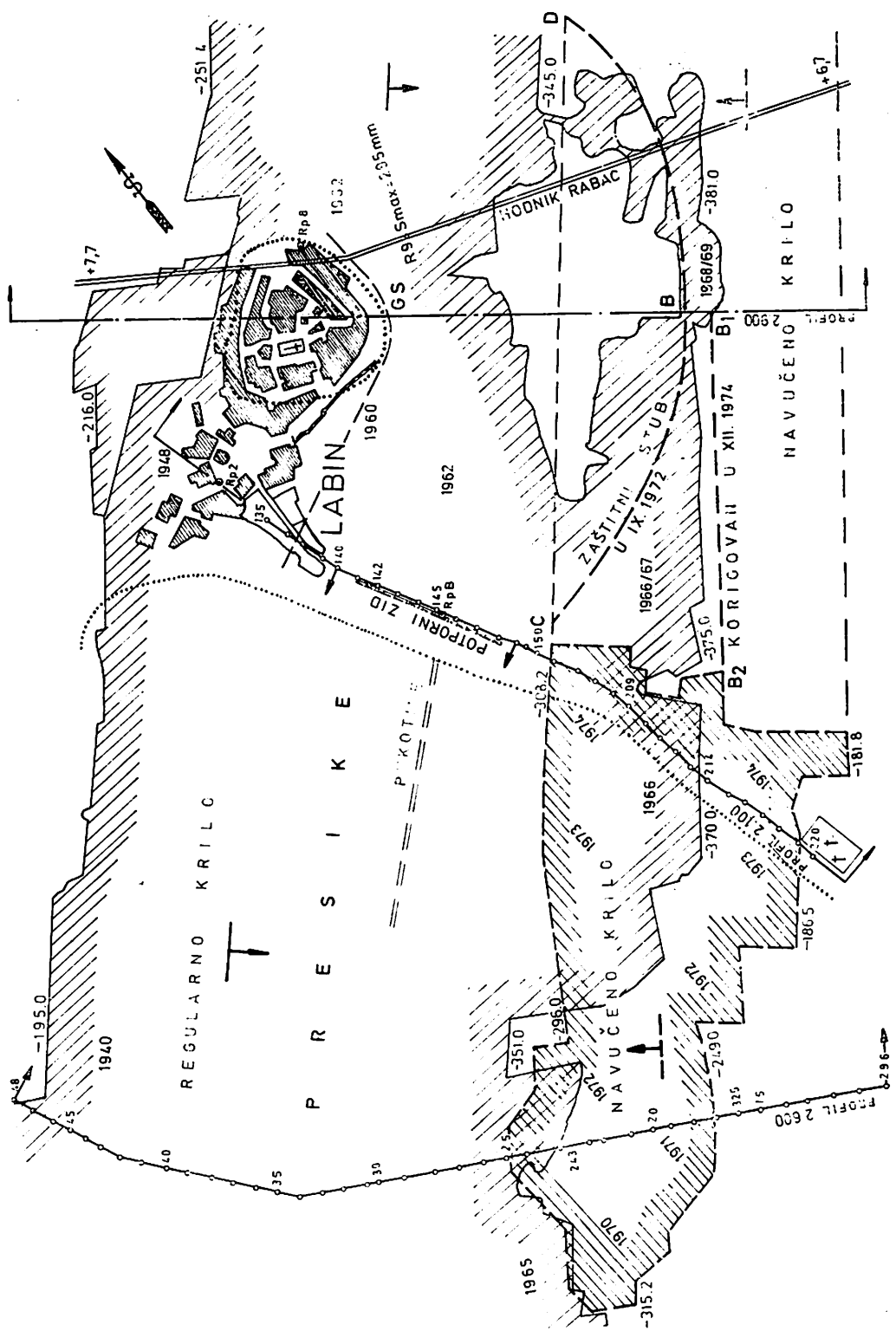
Abb. 4 — Der Senkungsprofil III in Zenica.

Ovaj je odnos manji od onoga koji je dobiven u Brezi i Kaknju kod punog potkopavanja. Na profilu u Raspotočju zapažena je pojava dizanja terena izvan ruba korita slijeganja. To se pominje u stručnoj literaturi, a Salustowicz je dao i njeno teoretsko tumačenje (6). Kod otkopavanja sloja kamenog uglja u Raši, jama Pićan, ispod pruge JŽ (4) zapaženo je dizanje tačaka ispred otkopne fronte i do 7 mm, kao redovna pojava.

Iskustva iz Raše

U jami Labin vrši se od 1940. god. eksploatacija većeg broja slojeva kamenog uglja razne debljine od 0,8 do 4,0 m. Većinom se radi sa pneumatskim zasipom, a također, ali u manjoj mjeri, sa zarušavanjem, pa i sa rebrastim zasipom. Eksploatacija se obavlja uvijek na velikim dubinama 500—600 m.

Slojevi kamenog uglja iz najstarijeg tercijara, uloženi u kozinske krečnjake, počinju neposredno na kredi kao osnovnom gorju. Iznad kozinskih slijede foraminiferski kreč-



Sl. 5 — Grad Labin i otkopane površine ugljenih slojeva u jami.
 Abb. 5 — Stadt Labin und abgebaute Kohlenflözflächen in der Grube.

njaci, a dalje je sve do površine fliš, sastavljen pretežno od srednje čvrstih lapora i uložaka krečnjaka. Stari grad Labin leži na krečnjačkoj breči, koja ovdje pokriva flišni lapor kao neka ogromna betonska ploča (sl. 9) promjera ~200 m, debljine i do 17 m. Breča se nastavlja zapadno od profila 2.100 (sl. 5) po cijelom ravničarskom terenu Presike (tačkaste linije). Uslijed velike tektonske navlake, koja je karakteristična za ovo ležište, u jami se pojavljuju dvije skupine eksploatabilnih slojeva u tzv. regularnom i u navučenom krilu. Na uglju je znatno bogatija prva skupina. Koeficijent čvrstoće po Protođakonovu kreće se za ugalj od 1,2 do 2,0, flišne lapore od 3,5 do 4,5 — za kredni krečnjak od 8 do 12, a za ostale krečnjake i do 20. Otkopavanje ugljenih slojeva u regularnom krilu vršeno je, također, ispod grada Labina bez ostavljanja odgovarajućeg zaštitnog stuba (sl. 5). U vremenu od 1948. do 1960. ispod starog grada i dalje na jug otkopano je 10 ugljenih slojeva sa ukupno 14 do 15 m moćnosti. Od 1960. do 1969. otkopavanje je vršeno u dubljim horizontima JI od grada, a godine 1962. krenulo se i na protivnu stranu, tj. na SI, približno od profila 2.900 desno.

Sa otkopavanjem navučenog krila počelo se u 1970. na krajnjem jugu, napredovanjem na SI u slojevima koji su razvijeni nasuprot starog grada. U vezi toga na kraju 1971. god. postavljen je bio zadatak, da se u navučenom krilu odredi granica zaštitnog stuba za stari grad Labin (1).

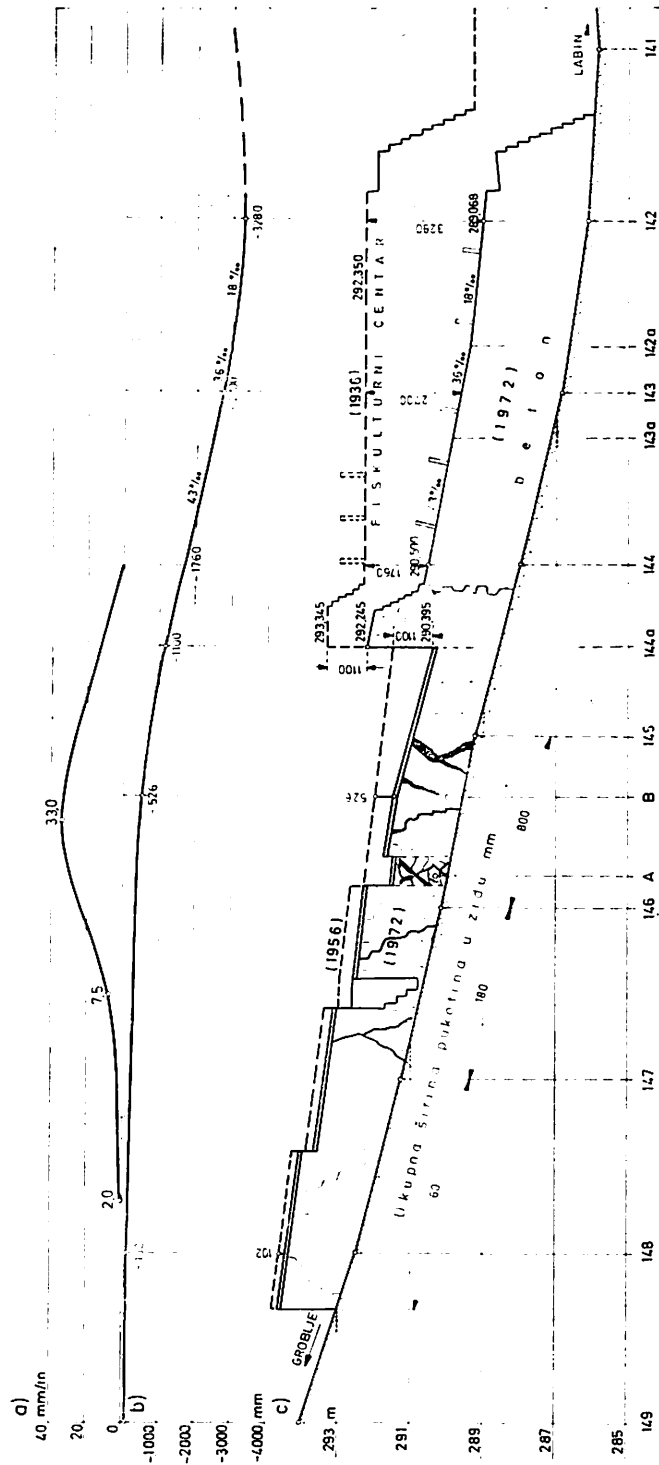
U toku opisane eksploatacije uglja u regularnom krilu ispod grada pojavila su se oštećenja objekata, ali srazmjerno kasno, tek oko 1959/60. Njihov intenzitet se povećao 1962, a najviše oštećenja bilo je u periodu od 1964. do 1966, kada se moralo i najviše zgrada porušiti (52 od 253). Bilo je to izvan granica breče (nešrafirane površine na sl. 5).

U rješavanju postavljenog zadatka analizirani su raspoloživi vrlo oskudni podaci. Naime, prvi reperi u gradu i bližoj okolici postavljeni su tek 1962. god., odnosno kada je otkopavanje ispod starog grada već bilo završeno, a poligonska mreža još kasnije, tek 1968. Ni za jedan reper ni za poligonske tačke iznad već počete ili završene eksploatacije uglja nije se, dakle, znalo početno tzv. nulto stanje. Pošto je za određivanje granice zaštitnog stuba u navučenom krilu najvažnije poznavanje parametra uticaja nagiba sloja

na premještanje korita slijeganja u dotičnim rudarsko-geološkim uslovima, izvršio sam analizu uticaja dotadašnjeg otkopavanja u regularnom krilu na poseban, neuobičajeni način. U nedostatku kota nultog položaja prekasno postavljenih geodetskih tačaka izvršena je rekonstrukcija početnog položaja potpornog zida bivšeg fiskulturnog centra u Ulici palih boraca, koji se nalaze između tačaka 141 i 149 poligonskog vlaka položenog godine 1968. (sl. 5) Na traženje autora snimljeno je dne 4. XII 1971. stanje zida po cijeloj dužini sa kotama završnog vijenca na karakterističnim mjestima, kao i širine svih malih i većih pukotina u zidu, a iste su se kretale od 5 do 400 mm. Ovdje se nalaze dva u jednu cjelinu vezana zida, stariji sagrađen 1936. od nabijenog betona i noviji, građen 1956. od grubo klesanog i fugovanog kamena (sl. 6). Stari zid završavao je sa horizontalnim vijencem, o čemu svjedoče ostaci sada nagnutih betonskih stupića iz kojih su izlazili cijevni nosači električnog osvjetljenja. Osim toga, na platou fiskulturnog centra još se nalaze dobro očuvani pregradni zidići bivše kuglane, koji su sa potpornim zidom paralelni, a sada su nagnuti, kao i dio zida između tačke 143 i 144. Noviji zid iz god. 1956. bio je građen sa nagnutim završnim vijencem, o čemu svjedoči neparalelnost između horizontalnih fuga i betoniranog vijenca. U godini 1962. postavljeni su bili u kamenom zidu reperi A i B i određene njihove kote radi kontrole slijeganja.

Rekonstrukcija prvotnog položaja zidova izvršena je grafičkom metodom (sl. 6) na taj način, što je uzeto u obzir izmjereno slijeganje tačke 148 od 1968. do 1972. god. u vrijednosti 102 mm i slijeganje repera B od 1962. do 1972. god. od 526 mm kao pouzdano poznati podaci. Povlačenjem istog nagiba završnog vijenca kroz početni položaj ovih tačaka, sa odnosnim stepenicama u vijencu, dobivena je kota starog zida na tački 144, a za 1100 mm iznad sadašnje; rekonstruirana prvotna kota iznosi 293,345 m. Podizanjem na slici linije betonskog zida u horizontalan položaj utvrđena je njegova kota iz 1936. god. sa 292,350 m.

Sačuvane stepenice, sada nagnute prema unutra ukazuju, da se najniža tačka slijeganja zida nalazi kod 142. Opisanom rekonstrukcijom početnog stanja dobivena je vrijednost $S_{max} = 3280$ mm, kao i za ostale tač-



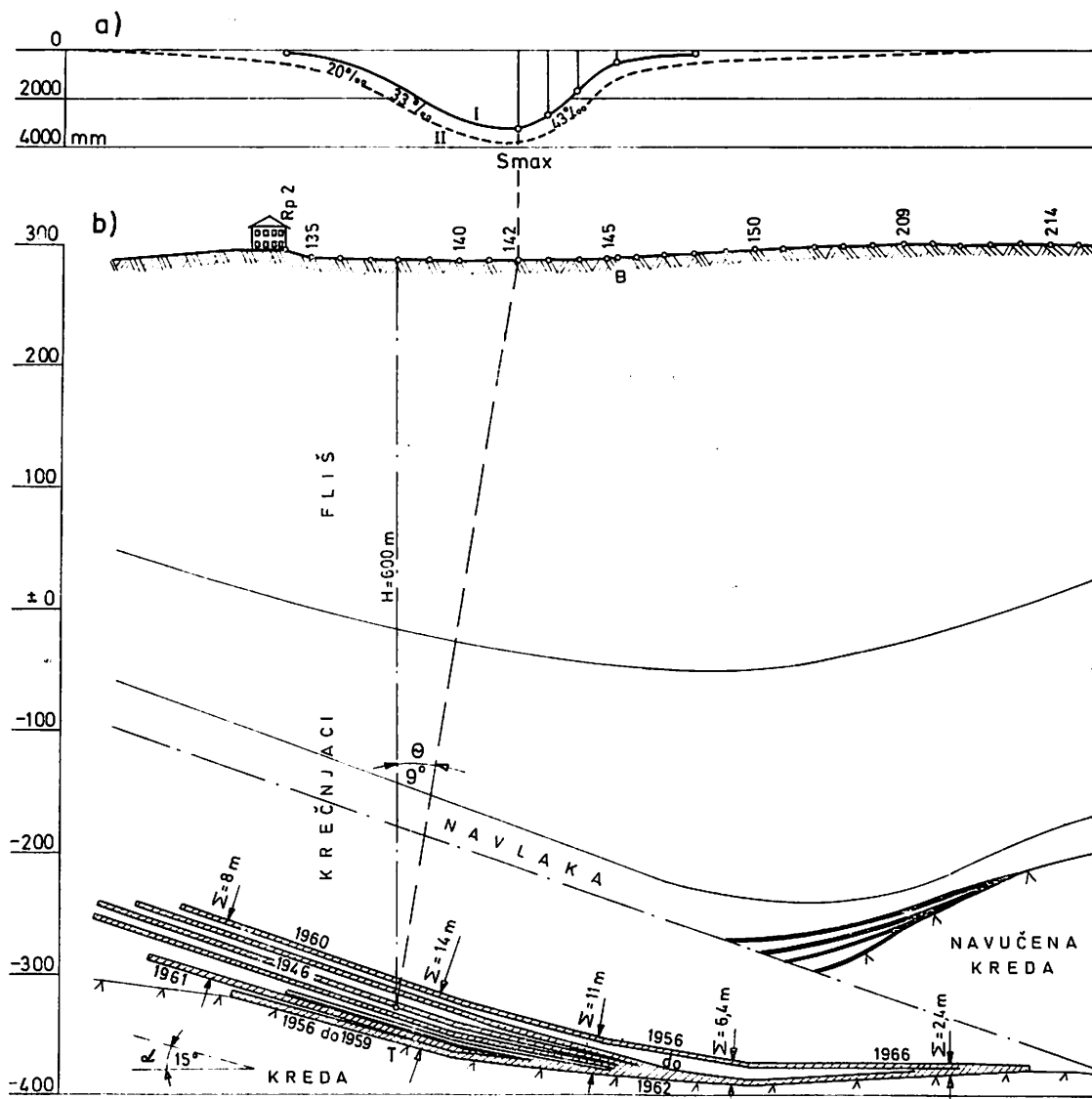
Sl. 6 — Rekonstrukcija siljevanja starog potpornog zida.

Abb. 6 — Die Wiederherstellung der Senkung des alten Stützmauers.

ke njihova slijeganja. Na osnovu sumarne širine pukotina po dionicama zida, od tačke 148 do 145 čije su vrijednosti upisane sa 60, 180 i 800 mm, izračunat je parametar specifičnih horizontalnih deformacija $+E$ sa 2,0, 7,5 i 33 mm/m i to naneto na sl. 6a. Polovina krive korita slijeganja od tačke 148 do 142 konstruirana je na osnovu rekonstruiranog slijeganja pojedinih tačaka, izmjerenih na-

giba zida po dionicama i usklađivanja sa krivom specifičnih horizontalnih deformacija, prema priznatim teorijama.

Za konstrukciju kompletnog korita slijeganja izabran je poligonski vlak položen u 1968. god. Ulicom palih boraca i to dio od tačke 135 do 220, sa uključenjem i repera R-2 postavljenog god. 1962. na zgradi Općine. Ovaj profil označen je sa 2.100. On je naj



Sl. 7 — Vjerojatno slijeganje na profilu 2.100 u Labinu.

Abb. 7 — Die wahrscheinliche Senkung am Profillinie 2.100 in Labin.

bliži smjeru nagiba slojeva, od kojeg je otklonjen za oko 20° , što za ovu svrhu mnogo ne smeta. Stvarna vrijednost S_{max} ne može biti nikako manja od naprijed navedene, nego samo veća i to za onoliko, koliko su stvarne vrijednosti slijeganja repera B i tačke 148 veće od ovdje navedenih 526 i 102 mm. To, međutim, ne bi promijenilo položaj tačke najvećeg slijeganja.

Konstrukcija kompletnog korita slijeganja na profilu 2.100 (sl. 7) izvršena je tako, što je desna polovica prenetu u izmjenjenom mjerilu sa slike 6b, a za drugu polovinu korišten je podatak, da se reper R-2 od 1962. do 1972. slijegao za 104 mm i da su na zgradama, koje su bile pred rušenjem, izmjereni nagibi glavnih zidova kod tačke 136 sa 20 mm/m, a kod tačke 138 do 33 mm/m. Tačka 142 na kojoj se nalazi dno korita slijeganja otklonjena je iz vertikalne linije koja prolazi kroz težište otkopanih masa za ugao $\Theta = 9^\circ$. Odnos ovog ugla prema generalnom padu slojeva iznosi

$$\Theta : \alpha = 9 : 15 = 0,6$$

Na l. 7 punom linijom izvučena je varijanta I na osnovu navedenih brojčanih podataka, a isprekidanom crtom i druga (II), koja u pogledu dometa uticaja izgleda realnija, iako bi u tom slučaju slijeganja, pa i maksimalno, bila nešto veća. Rekonstrukcije na sl. 6 i 7 predstavljaju nivelaciju i dopunu ranijih, koje su date u projektu (1).

Treba još razjasniti ulogu krečnjačke breče na kojoj leži jezgro starog grada Labina, kao na nekoj ogromnoj betonskoj ploči. Granice breče označene su na sl. 5 tačkasto. Nakon prekida širine oko 200 m breča se nastavlja prema jugu ispod visoravni Presike sa granicom uzduž profila 2.100.

Glavna oštećenja objekata u gradu bila su na području na kojem je breča erodirana, a tu je ujedno bila i najveća širina otkopane površine u regularnom krilu. Međutim, ispod onog dijela grada, koji leži na breči, otkopana površina je znatno manja, što se vidi na sl. 5 i 9. Jugoistočno od grada nalazi se neproduktivan otok krede, a s druge strane, uvala u kojoj su samo neki slojevi otkopani na jednom dijelu njene površine. Te dvije okolnosti i povoljan smjer nagiba ugljenih slojeva su uticale na znatno smanjenje deformacija na površini terena, odnosno na njihovo završavanje unutar brdskog masiva

(zasvođenje). Ukoliko je flišni lapor ispod breče i bio u manjoj mjeri izložen rastezanju (+ E), to se nije prenijelo na breču jer je ona kompaktna, a njen kontakt sa laporom vlažan, tu su postojali izvori za potrebe grada. Prema tome, neotkopani otoci u jami i breča na površini zaštitili su jezgro starog grada od ozbiljnih oštećenja. Iz ove činjenice se vidi, također, sva ozbiljnost zadatka, da se u navučenom krilu odrede granice zaštitnog stuba tako, da nova eksploatacija slojeva koji su nagnuti prema gradu, dakle nepovoljnije od onih u regularnom krilu, ne izazove po grad opasne deformacije. Na visoravni Presike postoji niz širokih pukotina u krečnjačkoj breči, čija se lokacija slaže sa položajem najvećeg rastezanja $+ E_{max} = 33,0$ na sl. 6 a to se uočava i na sl. 5. Sile rastezanja u flišnom laporu prešle su i na manje elastičnu breču u kojoj je došlo do proširenja prirodnih pukotina.

Na sl. 5 i 9 označen je položaj hodnika Rabac, kojim se jamska voda sprovodi u more. Niveliranjem betonirane ivice kanala krajem 1971. god i rekonstrukcijom prvobitnog jednolikog nagiba od 1,7% utvrđeno je slijeganje hodnika sa maksimalnom vrijednosti na R-9 veličine 295 mm. Ovo je očigledni dokaz da se deformacije od otkopavanja u regularnom krilu završavaju u stijenskom masivu. Redovnom nivelacijom ovog hodnika, što se i sada periodično vrši, može se pravovremeno uočiti eventualna opasnost za grad, jer će se povećano slijeganje najprije ovdje pojaviti.

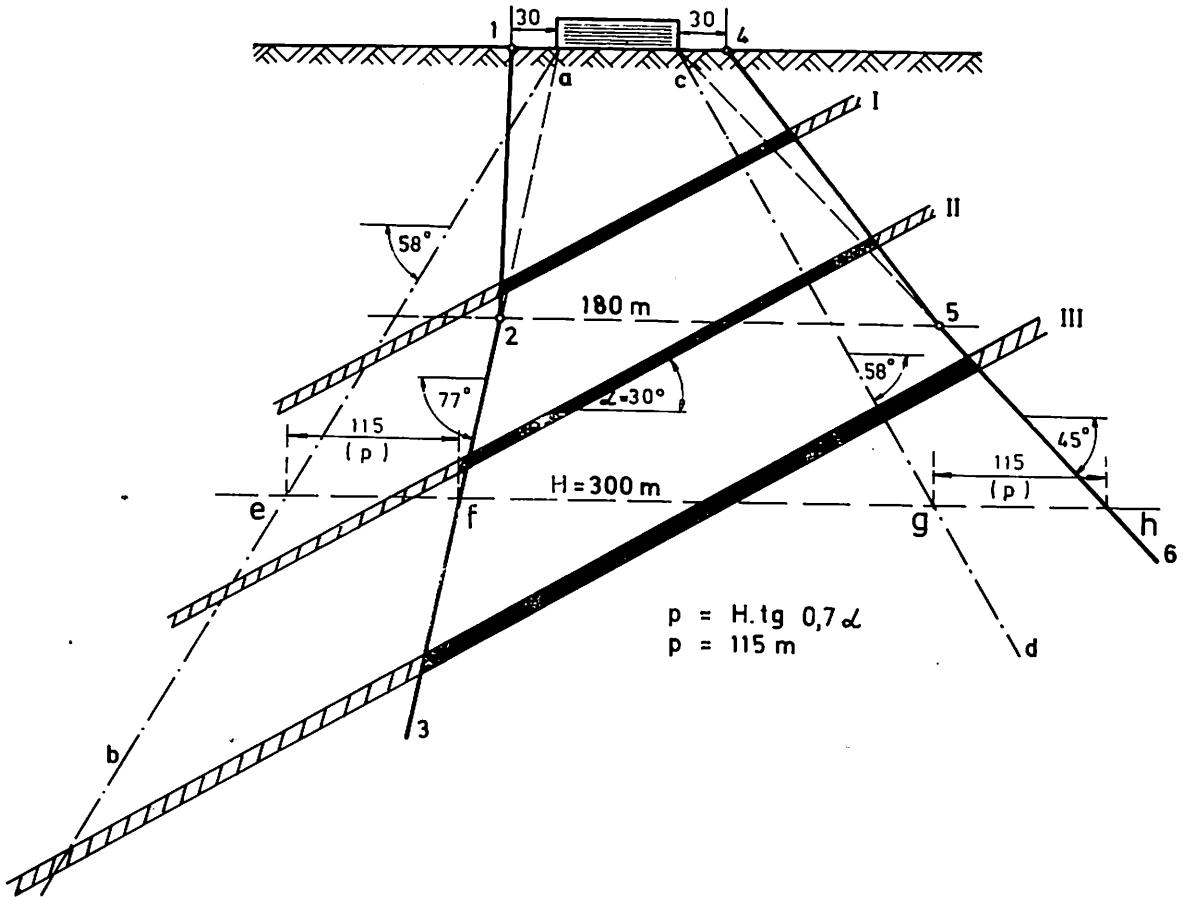
Izbor parametara

Iz do sada navedenih analiza vidi se, da je kako u Srednjobosanskim rudnicima mrkog uglja tako i u rudniku Labin na kamenom uglju, dokazan uticaj nagiba ugljenih slojeva na premještanje deformacija površine u smjeru nagiba sloja za ugao Θ , čija vrijednost zavisi od veličine ugla α . Na pojedinim rudnicima dobiveni su slijedeći odnosi između ta dva ugla

Breza,	profil	400	—	0,70
Breza,	profil	500	—	0,72
Kakanj,	profil	III	—	0,68
Zenica,	profil	III	—	0,59
Labin,	profil	2.100	—	0,60

Najniže vrijednosti su dobivene u Zenici, gdje je širina otkopavanja bila razmjerno mala i u Labinu, gdje su pojedini elementi korita slijeganja izvedeni posrednim putem, jer nije bilo odgovarajućih geodetskih mjerenja prvotnog stanja. Na ostalim profilima, na kojima je ostvareno puno potkopavanje, vrijednosti su ujednačene i kreću se oko 0,7.

zaštitnog stuba u ugljenim slojevima po pružanju dobije se povlačenjem prave linije od granice objekta na površini pod određenim uglom β . Ako je dubina do sloja ispod 180 m, onda se povlači još jedna linija od granice 30 m širokog pojasa uz objekat na površini, pa do tačke u kojoj prva linija siječe kotu —180. Za nagnute slojeve, tj. u profilu po



Sl. 8 — Šematski prikaz određivanja zaštitnog stuba po poljskim propisima.

Abb. 8 — Die schematische Darstellung der Bestimmung von Schutzpfeiler nach Polnischen Vorschriften.

U našim propisima samo se spominje obaveza ostavljanja odgovarajućih zaštitnih stubova, ali nema nikakvih uputstava ni normi za njihovo određivanje. Radi toga su u projektu (1) primjenjeni Poljski propisi iz 1961. god., jer se u njima uzima u obzir i nagib slojeva. Prema tim propisima, granica

padu, linije povučene na opisani način premještaju se po usponu za veličinu

$$p = H \operatorname{tg} 0,7 \alpha$$

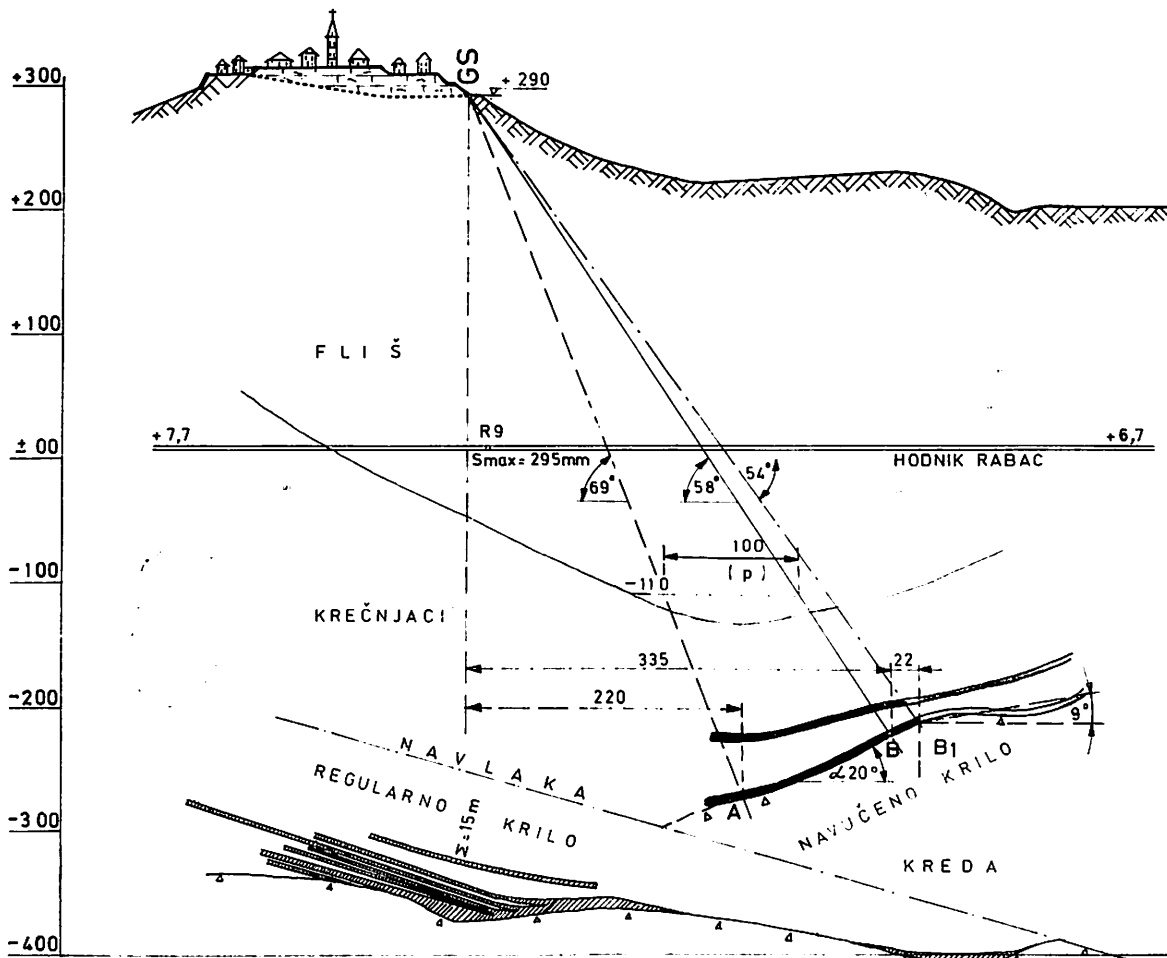
Opisani postupak prikazan je šematski na sl. 8. Uzet je primjer objekta za koji je propisan ugao $\beta = 58^\circ$. Od granice objekta po-

vučene su linije a—b i c—d pod ovim uglom. Nagib slojeva pretpostavljen je sa $\alpha = 30^\circ$. Za konstrukciju pomaka p proizvoljno je odabrana dubina $H = 300$ m, tako da pomak iznosi

$$p = 300 \cdot \operatorname{tg} 21^\circ = 115 \text{ m}$$

Njegovim nanošenjem u smjeru uspona sloja od tačke e do f i od g do h i spajanjem tih tačaka sa a, odnosno sa c dobijaju se nove linije a—f i c—h. Da bi se izvršila korektura za slojeve na dubini ispod 180 m povučene su linije iz tačaka 1 i 4, udaljenih od objekta za 30 m, do tačke 2 odnosno 5. Konačne granice zaštitnog stuba predstavljaju

ju debelo povučene lomljene linije 1—2—3 i 4—5—6, izvan kojih je šrafiranjem označeno šta se smije otkopavati. Iz ovog primjera se vidi, da se u ovom konkretnom slučaju ugao zaštitnog stuba od 58° koji važi po pružanju, na donjoj strani, tj. po padu, povećao na 77° , a na gornjoj po usponu smanjio na 45° . Povlatne naslage u poljskim ležištima, a to je Gornja Šlezija, sastoje se pretežno od karbonskih škriljaca, lapora i pješčara, dok se krečnjak uopće ne pojavljuje. S obzirom na ležište u Labinu sa vrlo čvrstim krečnjacima i flišom, uzeti su uglovi za krečnjake 76° , a za fliš 67° . Uticaj nagiba uzet je sa $0,7 \alpha$, što se slaže sa poljskim i našim parametrima.



Sl. 9 — Određivanje zaštitnog stuba na profilu 2.990.

Abb. 9 — Die Bestimmung des Schutzpfeilers im Profil 2.990.

Konstrukcija zaštitnog stuba u navučenom krilu

Od nekoliko profila koji su dati u projektu (1) ovdje je na sl. 9 prikazan profil 2.900 na kojem je udaljenost između ugljenih slojeva u navučenom krilu i grada najmanja (oko 200 m). Granica stuba na površini GS na ovom profilu ide rubom krečnjačke breče na kojoj leži grad. Ako se kroz fliš povuče ugao od 67° , a kroz krečnjak od 76° , dobija se za ovaj konkretni odnos naslaga prosječni ugao od 69° . Pod tim uglom povučena linija presjeca kredni sloj u tački A. Premještanjem ove linije za veličinu $p = H \operatorname{tg} 0,7 \alpha$ izvršeno je na koti — 110 m, tj. na dubini $H=300$. S obzirom da je vrijednost prosječnog nagiba $\alpha = 20^\circ$, računski izlazi $p = 100$ m. Konačno je na taj način dobivena granična linija GS — B pod uglom 56° , a granični stub se na ovom mjestu pomakao za 115 m (335—220). Na sličan način izvršene su konstrukcije i na drugim profilima, što je omogućilo povlačenje granice zaštitnog stuba u krednom sloju navučenog krila, kako je to na sl. 5 prikazano linijom C — B — D. Unutar te granice ostalo je oko 350.000 t uglja u oba sloja.

Kontrola uticaja eksploatacije i korekcija stuba

Prije početka otkopavanja u navučenom krilu na krajnjem jugu postavljena je i u 1970. god. izmjerena poligonska mreža sa 147 tačaka na području približno unutar granica slojeva predviđenih za otkopavanje. Pošto se od ove mreže, koja nije imala isturenih krakova do granice mogućih uticaja eksploatacije, nisu mogli očekivati podaci iz kojih bi se mogao odrediti uticaj nagiba slojeva na premještanje deformacija na površini, to je naknadno na trasi koju je izabrao autor iskoličena i 24. II 1972. izmjerena opservacijska linija sa 48 tačaka iznad i po padu novog otkopnog polja, ukupne dužine 1270 m sa dovoljno daleko isturenim krajnjim tačkama (profil 2.600 na sl. 5 i na sl. 10). Radi terenskih uslova ista je dva puta neznatno lomljena. Pošto se u to vrijeme otkopna fronta u jednom sloju već nalazila ispod ove linije, u nju su uključene dvije krajnje (296 i 243) i jedna srednja (325) tačka iz pravovremeno postavljene poligonske

mreže, da bi se koristio podatak o njihovom nultom položaju, odnosno o veličini slijeganja ostvarenog do dana mjerenja profila 2.600.

U vezi sa izradom projekta djelomične eksploatacije u zaštitnom stubu za grad Labin (3) na zahtjev odgovornog projektanta izvršeno je dana 30. IX 1974. kontrolno mjerenje ove linije. Otkopna fronta se do tada već toliko udaljila, da se slijeganje tačaka moglo smatrati završenim. Na osnovu rezultata mjerenja (kote i dužine) izračunato je slijeganje pojedinih tačaka i konstruirano korito na sl. 10a. Gornja debelo povučena linija predstavlja slijeganje od 1972. do 1974. Pošto su poznati podaci o veličini slijeganja pomenute tri poligonske tačke za period od 1970. do 1972., što za tačku 243 iznosi 169 mm, za 325 iznosi 23 mm, a na tački 296 je bilo + 5 mm, ove su vrijednosti nanete ispod debele linije i na osnovu toga interpretirana je desna polovina korita cjelokupnog slijeganja kao sasvim pouzdana, a lijeva kao vjerojatna. Dobivena je vrijednost za $S_{\max} = 430$ mm. Ona se nalazi na tački 25 što daje odklon korita slijeganja $\Theta = 10^\circ 30'$ a to je tačno $0,7 \alpha = 0,7 \cdot 15^\circ$. Bez rekonstrukcije, tj. bez korištenja podataka o slijeganju tri tačke u vremenu od 1970. do 1972. maksimalno slijeganje bi bilo na tački 26, odnosno ugao bi iznosio $\Theta = 11^\circ$, a to nije bitna razlika. Vrijednost $S_{\max} = 430$ mm ne odgovara debeljini otkopanih slojeva, a razlog je nepovoljan odnos širine 210 m prema dubini 550 m eksploatacije.

Iz analize profila 2.600 (sl. 10) proizlazi, da gornji vanjski ugao uticaja iznosi 78° , a donji 48° . Nagib slojeva je prosječno 15° . Međusobna zavisnost ovih uglova može se izraziti u odnosu na srednji ugao β_{sr} ovako:

$$48 = 63 - 15 \quad \text{i} \quad 78 = 63 + 15$$

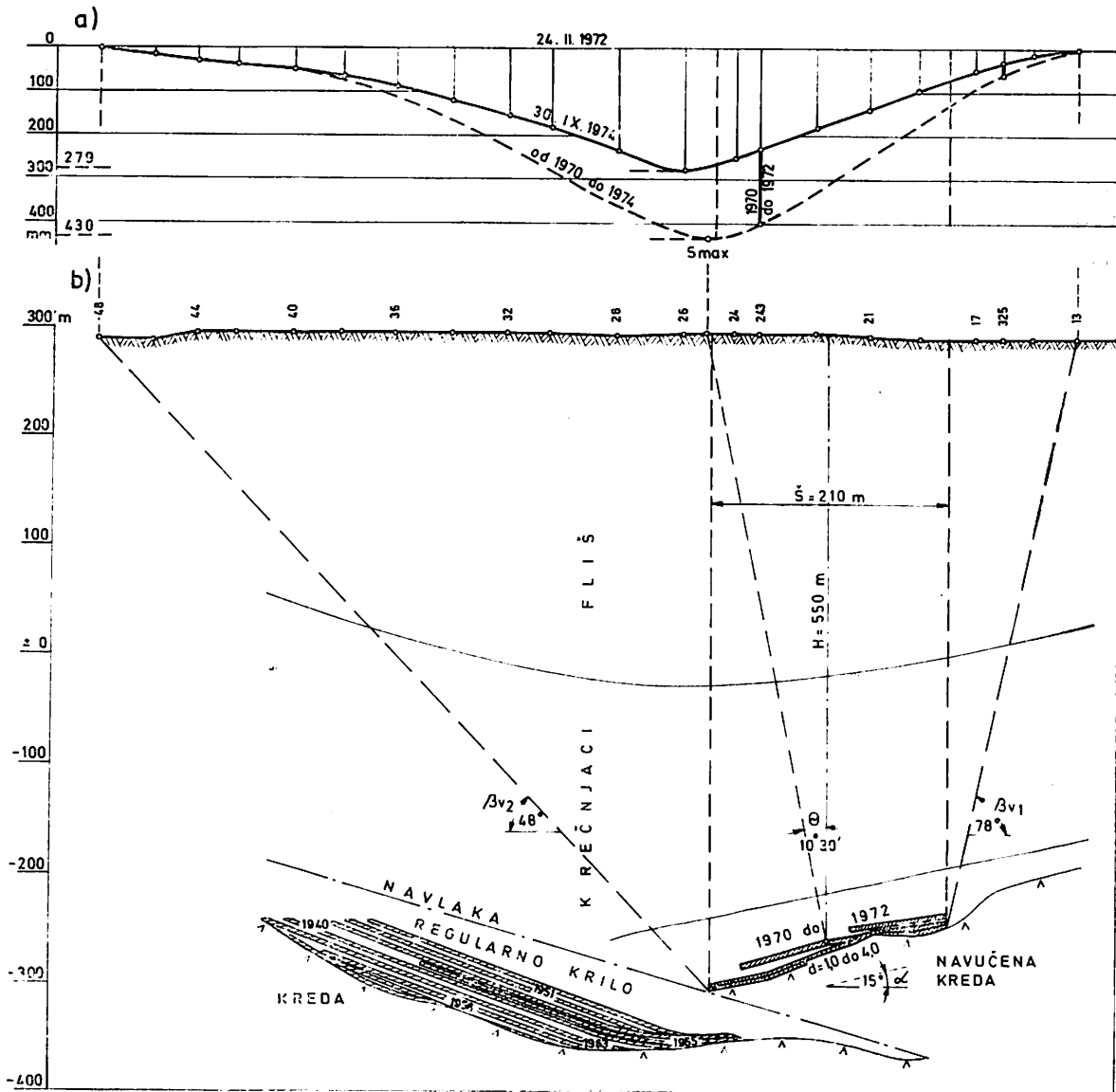
odnosno

$$\beta_{v2} = \beta_{sr} - \alpha \quad \beta_{v1} = \beta_{sr} + \alpha$$

Prema nekim ranijim analizama (2) vanjski donji ugao trebalo bi da bude $63 - \frac{2}{3} \alpha = 63 - 10 = 53 = 48 + 5$. Razliku od 5° treba tumačiti činjenicom, što se ovdje radi o vrlo čvrstim naslagama, čija je kompaktnost

narušena ranijim otkopavanjem većeg broja ugljenih slojeva u regularnom krilu, a sada su iste ponovo pokrenute otkopavanjem u navučenom krilu. Ovo ima analogije sa navodima u literaturi (5), gdje se preporučuje smanjenje ugla uticaja za 5° u naslagama sa gustim mikrotektonskim prslinama, kada se u njima određuje taj parametar.

Korištenjem novih saznanja na temelju analize profila 2.600 izvršena je u projektu djelomične eksploatacije (3) korektura ranije određene granice zaštitnog stuba (1). Na profilu 2.900 (sl. 9) nova granica je povučena pod uglom $63 - 9 = 54^\circ$ i prolazi kroz tačku B₁, odnosno pomaknuta je prema ranijoj za 22 m. Slično je učinjeno i na dru-



Sl. 10 — Kontrola slijeganja na profilu 2.600.

Abb. 10 — Die Kontrolle der Senkung im Profil 2.600.

gim profilima (3) kod kojih je nagib veći, pa su i korekcije veće. Korigirana granica nalazi se sada na liniji B₁ — B₂ (sl. 5). Dodatno se napominje, da je djelomična eksploatacija stuba po navedenom projektu (3) uspješno realizirana u prvoj polovici 1975. god. Detalji o tome izašli bi iz okvira ovog članka, pa se ne navode. Daljnja eksploatacija u navučenom krilu nasuprot grada vrši se uzduž korigirane granice zaštitnog stuba B₁ — B₂.

Zaključak

Iz opisanog postupka oko određivanja parametara, potrebnih za konstrukciju zaštitnog stuba za tako značajan historijski i kulturni spomenik, jedinstvenog izgleda i položaja, kakav je grad Labin, vidi se koliko i kakve improvizacije je bilo potrebno samo za to, što nije bilo odgovarajućih mjerenja za praćenje kompletnih uticaja eksploatacije u jami Labin na površinu. Iz ovog

slučaja treba izvući pouku, da na svakom rudniku treba vršiti stalna i svrsishodna mjerenja o svim promjenama na površini, a ne samo o onima u jami. Kod stručno i racionalno projektovane mreže opservacijskih linija troškovi za stabilizaciju tačaka, i za njihovo početno i periodično mjerenje su razmjerno niski i obično se takvi poslovi mogu obavljati sa već postojećim na rudniku mjerачkim kadrom. Tako se npr. radi već 15 godina na Srednjobosanskim rudnicima i tamo je do sad sakupljen bogat fond podataka (2). Oni se povremeno interpretiraju i prema potrebi koriste za rješavanje konkretnih zadataka na vlastitim, pa i na drugim rudnicima, kao što je bio i ovdje opisani slučaj. I u Raši, na jami Pićan, postoje, također, mnogobrojni podaci o deformacijama na površini, na osnovu stalno vršenih linijskih opservacija u toku 10 godina, ali za tamošnje uslove plitke eksploatacije (4).

ZUSAMMENFASSUNG

Die Schutzfeiler bei geneigten Kohlenflözen

Dipl. Ing. V. Kovačević*

Zum Zweck der Begrenzung des Schutzfeilers für die alte Stadt Labin musste man aus Mangel an entsprechenden geodetischen Messungen, die notwendigen Parameter auf indirekte Weise bestimmen. Wegen der grossen Empfindlichkeit der Stadtmittle auf jede Bodenbewegung, wurde eine nachträgliche Korrektur der Schutzfeilergrenzen auf Grund der Ergebnisse von zu diesem Zweck besonders ausgeführter Vermessungen ausgeübt.

Literatura

1. Kovačević, V. Koharić, I. 1972: Uticaj otkopavanja u rudniku Labin na deformacije površine i određivanje zaštitnog stuba za stari grad Labin, IU Raša.
2. Kovačević, V. Koharić, I. 1973. Parametri uticaja na površinu kod eksploatacije uglja u Srednjobosanskim rudnicima i njihova praktična primjena. — Zbornik radova 1. jugoslovenskog simpozijuma o rudarskim mjerenjima, Rabac — Raša, SIT RGM — Beograd.
3. Kovačević, V. 1974: Projekat djelomične eksploatacije u zaštitnom stubu za grad Labin. — Projektni biro SBR Sarajevo.
4. Kovačević, V. 1975: Otkopavanje zaštitnih stubova u Raši. — Sigurnost u rudnicima br. 2/75, Rudarski institut, Beograd.
5. Kuznjecov, M. A. i dr. 1971: Sdviženie gornyh porod na rudnyh mestoroždenijah. — Nedra, Moskva.
6. Salustowicz, A. 1953: Profil niecki osiadanania jako ugiecie warstwy na spreżystym podłożu. — Archiwum górnictwa i hutnictwa, Tom I/1, PAN Warszawa.

*) Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević, Sarajevo.

Doprinos proučavanju mogućnosti primene teorije izentropskog aerodinamičnog potencijala za duboke rudnike

(sa 3 slike)

Prof. dr ing. Vesna Jovičić

Ovaj članak predstavlja izvod iz jednog dela doktorske disertacije, koja je odbranjena na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu decembra 1972. godine. Puni naslov disertacije glasi: »Doprinos proučavanju mogućnosti primene teorije izentropskog aerodinamičnog potencijala za duboke rudnike, na primenu ventilacione šeme jame Stari Trg — Trepča u sadašnjoj i perspektivnoj fazi razvoja«.

Proučavanje uslova cirkulacije vazduha kroz jamu, odnosno sistem jamskih prostorija, predstavlja jedan od suštinskih problema ventilacije rudnika. Ovom problemu, međutim, može se prići sa raznih aspekata: topološkog, matematičkog, hidrodinamičkog, aerodinamičkog ili termodinamičkog. Naravno da kompleksan prilaz ima najveću naučnu vrednost.

Može se slobodno reći da ovakvo kompleksno razmatranje ventilacione mreže jednog našeg rudnika još nije naučno tretirano. U inostranoj literaturi osnove ovakvom prilazu postavio je poznati naučnik H. Bystron (1), ali samo na veoma uprošćenim ventilacionim mrežama, koje sadrže svega desetak ogranaka. Složenije ventilacione mreže obrađivane su, uglavnom, samo topološki i matematički (2), (3), (4), (5), (6).

Ventilaciona mreža jame kojoj smo želeli da damo kompleksnu interpretaciju, sadrži preko 1.000 ogranaka, a njen uprošćen izvod oko 300 ogranaka. Prema tome, aerodinamičko i termodinamičko proučavanje takve jedne mreže nije do sada vršeno i nema svoga uzora.

Da bi se teoretski mogle razmatrati promene stanja jamskog vazduha u ventilacionoj mreži, neophodno je, kao uostalom i kod tretiranja drugih pojava, usvojiti neke uslove

bez kojih takvo razmatranje uopšte ne bi bilo moguće. Ti uslovi su sledeći:

— jamski vazduh se smatra idealnim gasom

— promena stanja, kojoj je izložen vazduh posmatra se kao povratni proces

— sve izvedene jednačine stanja odnose se na ravnotežno stanje vazduha.

To znači, da pod jamskim vazduhom podrazumevamo suv atmosferski vazduh u stanju mirovanja. Da bi se na neki način uzela u obzir promenljivost hemijskog sastava jamskog vazduha i eliminisala greška koja bi poticala od proste zamene jamskog vazduha suvim atmosferskim vazduhom korišćene su virtuelne temperature.

Dinamična ravnoteža sila, koje deluju na elemenat vazduha mase m postojeće, ako je zadovoljena jednačina:

$$F_i = F_0 + F_1 + F_{\xi t} + F_v + F_p + F_t \quad (1)$$

gde je:

F_i — sila inercije

F_0 — sila potrebna za savlađivanje otpora u pravim ograncima

F_1 — sila potrebna za savlađivanje lokalnih otpora

$F_{\xi t}$ — sila potrebna za savlađivanje otpora, koji se javljaju u čvornoj tački

F_v — sila koju stvara ventilator
 F_p — površinska sila koja deluje na element vazduha
 F_t — sila teže

Vrednosti ovih sila date su jednačinama:

$$F_o = -V \frac{\rho}{\rho_u} \frac{dl_{ou}}{dx} \quad (2)$$

$$F_l = -V \frac{\rho}{\rho_u} \frac{dl_{ul}}{dx} \quad (3)$$

$$F_{\dot{t}} = -V \frac{\rho}{\rho_u} \frac{dl_{\dot{u}t}}{dx} \quad (4)$$

$$F_v = V \frac{\rho}{\rho_u} \frac{dl_{uv}}{dx} \quad (5)$$

$$F_p = -V \frac{dp}{dx} \quad (6)$$

odnosno

$$F_p = -\frac{m}{\rho} \frac{dp}{dx} \quad (6a)$$

gde je:

V — količina vazduha
 ρ — gustina jamskog vazduha
 ρ_u — uslovna gustina
 l_u — jedinični uslovni rad
 p — pritisak

Ako je jamska prostorija kosa, između elementarne visine dz , elementarnog puta dx i ugla nagiba φ postoji odnos:

$$\frac{dz}{dx} = \sin \varphi \quad (7)$$

Iz tih razloga sila teže F_t , koja deluje na masu vazduha u posmatranom elementu iznosi:

$$F_t = -mg \frac{dz}{dx} \quad (8)$$

odnosno:

$$F_t = -V \rho \cdot g \cdot \frac{dz}{dx} \quad (8a)$$

Srednja brzina vazdušne struje iznosi:

$$w = \frac{dx}{d\tau} \quad (9)$$

gde je:

τ = vreme

Iz jednačine (9) sledi dalje:

$$\frac{dw}{d\tau} = \frac{dw}{dx} \cdot \frac{dx}{d\tau} = w \frac{dw}{dx} = \frac{1}{2} \frac{d(w^2)}{dx} \quad (10)$$

Prema tome, sila inercije F_i koja deluje na element vazduha iznosi:

$$F_i = m \frac{dw}{d\tau} = \frac{m}{2} \frac{d(w^2)}{dx} \quad (11)$$

ili

$$F_i = V \frac{\rho}{2} \frac{d(w^2)}{dx} \quad (11a)$$

Ako se vrednosti date jednačinama (11a), (2), (3), (4), (5), (6) i (8a) unesu u jednačinu (1) dobija se:

$$\begin{aligned}
 V \frac{\rho}{2} \frac{d(w^2)}{dx} = & -V \frac{\rho}{\rho_u} \frac{dl_{uo}}{dx} - V \frac{\rho}{\rho_u} \frac{dl_{ul}}{dx} - \\
 & - V \frac{\rho}{\rho_u} \frac{dl_{\dot{u}t}}{dx} + V \frac{\rho}{\rho_u} \frac{dl_{uv}}{dx} - V \frac{dp}{dx} - \\
 & - V g \rho \frac{dz}{dx} \quad (12)
 \end{aligned}$$

ili

$$\begin{aligned}
 \frac{dp}{dx} + g \rho \frac{dz}{dx} + \frac{\rho}{2} \frac{d(w^2)}{dx} + \frac{\rho}{\rho_u} \left(\frac{dl_{uo}}{dx} + \right. \\
 \left. + \frac{dl_{ul}}{dx} + \frac{dl_{\dot{u}t}}{dx} - \frac{dl_{uv}}{dx} \right) = 0 \quad (12a)
 \end{aligned}$$

Svaki član jednačine (12) i (12a) predstavlja elementaran rad sveden na 1 m^3 vazduha.

Ako se posmatra stanje mirovanja, sile potrebne za savlađivanje otpora trenja u prvim ograncima, na mestima lokalnih otpora, kao i u čvornim tačkama na mestima cepanja i spajanja vazdušne struje, ravne su nuli. Zbog toga će jednačina (12a) glasiti:

$$\frac{dp}{dx} = -g \rho \frac{dz}{dx} \quad (13)$$

Razmatrajući iz termodinamike poznate promene stanja, usvojena je kao najadekvatnija za ovaj slučaj adijabetska, odnosno izentropska promena (7), (8). Karakteristika izentropske promene stanja je nepromenjena entropija, što znači da je:

$$s = \text{const} \quad (14)$$

$$ds = 0 \quad (14a)$$

Jednačina izentropije, kao što je poznato, glasi:

$$pv^k = \text{const} \quad (15)$$

Poznato je da je priraštaj toplote definisan jednačinom:

$$dq = di - v dp \quad (16)$$

Pošto kod izentropske promene stanja nema niti dovođenja, niti odvođenja toplote (priraštaj toplote $dq = 0$) sledi:

$$di_s - v_s dp_s = 0 \quad (17)$$

Indeksi »s« označavaju da je u pitanju izentropski proces.

Pošto je entalpija i:

$$i = CpT \quad (18)$$

primenjujući to na jamski vazduh i posmatrajući ga preko suvog atmosferskog vazduha biće:

$$di = Cp a dT_i \quad (18a)$$

gde je:

$Cp a$ — specifična toplota suvog atmosferskog vazduha pri konstantnom pritisku

T_i — entalpijska virtuelna temperatura.

Eksponent izentropije k jamskog vazduha, može biti jednak eksponentu izentropije suvog atmosferskog vazduha:

$$k = k_a = \frac{Cp a}{Cv a} = 1,4 \quad (19)$$

U tom slučaju virtuelna temperatura T_v jednaka je entalpijskoj virtuelnoj temperaturi T_i .

$$T_v = T_i, \text{ za } k = k_a \quad (20)$$

Pošto smo jamski vazduh zamenili ekvivalentnim fluidom — suvim atmosferskim vazduhom, može se napisati jednačina (18a) za izentropsku promenu stanja:

$$di_s = Cp a dT_{vs} \quad (18b)$$

Na osnovu jednačina (16) i (18) sledi da je

$$Cp a dT_{vs} = v_s dp_s \quad (21)$$

ili

$$dp_s = \frac{Cp a}{v_s} dT_{vs} \quad (21a)$$

Zamenom vrednosti za dp_s iz jednačine (21a) u jednačinu (13) dobija se

$$\frac{Cp a}{v_s} \cdot \frac{dT_{vs}}{dx} = -g \frac{dz}{dx} \quad (22)$$

Pošto je $\rho_s = \frac{1}{v_s}$, jednačina (22) se može svesti na sledeći oblik:

$$\frac{dT_{vs}}{dx} = \frac{g}{Cp a} \frac{dz}{dx} \quad (23)$$

Integraljenjem jednačine (23) u granicama od T_{vo} do T_{vs} i z do z_0 , dobija se jednačina za temperaturu suvog atmosferskog vazduha pri izentropskoj promeni stanja:

$$T_{vs} - T_{vo} = \frac{g}{Cp a} (z_0 - z) \quad (24a)$$

odnosno

$$T_{vs} = T_{vo} \left[1 + \frac{g}{Cp a T_{vo}} (z_0 - z) \right] \quad (24)$$

Kako iz poznate Clapeyronove jednačine sledi

$$v = \frac{RT}{p} \quad (25)$$

primenjeno na izentropsku jednačinu stanja (jednačina 15) biće

$$p \frac{R^k T^k}{p^k} = \text{const} \quad (26a)$$

odnosno

$$p \frac{T^k}{p^k} = \text{const} \quad (26b)$$

ili

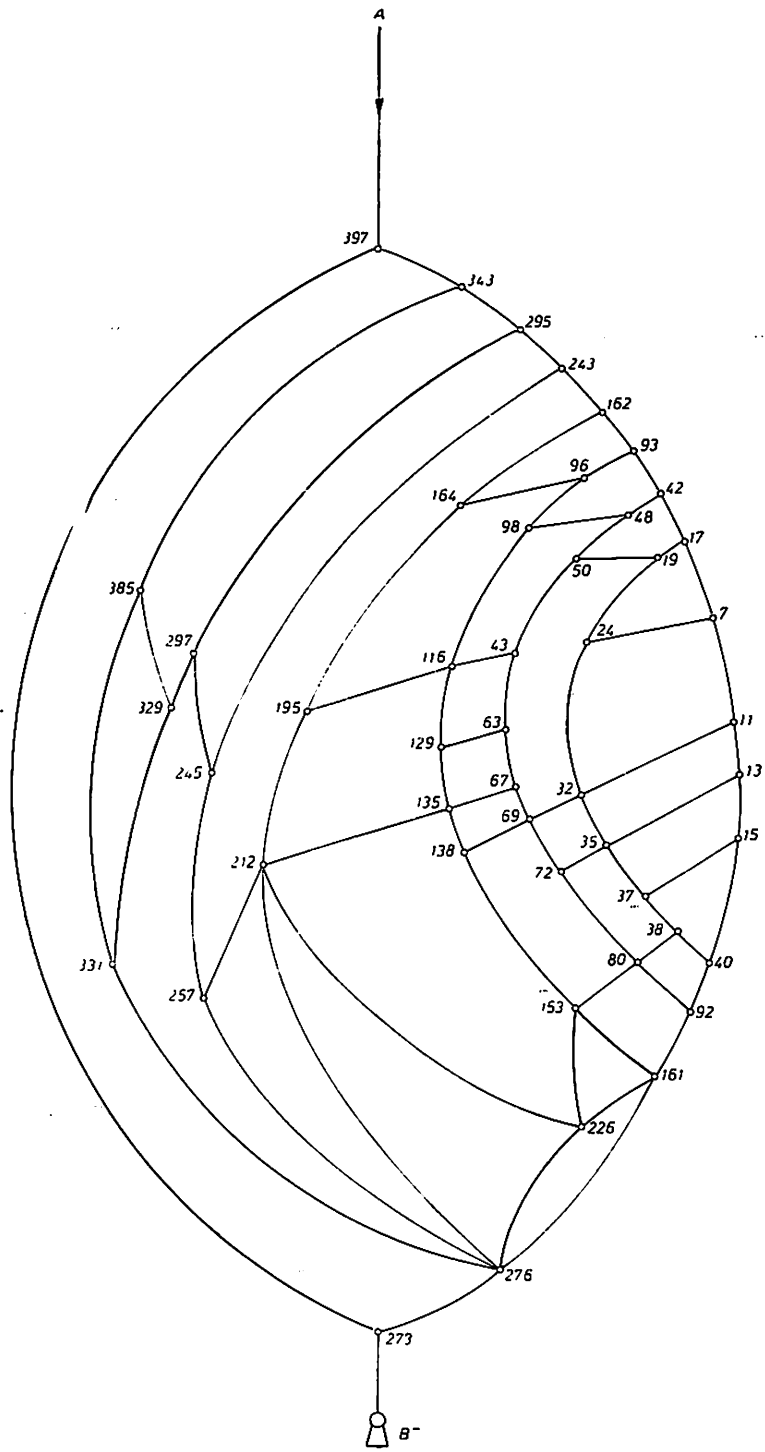
$$\frac{T^k}{p^{k-1}} = \text{const} \quad (26c)$$

odnosno konačno

$$\frac{T}{p^{\frac{k-1}{k}}} = \text{const} \quad (26)$$

Za uslove koji se razmatraju: početno i konačno stanje temperature pri izentropskom procesu jednačina (26) će glasiti:

$$\frac{T_{vs}}{p_s^{\frac{k-1}{k}}} = \frac{T_{vo}}{p_o^{\frac{k-1}{k}}} = \text{const} \quad (27a)$$



Silka 1.

ili napisano drukčije

$$p_s^{\frac{ka-1}{ka}} = \frac{T_{vs}}{T_{vo}} \cdot p_o^{\frac{ka-1}{ka}} \quad (27)$$

Vrednost za T_{vs} određena je ranije i data jednačinom (24), pa se zamenom definitivno dobija:

$$p_s = p_o \left[1 - \frac{g}{C_p a T_{vo}} (z_o - z) \right]^{\frac{ka}{ka-1}} \quad (28)$$

Izvedena jednačina (28) predstavlja pritisak vazduha u proizvoljnoj tački jamske ventilacione mreže za vreme izentropske promene stanja.

Potencijal jamskog vazduha u proizvoljnoj tački ventilacione mreže h_s , određen na osnovu izentropske promene stanja (izentropski dinamički potencijal), predstavlja razliku između izmerenog pritiska (p) i pritiska kod izentropske promene (p_s):

$$h_s = p - p_s \quad (29)$$

Na osnovu neposrednih merenja u jami i pomoću jednačina (28) i (29) određuju se potencijali u svim mernim tačkama jamske ventilacione mreže.

Razlika potencijala između dve proizvoljne tačke ventilacione mreže data je relacijom:

$$\Delta h_s = h_{s1} - h_{s2} \quad (30)$$

Izložena teoretska osnova aerodinamičkog potencijala može se prihvatiti kao značajna u ventilaciji rudnika samo ako se dokaže njena univerzalnost, odnosno mogućnost primene na bilo kojoj ventilacionoj mreži rudnika. Pod ovim podrazumevamo aktivni rudnik, dok perspektivna stanja jamske ventilacione mreže, mada su u tezi tretirana, zbog obimnosti, ne prikazujemo u okviru ovog članka.

Na osnovu određenog aerodinamičkog potencijala došlo se do definicije potencijalnih šema, čiji je autor H. Bystron. U našoj zemlji na primeni potencijalnih šema radili su jedino V. Kovačević (9), (10), R. Operta (11), V. Jovičić i A. Čović (12), (13), ali sve, uglavnom, na srazmerno jednostavnim šemama.

Definišući svoju potencijalnu šemu, H. Bystron (1) ju je shvatio kao kalibriranu šemu.

Međutim, takva šema može biti samo semikalibrirana. Kada se jedna takva šema proračuna i konstruiše za duboke rudnike metalinih ruda koji se, osim toga, odlikuju veoma složenim ventilacionim mrežama, može se doći do zaključka da je neophodna njena modifikacija, kako bi se postigao pravi efekat korisnosti određivanja potencijala uopšte.

Neophodnost takvog rešenja najbolje se vidi na primeru koji je uprošćen do te mere da bi mogao, u okviru jednog ovakvog prikaza da bude razumljiv. Iz tih razloga jamska ventilaciona mreža sadrži svega 54 merne tačke.

Kanonska šema ove mreže prikazana je na sl. 1 i, kao što se vidi, predstavlja srazmerno dosta složen ventilacioni sistem.

Osnovni parametri vazdušne struje utvrđeni merenjima prikazani su pregledno u tablici 1.

Aerodinamički izentropski potencijali u mernim tačkama računati su na osnovu obrazaca (28) i (29) i prikazani u tablici 2.

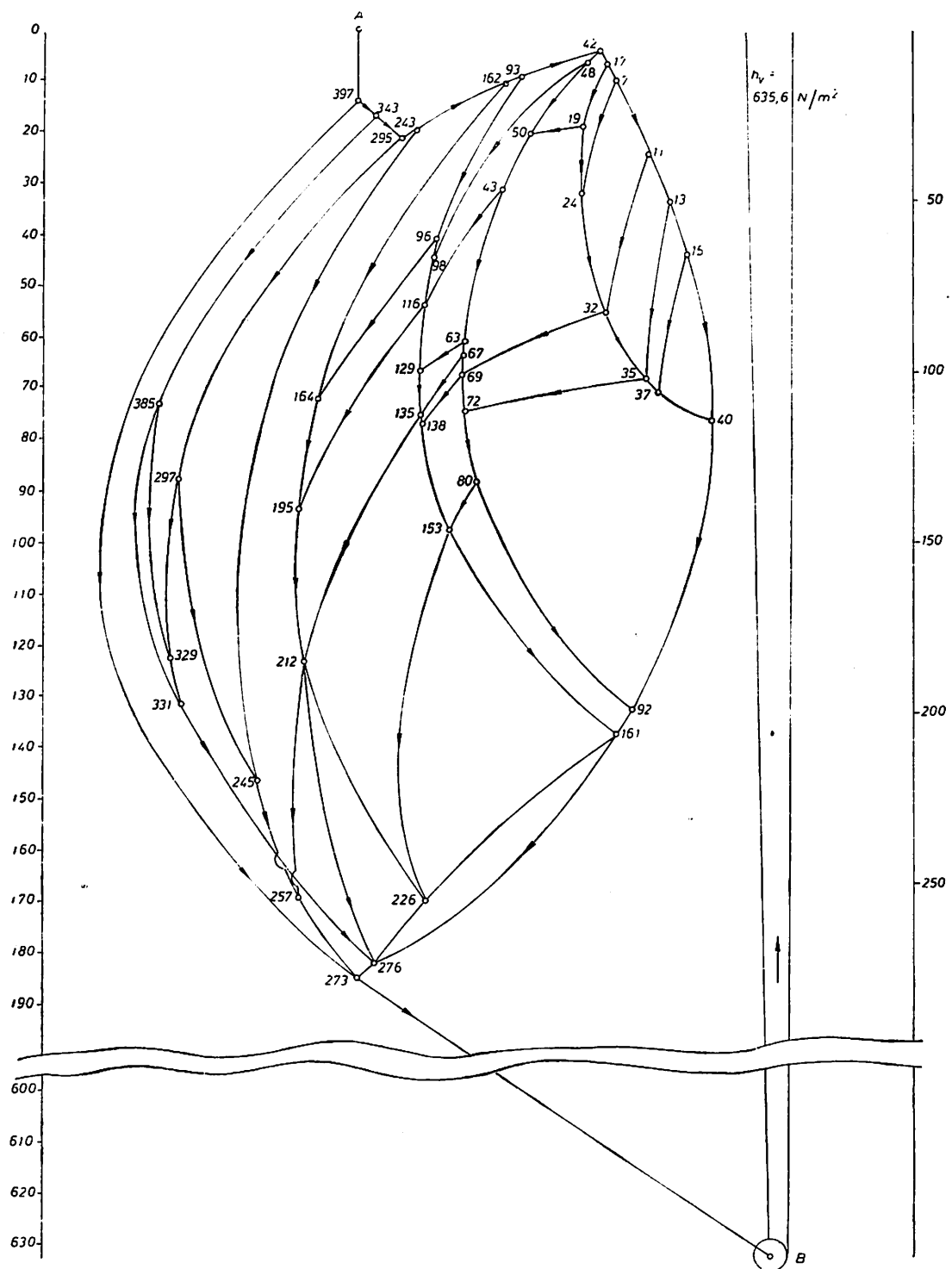
Potencijalna šema konstruisana po H. Bystronu prikazana je na sl. 2.

