



SIGURNOST U RUDNICIMA

III • 1968 • 2

III GODIŠTE
2. BROJ
1968. GOD.

SIGURNOST U RUDNICIMA

ČASOPIS ZA LIČNU,
KOLEKTIVNU I POGONSKU
ZAŠTITU U RUDARSTVU

SAFETY IN MINES
SÉCURITÉ MINIÈRE
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ
ГОРНЫХ РАБОТ
GRUBENSICHERHEIT

Izдаваč
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Tehnička redakcija
MARINA PETROVIC
MIRA MARKOVIC

Naslovna strana
MILAN GOLUBOVIC

Stampa »PROSVETA« — Požarevac

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Dipl. ing. IVO TRAMPUŽ, profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

*BLAGOJEVIĆ dipl. ing. MIODRAG, Rudnici i topicnica olova i cinka
»Trepča«, Zvečan*

BLAGOJEVIĆ dipl. ing. DUŠAN, Rudnici lignita »Kreka«, Tuzla

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

DRAGOJEVIĆ dipl. ing. MILOŠ, »Rembas«, Resavica

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

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

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

JOVANOVIĆ dr ing. GVOZDEN, Rudarski institut, Beograd

KOHARIĆ dipl. ing. IVAN, Biro SBRMU, Sarajevo

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

KOVAČIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Geološki zavod, Ljubljana

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

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

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

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

PETROVIĆ dipl. geol. VERA, Rudarski institut, Beograd

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

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

SRDANOVIC dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

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

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

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

SADRŽAJ**INDEX****PROF. DR ING. JERZY LITWINISZYN**

Dinamika proticanja u ventilacionim mrežama — — — — —	5
Strömungsdynamik in den Wetternetzen — — — — —	14

DIPL. ING. VELIBOR ROSIĆ — DIPL. ING. BOŽIDAR RISTIĆ

Prilog proučavanju proizvodnje nafte i prirodnog gaza u naseljenim područjima sa merama sigurnosti pri eksploataciji pod visokim pritiskom — — — — —	15
Supplement of Research in Exploitation Oil and Gas by High Pressure Separation in populated Region of Town, with Particular Review in Technical and Protective Measures — — — — —	30

DR OLGA MAČEK

Statistička mjerila — baza za prevenciju profesionalnog traumatizma — — — — —	31
Statistische Erhebungen — Grundlage für die Vorbeugungsmassnahmen beim Berufstraumatismus — — — — —	46

DIPL. ING. FRANC LEGAT

Razvijanje rentabilnejših in varnejših načinov odkopavanja močnega samovnetljivega slojišča rjavega premoga Zasavskih rudnikov — — — — —	47
Entwicklung der hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit verbesserten Abbauverfahren von mächtigem zur Selbstentzündung neigendem Haritbraunkohlenflöz von Zasavski Rudnici — — — — —	56

PROF. ING. BORIVOJE MILADINOVIC

Značaj rudarsko-meračke službe za zaštitu pri radu i sigurnost u rudnicima — —	57
Die Bedeutung des Markscheidedenstes für den Arbeitsschutz und Betriebssicherheit	61

PROF. ING. BRANISLAV GENČIĆ

Podzemna eksploracija ležišta urana i tehnička zaštita — — — — —	62
Underground Mining of the Uranium Deposits and Technical Protection — — —	68

DIPL. ING. LOJZE BRATINA

Eksplozivne smeše AN-DG — nesreće sa njima i njihovo sprečavanje — — — — —	69
Sprengstoffmischungen AN-DG — Unfälle entstehende und deren Verhinderung	72

DIPL. ING. MILUTIN VUKIĆ — DIPL. ING. PETAR MILIĆIĆ — DIPL. ING. IVAN JAKOVAC

Analiza smrtnih i teških tjelesnih povreda na radu u rudnicima SR BiH u 1966. i 1967. godini — — — — —	73
Analyse der tödlichen und schweren Unglücksfälle Untertagebetrieb in der SR BiH in den Jahren 1966 und 1967 — — — — —	88

DR ING. MOMČILO PATARIĆ

Sigurnosni stubovi kao problem inženjera u praksi — — — — —	80
Sicherheitspfeiler als Problem der Ingenieure in der Praxis — — — — —	92

DIPL. PRAV. MILORAD KRANTIĆ

Pravo radnika, da u određenim slučajevima odbije rad na radnom mestu, na kojem nisu sprovedene propisane mere zaštite na radu ! — — — — —	93
Kongresi i savjetovanja — — — — —	95
Prikazi iz literature — — — — —	96
Pitanja i odgovori — — — — —	96
Bibliografija — — — — —	97

Dinamika proticanja u ventilacionim mrežama

(sa 5 slika)

Prof. dr ing. Jerzy Litwiniszyn

U ovom članku poljski akademik izlaže metode razmatranja problema neustavljenih proticanja gasova u prostoj i razgranatoj ventilacionoj mreži. Pošto su ovi problemi osnova za analizu pojava do kojih dolazi za vreme perturbacija proticanja, izazvanih podzemnim požarima koje mogu imati katastrofalne posledice, naročito u rudnicima uglja, to će u narednom broju časopisa, kao nastavak ovih razmatranja, biti objavljen članak ing. Trutwin-a u kome će biti izložen jednostavan način primene metode Litwiniszyna, da bi se prikazala njena prikladnost za analizu pomenutih pojava.

Uvod

Jednačine aerodinamike predstavljaju osnovu za razmatranje pojave protoka gasova u rudarskim ventilacionim mrežama. Primenjujući jednačina u pomenutim pojavama, daje matematički model u kome se odražavaju stvarne pojave protoka sa približnošću koja zavisi od prihvaćenih pretpostavki uprošćavanja.

Kroz jamsku prostoriju gas protiče celim njenim presekom, pri čemu je brzina tog protoka uopšte različita u različitim tačkama tog preseka. Razmatrajući niz pojave protoka u ventilacionim mrežama mi tu sliku uprošćujemo (1). Naime ne uzimamo u obzir promenljivu raspodelu brzine u poprečnom preseku prostorije, već uvodimo prosečnu brzinu v , koju određujemo iz odnosa:

$$v = \frac{q}{S} \quad (1)$$

U toj jednačini q obeležava veličinu protoka (the rate of flow), a S poprečni presek provodnika kojim se protok vrši.

Uvođenje prosečne brzine uprošćuje problem protoka u mrežama na jednodimenzionalne protoke, u kojima prosečna brzina $v = v(s, t)$ zavisi od prostorne koordinate s , izmerene duž izvesne utvrđene linije (npr. linije vazdušne struje) unutar jamske prostorije, kao i vremena t .

Druge veličine koje ćemo ovde razmatrati, sem brzine v , su pritisak gasa koji protiče $p = p(s, t)$, temperatura $T = T(s, t)$ merena u stepenima Kelvina i gustina, $\rho = \rho(s, t)$.

Za vreme protoka gasa kroz jamske prostorije u njemu se dešava niz fizičko-hemskih procesa. Gas koji protiče može da vrši izmenu topote sa stenama koje okružuju prostoriju. Vrši se razmena gasova; u struju gase koji protiče prostorijom ulaze gasovi, koji se izdvajaju iz stena, neke od sastavnih elemenata gase koji protiče (na primer kiseonik) apsorbuju okolne stene. U samom gasu koji protiče mogu nastati procesi sagorevanja, isparenja vodene pare, ionizacije i sl.

Prema tome, da bi se opisalo stanje gase koji protiče trebalo bi, sem četiri gore pomenute veličine v , p , T , ρ , uvesti još i druge.

Međutim, u daljim razmatranjima ograničimo se samo na te četiri veličine, pri čemu ćemo jednu od njih, npr. temperaturu T , uzeti kao datu.

Ostale tri funkcije su opisane sistemom jednačina kojima ćemo se u daljem izlaganju pozabaviti.

Prva iz tog sistema je tzv. jednačina održanja mase ili jednačina kontinuiteta.

Uzimajući gore navedene oznake ta jednačina napisana u obliku diferencijala glasi:

$$\frac{\partial \rho S v}{\partial s} + -\frac{\partial \rho S}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

Druga jednačina, koja proističe iz uslova dinamičke ravnoteže, je jednačina količine kretanja i ima oblik:

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial s} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial s} - g \frac{\partial z}{\partial s} - \\ &- \text{sgn } v \cdot f + \frac{h}{\rho} \delta(s - s_0) \end{aligned} \quad (3)$$

U poslednju jednačinu, sem već uvedenih oznaka, uvodimo još i sledeće oznake:

g obeležava ubrzanje zemljine teže, dz obeležava povećanje koordinate visine z koja odgovara povećanju ds duž linije struje c . Povratak veličine z je uzet u vertikalnom pravcu nagore;

f predstavlja funkciju koja opisuje komponentu sile otpora kretanja, koja dejstvuje na jedinicu mase koja protiče. Za tu funkciju pretpostavljamo da zavisi od prosečne brzine v , to znači $f = f(v)$, da je $f(v) \geq 0$ kao i $f(0)=0$. Poslednja jednačina izražava činjenicu da je, ako nema kretanja, brzina protoka jednaka nuli, pa su i otpori kretanja jednaki nuli;

syn $v = \pm 1$, pri čemu veličinu ± 1 uzimamo ako je pravac brzine v u skladu s pravceni izabranim na osi s , ± 1 kada je taj pravac obratan.

Poslednji izraz sa desne strane jednačine (3) javlja se zbog razlike pritiska izazvanog desjtvom ventilatora. Ventilator tretiramo kao koncentrisan izvor razlike pritiska veličine h skupljene u tački $s = s_0$. Tok raspodele pritiska izazvan ventilatorom ima dakle oblik $d = h H(s - s_0)$ gde je $H = H(s - s_0)$ tzv. jednačina funkcija Heaviside-a sa karakteristikom $H(s - s_0) = 1$ kod $s > s_0$, odnosno $H(s - s_0) = 0$ za $s < s_0$.

Sila izazvana razlikom pritiska d koncentrisanom u tački $s = s_0$, koja dejstvuje na jedinicu mase iznosi

$$\frac{h}{\rho} \delta(s - s_0)$$

gde je simbol δ (koji se javlja u poslednjem izrazu sa desne strane jednačine (3))

$$\delta(s - s_0) = \frac{H(s - s_0)}{ds} \quad (3)$$

To je tzv. funkcija Diraca sa karakteristikama:

$$\delta(s - s_0) = 0 \text{ za } s \neq s_0$$

dok je:

$$\int_{s_0 - a}^{s_0 + a} \delta(s - s_0) ds = 1 \text{ za } a > 0$$

Razmera $\delta = \delta(s - s_0)$ je obrnuto proporcionalna dužini (L^{-1}).

U jednačini (3) mogu se analogno koncentrisanim izvorima depresije uvesti koncentrisani otpori (na primer ventilacione pregrade). Veličine takvih otpora uvodimo u jednačinu (3) takođe pomoću funkcije Diraca.

Treća jednačina kojom ćemo se dalje služiti je tzv. jednačina stanja idealnih gasova

$$\frac{p}{\gamma} = RT \quad (4)$$

gde je:

$\gamma = g \cdot \rho$ specifična težina, a R je gasna konstanta.

Jednačina (4) može se napisati i u obliku $pV = RT$

pri čemu je:

$$V = \frac{1}{\gamma}$$

Ta jednačina predstavlja u koordinatnom sistemu p , V , T površinu ograničenu pravim. Kao što se iz poslednje jednačine vidi ta površina nastaje kao rezultat kretanja prave duž ose V , pri čemu se ta prava, ostajući u paralelnom položaju sa površinom p , T , okreće oko ose V koju preseca.

Svakom termodinamičkom stanju opisanom sa tri broja p , V , T odgovara tačka na površini $pV = RT$.

Izvestan izdvojeni element zapremine gase koji protiče jamskom prostorijom u sva koj tački svoga puta karakteriše sa sistemom termodinamičkih parametara p , V , T . Kretanje takvog elementa uopšte odgovaraju promene vrednosti tih parametara. Dakle kretanje gase prostorijom odražava se, preko svojih termodinamičkih parametara, na kretanje tačke po površini $pV = RT$. Ako je put kojim protiče razmatrani element gase zatvorena kriva, tada je kriva koja odražava trenutno termodinamičko stanje takođe zatvorena kriva koja leži na površini $pV = RT$. Kod ustaljenih stanja, ta kriva ne menja sa vremenom svoj položaj na toj površini. Kod neustaljenih protoka položaj te krive, u opštem slučaju, podleže promeni u vremenu.

Protok u mreži sa jednom granom

Za interpretaciju jednačine (3) razmotrićemo u prostoru nepokretni zatvoreni krug O . Neka to bude na primer, predstavljeno na sl. 1: ulazno okno 1 — 2 prostorija 2 — 3 izlazno okno 3 — 4, spoljna atmosfera 4 — 1. U tom zatvorenom krugu 1 — 2 — 3 — 4 — 1 vrši se proticanje, pri čemu pretpostavljamo, da u spoljnoj atmosferi 4 — 1 vlada stanje aerostatičke ravnoteže.

Deleći obe strane jednačine (3) sa g i integrirajući po s , duž zatvorenog kruga O (1—2—3—4—1), što simbolički obeležavamo sa \oint , dobijamo

$$\frac{1}{g} \cdot \frac{d}{dt} \oint v(s, t) ds + \frac{1}{g} \oint \frac{dv^2}{ds} ds = - \oint \frac{1}{\gamma} \frac{dp}{ds} ds - \oint \frac{dz}{ds} ds + \frac{\operatorname{sgn} V}{g} \int f(v) ds + \frac{h}{\gamma(s)}, \quad (5)$$

Prepostavimo kontinuitet funkcije $v = v(s, t)$. Koneskvenca takve prepostavke je relacija

$$\oint \frac{dv^2}{ds} ds = 0$$

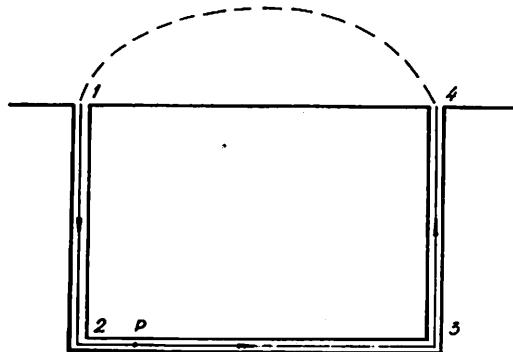
Udovoljeno je takođe:

$$\oint \frac{dz}{ds} ds = 0$$

Poslednji izraz koji se javlja sa desne strane jednačine (5) proistiće iz karakteris-

tike funkcije D raca koja se javlja sa desne strane jednačine (3).

Radij jednostavnosti razmatranja, pretpostavimo da u zatvorenom krugu 1—2—3—4—1 nema ventilatora, što znači da nema koncentrisanog izvora h razlike pritiska, ili da je $h = 0$.



Sl. 1 — Proticanje u zatvorenem krugu O
Ulavno okno 1 — 2, jamska prostorija
2 — 3 vetroreno okno 3 — 4, spoljna
atmosfera 4 — 1.

Abb. 1 — Wetterströmung im geschlossenen
Kreis O .
Einrichschacht 1 — 2, Grubenräume
2 — 3, Ausziehschacht 3 — 4, Ober-
tage-Athmosphäre 4 — 1.

Put po zatvorenem krugu 1 — 2 — 3 — 4 — 1 sastoji se od dela 1 — 2 — 3 — 4 unutar rudnika i puta u spoljnoj atmosferi 4 — 1. U tom spoljnem delu puta pretpostavili smo stanje aerostatičkog mirovanja to znači $v = 0$. U skladu sa pretpostavkama o karakteristikama funkcije f koja izražava veličinu otpora kretanja je $f(O) = 0$.