Kao što se vidi, ovako konstruisana šema ne prikazuje dovoljno jasno ventilaciono stanje jame, pošto je položaj horizonata nejasan i predstava o raprostranjenosti jame izgubljena. Ukoliko je jama dublja i složenija, ova činjenica sve više dobija na važnosti i značaju.

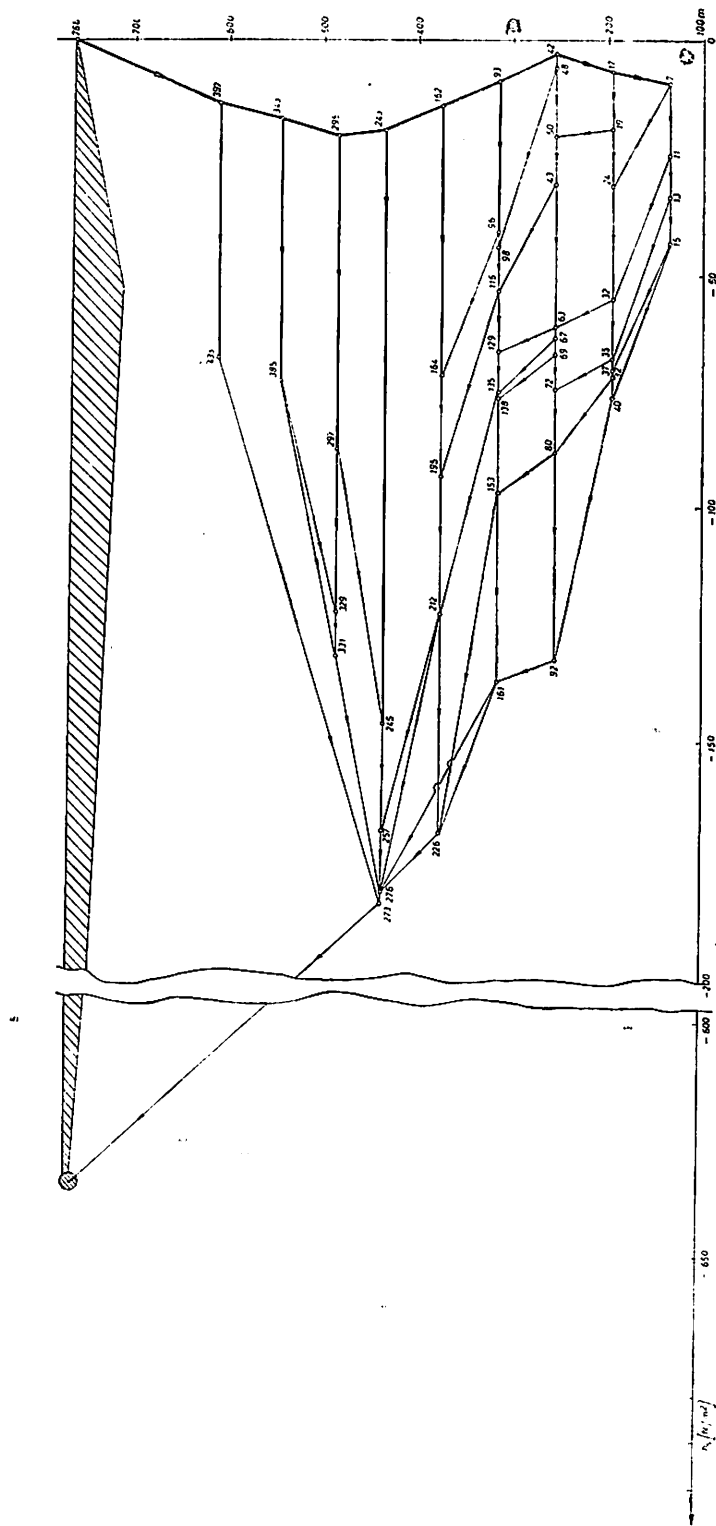
Potencijal sile teže izražen proizvodom ubrzanja zemljine teže i visinske kote tačke »gz« poznat je u literaturi kao geopotencijal. Jedna šema u kojoj bi ordinatu predstavljao geopotencijal, a apscisu aerodinamički izentropski potencijal predstavljala bi potpuno kalibriranu šemu. Takvu šemu nazvali smo geopotencijalna šema.

U cilju daljeg usavršavanja metoda prikazivanja ventilacionog stanja složenih rudnika, s obzirom da se ubrzanje sile teže g javlja kao konstanta svake ordinate geopotencijalne šeme, došlo se do uvođenja visinsko-potencijalne šeme.

Ova šema ima za ordinatu visinsku kotu merne tačke (z), a za apscisu aerodinamički izentropski potencijal (h_s) i predstavlja, takođe, potpuno kalibriranu ventilacionu šemu. Smatramo da je ovakva vrsta potencijalne šeme najpogodnija za prikaz složene ventilacio-



Slika 2.



Slika 3.

Tablica 1

Osnovni parametri vazdušne struje

Redni broj	Merna tačka	t_s (°C)	t_v (°C)	φ (%)	x (kg/kg)	B (Tr)	ρ (kg/m ³)
1.	A	24,8	19,6	62,6	0,0135	698,80	1,0819
2.	7	24,3	21,9	81,3	0,0157	750,50	1,1623
3.	11	26,6	26,0	95,4	0,0214	750,30	1,1493
4.	13	26,8	26,2	95,4	0,0216	750,20	1,1482
5.	15	26,8	26,2	95,4	0,0216	750,10	1,1481
6.	17	22,0	18,8	74,1	0,0125	745,67	1,1659
7.	19	21,8	19,6	81,8	0,0137	745,47	1,1663
8.	24	22,2	19,4	77,3	0,0132	745,34	1,1642
9.	32	24,6	22,4	82,9	0,0165	745,07	1,1522
10.	35	24,6	22,2	81,4	0,0162	744,94	1,1528
11.	37	25,0	22,8	83,0	0,0169	744,37	1,1516
12.	38	25,8	24,4	89,2	0,0192	744,80	1,1454
13.	40	26,2	24,8	89,3	0,0196	744,74	1,1435
14.	42	22,6	19,6	76,0	0,0134	740,60	1,1551
15.	48	22,2	20,4	85,1	0,0147	740,47	1,1556
16.	43	23,2	22,0	90,2	0,0166	740,34	1,1508
17.	50	22,0	20,0	83,5	0,0142	740,40	1,1567
18.	63	22,2	21,8	96,6	0,0167	740,07	1,1542
19.	67	22,4	21,6	93,3	0,0163	740,07	1,1537
20.	69	26,6	25,2	89,4	0,0203	740,00	1,1348
21.	72	22,8	22,2	95,0	0,0171	739,94	1,1514
22.	80	25,6	25,0	95,3	0,0204	739,74	1,1381
23.	92	26,6	26,2	96,9	0,0220	739,30	1,1326
24.	93	22,4	20,4	83,7	0,0147	735,27	1,1473
25.	98	22,6	21,0	86,9	0,0155	735,10	1,1458
26.	96	22,0	20,4	86,7	0,0149	735,14	1,1486
27.	116	22,6	21,0	86,9	0,0155	735,10	1,1457
28.	129	25,8	24,8	92,3	0,0201	735,00	1,1303
29.	135	26,6	25,0	88,0	0,0201	734,90	1,1271
30.	138	26,4	25,0	89,4	0,0202	734,90	1,1278
31.	153	26,8	26,4	96,9	0,0225	734,47	1,1243
32.	161	26,4	26,0	96,9	0,0219	734,07	1,1254
33.	162	21,8	17,8	68,1	0,0116	730,34	1,1440
34.	164	23,0	18,4	64,8	0,0118	729,90	1,1385
35.	195	29,4	26,4	79,2	0,0215	729,80	1,1080
36.	203	26,4	25,0	89,4	0,0203	729,87	1,1200
37.	204	25,8	24,0	86,3	0,0189	729,87	1,1232
38.	212	26,4	26,0	96,9	0,0221	729,47	1,1182
39.	226	27,0	26,4	95,4	0,0225	729,10	1,1152
40.	243	22,8	17,6	60,5	0,0110	725,20	1,1326
41.	245	24,4	22,6	85,9	0,0174	724,40	1,1210
42.	257	27,2	26,8	97,0	0,0233	724,30	1,1065
43.	276	26,8	25,8	95,5	0,0217	724,07	1,1087
44.	273	26,6	25,6	92,4	0,0214	724,07	1,1096
45.	295	22,0	18,6	72,8	0,0127	721,00	1,1277
46.	297	21,4	19,8	86,6	0,0146	720,70	1,1284
47.	329	27,8	27,0	94,0	0,0236	720,30	1,0980
48.	331	26,6	26,0	95,4	0,0223	720,20	1,1031
49.	343	20,8	16,0	61,6	0,0100	716,20	1,1262
50.	385	23,8	23,6	98,4	0,0195	715,70	1,1084
51.	397	23,6	22,0	81,7	0,0170	711,60	1,1004
52.	343	24,4	24,2	98,4	0,0204	710,60	1,0985
53.	B	24,4	24,0	96,8	0,0204	698,80	1,0789

Tablica 2

Izentropski aerodinamički potencijal

Tačna merjenja	Z (m)	Z ₀ — Z (m)	p (N/m ²)	p _s (N/m ²)	h _s (N/m ²)	~ h _s N/m ²
A	760,00	0,0	93165,414	93165,414	0	0
7.	134,79	625,210	100058,161	100067,905	— 9,744	— 9,7
11.	135,802	624,198	100031,497	100056,442	— 24,945	— 24,9
13.	136,215	623,785	100018,164	100051,772	— 33,608	— 33,6
15.	136,510	623,490	100004,832	100048,428	— 43,596	— 43,6
17.	192,406	567,594	99410,216	99416,973	— 6,757	— 6,8
19.	193,309	566,691	99387,551	99406,790	— 19,239	— 19,2
24.	193,845	566,155	99370,219	99401,434	— 31,215	— 31,2
32.	194,853	565,147	99334,223	99389,389	— 55,166	— 55,2
35.	195,232	564,768	99316,891	99385,118	— 68,227	— 68,2
37.	195,838	564,162	99307,558	99378,292	— 70,734	— 70,7
38.	196,608	563,392	99298,226	99369,610	— 71,384	— 71,4
40.	196,882	563,118	99290,226	99366,524	— 76,298	— 76,3
42.	252,506	507,494	98738,273	98741,195	— 2,922	— 2,9
48.	253,202	506,292	98720,941	98727,160	— 6,219	— 6,2
43.	253,150	506,895	98703,609	98734,475	— 30,866	— 30,9
50.	253,312	506,688	98711,608	98732,153	— 20,545	— 20,5
63.	253,648	506,352	98667,613	98728,384	— 60,771	— 60,8
67.	253,785	506,215	98663,613	98730,854	— 63,241	— 63,2
69.	253,935	506,065	98658,280	98725,165	— 66,885	— 66,9
72.	253,985	506,015	98650,281	98724,604	— 74,323	— 74,3
80.	255,128	504,872	98623,616	98711,786	— 88,170	— 88,2
92.	256,405	503,595	98564,955	98697,465	—132,510	—132,5
93.	315,457	444,543	98027,667	98036,893	— 9,126	— 9,1
98.	314,352	445,648	98005,002	98049,223	— 44,221	— 44,2
96.	314,172	445,828	98010,335	98051,232	— 40,897	— 40,9
116.	313,523	446,477	98005,002	98058,475	— 53,473	— 53,5
129.	313,545	446,455	97991,670	98058,231	— 66,561	— 66,6
135.	313,968	446,032	97978,338	98053,511	— 75,173	— 75,2
138.	314,182	445,818	97978,338	98051,119	— 76,624	— 76,6
153.	317,143	442,857	97921,009	98018,078	— 97,069	— 97,1
161.	318,320	441,680	97867,681	98004,945	—137,264	—137,3
162.	374,048	385,952	97370,389	97384,601	— 14,212	— 14,2
164.	374,162	385,838	97311,727	97383,330	— 71,603	— 71,6
195.	373,421	386,579	97298,395	97392,001	— 93,606	— 93,6
212.	374,690	385,310	97254,399	97377,469	—123,070	—123,1
226.	374,898	385,102	97205,070	97375,159	—170,089	—170,1
243.	435,406	324,594	96685,114	96704,829	— 19,715	— 19,7
245.	433,599	326,401	96578,145	96724,300	—146,343	—146,3
257.	433,615	326,385	96565,125	96724,625	—169,500	—169,5
276.	434,289	325,711	96534,461	96717,171	—182,710	—182,7
273.	434,086	325,914	96534,461	96719,416	—184,955	—185,0
295.	485,724	247,276	96125,162	96145,905	— 20,743	— 20,7
297.	483,709	276,291	96085,165	96172,682	— 87,517	— 87,5
329.	485,339	274,661	96031,836	96154,141	—122,305	—122,3
331.	485,734	274,266	96018,504	96149,795	—131,291	—131,3
343.	544,722	215,278	95485,216	95502,153	— 16,937	— 16,9
385.	545,705	214,295	95418,555	95491,390	— 72,835	— 72,8
398.	601,128	158,872	94872,035	94885,757	— 13,722	— 13,7
433.	605,698	154,302	94745,719	94810,995	— 65,276	— 65,3
B	756,00	4,000	92571,724	93207,304	—635,620	—635,6

ne mreže rudnika čiji se eksploatacioni radovi odvijaju istovremeno na većem broju horizontala ili postoji potreba da se oni istovremeno provetravaju.

Visinsko potencijalna šema za slučaj iste ventilacione mreže čija je kanonska i kanon-sko-potencijalna šema data na sl. 1 i 2, prikazana je na sl. 3.

Ovako konstruisana visinsko-potencijalna šema jasno pokazuje u kojoj oblasti se kreću potencijali po pojedinim horizontima. Tako, na primer, razlika potencijala celog IX-og horizonta iznosi 33,9 N/m², VIII-og horizonta 69,5 N/m², VII-og horizonta 129,6 N/m², VI-og horizonta 128,2 N/m², V-og horizonta 155,9 N/m², IV-og horizonta 165,3 N/m², III-eg horizonta 110,6 N/m², II-og horizonta 55,9 N/m² i I-og horizonta 51,6 N/m². Osim toga, takođe se veoma jasno vidi da ventilaciono okno od IV-og horizonta, uključujući i ventilacioni kanal, predstavlja usko grlo celog sistema, jer je pad potencijala u njemu čak 450,6 N/m². Ovakve i slične analize, mogu se razraditi do detalja, čime se svakako mnogo dobija na usavršavanju ventilacionog sistema.

Da je visinsko-potencijalna šema pogodna i za najslabije ventilacione mreže pokazuje

i primer obrađen u disertaciji, koji predstavlja mrežu sa 440 mernih tačaka, 168 čvornih tačaka i oko 300 ogranaka, i koji zbog složenosti ne bi bio pogodan za objavljivanje u okviru ovakvog jednog članka.

Visinsko-potencijalna šema može da se izradi i kao kumulativna visinsko-potencijalna šema koja sadrži podatke o prirodnoj depresiji, pojedinačno za ogranke u kojima se javlja. Naravno, kada se određuje aerodinamički izentropski potencijal, onda i prirodna depresija mora da bude određena za vreme izentropske promene stanja.

Kumulativna šema, entalpija ogranaka, visinsko-potencijalna šema za perspektivni razvoj rudnika, kao i neki drugi problemi, vezani za ventilacione mreže dubokih rudnika koji su u okviru disertacije obrađeni, mogu da budu predmet razmatranja u okviru nekog drugog prikaza.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zum Studium der Möglichkeiten einer Anwendung der Theorie des isentropischen aerodynamischen Potentials für tiefe Gruben

Prof. Dr Ing. V. Jovičić*)

Der Artikel stellt den Auszug aus einem Teil der Doktorarbeit, die an der Berggeologischen Fakultät in Belgrad vorgelegt wurde.

Anwendung des aerodynamischen isentropischen Potentials ist besonders bei Erbergwerken, deren Wetternetze kompliziert sind, mit ziemlich grossen Schwierigkeiten verbunden. Aus der Literatur ist bekannt, dass die Potentialschemen bisher nur für verhältnismässig einfache Netze erarbeitet wurden.

Unser Ziel war es, dass auch für sehr komplizierte Netze eine solche Art des Potentialschemas, bei welchem bis zum Maximum die Vorteile dieser Methodik ausgedrückt wären, ausgearbeitet wird. Aus diesen Gründen wurde das Wetternetz einer Grube studiert, deren vereinfachtes Schema etwa 300 Abzweigungen und 168 Knotenpunkte enthält. Messungen wurden an 440 Messpunkten durchgeführt.

Wegen der Kompliziertheit des Wetterschemas haben sich bisher in der Literatur bekannte Schemen als geeignet erweisen, deswegen wurden neue konstruiert: Höhen-Potential- und Geo-Potential-Schema. Insbesondere durch Einführung des Höhen-Potential-Schemas kamen die Vorteile der Anwendung des aerodynamischen isentropischen Potentials für Gruben zum Ausdruck, bei welchen die Gewinnung gleichzeitig auf mehreren Sohlen umgeht.

Zwecks Darstellung wurde in einem solchen Aufsatz wurde ein Beispiel speziell angepasst, weil die Originallösung wegen der Kompliziertheit nicht übersichtlich wäre und würde zu grosse Abmessungen der Bilder verlangen.

Im Text wurden kurz theoretische Grundlagen des aerodynamischen isentropischen Potentials und in der Abb. 1 ein kanonisches Schema gegeben. Die Messdaten und die Auswertung derselben befindet sich in den Tab. 1 und 2.

In der Abb. 2 wurde ein Kanon-Potential-Schema nach B. Bystron und in der Abb. 3 ein Höhenpotential-Schema nach V. Jovičić konstruiert, in der übersichtlich die Potentialverteilung auf die einzelnen Sohlen gegeben ist.

* Dr ing. Vesna Jovičić, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta — Beograd.

Optimiziranje presjeka jamskih saobraćajnica i vjetrenih provodnika sa stanovišta vjetrenja

(sa 5 slika)

Prof. ing. Ermin Teply

Prilikom izgradnje ili rekonstrukcije jame teži se rešenjima koja najbolje odgovaraju zahtjevima eksploatacije, a u skladu su sa potrebama opskrbe radilišta i jamskih prostorija svježim zrakom te istovremenom ekonomičnošću ventilacija sa aspekta amortizacije, održavanja i utroška električne energije za pogon ventilatora.

Uvod

Prilikom izgradnje jame, odnosno njezine razrade, zatim izgradnje novih jamskih objekata kao što su: okna, prečnici, smjerne pruge i druge saobraćajnice, teži se, u prvom redu, rešenjima koja najbolje odgovaraju određenim zahtjevima eksploatacije. Ovi zahtjevi obuhvaćaju uslove ležišne situacije, odabranog tehnološkog procesa, mehanike stijena, kapaciteta proizvodnje, vanjske situacije a, također, i potrebe vjetrenja. Obično se daje prednost tehničkim rešenjima koja pružaju optimalne rezultate eksploatacije, prije svega sa stanovišta ekonomike i tehničkih mogućnosti u skladu s navedenim uslovima. Pitanje vjetrenja rješava se pri tome u skladu s potrebom opskrbe svježim zrakom svih radilišta i drugih jamskih prostorija. Dobavne količine zraka određene su kriterijima prema kojima se osigurava povoljna jamska klima i snižavanje koncentracije plinova ispod maksimalno dozvoljenih granica. S druge strane, protočne su količine ograničene maksimalnom dozvoljenom ili pogodnom brzinom strujanja i tehničkim mogućnostima kao i graničnim depresijama potrebnim za održavanje strujanja zraka.

U skladu s navedenim tehničkim i sigurnosnim uslovima, kojima prvenstveno mora

udovoljiti svaki vjetreni sistem, treba težiti i onim rešenjima koja će biti ekonomski najpovoljnija. Prema tim zahtjevima treba uskladiti presjeke vjetrenih provodnika u odnosu na troškove njihove amortizacije i održavanja, kao i na izdatke za energiju potrebnu za potiskivanje određenih količina zraka.

Opći vidici provođenja zraka kroz jamu Vjetrene mreže

Sa stanovišta vjetrenja postoje u osnovi dvije vrste jama, i to:

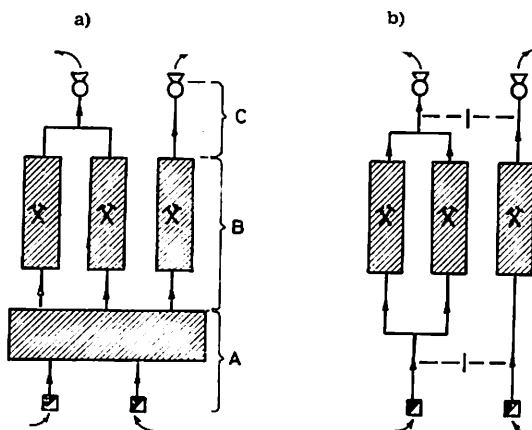
Jednostavne jame s jednim ulaznim i jednim izlaznim ušćem i jednim vanjskim ventilatorom. Uz to pretpostavljamo da su u svim granama predodređene protočne količine zraka.

Jame sa složenim sistemom vjetrene mreže sadrže unutarnje podmreže sa slobodnom, odnosno prirodnom raspodjelom zraka. Ove podmreže obuhvaćaju najčešće ulazni trakt, a rjeđe izlazni trakt sa dva ili više ulaznih ili izlaznih ušća, a mogu se pojaviti u sastavu regulirnog područja. Na sl. 1a prikazana je shema vjetrene mreže sa dva ulazna i dva izlazna ušća. Ulazna ušća tvore zajedno sa unutarnjim vezama ulazni trakt slobodne raspodjele (A). Iz ulaznog trakta izlaze provodnici kojima dovodimo određene količine zraka

u regulirno područje (B). Izlazni trakt (C) ne sadrži pod mreže slobodne raspodjele.

Za iznalaženje optimalnih presjeka vjetrenih provodnika dolaze u obzir samo provodnici kroz koje struji unaprijed određena količina zraka. U primjeru sheme na sl. 1a, to se odnosi na područja B i C.

Složeni vjetreni sistem mogao bi se pod određenim okolnostima pojednostaviti prema shematskom prikazu na sl. 1b. U tom primjeru zatvorene su veze između dna ulaznih i izlaznih objekata. U svim provodnicima određene su sada protočne količine pa se stoga može provesti optimiranje njihovih presjeka.



Sl. 1a — Shema složenog vjetrenog sistema

Abb. 1a — Schema eines zusammengesetzten Wetterführungssystems.

Sl. 1b — Shema pojednostavljenog vjetrenog sistema.

Abb. 1b — Schema eines vereinfachten Wetterführungssystems.

Dijagonalni spojevi

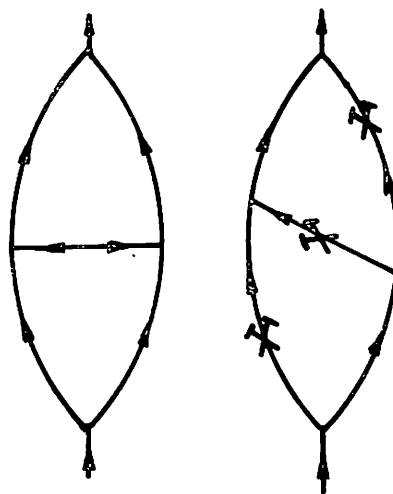
U jednostavnom dijagonalnom sistemu, na sl. 2a, određen je smjer strujanja u dijagonalnoj grani odnosom otpora obodnih grana. U zavisnosti od tih otpora može doći do promjene smjera kao i do obustave strujanja. Iz toga slijedi da dijagonalna grana ne pridonosi ekonomičnosti vjetrenja, budući da kroz nju najčešće struji tek neznatna zračna struja koja ne rasterećuje bitno obodne grane, a uz to povećava i otpor sistema pojavom dodatnih otpora u križištima. Cijeli dijagonalni sistem formira u toj situaciji područje slobodne raspodjele koje mora biti izlučeno iz postupka optimiranja.

Ako u nekim granama postoje radilišta, tada će biti jedan dio dijagonalnog sistema

obuhvaćen postupkom optimiranja, dok drugi dio ostaje u području slobodne raspodjele. U slučaju razmještaja radilišta prema dispoziciji na sl. 2b, dolazi do izražaja optimiranje svih grana ovog sistema budući da su u svim granama protočne količine određene.

Otkopna radilišta

Količine zraka što struje kroz jamu uglavnom su usaglašene s potrebama otkopnih radilišta prema poznatim propisima i kriterijima. Profili otkopa određeni su tehnološkim



Sl. 2 — Jednostavni dijagonalni sistem.

Abb. 2 — Einfaches Diagonalsystem.

procesom otkopavanja i uslovima mehanike stijena i ne mogu biti predmet iznalaženja optimalnih ekonomskih rješenja za prolaz zraka. Ovo tim više što nam pri proračunu nedostaju troškovi izrade presjeka kao protuteza troškovima energije.

Saobraćajnice

Sve saobraćajnice koje služe za transport, za prolaženje i servisne svrhe služe obično i za dobavu svježeg zraka. U tom svojstvu podliježu postupku iznalaženja optimalnog presjeka koji odgovara potrebi vjetrenja, bez obzira na to što služe i u navedene primarne svrhe, što nema uticaja na tok proračuna. U konačnom izboru odabrat ćemo između teh-

nički propisanog i vjetreno optimalnog presjeka onaj koji je veći.

Zaključak

Iz izloženog proizlazi da se unaprijed isključuju iz postupka iznalaženja optimalnog presjeka slijedeće grane:

— sve grane koje se nalaze u sastavu podmreža slobodne raspodjele zraka;

— sva otkopna, a često i pripremna radišta. U tu grupu spadaju i jamske prostorije koje služe u posebne svrhe, a za koje su tehnički profili predodređeni, kao što su radionice, skladišta, pumparnice i slične prostorije. Obično su te prostorije izgrađene sa znatno većim profilima od onih koje iziskuje vjetrenje;

— naknadno se isključuju saobraćajnice koje iz tehničkih razloga iziskuju presjek veći od proračunatog (optimalnog). Također, možemo ponekad usvojiti i presjek manji od optimalnog ili usvojiti udvostručenje provodnika ako to iziskuju tehnički razlozi i uslovi mehanike stijena ili ležišna situacija.

Iz toga slijedi da su mogućnosti iznalaženja optimalnih rješenja vjetrenja s ekonomskog stanovišta prilično sužene. Ipak nam ostaju još mnogi važni provodnici, osobito oni sa zbirnim zračnim strujama za koje treba iznalaziti optimalne presjeke.

Postupak iznalaženja optimalnog presjeka pojedinačnih provodnika

Troškove vjetrenja kroz zamišljeni provodnik dužine $L = 100$ m sačinjavaju:

$M_a \dots \text{din/god./100 m} \dots$ godišnji troškovi provodnika, i to amortizacije, kamata na uložena sredstva i održavanja provodnika za razne presjeke $F \text{ m}^2$.

$M_e \dots \text{din/god./100 m} \dots$ godišnji troškovi energije potrebne za potiskivanje $Q \text{ m}^3/\text{s}$ zraka kroz provodnik presjeka $F \text{ m}^2$.

Ukupni troškovi iznose:

$$\Sigma M = M_a + M_e \text{ din/god./100 m}$$

Godišnji troškovi provodnika

Troškovi provodnika su vrlo različiti, jer zavise o više činilaca, napose još o specifičnim

uslovima rudnika i tehnološkom procesu izrade. Ove ovisnosti odnose se na slijedeće činioce:

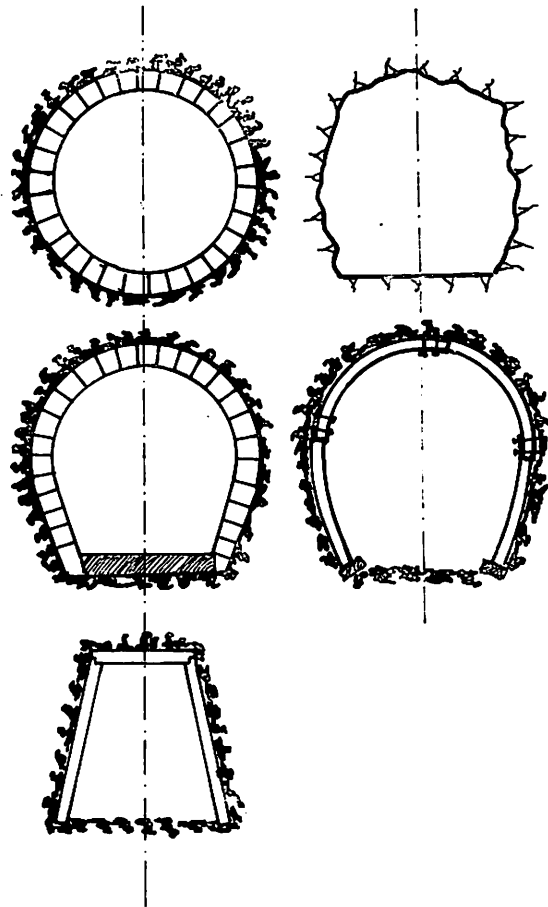
vrstu provodnika: hodnik, prečnik, uskop, niskop, okno i sl.;

kvalitet i osobine stijene: više ili manje čvrsta stijena, postojanost stijene, ugljeni sloj i sl.

način izgradnje: u stijeni bez podgrade, u stijeni sa sidrenjem i oblaganjem mrežom, sa čeličnom lučnom podgradom, betonskom podgradom, betonskim kockama, trapeznom ili poligonskom drvenom podgradom i drugim vidovima izgradnje;

oblik izgradnje: okrugli, lučni, trapezni, poligonski i drugi oblici.

Na sl. 3 prikazani su neki tipovi izgradnje jamskih provodnika.



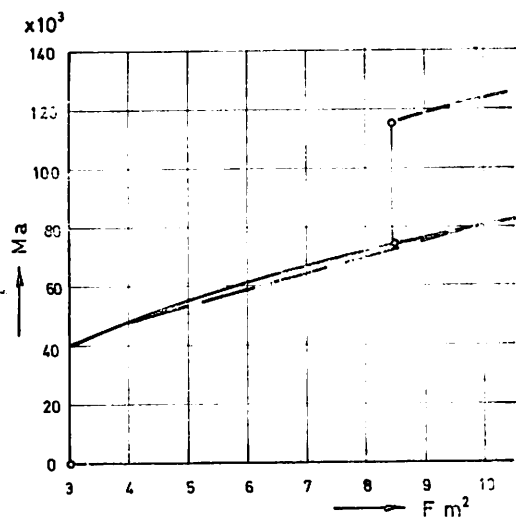
Sl. 3 — Vrste izgradnje jamskih saobraćajnica i vjetrenih provodnika.

Abb. 3 — Bauarten der Grubenräume und der Wetterstrecken.

Svi navedeni činioци moraju nam biti poznati iz projekta rudnika i poslužiti će nam za proračun troškova izrade.

Na osnovu predviđenog trajanja korišćenja provodnika izračunamo godišnju amortizaciju; ukoliko se radi o objektu investicionog karaktera, tada obračunamo i godišnje kamate na uložena sredstva.

Na ovo pribrojimo godišnje troškove uzdržavanja objekta. Zbir svih troškova označimo kao troškove provodnika oznakom M_a din/100 m. Sve obračune izvršimo za razne presjeke od $F = 3$ do 10 m^2 , za okna i do 30 m^2 , a najmanje za tri presjeka u području očekivanog presjeka. Rezultate nanosimo na dijagram $F \text{ m}^2 - M_a$ prema primjeru na sl. 4. Ukoliko smo obračunali odabrane presjeke još i za razne vrste izgradnje, kao npr. za izgradnju sa betonskim kockama i s lučnom čeličnom podgradom ili sl., tada izborom povoljnije varijante postizemo optimalno rješenje u prvom koraku.



Sl. 4 — Dijagram troškova provodnika za razne presjeke.

Abb. 4 — Kostendiagramm der Wetterstrecken für verschiedene Querschnitte.

Dobivenu krivulju aproksimiramo s jednim ili dva pravca, za koje izračunamo parametre u sastavu linearne jednačine:

$$M_a = AF + B \text{ din/100 m} \quad (1)$$

Godišnji troškovi energije

Utrošak energije iznosi za provodnik dužine 100 m:

$$L = h_{100} Q = R_{100} Q^3 \text{ kpm/s} \quad (2)$$

gde je:

- $h_{100} \text{ kp/m}^2$ — depresija provodnika pri protoku $Q \text{ m}^3/\text{s}$ na 100 m dužine,
- $R_{100} \text{ kp}$ — otpor strujanja za dužinu od 100 m.

Osnovna jednačba depresije glasi:

$$h_{100} = \frac{100 \lambda \gamma}{8 g} \cdot \frac{U}{F^3} Q^2 \text{ kp/m}^2/100 \text{ m}$$

gde je:

- λ — koeficijent otpora strujanja,
- $\gamma \text{ kp/m}^3$ — specifična težina zraka,
- $g \text{ m/s}^2$ — akceleracija,
- $U \text{ m}$ — obod provodnika,
- $F \text{ m}^2$ — presjek provodnika.

Uvrstimo za: $g = 9,81 \text{ m/s}$ i dobivamo:

$$h_{100} = 1,27421 \lambda \gamma \frac{U}{F^3} Q^2 \text{ kp/m}^2 \quad (3)$$

pri čemu je:

$$R_{100} = 1,2742 \cdot \lambda \cdot \gamma \cdot \frac{U}{F^3} = 100\alpha \cdot \frac{U}{F^3} \text{ kp} \quad (4)$$

Koeficijenti λ odnosno α odnose se na hrapavost stijenki provodnika i zavise u prvom redu od načina podgradnje. Ove koeficijente iznalazimo pokusnim mjerenjima depresija pri raznim presjecima u sličnim uslovima, pa ih izračunamo putem jednačbe $R = h/Q^2$ uz pripomoć jednačbe (4). Ukoliko nemamo mogućnosti da izmjerimo na postojećem rudniku, potražimo podatke od drugog rudnika sa sličnim uslovima podgradnje, a konačno možemo dobiti podatke i iz priručnika, što je, međutim, već prilično netočno.

Pokusima smo ustanovili da λ ima više-manje konstantnu veličinu iznad Reynoldsovog broja $Re \geq 1,0 \cdot 10^5$. Ispod tog broja, koeficijent pokazuje tendenciju naglog porasta, a to se odnosi na brzine strujanja od $0,5 \text{ m/s}$ naniže. Za prosječnu dinamičnu vis-

koznost $\nu = 1,52 \times 10^{-5}$ dobijamo granični Reynoldsov broj nakon izjednačenja:

$$1,0 \cdot 10^6 = \frac{4Q}{U \cdot \nu} = \frac{4 \cdot 10^5 Q}{1,52 U}$$

$$Re \geq 2,63 \frac{Q}{U} \cdot 10^5 \quad (5)$$

Za korištenje jednadžbe (3) utvrdimo još međusobni odnos β između presjeka F i oboda provodnika U . Ovaj zavisi od odabranog oblika presjeka provodnika, koji obračunamo putem relacije:

$$U = \beta \sqrt{F} \quad (6)$$

Koeficijent β iznosi za neke oblike presjeka:

okrugli presjek:	$\beta = 3,54$
lučni ili svodni presjek:	$\beta = 3,80$
trapezni presjek:	$\beta = 4,08$

Označimo dalje sa:

$\epsilon = 0,95$ gubitak energije u dovodu i transformaciji,
 $\eta_v =$ koeficijent učinka ventilatora,
 S din/1 kWh = cijena električne energije.

Godišnji troškovi energije za potiskivanje Q m³/s zraka kroz određeni provodnik dužine 100 m iznositi će u skladu s jednadžbama (2) i (3) te nakon uvrštenja naprijed navedenih vrijednosti:

$$M_e = \frac{24 \cdot 365}{102 \cdot \epsilon \cdot \eta_v} \cdot \frac{100}{8g} \cdot \frac{\lambda \gamma \beta S Q^3}{F^{2,5}} =$$

$$= 115,2 \frac{\lambda \gamma \beta}{\eta_v F^{2,5}} S Q^3 \quad (7)$$

Optimalni presjek iznosi:

$$F_{opt} = \left(\frac{288 \cdot 0,28 \cdot 1,18 \cdot 3,8 \cdot 0,35 \cdot 216 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 6 \cdot 10^3} \right)^{\frac{1}{3,5}} = 11,63 \text{ m}^2$$

Godišnji troškovi vjetrenja na 100 m dužine provodnika:

$$\Sigma M = (6 \cdot 11,62 + 20) \cdot 10^3 + \frac{115,2 \cdot 0,28 \cdot 1,18 \cdot 3,8 \cdot 0,35 \cdot 216 \cdot 10^3}{11,63^{2,5}} = (89,72 + 23,705) \cdot 10^3 =$$

$$= 113425 \text{ din/god.}$$

ili:

$$9046,44 \frac{\alpha \beta S Q^3}{\eta_v F^{2,5}} \quad (8)$$

Proračun optimalnog presjeka F

Zbir troškova za amortizaciju i održavanje objekta M_a i energije potrebne za održavanje strujanja M_e čini ukupne troškove vjetrenja provodnika $L = 100$ m:

$$\Sigma M = A F + B + 115,2 \cdot \frac{\lambda \gamma \beta}{\eta_v F^{2,5}} S Q^3 \text{ din/god} \quad (9)$$

Na osnovu određene protočne količine Q m³/s i uz poznavanje uticajnih činilaca $A, B, \lambda, \gamma, \beta, \eta_v$ i S izračunavamo optimalni presjek F kao ekstrem, diferenciranjem jednadžbe (9):

$$\frac{d \Sigma M}{d F} = A - 2,5 \cdot 115,2 \cdot \frac{\lambda \gamma \beta S Q^3}{\eta_v F^{3,5}} = 0$$

Iz toga izračunavamo optimalni presjek kao drugi korak optimiranja:

$$F_{opt} = \left(\frac{288 \lambda \gamma \beta S Q^3}{\eta_v A} \right)^{\frac{1}{3,5}} \text{ m}^2 \quad (10)$$

P r i m j e r:

Podaci:

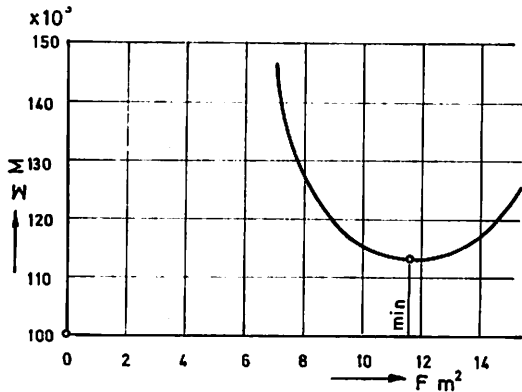
$$Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 6 \cdot 10^3; B = 20 \cdot 10^3$$

$$\lambda = 0,28; \gamma = 1,18 \text{ kp/m}^3; \beta = 3,8;$$

$$S = 0,35 \text{ din/1 kWh}$$

Ako pri istim uslovima odaberemo veći ili manji presjek od optimalnog, dobijemo ukupne troškove koji formiraju krivulju sa minimumom na apscisi optimalnog presjeka (sl. 5).



Sl. 5 — Dijagram ukupnih troškova vjetrenja za razne presjeke.

Abb. 5 — Gesamtkostendiagramm der Wetterführung für verschiedene Querschnitte.

Ukupni troškovi iznose za razne presjeke (vidi tablicu 1).

Tablica 1			
F m ²	Troškovi din/god./100 m		Ukupno
	provodnika	energije	
7,00	62000,00	84343,00	146343,00
9,00	74000,00	44997,55	118997,55
11,62	89720,00	23756,24	113476,24
13,00	98000,00	17944,57	115944,57
15,00	110000,00	12547,31	122547,31

Pri smanjenju presjeka progresivno se smanjuju troškovi provodnika nasuprot povećanju troškova energije. Pri povećanju presjeka nastaje obratno stanje. Iz tehničkih razloga može doći u obzir samo izvjesno smanjenje presjeka. Tako će npr. smanjenje presjeka na 9,0 m² ili za 22,5% povećati troškove vjetrenja za svega 4,8%. Pri daljem smanjenju dolazi, međutim, do sve jačeg porasta ukupnih troškova.

Provjera opravdanosti paralelnog spoja

Ukoliko nam ne odgovara proračunom dobiveni veliki presjek, pristupamo ispitivanju stanja paralelnog spoja. Pretpostavimo jednake presjeke paralelnih grana od kojih će svaka preuzeti polovinu predodređene protočne količine.

Troškovi izgradnje i amortizacije dvostrukih provodnika udvostručuju se uz određeni dodatak, koji otpada na izgradnju dvaju križišta. Troškovi energije svakog provodnika uvećaju se za određeni koeficijent zbog pojave dodatnih otpora na križištima. Ovaj koeficijent ovisi o dužini paralelnog spoja.

Pri postupku obračuna opravdanosti paralelnog spoja najprije izračunamo optimalne presjeke paralelne grane za protočnu količinu

Q
 $\frac{Q}{2}$. Ovome slijedi proračun ukupnih troškova po jednadžbi:

$$\Sigma M = 2 p_1 (A F_{opt} + B) + 2 p_2 \cdot 115,2 \frac{\lambda \gamma \beta}{F_{opt}^{2,5}}$$

$$\cdot S \cdot \left(\frac{Q}{2} \right)^3 \quad (11)$$

Koeficijenti p_1 i p_2 znače povećanje troškova za izgradnju i otpore križišta obračunatih za dužinu L m i reducirano na dužinu 100 m.

F_{opt} je optimalni presjek paralelnih provodnika proračunatih putem jednadžbe (10)

$$\text{za protoku } Q' = \frac{Q}{2}$$

Primjer

Za prethodno proračunati presjek $F_{opt} = 11,62$ m² ispitamo opravdanost paralelnog spoja.

$$Q' = \frac{Q}{2} = \frac{60}{2} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$p_1 = p_2, \text{ procijenjeno na } 1,1.$$

Optimalni presjeci paralelnih grana iznose pojedinačno:

$$F'_{\text{opt}} = \left(\frac{288 \cdot 0,28 \cdot 1,18 \cdot 3,8 \cdot 0,35 \cdot 27 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 6 \cdot 10^3} \right)^{\frac{1}{3,5}} = 6,42 \text{ m}^2$$

Ukupni troškovi iznose za udvostručene provodnike:

$$\Sigma M = 2 \cdot 1,1 (6 \cdot 6,42 + 20) \cdot 10^3 + \frac{2 \cdot 1,1 \cdot 115,2 \cdot 0,28 \cdot 3,8 \cdot 0,35 \cdot 27 \cdot 10^3}{6,42^{2,5}}$$

$$(128,744 + 24,401) \cdot 10^3 = 153145 \text{ din/god.}$$

Uspoređenje ukupnih troškova jedinstvenog provodnika prema udvostručanju iskazuje poskupljenje za 35% i odnosi se na povećane izdatke izgradnje i održavanja udvostručanih provodnika, dok na energiji nije postignuta nikakva ušteda. Ovaj primjer pokazuje da paralelni spojevi u jednakim geološkim uslovima, uglavnom nisu preporučljivi. Drugo bismo stanje dobili kad bi se krivulja troškova uvećanog profila nalazila iznad krivulje manjih profila, što znači da uvećani profil dolazi u područje geološki i geomehanički nepovoljnih uslova, kako je to prikazano na dijagramu sl. 4 gornjom isprekidanom linijom.

Postupci optimiranja cjelokupne vjetrene mreže rudnika

Nakon što smo odredili optimalne presjeke svih provodnika s predodređenom protočnom količinom, osim onih gdje su presjeci određeni tehnološkim ili drugim uslovima, pristupamo proračunu ukupnih depresija vjetrene mreže. Ove depresije pratimo po pravcima strujanja koji formiraju strujne krugove u koje se postupno uključuju sve grane regulirnog područja.

Prethodno obračunamo strujne krugove slobodne raspodjele ukoliko postoje. Za sve strujne krugove obračunamo depresije od ulaznog ušća do usisnog kanala ventilatora. Sve izračunate depresije, premda su povučene u regulirnom području kroz optimirane

presjeke, iskazivat će ipak nejednake veličine, te je potrebno izvršiti njihovo izjednačenje. Ukoliko izvodimo samo pozitivnu regulaciju, iz regulacije ćemo izostaviti strujni krug s najvećom depresijom. Pozitivnu regulaciju izvršimo za nove objekte smanjenjem proračunatog optimalnog presjeka u određenom provodniku. Dijagrami za pojedine provodnike, analogno sl. 5, pružit će nam mogućnost da odaberemo ekonomski povoljne presjeke koji se nalaze u blizini ekstrema krivulje.

Postoji i mogućnost mješovite regulacije; tu ćemo iz regulacije izostaviti odabrani strujni krug s nekom srednjom depresijom. U krugovima s višom depresijom izvršit ćemo negativnu, a u krugovima sa nižom depresijom pozitivnu regulaciju i to mijenjanjem optimalnog presjeka obostrano u blizini ekstrema krivulje. U svakom slučaju moramo izbjegavati izbor presjeka koji se nalaze podalje od ekstrema, jer bismo u jednom slučaju dobili suviše velike presjeke, a u drugom visoke troškove energije. Negativnoj ili mješovitoj regulaciji pristupamo napose tada, kada visoke depresije ne odgovaraju karakteristici ventilatora.

Iz izloženog proizlazi i to da se optimiranje vjetrenja može postići samo djelomično i da ono u cijelosti ne može biti egzaktno određeno, osim za pojedinačne provodnike. Ipak nam to pruža dragocjena saznanja i podatke koji se mogu koristiti i kod vrlo složenih vjetrenih mreža, a sve radi postizavanja što bolje ekonomičnosti na polju vjetrenja.

ZUSAMMENFASSUNG

Optimierung der Querschnitte von Grubenräumen und Wetterwegen vom Standpunkt der Wetterführung

Prof. Ing. E. T e p l y^{*)}

Bei der Ausrichtung oder Umbau einer Grube werden Lösungen, die am besten den Forderungen der Gewinnung entsprechen, angestrebt, und im Einklang mit dem Bedürfnis die Grubenörter und Grubenräume mit Frischwettern zu versorgen bei gleichzeitiger Wirtschaftlichkeit der Wetterführung vom Standpunkt der Amortisierung, Unterhaltung und Kraftverbrauch für den Lüfterbetrieb.

Im Zusammenhang damit wurden im Aufsatz allgemeine Gesichtspunkte der Wetterführung und das Problem der Wetterführungsregelung bei verschiedenen Typen von Grubenwetternetzen einer Betrachtung unterzogen. Konkret wurde die Auffindung eines optimalen Querschnitts der einzelnen Wetterwege und entsprechender Kosten für ihre Unterhaltung und für die Berechnung der Optimalquerschnitte behandelt.

Literatura

1. Zitzmann, E., 1957: Wettertechnische Widerstandswerte, Bergbauwissenschaften, № 4, 65/79.
2. T e p l y, E., 1970: Snimanje i obračun složene rudničke vjetrove mreže. Zbornik radova Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 51/59.
3. T e p l y, E., 1970: Utjecaj varijabilnosti otpora strujanja u jamskim zračnim provodnicima na proračun ventilacije. Rudarsko-metalurški zbornik, 4, 395 — 402.
4. T e p l y, E., 1971: Proračun regulacije rudničkih vjetrovih mreža. Rudarsko-metalurški zbornik, 1, 11 — 29.
5. T e p l y, E., 1971: Ventilatori u sprezi s rudničkom vjetrenom mrežom. Rudarsko-metalurški zbornik (Ljubljana), 4, 367 — 385.
6. T e p l y, E., 1972: Proračun objekata za regulaciju raspodjele količine zraka u rudničkoj vjetrenoj mreži. Sigurnost u rudnicima, 1, 1 — 10.

^{*)} Prof. ing. Ermin Teply, Zagreb.

Doprinos sigurnosti miniranja primenom unutrašnjih sistema neelektričnog intervalnog iniciranja minskih punjenja

(sa 23 slika)

Prof. dr ing. Vesimir Veselinović

Prikazane su konstruktivno-tehničke osobine novih sistema neelektričnog miniranja, sa oksidnim iniciranjem, odnosno višestruki sistem iniciranja pomoću detonirajućeg štapina sa ugrađenim pojačalima i analiza preimućstva i osnovnih principa primene ovih sistema.

Razvoj novih sigurnijih eksploziva i njihovo uvođenje u primenu zahtevali su osvajanje i primenu novih sigurnijih efikasnijih sredstava za iniciranje minskih punjenja. Potrebe za velikom masovnom proizvodnjom i primena raznovrsne opreme velikih kapaciteta diktirali su uvođenje masovnih miniranja na površinskim kopovima i u podzemnim rudnicima.

U radu se obrađuju novi sistemi neelektričnog iniciranja minskih punjenja i to prvenstveno sa aspekta sigurnosti. Radi sagledavanja njihovih prednosti obrazlažu se osnovni principi primene. Obrađeni su sistemi Hercudet, Primadet, Toedet, Anodet, Ledcore, Nonel, Detaprime i sistem sa višestrukim iniciranjem pomoću detonirajućeg štapina sa ugrađenim pojačnicima (busterima).

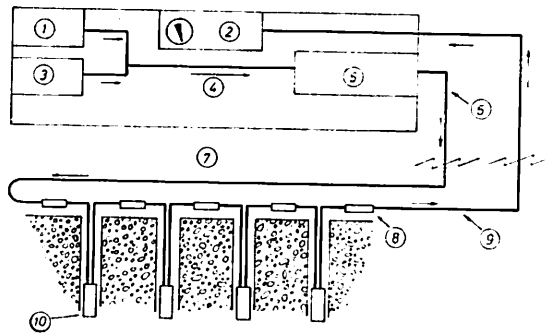
Hercudet sistem

Hercudet je novi savremen i za sada jedinstveni neelektrični intervalni sistem iniciranja privrednih eksploziva, proizveden od preduzeća Hercules Inc., Wilmington, SAD. Detonator nije električni, tako da su na taj način isključene sve moguće nesreće, koje se događaju pri primeni električnih detonatora.

Povezivanje minskih punjenja je vrlo jednostavno i bez zvuka, jer se ne primenjuje detonirajući štapin. Umesto velikog broja žicaprovodnika, što je slučaj kod električnog iniciranja, kod ovog sistema se primenjuje jedan par plastičnih cevi malog prečnika. Mešavina gasa se uvodi u Hercudet mrežu za paljenje samo posle završenih svih priprema za paljenje. Gas se tada zapali pomoću specijalne konzole namenjene za paljenje. Reakcija prolazi kroz mrežu paljenja brzinom od 10.000 ft/sec. i izaziva detonaciju milisekundnih detonatora br. 8. Konzola za paljenje tačno dozira odgovarajuću mešavinu gasa u mrežu paljenja i inicira kada mi to želimo. Jedan signal upozorava palioca mina da je gas u sistemu i da može izvršiti paljenje kada je spreman.

Primena Hercudet sistema ne obavezuje da se upotrebljavaju eksplozivi neosetljivi na detonirajući štapin ili gornju udarnu patronu, jer reakcija gasa u provodnicima Hercudet plastičnih cevi za paljenje ne može da inicira ni najosetljivije plastične eksplozive. Energija oslobođena pri paljenju mešavine gasa može da se prenese na okolni materijal, odnosno eksploziv, samo preko detonatora.

Ispitivanje kontinuiteta ispravnosti kružnog toka u mreži za paljenje sprovodi se pomoću ispitivača strujnog kruga, instrumenta koji je sličan minerskom galvanometru koji se primenjuje kod konvencionalnih miniranja. Ispitivač upotrebljava inertne gasove, pa ako je u kružnom toku ustanovljen neki problem, ne postoji opasnost ulaska u pripremljeno područje za miniranje. Pri iniciranju sa detonirajućim štapinom ili drugim neelektričnim sistemima iniciranja nije moguće proveriti ispravnost strujnog kruga u



Sl. 1. Šematski prikaz Hercudet sistema. 1 — Gorivi gasovi; 2 — Spreman indikator; 3 — Gas za oksidaciju; 4 — Punjenje (kontrola paljenja i dugme za paljenje); 5 — Komora za mešanje i paljenje; 6 — Cevovod ka minskoj seriji; 7 — Kozola za paljenje (područje miniranja); 8 — Usporivači; 9 — Cevovodi iz minske serije; 10 — Hercudet detonatori.

Abb. 1 — Schematische Darstellung des Hercudet-Systems.

mreži paljenja. Zbog toga, kao i zbog primene mešavane gasa za iniciranje, ovaj sistem u sadašnjem razvitku predstavlja vrhunac i ima velike prednosti posebno u odnosu na konvencionalne sisteme iniciranja. Pri ovom sistemu nema mogućnosti pojave tzv. presovanja ili komprimovanja eksploziva koje može nastati kod oslobodenja poslednje energije eksplozivnih smeša pri upotrebi detonirajućeg štapina kao inicijatora eksplozije.

Hercules detonatori u ovom sistemu su iste veličine i jačine kao konvencionalni milisekundni detonatori sa kapičom br. 8. Oni u fizikalnom smislu odgovaraju pojačalima busterima koji se danas upotrebljavaju. Proizvode se u 30 intervala usporenja pri čemu su tu obuhvaćeni detonatori sa kratkim i dugim periodama. Element usporenja je postavljen u jednu aluminijumsku čauru.

Način povezivanja i procedura punjenja su kao kod drugih sistema. Potrebno je obratiti pažnju da kraj plastične cevi pre toplog zavarivanja ne bude u unutrašnjosti

zaprljan nečistoćom ili u cev uđe voda. Mreža cevovoda je ponovo zaštićena, pošto su namešteni konektori-spojnice priključnice.

Hercudet sistem ima izuzetne sigurnosne prednosti i predstavlja veliki napredak u iniciranju eksploziva. To je jedna metoda savremenog iniciranja i miniranja.

Slika pokazuje šematski prikaz Hercudet sistema neelektričnog iniciranja pomoću mešavine gasa, a tablica 1 upoređenje Hercudet sistema sa drugim sistemima iniciranja.

Tablica 1

Upoređenje Hercudet neelektričnog intervalnog sistema iniciranja sa drugim sistemima iniciranja

	Detonator štapi-nom	Elektro deto-nator	Detonator i šta-pin	Hercudet
Da li proizvodi zvuk i vazdušne talase?	ne	ne	da	da
Da li detonator može da se inicira stranim nekontrolisanim strujama?	ne	da	ne	ne
Da li je radnik u opasnom području kada se aktivira energija?	da	ne	ne	ne
Ako jedan detonator aktivira nepoželjno, da li će aktivirati druge detonatore?	ne	ne	da	ne
Da li se može proveriti kružni tok?	ne	da	ne	da
Da li iniciranje provodnika deluje na glavno punjenje u bušotini?	ne	ne	da	ne
Da li su intervali važni?	ne	da	da	da
Da li sistem detonatora može da se poveže unapred?	ne	ne	ne	da

Primadet sistem

Primadet sistem je praktično neelektrični sistem intervalnog iniciranja minskih punjenja sa dna minskih bušotina. Ovaj si-

stem proizvodi Ensign Bickford Co., Simsbury, u 2 tipa:

- Primadet usporivači normalne jačine i
- Primadet usporivači velike jačine (snage).

Pri upotrebi prvog tipa nužna je primena pojačala pobuđivača detonacije, dok pri upotrebi drugog tipa, to nije potrebno.

Primadet sistem normalne jačine

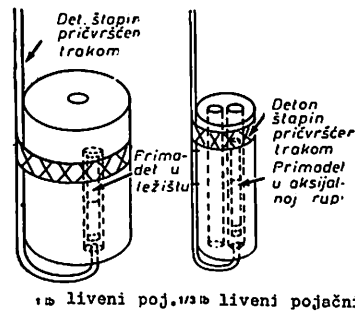
Postupak punjenja minskih bušotina je uobičajen. Pojačalo detonacije mora biti neosetljivo na inicijaciju detonirajućeg štapina (Primaline), ali dovoljno osetljivo da se inicira sa detonatorom br. 6 (sl. 2).

Primadet milisekundni usporivači se proizvode u 20 različitih perioda usporenja, počev od 0 do 1000 milisekundi, a dugovremeni u 9 perioda usporenja, počev od 0 do 5,5 sekundi.

Glavno punjenje takođe mora biti neosetljivo na detonirajući štapin. Konvencionalni nitroglicerinski eksplozivi i nitroglicerinska pojačala (udarne patrone) ne smeju se ni u kojem slučaju primeniti, pošto će detonirajući štapin u više slučajeva bočnom-radijalnom inicijacijom ovih tipova eksploziva, uništiti ili na kratko spojiti elemente usporenja u detonatoru. Uslov je da se primenjuju neosetljiva pojačala na bazi PETN ili TNT.

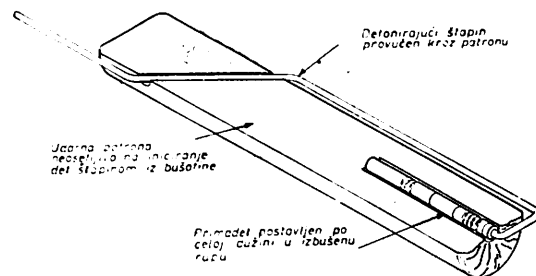
Primadet intervalni detonator se stavlja po celoj dužini u rupu izbušenu na jednom kraju udarne patrone. U slučajevima gde Primadet mora biti sa osiguranjem pričvršćen na udarnu patronu, detonirajući štapin mora biti provučen kroz udarnu patronu (sl. 3). Detonirajući štapin ne sme nikada da se omota oko udarne patrone, kako je to uobičajeno sa vodovima električnih detonatora, jer će doći do presecanja štapina na mestu ukrštanja. U ovom sistemu mora da se primenjuje specijalni detonirajući štapin koji je niže energije i koji ne može inicirati normalni detonirajući štapin, ojačani detonirajući štapin ili štapin iste vrste. Dva štapina ove vrste ne mogu jedan drugog da iniciraju ako su povezani preko čvorova ili sličnih spojeva. Zbog toga se Primadet sistem može primeniti sa normalnim detonirajućim štapinom pri primeni diskontinuiranog punjenja minskih bušotina.

Glavno punjenje se obično sastoji od ANFO ili drugih eksplozivnih smeša sa sličnim karakteristikama. One mogu da se pneumatski pune bez specijalnih mera predostrožnosti u odnosu na statički elektricitet



Sl. 2 — Spajanje — ubacivanje Primadet detonatora u liveni pojačalo.

Abb. 2 — Verbindung — Einsatz der Primadet — Zünder in den Gussverstärker.

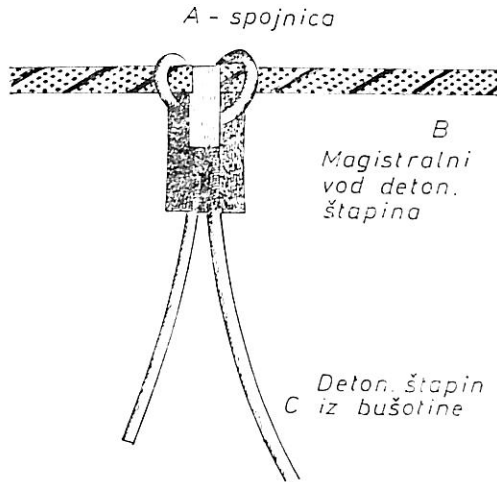


Sl. 3 — Priprema udarne patrone.

Abb. 3 — Vorbereitung der Schlagpatrone.

Pri tome nije potrebno uzemljenje pneumatskih punilaca ili opreme. U slučaju da se ne upotrebljava ANFO zbog pojave vode u bušotinama ili iz drugih razloga, bušotine mogu da se pune eksplozivima sa karakteristikama sličnim udarnoj patroni, ali moraju biti neosetljivi na inicijaciju od detonirajućeg štapina sa niskom energijom. Za povezivanje

ovog detonirajućeg štapina sa glavnim-magistralnim vodom primenjuje se tzv. »J« spojnica (sl. 4) ili se primenjuje duplo umotani štapin (sl. 5). Način vezivanja treba da omogućuje inicijaciju najmanje u 2 pravca.



Sl. 4 — »J« spojnica za spajanje detonirajućeg štapina niske energije, iz bušotine sa detonirajućim štapinom magistralnog voda.

Abb. 4 — »J« Verbindungsstück für die Verbindung der Sprengschnur niederer Energie aus dem Bohrlloch mit Sprengschnur der Hauptleitung.



Sl. 5 — Obavezno spajanje detonirajućeg štapina niske energije sa detonirajućim štapinom magistralnog voda pomoću duplog umotavanja.

Abb. 5 — Verbindliche Verbindung der Sprengschnur niederer Energie mit der Sprengschnur der Hauptleitung durch Doppelumwicklung.

Svaki Primadet usporivač-interval je jedan komplet, koji je pripremljen u fabrici. Na jednom kraju detonirajućeg štapina pričvršćen je milisekundni detonator, a na drugom kraju je navučena »J« spojnica. Primadet sistem je otporan na prevremenu inicijaciju od lutajućih ili stranih elektriciteta, uključujući i indukovane struje od obližnjeg udara groma. On može da se primeni bez opasnosti u neposrednoj blizini radio predajnika, radara ili sličnih instalacija.

Sastavni delovi Primadeta uglavnom će se potpuno uništiti pri miniranju. U izvesnim slučajevima neškodljivi ostaci će plivati u flotaciji. Zagađivanje rude je minimalno, pošto se u Primadet sistemu ne upotrebljavaju električni detonatori sa provodnicima, niti se spajaju punjenja pomoću metalnih provodnika.

Primadet usporivači velike jačine

U ovom sistemu se primenjuju detonatori velike jačine. Ovi detonatori imaju dovoljnu jačinu da obezbede direktnu inicijaciju pravilno pripremljene ANFO smeše pri pneumatskom punjenju bušotina prečnika do 2 1/2", pod normalnim uslovima gustoće, začepjenja i u suvim bušotinama. Oni se proizvode u 17 intervala u milisekundnoj seriji i u 8 intervala u seriji sa dugim periodama.

Primadet usporivači velike jačine sastoje se iz 5 glavnih komponentata:

- Primaline-minijaturni PETN detonirajući štapin,
- detonator velike jačine sa elementom usporenja,
- jedna gvozdена karika koja je postavljena na detonatorsku čauru i pričvršćena tako da drži element usporenja.

Ova karika ima dovoljnu masu da magnetni čistač otkrije Primadet element ili celi detonator koji nije aktiviran.

— obojena etiketa za indentifikaciju broja usporenja,

— plastični držač detonatora (sl. 6) koji detonator drži u centru bušotine i obezbeduje posebne mere sigurnosti time što sprečava odskakivanje i pokretanje detonatora u bušotini u toku pneumatskog punjenja. Držač detonatora, postavljen na vrhu punjenja detonatora, obezbeduje mehaničku zaštitu za vreme pneumatskog punjenja. Opasan je momenat na početku punjenja.

U principu, Primadet sistem velike jačine koristi detonacioni impuls ili signal preko detonirajućeg štapina niske energije da inicira element usporenja, koji obratno aktivira specijalni detonator. Ovaj detonirajući štapin, koji prenosi impuls inicijacije u element usporenja detonatora, je iniciran pomoću detonirajućeg štapina magistralnog voda. Zbog visoke detonacione brzine detonirajućeg štapina niske energije i detonirajućeg štapina magistralnog voda (približno 20.000 ft/sec.), svi elementi usporenja u jednom spoju za sve praktične namene, aktiviraju se trenutno.

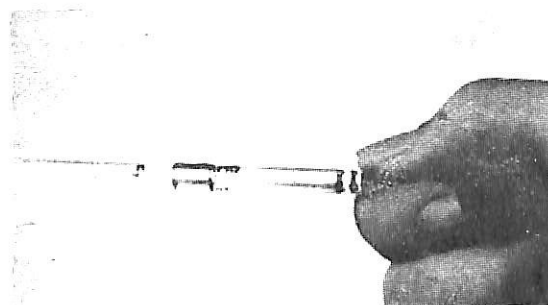
Primadet isključuje mogućnosti svih nesreća koje bi mogle biti prouzrokovane elektricitetom. Pošto je, takođe, Primadet velike jačine imun prema statičkom elektricitetu koji se stvara za vreme pneumatskog punjenja, može se primeniti maksimalni pritisak vazduha sa raznim tipovima ANFO pneumatskih punilaca. Mogućnost povećanja pritiska punjenja ne samo da povećava stepen, brzinu punjenja, već takođe doprinosi dobijanju optimalne gustoće punjenja bušotina sa odgovarajućim poboljšanjem efekata miniranja sa ANFO smešama. Takođe, u provodljivim rudnim telima ne dolazi do otkazivanja zbog lutajućih struja. Veoma je otporan prema samo aktiviranju pri grubom rukovanju za vreme punjenja, a otporan je i prema kolebanju temperatura.

Pri upotrebi Primadet intervalnog sistema velike jačine mogu se primeniti 2 postupka punjenja:

- jednostruki stepen punjenja, i
- dvostruki stepen punjenja.

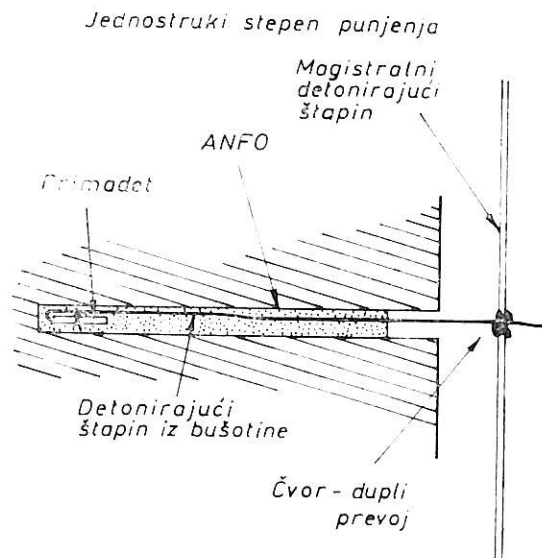
Jednostruki stepen punjenja. Primadet velike jačine, sa držačem detonatora, postavlja se na dno bušotine u indirektni položaj pomoću creva za punjenje. Crevo za punjenje se, zatim, obazrivo izvuče za 200 mm i posle toga se punilac pušta u rad. Uporedo sa punjenjem crevo se izvlači sve do završetka zahtevane dužine punjenja (sl. 7).