U skladu sa jednačinom (3) aerostatičko stanje je dakle izraženo jednačinom.

$$-\frac{1}{\gamma} \frac{dp}{ds} - \frac{dz}{ds} = 0. \quad (6)$$

Integral \oint na putu 1 — 2 — 3 — 4 — 1 rastavimo na dva integrala, naime na integral duž puta kroz jamu 1 — 2 — 3 — 4, kao i duž puta u spoljnoj atmosferi 4 — 1.

Pošto u spoljnoj atmosferi za deo 4 – 1 vlada stanje mirovanja, to znači $v = 0$, onda je:

$$\int_{4-1} v(s,t) ds = 0 \text{ kao i } f(v) = 0$$

$$\int_{4-1} f(v) ds = 0$$

Sada ćemo naći vrednost integrala

$$\int_{4-1} \frac{1}{\gamma} \frac{dp}{ds} ds$$

koji je sastavni deo integrala koji se javlja sa desne strane jednačine (5).

Pošto put integrisanja 4 – 1 prolazi kroz prostor aerostatičke ravnoteže, u kome važi jednačina (6) iz te jednačine dobijamo

$$dp = \gamma dz$$

Uvrštavajući tu veličinu u

$$\begin{aligned} \int_{4-1} \frac{1}{\gamma} \frac{dp}{ds} ds & \text{ dobijamo} \\ \int_{4-1} \frac{1}{\gamma} \frac{dp}{ds} ds & = - \int_{4-1} dz = -(z_1 - z_4) \end{aligned}$$

Dakle, u slučaju aerostatičke ravnoteže, vrednost

$$\int_{4-1} \frac{1}{\gamma} \frac{dp}{ds} ds$$

je nezavisna od izabranog puta 4 – 1, a zavisi jedino od razlike visina $z_4 - z_1$. U slučaju da je $z_4 = z_1$ imamo

$$\int_{4-1} \frac{1}{\gamma} \frac{dp}{ds} ds = 0$$

Razmotrimo sada ustaljeni protok u zatvorenom krugu 1 – 2 – 3 – 4 – 1 u kome nema koncentrisanih izvora mehaničke depresije, odnosno $h = 0$. Zbog pretpostavke o ustaljenosti protoka, brzina v je nezavisna od vremena t . Dakle dobijamo:

$$\frac{d}{dt} \oint v(s,t) ds = 0$$

Jednačina (5) sada dobija oblik

$$-\oint \frac{1}{\gamma} \frac{dp}{ds} ds = \frac{\operatorname{sgn} v}{g} \oint f \left[v(s) \right] ds \quad (7)$$

Ta relacija prikazuje vezu između termodinamičkih veličina koje se javljaju sa leve strane jednačine (7) i dinamičkih veličina koje se javljaju sa desne strane (2).

Svakoj tački zatvorenog kruga 1 – 2 – 3 – 4 – 1 odgovaraju tri veličine termodinamičkih parametara p , V , T . Svakoj grupi tri veličine odgovara tačka na površini $PV=RT$ koja prikazuje tzv. jednačinu stanja. Trenutno stanje termodynamičkih parametara koji vladaju u zatvorenom krugu 1 – 2 – 3 – 4 – 1 odražava se u obliku zatvorene prostorne krive koja leži na toj površini. Projektujući tu prostornu krivu na površinu p , V , pravougaonog koordinatnog sistema p , V , T dobijamo zatvorenu krivu 1 – 2 – 3 – 4 – 1 na sl. 2. Ta kriva zatvara površinu koja je šrafirana na sl. 2. Veličinu te površine opisuje integral koji se javlja na levoj strani jednačine (7).

Vrednost integrala

$$\int_{4-1} \frac{1}{\gamma} \frac{dp}{ds} ds$$

u kome se javljaju parametri p , γ može da se izrazi pomoću parametara p i T . U tom poslednjem slučaju služimo se projekcijom prostorne krive, koja opisuje termodinamičko stanje u krugu 1 – 2 – 3 – 4 – 1, na površini pT , pravougaonog sistema p , V , T . Iz jednačine stanja

$$\frac{1}{\gamma} = \frac{RT}{p}$$

dobijamo

$$\oint \frac{dp}{\gamma} = R \oint T \frac{dp}{p} = R \oint T d(\ln p)$$

Zamena parametara p , $N = \frac{1}{\gamma}$ sa parametrima p , T što je predložio Barczyk, S. (1956.), a kasnije proširio Mączynski, J. (1962.) ima tu prednost što se ti poslednji parametri mogu dobiti neposredno merenjem.

Za integral koji se javlja sa desne strane jednačine (7) mogu da se primene srednje vrednosti. Tada dobijamo:

$$\oint f \left[v(s) \right] ds = f \left[v(s') \right] \int_{1-2-3-4} ds = \\ f \left[v(s') \right] L \quad (8)$$

gde je $v(s')$ vrednost brzine u izvesnoj tački $s = s'$ puta

$$1 - 2 - 3 - 4, L = \int_{1-2-3-4} ds$$

je dužina tog puta.

Uzimajući pravac proticanja v u skladu sa izabranim pravcem na liniji s dobijamo $\operatorname{sgn} v = +1$.

Uzimajući u obzir jednačinu (8), možemo tada jednačinu (7) napisati u obliku:

$$f = \left[v(s') \right] = -\frac{g}{L} \oint \frac{dp}{V}$$

Kako to iz poslednje relacije proističe, poznavanje raspodele termodinamičkih parametara p i $V = \frac{1}{r}$ omogućava da se odredi vrednost integrala sa desne strane te relacije, a zatim i vrednost

$$f \left[v(s') \right]$$

Poznajući oblik funkcije $f = f(v)$ može se na taj način u poslednjoj relaciji odrediti brzina $v(s')$. Ako je presek dela 1-2-3-4 voda, kojim se vrši protok stalan, a gustina gasa koji protiče se menja neznatno, tada se može uzeti približno

$$v(s) \approx v(s')$$

Iz gornjeg se dakle vidi na koji način stanje termodinamičkih parametara u krugu 1-2-3-4 određuje brzinu proticanja gasa u tom krugu.

Nakon gornjeg objašnjenja fizikalnog smisla jednačine (7) ustaljenih protoka razmotrićemo pojavu neustaljenih protoka, gde brzina $v = v(s, t)$ zavisi ne samo od prostorne koordinate s već i od vremena t .

Prepostavljajući da u zatvorenom krugu 1-2-3-4-1 nema koncentrisanih izvora depresije, opšta jednačina (5) dobija oblik:

$$-\frac{1}{g} \frac{d}{dt} \oint v(s, t) ds = \\ = -\oint \frac{dp}{V} - \frac{1}{g} \oint f \left[v(s, t) \right] ds \quad (9)$$

Skalarna veličina krivolinijskog integrala

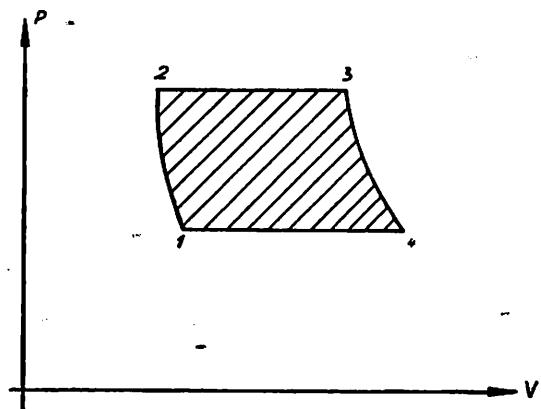
$$\oint v(s, t) ds$$

je tzv. cirkulacija duž zatvorenog kruga 1-2-3-4-1.

Obeležavamo je sa:

$$\Gamma(t) = \oint v(s, t) ds \quad (10)$$

Funkcija $\Gamma = \Gamma(t)$ je funkcija jedne promenljive t i zavisi od zatvorenog kruga 1-2-3-4-1 (a ne od pojedinih tačaka tog kruga, kao što je brzina).



Sl. 2 — Projekcija zatvorene prostorne krive 1-2-3-4-1 na površinu p, V , koja odražava trenutno stanje termodinamičkih parametara.

Abb. 2 — Projektion der geschlossenen räumlichen Kurve 1-2-3-4-1 auf die Fläche p, V , welche den augenblicklichen Zustand der thermodynamischen Parameter darstellt.

I oni integrali, koji se nalaze na desnoj strani jednačine (9) prikazuju trenutne vrednosti zavisne od tog kruga.

Da bi se uprostila interpretacija jednačine (9) usvajamo da je oblik funkcije $f = f(v)$

koja opisuje otpore kretanja linearan, tj. da je:

$$f(v) = \alpha v \quad (11)$$

gde je $-\alpha$ stalna vrednost.

Kao što je poznato, takva pretpostavka odgovara laminarnom proticanju, i nije ispravna za turbulentna proticanja za koje se uzima približno kvadratna zavisnost.

Uzimajući u obzir jednačinu (11) i vodeći računa o jednačini (10) može se jednačina (9) napisati u obliku:

$$\frac{d\Gamma(t)}{dt} = D(t) - \alpha \Gamma(t) \quad (12)$$

gde je:

$$D(t) = -g \oint \frac{dp}{\gamma} = - \oint \frac{dp}{\gamma} \quad (13)$$

U slučaju neustaljenih protoka, funkcija $D = D(t)$ zavisi, u opštem slučaju, od t , jer se tokom vremena u krugu 1–2–3–4–1 menjaju termodinamički parametri p i γ .

Znajući oblik funkcije $D = D(t)$ kao i početni uslov za $t = t_0$

$$\Gamma(t_0) = \Gamma_0 \quad (14)$$

može se iz jednačine (12) odrediti $\Gamma = \Gamma(t)$ za proizvoljno t .

Poznavanje funkcije $\Gamma = \Gamma(t)$ daje određenu informaciju o stanju protoka unutar kruga 1–2–3–4–1.

Primenjujući zakon srednje vrednosti, može se jednačina (10) napisati:

$$\Gamma(t) = \oint v(s, t) ds = v(s', t) L \quad (15)$$

gde je

$$L = \int_{1-2-3-4} ds$$

dužina puta 1–2–3–4.

Poznajući dakle $\Gamma = \Gamma(t)$ može se dalje iz jednačine (15) izračunati brzina $v = v(s', t)$ u trenutku t u određenoj tački $s = s'$ kruga.

Ako se usvoji da se brzina duž puta 1–2–3–4 menja, u zavisnosti od s , nezнатно, približno se može uzeti $V(s, t) \approx v(t)$ tada je:

$$\Gamma(t) \approx v(t) L \quad (16)$$

odnosno poznavanje toka funkcije $\Gamma = \Gamma(t)$ daje podatke o veličini brzine za vreme neustaljenog proticanja.

Uzimajući specijalno da je $D = \text{const.}$ dobijamo za početne uslove (14), kod kojih pretpostavljamo da je $\Gamma_0 = 0$, rešenje jednačine (12) u obliku.

$$\Gamma(t) = \frac{D}{\alpha} \left[1 - e^{-\alpha(t-t_0)} \right] \quad (17)$$

Kakav je fizikalni smisao takvog rešenja. — Zamislimo krug 1–2–3–4–1 (sl. 3). U tom krugu nalazi se pregrada T koja ga prekida. Do trenutka $t = t_0$ ta pregrada je zatvorena i tada je $V(t_0) = 0$, odnosno $TV(t_0) = 0$. U trenutku $t = t_0$ ta pregrada biva otvorena i u krugu 1–2–3–4–1 otpočinje proticanje. U skladu sa brzinom tog proticanja formira se cirkulacija $\Gamma = \Gamma(t)$. Tok te cirkulacije opisuje jednačina (17) čiji grafički prikaz predstavlja sl. 4.

Kao što iz jednačine (17) proističe, vrednost cirkulacije se asimptotski povećava u vremenu od vrednosti 0 do granične vred-

nosti $\frac{D}{\alpha}$. Ta granična vrednost odgovara ustaljenom stanju. Uzimajući dakle da je $\frac{d\Gamma}{dt} = 0$ dobijamo tada direktno iz jednačine (11) $\Gamma = \frac{D}{\alpha}$. Očigledno je, da rešenje jednačine (17) ima jedino orientacioni značaj. U stvarnosti je tok pojave znatno komplikovaniji.

Funkcija $D = D(t)$, u opštem slučaju, zavisi od vremena, pri čemu može da zavisi od vremena i preko funkcije koja određuje brzinu proticanja $v = v(s, t)$. Da bi se objasnilo da tako može da bude, zamislimo da je, na primer, u tački P sl. 1 u trenutku $t = t_0$ stvoren izvor toplosti (na primer zbog jamskog podzemnog požara). Zbog proticanja u pravcu 2–3 vod se ispunjava vazduhom sa višom temperaturom od temperature koja je tamo vladala pre trenutka t_0 . To se šematski može predstaviti kao jezik toplog vazduha koji ide iz tačke P u pravcu 3. Na vrhu tog jezika javlja se skok temperature i vrh se kreće brzinom $v = v(s, t)$. Kako se vod ispunjava jezikom u tački P zagrejanog vazduha menjaju se, u vremenu i prostoru, njegovi termodinamički parametri. U skladu sa tim promenama menjaju se vrednost integrala

$D = D(t)$ određenog iz jednačine (13). Jednačina (12) prestaje na taj način da bude linearna jednačina jer D zavisi, u opštem slučaju, na nelinearan način od tražene funkcije v .

Isto tako pretpostavka (11) ispravna za laminarna proticanja, uopšte ne odgovara stvarnim uslovima proticanja kroz jamske prostorije. Odstupanje od te pretpostavke i zamjenjivanje linearne zavisnosti (11) kvadratnom zavisnošću još više produbljuje nelinearnost problema.

Pošto je razmatrani problem, u opštem slučaju, nelinearan, ne postoje opšte metode za njegovo rešenje. Zadatak se može rešavati metodom iteracije, pri čemu intervali primenjenih iteracija odgovaraju intervalima napredovanja vrha jezika zagrejanog vazduha. (Kontinualno kretanje tog vrha zamjenjujemo intervalima, skokovitim kretanjem). Primer takvog postupka je rad Jan Czan Min – a (1963.).

Protok u mreži sa više grana

Gore je razmotreno proticanje kroz pojedinačni provodnik. Vod 1 – 2 – 3 – 4 spajanjem početka i kraja kroz spoljnju atmosferu 4 – 1 čini zatvoreni krug. Takav krug može da se smatra najprostijom mogućom mrežom sastavljenom od jedne grane. Jamske prostorije stvaraju obično razgranatu mrežu sastavljenu iz više grana pa je dinamika proticanja gasova u takvim mrežama problem koji interesuje rudara (Litwiniszyn, J., 1951.). Za razmatranje dinamike takvih proticanja treba stvoriti teorijski model stvarne mreže jamskih prostorija. Takav model je tzv. kanonska šema.

Ta šema nastaje projekcijom ogranaka mreže u delove koji se spajaju u čvorove. Kanonska šema koja ima najmanje jednu granu sa ulazom iz spoljne atmosfere, kao i jednu granu sa izlazom u spoljnju atmosferu, može da se upotpuni zamišljenom granom koja zatvara tu šemu kroz spoljnju atmosferu.

Takvu šemu ćemo nazvati zatvorenom kanonskom šemom. Ta šema određuje strukturu mreže, tj. one njene karakteristike koje se ne menjaju pri svim deformacijama mreže, koje ne kidaju njihove veze i ne stvaraju nove.