Dvostruki stepen punjenja. Crevo za punjenje se postavi u bušotinu i bušotina napuni oko 60 cm. Crevo se izvuče i zatim se postavlja u bušotinu Primadet velike jačine sa pričvršćenim držačem u direktni položaj, do samog punjenja. Crevo se izvlači oko 200 mm i ponovo počinje punjenje do željene dužine. Ova tehnika punjenja zahteva povećanje vremena punjenja, ali osigurava da je oko detonatora sa drža-



Sl. 6 — Plastični držač detonatora kod Primadet i Anodet sistema.

Abb. 6 — Zünder-Kunststoffhalter bei Primadet- und Anodet-System.

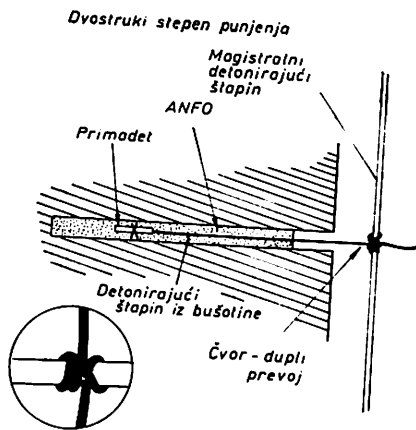


Sl. 7 — Jednostruki stepen punjenja pri primeni Primadet i Anodet sistema.

Abb. 7 — Einstufige Ladung bei der Anwendung von Primadet- und Anodet-System.

čem zaista izvršeno punjenje sa eksplozivnom smešom, a pored toga nije potrebno čišćenje bušotine od kamene sitneži izduvavanjem pre početka punjenja (sl. 8).

Primadet sistem može da se primeni za miniranje na površini u cilju smanjenja zvučnih efekata koji nastaju pri detonaciji magistralnih vodova detonirajućeg štapina. Za ovu primenu Primadet je opremljen specijalnim spojnicama koje olakšavaju povezivanje sa detonirajućim štapinom koji se nalazi u bušotini. »J« spojnica se postavlja



Sl. 8 — Dvostruki stepen punjenja pri primeni Primadet i Anodet sistema.

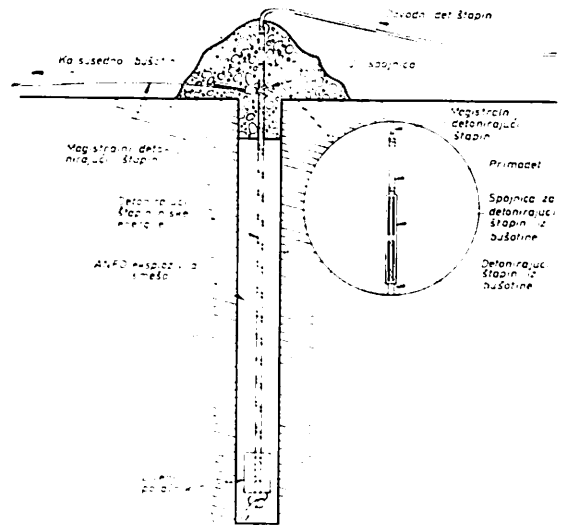
Abb. 8 — Zweistufige Ladung bei der Anwendung des Primadet- und Anodet-Systems.

na detonirajući štapin iz bušotine koja se prva pali. Kraj detonatora se postavlja prema drugoj bušotini po sistemu ponavljanja samo preko morskog punjenja. (sl. 9). U poslednje vreme upotrebljava se specijalni detonirajući štapin sa niskim zvučnim efektom. Kod ove vrste štapina punjenje na dužini od 12 ft iznosi 4 grainsa (1 grain — 0,125 g) a zatim na dužini od 1 ft 54 grains.

Pri svim ovim sistemima primenjuje se neprekidni sistem povezivanja vodova na površini, tzv. »Hopkup« sistem (sl. 10).

TOE — DET sistem

U Kanadi, Canadian Industries Ltd, Montreal proizvodi Toe-det sistem usporenja sa specijalnim detonatorima sa usporenjem, koji su stalno spojeni na donji vod ojačanog Anoline detonirajućeg štapina male jačine, koji je na drugom kraju spojen pomoću »J« spojnice na magistralni vod detonirajućeg štapina velike jačine. Ovaj sistem je u suštini milisekundni sistem intervala sa 30 perioda intervala počev od 25 do 250 milisekundi. Za iniciranje Toe-det sistema primenjuje se specijalni tip livenog Procure pojačala koji je podešen prema Toe-det sistemu (sl. 11). Iniciranje Toe-det usporivača u Toe-det sistemu se efikasno postiže pomoću



Sl. 9 — Postupak za smanjenje zvučnih efekata.

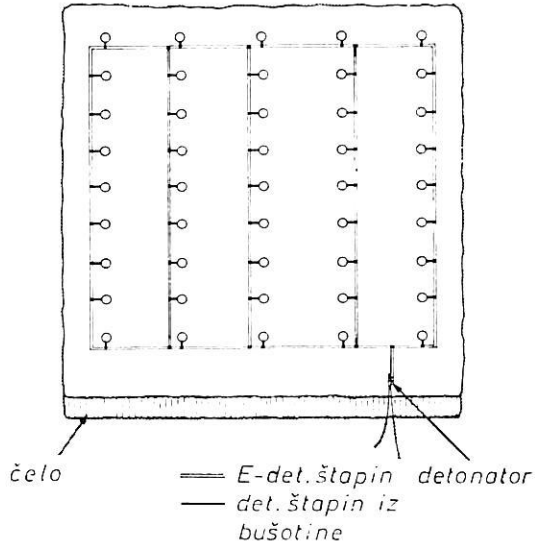
Abb. 9 — Verfahren zur Minderung der Schalleffekte.

ću detonirajućeg štapina velike jačine. Ovaj detonirajući štapin je jak inicijator, pošto je njegova inertna prevlaka preko jezgra eksploziva minimalna. Ova osobina ne dozvoljava njegovu upotrebu na ekstremno niskim temperaturama.

Anodet sistem

Anodet sistem se sastoji iz nekoliko integralnih delova:

- Anodet usporivači-intervali,
- Anoline detonirajući štapin,
- A — 3 pojačalo (buster),
- »J« spojnica i
- plastični držač detonatora.



Sl. 10. Nprekidni sistem povezivanja na površini (Sistem hookup).

Abb. 10 — Ununterbrochenes Verbindungssystem über Tage (Hookup-System)

Ovaj sistem je dosta sličan Primadet sistemu, mada ima i svoje specifičnosti. Ovaj neelektrični sistem intervalnog iniciranja proizvodi Canadian Industries Ltd., Montreal.

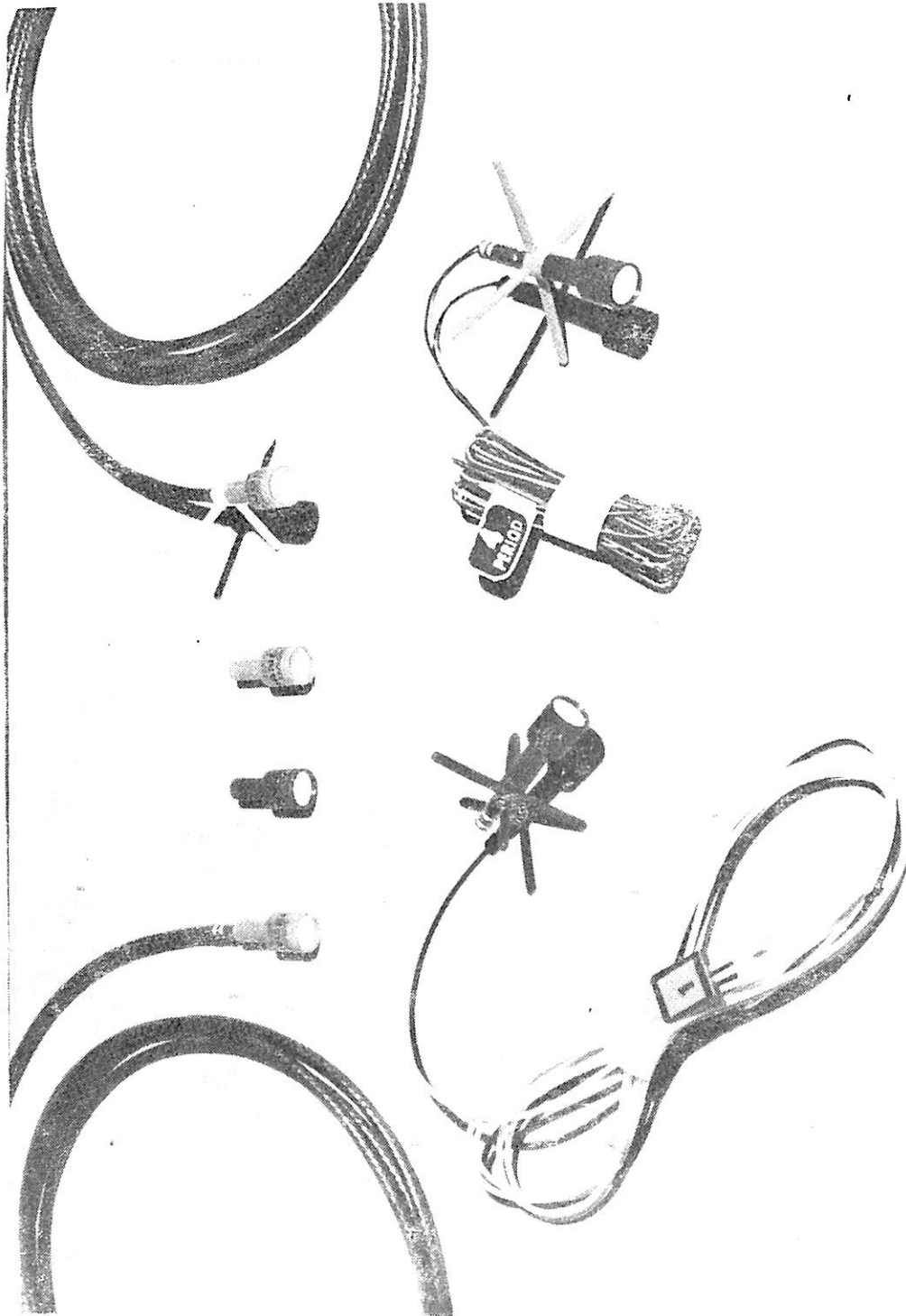
Anodet sistem miniranja je sposoban da aktivira minsko punjenje sa dna minskih bušotina i da ostvari aksijalnu inicijaciju. Zbog toga se primenjuje pri pneumatskom punjenju sa ANFO eksplozivnim smešama. Njime se može obezbediti preciznost u usporanju koja je moguća pri upotrebi električnih milisekundnih detonatora, bez nedostataka koji se obično pojavljuju pri električnom paljenju.

Anodet sistem se sastoji od jednog specijalnog detonatora velike jačine sa usporivačkim elementom, koji je pričvršćen na jedan takode specijalni detonirajući štapin male težine i male jačine. Na površini, kao



Sl. 11 — Procore pojačnik za iniciranje u Toe-det sistemu.

Abb. 11 — Procore-Verstärker zur Zündung im Toe-det-System.



Sl. 12. — Štapinski i električni tip pojačala u Anodet sistemu.
Abb. 12 — Schnur- und elektrischer Typ der Verstärkers im Anodet-System.

magistralni vod, primenjuje se tanak detonirajući štapin (B-line detonating fuse), koji je sa Anoline štapinom spojen »J« spojnicom. Vrlo je važno da se ove dve vrste štapina povežu pod pravim uglom, kako bi se obezbedila sigurna inicijacija i iniciranje u više pravaca.

Anodet usporivači se proizvode u 2 serije:

— Anodet milisekundni usporivači sa brojevima usporenja od 0 do 30 (0,025 do 0,250 sekundi) i

— Anodet dugovremeni usporivači sa 15 intervala (0,35 do 1,70 sekundi).

Veliki broj intervala omogućuje izvođenje miniranja sa velikim brojem minskih bušotina.

U ovom sistemu su, takođe, isključene mogućnosti prevremene inicijacije od stranih lutajućih struja i statičkog elektriciteta.

Konvencionalni brzantni eksplozivi se ne mogu primenjivati sa Anodet sistemom pošto će detonirajući štapin male težine izvršiti trenutno bočno-radikalno iniciranje eksploziva i istovremeno uništiti element usporenja u detonatoru.

Detonatori visoke jačine u Anodet sistemu mogu inicirati eksplozivne smeše u prečnicima bušotina od 1" do 2 1/4", pa se ovaj sistem vrlo uspešno primenjuje u podzemnim rudnicima sa malim prečnicima minskih bušotina. U mnogim rudnicima primena Anodet sistema je poboljšala granulaciju izminiranog materijala, a pored toga izbegnuta su otkazivanja detonacije koja su se često događala pri stubnom iniciranju električnim detonatorima. Ovaj neelektrični sistem iniciranja primenjen je u mnogim rudnicima, u kojima se pojavljuju lutajuće struje u provodljivim rudnim telima.

Anodet pojačala — A-3 busteri

U Anodet sistemu se upotrebljavaju specijalni Anodet busteri velike jačine koji obezbeđuju inicijaciju pod nepovoljnim uslovima. Oni proizvode izuzetno visoki detonacioni pritisak i detonacionu brzinu tako da se može postići maksimalni efekat eksplozivnih smeša i slurry eksploziva malog prečnika. Oni daju bezbedno pozitivnu inicijaciju pravilno aktiviranog eksploziva.

Jedan tip ovih busteri sastoji se od 20 grama pentolititskog punjenja postavljenog u jedan svetlo-žuti kalupasti plastični rukavac sa jednim proširenjem koje obezbeđuje po-desno postavljanje Anodet usporivača.

A — 3 pojačalo (buster) sadrži 2,5 g peleta visoke gustine. Ispresovan sastav je postavljen u kućište čaure izrađene od polietilena male gustoće. Materijal čaure se ne lomi pri rukovanju ili pričvršćivanju i otporan je na niskim temperaturama. Kućište čaure sastoji se iz 2 komore pregrađene tankom cilindričnom pregradom, koja ima ulogu da zaštiti detonator. Obe komore imaju urezana po 3 unutrašnja rebra koja obezbeđuju pozitivno trenje povoljno za oba peleta i detonator unutra čaure.

A — 3 pojačala su vrlo efikasna u iniciranju slabih patroniranih eksploziva i znatno povećavaju efikasnost ma koje vrste detonatora. Oni se, takođe, upotrebljavaju za iniciranje slurry eksploziva na niskim temperaturama, pri visokom hidrostatičkom pritisku i u bušotinama sa muljem.

U upotrebi su 2 tipa A — 3 pojačala i to tzv. »štapinski tip« i »električni tip«. »Štapinski tip« A—3 pojačala je žute boje i namenjen je za detonator br. 6, detonator velike jačine ili uopšte za sve detonatore spojene na sporogoreći štapin. »Električni tip« A—3 pojačalo je rumene boje i namenjen je za sve električne detonatore i Anodet usporivače (sl. 12). Električni tip pojačala takođe može da, primi električni detonator za seizmička istraživanja kao pojačalo ili kao primarno punjenje u slučajevima gde se zahteva samo malo punjenje.

Gustina A—3 pojačala iznosi 1,6 g/cm³, a brzina detonacije 8.400 m/sec. On je veoma uočljiv, može se primeniti i prilagoditi pri raznim metodama miniranja, manje je osetljiv i sigurniji je od pojačala na bazi nitroglicerina.

Ledcore sistem

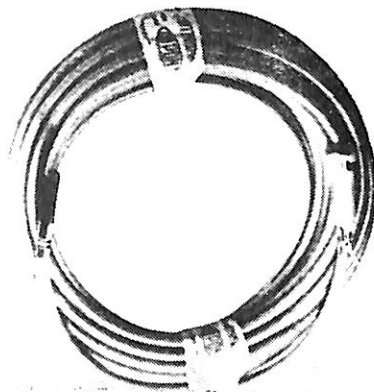
Du Pont »Ledcore« milisekundni intervalni sistem upotpunio je potrebu u potpuno neelektričnim intervalnim detonatorima. Ovaj sistem se primenjuje za iniciranje sa dna minskih punjenja. On je poboljšao si-

gurnost u područjima gde je teško kontrolisati pojave lutajućih struja, a prvenstveno u rudnicima metala.

Ledcore milisekundni usporivači su jedan komplet pripremljen u fabrici, koji se sastoji iz detonirajućeg štapina niske energije, jednog milisekundnog neelektričnog detonatora pričvršćenog na jednom kraju štapina i jednog probušenog pojačala sa plastičnim adapterom privezanog na drugom kraju (sl. 13). Plastični adapter je namenjen da zaštiti pojačalo. Kada glavni magistralni vod detonira, pojačalo prihvata detonaciju i inicira detonirajući štapin niske energije, koji prenosi do usporivača (detonatora).

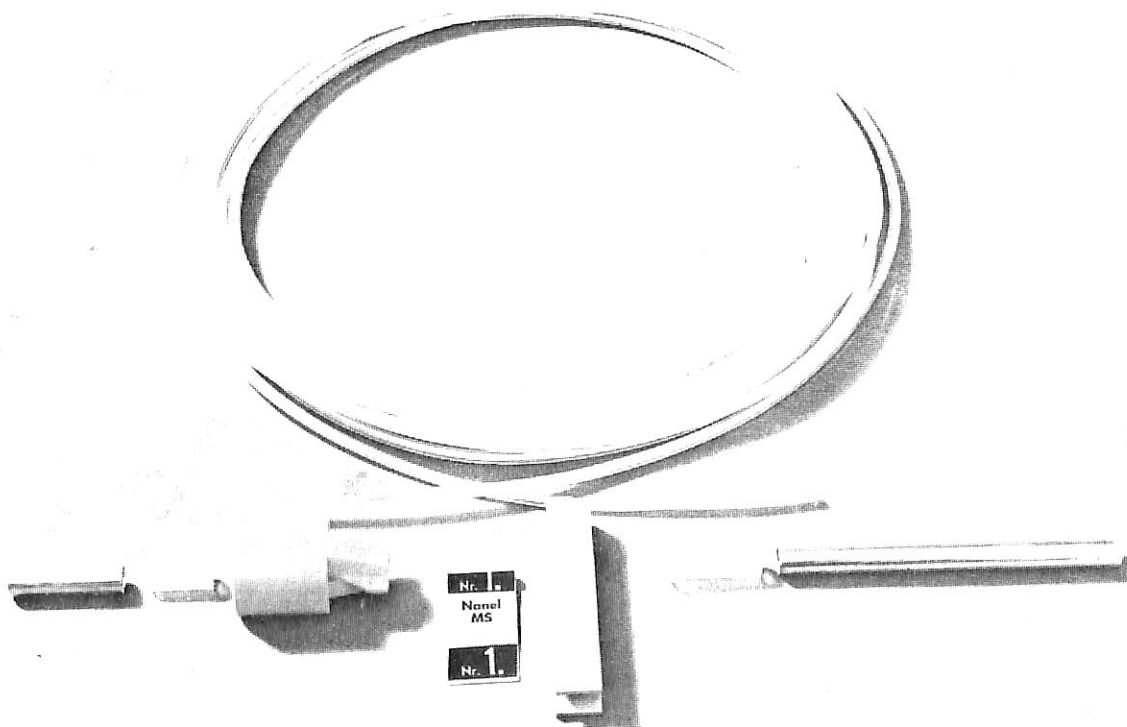
Pri upotrebi Ledcore sistema detonator je postavljen u jedan pokretač od brzantnog eksploziva, osetljivog na detonator, koji se zatim postavlja u bušotinu na predviđeno mesto. Drugi eksplozivi mogu biti postavljeni oko detonirajućeg štapina niske energije. Plastični adapteri iz svih Ledcore jedinica moraju da se pričvrste na mrežu magistralnog voda. Zbog visoke brzine detonacije detonirajućeg štapina magistralnog voda i detonirajućeg štapina niske energije, ele-

menti usporenja svih milisekundnih detonatora će se praktično inicirati trenutno i tada je manje mogućnosti za presecanje štapina usled pokretanja tla i razbacivanja komada stena.



Sl. 13 — Ledcore milisekundni intervalni sistem sa detonirajućim štapinom, milisekundnim usporivačem i plastičnim adapterom.

Abb. 13 — Millisekundenzündersystem Ledcore mit Sprengschnur, mit Millisekundenverzögerer und Kunststoff-Adapter.



Sl. 14 — Nonel cev sa tankim slojem eksploziva u unutrašnjosti cevi.

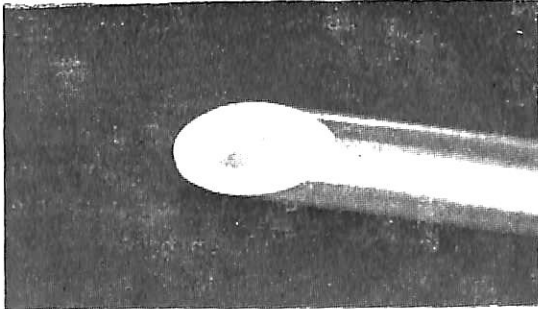
Abb. 14 — Nonel-Röhre mit dünner Sprengstoffschicht im Rohrrinneren.

Ledcore milisekundni usporivači se proizvode u 12 intervala, počev od 0 do 350 milisekundi.

Nonel sistem

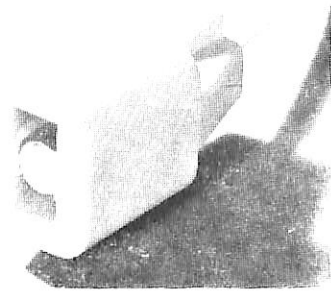
Nonel je jedan sasvim nov sistem paljenja, sa potpuno novom konstrukcijom koja uključuje najpovoljnije osobine starih sistema, a isključuje njihove nedostatke. Ovaj sistem proizvodi preduzeće Nitro Nobel iz Švedske. Pored primene u skandinavskim zemljama, ovaj sistem se primenjuje u SAD i Kanadi. To je prvi neelektrični sistem paljenja, koji je istovremeno zatvoreni sistem.

Funkcionisanje Nonel sistema je potpuno nezavisno od metode miniranja i primenjene vrste eksploziva, što nije slučaj kod svih ostalih sistema neelektričnog iniciranja. Sa primenom Nonel sistema odstranjene su smetnje koje su sprečavale efikasnije uvođenje u rudnicima, a posebno u podzemnim rudnicima, elektro-hidrauličnih bušilica,



Sl. 15 — Sastavni delovi Nonel sistema neelektričnog iniciranja: Nonel cev, detonator za prenos sa blokom za spajanje, etiketom za obeležavanje i spojnicom za pakovanje.

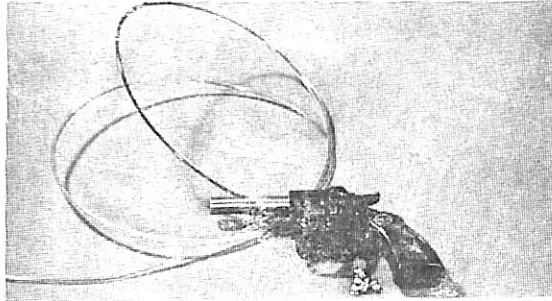
Abb. 15 — Bestandteile des Nonel-Systems der elektrischen Zündung: Nonel-Röhre, Übertragungszünder mit Verbindungsblock, Kennzeichnungsschild und Packungsklammer.



Sl. 16 — Detonator za prenos sa blokom za spajanje, koji omogućuje spajanje vodova.

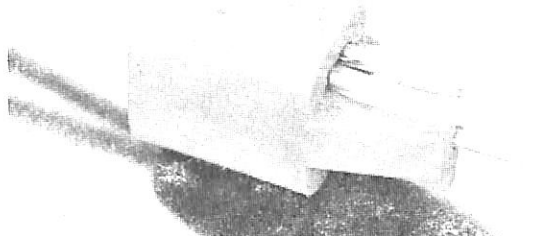
Abb. 16 — Übertragungszünder mit Verbindungsblock für die Leiterverbindung.

električnog osvetljenja, efikasnijeg punjenja, utovara, provetravanja i unutrašnjih komuniciranja, zatim uvođenje novih dostignuća na polju radija i elektronike, električnog zavarivanja i opreme i mašine na električni pogon.



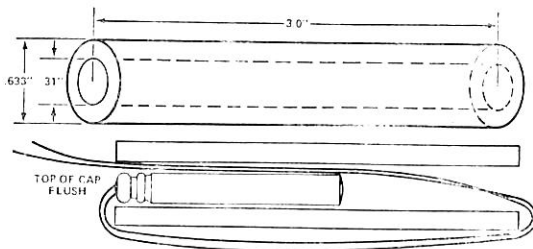
Sl. 17 — Specijalni startni pištolj za iniciranje.

Abb. 17 — Spezielle Startpistole für die Zündung.



Sl. 18 — Povezivanje Nonel cevi: jedna petlja cevi je napravljena i provučena kroz blok za spajanje.

Abb. 18 — Verbindung der Nonel-Röhre: es wurde eine Röhrenschleife gemacht und durch den Verbindungsblock durchgezogen.



Sl. 19 — Detaprime GA za miniranja na površini. Težina 18 g. Inicijator: električni detonator (petlja žice prolazi kroz pojačnik). Upotreba: ANFO-P i određeni vodoplastični eksplozivi prečnika do 4 1/2".

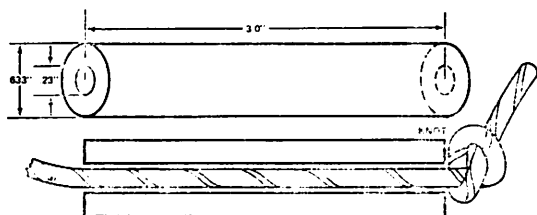
Abb. 19 — Detaprime GA für übertage-Sprengung. Gewicht 18 g. Auslöser: elektrischer Zünder (Drachtschleife geht durch den Verstärker). Verwendung: ANFO-P und bestimmte wasserplastische Sprengstoffe, Durchmesser bis 4 1/2".

Nonel sistem je neosetljiv na električne impulse i siguran u odnosu na razne vrste stranih struja. Svaka bušotina mora da se opremi Nonel kompletom (sl. 14). Ovaj komplet sadrži sledeće komponente:

- Nonel cev odgovarajuće dužine (sl. 15)
- jedan detonator sa potrebnim elementom usporenja
- detonator za prenos sa blokom za spajanje (sl. 16)
- specijalni startni pištolj za iniciranje (sl. 17).

Na sl. 18 je prikazan način povezivanja vodova.

Imunitet Nonel sistema se odnosi na sve vrste elektriciteta — strane struje iz stacionarnih instalacija, i baterija sigurnosnih svetiljki, zemljinog potencijala u neposrednoj blizini dalekovoda, lutajućih struja u provodljivim rudnim telima, statičkog elektriciteta, pomorskih radara i radio signala aviona u niskom letu.



Sl. 20 — Detaprime WG za miniraja na površini. Težina 20 g. Inicijator: detonirajući štapin od 50 grains, sporogoreći štapin sa detonatorom i Primadet. Upotreba: ANFO-P i određeni vodoplastični eksplozivi prečnika do 4 1/2".

Abb. 20 — Detaprime WG für die Übertage-Sprengung. Gewicht 20 g. Auslöser: Sprengschnur von 50 grains, Schwarzpulverzündschnur mit Zünder und Primadet. Verwendung: ANFO-P und bestimmte wasserplastische Sprengstoffe, Durchmesser 4 1/2".

Prednosti Nonel sistema u praktičnoj primeni su sledeće: proračunavanja broja bušotina i preraspodele bušotina na pojedine serije iniciranja nisu potrebna; vreme punjenja minskih bušotina je kraće i manje su mogućnosti presecanja provodnika; ispitivanja otpora i uzemljenja nemaju značaja, punjenja minskih bušotina je kraće i manje su što ranije nije bio slučaj, jer nije potrebno proveravanje ispravnosti mreže i pronalaženje grešaka; takođe nije potrebno prekidati punjenje za nevremena itd.

Detaprime sistem

Detaprime je nova zamisao i ostvarenje pojačala u tehnologiji eksploziva. Izrađuje se u obliku valjaka malih dimenzija i težine, a sastavljen je iz integralne smeše brizantnog eksploziva (PETN) i elastometričkog veziva. Ekstrudirani sastav Detaprime prema spoljnjem izgledu i fizičkim karakteristikama liči na gumu. Sigurnost, veliki učinak ekonomičnost i podesnost za rukovanje su osnovne karakteristike ovog pojačala, koje proizvodi du Pont iz SAD. On pruža najveći stepen sigurnosti od neželjenih detonacija usled udara, trenja i zapaljenja u odnosu na druga pojačala. Ako se izloži vatri Detaprime gori snažno i potpuno, ali ne detonira kada je na slobodnom prostoru. Jedna od značajnih sigurnosnih karakteristika je neosetljivost na mehaničke udare i kolebanja temperature, kao i na druge uticaje. Karakteristike Detaprime su sledeće:

Brzina detonacije	24.000 ft/sec sa visokom brizancem
Gustoća	1,5 g/cm ³
Osetljivost na udar	nesposoban da detonira pri standardnim metodama ispitivanja
Otpornost na vodu	odlična, uključujući i otpornost na vlagu
Osetljivost na temperaturu	nikakva, od —40°F do 225°F
Skladištenje	3 do 5 godina pri normalnim uslovima skladištenja.

Detaprime pojačalo je prvenstveno namenjeno za iniciranje ANFO eksplozivnih smeša i izvesnih vodoplastičnih eksploziva u bušotinama prečnika od .1" do 4¹/₂". On detonira sa istom energijom u svim pravcima. Primenjuje se pri miniranjima na površini i u podzemnim rudnicima i to pri neelektričnim sistemima iniciranja sa Primadet usporivačima ili električnim trenutnim, milisekundnim i Acudet milisekundnim detonatorima, zatim sa detonatorom i sporogorućim štapinom i detonirajućim štapinom. Njegova primena je univerzalna. Težina jednog Detaprime se kreće od 6 do 20 g u zavisnosti od načina i svrhe primene. Na slikama od 19 do 23 prikazani su razni tipovi Detaprime pojačala.

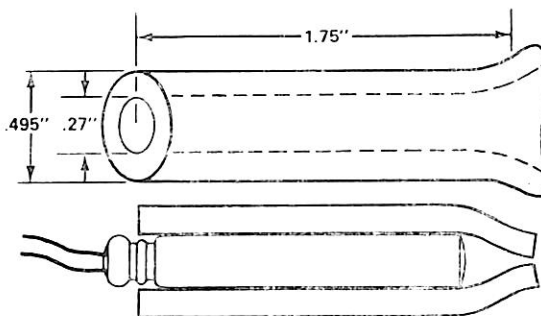
Zbog osobina gume Detaprime pojačalo se vrlo lako i jednostavno može postaviti i skinuti na samom mestu upotrebe. Ono može da se gnječi i uvija.

Višestruki sistem iniciranja pomoću detonirajućeg štapina sa ugrađenim pojačalima

Početkom 1975. godine počelo se sa primenom detonirajućeg štapina sa ugrađenim busterima na svakih 3 m. To su, u stvari, fabrički ugrađena pojačala, koja su, takođe, obložena plastičnom prevlakom, kao i ostali deo detonirajućeg štapina. Detonirajući štapin je na svaka 3 m proširen zbog ugrađenog pojačala.

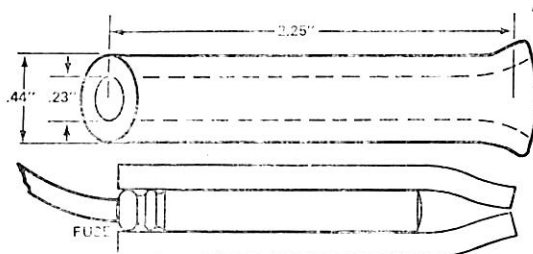
Dana 27. maja 1975. godine u podzemnom rudniku olova Kidd Creek u Kanadi prisustvovao sam pripremi miniranja sa 270 tona slurry eksploziva u otkopima po metodi podetažnog otkopavanja sa otvorenim otkopima. Bušotine u lepezi usmerene na gore imale su prečnik 55 mm i punjene su pneumatskim putem sa patroniranim slurry eksplozivima. Bušotine usmerene na dole imale su prečnik 200 mm i punjene su takođe slurry eksplozivima slobodnim spuštanjem patrona u bušotine. Pre spuštanja patrona, polietilensko crevo patrona je nožem rasećeno radi potpunijeg ispunjenja bušotina slurry eksplozivom. Za iniciranje slurry eksploziva primenjen je detonirajući štapin sa ugrađenim pojačalima. U bušotinama pod nagibom na gore detonirajući štapin sa ugrađenim busterima se postavlja na taj način, što se kraj štapina koji ulazi u bušotinu

vezuje na posebnu lepezastu spojnicu, koja ga drži u bušotini i sprečava njegovo klizanje i ispadanje.



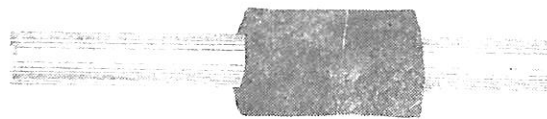
Sl. 21 — Detaprime UA za miniranja u podzemnim rudnicima. Težina 6 g. Inicijator: električni detonator. Upotreba: ANFO-P prečnika do 2¹/₂" i određeni vodoplastični eksplozivi.

Abb. 21 — Detaprime UA für Untertage-Sprengung. Gewicht 6 g. Auslöser: elektrischer Zünder. Verwendung: ANFO-P bis 2¹/₂" Durchmesser und bestimmte wasserplastische Sprengstoffe.



Sl. 22 — Detaprime UF za miniranja u podzemnim rudnicima. Težina 6 g. Inicijator: sporogorući štapin sa detonatorom i Primadet. Upotreba: ANFO-P prečnika do 2¹/₂" i određeni vodoplastični eksplozivi.

Abb. 22 — Detaprime UF für Untertage-Sprengung. Gewicht 6 g und Primadet. Verwendung: ANFO-P, Durchmesser bis 2¹/₂" und bestimmte wasserplastische Sprengstoffe.



Sl. 23 — Detaprime U za miniranja u podzemnim rudnicima. Težina 6 g. Inicijator: električni detonator i milisekundni usporivači, električni detonatori i Acudet usporivači, sporogoreći štapin sa detonatorom Primadet. Upotreba: ANFO-P prečnika do 2¹/₂".

Abb. 23 — Detaprime U für Untertage-Sprengung. Gewicht 6 g. Auslöser: elektrische Zünder und Millisekundenzeitzündler, elektrische Zünder und Acudet-Zeitzündler, Schwarzpulverzündschnur mit Zünder Primadet. Verwendung: ANFO-P Durchmesser bis 2¹/₂".

Komentar

U našoj zemlji potrošnja slurry eksploziva i ANFO eksplozivnih smeša iznosi oko 10¹⁰. Oni se upotrebljavaju samo kod površinskih miniranja, pri čemu se za iniciranje primenjuju klasični eksplozivi osjetljivi na detonator i detonirajući štapin ili pentolit-

ska pojačala. U većini slučajeva tu se postiže aksijalno iniciranje minskih bušotina, to jest iniciranje duž bušotine.

U podzemnim miniranjima, uz primenu električnih detonatora, najčešće se izvodi aksijalno iniciranje. Pri upotrebi detonirajućeg i sporogorećeg štapina iniciranje je najčešće radijalno, to jest ka zidovima bušotina.

Na površinskim kopovima, u kamenolomima i na drugim minerskim radovima na površini kod nas se redovno primenjuje detonirajući štapin, pri čemu se električni detonatori ili usporivači za detonirajući štapin postavljaju na površini. Pri upotrebi konvencionalnih eksploziva iniciranje minskih bušotina je bočno-radijalno. Zbog umanjenih efekata, u odnosu na aksijalno iniciranje, troškovi proizvodnje su viši i predstavljaju ogromne gubitke za privredu.

Pri radijalnom iniciranju udarni talas se širi ka unutrašnjosti stenske mase, dok pri aksijalnom iniciranju širenje udarnog talasa je sa dna bušotine, to jest iz unutrašnjosti ka slobodnoj površini, odnosno ka liniji najmanjeg otpora. Efekti miniranja, kao i ekonomski rezultati, su znatno povoljniji pri aksijalnom iniciranju.

Aksijalno iniciranje minskih punjenja može da se uspešno primeni postavljanjem

električnih detonatora u minske bušotine; međutim, ovaj način iniciranja na površinskim miniranjima kod nas je vrlo retko primenjen.

Svi neelektrični sistemi iniciranja omogućuju aksijalno iniciranje punjenja unutar minskih bušotina, kako pri kontinuiranom stubu punjenja minskih bušotina, tako i kod diskontinuiranog punjenja. To im, takođe, daje prednost u odnosu na klasična sredstva iniciranja.

Kod iniciranja sa dna bušotina takođe je manja mogućnost da inicijator i eksplozivno punjenje iz jedne minske bušotine budu izbačeni detonacijom prethodnog punjenja. Broj otkazivanja detonacije kod aksijalnog iniciranja je manji. Pojave komprimovanja eksploziva na dnu bušotina kod aksijalnog iniciranja su isključene. Povećanje sigurnosti je na strani primene aksijalnog iniciranja.

Primena neosetljivih i visoko neosetljivih električnih detonatora je veliki doprinos povećanju sigurnosti miniranja i zaštite od nepoželjnog dejstva lutajućih i drugih struja i statičkog elektriciteta. Dalji korak povećanju sigurnosti miniranja je primena neelektričnih sistema iniciranja minskih punjenja sa aksijalnim iniciranjem i to prvenstveno sa dna minskog punjenja ili dna parcijalnih punjenja.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag zur Sprengsicherheit durch Anwendung innerer Systeme nichtelektrischer Zeitzündung der Sprengladungen

Prof. Dr Ing. V. Veselinović*)

In dem Aufsatz werden neuere und neue Systeme der inneren Zeitzündung der Sprengladungen wie Hercudet, Primadet, Toe-det, Anodet, Lecore, Nonel, Detaprime und mehrfaches Zündsystem mittels Sprengschnur mit eingebauten Verstärkern, behandelt.

Von jedem System werden Grundcharakteristiken, Grundprinzipien der Anwendung und ihre Eigentümlichkeiten dargelegt. Speziell wurden ihre Vorteile gegenüber konventionellen Zündsystemen der Sprengladungen und ihr Beitrag zur Erhöhung der Sprengsicherheit betont. Bei allen Systemen wurde axiale Zündweise in Sprenglöchern angewendet. Deren Anwendung wird eine stärkere Einführung der elektrischen Kraft im Bergbau und die Vergrößerung der Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

*) Prof. dr ing. Vesimir Veselinović, Rudarsko-metalurški fakultet — Bor.

Literatura

1. High strength primadet delays. Primadet M/s delay. A practical non-electric down-the-hole delay blasting initiation system primadet delays. Technical Bulletin 1973, 1974 and 1975. Ensign Bickford Co, Simsbury.
2. A new concept in priming, Detaprime primers. Blasters' Handbook. — E. I. Du Pont de Nemours and Co (Inc.), Wilmington, Delaware.
3. Johnson, L. Richard, 1971. — Rock blasting initiation systems. »State of the art«. National safety Congress, Chicago, Illinois.
4. Blasters' Handbook. — Canadian Industries Ltd., Montreal.
5. Gustafsson, Rune, 1973. — Swedish blasting technique, Gothenberg.
6. Gregory, C. E. 1973: — Explosives for North American Engineers.
7. Gregory, C. E. 1975: — Explosive for Engineer, Sidney.
8. Explosives Technical data. — Hercules Inc., Wilmington, Delaware, 1974, 1975.
9. Nitro Nobel introduces the monel detonator, safe in a world of electrical hazard. — Nitro Nobel AB, Stockholm, Skarholmen.
10. Procure blasting boosters, Ireprime cast primers-slurry primers. — Ireco Chemicals, Salt Lake City.
11. Veselinović, V. C. 1975: — Sigurnost miniranja sa ANFO eksplozivnim smesama. — »Oktobarski dani 1975«. Rudarsko-metalurški fakultet, Bor.

Samozapaljivost ugljene materije II, IV i povlatnog ugljenog sloja rudnika „Ugljevik” u funkciji petrološkog sastava

Prof. dr ing. Dimitrije Dimitrijević

Ovim radom proučen je uticaj petrološkog sastava ugljene materije »Ugljevik« na proces samozapaljenja. Dosadašnja ispitivanja pokazala su da petrološki sastav ima fundamentalan značaj, jer je ugljena materija u petrološkom smislu vrlo heterogena — izgrađena od različitih mikroelemenata — mikrolitotipova, koji se sastoje od različitih macerala, a koji diktiraju karakteristike mikrolitotipova i uslovljavaju stepen sklonosti samozapaljenju.

Osnovne montan-geološke karakteristike ugljenog basena

Ugljevičko-pribojski ugljeni basen nalazi se na severo-istočnoj strani planine Majevice, u slivu reke Janje, jugozapadno od Bijeljine.

Donjemiocenska serija koja je nosilac uglja u ovom basenu ima ukupnu debljinu 400—680 metara. Serija leži diskordantno preko eocenskog fliša planine Majevice. Počinje bazalnim horizontom debljine oko 20 metara u čiji sastav ulaze konglomerati, crveni i šareni peščari i peskoviti glinci.

Bazalni horizont prelazi naviše u horizont laporaca, laporovitih krečnjaka i nešto peskovitih glinica, preko kojih leži tzv. lajtovači krečnjak.

U laporovitom horizontu nalazi se šest ugljenih slojeva sa ukupnom debljinom oko 30 metara. Ugljeni slojevi su odvojeni laporcima debljine od 2—150 metara. Najveću debljinu ima II ugljeni sloj oko 12 metara i IV sloj oko 10 metara. Debljina ostalih slojeva je od 2—2,5 metra.

Ugljeni slojevi u basenu su dislocirani sa većim brojem raseda, pa većina njih leži nagnuta prema severo-istoku pod uglom od 25°.

Petrološke karakteristike ugljenih slojeva

Da bi se kompleksno sagledala petrološka svojstva ugljenih slojeva (II, IV i povlatni ugljeni slojevi) iz svakog ugljenog sloja uziman je veći broj proba. Mikroskopske analize su vršene mikroskopom »Lajz« u odbijenoj svetlosti. Tom prilikom je vršeno kvalitativno i kvantitativno određivanje karakteristika pojedinih ugljenih proba.

Probe su uzimane po vertikalnom pružanju od neposredne podine ka neposrednoj povlati na svaka 2 metra.

II ugljeni sloj. Od ovog ugljenog sloja uzeto je 6 ugljenih proba tj. metodom brazde na svaka dva metra (tablica 1). U kvalitativno-kvantitativnoj petrološkoj analizi vršeno je izdvajanje četiri karakteristična mikrolitotipa: detrit-teksto, detrit-gelo, tekstit-gelo i fuzit.

Ispitivanja su pokazala da je procentualna zastupljenost pojedinih mikrolitotipova različita na različito ispitivanim nivoima ugljenog sloja. Takođe je konstatovano da se pojedini mikrolitotipovi ne javljaju na svim nivoima.

Tablica 1

Petrološke osobine II ugljenog sloja

Ozna- ka probe	Razdaljina uzetih proba, m	Petrološki sastav, %			
		detrit teksto	detrit gelo	tekstit gelo	fuzit
PII-1	0— 2	86,08	13,92	—	—
PII-2	2— 4	72,46	10,20	16,28	1,06
PII-3	4— 6	76,98	15,02	6,21	1,79
PII-4	6— 8	61,30	30,40	—	8,30
PII-5	8—10	54,30	41,22	—	4,48
PII-6	10—12	63,04	30,12	4,33	2,51
Sred. zapreminski %		68,56	23,76	4,54	3,14

Petrološka analiza II ugljenog sloja rudnika »Ugljevik« pružila je podatke koji su ukazali na raznolikost karakterističnih petroloških mikrolitotipova na raznim nivoima po vertikalnom profilu ugljenog sloja.

Najzastupljeniji mikrolitotip je detrit-teksto čije se maksimalne vrednosti javljaju pri neposrednoj podini od 0—2 metra prema povlati, zatim od 2—6 metara, a potom dolazi do opadanja njegove vrednosti. Ovaj se mikrolitotip karakteriše vrlo velikom heterogenošću, jer u sebi sadrži veći broj macerala i svojim sastavom utiče da ugljena materija dobija mat izgled.

Detrit-gelo ili polusjajan ugalj, posmatrano od podine prema povlati, najzastupljeniji je od 6—12 metara. To znači da je gornja polovina ugljenog sloja bogata ovim mikrolitotipom. Ovaj mikrolitotip se odlikuje visokim sadržajem (preko 50%) gelificiranog drvenastog tkiva, što daje ugljenoj materiji polusjajan izgled.

Tekstit-gelo, koji karakteriše sjajne ugljeve, zastupljen je u manjim količinama u okviru ovog ugljenog sloja. Njegovo prisustvo je registrovano i kvantitativno određeno u tri probe. Najveće prisustvo (16,28%) utvrđeno je u probi PII-2 koja karakteriše ugljeni sloj od 2—4 metra od neposredne podine ka povlati.

Fuzit, kao veoma karakterističan mikrolitotip u nekim ugljenim probama prisutan je u značajnim količinama. Naročito se javlja u većim količinama u probi PII-4 od 6—8 metara, zatim u ugljenoj materiji sve do povlate tj. u probama PII-5 i PII-6.

IV ugljeni sloj. Iz IV ugljenog sloja uzeto je pet proba — kao kod II ugljenog sloja na svakih dva metra (tablica 2).

Tablica 2

Petrološke osobine IV ugljenog sloja

Ozna- ka probe	Razdaljina uzetih proba, m	Petrološki sastav, %			
		detrit teksto	detrit gelo	tekstit gelo	fuzit
PIV-1	0— 2	81,05	6,25	12,70	—
PIV-2	2— 4	76,31	9,69	14,00	—
PIV-3	4— 6	71,82	7,23	19,63	1,62
PIV-4	6— 8	65,02	2,31	32,46	0,21
PIV-5	8—10	69,21	6,04	22,33	2,42
Srednji zap. %		69,55	8,83	20,20	1,42

Analiza petrološkog sastava IV ugljenog sloja rudnika »Ugljevik« pokazala je veoma raznovrstan sastav petroloških mikrolitotipo-

va u okviru pojedinih ispitivanih proba u okviru vertikalnog pružanja ugljenog sloja.

Najprisutniji mikrolitotip je, kao i u prethodnom ispitivanju II ugljenog sloja, detrit-teksto, koji karakteriše ugljenu materiju. On je prisutan u najvećem procentu u donjoj polovini ugljenog sloja, tj. od 0—6 metara, računajući od neposredne podine do neposredne povlate ugljenog sloja.

Tekstit-gelo ili sjajan ugalj je prisutan u relativno značajnim količinama. U probi PIV-4, koja karakteriše ugljenu materiju od 6—8 metara, on pokazuje maksimalnu vrednost — 32,46%.

Detrit-gelo je zastupljen u manjim količinama — ispod 10%. Najveću vrednost pokazuje u probi PIV-2 (9,69%).

Fuzit je zastupljen samo od probe PIV-3 pa do povlate. Donji delovi ugljenog sloja ga ne sadrže.

Povlatni ugljeni sloj. — Povlatni ugljeni sloj ima debljinu šest metara. Po istoj metodologiji, kao i kod prethodnih ugljenih slojeva, uzete su probe za mikroskopska ispitivanja. Rezultati petrološke analize dati su u tablici 3.

Tablica 3

Petrološki sastav povlatnog ugljenog sloja

Ozna- ka probe	Razdaljina uzetih proba, m	Petrološki sastav, %			
		detrit teksto	detrit gelo	tekstit gelo	fuzit
PP-1	0—2	87,02	2,52	10,46	—
PP-2	2—4	72,46	6,00	20,11	1,43
PP-3	4—6	69,70	5,60	20,30	4,40
Srednji zapreminski %		76,39	7,72	15,96	2,93

Rezultati u tablici 3 pokazuju da detrit-gelo ima najveću zastupljenost u ugljenoj materiji. Zatim dolazi tekstit-gelo, a u najmanjoj količini detrit-gelo i fuzit. Fuzit pokazuje povećano prisustvo u probi PP-3, koja karakteriše ugljenu materiju od 4—6 metra debljine.

Komparirajući rezultate mikroskopskih ispitivanja sva tri ugljena sloja, može se konstatovati da postoje neke zajedničke osobine u pogledu petrološkog sastava, ali i bitne razlike (tablica 4).

Tablica 4

Srednje vrednosti petrološkog sastava II, IV i povlatnog ugljenog sloja

Ugljeni sloj	Petrološki sastav, %			
	detrit teksto	detrit gelo	tekstit gelo	fuzit
II ugljeni sloj	68,56	23,76	4,54	3,14
IV ugljeni sloj	69,55	8,83	12,70	1,42
povlatni ugljeni sloj	76,39	7,72	15,96	2,93

Upoređujući rezultate srednjih vrednosti petrološkog sastava II, IV i povlatnog ugljenog sloja, koji su dati u tablici 4 može se konstatovati da sva tri ugljena sloja sadrže četiri karakteristična mikrolitotipa: detrit-teksto, detrit-gelo, tekstit-gelo i fuzit.

Detrit-teksto je prisutan u sva tri ugljena sloja u najvećoj količini, s tim što ga povlatni ugljeni sloj sadrži u najvećoj količini (76,39%). Međutim, kod prisustva detrit-gela postoji bitna razlika u pogledu kvantitativnih pokazatelja. II ugljeni sloj sadrži ga u daleko većem procentu u odnosu na IV i povlatni ugljeni sloj.

Tekstit-gelo je najmanje prisutan kod II ugljenog sloja. Kod IV ugljenog sloja, u odnosu na povlatni, prisutan je u nešto manjem opsegu.

Fuzit pokazuje najviše prisustvo kod II ugljenog sloja.

Iz uporednih tablica može se konstatovati da postoje osetne razlike u pogledu kvalitativno-kvantitativnih pokazatelja petrološkog karaktera u okviru ispitivanih ugljenih slojeva.

Petrološki parametri kao indikatori samozapaljivosti ugljene materije

Rezultati ispitivanja petroloških kvalitativno-kvantitativnih karakteristika tri ugljena sloja u okviru rudnika »Ugljevik« dozvoljavaju da se konstatuje sledeće:

— kod sva tri ugljena sloja ugljena materija je izgrađena od četiri mikrolitotipa: detrit-teksta, detrit-gela, tekstit-gela i fuzita,

— petrološki sastav je varijabilan, kako u pogledu horizontalnog, tako i vertikalnog

pružanja ugljenog sloja. Petrološke analize su pokazale, da se na kratkim vertikalnim odstojanjima vrše intenzivne promene u pogledu kvantitativne prisutnosti ili odsutnosti pojedinih mikrolitotipova.

Ovako različiti petrološki sastav ukazuje na različiti sastav u pogledu fizičko-mehaničkih i hemijsko-tehnoloških osobina ugljene materije u okviru profila ugljenog sloja,

— najprisutniji mikrolitotip, koji je zastupljen u najvećim količinama u okviru sva tri ugljena sloja je detrit-teksto, koji daje ugljenoj materiji izgled bez sjaja,

— tekstit-gelo u kvantitativnom pogledu pokazuje različita kretanja. Najviše ga ima u povlatnom ugljenom sloju, a najmanje u II ugljenom sloju,

— fuzit se javlja kao karakterističan mikrolitotip sa stanovišta samozapaljivosti ugljene materije. On sa svojim hemijsko-tehnološkim osobinama deluje kao katalizator u procesu oksidacije ugljene materije.

Imajući u vidu kompleksna laboratorijska ispitivanja, kao i navedeno, može se konstatovati u pogledu funkcionalne veze, da između petrološkog sastava i procesa samozapaljenja postoji neposredna veza:

— imajući u vidu da su laboratorijska ispitivanja pokazala da sva tri ugljena sloja na različitim nivoima imaju različiti petrološki sastav, treba očekivati da se na pojedinim nivoima javljaju mesta nestabilnosti u pogledu predisponiranosti za izbijanje ovoga procesa. Najbitnije petrološke komponente u tom pogledu su tekstit-gelo i fuzit. Međutim, s obzirom da detrit-gelo u svom sastavu ima preko 50% gelificirane drvenaste materije, onda i on može biti jedan od

neposrednih uzročnika razvijanja procesa samozapaljenja ugljene materije.

— U okviru II ugljenog sloja na sledećim nivoima može se očekivati razvijanje ovog procesa, imajući u vidu petrološki sastav: od 6—8 metara ugljena materija je podložna ovom procesu, jer sadrži preko 8% fuzita, a i visoki procenat detrit-gela, koji je izgrađen od preko 50% jako gelificirane krte drvenaste materije, pa se usled njenog prskanja stvaraju mikroprsrline kroz koje cirkuliše vazduh i tako dolazi u dodir sa ugljenom materijom; ugljena materija od 8—10 metara (PII-5) ima visok sadržaj detrit-gela i relativno visok sadržaj fuzita.

— IV ugljeni sloj usled povećanog sadržaja tekstit-gela ima predispozicije na nekim nivoima sloja za razvoj procesa samozapaljenja. Tako na 6—8 metara (PIV-6) tekstit-gelo se javlja sa 32,46%, ali s druge strane, fuzit je prisutan sa svega 0,21%, te taj momenat smanjuje mogućnost paljenja ugljene materije.

— U okviru povlatnog ugljenog sloja, prema petrološkim pokazateljima, proba PP-3, koja predstavlja ugljeni sloj na 4—6 metara od podine ka povlati, predisponirana je za samozapaljenje ugljene materije. Ovo iz razloga što se fuzit nalazi u visokom procentu — 4,40%, a takođe i gelificirano drvenasto tkivo sa preko 10% u okviru tekstit-gela.

Rezultati petrološke analize ugljene materije pružili su parametre na osnovu kojih je data mogućnost da se u okviru ispitivanih ugljenih slojeva otkriju mesta koja mogu biti potencijalna žarišta pojavljivanja procesa oksidacije, pa i samozapaljenja ugljene materije.

RESUMÉ

Auto-allumage de la matière houillère II, IV et sous-superficie dela couche houillère de la mine »Ugljevik« dans la fonction à la structure petrologique

Prof. Dr Ing. D. Dimitrijević*)

Le processus de l'auto-allumage de la matière houillère apparait en differente intensite dans les espaces des fosses dans la mine houillère ainsi qu' aux dépôts des houilles. L'apparission de processus du premier dérés se manifeste à toute une serie des facteurs très divres. Dans cette étude nous essayerons d'élaborer l'influence des compositions petrologiques de la matière de houille sur l' auto-allumage. Ce facteur possède une grande importance pour l' explozation les tendances de la matière houillère vers l'auto-

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

-allumage. Son principale importance contient la possibilité de nous donner les paramètres partant de la structure de matière houillère tout naturelle. Après la connaissance de la structure naturelle de houille on a aperçu qu' elle est forte hétérogène car elle est construite de divers microéléments organiques et anorganiques les quelles, avec ses particularités qualitatives et quantitatives, dictent en totalité les caractères de la matière houillère.

La groupe organique est présentée par les microlitotypes qui chaque pour soi possèdent les caractéristiques spécifiques. L' association des microlitotypes présente la houille en totalité. Les microlitotypes de l'autre côté sont constitués de différents macérales c. a. d. une groupe de macérales. Les macérales dictent les caractéristiques des microlitotypes. Dans ces rapports composés, il se constitue la particularité de la matière houillère ainsi qu' à son auto-allumage.

Dans ce contexte des rapports, nous sommes reproché aux expériences de caractère spécifique des houillères de houilles essayant d'apercevoir des composés pétrologiques de l'aspect des matières houillères vers l'auto-allumage.

Près de tout cela nous avons eu en vue que ces études et les expériences laboratoires par ses indications, aideront beaucoup mieux à ceux qui s'occupent aux décisions d'autres problèmes dans l'exploitation de pareilles matières des houilles.

Literatura

1. Dimitrijević D. 1966: Petrološka studija ugljeva SR BiH. Republički fond za naučni rad. — Sarajevo.
2. Dimitrijević D. 1967: Ležišta kaustobiolita — I deo. Univerzitet u Sarajevu. — Sarajevo.

O varnosti sodobnih izvažalnih naprav

(z 1 slikom)

Prof. dr ing. Viktor Kersnič

Izvoznom postrojenju u rudarskom oknu — kao centralnom objektu rudnika — treba poklanjati naročitu pažnju s obzirom na sigurnost, koja se mora pretpostavljati ekonomici. Uticaj na sigurnost izvoza određenih faktora, kao što su (izvozno uže, vodenjc izvoznih posuda, kočnice, održavanje i dr.), prikazan je po trendu razvoja savremenih izvoznih postrojenja, koji odražava tendenciju koncentracije izvoza na jedno izvozno okno i automatizacije.

V vseh naprednih deželah, ki se ukvarjajo z rudarstvom je poskrbljeno z ustreznimi predpisi sorazmerno podrobno za varnost izvažanja izkopanine, materiala in ljudi po šahtih. V ZDA opozarjajo rudarje, ko gredo na delo v jamo, pri vhodih v rudnik, še napisati: SAFETY FIRST (DELAJ VARNO). Nedvomno vpliva tako opozorilo na začetnika močnejše kot pa na uvežbane rudarje, ki kma-

lu spregledajo to važno opozorilo. Rutinsko vstopanje in izstopanje iz kletke, obnašanje v kletki, ki včasih ni skladno s predpisi, zamaglijo rudarju dobronamerno opozorilo, češ saj to počnem že toliko in toliko let, pa ni bilo nič. Staro izkušeno pravilo: NESREČA NE POČIVA, naj lebdi vsakomur, ki vstopa v jamo, pred očmi, s čimer bo obvaroval sebe in svoje tovariše ter družbeno lastnino pred

nezgodno in škodo. Zato naj stalno opozarjanje rudarjev pred potencialno nezgodo oziroma nesrečo, ki jo lahko izzovejo z nepravilnim ravnanjem in omalovaževanjem predpisov, skrbi, da bi ne bilo nezgod oziroma, da bi jih bilo kar najmanj. To je moč doseči z rodnim podučevanjem in proučevanjem predpisov o varnosti ter strokovno razlago o vzrokih nezgod in nesreč, ki so se primerile v rudnikih.

Področje, v katerem se udejestvuje rudar, je pestro, od pridobivanja na odkopu (ročno ali strojno), podpiranja, vrtanja, odstreljevanja, nakladanja, prevoza in izvažanja po šahtu, če navedemo samo nekaj bistvenih del. Namen teh vrstic je, približuje prikazati sodoben trend pri izpopolnjevanju izvažalnih naprav, posebno še z gledišča varnosti pri prevažanju rudarjev, izkopenine in materiala po šahtu.

Šaht je osrednji del tistih rudnikov, ki pridobivajo minerale pod zemeljsko površino. Glavni izvažalni šaht (vertikalen ali poševen) služi za povezavo jame s površino, za zračenje jame, za izvažanje izkopenine ter uvažanje reprodukcijskega materiala, za prevoz rudarjev in za odvod jamske vode, za dovod energije. Spričo teh mnogoštevilnih funkcij, ki pa včasih niso združene v enem samem šahtu, je razumljivo, da mora biti ta rudarski objekt s svojo opremo vsak trenutek (tudi ko rudnik ne obratuje) v stanju, da opravlja svoje delo zanesljivo in varno. Zato se na izvažalne naprave ne sme postavljati takih gospodarskih zahtev, zaradi katerih bi bila kakorkoli ogrožena varnost izvažanja. Kratko povedano: najprej varnost, nato gospodarnost. Proizvodnjo, ki jo mora obvladati izvažalna napravna in ekonomičnost te naprave je treba torej izbrati tako, da bo varnost pri delu v največji možni meri zajamčena. Čas, ki je za prevažanje ljudi po šahtu odmerjen prekratko zato, da bi se izvozilo v enoti časa kar največ izkopenine, je z gledišča varnosti napačna postavka, kajti prav v naglici se rade primerijo nezgode.

Za varno obratovanje izvažalnih naprav je treba posvetiti posebno pazljivost naslednjim postavkam:

- izvažalni vrvi,
- vodenju izvažalnih kletk oziroma skipov,
- za vori oziroma zavoram,

— strojniku in strežnemu osebju na dovoziščih in odvozišču,

— vestnemu, skrbnemu in natančnemu rednemu pregledovanju in vzdrževanju celotne izvažalne naprave,

— brezhibnemu delovanju signalnih naprav.

Čeprav so zahteve, ki jih vsebujejo ustrezni predpisi, glede vseh naštetih postavk, globalno zajete in čeprav so te zahteve tudi izpolnjene (v več ali manj zadovoljivi meri), pride do nezgod ali celo nesreč. Skušali bi na osnovi izkušenj prikazati, kje se skrivajo presenečenja, ki imajo za posledico nezgodo.

Izhodšče za ostvaritev zahtev za varno in zanesljivo obratovanje izvažalne naprave je v pravilni zasnovi izvažalnega sistema, upoštevajoč pri tem poznavanje sodobne izvažalne tehnike v šahtih z vsemi pridobitvami znanosti in izkušenj, ki so bile pridobljene v svetu na tem področju. Do približno pred dvajsetimi leti ni zaslediti bistvenih sprememb pri projektiranju izvažalnih naprav. Do takrat so le redko presegle koristne teže na dvig vrednost 10 do 12 t in maksimalne hitrosti vrednost ca. 16 m/s. Po letu 1955 se pojavi tendenca po koncentraciji izvažanja na en sam šaht in poavtomatizaciji. Ker je hkrati tudi proizvodnja rudnikov naraščala, je to zahtevalo močno modernizacijo celotne opreme šahta, kajti proizvodnja na dvig se je dvignila celo na vrednosti 30 do 50 t in maksimalno hitrost — posebno, kjer so bile globine izvažanja večje kot 1000 do 1300 m — je bilo treba tudi povečati; poznane so vrednosti 20 m/s.

Velke obtežbe skipov in kletk in velke globine šahtov bi zahtevale pri izvažalnih sistemih z valjastimi bobni (konični in spiralni bobni zaradi velikih mas ne vzdržijo konkurence z lažjo izvedbo kot je naprava Koepe) debele izvažalne vrvi ($\phi > 70$ do 80 mm); ker debela vrv zahteva velike premere bobnov in vrvenic (pri bobnih se ne skuša prekoraciti premera 8 m) in ker je montaža tako debelih vrvi težavna, se vse bolj uveljavlja izvažalna naprava Koepe z več vrvmi (do 8 in projekti so že za 10 vrvi) toda manjšega premera. Verejnost, da bi se pri taki napravi vse vrvi hkrati pretrgale, je tako neznatna, da so večvrvne izvažalne naprave tudi z gledišča varnosti primernejše in varnejše.

O zanesljivosti izvažalne vrvi po določenem času obratovanja je težko sklepati samo na osnovi predpisanih rednih pregledov. Pogoji, pod katerimi obratuje šahtna izvažalna vrv, so od šahta do šahta različni, npr. vlažnost, mokrota, vstopni ali izstopni zračni tok v šahtu, stanje vodil in s tem v zvezi pojavi horizontalnih sil, ki povečujejo obremenitev vrvi z dinamičnimi silami. Odkrivanje pretrgov notranjih žic po celi dolžini vrvi je z magnetno-induktivno metodo (defektoskopi za vrvi) možno, toda ne povsem zanesljivo (odvisno v občutni meri od čitanja diagrama). Poljaki so razvili doslej najpopolnejšo vrsto defektoskopov za izvažalne in druge vrste vrvi, za kar ima zasluge prof. Kavecki.*) V Nemčiji je Dipl. Ing. Otto že leta 1931 razvil aparat (v Seilprüfstelle v Bochumu), ki dela na elektromagnetni osnovi; zatem so prav tam izpojolnjevali to aparaturo in razvili popolnejše defektoskope.**) V Švici uporabljajo defektoskope za preglede žičnih vrvi žičnic, ki jih opisuje Dr. Th. Wyss v svoji knjigi »Stahldrahtseile«***)

Anglosaški način izločanja vrvi iz obratovanja (npr. v globokih rudnikih v južni Afriki) ne skuša kaj prida podaljševati uporabne dobe izvažalne vrvi, temveč jo ne glede na ekonomsko plat odstrani iz obratovanja po sorazmerno kratki z iskušnjami ugotovljeni dobi, kar je z varnostnega gledišča nedvomno primernejše. V ZRN skušajo pa dosači z izvažalno vrvjo večjo storitev, kar je pa zvezano z večjimi stroški posebnih pregledov in morebitnih preskušanj. Pri tem se poslužujejo pojma storitve izvažalne vrvi v tkm/kg teže vrvi; te vrednosti so v povprečju že znane in znašajo od 300 do 500 tkm/kg. Primerno je, da se za vsak konkreten primer izvažalne naprave z nekajletnim zbiranjem teh podatkov, ugotovi ta vrednost, ki je funkcija konkretnih obratovalnih pogojev šahtne izvažalne naprave. Na uporabno

dobo vrvi občutno vpliva mazanje; vsekakor je pogostejše mazanje z ustrezno količino maže s pravilno viskoznostjo ustrezno klimatskim prilikam (upoštevati je treba tudi temperaturo poleti in pozimi) pravilnejše kot pa mazanje v redkih intervalih z veliko količino maže. Menda je odveč naglasiti, da je treba nove vrvi hraniti na primernem mestu, da so zavarovane pred škodljivimi vplivi atmosfere (predpisi o hranjenju rezervnih vrvi vsebujejo ustrezna navodila).

Iskušnje z dušo v vrveh so pokazale, da mora biti le-ta primerno obtažbi vrvi, trda. V uporabi je pretežno duša iz sisal vlaken, ki je žilavejša kot konopljena, toda ne vsrka toliko može kot konopljena, zaradi česar niso notranje žice dovolj mazane. Pred par leti so pričeli uporabljati vlakna iz polipropilena, ki so zelo trda in sprejmejo še manj maže kot sisal vlakna. Pri izvažalni vrvi, ki nosi sorazmerno veliko težo, se je pričakovalo od polipropilenaste duše, da ne bo dopustila deformacije vrvi v obliki izvijača; to pričakovanje so iskušnje potrdile (še posebno pri nosilnih vrveh žičnic); pri izvažalni vrvi, ki se pa stalno pregiblje čez boben oziroma kolo Koepe in vrvenico, so se predčasno pričeli pojavljati pretrgi žic. Odprto je torej vprašanje kakšna naj bo trdota duše v odvisnosti od obremenitve vrvi. Tudi duša iz jeklenih žic je za izvažalno vrv neprimerna.