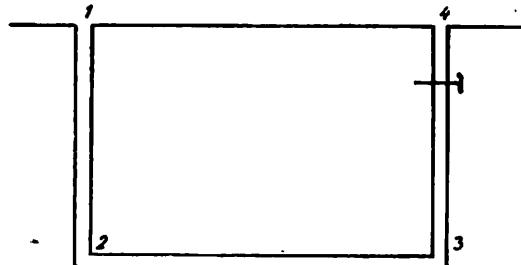
Slično kao i ranije, proticanje u granama mreže tretiraćemo kao jednodimenzionalno.

Stanje protoka u mreži je određeno kad su u svakoj grani određeni pravac i veličina proticanja.

Veličinu proticanja u i -toj grani obeležavamo sa $q_i = q_i(s, t)$

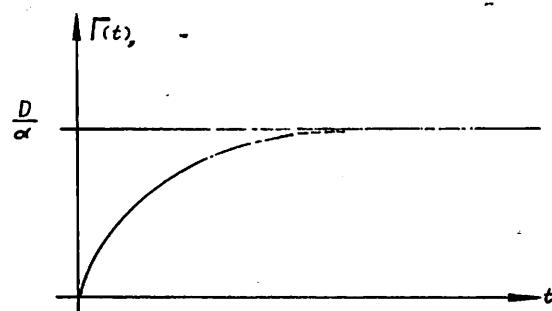
Postoji vezu: $q_i(s, t) = v_i(s, t) S_i(s)$ (18) pri čemu:

$v_i(s, t)$ — obeležava srednju brzinu u i -toj grani u poprečnom preseku radilišta u tački s i u trenutku t



Sl. 3 — Grafički prikaz cirkulacije 1-2-3-4-1; T = pregrada

Abb. 3 — Graphische Darstellung der Wetterströmung 1-2-3-4-1. T = Wetterstromsperrre.



Sl. 4 — Grafički prikaz povećanja vrednosti cirkulacije do granične vrednosti D/α koja odgovara ustaljenom stanju

Abb. 4 — Graphische Darstellung der Vergrößerung des Strömungswertes bis zum Grenzwert D/α welcher dem beständigen Zustand entspricht.

Si (s) — poprečni presek i -te grane u tački s , veličina tog poprečnog preseka ne zavisi od vremena.

Usvojimo uprošćenu pretpostavku

$$q_i(t) = V_i(s,t) Si(s) \quad (19)$$

U skladu sa tom pretpostavkom zapreminski protok u i -toj grani ne zavisi od s .

Takva uprošćena pretpostavka dozvoljava da se problem neustaljenih protoka u mreži svede na sistem običnih diferencijalnih jednačina. Takva pretpostavka je tim bliža stvarnosti ukoliko su manje promene gustine gasa koji protiče.

Neka je data mreža u kojoj broj grana iznosi N . Neka P obeležava broj čvorova u mreži.

Može se dokazati da se svih N protoka u granama mreže mogu da predstave kao algebarska suma M protoka, izabranih između svih N protoka pri čemu je:

$$M = i + N - P \quad (20)$$

Obeležavajući M izabranih protoka sa q_1, q_2, \dots, q_n mogu se napisati sledeće zavisnosti

$$q_i = \sum_{j=1}^M V_{ij} \bar{q}_j \quad (21)$$

gde je

$$V_{ij} = \pm 1 \text{ ili } 0$$

Primer

Neka je data kanonska šema predstavljena na sl. 5. Ta šema se sastoji od 6 grana (1, 2, 3, 4, 5, 6), kao i četiri čvora (1', 2', 3', 4'), dakle imamo $N = 6$, $P = 4$. U skladu sa jednačinom (20) dobijamo: $M = 1 + 6 - 4 = 3$

Tri veličine protoka određuju na taj način i-tovremeno raspodelu u mreži.

Te tri veličine označavamo sa \bar{q}_1, \bar{q}_2 i \bar{q}_3

Uzmimo da je:

$$\begin{aligned} q_1 &= \bar{q}_1 \\ q_2 &= \bar{q}_2 \\ q_3 &= \bar{q}_3 \end{aligned}$$

pri čemu pravce proticanja uzimamo u skladu sa strelicama u granama 1, 2 i 3 sl. 5. Time dobijamo protoke u ostalim granama 4, 5 i 6

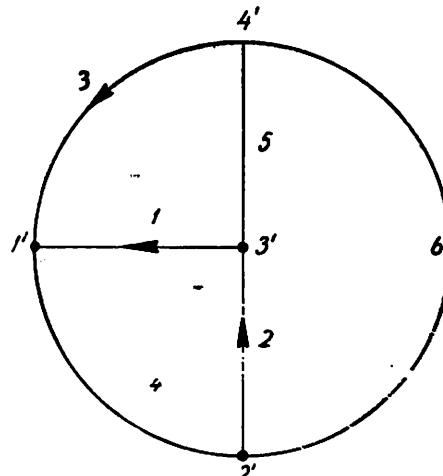
$$\begin{aligned} q_4 &= \bar{q}_1 + \bar{q}_3 \\ q_5 &= \bar{q}_2 - \bar{q}_1 \\ q_6 &= q_4 - \bar{q}_2 = \bar{q}_1 + \bar{q}_3 - \bar{q}_2 \end{aligned}$$

Za svaku i -tu granu možemo napisati jednačinu kretanja (3) pri čemu veličinama koje pripadaju toj grani dopisujemo indeks i . Uzimamo da je porast koordinate s u svakoj od tih grana u skladu sa pravcem brzine, to znači $sgn v = +1$

Tada, u skladu sa jednačinom (3), za svaku i -tu granu možemo napisati:

$$\begin{aligned} \frac{\partial v_i(s, t)}{\partial t} &= -\frac{1}{2} \frac{\partial v^2_i(s, t)}{\partial s} - g \frac{dz_i(s)}{ds} - \\ &- \frac{1}{g_i} \frac{\partial p_i(s, t)}{\partial s} - sgn v_i \dot{s}_i + \frac{h_i}{g_i} \delta(s - s_i) \quad (22) \end{aligned}$$

Izaberimo izvesni m -ti zatvoreni nezavisni krug mreže i po tom krugu izvršimo integriranje sistema jednačina (22)*. Pri ovakvoj vrsti integriranja sistema (22) uzimamo u obzir jednačine sistema (22) sa indeksom koje se odnose na i -te grane koje ulaze u sastav m -tog kruga.



Sl. 5 — Kanonska šema, koja se sastoji od 6 grana (1, 2, 3, 4, 5, 6) i 4 čvora (1', 2', 3', 4').

Abb. 5 — Das Kanonschema, welches aus 6 Wetterzweigen (1, 2, 3, 4, 5, 6) und 4 Konotenpunkten (1', 2', 3', 4') besteht.

* U gore datom primeru nezavisne konture mreže su sledeće konture 1'-2'-3'-1'; 1'-3'-4'-1'; 2'-4'-3'-2'.

Kao rezultat takvog integrisanja dobijamo za m -ti krug

$$\sum_{ij} \int_{mi} \frac{\partial v_i}{\partial t} ds = \sum_{(i)} \int_{mi} \left[-\frac{1}{2} \frac{\partial v_i}{\partial s} - g \frac{d z_i}{ds} - \frac{1}{q_i} \frac{\partial p_i}{\partial s} - \text{sgn } v_i f_i + \frac{h_i}{q_i} \delta(s - s_i) \right] ds \quad (23)$$

Za $m = 1, \dots, M$

U poslednjoj jednačini simbol $\sum_{i mi}$ znači da integrišemo po i -toj grani zatvorenog m -tog kruga mreže, dok se sumiranje vrši na svim i -tim granama koje ulaze u sastav tog kruga.

Razmotrimo po redu izraze koji se javljaju u jednačini (24).