Izvažalno vrv, pri kateri obstoji že samo sum, da se je pojavila zanka, ki pa ni bila strokovno odvita in se je zanka zategnila, je treba iz varnostnih razlogov takoj nadomestiti z novo vrvjo, kajti sicer je mogoč nepričakovan pretrg vrvi.

Pri izvažalnih vrveh se je uveljavilo vzporedno pletenje (Seale, Warrington ali s polnilnimi žicami) in sicer istosmerno in le pri velikih globinah in težah na vrvi, je križni način vzporedno pletenih vrvi pokazal boljše rezultate.

V ustreznih predpisih niso zajeti še številni dejavniki, ki so odločilni pri izbiri izvažalne vrvi, kajti tehnološki preskusi žic in morebitni pretrgi cele vrvi v stroju, še niso zadostno jamstvo za primernost uporabe vrvi. Tu nam uspešno pomagajo rezultati številnih znanstvenih preiskav, ki jih opravljajo posebne raziskovalne inštitucije za žične vrvi. Med vodilnimi je Seilprüfstelle v

* Prof. Kavecki E., Ctahurskij S.: Magnitnaja defektoskopijska stalnih kanatov. Prevod iz poljščine. Izdajateljstvo »Nedra«, Moskva, 1974.

** Grupe H. Dipl. Ing.: Magnetinduktive Prüfeinrichtungen für Stahldrahtseile. Glückauf, 1974, str. 993 . . . 995.

*** Dr. Th. Wyss: Stahldrahtstelle. Schwerizer Druck — und Verlagshaus A. G., Zürich, 1956, str. 419. . . 430.

Bochumu (ZRN)*. Njen vodja Dr. Ing. H. Arnold** je leta 1970 objavil rezultate v tem zavodu opravljenih preskusov, ki prikazujejo vpliv številnih dejavnikov na trajanje vrvi, kot so: konstrukcija vrvi, dinamične obremenitve, pregibni polmeri, vpliv upogibanja vrvi, vložki v žlebu vrvenic in koles, maža duše in pramen itn. Vpliv teh dejavnikov na opravljeno delo vrvi, izraženo v Mpkm/kg teže vrvi, je upošteval v poznani enačbi, ki je bila v ta namen razvita v tem zavodu.

Hitro obrabo izvažalne vrvi povzročajo tudi vrvenice, pri katerih se v žlebu pokaže obraba, ki jo povzroče žice in sicer je površina žleba polna odtisov žic. Če se pri montaži nove vrvi ne postruži žleba, bo nova vrv kaj hitro pokazala na svojih zunanjih žicah močno mehansko obrabo. Zato ponekod obdajo žleb z lesenimi vložki (pri majhnih izvaž. napravah), ki pa kratek čas trajajo; boljši so vložki iz bron, vendar morajo biti posamezni vložki zelo precizno vdeleni, sicer se vrv tre na radialnih stikih vložnih elementov. Material iz plastike je v tem pogledu boljši, vendar je ustanova Versuchsrubengesellschaft mbH iz ZRN ugotovila*** pri vložkih iz PVC, da se pojavlja statična elektrika (nevarnost v metanskih jamah, slepih šahtih!). Pogosto uporabljani polietilen za oblogo vrvenic v metanskih jamah ni primeren.

Kot je bilo že navedeno, so po letu 1955 začela iz ekonomskih razlogov obsejnejša dela na modernizaciji izvažalnih naprav, pri čemer je prodrla zamisel, da se proizvodnja in izvažanje koncentrirata na en sam šaht in da se izvažanje avtomatizira. Hkrati je bilo treba vskladiti izvažanje s tempom jamskega transporta in seveda prevoza na površini. Upoštevajoč poznano dejstvo, da so nezgode pri jamskem prevozu relativno številne (spenjanje vozičkov ipdb.), sta koncentracija in avtomatizacija tudi z varnostnega gledišča prispevala ugodne rezultate.

*) Ulrich E.: Die Wahl der Seilmachart und die Dimensionierung von Schachtförderseilen unter Berücksichtigung ihrer Wechselbeanspruchung. Glückauf, 1968, str. 980. . . 986.

**) Arnold H. Dr. Ing.: Neue Mess- und Prüfverfahren für dynamisch und geometrisch hoch beanspruchte Seile, insbesondere für Schachtund Streckenförderseile. Der Stahlbau, 1970, Heft 2.

***) Jahresbericht 1974 der Versuchsrubengesellschaft mbH., str. 57.

Na nove izvažalne naprave, s katerimi se dviga naenkrat 50 pa tudi več ton izkopanine iz globine ca. 1500 m s sorazmerno veliko hitrostjo (20 m/s) se stavljajo nove zahteve glede materiala in konstrukcije. Tako npr. lesene vodilnice niso več ustrezale sodobnim zelo zahtevnim izvažalnim napravam. Nadomestile so jih jeklene. Zaradi višje trdnosti materiala vodilnic se je načelo vprašanje razdalje med prečniki, kar bi ugodno vplivalo, posebno pri velikih globinah, če ne na investicijske stroške, pač pa na stroške za vzdrževanje zaradi manjšega števila prečnikov; važen dejavnik pri tem je tudi prihranek na času in montažnih stroških. Ker se je hkrati načelo vprašanje umestnosti o uporabi lovilne priprave, je tudi s tega gledišča bila uporaba jeklenih vodilnic primernejša. Pri večvrvnih izvažalnih napravah Koepe je zahteva po lovilni pripravi v kletki oziroma skipu anahronistična. Pri napravah z bobnom ob uporabi ene same vrvi in enovrvi napravi Koepe, je omč to zahtevo braniti, predvsem s psihološkega gledišča. Nemški ustrezni predpisi za glavne šahtne izvažalne naprave so že leta 1957 odstopili od zahteve po lovilni pripravi. K temu je pripomogla tudi statistična obdelava nezgod oziroma nesreč*, ki so se primerile v Veliki Britaniji, kjer lovilne priprave niso bile predpisane in v Nemčiji, kjer so le-te bile predpisane in sicer v času od 1901 do 1950. Iz te statistike sledi, glej tabelo, da je bilo v Nemčiji zaradi pretrga izvažalne vrvi 5 do 15-krat več smrtnih nesreč kot v Angliji, pri čemer so bila vodila iz žičnih vrvi.

Po uvedbi jeklenih vodilnic so se pojavili tudi novi jekleni zvezni deli za fiksiranje vodilnic na prečnike. Čeprav je fa. GHH že leta 1939 pričela s teoretičnimi študijami in z merjenjem horizontalnih sil in udarcev, ki se pojavijo pri vodenju kletke oziroma skipa ob vodilnice, in so bile ugotovljene njihove vrednosti, so se pri računanju oziroma dimenzioniranju vodilnic, prečnikov in njihove

*) Borger M.: Sicherheitliche Gesichtspunkte für die Anwendung der Seilführung in Schachten. Glückauf, 1959, str. 1003. . . 1005.

Ebeling V.: Die Seilführung in England und ihre Einführung in Deutschland. Glückauf, 1959, str. 989. . . 1001.

Smrtni primeri pri vožnji ljudi v kletkah zaradi pretrga izvažalne vrvi

1901 ... 1910	Nemčija	31	(0,84)
	Velika Britanija	34	(0,48)
1911 ... 1920	Nemčija	69	(1,48)
	Velika Britanija	8	(0,09)
1921 ... 1930	Nemčija	19	(0,44)
	Velika Britanija	4	(0,05)
1931 ... 1940	Nemčija	24	(0,9)
	Velika Britanija	1	(0,02)
1941 ... 1950	Nemčija	podatki so nepopolni ^o	
	Velika Britanija	3	(0,05)

Podatki v oklepaju se nanašajo na 10 000 pod zemljo zaposlenih rudarjev.

vih zvez upoštevale samo vertikalne sile, pač zaradi vlovitve kletke oziroma skipa z lovilno pripravo na vodilnice.

Hkrati z uvajanjem jeklenih vodilnic in spoznavanjem vpliva horizontalnih sil na vodenje v šahtu, se opremljajo kletke in skipi zaradi mirnejšega vodenja ob vodilnicah z gumo obloženimi vodilnimi kolesci, ki so montirani na zgornjem in spodnjem delu kletke oziroma skipa tako, da objemajo vodilnico s treh strani. Iz naslenjih diagramov je razviden ugoden vpliv vodilnih kolesc na vodenje*:

Močno razliko opazimo med diagramoma a in d in sicer na diagramu d praktično ni več zaznati udarcev.

Pri opremi skipov in kletk z vodilnimi kolesci iz umetnih snovi je treba upoštevati, da so pri meritvah v preskuševališču v Dortmundu** prvič ugotovili iskrenje in skoraj 10 mm dolge preskoke isker med vzmetnim delom in osnovnim okvirom, pri čemer so

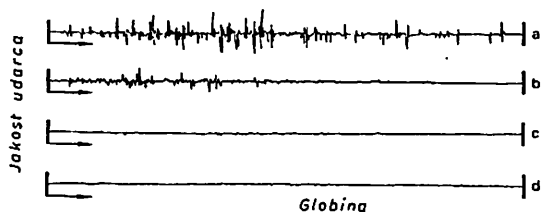
^o) Kljub nepopolnim podatkom lahko sklepamo, da ni bilo manj smrtnih primerov kot v prejšnjem desetletju, četudi se ne upošteva izredno težka nesreča na šahtu Peine II, kjer je bilo 45 mrtvih.

* Holschen A. Dr. Ing.: Schachteinbauten für Hauptschächte. Glückauf, 1970, str. 696. . . 700.

** Jahresbericht 1974 der Versuchsgrubengesellschaft mbH, Dortmund, str. 56.

bile izmerjene visoke napetosti, kar govori, da taka vodilna kolesa iz umetnih snovi niso primerna v metanskih jamah.

Ker se izvažalne posode (kletke in skipi) opremljajo sedaj z vodilnimi kolesci, ni moč občutneje zmanjšati dimenzije jeklene vodilnice, kar bi sicer bilo izvedljivo zaradi večje trdnosti materiala; tako je minimalna mera



Slika 1

- a — kletka s togimi vodilnimi uhlji ob lesenih vodilnicah; izvažalna hitrost 15 m/s;
- b — kletka z vodilnimi kolesci ob jeklenih vodilnicah; izvažalna hitrost 15 m/s;
- c — kletka z vodilnimi kolesci ob jeklenih vodilnih drogih; izvažalna hitrost 15 m/s;
- d — skip z vodilnimi kolesci ob jeklenih vodilnicah; izvažalna hitrost 16 m/s.

vodilnice 150 do 160 mm. Zato so intenzivno študirali in delali preskuse (v Seilprüfstelle v Bochumu in v SSSR) za povečanje vertikalne razdalje med prečniki. Postopoma se je ta razdalja povečavala od 1,5 m na 3 m, nato na 4,5 m in končno na 6 m. Pri dveh manjših izvažalnih napravah se pri razdalji 6 m niso doslej pokazale pomanjkljivosti, dočim so zelo obremenjene naprave v Porurju pri razdaljah 4,5 m in koristni teži do 30 t normalno v obratovanju. Ker velja še vedno načelo, predvsem iz varnostnih razlogov, da naj bo vsaka vodilnica pritrjena na treh mestih, je s tem dana pri razdalji prečnikov 6 m, maksimalna dolžina vodilnic: 12 m. Trenutno ni računati na večje dolžine zaradi njihove izdelave, transporta in spuščanja po šahtu. Verjetno bo nadaljnji razvoj, po mnenju A. Hoischena, moral ubrati drugo pot.

Pomanjkljiva vgraditev prečnikov, nezadostno skrbna in vestna pritrnitev vodilnic na prečnike ter odstopanje vodilnic od verti-

kale, povzročajo zlasti pri večjih hitrostih neugodno vožnjo z močnim tresenjem, kar se prenaša tudi na vrvi in so dodatne dinamične obremenitve občutne. Še v marsikaterem šahtu smo pričali takim pojavom.

Z uvajanjem večvrstnih izvažalnih naprav in odpravo lovilnih priprav, se odpira vprašanje intenzivnejše uporabe žičnih vrvi za vodila, ki jih v veliki meri uporabljajo v Angliji. Vodenje je brezhibno, brez udarcev in dinamičnih obremenitev*.

Pri izvažalni hitrosti 20 do 24 m/s oziroma 72 do 86,4 km/h in koristni teži 50 t je kinetično energijo gibljivih delov izvažalne naprave moč primerjati s kinetično energijo vozečega kamiona ali aviona. Ker pri teh transportnih napravah že uporabljajo diskaste zavore, so konstrukterji prevzeli ta način zaviranja privič leta 1958 tudi za izvažalne naprave. V letu 1962 je znana švedska firma ASEA opremila za švedski rudnik veliko izvažalno napravo s skipom za koristi tovor pri hitrosti 16 m/s in instalirani moči 3000 kW ter globini šahta 1000 m/m hidravlično diskasto zavoro, ki pa ne ustreza našim in nemškim predpisom, ker je zavorna sila za manevrirno in varnostno zavoro ista, tj. sila vzmeti. V ZRN sta bili prvi izvažalni napravi s hidravlično diskasto zavoro, izvedbe GHH — ASEA montirani leta 1967. Zatim sta razvili firmi Siemens in BBC — Rheinstahl svoji izvedbi, pri čemer se poslužuje fa. Siemens principa zavore z iztokom, dočim uporablja fa. BBC — Rheinstahl kombinacijo zavore z iztokom in vtokom, kar zadovolji tudi nemške in naše predpise. Ustanovi Seilprüfstelle, Bochum in Versuchsgrubengesellschaft mb H., Dortmund sta izvršili na novem izvažalnem stroju preskusne jame Tremonia poskuse zadnjih dveh navedeni izvedb diskastih zavor tudi z varnostnega gledišča; tlak zavorne tekočine je znašal 100 oziroma 120 kp/cm². Izvedba BBC — Rheinstahl je pokazala mnogo boljše rezultate. Dočim zahtevata prvi dve izvedbi za iste pogoje (koristni tovor 20 t i n3-kratna statična zavorna varnost) po 10 dvojnih zavornih elementov, jih zahteva izvedba BBC — Rheinstahl le 4.

*) Kersnič V. st.: Vrvna vodila v šahtih. Rudarsko-metalurški zbornik, 1966, šte. 2 str. 177. . . 194.

Pretežno so pri obstoječih izvažalnih napravah v rabi radialno delujoče čeljustne zavore, nemške ali anglosaške izvedbe. Kot je znano se pri pogonu z enosmernim tokom (Ward Leonard ali tiristor) zavora malo uporablja, ker se hitrost regulira električno, dočim je potrebna zavora pri pogonu z asinhronskim motorjem tudi pri reguliranju maksimalne hitrosti, torej je pogosto v uporabi. Zavora mora biti v stanju, da nastopajoče velike mase pri veliki hitrosti, hitro, zanesljivo in nesunkovito ustavi.

Da se je diskasta zavora hitro uveljavila pri kamionih in avionih je vzrok iskati v njeni majhni velikosti. Ta dejavnik pri izvažalnih napravah ni merodajen. Druge prednosti diskaste zavore, ki pridejo v poštev pri izvažalni napravi, so*:

— ploskve diska so ravne in ostanejo ravne tudi pri segretju diska, kar olajša montažo zavornih oblog, dočim se pri radialni čeljustni zavori nalega zavorna čeljust, ki je izdelana v loku, na krožni del površine zavornega obroča in ni kontakt obeh ploskev najboljši;

— iz prejšnjega sledi, da je porazdelitev zavorne sile na disk enakomernejša;

— ker se zavorni disk v aksialni smeri zaradi zavorne toplote le malenkostno razteza, se zavorni elementi lahko zelo blizu diska nastavijo tako, da je mrtvi hod zelo majhen;

— disk oddaja zavorno toploto boljše kot pa zavorni obroč konvencionalne radialne zavore;

— zavorna toplota lahko doseže pri diskastih zavorah večjo vrednost, ker je moč ustrezno izbrati širino razpore za raztezanje med obema deloma zavornega diska; posebno hlajenje diska je moč izvesti konstruktivno lažje;

— ker sestavljajo diskasto zavoro po najmanj 4 dvojni zavorni elementi, je varnost še zadostna, četudi odpove en par npr. zaradi zataknitve batiča ali če počne cev, ki dovaja zavorno tekočino ali če se zlomi vzmet; obstoji nekakšna analogija z gledišča varnosti z večvrstnim sistemom Koepe;

*) Hänslér G. Dipl. in Slonina W. Dipl. Ing.: Entwicklungsstand der Scheibenbremsen an Schachtfördermaschinen in Deutschland. Glückauf, 1970, str. 890. . . 901.

— ker izvajata oba dela dvojnega zavornega elementa enak pritisk z obeh strani zavornega diska, so praviloma izključene aksialne obremenitve na ležaje zavornega diska oziroma kolesa Koepe oziroma bobna;

— polmer diska, kjer prijemlje zavorna sila, je skoraj vedno večji od polmera kolesa Koepe oziroma bobna, na katerem deluje sila izvažalne vrvi, kar ugodno vpliva na vrednost zavornega momenta.

Pomanjkljivosti, ki ovirajo naglejše uvažanje hidravličnih diskastih zavor pri izvažalnih napravah, so v bistvu naslednje:

— večje število zavornih elementov;

— za zanesljivo in varno delovanje zavor, mora imeti zavorni disk idealno ravno ploskev;

— številne cevi in večja možnost, da izstopi zavorna tekočina zaradi morebitne netesnosti ali preloma cevi in se pojavi na oblogah zavornih elementov in zavornem disku ter na oblogi žleba kolesa Koepe;

— ker je zavorna ploskev elementov sorazmerno majhna, se potrebne velike pritiskne sile, tako da je tlak zavornega elementa na zavorni disk 10 do 12 kp/cm²; posledica so visoke temperature na zavornih ploskvah in zavorne obloge elementov morajo biti ustrezno izdelane, da se ne bi torni količnik zaradi močnega segretja zmanjšal;

— nevarnost zatakmitve batiča ali zlom vzmeti v samo enem zavornem elementu, kar ima za posledico pojav aksialne sile;

— možnost odstopa zavorne obloge na elementih zaradi segrevanja zavornih delov;

— pri slepih šahtih in metanskem ozračju je uporaba zavorne tekočine omejena na težko vnetljive vrste;

— možnosti podrsavanja oblog zavornih elementov ob disk pri vožnji, ker je zraka malo (1 do 2 mm).

Zaradi konstruktivnih in drugih prej naštetih prednosti je pričakovati, da se bodo hidravlično krmarjene diskaste zavorne pri izvažalnih napravah nadalje širile zlasti pri večvrstnih sistemih Koepe, na račun radialnih čeljustnih zavor, čeprav so se te doslej obnesle.

Važen dejavnik, ki prispeva k varnosti uvažanja po šahtu, je avtomatizacija, ki se je uspešno razvila šele z elektronsko tehniko. Za avtomatizacijo izvažalne naprave je naj-

primernejši pogon z enosmernim tokom (D. C.). Ker zahteva Ward Leonardov način štiri motorje, tovej več temeljev in je v primerjavi s pogonom z vrtilnim tokom (A. C.) glede investicij in vzdrževanja dražji, se je pogon z enosmernim tokom, ki ga proizvaja tiristor, hitro uveljavil. V Švedski so v zadnjih več kot desetih letih dobavili vse izvažalne naprave s tiristorji; sličen trend je opaziti tudi v drugih deželah. Bistvena razlika med navedenimi tremi načini pogona izvažalnega stroja je v tem, da se hitrost regulira pri pogonu s tiristorjem z glavnim tokom, pri pogonu W. L. z vzbujevalnim tokom in pri pogonu z asinhronskim motorjem z zavoro. Prvo izvažalno napravo, opremljeno na pogon s tiristorjem so v Švedski montirali leta 1964, v ZRN pa leta 1970 (za bakrov rudnik Timna v Izraelu), pri čemer so uporabili tudi že diskaste zavorne. Tiristorski usmernik je cenejši v primerjavi s pogonom W. L., ima ca. 60% boljši učinek in zahteva ca. 25% nižje investicijske stroške*. Tiristor porabi manj energije, montažni stroški so manjši in vzdrževalnih stroškov skoraj ni, pa tudi manj stroškov je glede rezervnih delov za enako stopnjo pripravljenosti v primerjavi s stroški, ki jih povzročajo obratovalne prekinitve. Točno pa je, da je za vzdrževanje potreben tehnično sposobnejši personal; vendar so iskušnje firme ASEA pokazale, da so okvare na tiristorjih minimalne in zato ni treba imeti na obratu izvežbanih elektrotehnikov s tega področja. Pač pa je pri startu in v času pospeševanja poraba jalovega toka večja. Enosmerni pogon je še posebno primeren pri izvažalnih napravah z bobni za velike globine brez uravnoveženja izvažalne vrvi, kjer je poraba moči v pospeševalni dobi zelo visoka. ASEA dobavlja ca. polovico izvažalnih naprav z nizkoturažnim enosmernim motorjem z direktnim pogonom, ostalo polovico pa še vedno z asinhronskim pogonom min koaksialnim reduktorjem, ki je vzmeten.

V ZDA, Švedski in še nekaternih državah že prevladuje avtomatizacija pri izvažanju iskopanine v skipu. Pri izvažanju iskopanine in ljudi s kletkami pa se uveljavlja pol-av-

* Derksen G.: Gleichstrom — Fördermaschinen mit Thyristorspeisung. Siemens Zeitschrift, 1972, zvezek 12, str. 919. . . 923.

tomatski način, v kolikor nekatere države svojih ustreznih predpisih to dovoljujejo. Pri tem se oddajajo signali ročno na posameznih obzorih. Polavtomatski način, ki je v Švedski močno razširjen, se poslužuje pri tem dveh načinov* in sicer: 1) deblokirnega sistema in 2) pozivno-nemembnega sistema. Bistvo prvega sistema je, da zagotovi varno tovarjenje in raztovarjanje kletke z materialom ali ljudmi, dočim se po drugem sistemu vodi kletka v pravilnem zaporedju na pozivne in namembne obzore. Šahtno opremo prvega načina sestavlja blokirna svetilka (vidna hkrati iz kletke in obzora) in blokirno stikalo z dvema ročicama; ena ročica se upravlja iz notranjosti kletke, druga pa z obzora. Vse, kar morajo upoštevati ljudje, ki se hočejo voziti, je blokirna svetilka, ki mora biti prižgana, če hočejo vstopiti ali zapustiti kletko. Ta svetilka se prižge — pred vstopanjem ali zapuščanjem kletke — le tedaj, če se postavi blokirno stikalo v položaj »BLOKIRANO«. Blokiranje med blokiranim stikalom, upravljalnim delom stroja in blokirno svetilko temelji na principu, da ni moč spraviti izvažalne naprave v obratovanje dokler je blokirna svetilka prižgana. Nadeljnje blokiranje varuje odpiranje šahtnih vrat; te je moč odpreti, ne da je aktivirana zasilna ustavitve, le na obzoru, kjer se nahaja kletka in če je stikalo v položaju »BLOKIRANO«. Prav tako je naprava zavarovana, da ni moč pognati stroja, dokler niso vrata zaprta in šele, ko se postavi blokirno stikalo v položaj »PROSTO«. Blokiranje je tako izvedeno, da se blokirna svetilka prižge le tedaj, če je izvažalni stroj varno blokiran, četudi bi morebiten zemeljski stik, kratek stik ali kakšna druga napaka prizadela blokiranje vrat.

Potem, ko se postavi blokirno stikalo v položaj »PROSTO« in so šahtna vrata zaprta, izvažalni stroj šele lahko starta po določenem nastavljenem časovnem presledku, pri čemer se čuje zvočni signal na vseh obzorih.

Drugi sistem — pozivno-namembni — je urejen na enakem principu kakor so normalni lifti v stavbah, tj. najprej se ustavi kletka na pozivnem obzoru in nato na namembnem obzoru v vsaki smeri vožnje. Šahtna oprema za ta sistem sestoji iz signalne omarice s se-

lektorskim stikalom, s katerim je moč izbrati namembne obzore, in iz namembne tipke s stikali v spominskih relejih za oba tj. za pozivni in namembni obzor. Tisti, ki se žele peljati, izberejo torej samo svoje namembne obzore, s čemer pokličejo kletko na obzore, s katerih se dajejo signali. Če se želijo nekateri uporabniki izvažalnega stroja peljati z istega obzora na različne namembne obzore, je to moč storiti tako, da drug za drugim izberejo svoj obzor še predno so vsi vstopili v kletko. Signali ostanejo »shranjeni« dokler se kletka ne ustavi na zadevnem obzoru, narkar se avtomatično zbršejo.

Pri ročnem upravljanju se dajejo signali pri obeh sistemih na enak način kot pri polavtomatskem upravljanju, le, da se prižgejo signalne luči na komandnem pultu strojnika namesto, da stroj neposredno starta.

Na Švedskem uporabljajo polavtomatsko upravljanje izvažalnega stroja za vožnjo ljudi že delj kot 30 let. Nekaj starejših izvažalnih strojev, kjer globine šahtov niso velike, je opremljenih za upravljanje iz notranjosti kletk (preko visečega kabla). V švedskih rudnikih pa že 20 let ne uporabljajo več takega načina, niti signalstov na dovoziščih in odvozišču, dočim je tak način predviden za več izvažalnih strojev, ki jih Švedska dobavlja za druge dežele.

V veliki meri je varnost izvažanja po šahtu odvisna od osebja, ki streže celotni izvažalni napravi. Pri izbiri strojnika in signalstov ter osebja za pregled, vzdrževanje in nadzor je treba z vso skrbnostjo preučiti sposobnosti tega osebja glede njihove vestnosti, natančnosti, sposobnosti, skrbnosti, treznosti in zavesti odgovornosti, ki jih zahteva to delo od njih. Vsaka popustljivost ima lahko težke človeške in materialne posledice. Zavedati se moramo, da je strojnik osrednja oseba, zato mora priti spočit in dobro prespan na delo, kar je včasih težko doseči, kajti pri meri se, da si utrga od svojega prostega časa po več ur za kakšno težje fizično delo na rovaš počitka in spanja. Monotonost obratovanja, tišina v strojnici in delo na nočni izmeni lahko vplivajo, da strojnik za trenutek omega in zapre oči; če se to zgodi ob koncu vožnje in če še odpovejo predpisane varnostne naprave, so posledice lahko usodne. Saj so nam poznani primeri in posledice, če šofer avtomobila samo za trenutek ne obvlada vozila, kjer so razmere seveda še kočljivejše.

*) Landau F.: Some aspects on modern hoisting equipment. ASEA, Västerås, Švedsk

Če izločimo pri izvažanju človeški dejavnik, kar je danes že mogoče, kot je bilo navedeno, z uporabo polavtomatskega ali avtomatskega posluževanja in če je izvažalna naprava v rokah zanesljivih preglednikov in nadzornikov, je s tem storjen korak naprej k povečani varnosti izvažanja.

Za varnost izvažanja po šahtu je odločno pravilno posredovaneje signalov, zato morajo biti ustrezni elementi pod stalno kontrolo. Za odkrivanje vzrokov nesporazumov pri signaliziranju je poskrbljeno tako, da se signali beležijo; novejšje naprave so opremljene s temi pripravami, dočim je še nekaj starih naprav, ki so brez njih. Čeprav predpisi zahtevajo, da se sme voziti le po prejemu signala, se dogaja posamično, da se opravi kakšna vožnja po ustnem sporazumevanju, kar lahko vodi do nesporazumov in celo do nezdod.

Iz doslej navedenega je moč ugotoviti, da si konstruktorji in izdelovalci izvažalnih naprav močno prizadevajo izboljšati varnosti pri izvažanju po šahtu. Varnostne priprave, ki so vgrajene v te naprave, so preprečile že marsikatero havarijo in nezgodo. Kljub temu smo priče še vedno kakemu spodrsljanju, ki je objektivne ali subjektivne narave. Navajam samo nekaj primerov z obrazložitvijo vredenega oziroma dejanskega vzroka nezdode:

— pri preklopitvi ločljivega bobna je kletka ob nezadostnem zaviranju »ušla« na dno šahta. Ker pri tem ni kletka dosegla velike hitrosti (zavora je delno zavirala), se je v odebeljenih vodilnicah v prosti globini zaklinila in je bila havarija sorazmerno majhna. Domnevno se je batič v regulatorju zavorne tlaka zataknil;

— v nekem drugem primeru se je pa kletka ločljivega bobna razbila, ker zavora ni delovala zaradi močnega onesnaženja čeljusti in zavorne obroč, spodnje enočeljustne zavore, z mažo. Pri tem niso sedalke, na katerih je kletka stala, bile dovolj podstavljene in jih je kletka izrinila in si tako izsilila prosto pot v globino ob pomanjklivem zaviranju;

— vklopilo ločljivega bobna je bilo v nekem primeru vzrok, da je kletka »ušla« na dno šahta; strojnik je namreč smatral, da je vklopilo vrnil, so pa zobje vklopila samo s trenjem prijeli, kar je bilo nedovoljno. Ljudje v kletki so ostali živi, vendar nekateri s

poškodbami. Važno je zato, da se vozeči oprijemajo za to predvidenega držala v kletki in da stoje z rahlo upognjenimi koleno. Voda v dnu šahta — ki pa ne sme stati višje kot ca. 1 m nad tlemi šahta — občutno ublaži udarec kletke. Da bi strojnik povsem zanesljivo ugotovil, da je vklopilo v pravilnem položaju, so predvidene priprave (optične), ki strojniku pokažejo lego vklopila. Zanesljiva je ameriška izvedba, ki onemogoča sprostitve ločljivega bobna, dokler ni vklopilo v soji legi za vklopitev ločljivega bobna;

— zaradi trenutne nepazljivosti strojnika (preutrujenost) in nepravočasnega zaviranja ob koncu vožnje se je skip pri dviganju zabil v odebeljene vodilnice oziroma odbijače;

— sprožitev varnostne zavore med vožnjo (prekinitev električnega toka) ali tesen prehod kletke po šahtu (ki tudi povzroči sprožitev varnostne zavore) ima za posledico, da se pri spuščajoči kletki oziroma skipu zaradi vztrajnosti bobna še naprej suče in se vrv odvija, medtem ko kletka, zaradi delovanja lovilne priprave, miruje. Posledica tega je nastanek vrvne zanke. Strojnika opozori ohlapnost vrvi na ta pojav, zato ne sme vrvi zategniti, temveč je treba zanko strokovno odviti;

— pri čelnem vodenju kletke so čelne vodilnice na dovoziščih in odvozišču prekinjene in na teh mestih je kletka vodena ob bočnih vodilnicah; pri nekem popravilu v šahtu so bile te bočne vodilnice začasno odstranjene in nekaj ljudi, ki so bili na kletki, je zdrsnilo iz kletke v šaht, kajti kletka se je nagnila, ker ni bila na dovozišču sploh v vodilih; zato so montirani oprijemalni drogi v stropu kletke;

— prostor med kletko in ostenjem šahta, ob strani vrat kletke, ne sme biti tako velik, da bi mogel človek skozenj pasti; pri nakladanju dolgih kosov stropnikov pokončno v kletko, je delavec, ki je stal v kletki, katera je bila zaradi nakladanja primerno spuščana pod nivo tal odvozišča, postavljjal te stropnike drugega zraven drugega, pri čemer se je sukcesivno pomikal proti koncu kletke (vrata so bila sneta) in padel v šaht skozi prostor med kletko in ostenjem šahta. Zato natovoriti manj lesa in vrat ne sneti;

— pogosto je konstrukcija vrat na kletki take vrste, da lahko vozeči se porine nogo izpod vrat in kjer so prečniki blizu kletke (pri čelnem vodenju), niso izključene poškod-

be prstov na nogah; zato je treba vrata kletk pravilno oblikovati, da se take nezgode preprečijo;

— pri starejših izvažalnih napravah ni samodejnih varnostnih priprav, ki bi vključile varnostno zavoro, če so zavorne čeljusti prekomerno obrabljene, dočim imajo sodobne izvažalne naprave tako pripravo vgrajeno;

— sorazmerno pogosti so primeri, da padejo razni predmeti v šaht in poškoduje jo šahtno izgradbo, predvsem pa izvažalno vrv; ker takih primerov ni mogoče povsem izključiti, je treba s tem računati in zato po padcu predmetov v šaht vse šaht in vrvi temeljito pregledati predno se nadaljuje vožnja.

Navedenih je le nekaj primerov havarij in nezgod. Ker so poučni za vsakogar, ki se ukvarja z izvažalno tehniko, se narekuje misel, da bi se zbirali vsi primeri s tega področja v Jugoslaviji. Vsak primer naj bi se vsestransko analiziral, kjer je to izvedljivo tudi statistično obdelal, in rezultati naj bi se publicirali. Menim, da je strokovni časopis »Sigurnost u rudnicima« poklican, da bi izvedel tako akcijo. Objavljeni rezultati bi vsakemu rudniku, ki se posluša izvažalnih naprav, bili koristni in bi mogli tako svoja interna navodila stalno obnavljati in dopolnjevati.

Hkrati bi se sugestije, ki bi bazirale na teh zbranih izkušnjah, posredovale zakonodajnim oblastem, ki bi jih mogle upoštevati pri sestavljanju in izdaji novih predpisov.

Kot na vseh področjih, prehiteva razvoj tudi pri izvažalnih napravah obstoječe predpise, ki se nanašajo na izdelavo teh naprav. Dosežki in predpisi so v stalnem razkoraku. Da bi temu odpomogli, je treba pritegniti vse zainteresirane s tega področja tako, da bi si izkušnje izmenjavali. Ker imamo danes na vseh obratih varnostne tehnike in inženirje, menim, da bi ta varnostni kolektiv mogel izvesti redno informativno službo med osebjem ob njihovem aktivnem sodelovanju glede vseh varnostnih vprašanj izvažanja. Kratki tečaji iz varnostne službe bi seznanjali vse zainteresirane z novostmi, izboljšavami in obrazložitev konkretnih primerov havarij in nezgod s področja Jugoslavije, kakor tudi izven naših meja.

V kolikor obstoječi predpisi ovirajo razvoj in nove koncepcije pri projektiranju iz-

važalnih naprav, menim, da so poti, ki omogočajo vpeljavo izboljšav vstrec z obstoječimi predpisi. Naj v ta namen naslednji primer iz naše prakse to pojasni: nova izvažalna naprava je bila projektirana z dvema vrvema, torej sistem Koepe in z vodenjem kletke ob jeklenih vodilnicah. Ker so takrat obstoječi predpisi zahtevali lovilno pripravo, je bilo treba zaradi jeklenih vodilnic odstopiti od te zahteve. V ta namen je rudarski inšpektorat sklical iz vse države strokovnjake, ki so po temeljiti proučitvi predlagali, da se v tem primeru ne zahteva lovilne priprave spričo dvovravnega sistema, hkrati pa so se predlagali poostreni pregledi vrvi in zveznih delov vrvi s kletko. Ta primer je vplival na sestavo novih predpisov, ki so deloma spremenili ustrezni člen. V upravičenih primerih predvsem pri uvajanju izboljšav, ki so se obnesle drugod, naj torej posebna komisija prevzame odgovornost za začasno odstopanje od predpisov.

Sistematično se ukvarjajo s problemi izvažalne tehnike v rudnikih, v laboratorijih, preskuševališčih in poskusnih rudnikih ter šahtih, v ZRN, SSSR, Angliji, ZDA in drugod. Pri tem so mišljeni poleg državnih ustanov tudi laboratoriji in preskuševališča na visokih šolah oziroma fakultetah, pri podjetjih, ki izdelujejo izvažalne naprave in na nekaterih, sicer maloštevilnih, velikih rudnikih. Navajam ustanove iz ZRN:

— Werkstoff Technikum (Abteilung Materialprüfung im Bergbau) der Bergbau Forschung GmbH, Essen — Kray

— Seilprüfstelle, Bochum

— Versuchsgrubengesellschaft GmbH, Dortmund (Versuchsgrube Tremonia, Versuchsstrecke Dortmund — Herne).

Te inštitucije se ukvarjajo predvsem z naslednjimi oblikami dejavnosti, pri čemer se daje poseben povdarek na varnost, hkrati pa tudi na gospodarnost:

— pospeševanje tehničnega napredka s proučevanjem novosti in izboljšav, kontrola kvalitete in varnosti uporabljenega materiala in varnostne opreme ter izdelava predlogov za standardiziranje;

— raziskovanje okvar in pojasnitev vzrokov okvar;

— proučevanje popravil (zlasti takih ki so pogostna), mazanja in podobno, kar je moč tudi statistično obdelati; iz tega sledi

kritika umestnosti konstruktivnega preoblikovanja posameznih delov in izdelava navodil za odpravo napak z uporabo boljšega materiala, drugih načinov obdelave ali celo drugih konstrukcijskih načinov in podobno; — proučevanje novih preskuševalnih metod in kritični pregled obstoječih postopkov.

Rezultati tega dela se pokažejo v pravočasni odstranitvi okvar (npr. korozija, me-

hanska obrada), omejitvi nenadoma nastopajočih okvar (npr. z izbiro ustrežnejšega materiala, primernejšo obdelavo, konstruktivno izboljšavo in podobno). Hkrati se zmanjšajo motnje v obratovanju, poveča se zanesljivost obratovanja in poveča se uporabna doba obratovalnih delov, strojev in naprav, kar vse prispeva k večji varnosti in gospodarnosti.

KRATAK IZVOD

Stalno upozoravanje na postoječe propise osoblja zaposlenog kod izvoznog postrojenja, od bitne je važnosti za sigurnost kod izvoza. To se postiže redovnim poučavanjem osoblja i proučavanjem propisa o sigurnosti te stručnim objašnjavanjem uzroka havarija i nesreća prilikom izvoza u rudnicima. Rudarsko okno ima više funkcija (izvoz, provetravanje, odvodnjavanje etc.) pa je od bitne važnosti za rudnik. Stoga važi za okno moto: najpre sigurnost a zatim ekonomija.

Naročitu pažnju treba poklanjati izvoznom užetu, vođenju izvoznih posuda, kočnici, mašinisti i signalistima, brižljivoj i savesnoj redovnoj kontroli te održavanju izvoznog postrojenja u celosti te sigurnom funkcioniranju signalne opreme.

Do unazad oko 20 godina nisu primećene neke bitne promene u projektovanju izvoznih postrojenja. Zatim se pojavljuju tendencije za koncentracijom izvoza na jedno okno i za automatizacijom izvoza. Zbog toga su porasle potrebe po kapacitetima od 30 do 50 tona po jednoj vožnji, a zbog većih dubina ckanā (1300 i više metara) uvode se i veće brzine (20 m/s i više). Koepe postrojenja sa 8 užeta (u projektu su već sa 10 užeta) preuzela su vodeću ulogu, jer su ova postrojenja sigurnija u poređenju sa postrojenjima sa jednim užetom. Za preglede užeta izrađeni su kvalitetni defektoskopi, a iskorišćenje užeta se kontroliše sa radom užeta u Mpkm na kg težine užeta. Rezultati naučnih ispitivanja dokazuju da su postojeći propisi za uža nepotpuni.

Novi zahtevi uticali su i na materijal i na konstrukciju vođica; čelične vođice upotrebljavaju se umesto drvenih i odstojanje među

poprečnicama se je povećalo. Oprema izvoznih posuda sa točkovima je bitno smanjila dinamička opterećenja užeta, vođica, poprečnica i posuda.

Već više od 10 do 15 godina primenjuju se diskaste kočnice kod izvoznih strojeva umesto radijalnih sa papučama. I pored mnogih preimućstava neki nedostaci još kočice brže uvođenje kočnice sa diskosom. Važan faktor koji je doprineo sigurnosti izvoza je automatizacija, koja se je uspešnije počela razvijati sa uvođenjem elektronike. Najpodesnija u tu svrhu je jednosmernā električna struja uz primenu tiristora umesto Ward Leonardovog sistema. Dok se kod izvoza materijala u skipovima već upotrebljava potpuna mehanizacija, kod prevoza ljudi i materijala sa koševima uvodi se poluautomatski prevoz pri čemu su u upotrebi dva sistema.

Pošto je kod ručnog upravljanja izvoznog stroja sigurnost u velikoj meri zavisna od mašiniste, to se izboru mašiniste mora posvetiti najveća pažnja. Isto važi i za signaliste, kao i za osoblje kome se poverava kontrola i održavanje izvoznog uređaja.

Na nekoliko primera iz prakse prikazani su uzroci nesreća; ovakve primere treba analizirati i publicirati. To bi trebalo da bude i jedan od zadataka časopisa »Sigurnost u rudnicima«.

Na primeru iz prakse prikazano je kako je moguće privremeno rešiti određena pitanja, kada nove koncepcije u projektovanju izvoznih postrojenja naiđu na teškoće zbog zaostalosti postojećih propisa. U zaključku navedene su neke zapadnonemačke institucije koje rade na stručnim i naučnim istraživanjima iz ove oblasti, kao i njihovi programi rada, koji imaju za cilj sigurnost i ekonomiku izvoza rudarskim oknima.

SUMMARY

Safety of Modern Shaft Winding Equipments

Dr. V. Kersnič, min. eng.*

The most important components of shaft winding equipment with regard to safety of hoisting men and material are discussed. After 1955 the trend in designing of hoisting equipments is characterized by the concentration of hoisting material in one shaft and by the automatization. So the capacity of winding engines reached 30 to 50 tons per trip and velocities in some instances over 20 m/s. The automatization, still in evolution, has had quite an important influence on safety. The suggestion of analyzing sistematically the damages and accidents which occured in hoisting material and men which should be published, is given. Several examples of occured accidents are described.

* Prof. dr ing. Viktor Kersnič, Fakultet za naravoslovije in tehnologijo — Ljubljana.

Naučni osvrt na bezbednost rada i sprečavanje šteta na površinskim otkopima lignita

(sa 7 slika)

Dr ing. Janoš Kun

Stečena saznanja u toku više od četvrt veka na površinskim otkopima u Jugoslaviji doprinela su stvaranju osnove naučne metode sprečavanja nesreća i šteta u razvijanju tehničke discipline na površinskim otkopima.

Uvod

Nagli razvoj proizvodnje lignita na površinskim otkopima u Jugoslaviji zahteva da se posebno prouči problematika, koja se javlja kod otklanjanja šteta i naročito unaprede mere za otklanjanje posledica nedovoljno sagledanih i nepredviđenih pojava, koje prvenstveno proističu iz karakteristika radne sredine i uvođenja savremene, potpuno nove, mehanizacije.

Saznanja, koja se stiču pri tom naglom razvoju površinskih otkopa lignita, drageocene su za daljnji još nagliji razvoj naših rudnika. Naime, i pored velikog broja školovanih kadrova, koji bi trebalo da prate razvoj velikih kapaciteta i uvođenje najsavremenije opreme, pojavljuju se štete, koje su rezultat specifičnosti naše radne sredine i nedovoljnog istraživačkog rada u pogledu zaštite komplikovanog rada na površinskim otkopima lignita.

Uzrok tome je nagli razvoj proizvodnje lignita, sve veći odnos otkrivke prema uglju i nedovoljan broj diplomiranih inženjera, a posebno naučnika, koji se bave problematikom površinske eksploatacije naših domaćih lignita.

Taj razvoj najbolje ilustruju sledeći podaci:*)

*) Izveštaji o radu Udruženja rudnika uglja Jugoslavije i »Godišnjak o radu rudnika uglja« u izdanju RI — Beograd.

Godina	Proizvodnja u milionima		Ukupan broj angažovanih	
	tona lignita	m ³ otkrivke	dipl. inž. rud.	naučnika
1950.	oko 0,3	0,6	6	—
1960.	2,6	8,8	24	2
1970.	9,6	27,9	56	8
1975.	14,5	56,0	68	15
1980.	41,0	120,0	120	30
1990.	83,0	300,0	240	60

Dok je pre 20 godina na jednog diplomiranog rudarskog inženjera došlo oko 100 hiljada tona uglja ili oko 400 hiljada m³ otkopane mase, pre 10 godina oko 200 hiljada tona uglja ili oko 900 hiljada m³ otkopane mase, danas na jednog diplomiranog inženjera, zaposlenog na površinskim otkopima, otpada preko 200 hiljada tona uglja ili preko 1 milion m³ otkopane mase.

Problematika vezana za otkopavanje tako velike mase postavlja pred rudarskog inženjera mnogobrojne zadatke koji se danas mogu uspešno rešiti samo unapređenjem sigurnosti rada i svestranim korišćenjem saznanja i naučnih dostignuća na površinskim otkopima lignita.

Velike štete, koje na površinskim otkopima lignita nastaju kao posledica sve veće mehanizovanosti i postizanja velikih kapaciteta, mogu se svesti na sledeće:

- štete od lomova mašina zbog nedovoljnog prilagođavanja snage, konstrukcije i kvaliteta mašine radnoj sredini

- štete od lomova mašina prouzrokovanih nedovoljnim poznavanjem karakteristika radne sredine (geoloških i geomehaničkih)
- štete od klizanja masa u kosinama zbog nedovoljnog ispitivanja i usled nedovoljnog faktora sigurnosti
- štete od klizanja masa u kosinama zbog izmene parametara stabilnosti usled dugog stajanja kosina i uticaja atmosferskih i podzemnih voda.

Prema tome, unapređenje sigurnosti rada i otklanjanje štete na površinskim otkopima lignita u našoj zemlji treba vezati prvenstveno za osnovnu opremu i stabilnost kosina otkopa i odlagališta.

Stečena saznanja kroz više od četvrt veka na našim površinskim otkopima omogućili su da se stvore osnove za naučne metode u pogledu otklanjanja šteta i razviju discipline, koje sprečavaju mogućnost nastanka većih, a naročito ponovljenih šteta.

Sigurnost mašine zavisi, prema tome, u prvom redu od pravilnog izbora ulaznih podataka, odnosno rezultata ispitivanja radne sredine budućeg površinskog otkopa.

Zbog nedovoljno tačno uzetih veličina spoljnih sila, kao što su sile rezanja, sila vet-

ra, struktura tla i sl. u našoj praksi je često dolazilo do pogrešnih zaključaka, koji su, naročito kod novih konstrukcija bagera, rezultirali lomove mašina, a pored toga onemogućili ostvarivanje predviđenog kapaciteta mašine.

Pored toga, tendencije u konstrukciji sve većih mašina su da se materijali optimalno koriste i bageri što ekonomičnije grade. Ovo zahteva da konstruktor obrati naročitu pažnju na izbor kvaliteta čelika, stepen obrade i vodi računa o habanju i koroziji materijala na površinskim otkopima. Mnogobrojni uslovi konstrukcije velikih mašina, prema tome, ne isključuju i mogućnost greške u samoj konstrukciji ili proizvodnji mašine.

I pored besprekorne konstrukcije, mašina neće biti prilagođena radnoj sredini, ako su podaci površinskog otkopa nedovoljno tačni za proračun snage i dimenzionisanje vitalnih elemenata bagera.

Bager iste klase neće biti siguran u radu, ako je, na primer, rezna sila, odnosno snaga pogona manja, nego što je potrebno za zahtevani kapacitet uz postojeći veći otpor protiv rezanja.

Promenu kapaciteta najbolje pokazuje, u zavisnosti od snage pogona i otpora rezanja, sledeći primer:

Q u m ³ /h					
Bager tipa SRs 630			Bager tipa SRs 2000		
Otpor rezanja kp/cm	Snaga pogona radnog točka		Otpor rezanja kp/cm	Snaga pogona radnog točka	
	250 kW	500 kW		2 × 500 kW	2 × 630 kW
50	2300		69	6000	
70	1700	2300	89	5400	
100		1700	95	4600	
			111	4500	4800
			143		3800

Štete od lomova mašina

a — Štete zbog nedovoljne prilagođenosti snage, konstrukcije i kvaliteta mašine radnoj sredini.

Konstruktor, odnosno proizvođač, je odgovoran za proračun, pravilno dimenzionisanje i izradu mašine (bagera, odlagača, transportera i sl.), pri čemu se ulazni podaci o veličini spoljnih sila usvajaju prema radnoj sredini budućeg površinskog otkopa.

Iz primera ova dva tipa bagera se jasno vidi uticaj eventualno neprilagođene snage potrebnoj sili rezanja. Ako smo na bazi ispitivanja utvrdili otpor rezanja od 50 kp/cm i zahtevali bager sa teoretskim kapacitetom od 2300 m³/h, onda će potrebna snaga radnog točka na bazi proračuna iznositi 250 kW. Prema ovoj snazi se zatim vrši dimenzionisanje konzole radnog točka i određuju ostali elementi bagera.

Ukoliko se, pak, ukaže da su ispitivanja (zbog malog broja uzoraka, zbog nereprezentativnog uzorka, pogrešnog uzorkovanja i sl.)

dala kao rezultat 50 kp/cm umesto stvarnog otpora rezanja radne sredine od 70 kp/cm, bager po svom kapacitetu neće odgovarati, jer će ostvariti svega 1700 m³/h ili 26% manje od zahtevanog.

Pored toga, bager će zbog velikog otpora rezanja, sa kojim se nije računalo, biti preopterećen i konstrukcija će trpeti stalna velika opterećenja i vibracije.

Sigurnost rada sa takvom opremom je mala, jer ona nije prilagodena radnoj sredini, a zastoji zbog prekomernog habanja, potrebe za češćim održavanjem i stajanjem smanjuju kapacitet i bitno utiču na vremensko iskorišćavanje mašine.

I pored propisanog održavanja i kvalifikovanog kadra, koji rukuje mašinom, kod ovakve mašine, ukoliko nije dovoljno prilagodena osobinama radne sredine, dolazi pre vremena do oštećenja materijala, a zatim do lomova.

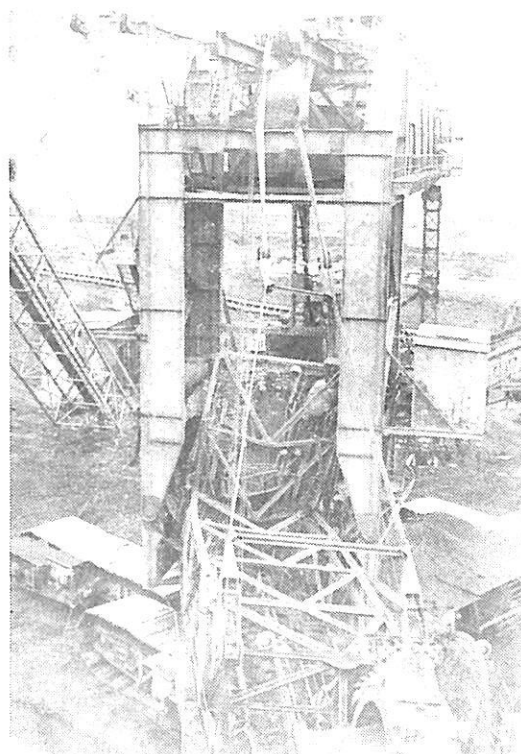
Do lomova dolazi najčešće kod bagera, kada se pojedine promene na konstrukciji često ne mogu pravovremeno primetiti. Ovi lomovi prouzrokuju velike štete, dug vremenski zastoje mašine, a često i nesreće na radu.

Do lomova može doći i kod pravilno dimenzionisane mašine u slučaju preopterećenja, kada sigurnosni uređaji za zaštitu od preopterećenja otkazu ili, pak, nisu pravilno baždareni.

Slika 1 prikazuje lom konzole radnog točka bagera glodara zbog preopterećenja oslabljene konzole, kao posledice primene bagera sa nedovoljno prilagodenom konstrukcijom i kvalitetom mašine radnoj sredini površinskog otkopa u kojoj je primenjen.

Zbog loma konzole bager je, i pored dobro organizovanog rada na otklanjanju havarije, bio van pogona 6 meseci, što predstavlja veliki gubitak u proizvodnji i nenadoknadivu štetu.

Osiguravajući zavod kod takvih i sličnih lomova, bez obzira na vreme zastoja, nadok-



Sl. 1 — Havarija bagera glodara SRs—1260 u P. O. Polje D Kombinata Kolubara.

Abb. 1 — Havarie des Schaufelradbaggers SRs—1260 im Tagebau Feld D des Kolubara-Kombinats Tagebau Feld D des Kolubara-Kombinats.

nađuje samo troškove stvarne štete, što je daleko ispod gubitka, zbog toga što se mašina nalazi van pogona.

No i štete, koje nastaju zbog lomova na samoj mašini, jer ista nije prilagodena uslovima rada, nisu male. One nastaju najviše kod bagera, ali i kod transportnih sredstava i odlagača.

Naplaćene štete na osnovnoj opremi jednog našeg površinskog otkopa iznosile su u proteklom periodu:

Oprema	Vrednost opreme u hilj. din.	Iznos naplaćene štete u hiljadama dinara					Ukupno
		1968.	1969.	1970.	1971.	1972.	
Bageri	90.453	270	393	277	590	4.093	5.623
Transporteri	90.980	314	314	470	470	99	1.667
Odlagači	25.548	16	13	40	27	666	762
Ukupno:	206.981	600	720	787	1.087	4.858	8.052

što za pet godina u procentima iznosi

— kod bagera	6,2% ili prosečno	godišnje 1,24%
— kod transporterera	1,8% ili prosečno	godišnje 0,37%
— kod odlagača	3,0% ili prosečno	godišnje 0,59%
— u k u p n o BTO	3,89% ili prosečno	godišnje 0,78%

Usvajamo li na osnovu ovih podataka da godišnje štete kod osnovne opreme iznose oko 0,8% vrednosti opreme, proizlazi da bi godišnja šteta u 1980. godini, na našim površinskim otkopima, iznosila 205 miliona dinara, odnosno isto koliko je u 1972. godini bila vrednost opreme površinskog otkopa sa kapacitetom od 6 miliona tona uglja godišnje.

Čak i ako usvojimo, da se deo šteta desi na elektromašinskim uređajima, te da se isti poboljšanjem preventivnog održavanja samo u manjem stepenu mogu eliminisati, ipak moramo konstatovati da se veći deo šteta desi

menzionisanje na bazi savremenih propisa je, međutim, pre svega, upotreba podataka o ispitivanju fizičko-mehaničkih osobina, koji potpuno reprezentuju radnu sredinu, u kojoj će se mašina primeniti.

Da bi se dobio reprezentativni uzorak, mora se izvršiti dovoljan broj ispitivanja i u najvećoj meri koristiti naučno interpretirane veličine spoljnih sila na postojećoj opremi površinskih otkopa.

Radi što veće sigurnosti opreme treba utvrditi sledeće fizičko-mehaničke osobine radne sredine:

		za bager	za transporter	za odlagač
— otpor na rezanje	kp/cm	+	—	—
— čvrstoća na pritisak	kp/cm ²	+	—	—
— otpor na cepanje	kp/cm ²	+	—	—
— zapreminska težina	Mp/m ³	+	+	+
— koeficijent rastresitosti		+	+	+
— lepljivost na sipkama	kp/m ²	+	+	+
— energija za kopanje	kWh/m ³	+	—	—
— dozv. opterećenje tla	kp/cm ²	+	+	+
— granulometrijski sastav		+	+	+

na konstrukcijama osnovne opreme zbog lomova, kidanja i uticaja otkopanog materijala.

Saznanja, koja su stečena na našim površinskim otkopima lignita, kao i statistika lomova i havarija ukazuju na to, da se ispunjavanjem propisa uz intenzivno održavanje i preglede mašina, i kod nedovoljno prilagođenih mašina radnoj sredini, može izbeći veći deo havarija. Za potpuno otklanjanje šteta treba u praksi posebno voditi računa o sledećem:

— greške u konstrukciji i proizvodnji mašina se mogu izbeći ukoliko se striktno primene propisi o proračunu i dimenzionisanju opreme za površinske otkope, koji su zadnjih godina upotpunjeni i u više naučnih ustanova verifikovani. Uslov za pravilno di-

— Greške u materijalu se mogu smanjiti, ako se od proizvođača zahtevaju atesti materijala, a u toku izrade izvrše na svim važnijim delovima testovi sa ultra-zvukom, rentgenskim zracima ili magnetskim zračenjem.

— Greške kod rukovanja mašinom i pri održavanju mogu se svesti na najmanju meru jedino stalnim školovanjem i usavršavanjem osoblja i stalnim pregledom sigurnosnih i graničnih uređaja.

— Preopterećenja, koja mogu nastati zbog težnje rukovaoca mašina, da iz mašine izvuče maksimum, moraju se zaštititi ugradnjom prekidača za struju, izotopnih prekidača i automatske regulacije reznih elemenata (radnog točka bagera).

— Prekomerno habanje se ne sme dozvoliti. Treba se pridržavati dozvoljenih veličina habanja, koje neće dovesti do štete, niti lomova.

— Deformacije u konstrukciji se često ne mogu pravovremeno uočiti slobodnim okom. Zbog toga je potrebno koristiti naučna dostignuća, koje pruža geodezija, a u prvom redu fotogrametrija.

Radi izbegavanja većih havarija, a naročito lomova na konzolama radnog točka bagera i odlagača, potrebno je redovno vršiti kontrolu deformacije konzole.

Da bi se izbegle štete, prekomerno habanje, i osigurao miran rad bagera i odlagača, treba merenjima kontrolisati paralelitet vertikalnih osovina mašine.

Oštećenja i lomove konzole radnog točka bagera često prouzrokuje i nepravilno kretanje kрана, koji služi kao protivteg. Zato se kao preventivna mera predlaže povremeno snimanje kranske staze (šina), koja je merilo pravilnog kretanja protivtega po jednako-mernom padu.

Granični prekidači određuju maksimalne i minimalne položaje konzola radnog točka, utovarnih i istovarnih traka. Utvrđivanje pravilnog položaja konzole, pri dejstvu graničnog prekidača, može se utvrditi geodetskim merenjem i tako izbeći eventualni lom ili havarija, koja bi nastala zbog nepravilnog graničnog položaja.

Pored merenja i fotogrametrijskih snimanja, koja se vrše u cilju sprečavanja štete na bagerima i odlagačima, istim metodama se mogu prekontrolisati kod prijema bagera svi elementi karakteristike, koji obezbeđuju siguran rad bagera. Tako se može utvrditi tačan radijus kretanja bagera, ugao otklona užadi za dizanje konzole radnog točka ili trake, odrediti težište bagera, nagib konzole radnog točka, kao i drugi elementi koje je proizvođač dao u tehničkim karakteristikama opreme.

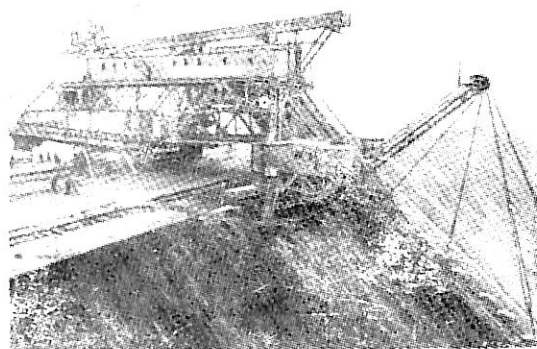
b — Štete zbog nedovoljnog poznavanja geoloških i geomehničkih karakteristika radne sredine.

U proteklim decenijama su se lomovi na bagerima i odlagačima, koji su nastali zbog geoloških i geomehničkih karakteristika radne sredine, odnosno zbog nedovoljno istražene radne sredine, uvrštavali u objektivne uzorke. Nije retka pojava na površinskim

otkopima sa vrlo heterogenim slojnim prilikama, koja pokazuje da je u prošlosti dolazilo do naglih pokreta zemljanih masa, kao što su odronjavanja etaža, bujanje podine i slično. Bilo je i propadanja tla zbog naglih kiša, naglog topljenja zamrznute površine, kao i ispiranja odlagališta, a u prvom redu donjeg stroja koloseka bagera i odlagača, te trasa transportnih traka.

Sve navedene pojave najčešće su oštetile bagere i prouzrokovale lomove na konstrukcijama mašina.

Od mnogobrojnih lomova mašina, čiji je uzrok bio nedovoljno poznavanje geoloških i geomehničkih karakteristika tla, a koji su se desili zadnjih 15 godina pomenućemo, primera radi, samo neke.



Sl. 2 — Havarija bagera vedričara D 1120 u P. O. Kleinleipisch Kombinata Lauchhammer.

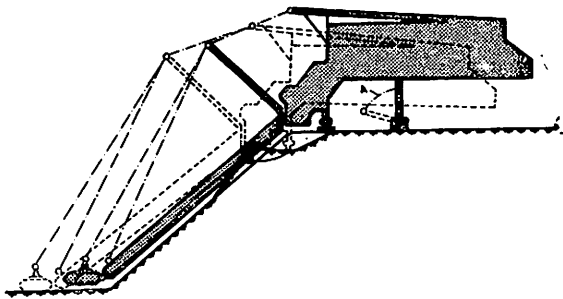
Abb. 2 — Havarie des Eimerkettenbaggers D 1120 im Tagebau Kleinleipisch.

I pored pridržavanja svih do tada poznatih faktora sigurnosti, 17. septembra 1960. godine na površinskom otkopu Kleinleipisch kombinata Lauchhammer došlo je do teške havarije bagera vedričara D 1120. Usled klizanja, bager se pomerio za 3,20 m nadole i 6,20 m prema otvorenom otkopu, te se kolosek ispred čvrstog oslonca bagera polomio. Slika 2 prikazuje položaj bagera posle loma. Do 9. m ispod ivice bagera izdvojile su se grudve iz kosine, a zona loma tla se istočno i zapadno od bagera naglo ocrtavala prema gornjoj ivici kosine bagera.

Konzola sa vedricama bagera vedričara je ostala slobodno u vazduhu, a bager je ostao u položaju nagnutom malo nazad. Dok su oslonci i uređaji za vožnju na čvrstoj strani pokrete podneli bez vidljivih šteta, delovi slobodnog oslonca su bili uništeni.

Tok klizanja se odvijao verovatno na taj način, što su, prvo, usled sopstvene težine u kosini i opterećenja bagera pokrenute mase tla i izazvale odron kosine. Bagerska strana sa vedricama se pri tome pomerala nadole i napred, pri čemu se slobodni oslonac položio na način kako je to prikazano šematski na slici 3.

Pri utvrđivanju uzroka klizanja pošlo se od rezultata istražnih bušotina iz kojih se, međutim, nisu mogli naći nikakvi elementi za utvrđivanje uzroka. Zbog sigurnosti radnika u blizini bagera nisu se vršili nikakvi istražni radovi, sve dok se bager nije osigurao. Posle toga su izvođeni geološki istražni radovi, koji su se sastojali prvenstveno od izrade zaseka i detaljnog utvrđivanja stava tla. Utvrđeno je da se preko ugljenog sloja,



Sl. 3 — Šematski prikaz bagera D 1120 u normalnom i skliznutom položaju.

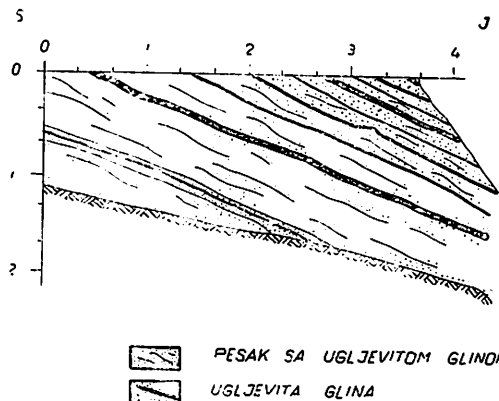
Abb. 3 — Schematische Darstellung des Baggers D 1120 in normaler Lage und ausgerutscht.

koji je prikazan na slici 4, nalazi serija ugljevitih gline od 6 m sa naizmeničnim tankim slojevima finog peska. Iznad toga je dobro odvodnjena serija peskovite zone sa debljinom 6 do 8 m i ulošcima proslojaka ugljevite gline. Na vrhu ove serije, pa sve do planuma bagera nalazi se gornja serija ugljevite gline, u kojoj se sve više pojavljuju peskoviti slojevi. U ovoj poslednjoj seriji nalaze se skoro vertikalne pukotine, koje čitavu seriju pretvaraju u približno kvadratne blokove. Istraživanja su pokazala da je klizanje nastalo baš u delu najstrmijeg pada paketa ovih slojeva, te da su uzroci klizanja kosine:

- uslovi uslojenosti
- sistem pukotina
- strmi pad slojeva gornje serije ugljevite gline u zoni loma tla.

Osim toga, utvrđeno je da je havarija nastala u području neregularne sedimentacije, gde ugljevita glina ima pad prema površinskom otkopu, i u njoj postoje pukotine.

Za proračun sigurnosti korišćena je metoda momenata i utvrđeno da rezultirajuća sigurnost iznosi 1,19 bez i 1,13 sa opterećenjem bagera. To znači da kod mirnog opterećenja ne bi došlo do loma tla. Uvođenjem dodatnog opterećenja, usled udara, od sigurnosti od 1,4 pala je na ispod 1. Međutim, ovakva dodatna opterećenja su uobičajena u građevinarstvu, ne u rudarstvu. Za prilike na površinskim otkopima je Strzodka izveo podatke, koji na bazi potresa smanjuju vrednost čvrstoće na smicanje i to:



Sl. 4 — Geološki presek istražnog jarka pored bagera D 1120.

Abb. 4 — Geologischer Schnitt des Schürfgrabens neben dem Bagger D 1120.

- kod bagera na gusenicama oko 0,7%
- kod bagera sa kolosečnim transportom od 0,7 do 4%
- kod vozova prema masi i brzini od 1,5 do 20%.

Kao zaključak utvrđeno je da je glavni uzročnik havarije bila serija ugljevitih gline, nagnuta prema otvoru površinskog otkopa pod 30° i prožeta pukotinskim sistemom. Do klizanja ne bi došlo zbog mirnog opterećenja, već je rad praznih kofica prouzrokovao potrese, koji su stvarale dodatne dinamičke sile, i tako smanjilo faktor sigurnosti ispod 1.

Takođe je utvrđeno da se sa istražnim bušenjem u mreži od 200 m ne mogu utvrditi postojeće i moguće opasne zone, pa se zato

u toku eksploatacije moraju preuzeti dodatni istražni radovi:

— sve kosine treba da se periodično pregledaju i uvede evidencija o promenama, koje nastaju napredovanjem fronta otkopavanja

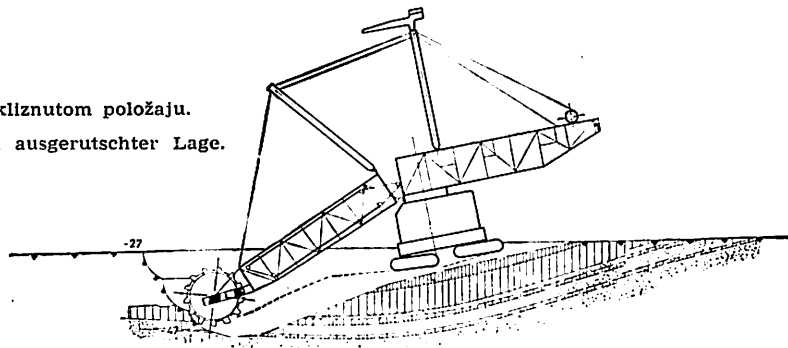
— povremeno je potrebno da se na sumnjivim mestima izrade zaseci i izvrše dopunska geomehnička ispitivanja

— potrebno je izvršiti kontrolna bušenja, da se utvrde serije slojeva, koje imaju nagib prema otvorenom otkopu i svojim karakteristikama dovode u pitanje stabilnost kosina ili, pak, zbog drugih razloga (zavodnjost, iskljivanje slojeva i sl.) predstavljaju sumnjive delove radilišta.