Iz uprošćene pretpostavke (19) proizilazi

$$\int_{mi} \frac{\partial v_i(s, t)}{\partial t} ds = \frac{dq_i(t)}{dt} \int_{Si(s)} \frac{ds}{Si(s)}$$

Uvedimo obeležavanje:

$$\int_{mi} \frac{ds}{Si(s)} = a_{mi} \quad (23a)$$

Pošto su poprečni preseci pojedinih i -tih gran $Si = Si(s)$ zadane funkcije s možemo iz poslednje jednačine da izračunamo brojne vrednosti a_{mi} .

Na taj način možemo napisati:

$$\sum_{(i)} \int \frac{\partial v_i(s, t)}{\partial t} ds = \sum_{(i)} a_{mi} \frac{dq_i}{dt} \quad (24)$$

Uvrštavajući iz jednačine (21) q_i u desnu stranu jednačine (24) dobijamo:

$$\sum_{(i)} a_{mi} \sum_{j=1}^M V_{ij} \frac{d \bar{q}_j}{dt} = \sum_{j=1}^M \sum_{(i)} a_{mi} V_{ij} \frac{d \bar{q}_j}{dt} \quad (25)$$

Obeležavajući

$$\sum_{(i)} a_{mi} V_{ij} = \alpha_{mj} \quad (26)$$

dobijamo iz (24), (25), i (26)

$$\sum_{(i)} \frac{\partial V_i(s, t)}{\partial t} = \sum_{j=1}^M \alpha_{mj} \frac{d \bar{q}_j}{dt} \quad (27)$$

Kao rezultat integrisanja po zatvorenim krugovima nestaje (slično kao u jednačini 5) prvi i drugi izraz sa desne strane jednačine (23).

Uvedimo dalja obeležavanja

$$\int \frac{1}{q_i} \frac{\partial p_i}{\partial s} ds = D_m i$$

pri čemu, u skladu sa gore prihvaćenim dogovorom, simbol \int_{mi} obeležava integrisanje po i -toj grani koja ulazi u sastav m -tog kruga.

Obeležavamo

$$-\sum_{(i)} D_m i = A_m \quad (28)$$

$$\sum_{(i)} \int_{mi} \gamma_n g_m V f_i ds = B_m \quad (29)$$

$$\sum_{(i)} \int_{(mi)} \frac{h_i}{q_i} \delta(s - s_i) ds = \sum_{m(i)} \frac{h_i}{q_i} \quad (30)$$

Uzimamo da su A_m i B_m poznate funkcije. U opštem slučaju te funkcije zavise od q_1, q_2, \dots, q_m i od vremena t

$$A_m = A_m(q_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_M, t) \quad (31)$$

$$B_m = B_m(\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_M, t) \quad (32)$$

Isto tako, funkcije h_i koje opisuju depreziju ventilatora su zadate i obično zavise od količine vazduha koji prolazi kroz ventilator, tj. $h_i = h_i(\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_M)$.

Te funkcije su tzv. karakteristike ventilatora.

Na taj način dobijamo iz sistema jednačina (23), uzimajući u obzir jednačine (27) – (32), sistem jednačina

$$\sum_{j=1}^M \alpha_{mj} \frac{d \bar{q}_j}{dt} = A_m(\bar{q}_1, \dots, \bar{q}_M, t) -$$

$$B_m(\bar{q}_1, \dots, \bar{q}_M, t) + \sum_{m(i)} \frac{h_i(\bar{q}_1, \dots, \bar{q}_M)}{q_i}$$

za $m = 1, 2, \dots, M$ (33)

Na taj način proizilazi da se zadatak neustaljenog proticanja u ventilacionoj mreži svodi, pri uprošćenoj pretpostavci (19), na sistem običnih diferencijalnih jednačina (33).

Za zadate početne uslove u obliku:

$$\begin{aligned} \text{za } t = 0, \bar{q}_j(0) &= \bar{q}_j \\ \text{za } j = 1, 2, \dots, M \end{aligned} \quad (34)$$

Taj sistem određuje M funkcija $\bar{q}_j = \bar{q}_j(t)$ i na taj način određuje trenutno stanje raspodele u mreži.

Rešenju sistema (33), može se dati geometrijska interpretacija. Rešenja $\bar{q}_1(t), \bar{q}_2(t), \dots, \bar{q}_M(t)$ mogu se tretirati kao sastavni delovi radijusa vektora, čija se polazna tačka nalazi u početku M kartezijanskog mernog sistema koordinata $\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_M$. Trenutno stanje raspodele proticanja u mreži određuje trenutan položaj kraja tog vektora. Na taj način kraj vektora opisuje sa vremenom t u sistemu $\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_M$ trajektoriju, koja predstavlja vremenski prikaz raspodele proticanja u mreži.

Ako desne strane sistema jednačina (33) obeležimo sa

$$W_m = A_m - B_m + \sum_{m(i)} \frac{h_i}{\rho_i} \quad (35)$$

tada se sistem (33) može napisati u obliku:

$$\sum_{j=1}^M \alpha_{mj} \frac{d\bar{q}_j}{dt} = W_m \quad (36)$$

Pretpostavljajući za koeficijente α_{mj} , da determinanta formirana od njih ispunjava nejednakost

$$D = |\alpha_{mj}| \neq 0$$

može se iz sistema (36) dobiti sistem:

Z U S A M M E N F A S S U N G Strömungsdynamik in den Wetternetzen

J. Litwiniszyn *)

Es wurde das Problem der nichtkontinuierlichen Gasströmung in den Grubenwetternetzen kurz beschrieben. Es wurde das einfachste Wetternetz, zusammengesetzt aus einem Kreis unter Berücksichtigung des Einflusses der thermischen Faktoren, einer Behandlung unterzogen.

Im zweiten Teil des Aufsatzes wurde das Problem der nichtkontinuierlichen Strömungen in verzweigten Grubenwetternetzen dargestellt.

Das Problem der nichtkontinuierlichen Strömungen bildet die Grundlage der Analyse von Erscheinungen, die während der Störungen der Stromung, hervorgerufen durch Grubenbrände, auftreten. Das bildet ebenfalls das Grundproblem in der Problematik der automatischen Wetternetzregulierung.

*) Prof. dr ing. Jerzy Litwiniszyn, Polska akademija nauka, Krakow

$$\frac{d\bar{q}_j}{dt} = \left| \begin{array}{l} \alpha_{11}, \dots, \alpha_{1j-1}, W_1, \alpha_{1j+1}, \dots, \alpha_{1M} \\ \alpha_{M1}, \dots, \alpha_{Mj-1}, W_M, \alpha_{Mj+1}, \dots, \alpha_{MM} \end{array} \right| \quad (37)$$

U slučaju ustaljenog proticanja ispunjeno je

$$W_m = 0$$

U tom slučaju u skladu sa (37) je $\frac{d\bar{q}_j}{dt} = 0$.

Na taj način u ustaljenom stanju stvara se singularna tačka sistema (37). Način prelaska stanja proticanja u mreži u ustanovljeno stanje zavisi od vrste tog singulariteta.

U opštem slučaju sistem (33) je nelinearan sistem.

Nelinearnost proističe iz oblika funkcije $B_m = B_m(\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_M, t)$ jednačine (29): nelinearnih karakteristika ventilatora $h_i = h_i(q_1, \dots, q_M)$ i, u opštem slučaju, nelinearnog oblika funkcije $A_M = A_M(\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_M)$ koja opisuje uticaj raspodele proticanja na raspored termodinamičkih parametara u mreži.

Nelinearnost zadatka na koji se svodi pitanje neustaljenih proticanja u mrežama, stvara velike teškoće analitičke prirode u realizaciji rešenja sistema (37).

Međutim, rešenje zadatka može se postići primenjujući metode električne analogije. Te metode primenjene na ovde razmatrani problem izgledaju vrlo uspešne. One omogućavaju da se na jednostavan način ispita uticaj različitih parametara mreže na proces koji se u njoj odigrava, u slučaju neustaljenih proticanja.