U jednom površinskom otkopu Demokratske Republike Nemačke došlo je pre desetak godina pri kipanju voza sa jalovinom do klizanja odlagališta. Dok je rukovalac lokomotive izvukao kompoziciju, klizajuće mase su sa sobom povukle dvodelni odlagač A2s 2240 i gurale ga oko 150 m kroz tekući pesak da bi posle nekoliko dana potonuo u muljevitim masama.

Sl. 5 — Bager glodar 262 u skliznutom položaju.

.. Abb. 5 — Schaufelradbagger in ausgerutschter Lage.



Pored objektivnih razloga, koji su doveli do totalnog loma odlagača, šteta bi se mogla izbeći da je nožica odlagališta bila propisano odvodnjena.

Jedna od najvećih havarija bagera u istoriji površinskih otkopa lignita, do koje je moglo doći, izbegnuta je, zahvaljujući sretnoj okolnosti, da se bager pri klizanju oslonio na konzolu radnog točka i time zaustavio daljnje kretanje bagera bez kontrole.

Dana 13. oktobra 1973. godine bager glodar broj 262 tipa SchRs — 4300 — 53,5 sa težinom od oko 7.300 tona, koji ima dnevni kapacitet od 100.000 m³ č. m na dan, pri radu u dubinskom rezu površinskog otkopa Fortuna našao se na vrlo nepovoljnom tlu,

crvenoj glini i ima paralelan pad sa slojevima, a dopire do izrađenog useka sa bagerom.

u rudarsko-geološkom i geomehničkom pogledu, i zajedno sa masama u kosini kliznuo prema dubinskom rezu.

Pri početku bagerovanja četvrtog reza na dubini od oko 20 m došlo je do klizanja i bager se nagnuo i zajedno sa skliznutom serijom slojeva pomerio po kliznoj površini, čiji je nagib bio oko 16°. Pri pomeranju bager se oslonio na konzolu radnog točka, što je sprečilo veću katastrofu. Usled klizanja se gornji deo bagera spustio i pomerio nadole za 1,28 m iz prednjeg kugličnog oslonca i zbog jakog propadanja prednje desne gusenice nagnuo za 6,4° u poprečnom pravcu. Usled toga se težište bagera iz sredine pomerilo na ivicu i svako daljnje pomeranje je moglo značiti prevrtanje bagera i uništenje cele mašine.

Slika 5 prikazuje bager u položaju posle klizanja i nagib slojeva u zoni klizanja. Klizna površina nastalog klizanja nalazi se u

Veličina i pravac pada slojeva u području havarije bagera uobičajene su za površinski otkop Fortuna-Garsdorf. Slojevi po pravilu padaju u pravcu jugozapada. Kako pad iznosi od 15° do maksimalno 26°, a postoji i rased, ne može se vršiti stalno otkopavanje u pravcu pada slojeva.

Odmah posle klizanja bagera izvršena su geomehnička ispitivanja radi provere momentalne stabilnosti kosina. Geomehnički uzorci iz jarkova, kao i ispitivanje uzoraka rastresitog tla, dali su sledeće vrednosti:

— zapreminska težina $\gamma = 2,00 \text{ Mp/m}^3$

- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi' = 21^\circ$
- kohezija $c' = 1,6 - 1,8 \text{ Mp/m}^2$
- minimalna vrednost kohezije $c' = 0,8 \text{ Mp/m}^2$

Za proračune stabilnosti je u kliznoj ravni usvojena kohezija sa $c' = 0$ pri zadržavanju vrednosti ugla unutrašnjeg trenja.

Za analizu stabilnosti pre klizanja usvojen je prosečan nagib klizne ravni sa $\varepsilon = 16^\circ$, a kohezija uzeta sa minimalnom vrednošću od $c' = 0,8 \text{ Mp/m}^2$.

Metoda proračuna usvojena je prema Schubertu (K. Schubert: Böschungen-Dämme, Halden, Kippen. Leipzig 1972. str. 164) i korišćena šema ispitivanja kosina bagera na pretpostavljenoj kliznoj ravni.

Najnepovoljniji presek za čvrsto tlo iznad klizne ravni i bez opterećenja bagera dao je koeficijent stabilnosti od $f = 1,1$. Pod opterećenjem bagera sa $14,6 \text{ Mp/m}^2$ stabilnost pada na $f = 0,9$, što znači da kretanjem bagera unapred, radi izrade četvrtog reza, kosina više nije stabilna.

Na osnovu havarije bagera i štete, koja je nastala zbog loma pojedinih delova konstrukcije bagera, rukovodstvo preduzeća je zaključilo, da primenu velikih bagera u dubinskom radu treba izbeći gde god je to moguće iz pogonsko-tehničkih uslova.

Pojedinosti o ovoj velikoj havariji i detalji o spasavanju bagera sa vrlo ilustrativnim fotografijama objavljeni su u časopisu »Braunkohle« broj 12 u decembru 1974. godine.

I ovaj slučaj, kao i prethodni, pokazuje da se isiražnim radovima unapred ne mogu utvrditi sve opasne zone i sve osobine tla u geološkom i geomehaničkom pogledu, te je u toku rada nužno izvršiti kontrolne istražne radove, posmatranja i uvesti evidenciju o svim promenama, koje nastaju napredovanjem rudarskih radova.

U objektivne uslove, koji prouzrokuju havarije i lomove mašina, možemo uvrstiti i vetar, koji ugrožava dugačke konzole rudarskih mašina, a u slučaju nedovoljnog osiguranja mašine, može dovesti do njenog pretrtanja i uništenja.

Tako je, na primer, kod jake oluje, i pored postavljenih klješta za osiguranje oslonca transportnog mosta u površinskom otkopu Böhlen, došlo do kretanja, i posle izvlačenja teleskopskog dela do loma na celoj dužini mosta. Most je, izuzimajući pojedine još upotrebljive delove, isečen u staro gvožđe.

Iskustvo je pokazalo, da se veliki broj ovih i sličnih lomova mašina potpuno mogu izbeći, ako se osnovne postavke geomehanike i tehnike odvodnjavanja površinskih otkopa, sa rudarskog gledišta najstrožije poštuju. Istotako, treba se u potpunosti pridržavati propisa u pogledu obezbeđenja bagera i odlagača za vreme oluja i jačih vetrova, o čemu treba da vodi računa služba zaštite, koja mora biti u vezi sa javnom meteorološkom službom.

Služba održavanja mora, takođe, voditi računa da u takvim kritičnim momentima svi uređaji sigurnosti, kao klješta za učvršćivanje, kočnice, granični prekidači, uređaji za merenje vetra i sl. budu u potpuno ispravnom stanju.

Štete usled klizanja masa u kosinama

a) Štete zbog nedovoljnog ispitivanja i usled toga nedovoljnog faktora sigurnosti.

Uglovi nagiba kosina površinskih otkopa su od velikog značaja za rentabilnu eksploataciju ležišta površinskim otkopom. Naravno, velik značaj imaju nagibi kosina kod dubokih površinskih otkopa, gde smanjenje nagiba kosina za nekoliko stepeni može smanjiti mase otkrivke za 15 do 20%.

Na stabilnost kosina površinskih otkopa, a sa tim i na veličinu ugla nagiba, utiču mnogobrojni faktori:

— **g e o l o š k i**: čvrstoća stena, cepljivost, intenzitet raspadanja, uslojenost i oslabljene ravni

— **h i d r o g e o l o š k i**: prisustvo vode pod pritiskom i vode u okolini površinskog otkopa

— **k l i m a t s k i**: uslovi temperature, osobina i količina atmosferskih padavina

— **r u d a r s k o - t e h n o l o š k i**: način miniranja, visina i uglovi nagiba kosina i širina bermi, podela na etaže, metoda i efikasnost mera na odvodnjavanju.

Zato sigurno i ekonomično rešenje stabilnosti kosina površinskog otkopa zavisi od saradnje stručnjaka iz oblasti geologije, hidrogeologije, geodezije, geomehanike i rudarstva.

Uglovi nagiba kosine naših površinskih otkopa lignita, koji se nalaze u naizmeničnim slojevima gline, peskovite gline, glinovitog peska i peska ukazuju na veliku promen-

ljivost. Glinoviti materijal buja, slojevi omekšaju i podležu plastičnoj deformaciji. S tim su najčešće povezana klizanja, koja nastaju na kosinama naših površinskih otkopa lignita.

Utvrđivanje nagiba kosina u glinovitim naslagama je naročito komplikovano. Naime, gline imaju male, promenljive vrednosti kohezije i unutrašnjeg trenja, koje zavise od veličine zrna, mineraloškog sastava tla, hemizma porne vode, zapreminske težine i veličine napona.

Zbog svega toga se stabilnost kosina mora izvršiti na bazi svestrane i temeljite analize rudarsko-geoloških uslova, koji će vladati u površinskom otkopu.

Kod ležišta sa poremećenim slojevima i komplikovanom tektonikom ne može se, samo na bazi istražnih bušenja i ispitivanja malobrojnih uzoraka, dati sigurni podaci o faktorima, koji imaju uticaj na stabilnost kosina površinskih otkopa.

O geomehničkim ispitivanjima i proučavanjima na površinskim otkopima i odlagalištima kod nas postoji predlog, koji je objavljen u »Rudarskom glasniku« br. 4/66, Beograd u kome su data potrebna uputstva i mere pri utvrđivanju faktora za proračun stabilnosti. Do donošenja naših propisa iz ove oblasti, trebalo bi poštovati predlog, koji obuhvata zadatke iz oblasti potrebnih ispitivanja za podatke, koji treba da daju sigurne faktore za proračun stabilnosti.

Dosadašnja iskustva pokazuju da često sami, pa i mnogobrojni, podaci iz bušotina i ispitivanja jezgra i uzoraka iz jama ne daju sigurne faktore za proračun u delovima površinskog otkopa koji je sklon klizanju.

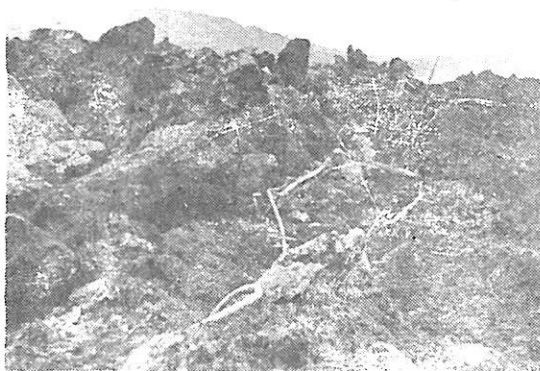
Zato se u pogledu unapređenja sigurnosti i sprečavanja klizanja na površinskim otkopima prvenstveno postavljaju sledeći geološko-geomehničko-geodetski zadaci:

- osmatranje promena na kosinama površinskih otkopa
- uočavanje i snimanje tektonskih poremećaja i drugih oslabljenih ravni
- praćenje promena raspadanja usled klimatskih prilika
- izrada etažnih karata i geoloških profila sa svim podacima važnim za proračun stabilnosti kosina
- evidencija svih rudarsko-geoloških saznanja, do kojih se došlo pri korekciji pro-

jekata, izvođenju rekonstrukcija ili pri daljim istražnim radovima.

Zbog nedovoljne gustine istražnih radova geomehničkih ispitivanja u ležištima sa heterogenim sastavom tla dolazilo je ranije i na našim površinskim otkopima do klizanja masa.

Jedno od većih klizišta, zbog nedovoljnog poznavanja svih faktora koji utiču na stabilnost etaža otkopa, bilo je i klizište u polju B Kolubarskog basena lignita, čiji je detalj prikazan na slici 6.



Sl. 6 — Klizište na površinskom otkopu polja B Kolubarskog basena lignita.

Abb. 6 — Rutschung im Tagebau Feld B des Braunkohlenbassins von Kolubara.

Zbog nepovoljnog uticaja površinskih voda, nastalih naglim topljenjem snežnog pokrivača, u delu površinskog otkopa polja B Kolubarskih rudnika lignita, gde je tlo bilo vrlo heterogenog sastava, došlo je u noći između 24. i 25. januara 1969. godine do naglog pokretanja masa jalovine i uglja. Klizište je zahvatilo centralni deo površinskog otkopa, između kote 130 i 176 m, na površini od oko 80 hiljada m² i pokrenulo mase od preko milion m³.

Usled pokreta masa potpuno su uništene sve etaže i celokupna proizvodnja otkrivke i uglja je bila obustavljena za duže vreme.

Ispitivanja, izvršena posle klizanja, pokazala su da istražni radovi vršeni pre godinu dana, u cilju proračuna stabilnosti, zbog većeg rastojanja bušotina nisu mogli konstatovati u punoj meri heterogenost sastava tla. Izvedene bušotine na klizištu u februaru

1969. godine, ali na znatno kraćem rastojanju nego ranije, dale su, zajedno sa detaljnim snimanjem terena, pravu sliku o heterogenosti sastava tla.

Na osnovu ovih radova utvrđeno je da su naslage u području klizišta izgrađene od kvartarne smeđe gline visoke plastičnosti, zatim šljunka i šljunkovite gline, te sivožute, sivozelene i sive gline visoke plastičnosti. Pored toga, bile su zastupljene i peskovite gline, infuzorijska (dijatomejska) zemlja i ugljevite gline.

Pored vrlo nepravilne zastupljenosti sivozelenih glina sa proslojcima i sočivima peska, iste gline su delom ispucale sa glatkim površinama duž pukotina.

Ovako velika heterogenost u sastavu tla, tektonska ispuicalost i prisustvo vode doveli su do pokretanja masa u kosinama etaža, čiji je generalni nagib pre klizanja bio između 14° i 18° .

Proračun stabilnosti na bazi rezultata ispitivanja posle klizanja utvrdio je da su kosine sigurne samo pod uglom nagiba od 11° i manje.

Ovaj naš primer, koji za sreću nije imao velikih šteta zbog lomova, oštećenja i gubitaka mašina, ali je vrlo negativno uticao na izvršenje planirane proizvodnje uglja i na taj način izazvao veliku indirektnu štetu po ceo kolektiv i društvenu zajednicu, potvrđuje samo da su izdaci na istraživanje uvek znatno manji od posledica, koje se mogu javiti zbog nedovoljne istraženosti.

b) Štete zbog izmene parametara stabilnosti usled dugog stajanja kosina i uticaja atmosferskih i podzemnih voda.

Osim napred tretiranog problema nedovoljne istraženosti faktora koji utiču na aktivne kosine površinskog otkopa, kod proračuna stabilnosti završnih kosina, pored ovoga, najznačajniji uticaj ima intenzitet raspadanja tla u kosinama.

Do promene tla i geomehaničkih karakteristika vezanih za ovo dolazi kod završnih kosina prvenstveno zbog naizmeničnih slojeva gline, peskovite gline i peska. Od najvećeg značaja za stabilnost završnih kosina je stepen odvodnosti područja završnih kosina, odnosno samog površinskog otkopa, jer heterogenost sastava tla i naizmeničnost vodopropusnih, slabovodopropusnih i nepropusnih slojeva u znatnoj meri menja osnovne geomehaničke karakteristike kroz duži period vremena.

Obrušavanje kosina, stvaranje pukotina usled uticaja atmosferilija i potresi koji nastaju usled blizine aktivnih radilišta postepeno pogoršavaju veličine bitne za proračun stabilnosti kosina površinskog otkopa. Promene se u prvom redu javljaju kod glinovitih slojeva, gde se stvaraju pukotine, kohezija ruši i zapreminska težina menja.

Usled svih tih promena, faktor stabilnosti na osnovu kojeg je izvršen proračun, i koji obično u početku iznosi 1,3, postepeno opada i približava se granici sigurnosti. Stanje stabilnosti postaje labilno i veći spoljni faktor, kao na primer pojačan priliv atmosferskih voda ili dinamički potresi ga snizuju ispod jedan.

Primer za znatnu izmenu parametara stabilnosti, usled duže izloženosti uticaja atmosferskih i podzemnih voda, je klizište koje je 18. juna 1975. godine posle obilnih padavina zahvatilo severozapadnu završnu kosinu površinskog otkopa Belačevac u Kosovskom basenu lignita.

Završna kosina na delu klizišta bila je projektovana na bazi izvršenih istražnih radova i izvedena sa uglom nagiba od 18° . Posle nekoliko godina stajanja u 1969. godini pojavile su se pukotine i manje klizište, te su izvršena naknadna istraživanja i proračunom stabilnosti dobijen novi ugao od 14° kao stabilan. Završna kosina je na delu koji je bio ugrožen, kao i na ostalim delovima, ublažena i do 1971. godine novih pojava klizanja nije bilo.

U 1973. godini pojavili su se novi pokreti masa u završnoj kosini i predloženi su novi istražni radovi sa gušćom mrežom bušotina, radi utvrđivanja geološkog sastava i položaja pojedinih slojeva. Ovi istražni radovi su ukazali na heterogenost sastava tla i izmenu karakteristika tla u području završne kosine.

Proračuni stabilnosti još nisu bili izvedeni, kada je nastalo klizanje cele završne kosine na dužini od oko 800 m i pokrenute su mase od više miliona m^3 . Izgled posle klizanja prikazuje slika 7.

Ispitivanja, izvršena neposredno posle klizanja, ukazala su na prisustvo vode u celom kliznom telu, iako je ranije voda konstatovana samo u jednoj perifernoj bušotini završne kosine. Ovo, svakako, ukazuje na veliku promenu i uticaj atmosferskih voda, jer pri istraživanju nikada nije konstatovana

podzemna voda ili veza sa vodopropusnim slojevima.

Ispitivanja koja su u toku, kao i osmatranja na terenu, ukazaće na nove faktore pri proračunu stabilnosti i već se sada može tvrditi, da će se završne kosine morati oblikovati sa uglom nagiba kosina ne većim od 9° do 11° .

nje problema uticaja svih klimatskih faktora, atmosferskih padavina i podzemnih voda na sve kosine otkopa i odlagališta, koje su oformljene i ostaju duže vremena neaktivne (na primer, do formiranja novih etaža odlagališta, novog otvaranja susednih otkopnih polja i sl.).

Sl. 7 — Klizište završne kosine površinskog otkopa Belačevac Kosovskog basena lignita.

Abb. 7 — Rutschung der Endböschung des Tagebaubetriebs Belačevac im Braunkohlenbassin von Kosovo.



Može se konstatovati, da je u toku nepune dve decenije ugao završne kosine od 18° reduciran na oko 10° , što predstavlja znatan problem u radu površinskog otkopa zbog rekonstrukcija radnih etaža i transportnih puteva vezanih za ublažavanje završnih kosina.

Šteta nastala zbog ovih radova i, pre svega, pitanje sigurnosti rada na površinskom otkopu nameće ubuduće detaljnije izučava-

Sigurno je, da će istraživanja u tom pravcu biti znatno jeftinija nego troškovi sanacija klizišta nastalih, zbog nama nepoznatih faktora stabilnosti, koji su karakteristični, u prvom redu, kod svih naših površinskih otkopa lignita i zahtevaju odgovor radi sigurnijeg rada kod budućih većih površinskih otkopa u Kolubarskom i Kosovskom lignitskom basenu.

ZUSAMMENFASSUNG

Wissenschaftlicher Rückblick auf die Arbeitssicherheit und Verhinderung der Störungsentstehung in Tagebaubetrieben

Dr. Ing. J. Kun*)

Die mit der Massenförderung der Braunkohle in Jugoslawien verbundene möglichst intensive Einführung der Mechanisierung in den Braunkohlenbetrieben stellt neue Aufgaben, die durch Förderung der Arbeitssicherheit durch Nutzung der bisherigen Kenntnisse und der neuesten Errungenschaften der Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Tagebaugewinnung gelöst werden müssen. Diese Massnahmen müssen speziell zwecks Beseitigung von Störungen und Maschinenbrüchen wegen ungenügender Anpassung der technischen Charakteristiken dem Arbeitsbereich und wegen ungenügendem Kennen des

*) Dr. ing. Janoš Kun, saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu — Beograd.

Arbeitsbereichs vorgenommen werden. Ausserdem müssen Schäden infolge Erdmassen-Rutschungen in den Böschungen wegen ungenügender Bodenuntersuchung, auch wegen ungenügendem Sicherheitsfaktor sowie wegen Veränderung der Standfestigkeitskennziffern nach langem Stehen von Böschungen und durch Einfluss von Oberflächen- und Grundwasser, unterbunden werden.

Literatura

- Matschak, H., 1963: Besonders rutschgefährliche, glaciale und glacigen beanspruchte Tonarten im Braunkohlendeckgebirge. — *Bergbautechnik* 13 (1963) 4, str. 172—180.
- Ulbrich, G., Köbbel W., 1963: Rutschung in der Baggerböschung eines Eimerkettenbaggers Typ D 1120 im Tagebau Kleinleipisch des Kombinates Lauchhammer. — *Bergbautechnik* 13 (1963) 4, str. 180—185.
- Strzodka K., 1954: Erschütterungsmessungen in Tagebauen. — *Freiberger Forschungshefte A* 31, Berlin.
- Bahr, J., 1970: Instandhaltung dargestellt an Beispielen des Bergbaus, Leipzig.
- Köhne, G., 1974: Sicherung und Bergung des Schaufelradbaggers 262 nach dem Abrutschen am 13. 10. 1973. im Tagebau Fortuna. — *Braunkohle* 12 (26) decembar 1974, str. 384—401.
- Fisenko, G. L., 1966: Begründung der Neigungswinkel von Böschungen tiefer Tagebaue. — *Freiberger Forschungshefte A* 404, Leipzig.
- Kun, J., 1968: Dimenzionisanje etažne ravni radi obezbeđenja sigurnog platoa za rad i kretanje opreme na površinskim otkopima. — *Sigurnost u rudnicima III* (1968) sveska 4.
- Najdanović, N., Kun, J., Obradović, R., 1966: Geomehanička ispitivanja i proučavanja na površinskim otkopima i odlagalištima. — *Rudarski glasnik* br. 4/66.
- Kun, J., 1969: Projekat sanacije klizišta na površinskom otkopu polja B Rudarskog basena Kolubara. — *Rudarski institut, Beograd*.

Mogućnosti nastajanja eksplozija pri korišćenju podzemnih voda sa područja Bečeja

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Natalija Pavlović

Gasovi rastvoreni u podzemnoj vodi u pojedinim industrijskim i rudarskim područjima, a kojom se snabdevaju vodovodi predstavljaju stalnu opasnost od eksplozije izdvojenog metana, odnosno davljenja izdvojenim ugljen-dioksidom ili trovanja sumporvodoničkom.

Uvod

Pri korišćenju podzemnih voda sa područja Bečeja događale su se eksplozije različitog intenziteta.

Najčešće je intenzitet ovih eksplozija bio minimalan, mada je bilo i eksplozija jačeg intenziteta, pa i sa nepoželjnim posledicama.

Ispitivanjem voda nekih industrijskih pogona gradskog vodovoda u Bečeju konstatovano je da su vode ovog bazena gasonosne (metanonosne) te njihova primena nije bezopasna, čak i kada je znatan deo metana izdvojen provođenjem vode kroz bazene izrađene za tu svrhu.

Uspostavljanje ravnoteže u sistemu gas-voda

Kada podzemne vode oplakuju gasne akumulacije dolazi do rastvaranja gasova u vodi ili do njihovog izdvajanja iz vode.

Do rastvaranja gasova u vodi dolazi kada u vodi koja oplakuje gasnu akumulaciju nema rastvorenog gasa ili je njegov sadržaj manji od ravnotežnog stanja za sistem gasna akumulacija-voda.

Nasuprot ovome, gas se izdvaja iz vode kada je njegov sadržaj u vodi veći od ravnotežnog stanja za pomenuti sistem.

Pored sadržaja gasova u gasnoj akumulaciji, odnosno u vodi, na uspostavljanje ravnotežnog stanja utiču i vreme kontakta sa gasnom akumulacijom, temperatura i pritisak koji vladaju u sloju, kao i količina soli u vodi.

Rastvaranje gasova u vodi

Sadržaj gasa rastvorenog u vodi saglasan je, pri konstantnoj temperaturi, Henrijevom zakonu koji glasi:

$$Q = \alpha \cdot p$$

gde je:

Q — sadržaj gasa rastvorenog u vodi pri ravnotežnom stanju

α — koeficijent rastvorljivosti (odnos jedinica gasa koji se rastvara u jedinici zapremine vode)

p — pritisak gasa

Po ovom zakonu, rastvorljivost gasova zavisi od koeficijenta rastvorljivosti i pritiska gasa.

Koeficijenti rastvorljivosti mogu se znatno razlikovati među sobom. Koeficijenti rastvorljivosti gasova koji se mogu naći u vodi, pri pritisku od $p = 1$ atm i različitim temperaturama nalaze se u tablici 1.

Tablica 1

Gas	Temperatura °C				
	0	20	40	60	80
CH ₄	0,0556	0,0331	0,0237	0,0195	0,0177
C ₂ H ₆	0,0987	0,0472	0,0292	0,0218	0,0183
C ₃ H ₈		0,036	—	—	—
n-C ₄ H ₁₀	0,0315	0,0206	—	—	—
N ₂	0,0235	0,0154	0,0118	0,0102	0,0096
O ₂	0,0489	0,0310	0,0231	0,0195	0,0176
CO ₂	1,713	0,878	0,530	0,359	—
H ₂	0,0215	0,0182	0,0164	0,0160	0,0160
H ₂ S	2,67	2,58	1,66	1,19	0,92
He	0,0099	0,00927	0,00885	—	—
A	0,0509	0,0351	0,0241	—	—

Podaci tablice ukazuju da koeficijenti rastvorljivosti ugljovodonika nisu veliki i da su bliski jedni drugima — izvestan izuzetak čini etan; da su koeficijenti rastvorljivosti azota, vodonika i helijuma manji od prethodnih i da ugljendioksid i vodonik-sulfid poseduju izrazito velike koeficijente rastvorljivosti.

Usled ovakvih vrednosti koeficijenata rastvorljivosti, shodno Daltonovom zakonu po kome se pri rastvaranju smeše gasova svaka komponenta rastvara proporcionalno svom parcijalnom pritisku u smeši i koeficijentu rastvorljivosti, gas rastvoren u vodi može biti gotovo jednak gasu gasne akumulacije ili vrlo različit od ovoga. Tako, ako se gas gasne akumulacije sastoji od ugljovodonika C₁ do C₄, gas rastvoren u vodi praktično se ne razlikuje od gasa gasne akumulacije. Jedino u rastvorenom gasu može biti nešto veći sadržaj etana. Naprotiv, ako se u gasu gasne akumulacije pored ugljovodonika i azota nalazi samo 1 odsto ugljendioksida u gasu rastvorenom u vodi sadržaj ugljendioksida može dostizati vrednost od oko 20 odsto, dok je učešće drugih komponenata umanjeno. Prema tome, rastvoreni gas može da se razlikuje od gasne akumulacije sa kojom se nalazi u kontaktu. On je obogaćen onim komponentama koje imaju veći koeficijent rastvorljivosti. Ovako veliko učešće ugljendioksida u gasu rastvorenom u vodi objašnjava se ne samo njegovim faktorom rastvorljivosti, već i njegovom hemijskom reakcijom sa vodom i stvaranjem ugljene kiseline.

Rastvaranje gasova u vodi vrši se sve dok se između slobodnih i rastvorenih gasova ne

uspostavi ravnotežno stanje, tj. dok se ne izjednače brzine rastvaranja gasova u vodi i brzine njihovog izdvajanja iz vode. Tek tada je sadržaj komponente u rastvoru proporcionalan sadržaju iste komponente u gasnoj fazi smeše i njegovom koeficijentu rastvorljivosti.

Vreme potrebno da nastupi ravnotežno stanje zavisi od intenziteta razmene gasova. Ukoliko se ovi procesi brže odigravaju utoliko brže nastupa ravnotežno stanje.

Pored intenziteta razmene gasova za uspostavljanje ravnotežnog stanja veoma je važno i vreme kontakta vode sa gasnom akumulacijom. Tako, ako je za postojeći intenzitet razmene gasova vreme kontakta vode sa gasnom akumulacijom nedovoljno ne dolazi do uspostavljanja ravnotežnog stanja.

Ove jednostavne zakonitosti održavaju se samo pri malim pritiscima. U slojnim uslovima sa pritiscima od 20—30 i više atmosfere, nastaju znatna odstupanja.

Pored pritiska, kako je već rečeno, na rastvorljivost gasova u podzemnim vodama utiču temperatura sloja (vode i gasne akumulacije) i količina soli u vodi. Sa povećanjem njihove vrednosti umanjuje se rastvorljivost gasova u vodi.

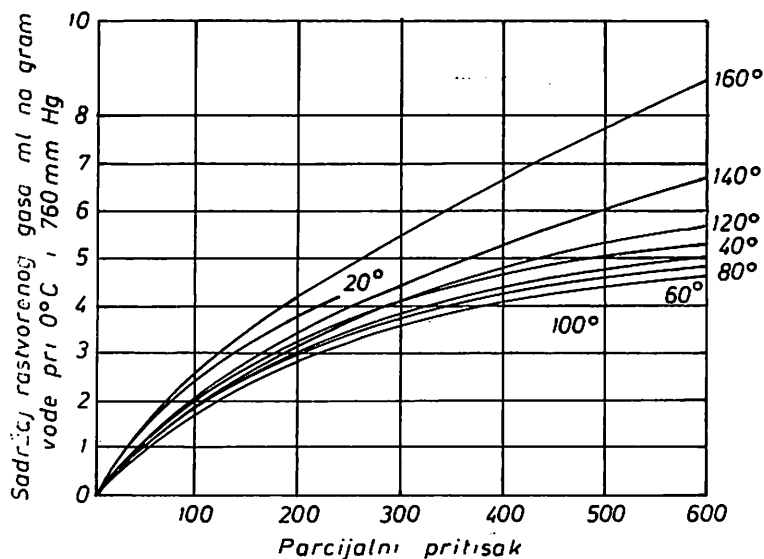
Uticao temperature na rastvorljivost nije isti kod svih gasova, pa se može desiti da pri znatnom povišenju temperatura (80°—100° C i veće) rastvorljivost gasova počinje da raste.

Tako, pri visokim pritiscima, sa porastom temperature raste i rastvaranje vodonika u vodi. Pri malim pritiscima njegova rastvorljivost ostaje konstantna u intervalu od 40—100°C. A kako se iz dijagrama slike 1 vidi

i kod metana se uočava izvesna nepravilnost, iako metan predstavlja gas koji se relativno dobro pokorova gasnim zakonima. Tako rastvorljivost metana raste sa povećanjem pritiska po zakonu Henrija — ravnomernom pravolinijskom zakonitošću — sve do temperature od 30—40°C i pritiska od nekoliko desetina atmosfera. Iznad ovih vrednosti rastvorljivost metana i dalje raste, ali ne više po pravolinijskoj zakonitosti. Isto tako se zapaža, da sa povećanjem temperature do 80°C rastvorljivost metana u vodi opada, a iznad nje raste za istu vrednost pritiska.

Podaci tablice pokazuju na relativno znatno smanjenje gasova rastvorenih u vodi koja u sebi sadrži soli u odnosu na sadržaj gasova u čistoj vodi.

Gornja saznanja o rastvaranju gasova u podzemnim vodama čine osnovu za određivanje pritiska i sastava gasa gasne akumulacije koja se nalazi u termodinamičkoj ravnoteži sa ivičnom vodom za koju je poznat sadržaj rastvorenih gasova. Ukoliko se ivična voda nalazi u kontaktu sa naftnim ležištem može se po sadržaju gasa u ivičnoj vodi izračunati sadržaj gasa u nafti. I suprotno po



Sl. 1 — Zavisnost rastvorljivosti metana u vodi od pritiska pri različitim temperaturama.

Fig. 1 — Dependence of methane solubility in water of pressure at various temperatures.

Sadržaj metana, etana, propana i azota rastvorenih u čistoj vodi i vodi koja u sebi sadrži soli izračunat za slojne uslove — 177 atm, 60°C i 20,4 odsto hlorida natrijuma, kalijuma, kalcijuma i magnezijuma u vodi, prikazan je u tablici 2.

podacima o pritisku i sastavu gasa u gasnim akumulacijama ili po sadržaju gasa rastvorenog u nafti moguće je odrediti ravnotežni sadržaj gasa rastvorenog u ivičnoj vodi.

Rezultati istraživanja sadržaja gasnih komponenata mogu biti od koristi i pri pro-

Tablica 2

Sadržaj rastvorljivog gasa (svedeno na 0°C i 760 mm Hg)	Metan	Etan	Propan	Azot	Zbir
Na 1 g. čiste vode	0,833	0,0146	0,0029	0,0260	0,876
Na 1 g vode koja u sebi sadrži soli	0,663	0,0116	0,0023	0,0207	0,698
Na 1 ml vode koja u sebi sadrži soli	0,762	0,0133	0,0026	0,0238	0,802

učavanju hidrogeoloških i geohemijskih karakteristika naftnih i gasnih ležišta.

Izdvajanje gasova iz vode

Izdvajanje gasova iz vode je proces suprotan procesu rastvaranja gasova u vodi. Prema tome, izdvajanje gasova iz vode raste sa

- opadanjem pritiska
- porastom temperature
- povećanjem koncentracije soli rastvorenih u vodi.

Brže se izdvajaju gasovi sa većim proizvodnom rastvorljivosti, a kod smeše gasovi većeg parcijalnog pritiska.

Izdvajanje gasova rastvorenih u podzemnim vodama vrši se sve do uspostavljanja ravnotežnog stanja za sistem voda-atmosferski vazduh. Usled nagle promene pritiska izdvajanje gasova iz vode je najveće u momentu izlaska vode na spoljnu atmosferu i primetno opada sve do pritiska gasa u vodi od jedne atmosfere. Dalje izdvajanje ide veoma sporo. Potpuno izdvajanje može se izvesti samo zagrevanjem ili vakumiranjem.

Gasoviti sastojci koji se mogu naći u podzemnim vodama

Sastav gasova koji se mogu naći u vodama naftno-gasonosnih bazena dat je u tablici 3 (podaci L. M. Zorkina za severo-kaspijski bazen).

Po podacima tablice metan je gas koji u podzemnim vodama učestvuje sa znatnim procentom. Za metanom dolazi azot, dok je učestće ugljendioksida, azota i ugljvodonika mi-

nimalno. Inače, za jednu istu geološku formaciju učešće pojedinih gasova može da varira u znatnim granicama, a isto tako i sadržaj gasova u jedinici količine vode.

U literaturi se, takođe, navodi:

- da se vodonik veoma često nalazi u vodama sa sadržajem od 2 — 13 te i više procenata,
- da sadržaj gasa može biti i 2.500 ml/l vode.

Ispitivani uzorci

Ispitivanje sadržaja i sastava gasa izvršeno je u uzorcima podzemnih voda sledećih preduzeća:

- tekstilne industrije »Petar Drapšin« Bečej,
- građevinsko industrijskog preduzeća »Zidar« — Bečej (pogon teraco pločica),
- gradskog vodovoda u Bečeju,
- zemljoradničke zadruge — Bačko Petrovo selo (pogon »Kalvarija«).

Ispitivanja u građevinskom preduzeću »Zidar« i zemljoradničkoj zadrugi vršena su radi utvrđivanja količine metana u podzemnim vodama koje se koriste u ovim pogonima u cilju sagledavanja potencijalne opasnosti i eventualnih mera bezbednosti.

Ispitivanjem u tekstilnoj industriji »Petar Drapšin« i u gradskom vodovodu trebalo je proveriti i da li je metan, koji se izdvaja iz vode, mogao da bude uzrok pogibije jednog radnika u vodotornju Tekstilne industrije, odnosno havarije u kupatilu jednog stana u Bečeju pri čemu je i vlasnica stana bila povređena.

Tablica 3

	CH ₄ %	C ₂ — C ₅ %	CO ₂ (+ H ₂ S)	N ₂ + ostali %	Sadržaj gasova ml/l
Pliocen	0 — 97,6	0,01—0,1	do 18	26 — 99,4	14—969
Gornja kreda	ne	ne	0,3	99,2	109
Alb — ce- noman	79,5	0,23	0,4	19,4	315
Neokom	66 — 96	0,16—0,87	0,1 — 0,8	3,7—32,5	206—247
Gornja jura	69 — 77	0,55—4,7	0,5	14,2—20,5	309—537
Donja jura	64 — 91	0 — 6,4	0,6 — 1,3	1,1—27	318—592
Permian trijas	64,5—92,4	0 — 6,4	0,45—5,2	4,4—28,8	153—910

Za sve pogone ispitivan je sadržaj gasova u bunarskoj (podzemnoj) vodi, dok je za gradski vodovod u Bečeju ispitivan sadržaj gasova u vodovodnoj vodi.

Tehnologija pripreme vode u gradskom vodovodu u Bečeju

Gradski vodovod snabdeva se vodom iz bunara dubokog 136 m. U bunaru se nalazi ventilaciona cev preko koje se izvesna količina gasa izdvaja i pre nego ona dospe u bazene za degazaciju, te su ispitivanja vršena na bunarskoj vodi. Voda bunara preko dva bazena za degazaciju odlazi u hidrofore iz kojih se dostavlja potrošačima u gradu.

Pritisak u hidroforu kreće se od 3,5 — 6 atm. Pritisak u vodovodnoj mreži blizak je pritisku koji vlada u hidroforu.

Degazacija se vrši izdvajanjem gasova za vreme zadržavanja vode u bazenima prvenstveno usled pada pritiska od 2 atm, koliko iznosi u šahti ispred bazena, na atmosferski pritisak.

Kako pad pritiska nastaje u trenutku pristizanja vode u bazen, to je i izdvajanje gasova iz vode najveće u tom kratkom periodu vremena.

Da bi se povećao efekat degazacije, u bazenima se nalaze pregradni zidovi, na koje voda nailazi u svom toku. Turbulencija vode, koja pri tom nastaje, potiskuje mehurove gasa iz dubljih slojeva ka površini. U bazenima se vrši hlorisanje vode dodavanjem kreča.

I u ostalim ispitivanim pogonima degazacija se vrši na sličan način.

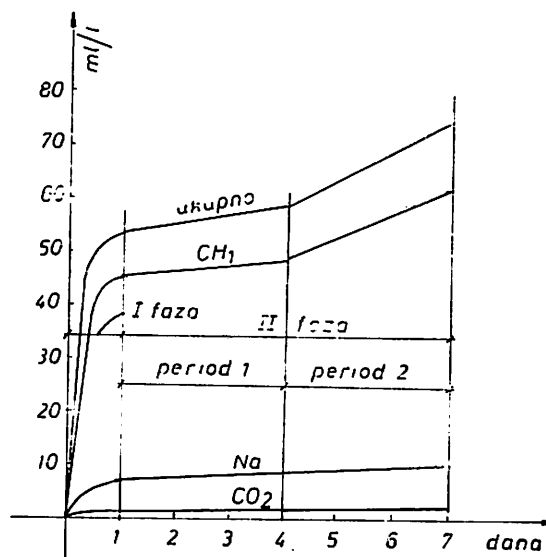
Uzimanje uzoraka

Za ispitivanje sadržaja i sastava gasa podzemnih voda, kao i vodovodne vode u Bečeju, uzorci su uzimani propuštanjem izvesne količine vode kroz posudice sa dve brušene slavine i brzim zatvaranjem slavina. Zapremina posudice iznosi 1200 ml.

S obzirom da se radi o vodi pod pritiskom, uzimanje uzoraka je vršeno na izvodima sistema za snabdevanje vodom ispitivanih pogona bunarskom, odnosno vodovodnom vodom.

Na svakom izvodu uzeta su tri uzorka i to uzastopno jedan za drugim u kratkim vremenskim intervalima.

U gradskom vodovodu u Bečeju uzorci vode uzeti su u samoj zgradi gradskog vodovoda na česmi udaljenoj 5—6 m od hidrofora. Na istoj česmi izvršeno je i merenje količine gasa koja se izdvaja u jedinici vremena pri prolasku vode kroz separator-posudicu specijalne konstrukcije-brzinom od 20 l/min. Količina gasa merena je na svakih 10 ml vode. Na 70 l vode izdvojilo se 80 mililitara gasa, odnosno 1,14 mililitara na litar vode. Izdvajanje gasa nije bilo ujednačeno što se vidi iz dijagrama na sl. 2.



Sl. 2 — Tok izdvajanja gasa iz vodovodne vode snimljen pomoću separatora.

Fig. 2 — Course of gas separation from watersupply system water recorded by a separator.

U stanu, u kome se dogodila eksplozija, takođe je uzet uzorak vode, ali u količini od 300 ml.

Uzorak je uzet pomoću separatora na česmi kojom je napajana mašina za pranje rublja u kojoj je došlo do eksplozije.

Za podešavanje pritiska i ispunjavanje separatora provedena je nekontrolisana količina vode, otprilike pet litara, nakon čega se pristupilo uzimanju uzoraka. Pri provođenju 10 litara vode za vreme od 5 minuta izdvojila se iznenađujuće velika količina od 60 mililitara gasa. Postupak je ponovljen. Provedeno je 50 litara vode za vreme od 20 minuta, a da pri tom uopšte nije došlo do izdvajanja gasova. Voda, zaostala u separa-

toru pri ponovljenom opitu, predstavlja već pomenuti uzorak.

U vreme ispitivanja stan je bio u renoviranju i voda se samo povremeno i minimalno trošila. Inače, stan se nalazio na višim spratovima jedne veće stambene zgrade.

Izdvajanje gasova u separatoru iz vodovodne vode na česmi u vodovodu, a još više u pomenutom stanu, ubedljivo je pokazalo, pre svih ispitivanja, da se izdvajanje gasova iz vode nastavlja sve vreme po izlasku vode iz bazena za degazaciju.

Postupak ispitivanja

Ispitivan je sastav i sadržaj gasova izdvojenih iz vode za:

- bunarsku vodu u dvema fazama,
- vodovodnu vodu u jednoj fazi.

Kod bunarske vode prva faza obuhvata period od 24 h — vreme od momenta uzimanja uzoraka vode do momenta ispitivanja.

Druga faza obuhvata period od tri sledeća dana, za koje vreme se gas slobodno izdvajao u laboratorijskim uslovima pri atmosferskom pritisku (u zatvorenom sistemu) i period zagrevanja do 80°C.

Za postizanje što potpunijeg izdvajanja gasova zagrevanje je vršeno dva i tri puta.

Kod vodovodne vode slobodno izdvojena količina gasa za 24 h bila je minimalna, te je ovaj period produžen za još tri dana. Izdvajanje gasova pri zagrevanju bilo je brže nego kod bunarske vode, te ponovljeno zagrevanje nije bilo potrebno. Tako je ispitivanje vodovodne vode obavljeno samo u jednoj-prvoj fazi.

Zagrevanje uzoraka vode u separatoru moglo je da se obavi samo do 40°C.

Kako je zagrevanje vršeno do 80°C, odnosno do 40°C, pretpostavlja se da se iz vode izdvojilo 97 odsto, odnosno 90 odsto od ukupne količine gasova. Zagrevanje do 100°C bilo je tehnički teže izvodljivo, a kako se radilo samo o količini od 3 odsto i 10 odsto nije se na tome ni insistiralo.

Izdvojene količine gasova pri svakom tretmanu analizirane su posebno.

Primenjeni način izdvajanja gasova iz vode pomoću zagrevanja trebalo je da imitira uslove korišćenja vode u industriji specijalno u gradskom vodovodu u Bečeju —

izdvajanje gasova u bazenima sa kasnijim zagrevanjem vode pri korišćenju.

Iz tog razloga za izdvajanje gasova iz vode nije se mogao primeniti drugi mogući, brži način—vakumiranje. Vakumiranjem se dobija samo ukupna količina gasova te je pogodnije za ispitivanje sadržaja gasova za geološke, odnosno geohemijske svrhe.

Ispitivanja sastava gasova izdvojenih iz vode vršena su na Orsat aparatu pri čemu je metan spaljivan na bakar-oksidu ili platinskoj spirali zavisno od ispitivane količine gasa. Kod ponovljenog zagrevanja ona je iznosila i dva tri milimetra.

Pored metana indicirano je i prisustvo viših ugljovodonika. Kako je zbog malog uzorka detaljnija analiza bila nemoguća ove količine su pripojene metanu.

Rezultati ispitivanja

U gasu izdvojenom iz vode konstatovane su relativno znatne količine metana, dok su azot i ugljendioksid zastupljeni u znatno manjim količinama.

Tablica 4

	CH ₄	CO ₂	N ₂	Σ
Mililitar na litar vode				
Bečej				
Tekstilna industrija				
»Petar Drapšin«	—	—	—	—
Grad. preduzeće				
»Zičar«	61,69	2,03	10,72	74,43
Gradski vodovod	62,26	2,44	9,97	74,67
Srednja vrednost	61,98	2,24	10,35	74,55
Bačko Petrovo Selo				
Zemljoradnička				
zadruga pogon				
»Kalvarija«	29,03	1,7	20,43	51,16

Gasoviti sastojci u bunarskim vodama

U tablici 4 prikazani su mililitri gasova izdvojeni iz jednog litra vode i njihova zbirna vrednost, a u tablici 5 prikazano je procentualno učešće pojedinih gasova.

Rezultati tablica pokazuju da u podzemnim vodama iznosi:

Tablica 5 Kolebanja u sastavu i sadržaju gasova

	CH ₄	CO ₂	N ₂
	%	%	%
Bečej			
Tekstilna industrija			
»Petar Drapšin«	82,30	3,13	14,57
Grad. preduzeće			
»Zidar«	82,77	2,67	14,56
Gradski vodovod	83,30	3,27	13,43
Srednja vrednost	82,79	3,02	14,19
Bačko Petrovo Selo			
Zemljoradnička			
zadruga			
pogon »Kalvarija«	56,80	3,32	39,88

1. Područje Bečeja

- sadržaj metana 61,98 ml/l vode
- sadržaj ugljendioksida 2,24, a azota 10,35 ml/l vode,
- sadržaj svih gasovitih sastojaka 74,55 ml/l vode
- učešće metana 82,88 odsto
- učešće ugljendioksida 3,02, a azota 14,16 odsto.

2. Područje Bačkog Petrovog Sela

- sadržaj metana 29,03 ml/l vode
- sadržaj ugljendioksida 1,7 ml, a azota 20,43 ml/l vode
- sadržaj svih gasovitih sastojaka 51,16 odsto
- učešće metana 56,80 odsto
- učešće ugljendioksida 3,32, a azota 39,88 odsto.

Istovremeno se uočava da je gasonosnost voda sa područja Bečeja veća od gasonosnosti sa područja Bačkog Petrovog Sela što, pre svega, potiče od različitih dubina sa kojih voda dospeva na površinu. Dubina bunara u vodovodu Bečeja iznosi 136 m, dok je dubina bunara Zemljoradničke zadruge Bačkog Petrovog Sela 96 m.

Rezultati ispitivanja ukazuju da se sadržaj gasovitih sastojaka rastvorenih u vodi, kao i njihovo procentualno učešće, nalaze u granicama literaturnih podataka.

Iz tablice se vidi da saglasnost rezultata zadovoljava, pogotovo kad se uzme u obzir delikatnost ispitivanja.

Uočena je izvesna razlika u rezultatima uzoraka uzetih uzastopno u kratkom vremenskom intervalu na jednom istom objektu. Rezultati za tri uzorka bunarske vode gradskog vodovoda u Bečeju nalaze se u tablicama 6 i 7.

Tablica 6

	CH ₄	O ₂	N ₂	Σ
	Mililitara na litar vode			
Uzorak I	71,58	2,65	11,79	86,02
Uzorak II	52,00	1,81	10,16	63,97
Uzorak III	63,19	2,87	7,98	74,04
Srednja vrednost	62,26	2,44	9,97	74,67

Tablica 7

	CH ₄	CO ₂	N ₂
	%	%	%
Uzorak I	83,21	3,08	13,71
Uzorak II	81,27	2,86	15,90
Uzorak III	85,42	3,88	10,70
Srednja vrednost	83,30	3,27	13,43

Podaci tablice ukazuju da sadržaj gasova koji voda nosi sa sobom oscilira od vrednosti od 86,02 — 74,04 ml/l vode. Gotovo u istom odnosu oscilira i svaka gasna komponenta.

Kolebanje u sastavu i sadržaju vode svakako je uslovljeno potrošnjom vode u jedinici vremena.

Ista pojava uočena je i u drugim ispitivanim vodama. U tablicama 8 i 9 dat je prikaz i za bunarsku vodu građevinskog preduzeća »Zidar«.

Tablica 8

	CH ₄	CO ₂	N ₂	Σ
	mililitara na litar vode			
Uzorak I	60,77	2,58	10,17	73,52
Uzorak II	69,44	2,33	10,31	82,08
Uzorak III	54,85	1,17	11,68	67,70
Srednja vrednost	61,69	2,03	10,72	74,43

Izgleda da uzorci vode sa većim sadržajem rastvorenih gasova imaju i veće procentualno učešće metana u gasu.

Tablica 9

	CH ₄	CO ₂	N ₂
	%	%	%
Uzorak I	82,71	3,47	13,82
Uzorak II	84,52	2,83	12,65
Uzorak III	81,07	1,72	17,21
Srednja vrednost	82,77	2,67	14,56

Gasoviti sastojci izdvojeni u prvoj i drugoj fazi

U sledećim tablicama prikazani su gasovi bunarske vode gradskog vodovoda u Bečeju izdvojeni u prvoj i drugoj fazi i to u tablici 10, sadržaj svake komponente u mililitrima na litar vode, a u tablici 11 procentualno učešće gasnih komponentata ovih dveju faza.

Tablica 10

	CH ₄	CO ₂	N ₂	Σ
	mililitara na litar vode			
I faza	45,48	1,28	6,82	53,58
II faza	16,78	1,16	3,15	21,09
Ukupno:	62,26	2,44	9,97	74,67

Tablica 11

	CH ₄	CO ₂	N ₂
	%	%	%
I faza	84,83	2,41	12,76
II faza	79,57	5,49	14,94
Ukupno:	83,30	3,27	13,43

Rezultati tablica ukazuju da se u prvoj fazi izdvojilo iz vode 73,05 odsto metana, 52,46 odsto ugljendioksida i 68,41 odsto azota računato na njihovu ukupnu količinu u vodi.

Količine izdvojenog metana i azota su u skladu sa njihovim proizvodima rastvorljivosti. Kako kod ugljendioksida to nije slučaj, pretpostavlja se da se znatan deo ugljendioksida nalazi u obliku ugljene kiseline. Potvrda ovoj pretpostavki su relativno velike količine ugljendioksida izdvojene u drugoj fazi i to pri zagrevanju što će se videti u sledećem poglavlju.

Gasoviti sastojci druge faze izdvojeni pri slobodnom izdvajanju i pri zagrevanju

Pošto su se iz vode u toku tri dana izdvojile minimalne količine gasa, zaključeno je da su za izdvajanje preostale količine gasa neophodni dopunski tretmani za što smo mi, kako je već napred rečeno, primenili zagrevanje i to prilično intenzivno.

Sadržaj gasova izdvojenih u drugoj fazi, posebno za period slobodnog izdvajanja i period zagrevanja, prikazan je u tablici 12.

Tablica 12

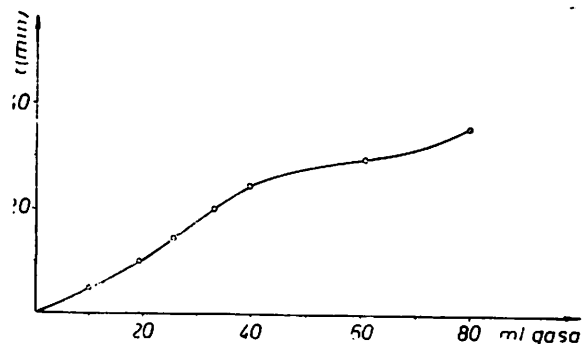
	CH ₄	CO ₂	N ₂	Σ
	mililitara na litar vode			
Period slobodnog izdvajanja	3,17	0,28	1,65	5,10
Period zagrevanja	13,61	0,83	1,50	15,99
Ukupno	16,78	1,16	3,15	21,09

Rezultati tablice 12 ukazuju da se zagrevanjem vode znatno intenziviralo izdvajanje zaostale količine gasova. Tako se izdvojilo 81,11 odsto metana, 75,86 odsto ugljendioksida i 47,62 odsto azota u odnosu na ukupnu količinu gasova izdvojenih u drugoj fazi.

Tok izdvajanja gasova iz bunarske vode

Na dijagramu sl. 3 prikazan je tok izdvajanja gasova iz bunarske vode u Bečeju:

- u prvoj fazi
- u drugoj fazi i to posebno za:



Sl. 3 — Tok izdvajanja gasova iz bunarske vode.

Fig. 3 — Course of gas separation from well water.

- period slobodnog izdvajanja gasa u vremenu od tri dana — period 1,
- period zagrevanja do 80° — period 2.

Tablica 16

	CH ₄ %	CO ₂ %	N ₂ %
Vodovodna voda	67,71	6,23	26,06
Druga faza bunarske vode	79,56	5,50	14,94

Iz rezultata tablica se uočava da je količina gasa izdvojena pri prolazu bunarske vode kroz bazene za degazaciju jednaka količini gasa izdvojenog iz bunarske vode u prvoj fazi laboratorijskog ispitivanja.

Navedena saglasnost rezultata je potvrda, da je primenjeni način ospitivanja izdvajanja gasova iz bunarske vode dao veoma dobre rezultate.

Učešće pojedinih gasnih sastojaka u vodovodnoj vodi, u odnosu na učešće istih elemenata u bunarskoj vodi — druga faza, nešto je izmenjeno što je svakako posledica različitih uslova degazacije vode.

Gasoviti sastojci izdvojeni pri slobodnom izdvajanju i pri zagrevanju

Količina gasova izdvojena iz vodovodne vode za period slobodnog izdvajanja u toku četiri dana u laboratorijskim uslovima i za period zagrevanja prikazana je u tablici 17.

Tablica 17

	CH ₄	CO ₂	N ₂	Σ
	mililitara na litar vode			
Period slobodnog izdvajanja	3,22	0,33	1,29	4,84
Period zagrevanja	11,35	0,99	3,33	16,67
Ukupno	14,57	1,32	5,62	21,51

Poređenjem rezultata tablice 17 sa rezultatima tablice 12 — gasoviti sastojci izdvojeni iz bunarske vode u drugoj fazi — zaključuje se da su gotovo identični i da ne treba očekivati da se iz bunarske vode pri prolazu kroz bazene za degazaciju može izdvojiti veća količina od nađene u vreme ispitivanja.

Za izdvajanje gasova iz vodovodne vode bilo je dovoljno jedno zagrevanje, što je svakako posledica povećane koncentracije soli u vodi usled njenog hlorisanja.

Gasovi perioda slobodnog izdvajanja govore:

— da se gasovi izdvajaju iz vode u vodovodnoj mreži na mestima nižeg pritiska,

— da na ovim mestima može doći do nakupljanja znatnih količina gasova i povremenih oslobađanja što, u slučaju prisustva varnice ili jače zagrejane površine i dovoljne količine kiseonika iz vazduha, može dovesti do eksplozije metana,

— da je ovako nakupljena količina gasova svakako prouzrokovala eksploziju mašine za pranje rublja.

Gasoviti sastojci u uzorku vode iz stana u kome se dogodila eksplozija

U tablici 18 prikazani su gasoviti sastojci za uzorak vode uzet pomoću separatora na česmi kojom je napajana mašina za pranje rublja. Ispitivani gasovi su izdvojeni iz vode slobodnim izdvajanjem u roku od 4 dana i zagrevanjem do 40°C.

Tablica 18

	CH ₄	CO ₂	N ₂	Σ
Mililitara na litar vode	20,57	4,34	1,39	26,3
Procentualno učešće	78,21	16,50	5,29	100,00

Sadržaj gasova je viši nego u uzorcima sa česme u gradskom vodovodu, dok je procentualni sastav samo nešto izmenjen, pre svega usled pojačanog izdvajanja ugljendioksida. Sadržaj gasova bi bio i veći, da je bilo izvodljivo zagrevanje do 80°C.

Rezultati tablice navode na pomisao da bi sadržaj gasa u vodi, kada se u separatoru od samo 10 litara izdvojilo 60 ml gasa, morao biti znatno veći od sadržaja u ispitivanom uzorku. Da bismo opravdali ovu pretpostavku, podsetimo se da se u separatoru, pri uzimanju ispitivanog uzorka, nije izdvojilo ništa gasa.

Rezultati ove tablice, a još više 60 ml gasa izdvojenih u separatoru iz 10 litara vode, govore da je eksploziju mašine za pranje rublja mogao izazvati metan izdvojen iz dovodne vode.

Napominjemo još i:

— da je voda u prvim momentima mogla imati rastvorenog gasa više nego što je konstatovano kao prosečna vrednost sadržaja

gasa u vodovodnoj vodi — pojava uočena u gradskom vodovodu i u bunarskoj i vodovodnoj vodi,

— da je voda mogla poneti sa sobom gas slobodno izdvojen u vodovodnoj mreži, što nam se čini da je bio slučaj u vreme uzimanja neispitanog uzorka vode na mestu nesreće,

— da pad pritiska od najmanje 3,5 atm, koliko vlada u vodovodnoj mreži, na atmosferski pritisak znatno utiče na izdvajanje gasova iz vode — neka vrsta vakumiranja,

— da su uslovi za izdvajanje gasova iz vode u mašini za pranje rublja veoma povoljni — zagrevanje do 90°C, intenzivno pokretanje vode, povećanje količine soli dodatkom deterdženata.

Zaključak

Sadržaj gasova rastvorenih u ispitivanim vodama sa dubine od 136 m kreće se oko vrednosti od 74,55 ml/l vode. Gas sadrži 83,30% metana, odnosno 61,98 ml/l dok preostalu količinu čine azot i ugljendioksid. Vode sa manjih dubina imaju nešto manji sadržaj gasova.

Izdvajanje gasova iz podzemnih voda najveće je u momentu izlaska vode na atmosferski pritisak — oko 60% od ukupne količine gasova rastvorenih u vodi.

Izdvajanje zaostale količine gasova dešava se za sve vreme kretanja vode — u bazenima za degazaciju, u razvodnoj mreži, a naročito na mestima potrošnje.

Količine koje se izdvajaju u pojedinim tokovima nisu konstantne već zavise, pre svega, od vremena zadržavanja i termodinamičkih uslova.

Tako se u bazenima za degazaciju izdvoji oko 71% gasova. Veći deo preostale količine gasova, oko 29%, izdvaja se na mestima potrošnje, a manji u razvodnoj mreži.

Na pojačano izdvajanje gasova na mestima potrošnje može uticati zagrevanje, mešanje vode, kao i dodavanje soli. Na ovim mestima nije isključena mogućnost nakupljanja metana i nastajanja eksplozije.

Za otklanjanje ove mogućnosti pored bazena za degazaciju treba primeniti postupke koji će obezbediti izdvajanje gasova iz podzemnih voda sve do količine koja neće moći dovesti do eksplozije metana. Stepem izdvajanja gasova iz vode zavisi od svrhe korišćenja vode, te se mora proučiti za svaki konkretan slučaj.

SUMMARY

Possibility of Explosions During the Use of Underground Waters in the Bečej Area

N. Pavlović, tehn. eng.*)

Periodic explosions occurring during the use of underground waters in the Bečej area motivated investigations of gas content in the waters.

Investigations indicated that the gases are mostly composed of methane, and that the waters, after passing through degasation tanks, contain methane in quantities sufficient to cause explosions under specific conditions.

Literatura

1. Sokolov, V. A., Grigorev, B. A., 1962: Metodika i rezultaty gasovyh geohemičeskikh neftegazopoyoskovykh rabot, Moskva.
2. Namjot, A. Ju., 1958: Fazovye ravnovesija v sistemah plastovaja voda — prirodnyj gas. — Gasovaja promyšlenost'.
3. Sokolov, V. A., 1971: Geohimija prirodnyh gasov. — »Nedra«, Moskva.
4. Izveštaji Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta, Beograd, 1971—1972. god.

*) Dipl. ing. Natalija Pavlović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehn. zaštitu u Rudarskom institutu — Beograd

Metode određivanja slobodnog SiO_2 u udišljivoj lebdećoj prašini pomoću infrared spektroskopije i rendgenografije

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Marija Ivanović

Članak tretira savremene metode određivanja slobodnog SiO_2 u lebdećoj prašini, a istovremeno predstavlja ranije stečeno teoretsko znanje i praktično iskustvo na specijalizaciji u institutima za rudničku prašinu (Bochum i Essen) i industrijsku prašinu (Bonn) gde je autor proveo određeno vreme.

Pored utvrđivanja koncentracije prašine koja se udiše, sa radno-higijenskog aspekta veoma je važno upoznati mineralni sastav udišljive lebdeće prašine.

Utvrđivanje mineralnog sastava može se vršiti pomoću polarizacionog mikroskopa, metodom imerzije boja u graničnom tamnom polju ili fazno-kontrastne mikroskopije.

Mikroskopske metode analize zahtevaju vrlo male količine prašine za preparat, a ograničene su, u najboljem slučaju, na čestice veličine do 1 mikrona i nešto manje. Kvantitativna analiza zahteva mnogo vremena zbog brojanja čestica, a rezultati su skloni jakom rasipanju. Ali, za jedan orijentacioni pregled o sastavnim delovima prašine i o veličini čestica mikroskopska metoda je, ipak, vrlo vredna i korisna.

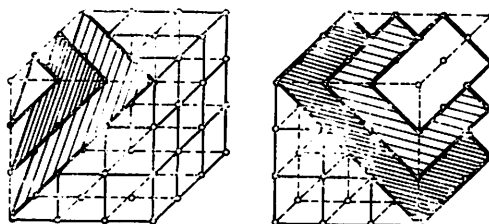
Hemijske metode za utvrđivanje kvarca sa malim količinama uzoraka ne mogu se primenjivati sa dovoljnom tačnošću. Nastojanja da se razvije jedna rutinska metoda diferencijalne termoanalize za ugljene i mineralne prašine, takođe su ostala bez rezultata zbog čega su preostale jedino rendgenska i infrared spektroskopska metoda za koje postoje razvijene pogodne mogućnosti za primenu. Rendgenografska metoda ima za sada to preimućstvo, što se pomoću automat-

ske regulacije bolje prilagođava rutinskoj praksi. Ultraspektroskopska metoda može se primenjivati i u slučajevima kada se raspolaze vrlo malim količinama uzorka (0,5 — 1 mg).

Iskustvo je pokazalo da obe metode dolaze do istih rezultata te se ove mogu zamenjivati.

Osnovne rentgenografske metode

Svaka materija izgrađena je od atoma. U kristalima su atomi raspoređeni prema utvrđenim zakonitostima i stvaraju jednu trodimenzionalnu kristalnu rešetku.



Sl. 1 — Kristalna rešetka.

Fig. 1 — Crystal lattice.

U ovakvim kristalnim rešetkama atomi su raspoređeni po određenim ravnima, kako je prikazano na slici 1 sa dva jednostavna primera. Ove ravni gusto posednute atomima nazivaju se »mrežne ravni«. Rastojanje između istovrsnih mrežnih ravni je tzv. »rastojanje između istovrsnih mrežnih ravni«.

Ako se jedan kristal zrači rendgenskim zracima, onda (u čauri za elektrone) rendgenski zraci izazovu klaćenje (treperenje) elektrona atoma. Elektroni u tom slučaju šalju rendgenske zrake u svim pravcima prostora, što znači da se rasipaju. S obzirom da atomi na svojim putanjama za elektrone imaju svoj regularan raspored i isti red veličine kao talasne dužine rendgenskih zrakova dolazi do pojava savijanja. Rendgenski zraci, rasuti po atomima superponiraju se, a u određenim pravcima nastaju maksimalna savijanja. Ove maksimalne vrednosti savijenog zračenja zovu se »interference«. Položaj i intenzitet interferenci zavisi od položaja atoma u kristalnoj mreži minerala i od talasne dužine rendgenskog zračenja. Za prašinate probe, u kojima mali kristali primaju sve moguće orijentacije u prostoru, može se za izračunavanje ugla između primarnog zračenja koji pada na probu i savijenog zračenja koji izlazi iz probe primeniti jednačina po Draggy koja glasi:

$$n \times \lambda = 2d \sin \phi$$

pri čemu je:

- n — red veličine savijanja
- λ — talasna dužina rendgenskog zračenja
- d — rastojanje mrežnih ravni
- 2ϕ — ugao između primarnog i savijenog zračenja.

Ova metoda omogućuje da se difrakcijom monohromatskih rendgenskih zrakova registruju na dijagramu ili pomoću cevi za brojanje interference na mrežnim ravnima kristala. Broj i intenzitet refleksa pri tome zavisi od faktora strukture i učestalosti površine, a time i od karakteristika simetrije kristala.

To omogućuje da se minerali viših klasa simetričnosti, kao što su teseralni, tetragonalni kristalni sistemi mogu na jednostavan način analizirati. Preimućstvo rendgenske metode je u tome, što se njenom primenom omogućuje vršenje strukturnih analiza, a time razlikovanje polimorfni supstanci (što nije slučaj kod hemijske metode), dok se, npr., sa

fosfornom metodom ne može utvrditi razlika između raznih modifikacija slobodnog SiO_2 — kvarc, tridimit i kristobalit. Sem toga, veličine kvarcnih čestica ispod 5μ , lakše se rastvaraju u fosfornoj kiselini manje koncentracije, zbog čega može doći do značajnih odstupanja ispitivane koncentracije kvarcne udišljive prašine. Međutim, rendgenska metoda obuhvata čak i čestice prašine od 0,2 mikrona.

Kada se epidemiološki ispituju prašine, kao što je slučaj sa istraživanjima silikoze, poznavanje mineralnog sastava prašine, koja može dopreti u alveole pluća čoveka, ima izuzetan značaj.

Ekvivalentni prečnik ovih čestica, koje se mogu udisati, leži negde oko 5 mikrona.

Postupak kod jedne mineralne analize prašine razvijen od strane Breukmann-a, Institut za istraživanje silikoze rudarske profesionalne zajednice u Bochum-u, je sledeći:

Posle uzimanja uzorka respirabilne prašine pomoću aparata PMG II ili drugim aparatima, bilo na rastvorljivim filtrima, mikrosorban, AF-PC ili membranskim filtrima uklanja se prašina sa filtra, odnosno iz tečnosti, gde je prikupljena. Kod ugljeva se prethodno vrši sagorevanje.

Skinuta supstanca sa filtra prvo se dobro izmeša, a onda propušta kroz membranski filter prečnika 30 mm i usisava pomoću aparata za depresionu filtraciju. Isti je, postupak za izradu preparata za baždarenje. Kao podloga za cedila pogodna su ploče od keramičkog materijala, koji povoljno utiče na ravnomerno izdvajanje po celoj površini filtra.

Za sprovođenje kvantitativne analize filter se prvo zajedno sa uzorkom pričvršćuje na blendu radi određivanja koeficijenta slabljenja mase. Filter sa uzorkom se naknadno lepi na objektno staklo ili plastiku pomoću sredstva za lepljenje. Preparat se stavlja u jedan okvir koji služi za smeštaj i voskom tako učvrsti da preparat i površina okvira čine jednu ravan, tako da nema mogućnosti za ugaono pomeranje.

Količina supstance za pojedine probe iznosi 15—25 mg, što predstavlja jednu uopštenu granicu za maksimalni intenzitet. Međutim, analize se mogu vršiti i sa manjom količinom supstance, ukoliko su interference linija koje treba izvršiti merljive, a što za-

visi od visine apsorpcije komponenti i od procentualnog sadržaja komponenti u probi.

Kvantitativno određivanje analize vrši se po obrascu:

$$X_M^{\%} = \frac{J_x}{J_o} \cdot \frac{\mu_x}{\mu_o} \cdot \frac{100}{1 - e^{-\mu_x \cdot g \cdot T \cdot W_{et}}}$$

gde je:

$X_M^{\%}$ — težinski procenat traženog minerala,

J_x — intenzitet traženog minerala u probi,

J_o — intenzitet čistog minerala,

μ_x — koeficijent apsorpcije čestica u probi,

μ_o — koeficijent apsorpcije čestica minerala,

g — težina uzorka

T_{wet} — tablična težina za Q

$$T_{wet} = \frac{K}{r^2 \pi \sin \phi/2}$$

gde je:

K — konstanta

r — poluprečnik površine probe

π — 3,14

ϕ — tablična vrednost za Q

Za kvantitativnu analizu treba izmeriti intenzitet odgovarajućih interferenci čistog minerala i minerala u probi, kao i koeficijent apsorpcije čistog minerala i čestica probe. Utvrđivanje koeficijenta apsorpcije čestica μ_x vrši se prema jednačini:

$$\mu_x = \frac{-1 \pm \frac{\delta x}{\delta p} \cdot \pi - \mu_f \cdot G_f}{G_p}$$

gde je:

δx — $J_{mp} AL - Imp$ filtra sa uzorkom

δo — impulsi Al (aluminijuma)

π — 3,1415927

μ_f — 9 — za membranski filter

G_f — težina filtra (samo pod probom)

G_p — težina probe na 1 cm^2

Iz veličine apsorpcionog koeficijenta probe mogu se sagledati podaci o očekivanom sastavu materijala.

Za vreme boravka u Institutu za silikozu — Bochum, autor je izvršio analizu tri uzorka na % slob. SiO_2 , uz pomoć dr Bruckmanna. Analiza je rađena na uzorcima zdrobljene rude i pratećih stena rudnika »A« na česticama prašine manjim od 5 mikrona i na česticama prašine manjim od 50 mikrona.

Tablica 1

Naziv uzorka	Rendgenske metode	
	< 5 μ	< 50 μ
Uzorak 1	10,0%	17,0%
Uzorak 2	28,0%	15,0%
Uzorak 3	30,0%	70,0%

U tablici su prikazani dobijeni rezultati analize.

Iz dobijenih podataka jasno se može uočiti razlika u procentualnom sadržaju slobodnoga SiO_2 zavisno od granulometrijskog sastava. Ta razlika proizilazi od sposobnosti dezintegracije pojedinih minerala, a zavisi kako od tvrdoće same stene tako i od pojedinih minerala unutar odnosno u sastavu ove.

Pored određivanja kristalnog slobodnog SiO_2 metodom dr Bruckmanna (Institut za silikozu Bochum), još je jednostavnije i prihvatljivije određivanje metodom G. Hajdermansa (Institut za industrijsku prašinu — Bonn).

Po metodi Hajdermansa, kvantitativna analiza kvarca vrši se na srebrnom filteru pri interferenci kvarca $d = 1,817 \text{ \AA}$, sa malim količinama supstance, koja je sa radno-higijenskog aspekta veoma interesantna.

Hajdermans je ispitivanjima dokazao da je prenošenjem dovoljno tankih naslaga na srebrni filter, uticaj slabljenja masa na rezultat analiza toliko mali, da se može smatrati beznačajnim, odnosno da ga ne treba uzimati u obzir.

To je postigao na taj način što je srebrni filter, obložio sa 1 mg/cm^2 supstance, pri površini cedila 3,7 cm^2 , što znači da je za jednu takvu analizu potrebno oko 4 mg supstance, tj. lebdeće prašine.

Time je učinjen jako veliki napredak, jer je sakupljanje velike količine lebdeće prašine vrlo naporno.

S obzirom da kod primenjene metode rendgenskih analiza ne dolazi ni do kakvih razaranja, probe se posle rendgenskih anali-

za, mogu i dalje koristiti još i za mikro-hemijske i mikroskopske analize, kao i za analize prema veličini zrna. Probe se mogu sakupljati i kao dokumentacioni materijal.

Infrared spektroskopija

U poslednje vreme sve više nalazi primenu infrared spektroskopija za mineralne analize lebdeće prašine. Naročito je pogodna za male količine prašine, npr. 0,5 mg koje se sa uspehom mogu analizirati.

Ova metoda se zasniva na naizmeničnom dejstvu između zračenja i materije. Pri tome su »reakcioni partneri« u infracrvenom zračenju molekuli, odnosno grupe molekula, koji su pobuđeni na rotaciju uz promenu dvopolnog momenta i na unutarnja njihanja. Za ovakva kretanja potrebnu energiju dobijaju od elektromagnetnih talasa, tako da se stvaraju karakteristični apsorpcioni spektri. Infrared spektroskopija, omogućava analiziranje jako male količine supstance, i ima to primućstvo u odnosu na rendgenografsku finostrukturnu metodu, što obuhvata i neke nekarakteristične, tj. amorfne materije.

Na osnovu specifičnih apsorpcionih pojava, može se primenom infracrvene spektroskopije lako dokazati prisustvo kvarca, i to pod povoljnim uslovima, uz minimalnu količinu mineralne supstance.

Sem toga, ova metoda je pogodna da se utvrdi sadržaj kvarca koji se nalazi u udišljivoj prašini u minimalnim količinama.

Kvarc se nalazi u području talasnih dužina od $1000-400\text{ cm}^{-1}$ ili od 1—24. Kod analiza mineralnih mešavina štetno deluje superpozicija pojedinih pojaseva. Termičkim postupkom tretiranja mineralnih prašina

mogu se određeni apsorpcioni pojasevi eliminisati, čime se postupak analize pojednostavljuje. Promena apsorpcionog spektra kroz termičke disocijacije zasniva se na strukturalnim promenama zagrejanih supstanci.

Za ove promene su karakteristični karbonatski, sulfidni i hidroksidni minerali, kao i minerali gline (npr. kaolinit). Zagrevanje se vrši do 550° . Prepariranje se vrši sa kalijum bromidom (KBr) ili potasijum bromidom. Prve su male pilule. Ako je uzorak vrlo malen (od 1—1,5 mg), onda se potasijum bromid ili kalijum bromid stavlja u uzorak prašine pre spaljivanja. U slučaju kad se poseduje veći uzorak prašine, mešanje KBr u prašini vrši se posle spaljivanja, i to prema metodi dr Brückmann-a 900 mg KBr i 1,20—1,40 mg lebdeće prašine. Pošto se mešavina prethodno vakumira (oko 1 min) da iz mešavine izađe sav vazduh, pilula se presuje pod pritiskom od oko 300 kg/cm^2 .

Standard se pravi od mešavine KBr i čiste mineralne supstance, npr. 900 mg KBr i 1 mg kvarca.

Pri pravljenju standarda sve čestice čiste mineralne supstance moraju biti manje od 5μ . To se postiže metodom sejanja u Andersenovoj komori.

Kvantitativna analiza se vrši upoređivanjem intenziteta pikova čiste supstance sa odgovarajućim pikovima analizirane supstance.

Jedini nedostatak ove metode je, što za sada ne postoji način rutinskog analiziranja. Za sada se u jednom danu može analizirati 12—14 uzoraka lebdeće prašine, ne uzimajući u obzir spaljivanje uzoraka.

SUMMARY

Methods for Free SiO₂ Determination in Inhalable Fly Ash by Infrared Spectroscopy and X-Ray Graphy

M. Ivanović, geol. eng.*)

Currently it is considered that quantitative determination of quartz is most suitably achieved by X-ray graphic method. The infrared method is nearly equivalent and yields identical results, so, if required, the two may be compared. However, the advantage of X-ray method is in that the process may be automated, i. e. rapid routine analysis may be achieved.

*) Dipl. ing. Marija Ivanović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehn. zaštitu u Rudarskom institutu — Beograd.

The paper outlines the basic features of both methods, as well as the procedures of analysis, specimen preparation and quantitative amount of required substance.

According to Dr. Bruckman's method, 15 to 25 mg of the substance is necessary for analysis by membrane filters, while the Hayderman's method requires 4 mg of the substance for analysis by silver filters. Previously the other methods used for fly ash analysis were listed, now considered as out-of-date or applicable only in specific cases.

Literatura

1. Durkan, T. M., 1947: Određivanje slobodnog SiO_2 u industrijskoj prašini. *Journal of Industrial Hygiene and Toxicology*, vol. 28, № 5.
2. Bruckman, E., und Landwer, M., 1964: Istraživanja mineralnog sastava prašina koje se udišu pomoću infrared spektroskopske metode. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz*, avgust br. 8.
3. Bruckman, E., 1961: Rendgenografsko utvrđivanje minerala u lebdećoj prašini koja se udiše. »Staub« 21 Nr. 6, 1 Juni.
4. Cares, J. — Goldin, A. — Lynch, J. — Burgess, W. 1973: Određivanje kvarca u udišljivoj lebdećoj prašini granita pomoću infrared spektroskopije. *American Industrial Hygiene Association Journal*, July.
5. Gade, M. — Luft, K. 1963: Die ultrarot-spektroskopische Quarybestimmung insbesondere von Grubenstäuben. »Staub«, Nr. 7.
6. Gade, M. 1967: Quantitative Mineralbestimmung von Grubenstäuben Niederrheinische Druckerei GmbH, Dinslaken.
7. Freedman, R. — Toma, S. — Lang, W. 1974: Analiza kvarca na filtru u respirabilnoj prašini uglja pomoću infrared apsorpcije i rendgenografije. *American Industrial Hygiene Association, Journal*, juli.
8. Schllieplacke, 1963: Metode rutinskog rendgenografskog određivanja kvarca u prašinama rudnika kamenog uglja. Glückauf 99, sveska 2.
9. Heidermanns, G. 1974: Rendgenografsko određivanje sadržaja kvarca u tankim slojevima proba fine prašine. *Staub-Reinhalt, Luft* 34, Nr 7. Juli.

Reaktivnost termoregulacionog i simpato-adrenalnog sistema u vozača teških motornih vozila za vreme objektivnih uslova vožnje

(sa 3 dijagrama)

Prof. dr med. sc. Živko Stojiljković — dr biol. Stepa Stepanović

Toplotni stres, odnosno opterećenje organizma toplotom, u optimiranju sistema »čovjek — motorno vozilo — okolina« predstavlja vrlo važnu komponentu kako po svom uticaju na sposobnost upravljanja motornim vozilom, tako isto i na bezbednost u saobraćaju. Pod dejstvom toplotnog stresa nastaju fiziološke promene u smislu opterećenja organizma tj. toplotni strejn, koji se obično manifestuje porastom frekvencije srca, promenama telesne temperature, količinom izlučenog znoja, poremećajem balansa soli i vode, nastankom toplotne sinkope i drugim promenama. Ukoliko se ovakvo stanje za vreme vožnje produži, dolazi do pojave zamora i ograničenja vozačke radne sposobnosti.

Praćenje reakcije organizma vozača na toplotni strejn u odnosu na radno mesto (ergosferu kabine), zatim okolinu (intenzitet saobraćaja, pejzažnu arhitekturu, raskrsnice, kvalitet puta i sl.) i klimatsku situaciju je danas od posebnog značaja za ergonomiju u cilju dobijanja informacija o promenama u organizmu do kojih dolazi u stresnim situacijama vožnje. Pod uticajem stresa dolazi do aktivacije adaptivnih mehanizama sa ciljem da se održi homeostaza u organizmu ljudi. Značajnu ulogu u okviru ovih mehanizama imaju endokrine žlezde, koje su međusobno povezane preko neuralnog i humoralnog »feedback« mehanizma (5). Aktivacija simpato-adrenalnog sistema pod uticajem stresogenih faktora produžene vožnje, kako klimatskih i fizikalnih tako i emocionalnih, dovodi do oslobađanja kateholamina i njihovog izlučivanja u mokraći vozača. Tako, povećano izlučivanje noradrenalina je u uskoj međuzavisnosti sa fizikalnim i klimatskim stresogenim faktorima, a količina

izlučenog adrenalina je u uskoj međuzavisnosti sa psihičkom tenzijom i stepenom vozačkog iskustva (von Euler US 1954, 1959, 1966, 1967). Upravo i zbog toga, naša je namera bila, da u okviru ergonomskih istraživanja sistema »vozač—motorno vozilo—okolina« u objektivnim uslovima vožnje, određimo između ostalih i intenzitet mikro-mezoklimatskih stresogenih faktora, koji dovode do toplotnog stresa i strejna vozača preko količine izlučenih kateholamina.

Metodologija

Na osnovu sistematskih kliničkih pregleda i procene psiho-fizičke kondicije kod 30 vozača-profesionalaca u preduzeću »Tranšped« — Beograd, izdvojeno je 12 vozača — ispitnika, relativno dobrog zdravstvenog stanja i starosti od 25 do 36 godina za ergonomska ispitivanja.

Ispitivanja su vršena za vreme letnjih meseci 1974. godine u prirodnim termičkim

uslovima koji su se kretali u kabini kamiona »Hanomag-Henschel« od 26,1° — 29,7°C, pri vožnji od 35—40 km na čas, na relaciji puta » Beograd — Požarevac — Majdanpek — Zaječar — Paraćin — Beograd« (cca 600 km). Varijante ispitivanja su bile u uskoj zavisnosti od termičkih uslova spoljašnje sredine, tj. bile su vezane za izvođenje ogleđa u okviru temperaturne situacije od 26,1° C i od 29,7°C.

Mikro- i mezoklimatski faktori kako unutar kabine kamiona tako i van nje u miru i za vreme vožnje određivani su na pojedinim deonicama puta istovremeno sa telesnom temperaturom pomoću postojeće savremene aparature (Asmann-ov psihrometar, katatermometar po Hiel-u, anemometar po Taylor-u, standardnim tablicama i hronometrom — Jaquet).

Telesna temperatura vozača kamiona je merena i registrovana preko temperature kože (t_k), koja je na svakom ispitaniku posebno merena pomoću univerzalnog kontakt-termometra »Ellab« na tri tačke tela (jagodica lica, sredina grudne kosti i podlaktica) i preko otalne temperature (t_{ot}) tj. temperature membrane tympani — koja najbolje odražava temperaturu jezgra i centralnog nervnog sistema.

Određivanje količine izlučenih kateholamina (NOR, ADR, DM) kod vozača — ispitanika za vreme objektivnih uslova vožnje vršeno je prikupljanjem urina na pojedinim deonicama puta. Tako je I uzorak mokraće uzet na deonici »Beograd — Požarevac«, II uzorak mokraće je uzet na deonici »Majdanpek — Rgotina«, a III uzorak mokraće na deonici puta »Paraćin — Beograd«. Kod svakog vozača — ispitanika obavezno je uziman i kontrolni uzorak mokraće (od ustajanja do polaska na put), koji je služio kao osnovna

vrednost radi određivanja biološkog radnog ritma vozača.

Svaki od uzetih uzoraka mokraće konzervisan je sa 2N-H₂SO₄ na pH — 3,00 i zatim držan u portabl hladnjaku na temperaturi od +3°C do +4°C sve do momenta određivanja kateholamina.

Za određivanje količine izlučenih kateholamina (NOR, ADR, DM) u mokraći vozača korišćena je fluorometrijska metoda po von Euler-u US and Lishajku F (2) uz upotrebu spektrofotofluorometra Aminco-Bowman.

Statistička obrada podataka izvršena je na elektronskom računaru »Elliot 69«, te su između ostalog dobijeni — aritmetička sredina (\bar{x}) i mere varijabiliteta (standard. devijacija SD, koefic. varijacije CV, standar. greška SG). Značajnost razlike je određivana pomoću t-testa (P = 0,05), a rađene su i jednostruke i višestruke korelacije radi ocene sistema »čovjek — mašina — sredina«.

Analiza rezultata

Analiza postignutih rezultata u ergonomskim istraživanjima može se izvršiti samo parcijalnim prikazom u okviru ispitivanih funkcija, radi potpunijeg sagledavanja zbivanja u sistemu »vozač — motorno vozilo — okolina«.

Na tablici 1 i dijagramu 1 dati su podaci prirodnih termičkih uslova spoljne sredine (juli 1974. god.) za vreme rada motora u mestu (pred polazak), i to, napolju pri potpuno otvorenom levom prozoru u kabini kamiona i za vreme vožnje (I, II, III deonica) pri kretanju motornog vozila od 35—40 km na čas na otvorenom asfaltnom drumu sa vetrom koji je napolju duvao u pravcu kamiona pri poluotvorenom levom oknu.

n = 10

Tablica 1

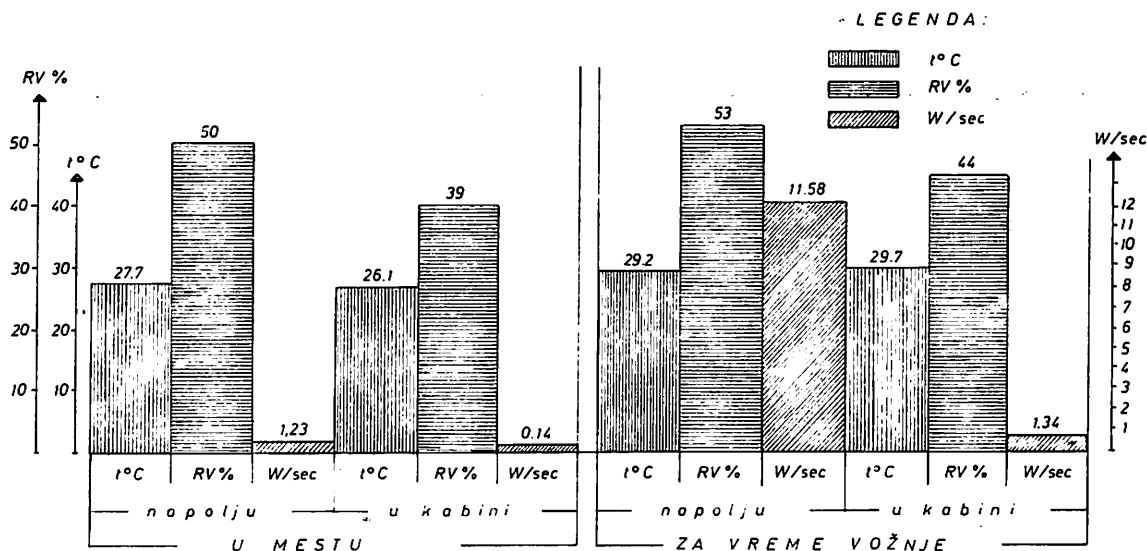
Statističke vrednosti	Rad motora u mestu (pre polaska) u kabini						za vreme vožnje od 35—40 km/h na I, II i III deonici puta					
	napolju			u kabini			napolju			u kabini		
	t°C	RV%	W/sec	t°C	RV%	W/sec	t°C	RV%	W/sec	t°C	RV%	W/sec
\bar{x}	22,7	50	1,23	26,1	39	0,14	29,2	53	11,48	29,7	44	1,03
SD	5,1	4,5	0,22	1,2	4,1	0,04	1,8	4,0	0,39	2,1	3,8	0,07
CV	7,2	8,9	18,4	4,5	10,5	30,7	6,2	7,6	6,41	7,1	8,7	6,82
SG	1,6	1,4	0,07	0,4	1,3	0,01	0,6	1,3	0,12	0,7	1,2	0,02

U ovakvim termičkim uslovima, za vreme rada motora u mestu pred polazak, i pored otvorenog levog prozora na kamionu na mestu merenja ni posle pola časa nije došlo do rashlađenja u pregrejanom vozilu. Nasuprot tome, za vreme kretanja motornog vozila na otvorenom drumu i pored visokih temperatura spoljne sredine nije došlo do izrazitog porasta temperature unutar kabine, već se ona za vreme vožnje održavala na nešto malo većem nivou u odnosu na onu pred polazak, što je svakako posledica brzine strujanja vazduha pri kretanju motornog vozila. Međutim, i pored ovog momenta rashlađivanja kabine kamiona, naši vozači — ispitanici su se za vreme letnjih — sunčanih dana nalazili u nepovoljnim (klimatskim) termičkim uslovima,

pošto se mikroklimatski faktori unutar kabine kamiona nisu nalazili u fiziološkim granicama.

Na tablici 2 i dijagramu 2 prikazane su telesne temperature (kožna i otalna tj. m. tympani) kod vozača teških motornih vozila za vreme objektivnih uslova vožnje na relaciji puta »Beograd — Požarevac — Majdanpek — Rgotina — Zaječar — Paraćin — Beograd«.

Kontrolne temperature su registrovane pre polaska na vožnju (oko 8 h), a ostale telesne temperature ($t_{tk} + t_{ot}$) su registrovane odmah po prispeću vozača — ispitanika na određenu deonicu puta (I, II, i III) tj. između dva mesta koja čine deonicu puta.



Dijagram 1 — Mikroklimatski faktori ($t^{\circ}\text{C}$, RV, w/sec) u kabini teških motornih vozila za vreme rada motora u mestu i za vreme vožnje.

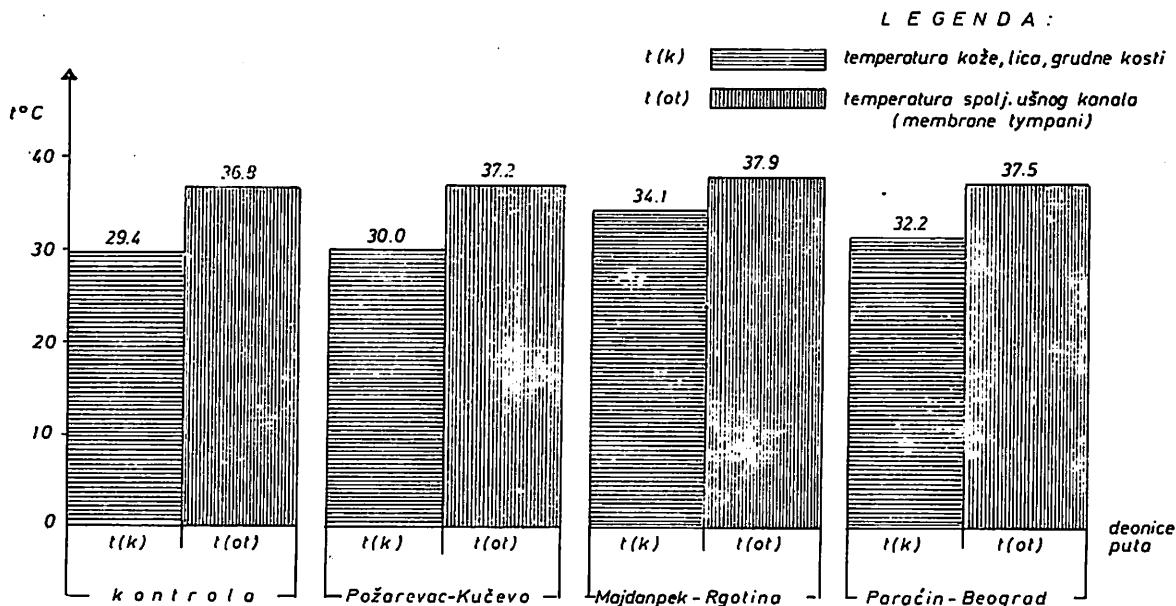
Diagram 1 — Microclimatic factors ($t^{\circ}\text{C}$, RV, w/sec) in heavy vehicle driver's compartment during engine operation in place and in travel.

n = 10

Tablica 2

Statističke vrednosti	Kontrolna (78 h) pre polaska na vožnju		I Požarevac— Kučevo (10,10 — 11,15)		II Majdanpek — Rgotina (13,25 — 16,25)		III Paraćin — Beograd (19,55 — 23,35)	
	t_k	t_{ot}	t_k	t_{ot}	t_k	t_{ot}	t_k	t_{ot}
x	29,43	36,80	30,04	37,20	34,10	37,90	32,20	37,50
SD	0,78	0,24	0,55	0,20	0,39	0,17	0,47	0,25
CV	2,65	0,65	1,83	0,54	1,15	0,45	1,16	0,67
SG	2,45	0,07	0,17	0,06	0,12	0,05	0,15	0,08

t_k = telesna temperatura kože
 t_{ot} = otalna telesna temperatura (membrana tympani)



Dijagram 2 — Telesna temperatura (kožna i otalna) kod vozača teških motornih vozila za vreme objektivnih uslova vožnje.

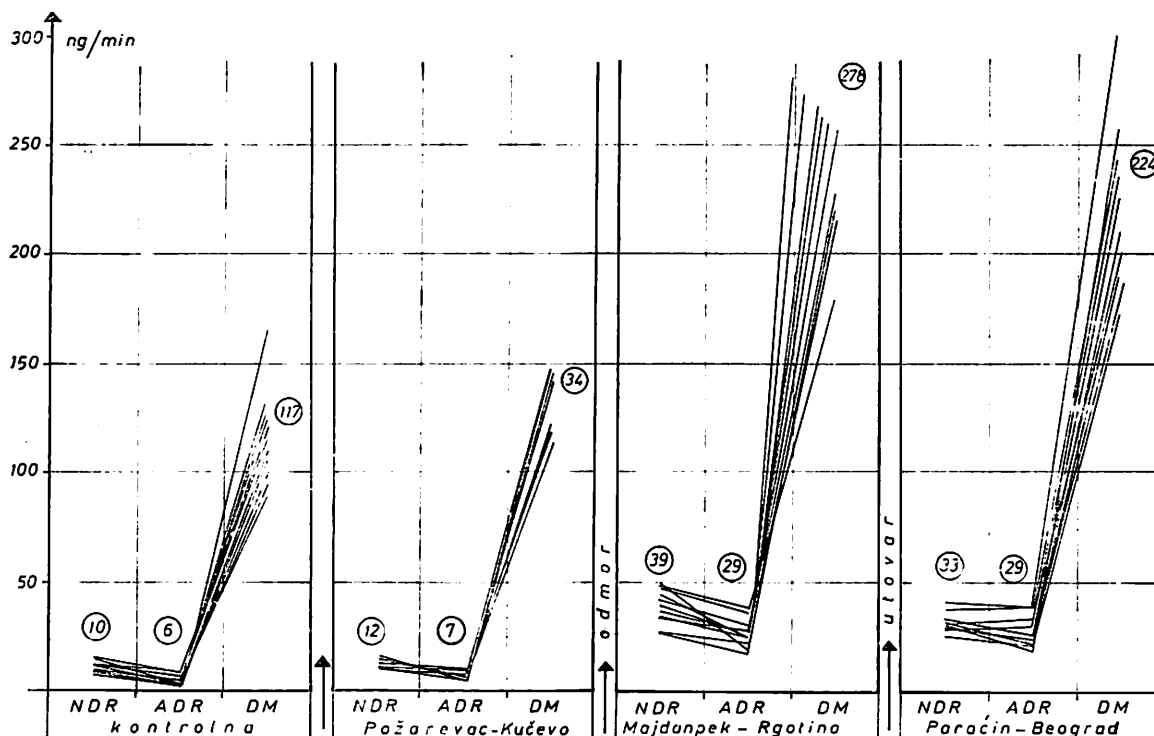
Diagram 2 — Body temperature (skin and oral) of heavy vehicle drivers during objective driving conditions.

Prosečne telesne temperature ($t_k + t_{ot}$) u kontrolnoj varijanti, tj. pre polaska na vožnju kod naših vozača — ispitanika, nalazile su se u okviru fizioloških granica. Nakon vožnje od 4 do 5 časova, tj. po prispeću na I deonicu »Požarevac — Kučevo«, telesne temperature kod naših ispitanika pokazuju lako povećane vrednosti. U nastavku vožnje, posle 6 — 7 časova vožnje, tj. po dolasku na II deonicu puta »Majdanpek — Rgotina«, i pored dve pauze od po jednog časa za ručak i utovar, telesne temperature kod naših vozača — ispitanika se nalaze u usponu, da bi nakon 12—14 časova vožnje, tj. po dolasku na III deonicu puta »Paraćin — Beograd« i završetak vožnje, pokazale izvestan pad ali još uvek ne i vraćanje na početne vrednosti.

Očigledno je, da je kolebanje kožne temperature kod naših vozača — ispitanika bilo u zavisnosti od mikroklimatskih prilika uslovljeno njenom značajnom funkcijom transmi- tera toplote između vozača i njegove okoline, što je naročito u okolnostima povišene proiz- vodnje toplote bitan uslov za održanje top- lotnog balansa. Tako, prema nekim autorima (Hardy J.D 1961, Nielsen B 1969., Leithead C and Lind N 1964. i dr.) zavisno od vrste i in- tenziteta rada, telesna temperatura kože opa- da lako sa nivoom metabolizma. Na osnovu iz-

loženog proizilazi, da je toplotna razmena konvekcijom i radijacijom u kabini motornog vozila prilično nezavisna od nivoa metaboliz- ma i temperature jezgra tela, a predominant- no zavisna od temperature radne sredine. Ovo izlaganje potvrđuje naše nalaze u toku ispiti- vanja i ukazuje na činjenicu, da su kožne temperature (t_k) kod naših vozača ispitanika i pored lakog porasta i oscilacija ipak bile ne- dovoljne za ocenu stanja fiziološkog optere- ćenja odnosno toplotnog strejna vozača pošto su se nalazile u okviru zone »vazomotorne re- gulacije«.

Temperatura jezgra tela (t_{ot}) kod naših vo- zača — ispitanika, kako je u širokom rasponu temperature sredine (efektivne temperature) nezavisna od nje i određena nivoom intenzi- teta rada na II deonici puta »Majdanpek — Rgotina«, pokazuje značajan porast vrednosti koji se približio kritičnoj granici. Prema Leit- headu C. i Lind-u H (1964.) kritična gra- nica temperature jezgra za vreme optereće- nja radom od 2,6 do 6,6 Kcal/kg/h se nalazi između 25—30 ET° i ukoliko se dostigne taj nivo, temperatura jezgra pokazuje nagli po- rast praćen znacima oštećenja toplotom. Zbog toga, Wyndham i sarad. (1965) predlažu sle- deće kriterije za procenu toplotnog strejna na osnovu telesne (rektalne) temperature.



Dijagram 3 — Količina izlučenih kateholamina (ng/min) u mokraći vozača teških motornih vozila za vreme objektivnih uslova vožnje.

Diagram 3 — Amount of secreted catecholamines (ng/min) in heavy vehicle drivers' urine during objective driving conditions.

Ako rektalna temperatura ne prelazi 38°C uslovi se ocenjuju lakšim, a ukoliko rektalna temperatura prelazi $39,2^{\circ}\text{C}$ uslovi se ocenjuju vrlo teškim, dok ako se nalazi između ove dve vrednosti (od 38° do 39°C) procenjuje se kao rastuće teškim. Osim toga, Wyndham i sarad. (1960) su našli kod opterećenja radom, da je radna efikasnost za 4% smanjena kada temperatura vazduha poraste od $27,2^{\circ}\text{C}$ na $28,9^{\circ}\text{C}$, dok je za skoro 50% smanjena u slučaju porasta temperature na $33,9^{\circ}\text{C}$ pri velikoj zasićenosti vazduha vodenom parom.

S obzirom na dugotrajno statičko opterećenje, tj. vozački radni položaj kod naših ispitanika koji je odgovarao 2,6 — 3,2 Kcal/kg/h nakon šestočasovne vožnje i nalazio se između 25° — 27° ET, može se reći, da su se naši ispitanici nalazili na početku rastuće — teških toplotnih opterećenja.

Ovi nalazi raznih autora umnogome potvrđuju nalaze kod naših vozača, i to, naročito na II pa i III deonici puta, gde je otalna temperatura (m. tympani) iznosila $37,9^{\circ}\text{C}$ odn. $37,5^{\circ}\text{C}$ pri termičkoj situaciji unutar kabine

Tablica 3

n = 12

Deonice puta	1. Noradrenalin (NOR) ng/min	2. Adrenalin (ADR) ng/min	3. Dopamin (DM) ng/min
A Kontrolna varijanta	$10 \pm 0,62$ (12)	$6 \pm 0,68$ (12)	$117 \pm 2,03$ (12)
B Požarevac — Kučevo (I)	$12 \pm 0,58$ (12)	$7 \pm 0,48$ (12)	$134 \pm 3,83$ (12)
C Majdanpek — Rgotina (II)	$39 \pm 2,25$ (12)	$28 \pm 1,66$ (12)	$278 \pm 28,3$ (12)
D Paraćin — Beograd (III)	$33 \pm 1,32$ (12)	$29 \pm 2,2$ (12)	$224 \pm 12,2$ (12)

P (1A : 1B) > 0,05	P (2A : 2B) > 0,05	P (3A : 3B) < 0,05
P (1A : 1C) < 0,001	P (2A : 2C) < 0,001	P (3A : 3C) < 0,001
P (1B : 1C) < 0,001	P (2B : 2C) < 0,001	P (3B : 3C) < 0,001
P (1A : 1D) < 0,001	P (2A : 2D) < 0,001	P (3A : 3D) < 0,001

Broj analiza je označen u zagradi!

kamiona od 29,7°C — i u krajnjem je odgovarala nivou incipijentnog toplotnog strejna koji je između ostalih stresogenih faktora delovao ograničavajuće na vozačku radnu sposobnost kod naših ispitanika.

Na tablici 3 i dijagramu 3 dat je prikaz srednjih vrednosti sa standardnim devijacijama i značajnošću razlika količine izlučenih kateholamina (NOR, ADR, DM) u urinu vozača na pojedinim deonicama puta za vreme objektivnih uslova vožnje.

Vrednosti dobijene na I deonici puta »Požarevac — Kučevo« upoređene su sa vrednostima pre polaska na put (kontrolne vrednosti) da bi se pratio efekat objektivnih uslova vožnje na reaktivnost simpato — adrenalnog sistema, radi procene biološkog radnog ritma kod naših vozača — ispitanika. Dobijeni rezultati pokazuju, da je količina izlučenog noradrenalina i adrenalina vrlo slična sa kontrolnim vrednostima, dok je količina dopamina nešto povećana i statistički značajna ($P < 0,05$). Na II deonici puta »Majdanpek — Rgotina«, tj. nakon šest časova vožnje, zabeleženo je statistički vrlo visoko značajno ($P < 0,001$) povećanje svih vrednosti izlučenih kateholamina (NOR, ADR, DM) u urinu vozača u odnosu na kontrolne vrednosti. Sličnu situaciju imamo i na III deonici puta »Paraćin — Beograd« odnosno na završetku puta, gde dobijene vrednosti izlučenih kateholamina u urinu (NOR, ADR, DM) vozača pokazuju vrlo visoku značajnost razlike ($P < 0,001$) u odnosu na vrednosti kontrolne varijante.

Možemo konstatovati, da je povećanje izlučenih dopamina (DM) na I deonici puta najverovatnije rezultat biosinteze kateholamina, i to, na nivou dopamina, a ne posle toga, dok je na II i III deonici puta zabeleženo značajno povećanje svih kateholamina (NOR, ADR, DM) u urinu ispitanika u odnosu na kontrolne vrednosti, a što je posledica dejstva stresogenih faktora u raznim situacijama vožnje koji su uticali na povećanu reaktivnost simpato-adrenalnog sistema i pojavu zamora kod naših vozača.

Koreliramo li postignute vrednosti kateholamina u urinu vozača na II deonici puta »Majdanpek — Rgotina« sa vrednostima mikroklimatskih faktora ($t^{\circ}\text{C}$, RV i W/sec) za vreme objektivnih uslova vožnje, videćemo da noradrenalin (NOR II) pokazuje manje značajnu međuzavisnost ($r = 0,45$), dok adrenalin (ADR II) pokazuje visoku međuzavisnost ($r = 0,64$) uz znatan porast stepena

povezanosti među varijablama na nivou značajnosti od 0,05 — a što govori u prilog stresogenog dejstva mikroklimatskih faktora u kabini kamiona na povećanu reaktivnost adreno-modularnog sistema naših vozača — ispitanika. Sličnu situaciju imamo ako koreliramo postignute rezultate telesne temperature ($t_k + t_{ot}$) sa kateholaminima u urinu vozača (NOR, ADR, DM) za vreme objektivnih uslova vožnje. Tada ćemo videti — da noradrenalin (NOR II) pokazuje manje značajnu međuzavisnost sa telesnom temperaturom vozača ($r = 0,42$) dok istovremeno adrenalin (ADR II) pokazuje značajnu međuzavisnost ($r = 0,56$) uz odgovarajuće supstancijalne veze, da bi dopamin (DM II) pokazivao vrlo visoku značajnu međuzavisnost ($r = 0,74$) uz znatan porast stepena povezanosti među varijablama sa većom podudarnošću od slučajne na nivou značajnosti od 0,05.

Ovi nalazi govore da su nađeni mikroklimatski faktori u kabini kamiona »Hanomag — Henschel« za vreme objektivnih uslova vožnje uticali između ostalih stresogenih faktora (antropotehnička nepodobnost ergosfere, aerozagađenja, buka, vibracije i dr.) na pojavu toplotnog stresa i strejna kod naših vozača — ispitanika, koji je delovao na povećanu reaktivnost simpato-adrenalnog sistema i doveo ih u stanje opšteg zamora.

Zaključak

Na osnovu analize rezultata u sistemu »vozač — motorno vozilo — okolina« mogu se izvući sledeći zaključci:

— značajno povećanje vrednosti noradrenalina (NOR) ukazuje na činjenicu, da su na naše vozače — ispitanike između ostalih fizikalnih stresogenih faktora nepovoljno delovali i mikroklimatski faktori ($t^{\circ}\text{C}$, RV%, W/sec) u kabini kamiona za vreme objektivnih uslova vožnje;

— nađeno povećanje vrednosti adrenalina (ADR) u naših vozača — ispitanika ukazuje, da je kod njih postojala znatna psihofiziološka napetost usled dejstva toplotnog stresa i strejna za vreme vožnje i

— da je količina izlučenih kateholamina u urinu vozača (NOR, ADR, DM) u našim istraživanjima poslužila kao dobar indikator za procenu reaktivne adaptabilnosti termoregulacionog sistema (toplotnog stresa i strejna) u odnosu na dejstvo mikroklimatskih faktora u kabini kamiona »Hanomag—Henschel« za vreme objektivnih uslova vožnje.

SUMMARY

Reactivity of Thermoregulating and Sympatho-Adrenale Systems of Heavy Vehicle Drivers During Objective Driving Conditions

Prof. Dr. Ž. Stojiljković — Dr. S. Stepanović*

The paper presents the results of ergonomic investigations of the system man — motor vehicle — environment completed in the summer of 1974 on twelve healthy professional lorry drivers driving at a speed between 35 and 40 km/h in three laps over a distance of 600 km. By body temperature measurements and determination of catecholamine in driver's urine at the end of each lap, it was found that among other physical stressogenic factors, microclimatic factors have an adverse action, that the increase of adrenaline of the drivers leads to a conclusion that the drivers suffered a substantial physiological strain due to the effect of heat stress and strain during travel, and that the amount of catecholamine in driver's urine (NOR, ADR and DM) served during the tests as a efficient indicator for the control of reactive adaptability of the thermoregulating system (heat stress and strain) in regard with the action of microclimatic factors in driver's compartment during objective driving conditions.

Literatura

1. Euler, v. US and Lishajko, F. 1956: The Estimation of Catecholamines in Urine, *Acta Physiol. Scand.*, No. 45 (pp 122—132).
2. Euler, v. US and Lishajko, F. 1961: Improved Technique for Fluorimetric Estimation of Catecholamines, *Acta Physiol. Scand.*, No. 51, pp 348—355.
3. Euler, v. US 1956: Noradrenaline — Chemistry, Physiology, Pharmacology and Climatic Aspect, Springfield — Thomas.
4. Euler, v. US 1964: Quantitation Stress by Catecholamine Analiss, *Clin. Pharmacol. and Therap.*, No. 5, pp 398—404.
5. Dukes — Dobos, NF. 1971: Fatigues from the point of view of urinary metabolites, *Ergonomics*, 14 : 31.
6. Hardy, J. D. 1961: Physiology of Temperature Regulation, *Physiol. Rev.*, No. 41, pp. 521—606.
7. Heusel, H. 1952: Physiologie der Thermo-reception, *Ergebn. Physiol.*, No. 47, pp. 166—368.
8. Leithhead, CS and Lind, HR 1964: Heat Stress and heat disorders, Cassell — London.
9. Nielsen, B. 1969: Thermoregulation in rest and exercise, *Acta Physiol. Scand.*, Supp 323.
10. Štraser, T. 1964: Toplotna sredina i dinamika krvotoka (teza), Beograd.
11. Stojiljković, Ž. 1972: Procena zamora za vreme teškog rada pri povišenim termičkim uslovima spoljne sredine. — »Sigurnost u rudnicima«, sv. 3, Vol. 7.
12. Stojiljković, Ž. i Adum, O. 1972: Procena zamora kod vozača lakih motornih vozila. — Zbornik radova, I jugoslov. kongresa o saobraćaju i vezama, Beograd, knj. 6.
13. Stojiljković, Ž. 1975: Prevencija stanja stresa i strejna u sistemu »čovjek — mašina — sredina«. — »Sigurnost u rudnicima«, sv. 2.
14. Stojiljković, Ž. i sarad. 1975: Uticaj bučno-vibracionih izvora na pojavu stresa kod vozača teških motornih vozila u objektivnim uslovima vožnje. — Zbornik radova Internac. naučnog skupa »Nauka i motor-no vozilo 75«, Beograd.

*) Prof. dr med. sc. Živko Stojiljković, Ergonomski centar IKER-a IKS.
Dr biol. sc. Stepa Stepanović, Institut »Boris Kidrič« — Vinča.

Rezultati nekih psihofizioloških istraživanja rada u ergonomskim pristupima zaštiti i sigurnosti radnika u rudnicima sa površinskim kopom

(sa 5 slika)

Mr sci. Branko Milosavljević

Izneti rezultati nekih istraživanja u rudniku željezne rude — Ljubija subjektivnih reperkusija rada, promjena radne sposobnosti u toku dnevnog radnog razdoblja i neprilagođenosti rada čovjeku u uvjetima intenzivnije proizvodnje u rudnicima sa površinskim kopom ukazuju na značaj ergonomske pristupa zaštiti i sigurnosti radnika u takvim uvjetima rada.

Savremena proizvodnja u rudarstvu donijela je, pored ostalog, i stremljenje za što većom intenzifikacijom rada. Dok se štetne posljedice produženog rada prevazilaze skraćivanjem radnog vremena, dotle problemi tzv. »komprimiranog« tj. intenzivnog rada (sa robusnim mašinama i na postrojenjima) ostaju otvoreni pred nizom znanosti. Područje granica sve veće napregnutosti senzornih organa, koje zahtjeva brže reagovanje, opću snalažljivost, emocionalnu stabilnost i uključuje intenzivniji rad u rudarstvu, je izvor neuravnoteženih odnosa na razini čovjek-stroj i obrnuto.

Tako, zajedno sa mijenjanjem metoda i oruđa rada u rudarstvu, povećava se i značaj zahtjeva u pogledu psihofizioloških sposobnosti čovjeka, odnosno mjesta i uloge čovjeka na radnom mjestu kao i svih aspekata neprilagođenosti rada čovjeku. Uz sigurnost i zaštitu čovjeka pri radu, koje su osnovni moto u našim uslovima proizvodnje, najčešće se spominju ispitivanja:

1 — tehničkih uvjeta rada čiji je cilj da se tehnološki procesi usavrše i poboljša objektivna radna okolina,

2 — reperkusija rada na čovjeka i njegov proizvod,

3 — psihofizioloških osobina radnika u vezi sa radom i mogućnostima njihovog prilagođavanja radu.

Ova ispitivanja podrazumijevaju udružen doprinos zaštiti i sigurnosti radnika niza znanosti kao što su: tehničke, fiziologija rada, psihologija rada, medicina rada i ergonomija. Ergonomija se u raznim krajevima naziva i »human factors engineering«, »applied experimental psychology«, »biomechanics«, »biotechnology« (6). U ovom slučaju »ergonomija se ne svodi ni na fiziologiju ni na psihologiju rada«, već je ona, uz korištenje raznih činjenica iz niza znanosti o čovjeku, »postala posebna naučna disciplina sa vlastitim pristupima prilagođavanju rada čovjeku i čovjeka u radu« (10).

Poslije ovog uvoda, u nastojanju da se donekle osvijetle neki problemi, — prihvatajući poznatu postavku da odnos između sigurnosti radnika i proizvodnosti sistema predstavlja dijalektičko jedinstvo, tj. nema visoke proizvodnje bez zaštite i sigurnosti radnika i obrnuto — prikazaćemo neka naša istraživanja iz psihofiziologije rada koja bi mogla biti od koristi u ergonomske pristupima sigurnosti i zaštiti radnika u rudnicima sa površinskim kopom.

Neke subjektivne reperkusije rada na strojevima površinskog kopa

Poznato je (7) da je radna sposobnost podložna određenim kolebanjima u toku rada. Promjene radne sposobnosti u toku rada

su posljedica različitih faktora među kojima je umor najznačajniji. Objektivno se umor očituje u slijedećim simptomima (11): a) opadanje radnog učinka, b) smanjenje kvaliteta rada, c) povećanje varijabilneta u kvantitetu i kvalitetu radnog učinka, d) pojava spontanih odmora, e) pojavljivanje suvišnih pokreta, f) povećanje frekvencije nezgoda na radu. Subjektivno se umor očituje kao složeni doživljaj iscrpljenosti, mlitavosti, bezvoljnosti i sl. Novija istraživanja (1, 2 i 15) ukazuju na vrijednost doživljajnog aspekta umora i na opravdanost istraživanja umora sa stanovišta subjektivnog procjenjivanja. Tome u prilog govore i ispitivanja u školskoj praksi (13) i u proizvodnom radu na tekućoj traci (14).

Imajući u vidu izneseno istraživali smo kakve su subjektivne reperkusije rada sa strojevima i na strojevima u rudnicima sa površinskim kopom i došli smo do slijedećih rezultata:

1 — promjenu strojeva, i u slučajevima kada se novi strojevi razlikuju samo po nosivosti, radnici doživljavaju različito. Oko 11% radnika izjavljuje da se osjeća u prvih 15—30 dana rada na stroju »napregnuto i nesigurno«, a oko 27% osjeća se na novom stroju »neugodno«, iako je sistem rukovanja na njemu sličan prethodnom.

2 — psihofiziološka stanja, odnosno tegobe što ih radnici doživljavaju pri kraju i nakon prestanka rada, su odraz psihofizioloških naprezanja tokom rada na radnom mjestu.

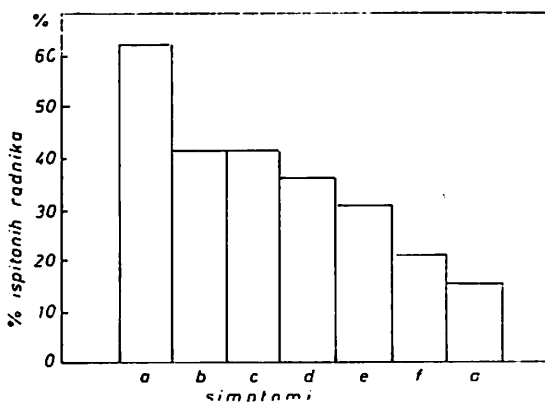
Na slici 1 to se može vidjeti. Neke od ovih tegoba su vjerovatno i posljedica specifičnih uvjeta rada na strojevima (buka, prašina, vibracije, fizička naprezanja) kao i raznih neprilagođenosti strojeva, o čemu ćemo kasnije posebno govoriti.

3 — radnici opažaju na sebi zdravstvene promjene nakon 3—5 godina rada sa strojevima i na postrojenjima. Od 184 radnika koji su obuhvaćeni ispitivanjem, 54% opaža na sebi zdravstvene promjene. Vrsta i frekvencija tih promjena prikazane su u tablici 1. U tablici 1, budući da neki radnici navode više od jedne »promjene«, suma frekvencija prelazi broj radnika koji ih navodi.

Analizirajući ove podatke s obzirom na dob ustanovili smo da radnici od 25—35 god. češće navode da opažaju zdravstvene promjene od radnika u dobi 36—46 god. Od

Tablica 1

Zdravstvene promjene koje radnici opažaju na sebi	Broj radnika
Slabljenje sluha	39
Bolovi u stomaku	27
Isrpljenost	20
Bolovi u nogama	16
Bolovi u leđima	12
Nervoza i razdražljivost	11
Glavobolja	10
Gubitak na težini	5
Pomanjkanje apetita	4
Bolovi u bubrezima	4
Slabljenje vida	2
Bolovi u rukama	2



Sl. 1 — Prikaz frekvencija različitih simptoma umora pri kraju i na kraju rada. a — iscrpljenost, b — bolovi u nogama, c — šum u ušima, d — bolovi u leđima, e — bolovi u stomaku, f — glavobolja, g — nesanica.

Fig. 1 — Presentation of frequencies of various fatigue symptoms towards the end and at the end of work.

83 mlađa radnika 78% navodi da opaža zdravstvene promjene na sebi, a od 84 starija radnika (36—46) 41% opaža na sebi zdravstvene promjene. Procenti se značajno razlikuju ($t = 4,40, P < 0,01$). S obzirom na vrstu stroja na kome rade, radnici se ne razlikuju značajno po procentu navođenja percipiranih zdravstvenih promjena na sebi.

4 — stupanj nepodnošljivosti pojedinih uvjeta rada je različit. Stupanj nepodnošljivosti pojedinih uvjeta rada na nekim strojevima površinskog kopa vidi se u tablici 2.

Tablica 2

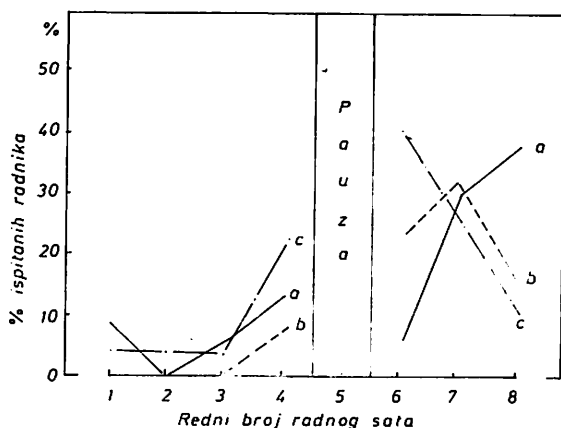
Rang-lista neugodnosti uvjeta rada. (Prvi rang zauzima uvjet rada, kojeg radnici smatraju najneugodnijim)

Uvjet rada	Rangovi dobiveni od radnika koji rukuju:				
	dempe-rom	bage-rom	buši-licom	utova-račem	buldo-žerom
Vibracije	1	2	5	3	1
Prašina	2	3	2	1	2
Buka	3	1	1	2	3
Gasovi	4	5	6	6	5
Hladnoća	6	6	3	4	6
Vrućina	5	4	4	5	4

Objektivna mjerenja (8) pojedinih uvjeta rada na tim radnim mjestima ukazuju da oni (npr. vibracije) dostižu kod punog opterećenja rada motora (dempera) »prag nepodnošljivosti«.

Promjene radne sposobnosti u toku dnevnog radnog razdoblja

Radna sposobnost podliježe nekim sistematskim promjenama kako u toku dnevnog razdoblja, tako i u toku radnog tjedna. Tako je na početku radnog razdoblja, u fazi urađivanja, radni učinak relativno nizak, sredinom radnog razdoblja učinak je visok i



Sl. 2 -- Težina rada u pojedinim radnim satima na radnim smjenama prema subjektivnoj ocjeni ispitanih radnika.

a) — radnici prve smjene, b) - - - - radnici druge smjene, c) - · - · - radnici treće smjene.

Fig. 2 -- Work difficulty during individual working hours by shifts according to subjective estimates of tested workmen.

stabilan, a pod kraj radnog razdoblja učinak se, zbog djelovanja umora, postepeno smanjuje. Slična sistematska kolebanja učinka su i u toku tzv. »klasičnog« radnog tjedna: efikasnost rada najniža je u ponedjeljak, dostiže svoj maksimum sredinom tjedna (u srijedu ili četvrtak), a onda opada prema kraju radnog tjedna. Našim smo ispitivanjem htjeli provjeriti da li ovim objektivno registriranim promjenama u radnoj sposobnosti korrespondiraju i odgovarajuće poteškoće na subjektivnom planu. Zato smo radnike koji rade na strojevima površinskog kopa pitali, koji je za njih najteži sat rada u smjeni. Dobiveni rezultati prikazani su na slici 2.

Slika 2. prikazuje procenat radnika koji navode određeni sat rada u svakoj smjeni kao najteži. Kod toga 69% radnika navodi da im je u prvoj (dnevnoj) smjeni najteži ili 7. ili 8. sat rada. Izrazito se kao najteži navodi posljednji sat rada. Prema tome, naše ispitivanje pokazuje sličnost s nizom istraživanja koja konstatuju da se posljednji sati rada podnose teško uslijed narastanja umora, kao i sa objektivnim registriranjem učinka po satima koji pokazuju da učinak u posljednjim satima znatno opada.

10% radnika navodi da im je u prvoj smjeni najteži prvi sat rada. Pretpostavljamo da je to u vezi s periodom tzv. »urađivanja« za koji se obično smatra da predstavlja psihofiziološku prilagodbu organizma radnim zadacima, a koja traje (zavisno od karakteristika rada) od nekoliko minuta pa do preko jednog sata (3). Interesantno je da u II smjeni (večernjoj) kao da ne postoji urađivanje, jer ni jedan radnik ne navodi prve sate rada kao najteže.

U trećoj (noćnoj) smjeni radnici najčešće navode kao najteži šesti sat rada (što se vidi na slici 2). Krivulja čestine navođenja pojedinih sati rada kao najtežih, postepeno raste do tri sata ujutro (nakon čega slijedi pauza), dostiže najveću vrijednost u šestom satu rada, a poslije postepeno opada prema posljednjem satu rada.

Prema tome, odgovori za noćnu smjenu se znatno razlikuju od odgovora za dnevnu i večernju smjenu. U literaturi se fenomen noćne smjene objašnjava teorijskim pretpostavkama i rezultatima istraživanja. Tako se često navodi mišljenje Halberga da »u osnovi fiziološkog mehanizma danonoćnog stereotipa, kao i svakog ritmičkog procesa u or-

ganizmu, leži stvaranje uvjetnih refleksa na vrijeme. Osnovna neugodnost noćne smjene (ili kako se kod nas uobičajeno naziva III smjena u fiziološkom smislu je pre svega u tome što prestanak rada u noćnim satima predstavlja hiljadugodišnju ustanovljenu periodiku čovekovog životnog ciklusa» (16). Švedski naučnici (4) u jednom ispitivanju nalaze da se broj grešaka naglo povećava u 3 sata ujutro, i to se vrijeme smatra vremenom kada imamo »najveću smanjenost fizioloških reakcija«. To vrijeme naziva se i »mrtvom tačkom« (5), a neki ga autori nazivaju »vremenom najniže radne sposobnosti« (16).

Dobijeni rezultati istraživanja i poznate činjenice da se količinom i vrstom određene hrane u tom razdoblju noćne smjene može uticati na radnu sposobnost i raspoloženje prema radu, uticali su da se u noćnoj smjeni pauza produži od 30 na 60 minuta i donese odluka o davanju besplatnog toplog obroka (posebno stručno pripremljenog) radnicima Rudnika željezare rude »Ljubija« koji rade na strojevima površinskog kopa (9). Obe odluke donesene su u maju 1965. godine.

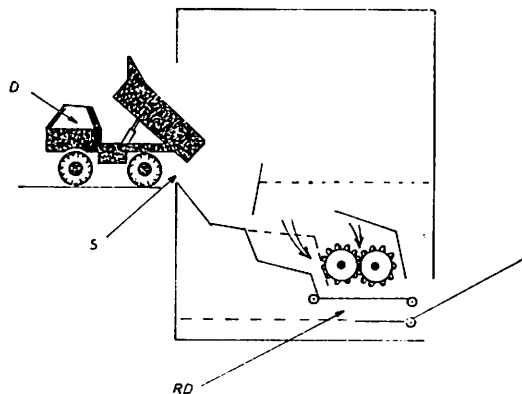
Analizirajući naše podatke s obzirom na dob, ustanovili smo da se radnici u dobi 25—35 godina statistički značajno razlikuju od radnika dobi 36—46 godina u čestini navođenja prvog i posljednjeg sata rada u prvom (dnevnoj) smjeni kao najtežeg. Mlađi radnici češće od starijih navode prvi sat rada kao najteži ($t = 3,0$ $P < 0,01$), a stariji radnici češće navode posljednji sat rada kao najteži ($t = 2,16$ $P < 0,05$). Dob nije u značajnoj vezi sa navođenjem najtežih sati rada u II i III smjeni.

Područja neprilagođenosti pojedinih strojeva čovjeku

Odnos između čovjeka i stroja obavezno podrazumijeva mobilizaciju fizioloških i psiholoških funkcija, odnosno rashod nervne i mišićne energije. Fiziološke i psihološke funkcije imaju određene granice. Narušenje tih granica dovodi do pojačanog umora i patoloških oštećenja. Smatra se da brzina efektivnosti »sistema čovjek-stroj« ovisi od prilagođenosti rada čovjeka, na stroju. Zbog toga su i uvjeti rada, optimalni za zdravlje radnika i njegov učinak, u savremenim uvjetima proizvodnje postali predmet istraživanja. Osnovni cilj tih istraživanja je da se

pri projektovanju i uvođenju novih strojeva u proizvodnju ne polazi samo od kriterija »ekonomičnosti«, već i od što adekvatnije prilagođenosti stroja psihofiziološkim mogućnostima i osobinama čovjeka. Polazeći od tih aspekata čini nam se da baš kod strojeva i postrojenja u rudnicima sa površinskim kopom nisu dovoljno iskorištene mogućnosti prilagođavanja strojeva čovjeku. Pokušaćemo to ilustrirati na slijedećim primjerima:

— Demper, vozilo čija se nosivost kreće i preko 150 t, ima stiješnjen prostor za rukovaoca, sjedište mu je smješteno (vidi se na slici 3 gdje je prostor za rukovaoca demperom označen slovom D) iznad prve osovine, a motor uz kabinu vozača. Takvom kon-



Sl. 3 — Radna mjesta, koja su u neposrednom kontaktu sa štetnim faktorima.
D — demperist, S — signalista, RD — rukovodilac drobilanom.

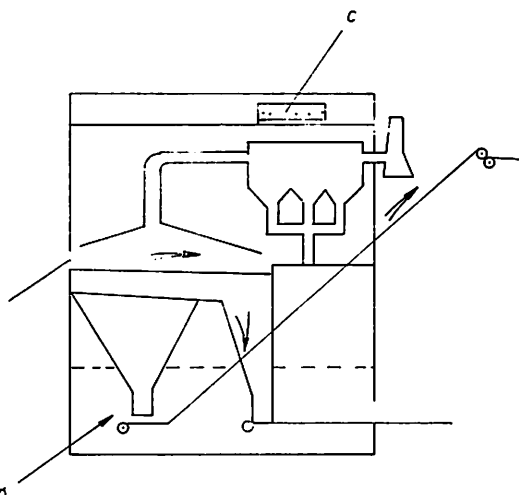
Fig. 3 — Jobs in direct contact with harmful factors

strukcijom omogućena je neposrednija izloženost radnika faktorima čija je štetnost po ljudski organizam odavno utvrđena, kao što su: vibracije (potresi), buka, gasovi, temperaturne promjene, prašina.

— Drobilana, postrojenja gdje se obavlja drobljenje rude, šematski je prikazana na slici 3. U okviru ovog postrojenja postoje dva radna mjesta (signalista i rukovalac drobilane) koja su neposredno izložena neugodnim uvjetima rada. Signalista (na slici 3 označen slovom S) se nalazi na mjestu gdje se istresa ruda iz dempera u drobilanu. Rukovalac drobilane (radno mjesto označeno slovom RD na slici 3) nalazi se u unutrašnjosti samog postrojenja. Prema mjerenjima (12) ukupna buka na radnom mjestu rukova-

oca drobilane iznosi 90 db, a na radnom mjestu signaliste 88 db. Broj čestica prašine u 1 cm³ vazduha na radnom mjestu signaliste iznosi 2.196 (sadržaj slobodnog SiO₂ iznosi = 1,2%). I u ovom slučaju je radno mjesto rukovaoca strojevima smješteno neposredno uz izvore buke i prašine.

— Klasirница ili sitara, postrojenje gdje se vrši klasiranje rude pomoću sistema sita, šematski je prikazana na slici 4.



Sl. 4 — Radna mjesta u klasirnici (sitari), koja su u neposrednom kontaktu sa štetnim faktorima.
C — centralno komandno mjesto, K — rukovalac klasirnicom.

Fig. 4 — Jobs in screening plant in direct contact with harmful factors.

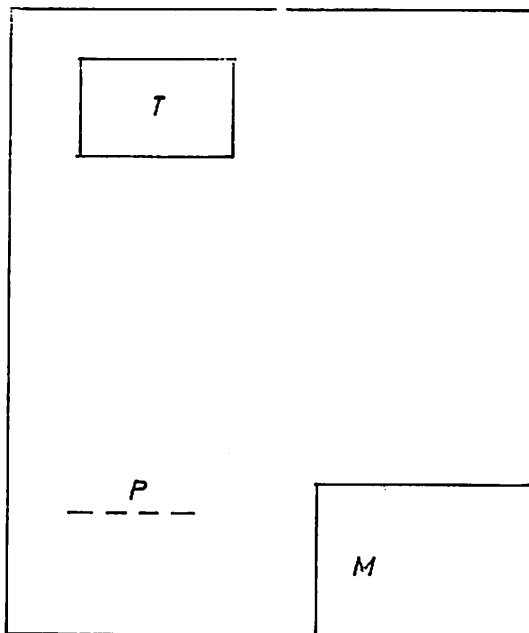
Ističemo dva radna mjesta vezana za rad postrojenja: rukovalac klasirnice (na slici 4 označen slovom K) i rukovalac centralnih komandi (na slici 4 označen slovom C). Na slici 4 vidimo da je radno mjesto rukovaoca klasirnice (K) smješteno pored sita. Broj čestica prašine (12) u 1 cm³ vazduha iznosi 9.901 (slobodni SiO₂ 1,6%). Centralno komandno mjesto, vidi se na slici 4, smješteno je iznad sistema za klasificiranje rude. I na ovim primjerima vidimo da je konstrukcionim rješenjem radni prostor za čovjeka smješten uz izvore štetnosti.

— Pumpe tzv. PS II, koje su uključene u sistem tzv. mokre separacije, šematski su prikazane (uprošćeno) na slici 5.

Pumpar je (na slici 5 označen slovom P) smješten u isti prostor gdje i motori (na slici 5 označeni slovom M) i njegov je osnovni zadatak da motori položaj skazaljki na instrumentima (koji su smješteni na tabli označenoj na slici 5 slovom T) i odražavaju proces rada sistema pumpi. Čudno je da je i u ovom slučaju konstruktor smjestio radni prostor za čovjeka uz neposredne izvore štetnosti kao što su buka i potresi.

Postrojenja i strojevi, koji su nam poslužili da ukažemo na određene neprilagođenosti tih proizvodnih sistema čovjeku, su ugrađeni na slici 5 slovom T) i odražavaju proces rada sistema pumpi. Čudno je da je i u ovom slučaju konstruktor smjestio radni prostor za čovjeka uz neposredne izvore štetnosti kao što su buka i potresi.

Postrojenja i strojevi, koji su nam poslužili da ukažemo na određene neprilagođenosti tih proizvodnih sistema čovjeku, su ugrađeni na slici 5 slovom T) i odražavaju proces rada sistema pumpi. Čudno je da je i u ovom slučaju konstruktor smjestio radni prostor za čovjeka uz neposredne izvore štetnosti kao što su buka i potresi.



Sl. 5 — Radno mjesto pumpara, koje je u neposrednom kontaktu sa štetnim faktorima.
T — kontrolna tabla, P — radni prostor za pumpara, M — pogonski motori.

Fig. 5 — Pumping jobs in direct contact with harmful factors

lavnom inostranog porijekla. Da bismo zaštitili ljude od štetnih dejstava potrebni su nam proizvodi, jedne nove djelatnosti, tvornica zaštitne opreme. Ta oprema može da bude i nepodesna. Poznato je da smo svojevremeno upotrebljavali štitnike za uši (u vidu slušalica) čija se težina kretala oko 400 grama. Koliko je odgovarajućom opremom moguće zaštititi ljude od štetnih uvjeta govori broj ljudi koji boluju od profesionalnih bolesti. Izlaz treba tražiti, ne samo u podizanju tvornica zaštitne opreme, već u projektima novih strojeva i postrojenja. Radni prostor u tim projektima treba prilagođavati čovjeku, i udaljiti ga od neposrednog kontakta sa izvorima štetnih, neugodnih i nepodnošljivih uvjeta rada.

Zaključak

U radu su izneseni rezultati nekih istraživanja iz psihofiziologije rada o subjektivnim reperkusijama rada na strojevima površinskog kopa, izmjenama radne sposobnosti u toku dnevnog radnog razdoblja, te o nekim područjima neprilagođenosti strojeva čovjeku i ukazano je na značaj ergonomskog pristupa zaštiti i sigurnosti radnika na strojevima površinskog kopa. Na osnovu prikaza rezultata istraživanja može se zaključiti da u cilju zaštite i sigurnosti radnika na strojevima površinskog kopa treba:

— kod uvođenja novih strojeva predvidjeti vremenski period za prilagođavanje radnika stroju;

— vodi tiračuna o psihofiziološkim naprezanjima tokom rada, a koja korespondiraju

određenim neprilagođenostima stroja čovjeku;

— skraćivati vrijeme rada u trećoj (noćnoj) smjeni, produžavati trajanje pauze i davati radnicima adekvatan topli obrok;

— mobilizaciju fizioloških i psihofizioloških funkcija, odnosno rashode mišićne i nerвне energije, smanjivati prilagođavanjem stroja čovjeku;

— konstrukciji strojeva prilaziti sa ergonomskog aspekta te na taj način nastojati da se konstruišu strojevi sa radnim prostorom za radnika koji neće biti u direktnom kontaktu sa štetnim faktorima po njegovo zdravlje i sigurnost;

— kod sastavljanja zahtjeva za kupovnju novih strojeva i postrojenja za površinske kopove, unositi i mišljenje kakvi strojevi treba da budu u pogledu zaštite i sigurnosti radnika.