U članku W. Trutwin-a dat je jednostavan način primene te metode koji ilustruje njenu prikladnost za analiziranje proticanja u ventilacionim mrežama.

Prilog proučavanju proizvodnje nafte i prirodnog gasa u naseljenim područjima sa mera ma sigurnosti pri eksploataciji pod visokim pritiskom

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Velibor Rosić—dipl. ing. Božidar Ristić

Uvod

Možda ni jedna grana industrije kod nas, u posleratnom periodu, nije doživela tako burni razvoj kao industrija nafte. Od proizvodnje svega od 1000 tona u 1939. godini ista se u 1967. godini, popela na oko 2,5 miliona tona. Potrošnja nafte, naftinih derivata, prirodnog i utekućih gasova beleži međutim još veći rast, mada smo, po potrošnji nafte i gase, na začelju evropske tabele. Istovremeno, možda ni u jednoj grani privrede nije izvršena takva integracija nauke i tehnike, kao što je slučaj u industriji nafte. Ne bi bilo suviše smelo rečeno ni to, da je nivo industrije, društvenog i ličnog standarda upravo proporcionalan učešću nafte i gase u potrošnji. Sve veće i veće učešće nafte i gase u energetskoj, potrošnji u svetskim razmerama, od 5,1% u 1900. godini na oko 60% u 1967. godini, u odnosu na druge vidove primarne energije, pored određenog doprinosa nacionalnim ekonomikama pojedinih zemalja, do prinelo je da se digne i opšti nivo tehničke kulture u svim sektorima njihove potrošnje.

Nije predmet da se na ovom mestu šire razmatraju problemi većeg korišćenja nafte i gase u raznim sektorima potrošnje. Međutim, kako se kod nas ovaj proces poslednjih godina naglo razvija, to pored ostalih problema, problem mera sigurnosti u proizvodnji, transportu i potrošnji nafte i gase,

zaslužuje posebnu pažnju. Ovo treba istaći i zbog toga, što dublje nepoznavanje problema može dovesti do dve krajnosti:

— da problem bude potcenjen, što kao rezultat može dovesti do gubitaka opšte društvenih materialnih dobara i ljudskih života, i

— da problem bude precenjen, što može dovesti do pothranjivanja konzervativizma kao rezultat opštег niskog nivoa tehničke kulture, i više od toga, da se zbog nepoznavanja postavljaju takvi zahtevi koji nemaju niti ekonomskog niti tehničkog opravdanja.

Ovaj rad nema namenu da ulazi u sve napred navedene aspekte problema. On je sebi postavio skroman zadatak, da u okviru napred opšte postavljenih problema, baci više svetla samo na problematiku proizvodnje nafte i prirodnog gasa u naseljenim područjima.

U datoј situaciji rad polazi od postavke da je moguća eksploatacija ležišta nafte i prirodnog gasa u naseljenom području grada jedino ona koja se obavlja pod striktno sprovedenim uslovima i tehničkim mera ma sigurnosti, kako rudarskih objekata proizvodnje, tako i — pre svega — zaposlenog osoblja i građana u naseljenom delu grada.

Postojećim propisima ovaj problem nije regulisan i zato zaslužuje posebnu pažnju, odnosno ovaj vid proizvodnje egzistira kao poseban u rudarstvu.

Teoretske mogućnosti ugroženosti zahtevaju poseban prilaz otklanjanju potencijalnih opasnosti, odnosno svodenje ugroženosti na takvu meru kojom se postiže maksimalno mogući stepen bezbednosti. Stepen bezbednosti, u funkciji od tehničko-tehnološkog rešenja proizvodnog procesa, zahteva, da se osnovna koncepcija svih mera usmeri ka eliminisanju početnog procesa gorenja ili eksplozije.

U pravcu traženja rešenja za datu situaciju naporu su usmereni ka iznalaženju uslova za razvijanje procesa paljenja ili eksplozije, kao i u pravcu određivanja zona u kojoj se ovakvi procesi, uslovjeni tehnologijom proizvodnje, mogu razvijati.

Predmet proizvodnje je sirovina čije postojanje u zoni eksploatacije, zbog njenog sastava, determiniše mogućnost paljenja i eksplozije. Sastav sirovine u procesu proizvodnje i postojanje određene toplotne energije determinišu i uslove za stvaranje temperature samozapaljivosti, zapaljivosti i eksplozije.

Teoretsko razmatranje prisustva toplotne energije potrebne za dostizanje temperature paljenja, u zoni odvijanja tehnološkog procesa proizvodnje nafte i prirodnog gasa u naseljenom području, ukazuje na egzistiranje više potencijalnih izvora.

Raspored objekata proizvodnje u naseljenoj zoni pogoduje potencijalnim mogućnostima ugroženosti, u pravcu zahvatanja šireg područja, u kome se potencijalno mogu ugroziti opšte društvena materijalna dobra i ljudski životi.

Polazeći od navedenih pretpostavki ovaj rad je pokušao kako da definiše uslove, izvore i zone opasnosti, tako i da odredi adekvatne mere sigurnosti, čijom primenom se postiže maksimalno mogući stepen bezbednosti, u zavisnosti od tehničko-tehnološkog rešenja procesa proizvodnje, zapravo da determiniše onaj tehnološki proces koji ispunjava zadati uslov optimalnog stepena sigurnosti.

Mere sigurnosti na području grada

Kao što se iz priložene karte vidi, rudarski objekti eksploatacije nafte i prirodnog gasa na području Kikinda-varoš se nalaze jednim delom u gusto naseljenom području grada, a takođe i u neposrednoj blizini gradskog rejona. Do sada nisu doneti odgovara-

jući detaljni propisi za eksploataciju nafte i prirodnog gasa u naseljenim područjima, ali se, na bazi postojećih propisa i regulativa organa uprave, eksploatacija može obavljati pod određenim uslovima tehničkih mera zaštite.

U konkretnom slučaju ovog vida rudarske delatnosti, kod proizvodnje nafte u gradskom području tehničke mere zaštite su uslov za proces proizvodnje. Usled toga se problem, u osnovi, svodi na utvrđivanje optimalne dubine zahvata u sprovođenju mera sigurnosti, a) da to istovremeno bude uskladeno sa optimalnim tehnološko-ekonomskim rešenjima u projektovanom sistemu proizvodnje.