SUMMARY

Results of Some Investigations on Work Psychophysiology in Ergonomic Approaches to Men Protection and Safety in Open Cast Mines

Branko Milosavljević, M. Sc^{*})

The paper presents the results of some investigations in work psychophysiology on subjective repercussions of operating open cast mining machines, changes of work capability during daylight working period and some aspects of equipment unadaptability with humans, and indicates the importance of ergonomic approach to men protection and safety in open castminig equipment operation.

For the purpose of ment safety and protection the paper suggests the following safety in open cast mining eüipment operation.

— Provision of an adequate time period for operator adapting to the machine when new production machines are introduced;

— Taking care of psychophysical strains during work corresponding to specific equipment unadaptabilities;

— Reduction of working hours in third (night) shift and sucuring a hot meal for the workmen;

— Mobilization of physiological and psychophysiological functions, i. e. muscular and mental energy expenditure reduction by adapting the equipment to labor;

— Approach to equipment design from ergonomic aspects, securing sufficient operating space for operators preventing direct contact with factors harmful for their health and safety.

^{*}) Mr sci. Branko Milosavljević, Prijedor.

Literatura

1. Bujas, Z. i drugi 1965.: Doživljaj umora i njegove asocijacije s nekim drugim varijablama, Arh. hig. rada, 16, str. 11—123.
2. Bujas, Z. i drugi 1966: Subjektivno procjenjivanje umora, Arh. hig. rada, 17, str. 275—290.
3. Bujas, Z.. 1959: Psihofiziologija rada, Zagreb, str. 240—248.
4. Bjerner, B. i drugi 1955: Diurnal variation in mental performance — study of the shifts workers, British Journal of industrial medicine, 12, str. 103—110.
5. Đurić, I. 1958. Medicina rada, Zagreb — Beograd, str. 135.
6. Fleishman, A. E. 1967. Studies in personal and industrial psychology, »Dorsey press«, str. 535—612.
7. Lomov, B. F. 1966: Čelovek i tehnika, »Sovetskoe radio«, Moskva, str. 81—104.
8. Maver, H. i drugi 1965: Analiza uslova rada na nekim radnim mjestima u RŽR »Ljubija« (neobjavljeno), str. 81—110.
9. Milosavljević, B. 1967: Kako radnici rudnika na strojevima površinskog kopa doživljavaju dejstvo uslova rada, »Tehnika« 3, OR 63—70.
10. Montmollin, M. 1967: Les systems homes-machines, Paris, str. 5—50.
11. Petz, B. 1964: Psihološki problemi umora i odmora, »Rad«, Beograd, str. 7—19.
12. Rajlić, P. 1971: Faktori radne sredine na strojevima površinskog kopa i neka opažanja o njihovom štetnom djelovanju, III kongres medicine dela, Ljubljana, str. 100—106.
13. Sremec, B. 1967: Subjektivno procjenjivanje umora u školi, III kongres psihologa SFRJ, str. 2—50.
14. Stary, D. 1968: Nov način određivanja stupnja umora u industriji, »Ekonomsko-tehnički pregled«, br. 1, str. 10—50.
15. Vidaček, 1967: Vrijednost subjektivnog procjenjivanja umora, III kongres psihologa SFRJ, str. 2—50.
16. Vinogradarov, M. J. 1966: Fiziologija trudovih procesov, »Medicina«, Moskva, str. 328—347.

Korelacija alkoholizma i povredjivanja na radu kod rudara

Prim. dr sci. J o k o L j. P o l e k s i ć — prof. dr Srboljub Stojiljković —
prof. dr sci. J o s i p B e r g e r

U v o d

Uprkos činjenici da se povrede na radu javljaju sa određenom učestalošću, da se raspoređuju na određen način po vrstama delatnosti, vremenskom ritmu i lokalitetu. da radnici znaju za opasnost od povreda, da postoje posebni uređaji i organizacioni sistemi koji treba da kontrolišu, spreče ili suzbiju njihovo nastajanje, one još uvek izmiču potpunjoj kontroli i održavaju određeni prosek specifičan za skoro svako preduzeće, pogon ili tip delatnosti.

Za većinu privrednih delatnosti i aktivnosti moguće je određenim postupcima izračunati »koeficijent rizika« u odnosu na pojavu određenog procenta povređenih radnika. Višegodišnje praćenje te pojave može da ukaže na sezonske, dnevne i druge ritmove u javljanju traumatizma. To sve skupa stvara objektivnu osnovu za informisanje radnika, za njihovo obaveštavanje o potencijalnoj opasnosti koja im pretili, i sagledavanje realnih proporcija rizika povrede na radu i opasnosti uslova rada kojima su izloženi na radu.

Rudarska profesija, zbog prirode radne sredine, vrste i tipa tehnologije i sredstava rada, kao i drugih činilaca, spada u one sa relativno visokim koeficijentom rizika povredjivanja na radu. To je, jednim delom, razlog što smo je izabrali za predmet naše istraživačke studije.

Sociološka, statistička i klinička proučavanja obiluju dokazima da između alkoholizma s jedne i udesa ili povredjivanja s druge strane, postoji pozitivna povezanost. Ova po-

vezanost se može posmatrati bilo uopšteno bilo kroz uže i specifične relacije.

Prvu užu relaciju predstavlja odnos »alkoholizma i povredjivanja«. U ovom slučaju alkoholizam definišemo kao stanje akutne ili hronične alkoholisanosti, čiji se neposredni efekti na organizam i ponašanje uzimaju kao primarni »uzročnici« rizičnog ponašanja i povredjivanja.

Drugu užu relaciju u ovom kompleksu predstavlja odnos »premorbidne ličnosti alkoholičara« i »povređivanja na radu«. Tu se može pretpostaviti da premorbidna ličnost alkoholičara u suštini ostaje osnovni motivacioni okvir i kasnijeg ponašanja. Veza se u tom kontekstu tumači koincidencijom između premorbidne ličnosti alkoholičara i ličnosti sklone povredama, odnosno njihovom sličnošću u osnovnim crtama.

Treću užu relaciju u tom kompleksu predstavlja odnos između »izmenjene ličnosti alkoholičara« i »povređivanja na radu«. Time se podrazumeva da karakterizacija »izmena« odgovara po značenju »aproksimaciji ka rizičnom ili pojačano rizičnom ponašanju«.

Četvrtu užu relaciju u posmatranom kompleksu predstavlja odnos između »narušene veze alkoholičara sa svojom mikrosredinom u porodici i na radu« i »povređivanja na poslu«. Ovde se pretpostavlja da karakter transakcije alkoholičara i njegove ekologije na izvestan način određuje i nivo sigurnosti ili rizičnosti njegovog ponašanja na poslu.

Iz svega ovoga proizišla je osnovna pretpostavka našeg istraživanja da je profesionalni traumatizam rudara tesno povezan sa alkoholizmom. Ova pretpostavka podrazume-

va da su ove pojave vertikalno uslovljene dubljim, ličnim faktorima, ali da povrhu ovih, »horizontalno«, alkoholizam pojačava tendenciju ka profesionalnom povređivanju rudara, koji uzimaju alkohol.

Metodologija istraživanja

Područje ispitivanja

Za naše istraživanje odnosa alkoholizma i profesionalnog traumatizma izabrali smo Rudarsko-energetsko-industrijski kombinat (REIK) »Kolubara«, zato što smo tokom naših ranijih probnih ispitivanja (kojima je proveravana validnost metodike rada) utvrdili, da je u nekim krajevima naše zemlje, naročito vinogradarsko-voćarskim, kao i u rudarskim basenima, potrošnja alkoholnih pića veoma rasprostranjena. U ta područja spada i Kolubarski rudarski basen.

Faze ispitivanja

Istraživanje je sprovedeno u tri faze.

Prva faza. — U prvoj fazi razrađen je detaljan program i metodologija rada.

U okviru pripremljenih radova obrađeno je područje istraživanja, obavljeno potrebno izviđanje terena i prikupljanje podataka o procesu proizvodnje i radnim uslovima u jami Junkovac, površinskim kopovima i pogonu za preradu uglja. Prikupljene su, takođe, potrebne informacije o rudarskoj populaciji, okolini i etnografskim, socijalnim, kulturnim zdravstvenim, demografskim, biološkim i drugim karakteristikama stanovništva u ispitivanom području.

Razrađeni su instrumenti za izvođenje projekta, koji su sačinjavali:

- 1 — skala socijalne kompetencije
- 2 — skala za opštu procenu izloženosti pritiscima
- 3 — podaci iz prijave o nesreći na poslu
- 4 — upitnik o prilagođenosti rada i radom moralu
- 5 — ekonomski upitnik
- 6 — psihijatrijski list i
- 7 — popis varijabli.

Isto tako, izrađena su detaljna pismena uputstva sa prethodno standardizovanom terminologijom i definicijama.

Druga faza. — U drugoj fazi sprovedeno je izvođenje istraživačkog projekta.

Formirana je i obrađena eksperimentalna grupa sačinjena od 335 radnika, koji su u dvogodišnjem intervalu posmatranja registrovani od strane zdravstvene službe i službe higijensko-tehničke zaštite zbog povreda na radu (popunjena »Prijava o nesreći na poslu«).

Treća faza. — U ovoj fazi rezultati istraživanja su sređeni, obrađeni i interpretirani. Pri obradi podataka kao osnovna metoda koristila se korelacija pojedinih varijabli.

Na osnovu izvršenih ispitivanja date su ocene značaja alkoholizma u profesionalnoj traumatologiji obrađene grupe rudara Kolubarskog basena.

Rezultati istraživanja

U periodu našeg posmatranja ukupno je u REIK »Kolubara« registrovano od strane službe zaštite na radu 511 slučajeva profesionalnog traumatizma; međutim, u nastajanju ovih povreda nije učestvovalo 511 rudara, već je ukupan broj povređivanih nešto manji, pošto su neki od njih imali u definisanom periodu dve, pa i više povreda na radu.

U evidenciji službe zaštite na radu REIK »Kolubara«, povrede na poslu vođene su po sledećim pogonima: jama Junkovac, površinski pogoni i ostali pogoni Kombinata.

Ukazaćemo na neke pokazatelje značajne za naše istraživanje. Pre svega, od službe zaštite na radu dobili smo izveštaj o uzrocima povreda i smrtnih udesa u posmatranom periodu, u kom su posebno prikazani jama Junkovac i površinski kopovi, dok je u trećoj koloni sumarno dat pregled svih ostalih pogona Kombinata (uključujući i pogon za preradu uglja u Vreocima).

Ovi podaci, kao što smo i očekivali, jasno govore da su drugovi iz radne grupe i službe zaštite na radu nastojali da povređene radnike zaštite u svakom pogledu i da im nikako ne otežavaju ionako tešku situaciju nastalu samim povređivanjem. Otuda se individualni faktor kao uzrok povređivanja navodi samo u vrlo malom procentu (18,9%). U grupi akutnih ili hroničnih bolesti, alkoholizma i fizičkih mana (tačka 19) ni jedan jedini slučaj, vidimo, nije registrovan. I uopšte, sve ono što bi moglo na bilo koji način

da ugrozi prava povređenog osiguranika (za realizaciju oštetnog zahteva, naknade od osiguravajućeg zavoda, punu materijalnu i zdravstvenu zaštitu itd.), striktno je izbega-

vano, mada je, prema svim velikim statistikama, u nastajanju povreda na radu lični, odnosno subjektivni faktor prisutan u vrlo visokom procentu. Ipak, kada pogledamo ma-

Tablica 1

Pregled povreda na radu i smrtnih udesa po uzrocima (prema evidenciji službe HTZ)

Uzrok povrede	Jama Junkovac	Površinski kopovi	Ostali pogoni	Ukupno
A. Faktor radne okoline				
1. Neispravnost mašina i mašinskih uređaja (osim električnih)	2	12	10	24
2. Poremećaj normalnog tehnološkog procesa	—	1	3	4
3. Neispravnost ručnog alata (i na mehanički pogon)	1	5	1	7
4. Neispravnost električnih uređaja ili instalacija	1	3	3	7
5. Neispravnost izgrađene, opremljene, ili neuredno održane radne prostorije i radilišta	—	3	1	4
6. Nepravilno ili nedovoljno osvetljenje, ventilacija, nezdrava atmosfera i buka	—	1	2	3
7. Zakrčenost radilišta ili prolaza za ljude	1	1	5	7
8. Neispravnost transportnih puteva, sredstava i prostora za utovar i istovar	2	—	3	5
9. Nedostatak i neispravnost zaštitnih uređaja	2	1	—	3
10. Nedostatak ili neispravnost ličnih zaštitnih sredstava ili neodgovarajuća lična zaštitna sredstva	2	4	5	11
11. Viša (elementarna) sila	7	2	2	11
B. Organizacioni faktori				
12. Neracionalan ili nesiguran način rada pojedinaca	50	97	77	224
13. Loša organizacija rada	11	20	11	42
14. Zamor zbog suviše dugog ili prekovremenog rada, brz tempo rada	—	—	3	3
15. Nedostatak kontrole od strane tehničkog rukovodstva i nadzornog osoblja	—	2	—	2
C. Lični faktori				
16. Nedostatak odgovarajuće stručne spreme (školske)	—	—	1	1
17. Nedostatak odgovarajućeg iskustva	9	20	10	39
18. Kršenje sigurnosnih propisa zbog neupućenosti u opasnosti i nediscipline	11	23	9	43
19. Akutne ili hronične bolesti, alkoholizam ili fizičke mane	—	—	—	—
20. Zamor zbog dolaska na rad i odlaska kući	—	—	—	—
21. Zamor zbog nedovoljnog odmora u slobodnom vremenu	—	—	—	—
22. Lični odnos prema radu (nezadovoljan)	3	4	4	11
23. Brige i uzbuđenja, svađe	—	—	—	—
24. Psihološke osobine i drugi nedostaci	—	1	1	2
25. Nepoznato	9	12	37	58
UKUPNO	104	219	188	511

lo pažljivije iznete podatke videćemo da je za najveći broj povređivanja (44,1%) nađena srećna solucija u formulaciji tačke 12, koja obuhvata slučajeve neracionalnog ili nesigurnog rada pojedinaca. Kada ovim brojevima dodamo već pomenute procenete vezane za lične faktore i najzad, vrednosti koje su obuhvaćene tačkom 25 (nepoznato), a njih je 11,1%, imaćemo sasvim drukčiju sliku, videćemo, naime, da su u svih 74,1% povrede na radu, prema evidenciji službe HTZ REIK »Kolubara« bile uzrokovane isključivo ili pretežno subjektivnim faktorima. Ti podaci su već mnogo prihvatljiviji, nalaze se u granicama koje se navode u većini reprezentativnih statistika, te otuda zaslužuju punu pažnju i mogu se koristiti kao validna osnova za naučnu obradu i interpretaciju.

Od ukupno 511 povreda na radu, na pogone u kojima smo vršili ispitivanje (jama Junkovac, površinski kopovi i pogon za preradu uglja) dolazi 421 slučaj profesionalnog traumatizma, odnosno 82,4%. Preostalih 90, odnosno 17,6% slučajeva povređivanja odigralo se u svim drugim pogonima Kombinata.

Tablica 2

Pregled povreda na radu u ispitivanim pogonima prema vrsti povrede

Pogon	Vrsta povrede			Svega	
	laka	teška	smrtna	broj	%
Jama Junkovac	104	4	—	108	25,7
Površinski kopovi	206	10	3	219	52,1
Pogon za preradu uglja	87	6	1	94	22,2
Ukupno	397 (94,4%)	20 (4,7%)	4 (0,9%)	421	100,0

Tablica 3

Pogon	Povređenih		Zaposlenih
	broj	%	
Jama Junkovac	108	12,0	cca 450
Površinski kopovi	219	6,4	cca 1.700
Pogon za preradu uglja	94	8,3	cca 560
Ukupno	421	7,75	cca 2.710

Najveći broj povreda dolazi na površinske kopove (219 odnosno 52,1%), a zatim slede jama Junkovac (108 odnosno 25,7%) i najzad, pogon za preradu uglja (94 odnosno 22,2%).

Kao što smo i očekivali, najveći broj povreda na radu, u odnosu na broj zaposlenih radnika, dolazi na jama Junkovac, i ta razlika, prema površinskim kopovima i pogonu za preradu uglja, statistički je značajna.

U čitavom REIK »Kolubara« bilo je u posmatranom periodu, kao što smo već naveli, 511 slučajeva profesionalnog traumatizma. Znači, na oko 4.000 radnika zaposlenih u Kombinat u bilo je prosečno povređenih, prema našem proračunu, 6,4%, a 6,5% prema izveštaju službe za zaštitu na radu Kombinata (razlika nije tolika da se ne bi mogla zanemariti, a nastala je usled nedostatka preciznih podataka o broju zaposlenih).

Dok je, vidimo, u jami Junkovac, na površinskim kopovima i u pogonu za preradu uglja, na oko 2.700 godišnje zaposlenih radnika bilo prosečno 7,8% slučajeva povređivanja, u svim ostalim pogonima Kombinata, na oko 1.300 zaposlenih, bilo je prosečno godišnje 3,46% slučajeva profesionalnog traumatizma. Tome doprinosi, pored ostalog, režim rada i vrste delatnosti u pojedinim pogonima i službama Kombinata.

U 421 slučaju povređivanja, u pogonima u kojima smo sproveli naše ispitivanje, učestvovalo je ukupno 376 radnika. Od tog broja 335 radnika bilo je u stalnom radnom odnosu u Kombinat u vreme sprovođenja druge faze našeg istraživanja, te su oni mogli da budu obrađeni našim istraživačkim instrumentima. Tih 335 radnika predstavljaju blizu 90% (preciznije 89,8%) od ukupno 376 radnika koji su u jami Junkovac, na površinskim kopovima i u pogonu za preradu uglja bili povređivani u našem dvogodišnjem intervalu posmatranja. Ostali (41 radnik) nisu mogli da budu obuhvaćeni našim istraživanjem zato što se u vreme kada je izvođena druga faza projekta nisu više nalazili u REIK »Kolubara«; neki su napustili posao i otišli na rad u neku drugu radnu organizaciju ili inostranstvo, manji broj bio je u to vreme na hospitalnom lečenju zbog pretrpljene traume ili iz nekog drugog razloga, neki su čekali poziv za invalidsku komisiju ili su već bili dobili invalidsku penziju itd.

Tih 335 povređenih radnika — rudara predstavljaju našu eksperimentalnu grupu. Oni su obrađeni istraživačkim instrumentima koji su se koristili u izvođenju projekta.

U toku psihijatrijske eksploracije povređenih radnika, koju su vršili psihijatri — alkoholozi, saradnici ovog projekta, nastojali smo da u neposrednom, otvorenom, prisnom i nenametljivom intervjuu, lišenom svake usiljenosti, što obazrivije obradimo sve autoanamnestičke podatke u vezi s konzumiranjem alkohola, kako se ispitanik na bilo koji način ne bi osetio ugrožen i stekao utisak da mu preta opasnost da bude obeležen kao alkoholičar. Podaci do kojih smo došli ovom psihijatrijskom odnosno alkohološkom eksploracijom ukazali su da u selekcioniranoj grupi povređenih rudara REIK »Koluvara« svih 305 odnosno 91,0% ispitanika redovno pije, dok samo 30 odnosno 9,0% uopšte ne pije ili, pak, pije samo u retkim prilikama. Među apstinentima je bilo nekoliko epileptičara, zatim uspešno lečenih alkoholičara itd.

Na osnovu integralne sociopsihijatrijske obrade, od ukupno 335 eksplorisanih radnika koji su povređeni na poslu, alkoholizam je sa sigurnošću utvrđen u 65 odnosno 19,4% slučajeva, dok je u 59 odnosno 17,6% bio suspektan (sigurno utvrđenih i suspektnih alkoholičara bilo je, dakle, 127 odnosno 37,0%), dok u 211 odnosno 63,0% nije bilo indicija alkoholizma. Znači, u grupi radnika koju smo ispitivali, procenat verifikovanih alkoholičara bio je 5 puta veći od uobičajenog procenta alkoholičara u populaciji odraslih stanovnika (3,5 — 4%), dok je procenat kako sigurno utvrđenih tako i suspektnih alkoholičara gotovo desetostruko veći. Ovaj podatak ima izvanredan značaj za procenjivanje mesta i uloge alkoholizma u profesionalnom povređivanju naših ispitanika.

Odgovor na pitanje da li kod radnika koji je pretrpeo povredu na poslu postoji sigurno utvrđen ili suspektan alkoholizam, ili, pak, alkoholizam nije utvrđen, donosili smo na osnovu iscrpne analize svih prikupljenih podataka u upitnicima i sociopsihijatrijske eksploracije samih ispitanika.

Isto tako, u oceni da li je radnik u vreme povređivanja bio alkoholisan, koristili su se brojni podaci iz naših upitnika. Očekivali smo mnogo veću pomoć u tom pogledu od podataka u »Prijavi o nesreći na radu«, pošto se u upustvima za njeno popunjavanje deciderano insistira da se taj momenat na odgovarajućem mestu u prijavi jasno naznači u svim slučajevima gde postoji suspektna ili sigurna alkoholisanost. Međutim, bilo je očigledno da su i služba zaštite na radu i zdravstvena služba striktno izbegavali da u dokumentaciju o povredi na radu ubeleže podatak o akutnoj alkoholisanosti (čak i onda, kada je ona bila nesumljivo prisutna i očigledna), kako se ne bi dovodila u pitanje prava osiguranika (iz zdravstvenog i invalidskog osiguranja, premija osiguravajućeg zavoda itd.) i uopšte, kako im se kroz takvu oficijelnu belešku ne bi naškodilo na bilo koji način.

U toku našeg ispitivanja dobili smo niz podataka na osnovu kojih smo utvrdili da se ne mali broj povređenih radnika, u vreme akcidenta, nalazio u stanju akutne alkoholne intoksikacije odnosno mamurluka (kakoforije).

Ovi podaci predstavljaju jedno od ključnih mesta našeg istraživanja. Vidimo, naime da se u grupi verifikovanih alkoholičara, samo u 15,3% slučajeva nije moglo dokazati da se u vreme povređivanja radnik nalazio pod uticajem alkohola. Alkoholisanost je u 14,0% sigurno postojala, dok su u ostalih 70,7% nađene vrlo značajne indicije alkoholi-

Alkoholisanost u vreme povređivanja

Tablica 4

Alkoholisanost u vreme povređivanja	Alkoholizam							
	sigurno utvrđen		suspektan		nije utvrđen		SVEGA	
	broj	%	broj	%	broj	%	broj	%
Nije utvrđena	10	15,3	25	42,3	206	97,6	241	71,9
Suspektna	46	70,7	31	52,5	5	2,4	82	24,4
Sigurno utvrđena	9	14,0	3	5,2	—	—	12	3,7
UKUPNO	65	100,0	59	100,0	211	100,0	335	100,0

sanosti. Slično je i u grupi suspektnih alkoholičara; sigurno je utvrđeno delovanje alkohola u 5,2%, ono je bilo vrlo verovatno u daljih 52,5%, dok u 42,3% nije postojalo. Najzad, kao što se moglo očekivati, kod povređivanih rudara u kojih nisu postojale indicije alkoholizma nije mogla da se utvrdi ni akutna alkoholisanost u najvećem broju slučajeva (svih 97,6%), dok je samo u 2,4% bila suspektna. Ni u jednom jedinom slučaju kod nealkoholičara alkoholisanost u vreme povređivanja nije bila sigurno utvrđena.

U ne malom procentu postojala je, znači, u momentu povređivanja sumacija ireverzibilne psihofizičke deficitarnosti uzrokovane hroničnim alkoholizmom i tranzitorne psihomotorne insuficijencije uzrokovane akutnim delovanjem etanola. Ove relevantne momente nikako ne smemo zanemariti u analizi osnovnog problema — zašto je jedna osoba u jednom određenom momentu, pretrpela jedan određen vid traume. Svakako nije mali broj slučajeva u našoj eksperimentalnoj grupi da je ta osoba bila alkoholičar, a taj moment — momenat alkoholisanosti. Pri svemu tom, alkoholizam i alkoholisanost nisu uvek morali da budu jedini akcidentogeni faktori, ali su, svakako, u kompleksnoj konstelaciji samog traumatiziranja odigrali značajnu (ako ne i vodeću) ulogu.

Treba, ipak, odmah da napomenemo da i u slučajevima gde je u vreme samog povređivanja alkoholisanost sigurno postojala, nikako nije moglo da se radi o teškoj alkoholnoj intoksikaciji, jer se u svakom slučaju manifestnog pijanstva rudar odmah odstranjuje iz pogona. Međutim, baš ta stanja lake alkoholisanosti, pripitosti, kritična su u rudarstvu i industriji uopšte.

Među rudarima rasprostranjeno je mišljenje da ne postoji opasnost od povređivanja na radu sve dok se ne jave vidni znaci pijanstva. Ova zabluda uspeva da se održi, uglavnom zbog nedovoljne zdravstvene prosvetlosti i apsolutno tolerantnog stava radne grupe prema radniku koji alkoholisan dolazi u ugljenokop, ili, pak, pije u toku rada. Predradnik ili poslovođa udaljiće, naravno, evidentno etilisanog rudara iz pogona, jer to moraju da učine shodno internom pravilniku o radu, ali će mu omogućiti da izgubljeni radni dan nadoknadi radeći u vreme kad bi inače trebalo da se odmara. U svim drugim

slučajevima, lakše etilisani radnik ostaće da radi u smeni.

Dokazano je, međutim, da i minimalne količine alkohola dovode rudare do stanja u kome oni više nisu sposobni da obavljaju svoje poslove na zadovoljavajući način, tim pre što i razne profesionalne štetnosti, u prvom redu rudarski gasovi, koji su u ugljenokopima i pored svih zaštitnih mera u izvesnim koncentracijama uvek prisutni, potenciraju dejstvo prethodno konzumiranog alkohola.

U uslovima savremene organizacije rada i tehnološkog procesa u jami Junkovac, površinskim kopovima i pogonu za preradu uglja REIK »Kolubara«, u kojima smo sproveli naše ispitivanje, obavljanje poslova na visoko specijalizovanim uređajima postalo je veoma komplikovano, te postoji stalna opasnost od profesionalnog traumatizma. U takvim radnim uslovima, tehnologija mora da se nalazi u rukama potpuno uravnoteženog čoveka, a ta ravnoteža počinje da se remeti već kad nekoliko kapi alkohola uđe u krvotok.

Istraživanjima o delovanju raznih koncentracija alkohola na fizičke i psihičke sposobnosti čoveka, dokazano je da opasnost za bezbednost na radu predstavljaju upravo male količine etanola, jer dovode do poremećaja refleksnog reagovanja, rasuđivanja i sposobnosti adekvatnog obavljanja najpreciznijih pokreta i radnji.

Integritet nekih psihičkih i motornih funkcija počinje da trpi već kod koncentracije alkohola u krvi od 0,15‰ (odgovara količini od 10 ccm čistog alkohola odnosno 1 dl vina kod čoveka teškog 70 kg). Već te količine alkohola mogu da oslabe pažnju i poremete aktivnost čulnih organa, dok sam rad utoliko više trpi ukoliko je složeniji.

Pošto i posle uzimanja malih količina alkohola dolazi do kompromitovanja samokritike i samokontrole, javlja se utisak da alkohol olakšava obavljanje standardnih radnih zadataka. Otuda dobrim delom i proizilazi zabluda rudara, da će pomoću alkohola lakše i bolje da savladaju svoje poslove, što predstavlja značajnu bazu za stvaranje i širenje alkoholnih navika. Nasuprot tome, utisak radnika da mu je ojačala snaga, da ga je piće okrepilo, potpuno je varljiv. Ukupna radna efikasnost pod uticajem alkohola nesumljivo

se smanjuje i to je jedan od glavnih razloga, što se unošenjem alkohola pre i u toku rada povećava frekvencija profesionalnog povređivanja.

Brojna eksperimentalna ispitivanja su pokazala da su uvežbani, automatski pokreti u stanjima lake alkoholisanosti sačuvani i u uobičajenim radnim uslovima radnik još donekle može da dovede u sklad svoje aktivnosti sa postavljenim radnim zadacima. Međutim, u trenutku kada ti uslovi na bilo koji način postanu izmenjeni, i kad neuobičajena radna situacija bude zahtevala drukčije i naglo reagovanje (a te situacije u uslovima savremenog rada u rudarstvu nisu retke), otkazaće sposobnost adekvatne i često munjevite akcije. Taj kritični momenat veoma je značajan u rudarskoj aktivnosti uopšte, a posebno u slučaju alkoholisanosti rudara, jer onemogućava da se pravovremeno primeni stečeno znanje i iskustvo i kompatibilna aktivnost sprovede na zadovoljavajući način. Deficitarnost ove vrste evidentna je skoro bez izuzetka kod alkoholemije od 0,2 — 0,3‰ (2 dl vina ili 1/2 dl rakije ili 4 dl piva).

U toku lakog pijanstva ili pripitosti, kada je koncentracija alkohola u krvi oko 0,5‰ (1 dl rakije ili 4 dl vina ili 8 dl piva) izraženo je već euforizirajuće dejstvo etanola, koje doprinosi slabljenju kritičnosti i uvidavnosti, iz čega rezultiraju povišeno osećanje samosvesti i lažni utisak da se lako mogu savladati sve teškoće, te radnik počinje da preceňuje svoje snage i sposobnosti, ignoriše lična zaštitna sredstva, opasnosti mu izgledaju mnogo manje no što su u stvari itd.

Koncentracija alkohola od 0,6 — 0,8‰ predstavlja u industriji i rudarstvu glavnu zonu opasnosti, jer se tada radnik oseća sasvim siguran u sebe (a i drugi ne sumnjaju u njegovu sigurnost), mada su mu samokontrola i aktivnost čulnih organa nesumljivo kompromitovani. Smatra se da se najveći broj akcidenata na radu, čijem nastajanju doprinosi alkohol, dešava upravo kod tog stepena alkoholisanosti.

Pri koncentraciji alkohola od 1‰ (3 — 4 čašice ljute rakije ili oko 6 dl vina) dve trećine ljudi pokazuju manifestne znake pijanstva; glava je topla, lice crveno, disanje ubrzano, krvni sudovi na vratu i u slepoočnom predelu vidno pulsiraju, sam puls je ubrzan i penje se na 100 udara u minutu, govor je, takođe, ubrzan i otežan. Znatno se smanjuje sposobnost pažnje i koncentracije, rasu-

đivanja i brzine reagovanja, potenciran je osećaj sigurnosti i snage kao i euforično raspoloženje, što vodi nekritičnom ponašanju, preceñivanju sebe i situacije itd. Kod tog stepena alkoholisanosti postepeno se sve više gubi i automatizam rada, kao i automatizovana pažnja koju poseduje iskusan trezan radnik. Javlja se umor, i to mnogo ranije no obično; pokreti postaju nesigurni, neprecizni i neodmereni.

Stanja otvorenog pijanstva, pri koncentraciji alkohola u krvi od 1,5 — 2,5‰ i više (4 — 6 čašica ljute rakije ili 800 — 1000 ccm vina) inkompatibilna su sa vršenjem profesionalne aktivnosti u rudarstvu.

Znači, kod alkoholičara, kao i kod radnika koji konzumiraju alkoholna pića pre ili u toku rada, nastupa niz psihofizičkih alteracija koje nepovoljno utiču na obavljanje profesionalne rudarske aktivnosti. Posledice takvog stanja ne pripisuju se toksičnom dejstvu alkohola. Naprotiv, među rudarima je rašireno verovanje da alkohol podiže radnu snagu, da krepí, osvežava i doprinosi da se lakše savladaju teški radni zadaci.

Diskusija

Generalna hipoteza koja je u ovom radu testirana formulisana je postavkom da je alkoholizam u rudara povezan sa učestalošću povređivanja na radu. Kao što naši rezultati pokazuju, ova je pretpostavka potvrđena direktnim upoređivanjem ove dve pojave. Negativne efekte alkoholizma redukovano smo posmatrali ne uzimajući u obzir apsentizam, fluktuaciju, povrede radne discipline i druge prateće efekte lošeg radnog ponašanja. Da smo izabrali opštiju kategoriju lošeg radnog ponašanja ili više kategorija takvog ponašanja, vrlo je verovatno da bi dokazi o povezanosti alkoholizma i profesionalnog traumatizma bili mnogo jači.

Naredne hipoteze odnose se na povezanost izraženosti alkoholizma sa faktorima životnih uslova, prilagođenosti radu i zrelosti kao svojstvu ličnosti. Ove su hipoteze testirane na više načina, mereni su diferencijalni efekti i korelacija sa alkoholizmom na osnovu čega su ove hipoteze delimično potvrđene.

Kakvo značenje imaju ti rezultati? Pre svega, mi smo izabrali jedan jednostavan kriterijum, a to je broj registrovanih povre-

da. To možda nije najbolje merilo, ali ima i uverljivo pozitivne strane. Učestalost povređivanja je dobro merilo za psihološka istraživanja, jer obuhvata faktor ponavljanja greške. A baš ovaj faktor ponavljanja greške u samozaštitnom ponašanju ima relevantnost za psihološke teorije povređivanja.

Dalje, može se zaključiti da su alkoholičari značajno različiti od nealkoholičara u pogledu proveranih varijabli, odnosno da su izloženi većim pritiscima (imaju slabije životne uslove), da su slabije prilagođeni radu (imaju niži radni moral) i da je njihova socijalna kompenzacija manja (imaju niži nivo psihološke zrelosti). To, u krajnjoj liniji, potvrđuje da su istraživački instrumenti koje smo odabrali za polaznu osnovu adekvatni i da omogućavaju izvesnu predikciju ponašanja alkoholičara.

O pravoj prirodi povezanosti ovih varijabli sa alkoholizmom mogli bismo u najkraćim crtama da kažemo sledeće. Veza »izloženosti pritiscima« sa alkoholizmom je najverovatnije dvosmerna ili cirkularna, jer koliko loši životni uslovi mogu da pogoduju formiranje zavisnosti od alkohola, toliko isto i formirani alkoholizam može da pogorša životne uslove. Nismo imali nameru da dalje razjašnjavamo ovo pitanje uzročno-posledičnih odnosa.

Za odnos, »prilagođenost radu i radni moral« može se manje više isto reći što za prethodnu varijablu. Odnos je najverovatnije dvosmeran ili cirkularan. Pa ipak, moglo bi se pretpostaviti da je uticaj alkoholizma na radni moral potentniji smer delovanja, naravno ukoliko prihvatimo da su primarni formativni faktori alkoholizma »stariji« od uticaja radne sredine. Najzad, što se tiče nivoa zrelosti, očigledno je da je to jedna od bitnih karakteristika ličnosti alkoholičara.

Naredne hipoteze predstavljaju formulacije o povezanosti frekvencije traumatizma sa ovim varijablama ponašanja. Razlog uključivanja tih varijabli u ovo istraživanje leži u potrebi da prevaziđemo nivo proste konstatacije i da zađemo u tumačenje globalno uzročnih veza. Drugim rečima, smatrali smo da nije dovoljno ustanoviti stepen povezanosti alkoholizma i profesionalnog traumatizma u kolubarskih rudara i proveriti statističku značajnost te povezanosti. U cilju mogućeg tumačenja takve povezanosti, koju smo delimično potvrdili u ovom istraživanju, iz po-

stojećih teorija traumatizma izveli smo tri varijable koje se odnose na šire životne uslove, psihološke uslove radne sredine i na osobine ličnosti. Očekivali smo da ovi činioci, pojedinačno, u parovima ili svi zajedno, imaju relevantnu vezu sa pojavom učestalosti povređivanja na radu u rudarskoj populaciji. U krajnjoj liniji tražili smo mogućnost da lokalizujemo »glavne izvore« faktora koji izazivaju povređivanje rudara.

Prema dobijenim rezultatima, učestalost povređivanja je u pozitivnoj korelaciji sa alkoholizmom. Ipak, očigledno je da u poređenju sa alkoholizmom, pojava povređivanja na radu nije dovoljno ispitana. Za nju bismo mogli da kažemo da više zavisi od nekih užih, specifičnih svojstava i sredine i čoveka, nego što je to slučaj sa alkoholizmom. Iz ovog uopšteno zaključujemo da su naši rezultati potvrdili potrebu da se u pristup ispitivanju veze alkoholizma i povređivanja na radu uključe i dubinske teorije ličnosti. To proizilazi iz podataka naše analize koja pokazuje da je taj odnos daleko složeniji nego što na prvi pogled izgleda.

Zaključak

U ovom multidisciplinarnom istraživanju tražena je povezanost između pojave alkoholizma i profesionalnog traumatizma među rudarima. Upravo zato što je takva vrsta veze po karakteru univerzalna, posebna je pažnja posvećena specifičnostima socioekonomskih uslova i subkulture iz koje potiče uzorak. Uporedo sa ovim razmotrene su i teorije traumatizma, među kojima je izvršena selekcija i najzad su formirane radne hipoteze u skladu sa teorijskim očekivanjima. Poseban značaj ovog istraživanja je u tome, što se i alkoholizam i profesionalni traumatizam u Jugoslaviji povećavaju brže od porasta broja stanovništva, a rudari prednjače u odnosu na jugoslovenski proseki.

Teorijski uzorak za ovo istraživanje predstavljaju svi rudari REIK »Kolubara« koji su u dvogodišnjem intervalu posmatranja najmanje jednom bili povređeni na radu i kao takvi registrovani od strane stručne službe Kombinata. Od 376 povređenih rudara neki nisu mogli da budu ispitani tako da realni uzorak obuhvata 335 kolubarskih rudara.

Pristup istraživanju bio je multiprofesionalan (psihijatri-alkoholozi, lekar specija-

lista medicine rada, psiholog, socijalni radnik i ekonomista-statističar).

Korišćeno je nekoliko tehnika za registrovanje podataka: psihijatrijski intervju, klinički tip procene prema pripremljenim skalama, anketa podataka i registar povreda na radu. Na ovaj način dobijeni su podaci za sledeće kategorije varijabli: a) nezavisne varijable (procena stepena izraženosti alkoholizma u čitavom uzorku), b) međuvarijable (izloženost ekološkim pritiscima, prilagođenost radu i radni moral, sociopsihološka zrelost), c) zavisna varijabla (broj povreda na radu) i d) prateće varijable (zdravstveno stanje, ekonomski uslovi domaćinstva, zdravstveni uslovi na radnom mestu i sl.).

Prema dobijenim podacima konstatovano je da u ovom uzorku povređenih rudara sigurno utvrđenih alkoholičara ima 19%, suspektnih alkoholičara 18%, dok kod preostalih alkoholizam nije ustanovljen. Međutim, 91% ovog uzorka povređenih rudara redovno pije alkoholna pića, najviše rakiju. Nadalje je nađeno, da je u vreme povređivanja 14-17% rudara bilo u stanju akutne alkoholisanosti.

U kategoriji primarnog alkoholizma vodeći etiološki faktori su pritisci društvenih običaja na maskulini prestiž koji snažno deluju već od rane adolescencije, pa i pre nje. U kategoriji sekundarnog alkoholizma psihijatrijskom eksploracijom je nađeno 43% ispitanika sa nekim mentalnim oboljenjem ili poremećajem.

Statistički značajne korelacije nađene su između alkoholizma i učestalosti povređivanja, a isto tako i između alkoholizma i međuvarijabli. Kao što se i očekivalo, izraženost alkoholizma prati porast ekoloških pritisaka (loši životni uslovi), opadanje radnog morala i prilagođenosti radu, a isto tako i snižavanje psihosocijalne zrelosti. Neočekivano izabrane međuvarijable nisu bile ni diskriminativne niti su bile povezane sa učestalošću povređivanja osim kod jedne grupe (suspektnih alkoholičara). Na kraju su razmotrene teorijske i praktične implikacije ovog istraživanja i istaknuta je sugestija da se slična istraživanja moraju nastaviti, kako bi se obuhvatio čitav registar mogućih uzroka povreda.

SUMMARY

Correlates of Alcoholism and Occupational Traumatism in Miners

J. Poleksić — S. Stojiljković — J. Berger*)

The authors conducted a multi-disciplinary investigation to establish a possible connection (and its structure) between alcoholism and occupational traumatism in miners. Special attention was paid to the social and cultural characteristics of the miners examined. A survey was made of the theories of traumatism in order to single out relevant variant. The sample covered 335 miners who had at least once been injured at work during a period of two years. Data was collected by means of psychiatric interviews, personality assessment, scales for and records of injuries suffered at work. In this way the following categories of data were obtained: a. independent variables (assessment of the extent to which alcoholism was manifest); b. intermediate variables (exposure to ecological pressure, adjustment to work working morale, and psychic and social maturity); c. dependent variables (frequency of injuries at work); and d. accompanying variables (health condition, economic circumstances of the household, health conditions at work place, etc). On a descriptive level it was established that about 90% of the miners covered by the investigation drank, most often brandy. However, positively verified alcoholics accounted for 19% and suspected alcoholics for 18% of the sample. In the category of primary alcoholism pressure exercised by custom upon masculine prestige in early adolescence and even earlier was the leading etiological factor. In the category of secondary alcoholism psychiatric examinations showed that 43% of the subjects had some mental disease or disorder. Statistically significant correlations were found to exist between alcoholism and intermediate variables. As had been expected, manifest alcoholism was accompanied by increased etiological pressure (poor living conditions), decreased adaptability to work and working morale, and impairment of psychosocial maturity (social competence). Contrary to expectations, no connection could be established between this intermediate variable and frequency of injuries.

*) Prim. dr sci. Joko Poleksić — Neuropsihijatrijska klinika Medicinskog fakulteta — Beograd.
Prof dr sci. Josip Berger, Filozofski fakultet — Beograd.

Literatura

1. Alexandre, F. 1950: Psychosomatic Medicine, New York, Norton CO.
2. Analize i materijali REIK »Kolubara« o fluktuaciji radne snage u Kombinat.
3. Analize i materijali REIK »Kolubara« o efikasnosti rada i odsustvovanju sa posla.
4. Bilten združenog elektroprivrednog preduzeća SR Srbije (1967—1971).
5. Eysenck, H. J. 1965: Fact and Fiction in Psychology. Penguin Books.
6. Ferrant, P. I. — Deniker, P. et coll, 1970: La Semaine Médicale Professionnelle et Médico—Sociale, 46,4.
7. Fornworth, L. D. 1968: The American Journal of Psychiatry, 12,4.
8. Girond, J. — Deniker, P. 1970: La Semaine Médicale Professionnelle et Médicale Professionnelle et Médico-Sociale, 46,4.
9. Girond, J. — Deniker, P. 1970: La Semaine Médicale Professionnelle et Médico-Sociale, 46,4.
10. Girond, J. 1964: La Semaine Médicale Professionnelle et Médico-Sociale, 40,2.
11. Glatt, M. M. 1961: The British Journal of Clinical Practice, 15, 2.
12. Izveštaj o radu i poslovanju REIK »Kolubara« za 1968, 1969, 1970. i 1971. godinu.
13. Korman, M. 1961: Jama. 178,13.
14. Košiček, M. 1963: Ličnost, emocije, sukobi, brak, alkoholizam i radna sposobnost, Zagreb.
15. Macura, M. 1958: Stanovništvo kao čini-lac privrednog razvoja Jugoslavije, Ekonomski biro, Beograd-Nolit.
16. Mansfield, E. 1970: The economics of tehnological change (ruski prevod) Progres — Moskva.
17. Markov, M. 1971: Naučno-tehničkaskaja revolucija — analiz, perspekyvy, posledstvija, Moskva.
18. Methias, G. 1961: Der öffentliche Gesundheitstienst, 23,6.
19. Maček, O. 1952: Profesionalni traumatizam. Medicinska knjiga, Beograd—Zagreb.
20. Mimet, R. P. — Deniker, P. 1970: La Semaine Médicale Professionnelle et Médico-Sociale. 46,15.
21. Morin, Y. J. — Courtois, P. 1968: Annales Médicopsychologiques, 2,128.
22. Nathan, P., et al. 1970: Archives of General Psychiatry, 22,5.
23. Poleksić, J. 1970: Alkoholizam, 10,2.
24. Poleksić, J. 1965: Alkoholizam, 1-2.
25. Poleksić, J. 1969: Alkoholizam, 3.
26. Poleksić, J. 1969: Zbornik XI seminara medicine rada.
27. Savičević, M. 1966: Anali bolnice »dr M. Stojanović«.
28. Savičević, M. 1969: Medicina rada, Savremena administracija, Beograd.
29. Stojanović, R. 1970: Veliki ekonomski sistemi IEI, Beograd.
30. Stojiljković, S. — Poleksić, J. i sar. 1969: Alkoholizam i invalidnost, Institut za alkoholizam, Beograd.
31. Stojiljković, S. — Poleksić, J. — Milovanović, D. 1969: Alkoholizam, 2.
32. Stojiljković, S. i sar. 1968: Socijalno-medicinske posledice alkoholizma u porodicama sa niskim primanjima, Institut za alkoholizam, Beograd.
33. Stojiljković, S. — Poleksić, J. — Vasev, C. — Bergar, J. 1971: Značaj alkoholizma u profesionalnoj traumatologiji. Institut za alkoholizam, Beograd.
34. Tomeković, T. 1965: Psihologija rada. Naučna knjiga, Beograd.
35. Tomeković, T. 1966: Neke savremene teorije traumatizma. Zbornik Filozofskog fakulteta, Beograd.
36. Zeković, V. — Novaković, S. 1964: Ekonomika Jugoslavije. Rad, Beograd.
37. Zeigler, E. — Philips, L. 1961: Psychiatric Diagnosis and Symptomatology. J. Abnorm. Soc. Psychol., 63.
38. Šoškić, B. 1970: Proizvodnja, zaposlenost i stabilizacija, IEI, Beograd.
39. Vigy, M. 1970: La Concours Médical. 13.
40. Čobelić, N. 1959: Problemi privrednog razvoja. EB, Nolit, Beograd.
41. Williams, C. B. — Nickels, J. 1969: Internal-External Control Dimension as Related to Accident and Suicide Pronness, Consulting and Clinical Psychology, 33.
42. Deniker, P. 1970: La Semaine Médicale Professionnelle et Médico-sociale, 46, 6.

Upotreba plakata, panoa i natpisa kao sigurnosnih sistema u radu

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Svetozar Ivić

Plakati, panoi i natpisi sa upozorenjima i obaveštenjima kao sigurnosni vizuelni sistem, koji izrađuje veliki broj stručnjaka mogu imati svoj propagandni efekat samo ako se pravilno upotrebljavaju.

Plakati, panoi i natpisi (ili uopšte vizuelna sredstva propagande) danas nalaze veliku primenu u svim radnim organizacijama kao sigurnosni sistemi u radu. Njihova relativno mala cena nabavke u odnosu na druge sisteme zaštite, jednostavna upotreba i dalekosežnost posledica (educiranost i sl.) uslovljavaju da mnoge radne organizacije ova sredstva redovno uvode u svoj program zaštite na radu. Međutim, problemi ovog domena nastaju upravo onog momenta kada je potrebno pravilno upotrebiti ovakva sredstva u specifičnim radnim uslovima (vidljivost, razumljivost, smetnje i sl.). Ovo postaje jasno kada se zna da u izradi ovakvih plakata, panoa i natpisa učestvuje tim stručnjaka, ili se bar tom prilikom konsultuju psiholozi, dizajneri, sociolozi, inženjeri zaštite na radu, tehnolozi i drugi, dok se prilikom upotrebe plakate, tj. njenog izbora i postavljanja, u većini slučajeva sve prepušta stihiji ili slučaju. Međutim, i ovom prilikom, potrebno je konsultovati tim stručnjaka kako bi se informativna vrednost ovakvih sredstava pravilno iskoristila. Upravo zato ćemo pokušati da u ovom radu približimo metod upotrebe ovih sredstava načinu i uslovima rada koji vladaju u rudarstvu, kao specifičnoj grani ljudske delatnosti.

Sva vizuelna sredstva propagande možemo podeliti na osnovu semantičkog kriterijuma prioriteta poruke koju nose i prostorno-vremenske vezanosti na tri grupe. U prvu grupu spadaju sva vizuelna sredstva propagande s opštim značajem poruke koju prenose i s veoma malom informativnom vrednošću, jer se njihov značaj ne vezuje ni za kakav trenutak vremena ili prostora, odnosno ne otklanja se bilo kakva neizvesnost. Zbog toga

je potrebno ovakve plakate, panoa i natpise postavljati na mesta koja sama po sebi nisu informativno opterećena, kako im se ne bi umanjila ionako mala informativna vrednost. U opštem slučaju, to bi bile površine namenjene odmoru, rekreaciji, oporavku, ishrani, sanitarni čvorovi, saobraćajnice i slično. Na ovakvim mestima obično ne postoje prioritnije informacije vezane za tehnološki postupak ili okruženje (sem od konverzacije), tako da informativna vrednost ovog teksta dolazi do izražaja. Preporuke za postavljanje plakata, panoa i natpisa uglavnom bi se odnosile na pogodnost njihovog prostorno-vremenskog lociranja u odnosu na prostorno-vremensko angažovanje radnika na ovakvim površinama. Naime, prostim istraživanjem kretanja radnika i njihovog zadržavanja po ovakvim prostorijama dobija se prostorno-vremenska šema koja daje osnovu za postavljanje ovih sredstava. Iskustvo je pokazalo da je potrebno obratiti pažnju i na formu teksta ili slike kojom se saopštava poruka (slika 1). Brojna istraživanja dokazuju da se lakše pamte i reprodukuju (a to je i osnovni cilj ovih sredstava) one plakate koje prenose poruku na veseo i šaljiv način ili u stihu. Kod plakata ove vrste potrebno je još napomenuti da postoje dokazi da se efikasnost prenošenja poruke vremenom smanjuje usled monotonije, stereotipnosti i zamora posmatrača. Upravo zato se ponekad preporučuje periodična promena položaja, mesta, pa čak i sadržaja ovih plakata kako bi se očuvala informativna vrednost njene poruke.

Drugu grupu čine ona sredstva koja su po poruci koju prenose vezana za određeno mesto i vreme u tehnološkom postupku ili posebnu grupu radnika, odnosno ona samo

u određenim momentima razvijaju punu informativnu vrednost. Specifičnosti poslova koji se obavljaju u rudarstvu, dinamika radnih mesta i uslovi koji vladaju na njima zahtevaju da se posebna pažnja posveti pitanjima upotrebe vizuelnih sredstava propagande. U ovom kontekstu interesantno bi bilo napomenuti rezultate istraživanja koje je u Poljskoj sproveo M. Majkut (1) na oko 320 radnika u jednom rudniku i koji bi se mogli rezimirati na sledeći način (sl. 1):



Sl. 1 — Plakate, tipični predstavnici prve grupe (dimenzije 30×40).
Abb. 1 — Plakate, typische Vertreter der ersten Gruppe (Abmessungen 30×40).

1. pamćenje plakata, panoa i natpisa je kratkotrajno

2. ispitivani radnici su u većini slučajeva bili u stanju da reprodukuju (a prema tome i zapamte) bar nekoliko plakata izabranih spontano po sopstvenom izboru u toku višegodišnjeg rada u rudniku

3. maksimalno je zapamćeno 6-8 poruka s plakata, a u najvećem broju slučajeva zapamćene su tri poruke

4. radnici sa kraćim stažom pokazuju veći interes za ovakvu vrstu zaštitnih mera.

U okviru ovih istraživanja takođe se došlo do, već pomenutog, zaključka da se bolje pamte i reprodukuju plakate na kojima je poruka predstavljena na lak, veseo ili šaljiv način. Koristeći se zaključcima ovih istraživanja, mogli bismo doći do zaključka da radno mesto ne bi trebalo opterećivati plakatama ovog tipa (maksimalno tri) više nego što je potrebno za odvijanje pravilnog i higijenskog tehnološkog postupka. Zatim, tekst ili slika kojom se prenosi poruka treba da budu što kraći i da sažeto, na način dostupan pretpostavljenom radniku, prenose ideju plakate. Kratkotrajno pamćenje zahteva što češći vizuelni i semantički kontakt sa plakatama u cilju obnavljanja informacija, a da bi se zadovoljio ovaj uslov potrebno je ostvariti zahtevе dostupnosti i razumljivosti (vizuelni i

semantički uslov) sadržaja plakate čoveku. Ostvarivanje ovih principa u rudarstvu je posebno otežano iz više razloga, a prvenstveno zbog specifičnosti radnih uslova i karakteristika angažovane radne snage. Naime, lociranje ovih plakata vezano je prostorno-vremenskim zahtevima tehnologije na koju se odnose, a to u većini slučajeva znači za mesta koja inače pružaju veoma slabe uslove i daleko jačim izvorima informacija (slabo osvetljenje, dinamika radnog mesta i slično). O

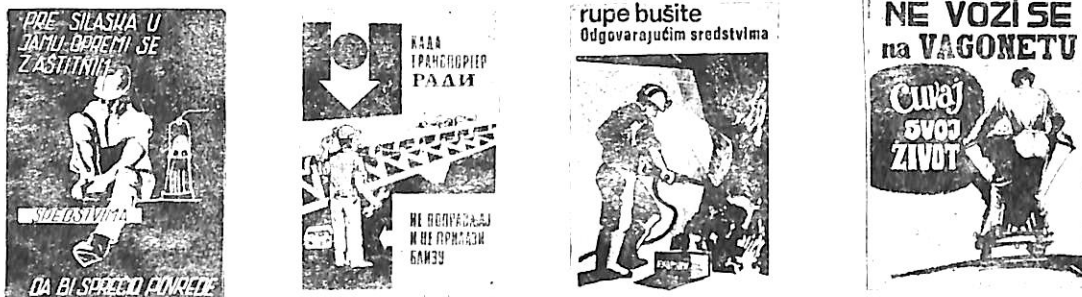
osnovnim principima ostvarenja vizuelnog i semantičkog kontakta biće kasnije više reči.

Treća grupa plakata, natpisa i panoa predstavlja grupu s najvećim semantičkim i prostorno-vremenskim prioritetom i vezanošću, jer je njihova poruka najčvršće vezana za vreme i mesto i obično iskazuje limitnu zabranu ili naredbu. Iz ovih razloga locirane su na granicama opasne zone, a njihovim ignorisanjem direktno se stvaraju uslovi za nastanak incidenata. Zato je potrebno da se poruke s ovakvih plakata prenose na što jasniji način, ali i tako da budu dostupne radniku onog trenutka kada postoji mogućnost da on inicira pokret s eventualnim incidentalnim posledicama. Pitanje uspostavljanja čestog prostorno-vremenskog kontakta ovde se preinačuje u obavezu uspostavljanja prethodnog kontakta s njima pre obavljanja određenih radnji na koje se one odnose. Naime, u većini slučajeva (to se može zaključiti iz analize tekstova sa proizvoda jednog našeg proizvođača-2 i plakata sa slike 3) poruke s plakata, panoa i natpisa ove grupe zabranjuju ovakve radnje ili naređuju ispunjenje neke prethodne pomoćne radnje. Zahvaljujući ovome prostorno-vremenska lokacija je savršeno definisana, ali i neelastična, jer je postavljanje vezano za jako usko prostorno-vremensko polje koje prethodi polju radnje

na koju se odnose. Ovom prilikom postavljaju se i problemi ostvarenja apsolutno sigurnih i stabilnih uslova za ostvarenje komunikacione veze sa plakatima ove grupe, a to znači da položaj, osvetljenje, jasnoća stila i sl. treba da budu takvi da omoguće ostvarenje pune informativne vrednosti poruke. Dakle, i ovom prilikom postavlja se problem ostvarenja vizuelnog i semantičkog kontakta.

Radi razmatranja postavljenog zadatka preinačimo problem uspostavljanja semantičkog i vizuelnog kontakta u problem ostvarivanja »PRINCIPA DOSTUPNOSTI I RA-

uslovi za prenošenje poruke subjektu. To znači da se uključuju i situacije, kada čovek ne prima apsolutno celu informaciju (na primer, kada je deo plakata zaklonjen ili kada je prijem otežan nekom drugom objektivnom smetnjom) ali ipak, može, i na osnovu tako »okrnjene« informacije, shvatiti bez problema smisao poruke. Deo informacije koji mu može biti dovoljan za rekonstrukciju i razumevanje celokupne poruke zavisi i od ostvarenja »principa razumljivosti« i kvaliteta ugrađenih u proizvod od strane proizvođača. Verovatnost ostvarivanja ovog kontakta mo-



Sl. 2 — Plakate druge grupe, koje se vrlo često koriste u rudarstvu, kao tipični predstavnici svoje grupe (dimenzije 30 × 40).

Abb. 2 — Plakate zweiter Gruppe, die sehr oft im Bergbau genutzt werden, als typische Vertreter ihrer Gruppe (Abm. 30×40).

**ZABRANJENO
PODMAZIVANJE
I ČIŠĆENJE PO-
KRETNIH DELOVA
BAGERA
DOK SU U POKRETU**

**PRIJE
OTVARANJA
ISKLUČI
DOVOD**

**НЕ УКЛЮЧУЈ
ОПАСНО ПО
ЖИВОТ!**

**PAŽNJA!
OTROVNI I EKS-
PLOZIVNI GASOVI
NAJSTROŽNJE
ZABRANJEN
PRISTUP I
UNOŠENJE VATRE**

Sl. 3 — Plakate treće grupe (dimenzije 15×21; 13×24 i 50×70).

Abb. 3 — Plakate dritter Gruppe (Abmessungen 15×21; 13×24 und 50×70).

ZUMLJIVOSTI«. Prvi princip sadrži u sebi uslov uspostavljanja vizuelnog, a drugi semantičkog kontakta. Ovi termini su prihvaćeni iz razloga što nam se čini da objektivnije održavaju uslove postavljenog problema, tretirajući ga sa stanovišta informatike i ne ulazeći u tumačenje njegovog psihološkog mehanizma (koji predstavlja svojevrsnu problematiku i za potrebe prakse ne neophodnu).

Pod »principom dostupnosti« uslovno možemo prihvatiti verovatnoću ostvarivanja vizuelnog (fizičkog) kontakta čoveka s plakatom, panoom i natpisom, ali tako da postoje

žemo izraziti kao odnos parametara prostorno-vremenskog angažovanja čoveka na radnim pozicijama sa kojih mu je plakat »dostupan« i svih ostalih radnih pozicija u toku celog radnog angažovanja radnika. Parametar prostorno-vremenskog angažovanja radnika predstaviceemo proizvodom P. t, odnosno P'. t', da bismo na taj način uzeli u obzir obe komponente čovekovog radnog angažovanja. Matematička formulacija ovog odnosa može se predstaviti na sledeći način:

$$D = \frac{P' \cdot t'}{P \cdot t} \quad (1)$$

gde je:

- P' — broj radnih pozicija sa kojih je plakat dostupan
- P — ukupan broj radnih pozicija
- t' — vremenski koeficijent angažovanja radnika u poziciji P'
- t — vremenski koeficijent angažovanja radnika u poziciji P.

Verovatnoća-dostupnost — je u ovom slučaju predstavljena kao bezdimenzijski koeficijent koji jednoznačno definiše ovakav kvalitet radnog mesta. Određene preporuke u smislu vrednovanja radnog mesta parametrom — D i njegove preporučene vrednosti ne mogu se u ovom slučaju dati, jer nam je u ovom radu bila želja da damo samo jedan novi pristup u rešavanju ovog problema, koji tek u praksi treba da da određene rezultate. U svakom slučaju, može se reći da za plakate treće grupe (prvi prioritet) koeficijent — D mora, bez pogovora, biti jednak jedinici (verovatnoća 100%), jer je reč o limitnim opasnostima, a u ostalim slučajevima, ako je reč o plakatima druge i prve grupe, mora se uzeti u obzir još i ozbiljnost poruke, mogućnost realizovanja principa postavljanja plakata i slično.

Drugi princip — »princip razumljivosti« — uslovljen je kako kvalitetima ugrađenim još u procesu projektovanja i proizvodnje vizuelnih sredstava propagande, tako i eksploatacionim karakteristikama. Čovek reči s plakata, panoa i natpisa, kao uostalom i svaku drugu pisanu reč, u suštini prepoznaje u celosti nalazeći njen semantički smisao u svesti. Povezujući ove parcijalne pojmove on stvara u svesti konačnu sliku poruke koju informacija prenosi. Drugim rečima, proces dekodiranja, prepoznavanja i razumevanja, prikazali smo integralno, što je za praksu, u ovom slučaju, od posebnog značaja. Naime, u toku transmisije informacije neminovno, kao posledica opšteg fenomena u prirodi, dolazi do njenog osipanja. Ovaj gubitak informacije sledi kao posledica ili objektivnih smetnji u komunikacionom kanalu prenosa ili u samom prijemniku. To praktično znači, da čovek u običnom životu, a pogotovo ako je reč o radnim uslovima i prenosu informacija od sredstava vizuelne propagande do čoveka, neprekidno biva frustriran nedovoljnom ili nepotpunom količinom informacija. Međutim, i pored toga, čovek je u stanju da komunicira ulazeći u krug razmene informacije u prirodi vrlo uspešno i kao izvor i kao

prijemnik informacija. Ova pojava se objašnjava zahvaljujući postavkama teorije informacija, koja upravo iz ovih razloga uvodi pojam redonanse — matematička formula koja za količinu informacije u nekoj poruci koja je suvišna u odnosu na teorijski minimum potreban za njeno razumevanje. U suštini to znači, da se u svakodnevnom govoru, a i komuniciranju druge vrste, služimo azbukom sastavljenom od određenog broja znakova, koji teoretski mogu biti upotrebljavani u komuniciranju podjednako. U praksi je, međutim, situacija drukčija, odnosno sasvim je normalno da se izvestan broj znakova (pojmovi) pojavljuje mnogo češće u poređenju sa drugim znakovima koji se pojavljuju vrlo retko. Upravo ovo nam omogućava da zbog veće verovatnosti pojavljivanja izvesnog broja znakova (pojmovi) u nekom jeziku komuniciranja, u situaciji kada nam usled smetnji stigne »okrnjena« informacija, pretpostavimo (rekonstruišemo) o kojoj je poruci bila reč. Što je ova neravnomernost pojavljivanja veća utoliko je i redonansa poruke veća, a time i sigurnost komuniciranja. Potvrda ove pretpostavke može se naći i u običnom životu u komuniciranju ljudi, a i u komunikacijama veštačkih sistema, kada i pored oštećenja koje trpi prenos informacija poruka bez problema, a skoro i da ne primećimo, biva pravilno shvaćena. Ovaj neminovan gubitak informacija praktično se nadoknađuje »pleonazmom« poruke, koja se prenosi pomoću više pojmova i znakova nego što je to neophodno. Svi svetski jezici su prirodnom evolucijom spontano povećali redonansu (čak do 50% i više) selekcijom termina u svakodnevnom govoru. Ovako stvorena azbuka predstavlja sliku vremena i stanja u kome je nastala, noseći u sebi sve specifičnosti određenog govornog područja, mentaliteta, navika i slično, ali i tendenciju neprekidnog usavršavanja u ovom smislu. Još užom selekcijom, na veštački način, postižu se tzv. specijalni jezici, koji se koriste za komuniciranje u posebnim uslovima povećanih smetnji ili između radnika koji rade na specifičnim poslovima. Primer ovakvog sužavanja terminologije koja je u upotrebi u svakodnevnom poslovnom komuniciranju je jezik koji se koristi u vazдушnom saobraćaju (na relaciji pilot-zemaljska služba) koji u odnosu na ceo kompleks konvencionalnih znakova i termina sadrži samo 28%, ili jezik poštanskih dispečera, koji je sputan obave-

zama vremena i cenom koštanja prenosa poruke, pa sadrži samo 4% znakova. U ovakvim jezicima verovatnost upotrebe znakova je utoliko veća, što je interval mogućih znakova koji se koristi už, a time i sigurnost prenosa poruke veća.

Iz postavki koje nam daje informatika, a koje su gore navedene u nešto iscrpnijem obliku zbog svog značaja koji mogu imati na kvalitet sredstava vizuelne propagande i informativne procene u odnosu rada uopšte, može se zaključiti da i jezik sa plakata, pa noa i natpisa treba da se zasniva na principima specijalnih jezika, odnosno da bude selekcioniran prema tehnologiji, educiranosti radnika, navikama i slično. Ovo se odnosi naročito na obezbeđenje maksimalno sigurnog prenosa informacija u radnoj sredini zbog postojanja izrazito velikog broja smetnji. Ove smetnje mogu biti razne prirode, ali ih ipak možemo grubo podeliti na smetnje kod ljudi, tj. razna efektivna stanja (radost, tuga, bes i slično), zamor, bolest i druge, i smetnje kod drugih medijuma, tj. termičke, akustičke, elektromagnetske i druge (3). Ovako definisanim smetnjama mi bismo dodali i treću grupu smetnji — smetnje koje vladaju u radnoj sredini, kao specifičnom medijumu. Ove smetnje bile bi, na primer, osvetljenje, zasenjenje, zaklanjanje (u fizičkom smislu), opterećenost radnog mesta primarnim informacijama, dužina ekspozicije plakata, količina pojedinačnih pojmova koje plakat prenosi, redonansa samog sadržaja plakata i slično. Svi ovi faktori mogu odlučujuće uticati na sigurnost prenosa i prijema informacija. Zbog toga ćemo se ovde zadržati na definisanju izvesnih praktičnih parametara i davanju određenih preporuka koje dosadašnja literatura iz ove oblasti sadrži. Naravno, i ovaj put treba imati u vidu da će iznete preporuke biti rezultat aproksimativnih posmatranja koje praksi treba da daju samo orijentacione vrednosti.

Najpre je potrebno definisati daljinu postavljanja plakata u odnosu na radno angažovanje čoveka. Osnovni zahtev u ovom smislu postavlja ostvarenje donjeg apsolutnog praga čulnosti, odnosno ostvarenje minimalne veličine vizuelnog nadražaja. Prema navodima literature (4) udaljenje posmatranog objekta od oka može se odrediti na osnovu jednačine:

$$L = \frac{N}{2} \cdot \cotg \frac{\alpha_0}{2} \quad (\text{cm}) \quad (2)$$

gde je:

- L — rastojanje oka do ravni čitanja u santimetrima
- N — veličina objekta, u našem slučaju znaka s plakata, u santimetrima
- α_0 — optimalna veličina vidnog ugla u uganim jedinicama (približno 40').

Tako, na primer, praktično primenivši jednačinu (2) na slučaj posmatranja plakata sa slovima veličine 2,5 cm uz optimalan ugao posmatranja od 40', dobićemo maksimalno udaljenje plakata od oka na osnovu uslova fiziološke čitljivosti od 215 cm. Međutim, ako je reč o plakatima prvog prioriteta, koji izražavaju limitnu opasnost čijim ignorisanjem direktno nastaju incidentalni uslovi, pojavljuje se još jedan faktor o kome treba voditi računa. Većina plakata ove grupe, kako je ranije već rečeno, izražava zabranu vršenja neke radnje, pa se može očekivati da čovek u njenoj blizini u nekim trenucima upravo čini pokrete koje poruka plakata zabranjuje. U tim trenucima čovek mora imati vremena da plakat pročita, shvati i reaguje u smislu zaustavljanja započetog pokreta. Ovo vreme, koje je potrebno za obavljanje ovih radnji diktira udaljenje plakata od čoveka sa stanovišta bezbednosti. Prema podacima iz literature (5) može se prihvatiti da čovek u jednoj sekundi maksimalno može pročitati i shvatiti tri pisane reči, a kako je na plakatima pomenutog proizvođača prosečno pet reči (u grupi plakata prvog prioriteta), to je za shvatanje i čitanje potrebno oko 1,6 s. Ovome je potrebno dodati i vreme reagovanja i reagovanje na primljenu poruku s plame koje uzima u obzir neke druge uticajne elemente vezane za uslove u konkretnoj situaciji eksploatacije od oko 0,5 s (usvojeno je 25% zbiru prethodna dva vremena). Znači, ukupno vreme potrebno za čitanje, shvatanje i reagovanje na primljenu poruku s plakata iznosi oko 2,5 s. Za to vreme čovek čini pokret, prema pretpostavci poruke plakata zabranjen, prosečnom brzinom u radnjama premeštanja i hvatanja od oko 80 cm (s) prema navodima literature (9). Ove vrednosti možemo zameniti u jednačini:

$$S = V \cdot t \quad (\text{cm}) \quad (3)$$

gde je:

- S — pređeni put dela tela čoveka u blizini opasne zone
- V — brzina pokreta dotičnog dela tela
- t — vreme kretanja.

Posle zamene u jednačini (3) dobićemo da je pređeni put pri pokretu ruke 200 cm, od-

nosno incidentalan pokret prestaje pre stupanja u opasnu zonu, ako pretpostavimo da je u najgorem slučaju plakata postavljena na granici ove zone. Konačno, iz ovakve analize sledi opšti zaključak da uslov bezbednosti postavlja zahtev: $L > S$, koji mora biti bez pogovora uvek zadovoljen za plakate prvog prioriteta.

Pomenimo još jednom da realni eksploatacioni uslovi donekle menjaju vrednosti dobijene iz navedenog primera. Ovde, pre svega, mislimo na uslove osvetljenja, zasenčenja, kontrastnosti slike i pozadine i slično. U ovom smislu napomenućemo neke vrednosti koje se sreću u literaturi (4);

$$E = \frac{1900}{C \cdot a^{1,5}} \text{ (luks)} \quad ; \quad B = \frac{610}{a^{1,5}} \text{ (nit)}$$

gde je:

- E — osvetljenost koja obezbeđuje 90% radnu sposobnost oku pri uglu posmatranja α
- C — koeficijent odbijanja pozadine koji iznosi orijentaciono 0,2—0,9 u zavisnosti od karakteristika površine
- α — ugaona veličina posmatranog objekta
- B — neophodna »jarkost« pozadine.

Dakle, problematika postavljanja plakata u eksploataciju nije ni izbliza tako jednostavna kao što se može učiniti na prvi pogled. Ona nameće zahteve ispunjenja niza uslova i studiozan pristup ovom poslu. Zato se ne može dopustiti da u praksi rešavanje ovog problema bude shvaćeno olako, jer samo u slučaju pravilnog postavljanja plakata uz ispunjenje svih navedenih uslova, one mogu postati efikasno i jeftino sredstvo sigurnosti.

ZUSAMMENFASSUNG

Verwendung von Plakaten, Panneaus und Überschriften als Arbeitsschutzsysteme

Dipl. Ing. S. Ivić*

Plakate, Panneaus und Überschriften mit Hinweisen und Informationen finden heute in der Produktion als Sicherheitssysteme grosse Verwendung. Während ihrer Herstellung erforderliche Aufmerksamkeit geschenkt wird und eine grosse Anzahl von Fachleuten engagiert wird, die diesen bestimmte Qualitäten verleihen, wird mit Ihnen in der Verwendung unter konkreten Bedingungen in der Mehrzahl der Fälle nicht richtig verfahren. Gerade aus diesem Grund versucht der Verfasser diese Problematik den Nutzungsbedingungen näher zu bringen, indem er dieses Problem vom Standpunkt der Informatik, Ergonomie und des technischen Schutzes bearbeitet hat.

Zuerst wurden drei Plakatentypen nach der Bedeutung, dem Inhalt, den sie übertragen und der Priorität, die ihnen im Informationsprozess eines bestimmten Augenblicks gegeben werden soll, hervorgehoben. Unter Beibehaltung dieser Einteilung wurde ein origineller Zutritt in der Behandlung des visuellen und semantischen Kontakts des Menschen sowie Grundlagen für die Inhaltsübertragung gegeben. In dem Sinne führt der Verfasser den Begriff „Prinzip der Zugänglichkeit und der Verständlichkeit“ als Grundlage für die Herstellung des visuellen und semantischen Kontakts in der Praxis ein. Zum Schluss wurde eine ganze Reihe von in der Praxis nützlichen Empfehlungen wegen möglichst vollständiger Nutzung der informativen Plakatcharakteristiken gegeben.

Literatura

1. Majkut M. 1974: Badania plakatow BHP v kopu, Ochrona pracy, Warszawa
2. Katalog proizvoda, Filmski studio, Niš 1975.
3. Šoti F. 1973. Uvod u kibernetiku, Novi Sad.
4. Daniljak V. L.: Ergonomika i kačestvo promišlennih izdelij, Moskva.
5. Rajković M. Kalić D. 1965.: Govorne i prevodilačke mašine, Beograd.
6. Tomović R. 1966: Geneza kibernetike, Beograd.
7. Morgan, C. T. Chapman, 1970: A Human Engineering guide to equipment design, New York—London.
8. Ivić S. 1975.: Vizuelna sredstva propagande. — Jugoslovenska i inostrana dokumentacija zaštite na radu, Niš 5—6.
9. Platonov K. K. 1966: Problemi psihologije rada, Zagreb.
10. Gadońska H. 1974.: Badania nad recepcja plakatow z dziedziny BHP, Prace Centralnego Instytutu Ochrony Pracy, Warszawa 83.

*) Dipl. ing Svetozar Ivić, Institut za dokumentaciju zaštite na radu, Niš.



IN MEMORIAM

Dipl. ing. MILETA SRDANOVIĆ

Iznenadna smrt zadesila je 23. oktobra 1975. god. dugogodišnjeg člana Redakcionog odbora časopisa »Sigurnost u rudnicima« i glavnog rudarskog inspektora SR Srbije u penziji dipl. ing. Miletu Srdanovića.

U znak sećanja na njegov dugogodišnji rad i život posvećen rudarstvu i doprinos koji je dao rudarskoj nauci u oblasti zaštite na radu i sigurnosti u rudnicima, želimo da mu odamo poštovanje kao čoveku i vrednom saradniku.

Rodio se 1903. god. u Pančevu, gde je proveo detinjstvo i mladost. Završio je Visoku rudarsku školu u Leobenu, i stekao diplomu rudarskog inženjera 1927. god.

Rudarsku praksu započeo je u rudniku lignita Nova Gradiška, a zatim radio u rudnicima uglja i nemetala Srbije i Makedonije.

Kao istaknutom rudarskom stručnjaku dato mu je ovlašćenje 1939. za projektovanje na celoj teritoriji naše zemlje.

Posle oslobođenja radio je kao tehnički rukovodilac Mlavskog ugljenog basena, a zatim mu je kao iskusnom rudarskom stručnjaku 1947. god. poverena dužnost glavnog inženjera i v. d. načelnika Zemaljske uprave rudarskih preduzeća Srbije pri Ministarstvu rudarstva NR Srbije u zvanju višeg inženjera. 1951—1952. godine bio je na položaju rukovodioca rudarske proizvodnje Glavne direkcije za nemetale NR Srbije, a 1952—1953. radio je kao samostalni projektant projekata u Projektnom birou »Rudnik« iz Beograda.

Zahvaljujući upornom radu i zalaganju, velikom iskustvu i znanju postavljen je krajem 1953. god. na položaj rukovodioca Rudarske metalurške inspekcije pri Državnom sekretarijatu za poslove privrede NR Srbije, gde je ostao do 1956, a od tada sve do penzionisanja 1966. god. bio je glavni inspektor rudarskog inspektorata pri Sekretarijatu za industriju Izvršnog veća NR Srbije.

Uvek izrazito aktivan i stručno angažovan nije ni posle odlaska u penziju prestao da radi, nego je svoju aktivnost nastavio u Rudarskom institutu na poslovima tehničke zaštite i dokumentacije. Iako je znao koliko mu je zdravlje ugroženo radio je aktivno i samopregorno do poslednjeg dana.

Tokom svog dugogodišnjeg rada dao je veliki doprinos razvoju rudarstva u našoj zemlji, posebno razvoju tehničke zaštite. Uvek se trudio da unapređuje oblast kojom se bavi, što je prenosio i na svoje saradnike, pa čak i onda kad više nije bio direktor angažovan na rešavanju rudarskih problema iz prakse, upućivao je mlade kolege na najsavremenija dostignuća objavljena u stručnoj literaturi koju je pratio.

Svojim neumornim radom i susretljivim odnosom prema saradnicima zaslužio je da mu odamo priznanje.

Bibliografija

Muzyczuk, J.: **Mogućnost korišćenja gasne hromatografije za određivanje sastava rudničke atmosfere** (Mozliwosci zastosowania chromatografii gazowej do okrešlania składu powietrza kopalnieranego)

»Prz. górnicy«, 31 (1975) 1, str. 10—16, (polj.)

Hall, A. E.: **Primena digitalnih računara pri izračunavanju temperaturnih variranja u jamskih ventilacionim mrežama** (Computer techniques for calculating temperature increases in stopes and mine airways)

»J. Mine Vent. Soc. S. Afr.«, 28 (1975) 4, str. 55—59, (engl.)

Svetličnyj, V. P. i Hižnjak, V. A.: **Ispitivanje i ocena sigurnosti i efikasnosti sistema ventilacije rudnika** (Issledovanie i ocenka nažežnosti i effektivnosti sistem ventiljacii šaht)

U sb. »Avtomatiz. kontrolja parametrov rudnič. atmosfer. i upr. provetrivaniem šaht«, Vyp. 1, Kiev, »Nauk. dumka«, 1974, str. 17—27, (rus.)

Sokolov, E. M.: **Usavršavanje provetrevanja jama Podmoskovskog basena** (Soveršenstvovanie provetrevanija šaht Podmoskovskogo bassejna)

»Ugol«, (1975) 6, str. 66—69, (rus.)

Buócz, Z.: **Električni model EMVS-6 jamskog ventilacionog sistema** (Az AMVSZ-6 tipusu elektromos szellőztetési)

»Bányászés kohász. lapok. Bányász.«, 108 (1975) 1—2, str. 110—112, 136, (mad.)

Rjazancev, G. K., Kim, V. V. i Kremer, O. G.: **Pitanje kontrole utroška vazduha u gramama ventilacione mreže** (K voprosu upravljenja rashodami vozduha v vetvjah ventilacionnoj seti)

In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1974, 12 str., 6 bibl. pod., (Rukopis dep. u VINITI-u 6. juna 1974. g. Nr. 1556-74), (rus.)

Deniau, R.: **Pitanja provetrevanja jamskih hodnika u vezi sa primenom transportno-utovarnih agregata** (Chargeues-transporteueses et aéragé)

»Ind. minér. Sér. mine«, (1975) 1, str. 9—18, (franc.)

Šinkovskij, V. A. i Kovtun, V. S.: **Proračun provetrevanja površinskih otkopa pri radu kamionskog transporta** (K rasčetu provetrevanija kar'erov pri rabote avtotransporta)

In-t geotehn. meh. AN USSR. Dnepropetrovsk, 1975, 4 str., 1 bibl. pod., (Rukopis dep. u VINITI-u 29. maja 1975. g., Nr. 1494-75 Dep.)

Parohonskij, E. V.: **Konstrukcione i eksploatacione osobine ventilatora za površinske otkope** (Konstruktivnye i eksploatacionnye osobnosti kar'ernych ventiljatorov)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1974, vyp. 124, str. 89—93, (rus.)

Tarasov, V. N., Sofronov, V. I. i Pavlov, A. I.: **Uređaj za ventilaciju i orošavanje** (Ventiljacionno-orositel'naja ustanovka)

»Sb. tr. N.-i. i proektn.-konstruk. in-t gorn. i obogat. mašinostr.«, 1974, vyp. 12, str. 26—27, (rus.)

Dymčuk, G. K. i Bojarskij, A. M.: **Metodika operativnog proračuna depresije jame** (Metodika operativnogo podsčeta depressii šahty)

»Gornyj ž.«, (1975) 6, str. 66—70, (rus.)

Kostjuk, V. I., Nemčin, N. P. i Homenko, N. P.: **Analićke metode proračuna optimalnih preseka hodnika i depresije jamskih ventilacionih mreža** (Analićeskie metody rasčetov optimal'nyh sečenij vyrabotok i depressii šahtnyh ventiljacionnyh setej)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1975) 3, str. 66—71, (rus.)

Tjan, R. B., Potemkin, V. Ja. i Sapončik, S. V.: **Odrešivanje oblasti kontrole raspodele vazduha u ventilacionim mrežama** (Opredelenie oblasti upravljajemosti vozduhoraspredeleniem v ventiljacionnoj seti)

U sb. »Avtomatiz. kontrolja parametrov rudnič. atmosfer. i upr. provetrivaniem šaht«, Vyp. 1, Kiev, »Nauk. dumka«, 1974, str. 64—74, (rus.)

Medvedev, I. I. i Kazakov, B. P.: **Proračun vazdušne zavese za jamske prostorije prema putanji njene ose** (Rasčet vozdušnoj zavesy dlja gornyh vyrabotok po traektorii ee osi)

»IVUZ. Gornyj ž.«, (1975) 3, str. 72—75, (rus.)

Kordin, Ju. A., Sapunova, I. A. i Trofimov, V. P.: **Racionalna kontrola raspodele vazdušnih struja između dve paralelne zone** (Racional'noe upravljenje raspredeleniem vozdušnyh potokov među dvumja paralel'nymi učastkami)

U sb. »Avtomatiz. kontrolja parametrov rudnič. atmosfer. i upr. provetrivaniem šaht«, Vyp. 1, Kiev, »Nauk. dumka«, 1974, str. 95—98, (rus.)

Sapončik, S. V., Svetličnyj, V. P. i Avramčuk, R. N.: **Spajanje ventilacionih mreža rudnika u cilju kontrole provetrevanja** (Sintez ventiljacionnyh setej rudnikov dlja upravljenja provetrivaniem)

U sb. »Avtomatiz. kontrolja parametrov rudnič. atmosfer. i upr. provetrivaniem šaht«, Vyp. 1, Kiev, »Nauk. dumka«, 1974, str. 74—78, (rus.)

Madeja, A. i Strumiński, A.: **Primena statističke metode za određivanje količine vazduha potrebne za provetrevanje rudnika Lubin** (Zastrosowanie metody statystycznej do wyznaczenia materii strumienia powietrza w kopalni Lubin)

»Pr. Gł. inst. górn.«, (1974) 627, 10 str., il., (polj.)

Holek, S., Jańczyk, W. i dr.: **Određivanje količine vazduha potrebne za provetranje jama ili radnih horizonata uz vođenje računa o klimatskim uslovima** (Wyznaczenie ilości powietrza dla kopalń lub poziomów wydobywcznych ze szczególnym uwzględnieniem warunków klimatycznych)

»Pr. Gł. inst. górń.«, (1974) 629, 9 str., il., (polj.)

Rensburg, J. J.: **Provera uređaja za baždarenje anemometara** (The commissioning of a test facility for the calibration of anemometers)

»J. S. Afr. Inst. Mining and Met.« 75 (1975) 9, str. 239—244, (engl.)

Starikov, A. N., Rod'kin, D. I. i dr.: **Zakonnosti raspodele osnovnih tehnoloških operacija u jamama Krivbasa kao glavna pretpostavka pri izradi sistema za programiranje režima provetranja** (Zakonomernosti v raspredelenii osnovnyh tehnoloških operacij na šahtah Krivbas-a kak glavna predposylka dlja sozdaniya sistema programnogo upravljenija režimami provetrivaniya)

U sb. »Soveršen. tehn. i tehnol. razrab. železrudn. mestorož.«, Kiev, »Nauk. dumka«, 1975, str. 53—55, (rus.)

Kolmakov, G. A.: **Proračun parametara radnih režima ventilatora kod pojedinačnog i zajedničkog rada** (Raščet parametrov rabočih režimov ventiljatorov pri odinočnoj i sovmestnoj rabote)

U sb. »Podzemn. razrabotka mošč. ugoľn. plastov«, Vyp. 2, Kemerovo, 1974, str. 163—169, (rus.)

Hižnjak, V. A. i Nazarenko, N. P.: **Optimalna kontrola zajedničkog rada ventilatora** (Optimal'noe upravlenie sovmestnoj rabotoj ventiljatorov)

U sb. »Avtomatiz. kontrolja parametrov rudnič. atmosf. i upr. provetrivaniem šaht«, Vyp. 1, Kiev, »Nauk. dumka«, 1974, str. 78—86, (rus.)

Khanna, R. R.: **Postavljanje i rad u jamama ventilatora koji su izrađeni u Indiji** (Installation and performance of indigenously manufactured fans in mines)

»J. Inst. Eng. (India). Mining and Met. Div.«, 55 (1974) 1, str. 5—10, (engl.)

Petrov, K.: **Tehničko-ekonomska analiza glavnih ventilacionih uređaja u GOK-u »Gorubso«** (Tehniko-ikonomičeski analiz na glavnite ventilatonj uredbi v MOK »Gorubso«)

»Rudodobiv«, 30 (1975) 3, str. 5—9, (bugar.)

Džienbaev, R. S., Toršin, G. G. i Badelbaev, V. F.: **Obezbeđivanje aerodinamičke stabilnosti režima rada aksijalnih ventilatora u uslovima automatske regulacije** (Obespečenie aerodinamičeskoj ustojčivosti režima raboty osevyh ventiljatorov v uslovijah avtomatičesko regulirovanija)

In-t gorn. dela AN KazSSR, Alma-Ata, 1975, 7 str., il., 3 bibl. pod., (Rukopis dep. u VINITI-u 30 juna 1975. g., Nr. 1957—75 Dep.), (rus.)

Abramov, F. A., Tjan, R. B. i Potemkin, V. Ja.: **Osnovni principi izrade automatskog sistema upravljanja provetranja jama** (Osnovnye principy postroenija avtomatizirovanoj sistemy upravljenija provetrivaniem šaht)

U sb. »Avtomatiz. kontrolja parametrov rudnič. atmosf. i upr. provetrivaniem šaht«, Vyp. 1, Kiev, »Nauk. dumka«, 1974, str. 5—11, (rus.)

Beskrovnyj, I. V., Alekseev, T. G. i dr.: **Izrada sistema dispečerske kontrole i upravljanja provetranjem jama sa gasom** (Sintez sistemy dispečerskogo kontrolja i upravljenija provetrivaniem gazovyh šaht)

U sb. »Avtomatiz. kontrolja parametrov rudnič. atmosf. i upr. provetrivaniem šaht«, Vyp. 1, Kiev, »Nauk. dumka«, 1974, str. 53—64, (rus.)

Lugosi, G.: **Utica jamskog požara na ventilacionu struju jamskog sistema ventilacije** (A bányatűz hatása a szellőztető légáramra)

»Bányász. és kohász. lapok. Bányász.«, 108 (1975) 1—2, str. 65—70, 135, (mađ.)

Klebanov, F. S. i Kostin, V. A.: **Proračun toplotnog režima u jamskom hodniku koji se probija mehaničkim kompleksom** (Raščet teplovogo režima v podgotovitel'noj vyrabotke, provodimoj mehanizirovannym kompleksom)

»Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1975, vyp. 126, str. 199—204, (rus.)

Tarasov, B. G., Karasev, A. V. i dr.: **O matematičkom modelu promene pritiska gasa u moćnom sloju uglja pri njegovom otkopavanju razdvajanjem na nekoliko slojeva** (O matematičeskoj modeli izmenenija gazovogo davljenija v moščnom plaste pri ego razrabotke s razdeleniem na neskol'ko sloev)

U sb. »Podzemn. razrabotka mošč. ugoľn. plastov«, Vyp. 2, Kemerovo, 1974, str. 139—145, (rus.)

Eremeev, V. M. i Kuznecov, S. K.: **Principi izrade ekonomsko-matematičskog modela kompleksne optimizacije parametara degazacije i tehnoloških parametara jame** (Principy postroenija ekonomiko-matematičeskoj modeli kompleksnoj optimizaciji parametrov degazaciji i tehnoloških parametrov šahty)

»Sb. nauč. tr. Mosk. gorn. in-t«, 1974, vyp. 7, str. 110—114, (rus.)

Kolmakov, V. A.: **Matematički modeli gasno-dinamičkih i difuzionih procesa** (Matematičeskie modeli gazodinamičeskih i diffuzionnyh processov)

U sb. »Podzemn. razrabotka mošč. ugoľn. plastov«, Vyp. 2, Kemerovo, 1974, str. 158—163, (rus.)

Tarnowski, J.: **Rezultati merenja uticaja otkopavanja sloja na degazaciju susednih slojeva** (Pomiarowe wyniki wplywu eksploatacji na odgazowanie warstw sasiednich)

»Prz. górń.«, 30 (1974) 12, str. 592—596, (polj.)

Zabigajlo, V. E.: **O uticaju dubine zaleganja slojeva uglja na njihovu metanonosnost** (O vlijanii glubiny zaleganija ugol'nyh plastov na ih metanonosnost)

U sb. »Avtomatiz. kontrolja parametrov rudnič. atmosf. i upr. provetrvaniem šaht'', Vyp. 1, Kiev, »Nauk. dumka«, 1974, str. 149 — 151, (rus.)

Powell, F. i Billinge, K.: **Paljenje metana kao posledica trenja pri rezanju stena** (Ignition of firedamp by friction during rock cutting) »Mining Eng.«, (Gr.Brit.), 134 (1975) 172, str. 419—424, (engl.)

Kissell, F. N. i Bielicki, R. J.: **Postepeno povećanje opasnosti od eksplozije metana usled recirkulacije vazduha u taložnicima za prašinu koji se koriste za čišćenje vazduha na radilištima u rudnicima uglja** (Methane buildup hazards caused by dust scrubber recirculation at coal mine working faces, a preliminary estimate) »Rept Invest. Bur. Mines. U. S. Dep. Inter.«, 1975, Nr. 8015, 25 str., il., (engl.)

Irani, M. C. Jeran, P. W. i Deul, M.: **Izdvajanje metana u rudnicima uglja SAD u 1973. pregled** (Coal Mines in 1973, a survey. Methane emission from U. S.) »Inform. Circ. Bur. Mines. U. S. Dep. Inter.«, 1974, Nr. 8659, 47 dtr., (engl.)

Petrosjan, A. E.: **Iznenadni izboji uglja i gasa na radilištima pripremljenih hodnika** (Vnezapnye vybrosy uglja i gaza v zabojah podgotovitel'nyh vyrabotok)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1975, vyp. 126, str. 192 — 198, (rus.)

Kovalev, A. P.: **Tehničko-ekonomska efikasnost mera za sprečavanje iznenadnih izboja uglja i gasa kod rudarskih pripremljenih radova u jamama centralnog rejona Donbasa** (Tehniko-ekonomičeskaja effektivnost' meroprijatij po predotvraščenuju vnezapnyh vybrosov uglja i gaza na gornopodgotovitel'nyh rabotah v šahtah Central'nogo rajona Donbassa)

»Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1975, vyp. 126, str. 172 — 178, (rus.)

Zorin, A. N., Sofinskij, K. K. i Kolesnikov, V. G.: **Osnovni principi automatizovanog sistema prognoziranja iznenadnih izboja uglja, gasa i stena** (Osnovnye principy avtomatizirovannoj sistemy prognoza vnezapnyh vybrosov uglja, gaza i porod)

U sb. »Avtomatiz. kontrolja parametrov rudnič. atmosf. i upr. provetrvaniem šaht«, Vyp. 1, Kiev, »Nauk. dumka«, 1974, str. 151 — 159, (rus.)

Pazyrev, V. N., Teregin, A. A. i dr.: **Ekspres-metoda tekućeg prognoziranja iznenadnih izboja uglja i gasa i kontrole efikasnosti mera u borbi sa ovim pojavama** (Ekspres-metod tekućeg prognoza vnezapnyh vybrosov uglja i gaza i kontrolja effektivnosti mer bor'by s etimi javlenijami)

U sb. »Vopr gorn. dela«, Kemerovo, 1974, str. 176 — 180, (rus.)

Kuznecov, S. K.: **Metodske osnove kompleksne ocene efikasnosti degazacije rudnika uglja** (Metodičeskie osnovy kompleksnoj ocenki efektnosti degazacii ugol'nyh šaht)

»Sb. nauč. tr. Mosk. gorn. in-t«, 1974, vyp. 7, str. 115 — 121, (rus.)

Zaburdjaev, V. S.: **Degazacija sloja pripremljenim hodnicima i bušotinama** (Degazacija plasta podgotovitel'nyimi vyrabotkami i skvažinami) »Naučn. soobšč. In-t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo«, 1975, vyp. 126, str. 179 — 184, (rus.)

Schnakenberg, G. H.: **Instrumenti za detekciju gasa. Stanje i perspektive** (Gas detection instrumentation. What' s new and what' s to come)

»Coal Age«, 80 (1975) 3, str. 84 — 92, (engl.)

Vaščenko, V. A. i Janov, A. P.: **Borba sa zagađivanjem atmosfere na rudarskim preduzećima** (Bor'ba s zagrazneniem atmosfery na gornorudnyh predpriyatijah)

»Metallurg. i gornorudn. prom-st'. Nauč.-tehn. i proizvod. sb.«, (1975) 2 (92), str. 87 — 88, (rus.)

Jarcev, V. A., Rusinov, A. G. i dr.: **Ispitivanje obrazovanja prašine pri bušenju pneumatskim čekićima** (Issledovanie pyleobrazovanija pri burenii pnevmoudarnikami)

»Tr. Centr. n.-i. i proekt.-konstruk. in-ta profilak. pnevmokoniozov i tehn. bezopasn.«, 1974, vyp. 10, str. 41 — 45, (rus.)

Glac, F.: **Uređaj za određivanje prisustva istaložene prašine** (Pristroj ke zjištovanii učinnošti zpevňovani usazeného prachu)

Patent ČSSR, kl. 5 d 5/00, (E 21 f 5/00), Nr. 145610, prijav. 28. 01. 70, objav. 15. 10. 72. (češ.)

Svekolkin, N. V., Petruhin, P. M. i Ažogin, A. F.: **Praksa u korišćenju vode za zaštitu jamskih prostorija od eksplozija ugljene prašine** (Opyt ispol'zovanija vody dlja zaščity gornyh vyrabotok ot vzryvov ugol'noj pyli)

»Ugol'«, (1975) 5, str. 69 — 71, (rus.)

Zavertkin, V. S.: **Provera prognoze za suvo i mokro hvatanje prašine pri bušenju** (Proverka prognoza po suhomu i mokromu pyleulavlivaniju pri burenii)

»Tr. Centr. n.-i. i proekt.-konstruk. in-ta profilak. pnevmokoniozov i tehn. bezopasn.«, 1974, vyp. 10, str. 189 — 190, (rus.)

Ševcova, V. M. i Pliščenko, S. S.: **Borba sa prašinom i štetnim gasovima pri termomehaničkom bušenju bušotina na površinskim otkopima rude gvožđa** (Bor'ba s pyl'ju i vrednymi gazami pri termomehaničeskom burenii skvažin v železorudnyh kar'erah)

»Gigiena truda. Resp. mežved. sb.«, 1975, vyp. 11, str. 42 — 46, (rus.)

Romenskij, L. P., Šišackij, A. G. i Bujanov, A. D.: **Borba sa prašinom pomoću pene kod rada kombajna tipa 2K-52** (Bor'ba s pyl'ju s pomošču peny pri rabote kombajnov tipa 2K-52)

»Ugol' Ukrainy«, (1975) 5, str. 43, (rus.)

Aparat za mokro hvatanje prašine MPR-74 (Aparat mokrog pyleulavljivanja MPR-75)
»Ugol'«, (1975) 5, str. 52 — 53, (rus.)

Bolotov, A. M., Čižkov, E. N. i dr.: O primeni mehaničkih pena za borbu sa prašinom u uslovima temperatura okolne sredine koje su ispod nule (O primeneni mehaničkih pen dlja bor'by s pyl'ju v uslovijah otricateľ'nyh temperatur okružajuščeje sredy)
»Tr. Centr. n.-i. i proekt.-konstruk. in-ta profilak. pneumokoniozov i tehn. bezopasn.«, 1974, vyp. 10, str. 64 — 67, (rus.)

Loginov, F. A., Volkov, N. P. i Čižkov, E. N.: Određivanje optimalnih parametara orošavanja u industrijskim uslovima (Opređenje optimal'nyh parametrov orošenija v proizvodstvennyh uslovijah)

»Tr. Centr. n.-i. i proekt.-konstruk. in-ta profilak. pneumokoniozov i tehn. bezopasn.«, 1974, vyp. 10, str. 46 — 49, (rus.)

Burčakov, A. S., Kačarmina, N. S. i Lazukin, V. N.: Hidrodinamičke osnove ubrizgavanja vode u sloj uglja u cilju sniženja obrazovanja prašine i gasova na radilištu (Gidrodinamičke osnove nagnetanija vody v ugoľ'nyj plast dlja sniženija pyleobrazovanja i gazoobrazovanja v lave)

»Sb. nauč. tr. Mosk. gorn. in-t«, 1974, vyp. 7, str. 58 — 72, (rus.)

Volkov, N. P., Savel'eva, I. I. i dr.: O izboru orošivača za jamsku prašinu (O vybore smačivätelej dlja rudničnyh pylej)

»Tr. Centr. n.-i. i proekt.-konstruk. in-ta profilak. pneumokoniozov i tehn. bezopasn.«, 1974, vyp. 10, str. 60 — 63, (rus.)

Mel'ničenko, R. K.: O toksičnosti površinsko-aktivnih materija koje se koriste u rudarskoj industriji kao dodaci za kvašenje prašine (O toksičnosti poverhnostno-aktivnyh veščestv, primenjaemyh v gornorudnoj promyšlennosti v kačestve pylesmačivajuščih dobavok)

»Gigiena truda. Resp. mežved. sb.«, 1975, vyp. 11, str. 39 — 42, (rus.)

Baterijski cikloni PBC-25, PBC-50 za hvatanje ugljene prašine (Baterejnye ciklony PBC-25 i PBC-50 dlja ulavljivanja ugoľ'noj pyli)

»Ugol'« (1975) 5, str. 52, (rus.)

Površinski otkopi u Americi postižu dobit koristeći se uređajima za hvatanje prašine tipa DCT (Quarry makes gains with DCT dust collectors)
»Press Serv. Atlas Copco AB Release«, str. 2 — 4, (engl.)

Opasnost od prašine u rudnicima uglja (The dust hazard in coal mines)
»Colliery Quard.«, 223 (1975) 4, str. 111-112, (engl.)

Neujmin, V. A. i Gorbačev, D. T.: Mere za smanjenje opasnosti od endogenih požara u jamama Prokopjevsko-kiselevskog rejona u Kuzbasu (Meroprijatija po sniženiju endogennoj požarnoj opasnosti na šahtah Prokop'evsko-Kiselevskogo rajona v Kuzbasse)

U sb. »Podzemn. razработка mošč. ugoľ'n. plastov«, Vyp. 2, Kemerovo, 1974, str. 47 — 51, (rus.)

Manakov, V. Ja., Kostreckij, A. A. i Mirošnikov, G. N.: Sprečavanje endogenih požara u Degtjarskom rudniku (Predupreždenie endogennyh požarov na Degtjarskom rudnike)
»Gornyj ž.«, (1975) 3, str. 30 — 31, (rus.)

Boneckij, V. A. i Medjanik, S. V.: Ekonomska ocena štete od jamskih požara (Ekonomičeskaja ocenka uščerba ot podzemnyh požarov)
»Bezopasnost' truda v prom-sti«, (1975) 5, str. 46 — 47, (rus.)

Grumbrecht, K. i Böhm, H. — J. i Blümel, H.: Ispitivanje uticaja otvorenog plamena jamskog požara na silazno provetravanje jamskih hodnika (Versuche über Auswirkungen von offenen Grubenbränden auf die Wetterführung bei Abwärtsführung der Wetter)
»Glückauf Forschungs.«, 36 (1975) 2, str. 63 — 73, (nem.)

Čarkov, V. P., Orlov, N. V. i Jurakova, S. I.: Gašenje požara u otkopu slepog hodnika u sloju opasnog na izboj (Tušenje požara v zaboe tupikovoj vyrabotki vybrosopasnogo plasta)
»Sb. statej po gorno-spasatel'n. delu. VNII gornospasatel'n. dela«, 1975, vyp. 6, str. 44 — 47 (rus.)

Hall, C. J., Morris, T.: Kako sačuvati živote ljudi kod pojave požara? (How to save lives during fires by planning for evacuation at hard-rock mines)

»Eng. and Mining J.«, 176 (1975) 2, str. 74 — 77, (engl.)

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 formulama), autor treba da ih ponovi na margini i napiše njihov naziv (α = alfa). U tekstu, tablicama i crtežima treba izbegavati skraćenice.

Neobično je važno da se literatura dostavi potpuna, tj. prezime i ime autora, god.-izdanja, naslov članka ili knjige u originalu (ukoliko se radi o članku treba napisati i naslov časopisa u kome je članak objavljen — u originalu), stranu na kojoj počinje članak, tom knjige ili časopisa i mesto izdanja. Literatura treba da bude sredena 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 6 cm.

Autor je dužan da članak potpiše i dostavi tačnu adresu i broj žiro-računa.

Priprema crteža. — Crteži i fotografije treba da se dostave u prilogu članka, nenalepljeni na kucane stranice. Dovoljno je da autor u tekstu označi mesto crteža. Crteži se rade tušem, na pausu ili finoj hartiji, po mogućnosti uveličani tako da se posle smanjenja (što daje oštrinu slici) mogu uklopiti u format $15 \times 20,5$ cm, odnosno $7 \times n$ cm (n može da se kreće od 1 do 20,5 cm). Svaki crtež mora imati redni broj i objašnjenje.

Objašnjenej 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 člana podleže stručnoj recenziji. Posle izvršene stručne recenzije i eventualnih ispravki autora, Redakcioni odbor odlučuje u kom broju časopisa će članak biti objavljen. Redakcije 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

Svim svojim saradnicima i poslovnim
prijateljima želi

Srećnu Novu 1976. godinu

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

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

**Bibliografski kartoni članaka
štampanih u »Sigurnosti u rudnicima«
u toku 1975. godine**

(Kartoni, isečeni i sređeni po decimalnoj
klasifikaciji — prema broju u levom uglu
gore — upotpuniće Vašu kartoteku.)

547.211 : 628.11

Pavlović dipl. ing. Natalija: **Mogućnosti nastajanja eksplozija pri korišćenju podzemnih voda sa područja Bečeja.**

»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 91—101

Gasovi rastvoreni u podzemnoj vodi u pojedinim industrijskim i rudarskim područjima, kojima se snabdeavaju vodovodi, predstavljaju stalnu opasnost od eksplozije izdvojenog metana, odnosno davljenja izdvojenim ugljenmonoksidom ili trovanja sumporvodnikom.

178.1 : 614.8

Poleksić dr sci. **Joko** — Stojiljković prof. dr Srbojlob — Berger prof. dr sci. **Josip**: **Korelacija alkoholizma i povređivanja na radu kod rudara.**

»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 121—130

Prikazani su područje i faze istraživanja. **Tablično su prikazane povrede na radu i smrtni udesi po uzrocima, a prema evidenciji službe HTZ. Posebno je merena alkoholisanost za vreme povređivanja. Na kraju je data diskusija.**

614 : 622 + 669

Jovanović prof. dr ing. Gvozden: **Tehničko-organizacione mogućnosti unapređenja kolektivne zaštite rada u rudarstvu i metalurgiji.**

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 5—12

Referat podnet na II **jugoslovenskom simpozijumu Jugoslovenskog komiteta za sigurnost i zaštitu na radu u rudarstvu, geologiji i metalurgiji održanom u Budvi u vremenu od 6 do 9. XI 1974. godine na temu: »Planovi odbrane i spasavanja u rudarstvu i metalurgiji«.**

531.78 : 614 : 622.271.007.2

Milosavljević mr sci. **Branko**: **Rezultati psihofizioloških istraživanja rada u ergonomskim pristupima zaštiti i sigurnosti radnika u rudnicima sa površinskim kopom.**

»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 114—119

Rezultati izvršenih ispitivanja u rudniku Ljubija, promene radne sposobnosti u toku dnevnog rada i neprilagodjenost rada čoveku u uslovima intenzivnije proizvodnje u rudnicima sa površinskim kopom svedoče o značaju ergonomske pristupa zaštiti i sigurnosti radnika u takvim uslovima rada.

368 : 622

Kovačić dipl. ing. **Franjo**: **Mogućnosti usklađivanja preventive i osiguravajuće djelatnosti zajednica za osiguranje imovine i osoba sa odredbama novog ustava SFRJ i specifičnostima osiguranja rudnika i rudarskih radnika.**

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 73—89

Tretira problem osiguranja imovine rudnika i osiguranja rudarskih radnika.

<p>614 : 622.271</p> <p>Kun dr ing. Janoš: Naučni osvrt na bezbednost rada i sprečavanje šteta na površinskim otkopima lignita.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1975), str. 79—90</p> <p>Stečena saznanja u toku više od četvrt veka na površinskim otkopima u Jugoslaviji doprinela su stvaranju osnove naučne metode za sprečavanje nesreća i šteta i razvijanju tehničke discipline na površinskim otkopima.</p>	<p>614.8</p> <p>Maček prof. dr Olga: Prevencija profesionalnog traumatizma obzirom na humani faktor.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 46—54</p> <p>Osnovno je u prevenciji, tvrdi se u članku, promeniti pasivno držanje ljudi prema nesrećama. Od programa prevencije ozleda očekujemo promene u ljudskom ponašanju i u tehnologiji.</p>
<p>614.7</p> <p>Stojilković dr Zivko: Uticaj aerozagadenja na zdravstveno stanje i radnu sposobnost vozača motornih vozila.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 72—82</p> <p>Prikazani su izvori zagadenja kod motornih vozila sa unutrašnjim sagorevanjem i njihov uticaj na zdravstveno stanje i radnu sposobnost vozača motornih vozila.</p>	<p>614.8 (084.5)</p> <p>Ivić dipl. ing. Svetozar: Upotreba plakata i natpisa kao sigurnosnih sistema u radu.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 131—136</p> <p>U članku se tvrdi da plakate, pano i natpisi sa upozorenjima i obaveštenjima, kao sigurnosni vizuelni sistem koji izrađuje veliki broj stručnjaka, mogu imati svoj propagandni efekat, ako se pravilno upotrebljavaju.</p>
<p>614.7 : 622.44</p> <p>Mehmedović dipl. ing. Miralem: Zaštita atmosferskog zraka od zagadenja štetnim česticama izbačenih ventilacionim sistemima.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 78—84</p> <p>Zaštita sredine u kojoj živimo od otpadaka blagostanja moderne civilizacije, danas je jedan od glavnih problema čovečanstva.</p>	<p>614.843</p> <p>Koludrović Ratimir: Probna gašenja pjenilom Sthamex.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 91—95</p> <p>Prikazani su rezultati proba gašenja pjenilom Sthamex i uslovi najefikasnije primene istog.</p>

622.235.3

Veselinović prof. dr ing. Vesimir: Doprinos sigurnosti miniranja primenom unutrašnjih sistema neelektričnog intervalnog iniciranja minskih punjenja.

»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 49—62

Prikazane su konstruktivno tehničke osobine novih sistema neelektričnog miniranja, sa oksidnim iniciranjem, odnosno višestruki sistem iniciranja pomoću detonirajućeg štapina sa ugrađenim pojačalima i analiza preimućstava i osnovnih principa primene ovih sistema.

622.323/324.614

Radojčin dipl. ing. Vasa — Šlocer dipl. ing. Ladislav — Švejkovski dipl. ing. Milorad: Mere zaštite pri bušenju i dobivanju nafte i gasa u naseljenim mestima.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 48—58

U Kikindi je 25. X 1973. god. održan kolokvij po naslovnoj temi. Nakon diskusije donet je i konačan zaključak da se u naseljenim mestima, mogu sigurno bušiti i proizvoditi nafta i zemni plinovi pod uslovom da se primenjuju savremena tehnička rešenja koja će obezbediti naseljeno mesto od nesreće, a u širem smislu — zaštititi čovekovu okolinu.

622.25.614

Pejčinović dipl. ing. Jovan — Kisić dipl. ing. Slavko — Redžić dipl. ing. Predrag — Kisić dipl. ing. Miroslav: Produbljenje izvoznog okna u jami Ajvalija od VI — IX horizonta produženjem slobodne dubine sa rešenjem izvoza oknom u toku produbljenja košem i protivtegom sa povratnim koturom.

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 14—24

U članku je dat opis usvojene varijante prema kojoj se produbljuje slepo izvozno okno od VI — IX horizonta u jami Ajvalija.

622.33

Miljković mr ing. Miodrag: Metodologija eksperimentalnog uvođenja metode otkopavanja ležišta mineralnih sirovina.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 65—72

U članku je data metodologija racionalnog eksperimentalnog ispitivanja kod uvođenja nove metode otkopavanja i utvrđivanje geometrijskih parametara otkopne metode i uslova pod kojima će se metoda otkopavanja primenjivati za otkopavanje ležišta mineralnih sirovina, kao i u cilju obezbeđenja radnika pri radu i imovine.

622.32/36 (497.11) : 622.85

Jovanović prof. dr ing. Gvozden: Rudno bogatstvo SR Srbije i njegov uticaj na čovekovo preobražavanje životne sredine.

»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 5—16

Izloženi su negativni uticaji eksploatacije, pripreme, prerade i potrošnje mineralnih sirovina u okviru njihovog pozitivnog delovanja na unapređenje životne sredine, koji se mogu eliminisati. Navode se faktori, bitni za preduzimanje potrebnih tehničko-tehnoloških mera.

622.35 : 614

Simonovski dipl. ing. Branislav: Sigurnosni merki vo pogonite za eksploatacija i prerabotka na ukrasen kamen so poseben osvrt na upotrebata na digalkki.

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 25—31

Dizalice kao proizvodne mašine mnogo se primenjuju u rudarstvu, pa i u tehnologiji eksploatacije i obrade ukrasnog kamena. Prikazani su značaj primene, osnove i mere zaštite pri radu sa njima.

<p>622.41</p> <p>Kovačević dipl. ing. Vjekoslav: Rekonstrukcija jamske ventilacije radi povećanja količine i stabilnosti vazdušnih struja.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 5—13</p> <p>Radi proučavanja efikasnosti izolacije starog rada u rudniku mrkog uglja D analizirana je ventilaciona mreža i utvrđeno da je nestabilna. Predložena je rekonstrukcija, kojom bi se stvorili uslovi za trostruko povećanje količine vazduha i postizanje znatno već stabilnosti. Konstruisane su i nove ventilacione šeme.</p>	<p>622.44</p> <p>Pejčinović dipl. ing. Jovan: Ispitivanje garantnih vrednosti novog glavnog ventilatora rudnika »Trepča« — Stari Trg.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 20—40</p> <p>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.</p>
<p>622.41</p> <p>Teply prof. Ermin: Optimiziranje presjeka jamskih saobraćajnica i vjetrenih provodnika sa stanovišta vjetrenja.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 41—48</p> <p>Prilikom izgradnje ili rekonstrukcije jame teži se rešenjima koja najbolje odgovaraju zahtevima eksploatacije, a u skladu su sa potrebama snabdevanja radilišta i jamskih prostorija svežim vazduhom, i istovremenom ekonomičnošću ventilacija sa aspekta amortizacije, održavanja i utrošaka električne energije za pogon ventilatora.</p>	<p>622.4:65.012.2</p> <p>Tanasković dipl. ing. Petar: Algoritam za izračunavanje prirodne raspodele vazduha u ventilacionim mrežama.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 41—46</p> <p>Izložen je algoritam za izračunavanje prirodne raspodele vazduha u ventilacionoj mreži.</p>
<p>622.41 : 533</p> <p>Jovićić prof. dr ing. Vesna: Doprinos proučavanju mogućnosti primene teorije izentropskog aerodinamičnog potencijala za duboke rudnike.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 31—40</p> <p>Ovaj članak predstavlja izvod iz jednog dela doktorske disertacije. Puni naslov disertacije glasi: »Doprinos proučavanju mogućnosti primene teorije izentropskog aerodinamičkog potencijala za duboke rudnike, na primeru ventilacione šeme jame Stari Trg — Trepča u sadašnjoj i perspektivnoj fazi razvoja«.</p>	<p>622.44</p> <p>Teply prof. ing. Ermin: Ventilacija jame sa više vanjskih ventilatora sa aspekta sigurnosti.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 15—19</p> <p>Za jamu sa dva revira različitih ventilacionih parametara koje ventiliraju dva ventilatora teoretski su razmotrene mogućnosti sigurnog povlačenja ljudi iz jednog revira u slučaju promjena režima pogona, odnosno obustave jednog ventilatora, i drugi pogon u drugom reviru.</p>

<p>622.625.28—83</p> <p>Jović dipl. ing. Mihajlo: Tiristorsko upravljanje akumulatorskim lokomotivama u rudnicima.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 85—89</p> <p>Prevoz električnim akumulatorskim lokomotivama sa kontinualnim upravljanjem pomoću tiristora nije samo mirniji i bezbedniji, već je efikasniji i ekonomičniji nego prevoz akumulatorskim lokomotivama sa voznom žicom i klasičnim upravljanjem pomoću otpornika.</p>	<p>622.765 : 628.515</p> <p>Salatić dr ing. Dušan: Naša dostignuća u procesu flotacije u vezi sa borbom za zaštitu radne i životne okoline.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 92—94</p> <p>Brojni flotacijski reagensi su opasni zagađivači radne i životne okoline, i zato njihova primena u flotaciji zahteva posebnu zaštitu radnika na radu. S druge strane, njihovo ispuštanje, sa otpadnom vodom, u prirodne vodotokove dovodi do uništenja biljnog i životinjskog sveta u rekama i potocima, tj. do zagađenja životne okoline.</p>
<p>622.64 : 614</p> <p>Kersnić prof. dr ing. Viktor: O varnosti sodobnih izvažalnih naprav.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 67—78</p> <p>Izvoznom postrojenju u rudarskom oknu — kao centralnom objektu rudnika treba poklanjati naročitu pažnju s obzirom na sigurnost, koja se mora pretpostavljati ekonomici. Uticaj na sigurnost izvoza određenih faktora, kao što su (izvozna uže, vođenje izvoznih posuda, kočnice, održavanje i dr.), prikazan je po trendu razvoja savremenih izvoznih postrojenja, koji održava tendenciju koncentracije izvoza na jedno izvozno okno i automatizacije.</p>	<p>622.838.51</p> <p>Kovačević dipl. ing. Vjekoslav: Otkopavanje zaštitnih stubova u Raši.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 5—14</p> <p>Opisano uspelo otkopavanje kamenog uglja u zaštitnim stubovima rezultat je sistematiskog rešavanja tog problema kroz odgovarajuće projekte, u kojima su korišćeni parametri uticaja podzemne eksploatacije na površinu za određene uslove. Primenjena metodologija i stečena iskustva mogu poslužiti i drugim rudnicima kod rešavanja sličnih problema.</p>
<p>622.64 : 65.012.2</p> <p>Vujec prof. dr Slavko — Rendulić dipl. ing. Vladimir: Priprema i provođenje simuliranja vjetrove mreže rudnika u svrhu izrade plana odbrane.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 36—38</p> <p>Treiraju se najsavremenije metode kod rešavanja pojedinih tehničkih problema kao što su izbor ventilatora, regulacija i projektovanje mreže i slično.</p>	<p>622.838.51</p> <p>Kovačević dipl. ing. Vjekoslav: Zaštitni stubovi kod nagnutih ugljenih slojeva.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 17—30</p> <p>Na osnovu analiza položaja korita sleganja kod otkopavanja nagnutih ugljenih slojeva na rudnicima s raznim rudarsko-geološkim uslovima utvrđen je odnos između nagiba sloja i položaja tačke najvećeg sleganja na površini. Na osnovu toga i tekućih kontrolnih merenja određena je granica zaštitnog stuba za grad Labin.</p>

622.838.51

Vučetić dipl. ing. Vukota: Otkopavanje zaštitnog stuba u podnom sloju u jami Ričica ispod potoka Jarovište.

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 39—45

U članku je opisan primer uspelog otkopavanja ugljenog sloja, koji je bio ugrožen provalom vode.

624.131.537 : 622.271

Obradović dipl. ing. Radmilo: Analiza stabilnosti kosina kao mera sigurnosti rada na površinskim otkopima i odlagalištima.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 44—47

Analiza kriterijuma za utvrđivanje faktora sigurnosti mora se detaljno sagledati pri izboru računskih parametara radne sredine za analizu stabilnosti radnih i završnih kosina površinskih otkopa i odlagališta.

622.84/86

Ahčan prof. dr ing. Rudi: Sanacijsko otkopavanje v območju vodnih vdorov v jami Ojstro v Zasavskih premogovnikih Trbovlje.

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 47—61

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

624.131.537.002.51 : 622.271

Najdanović prof. ing. Nikola: Uticaj opterećenja mehanizacije na sigurnost rada na etažama površinskih otkopa.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 37—43

Članak upotpunjuje tehničku regulativu određivanjem pojasa sigurnosti kretanja mehanizacije na etažama površinskih otkopa u kome ova neće izazvati poremećaje ravnoteže, a na bazi teorije loma tla planuma etaže određuje i dozvoljeno opterećenje tla mehanizacijom.

622.84/86

Hrastnik dr ing. Jože — Puc dipl. ing. Franc: Ukrepi za sprečavanje vodnih vdorov iz triadnega masiva v rudniku lignita Velenje.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 28—36

Prikazane su geomorfološke i hidrogeološke prilike područja rudnika Velenje i opisani prodori podzemne vode u rudniku od 1918. do 1973. god. kao i saznanja i iskustva u preduzimanju mera za sprečavanje prodora vode u rudniku Velenje.

628.511

Dimitrijević dr mr ing. Dimitrije: Uticaj petrološkog i mineraloškog sastava uglja na sastav jamske prašine u jamskom vazduhu rudnika »Mostar«.

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 62—66

Rezultati ispitivanja u ovom radu ukazuju na nesumnjiv funkcionalnu međusobnu vezu petrološkog sastava ugljene materije, količine pirita i koeficijenta drobljivosti petroloških mikrolitotipova.

628.511

Golubović dipl. ing. Dragoslav: Savremeni aspekti utvrđivanja koncentracija lebdeće prašine.

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 83—95

Prikazan je pregled referensne merne tehnike u pojedinim zemljama Evrope.

628.511 : 622

Ivanović dipl. ing. Vladimir: Mogućnost primene aspiracionih sistema i uređaja za prečišćavanje vazdušnih struja u rudnicima metala sa podzemnom eksploatacijom.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 95—99

Stalno povećanje proizvodnje rude i sve veći zahtevi na boljšanju uslova rada traže uvođenje i efikasnijih postupaka u tehničkoj zaštiti od prašine.

628.511

Ivanović dipl. ing. Marija: Metode određivanja slobodnog SiO₂ u udišljivoj lebdećoj prašini pomoću infrared spektroskopije i rendgenografije.

»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 102—105

Članak tretira savremene metode određivanja slobodnog SiO₂ u lebdećoj prašini, a istovremeno predstavlja ranije stečeno teoretsko znanje i praktično iskustvo specijalizacije samog autora u Institutu za rudničku prašinu (Bochum i Essen) i industrijsku prašinu (Bonn).

628.511 : 622.34/36

Ivanović dipl. ing. Vladimir: Tipska rešenja kompleksne zaštite od agresivne mineralne prašine u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom metala i nemetala.

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 103—111

U ovom članku prikazana je kompleksna zaštita od prašine u pojedinim fazama eksploatacije metalnih i nemetalnih mineralnih sirovina.

628.511

Nikolić dr mr ing. Živojin: Uticaj neizokinetičnosti uzorkovanja na pokazatelje zapašenosti.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 13—27

Članak je deo doktorske disertacije autora i tretira uticaj neizokinetičnosti uzorkovanja na pokazatelje zapašenosti i naučni princip utvrđivanja toga i određivanja zapašenosti vazduha.

628.511 : 622.67

Kisić dipl. ing. Slavko — Koprivica dipl. ing. Obren — Jevtić dipl. tehn. Gojko: Mogućnost otprašivanja puništa skipa u rudniku Stari Trg.

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 97—102

Daje se prikaz jednog prilaza rešavanju otprašivanja puništa skipova, pri čemu se rešenjem otprašivanja skipova, pre svega, rešava i otprašivanje ulazne vazdušne struje jame.

628.517.2

Stojiljković prof. dr Zivko — Stepanović dr biol. Stepa: Reaktivnost termoregulacionog i simpato-adrenalnog sistema u vozača teških motornih vozila za vreme objektivnih uslova vožnje.

»Sigurnost u rudnicima« br. 4. (1975), str. 107—113

Izložena je metodologija merenja i data analiza rezultata tablično i na dijagramima.

628.517.2 : 629

Stojiljković prof. dr Zivko: Bučno-vibracioni izvori teških motornih vozila kao stresogeni faktor u objektivnim uslovi-
ma vožnje.

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 55—67

Ispitivanjima profesionalnih vozača teških motornih vozila utvrđeno je da se po količini izlučenih kateholamina, intenzitetu i spektralnoj analizi buke, kao i karakteristikama vibracija unutar kabina, može proceniti uticaj fizikalnih stresogenih faktora.

628.517.2 : 621.51

Mihajlov dr Aleksandar: Ergonomski aspekti uslova rada u kompresorskim stanicama sa osvrtom na buku i mikroklimatske uslove.

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1975), str. 67—71

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 mikro klime u kompresorskim stanicama.

66.094.3

Dimitrijević prof. dr ing. Dimitrije: Samozapaljivost ugljene materije II, IV i povlatnog ugljenog sloja Rudnika »Ugljevik« u funkciji petrološkog sastava.

»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1975), str. 63—66

Ovim radom proučen je uticaj petrološkog sastava ugljene materije »Ugljevik« na proces samozapaljenja.

628.517 : 622.323/.324.006

Šreder dipl. ing. Branislav — Stajević dipl. ing. Dušan — Vučetić dipl. ing. Vukota: Prilog proučavanju štetnog delovanja buke i vibracija u radnim prostorijama pogona za eksploataciju nafte i gasa.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 100—110

U članku se određuje problem buke i vibracija u jednom od pogona naftne industrije.

66.094.3 : 553.9 + 622.33

Dimitrijević dr mr ing. Dimitrije: Oksidacija kao faktor nekih kvalitativno — kvantitativnih promena ugljene materije.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1975), str. 59—64

Oksidacija se javlja kao važan faktor i u eksploataciji uglja, jer svojim destruktivnim delovanjem menja primarne osobine ugljene materije, kako u ležišnim prilikama, tako i u uslovima posle eksploatacije. Cilj rada je da se neka pitanja iz ove problematike svestranije razjasne, zbog čega su kao osnov za razjašnjavanje problema uzete strukturalne karakteristike ugljene materije.

66.094.3 : 622.82

Dimitrijević prof. dr ing. Dimitrije: Samozapaljivost ugljene materije povlatnog ugljenog sloja »Zenica« u funkciji petrološkog sastava.

»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 32—35

Iznete su petrološke analize povlatnog ugljenog sloja u rudniku Zenica, po visini sadržaja detrit-gela i fuzita, i određena su mesta u profilu sloja u kojima može doći do samozagrevanja, pa i do samozapaljenja uglja.

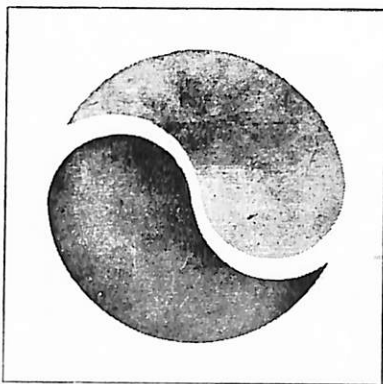
669.791 : 66.049.2

Kavčič dipl. ing. Ivica: Raziskave vplivov fizikalnih in kemijskih parametrov na intenziteto izhlapevanja živega srebra.

»Sgurnost u rudnicima« br. 3 (1975), str. 68—77

Ispitan je uticaj fizičkih i hemijskih parametara na intenzitet isparavanja žive. Primenjena je smeša gline i rastvora Ca Cl₂ kao i rastvor kalcijevog polisulfida. Tablično su prikazani laboratorijski opiti.

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 GRADEVINARSTVA:

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti
proizvodnje
Transporta
Prerada nafte i gasa
Petrohemijske
Hemijske proizvodnje
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:

Proizvodnje
Transporta
Prerade i distribucije
Nafte i gasa, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i
treća lica

U OBLASTI SAOBRAĆAJA:

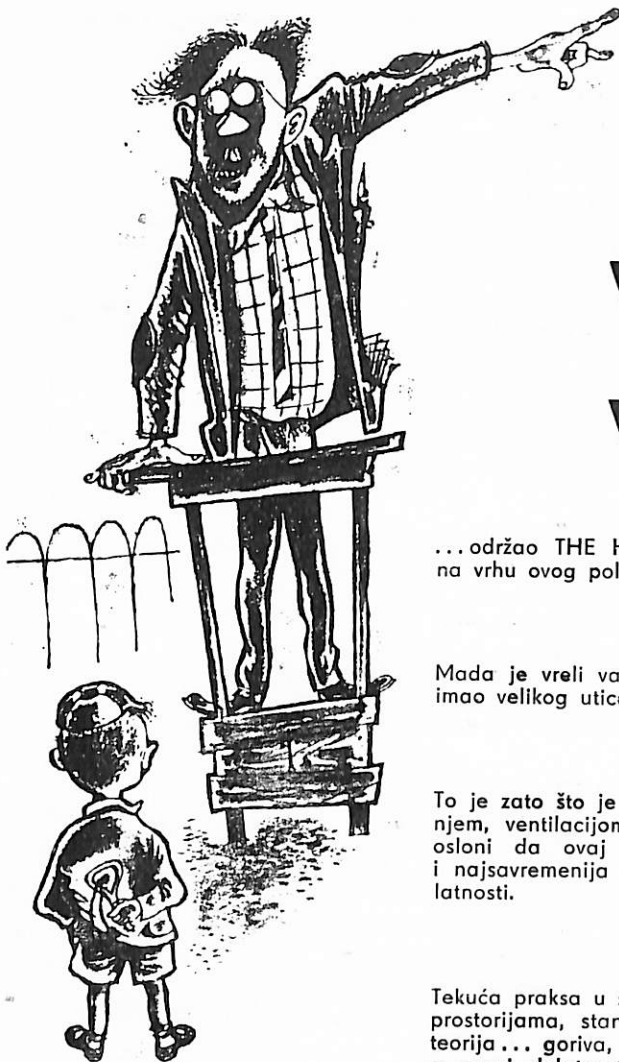
Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za
sopstvene potrebe
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom
saobraćaju
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom
industrijskom koloseku

U OBLASTI TRGOVINE:

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gasa i uređaja za
tečni gas (novih i polovnih)
Uvoz za sopstvene potrebe, izvoz sopstvenih proizvoda i vršenje
investicionih radova u inostranstvu
Nabavka radi prodaje derivata nafte i prodaja derivata na ve-
liko i malo, putem sopstvene prodajne mreže
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih orga-
nizacija
Reeksport nafte i derivata nafte (uvoz iste robe radi izvoza i
direktan reeksport)

U OBLASTI USLUGA

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istra-
živanja, proizvodnje i transporta nafte i gasa
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim rad o-
nicama
Vršenje laboratorijskih usluga
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva
Popravak uređaja za gas



nije VRELI VAZDUH

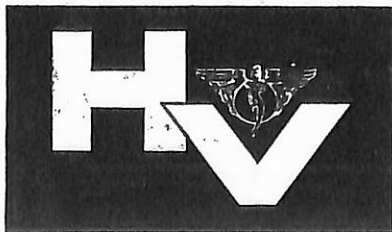
... održao THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
na vrhu ovog polja više od 40 godina.

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 isplatio. Pišite za uzorni primerak na adresu:



THE HEATING AND VENTILATING ENGINEER
and Journal of Air Conditioning

11-13 Southampton Row,

London. W. C. 1.

ENGLAND

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 najjemenentniji 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
kippenseitig
отвальный оползень

O-115

odlaganje, mesto

depot position; storage position
positiön (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
Kippenrutschung
со стороны отвала

Cena iznosi 300,00.— dinara.

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje časopis:

„Rudarski glasnik“

(izlazi 4 puta godišnje)

- Saradujte u njemu! Odaberite rubriku koja vas najviše interesuje i pošaljite svoj prilog
- Postavite pitanja — na njih će odgovoriti najeminentniji stručnjaci iz rudarstva, srodnih oblasti i službe zaštite na radu!
- Oglašavajte vaše proizvode u časopisu

Cene:

1/1 strana u crno-belom tehničkom 2.000,00.- d.

1/2 strane u crno-belom tehničkom 1.500,00.- d.

Redakcija

BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleiben Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmova je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim oznacijama tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obradivanjem.

ERZMETALL

Dieses Bergbauwörterbuch ist das 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 fünfsprachigen Wortzusammenstellung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretan priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.

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 oglašavaju 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

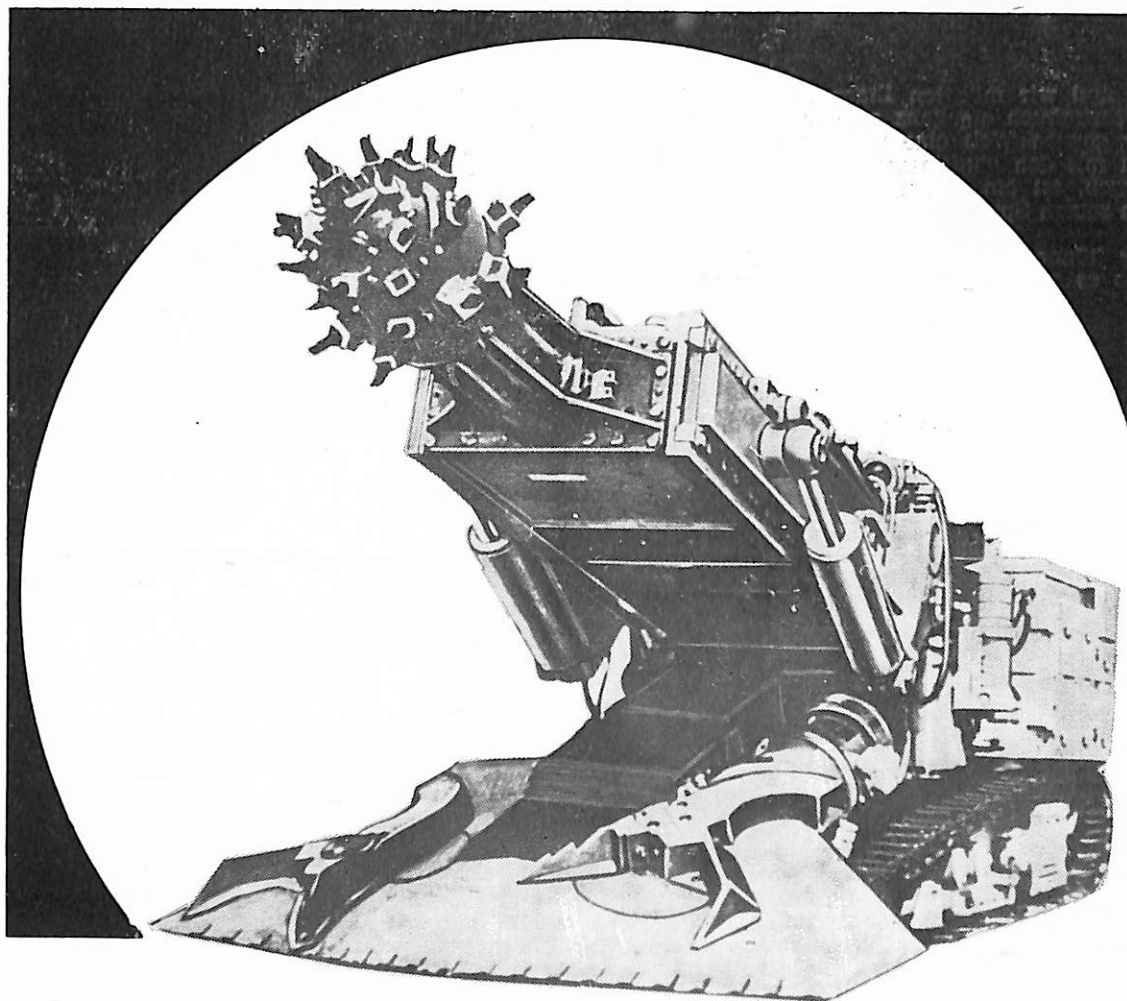
Za besplatan uzorni primerak i
dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,
COLLIERY GUARDIAN
John Adam House
17-19 John Adam Street,
London W.C. 2.

Godišnja pretplate — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga

Rudar stručnjak:

„PK-9 R“ KOPAČ I UTOVARIVAČ



- odvaljuje otkope na 8 m² do 16 m² sekcijama u ugljenu i ugljenu-i-stijeni tvrdoće do 400 kg/cm²
- odvaljuje pod kutem do 15° u slabim krovnim slojevima
- odvojeno tovari ugljen i stijenje
- radi u kompleksu s mosnim i prikoličnim pretovarivačima i tovari u kolica i na konvejjere na utovarnoj fronti od 1800 mm do 4600 mm
- ima ugrađene sisteme za smanjenje prašenja i sisteme za usisavanje prašine
- električni uređaji su u izvedbi sigurnoj od eksplozije

V/O MACHINOEXPORT

SSSR, Moskva V-330

za detaljne informacije izvolite se obratiti na: Mosfilmovskaja 35

Teleks: 7207

Zastupnici u SFRJ:

»RAPID«, Beograd, Studentski trg 2-4

»JUGOSLAVIJA-KOMERC«, Beograd, Kneza Miloša 60

»INTERKOMERC«, Beograd, Terazije 27

»KONTINENTAL«, Beograd, Terazije 27

»JUGOKOMERC«, Sarajevo, Vojvode Putnika 18 a



MACHINOEXPORT

☎ 1471542 ☎ 555R MOSKVA 117330 ☎ MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT ☎ 7207

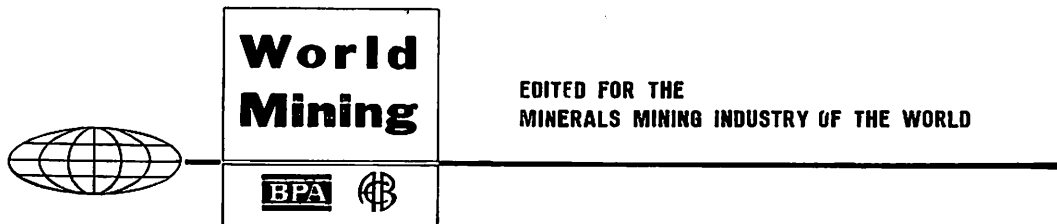


BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H. RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Verständigung in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savladivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



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.