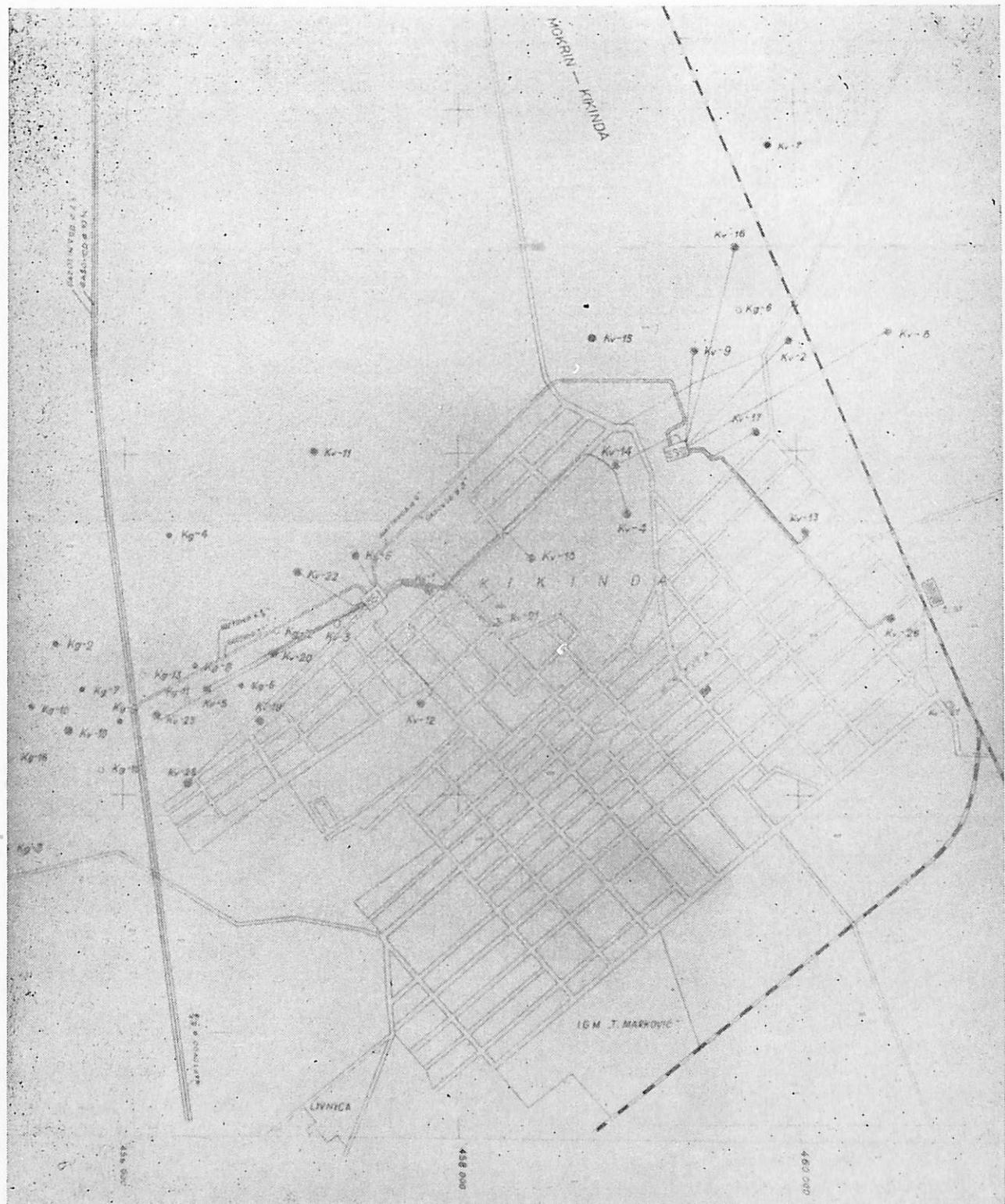
Osnovne karakteristike protočnog fluida

Na osnovu prikupljenih i analiziranih elemenata iz podataka dobijenih u toku istražnog i eksploatacionog dubokog bušenja, interpretacije, kao i podataka dobijenih osvajanjem i ispitivanjem bušotina utvrđeno je, da ležište ima dva različita tipa kolektora koji su, u osnovi, predstavljeni konglomeratičnim, brečoidnim i peščarskim sedimentima. Neposredno iznad zdrobljene i raspušcane zone paleoreljefa leže slojevi konglomerata. Efektivna moćnost produktivne serije je različita i kreće se od 1,5—22,10 m. Kolektor stene se nalaze u intervalu cca 1895—1985 m. Porozitet stena se kreće od 5—33%, srednje zasićenje vodom 25,98%, a srednje zasićenje naftom i prirodnim gasom 74,02%. Propusnost kolektora je varijabilna i kreće se od 40—763 mD.

Pritisici temperature i proizvodne karakteristike ležišta

Produktivne karakteristike ležišta određene su na bazi hidrodinamičkih analiza pritisaka, protoka fluida i fizičkih osobina fluida na dubokim eksploatacionim bušotinama Kv—1 do Kv—9, Kv—12 do Kv—14 i Kv—17 do Kv—25.

Srednja dubina otvorenih produktivnih intervala iznosi 1950 m, pa se u daljem treiranju ista uzima kao srednja dubina celog naftnog polja Kikinda-Varoš. Srednji pritisak ležišta na uzetoj srednjoj dubini polja iznosi $Ps = 246,40 \text{ kp/cm}^2$. Pri stavljanju naftnog polja u proizvodnju razlike pritisaka su uzete cca $\Delta p = \text{kp/cm}^2$, a kod manje



Sl. 1 — Kikinda-varoš (Kikinda — Gornje).
Fig. 1 — Kikinda — town.

produktivnih bušotina je uzeta veća različka pritisaka.

Srednja temperatura ležišta iznosi cca 110°C na bazi određivanja iste dubinskim stepeničastim merenjem.

Osobine nafte i prirodnog gasa

Uzorci nafte i gase za analizu su uzimani iz mernih kola pri merenju produktivnosti eksploatacionih bušotina. Analize gasa su vršene na uzorcima svih bušotina na polju Kikinda-Varoš. Aritmetičkom sredinom molarног procentualnog sastava, dobijen je srednji uzorak gase, određena je računskim putem njegova specifična težina, što je korišćeno u daljim proračunima volumetrijskih i faznih odnosa. Viskozitet gase pri normalnom pritisku i ležišnoj temperaturi iznosi 0,011 cP, a određen je pomoću nomograma.

Specifične težine gase su dobijene proračunom po jednačini:

$$\gamma_{sr} = \frac{\sum M n}{Mv}$$

gde su:

M — molekulska težina pojedinih komponenata,

n — zapremina učešća pojedinih komponenata u smeši u delovima jedinice,

Mv — molekulska težina vazduha,

γ — specifična težina gasne smeše u odnosu na vazduh.

Analiziranjem nafte utvrđene su sledeće fizičko-hemiske osobine:

— stinište 24°C

— specifična težina na 20°C jeste 0,828 kg/dm³

— sadržaj parafina 21,6%

— sadržaj asfalta 0,470%

Destilacijom po Engleru izvršeno je sledeće izdvajanje:

do 100°C	5%
do 150°C	16%
do 200°C	26%
do 250°C	36%
do 300°C	48%

Viskozitet po Hoppleru:

30°C	16,41
35°C	7,28
40°C	6,08
45°C	5,49
50°C	4,86
55°C	—

Sastav i specifična težina gase:

Metan	78,3%
Etan	7,7%
Propan	4,6%
i Butan	2,5%
n Butan	2,6%
i Pentan	1,5%
n-Pentan	—
Heksan	—
Azot	2,8%
specifična težina	0,7914

(u odnosu na vazduh).

Karakteristike nafte i gase pri ležišnim uslovima (PVT odnosi)

Izvršene laboratorijske PVT analize daju sledeće karakteristike:

- srednji pritisak ležišta iznosi $P_s = 246,4 \text{ kp/cm}^2$
- pritisak izdvajanja gase (pritisak zasićenja) 231 kp/cm^2
- gasni faktor (GOR) $126,5 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$
- koeficijent kompresibilnosti na 109°C
- između 350 i 300 $\text{kp/cm}^2 = 1,90 \times 10^{-4} \text{ kp/cm}^2$
- 300—250 „ $= 1,88 \times 10^{-4}$ „
- 250—234 „ $= 1,87 \times 10^{-4}$ „
- 237,7 „ $= 1,865 \times 10^{-4}$ „

Gustina ležišne nafte (pri 237,7 kp/cm^2 i 109°C) iznosi 0,66050 g/cm^3 .

Gustina mrtve nafte (pri 0 kp/cm^2 i 20°C) iznosi 0,83204 g/cm^3 .

Viskozitet mrtve nafte (pri 0 kp/cm^2 i 20°C) iznosi 9,4 c.

Relativna gustina gasa 0,972 u odnosu na vazduh.

Samozapaljenje, zapaljenje i eksplozivne zone u zavisnosti od tehničko-tehnoloških rešenja

Kao što se iz iznete materije vidi nafte i prirodni gas čine smešu ugljovodonika koja u dodiru sa vazduhom može da stvari lako zapaljivu smešu.

Kao zone opasnosti, ili mesta egzistiranja eksplozivnih smeša, smatraju se sva mesta gde može doći do zapaljenja.

U konkretnom slučaju tehničko-tehnološka rešenja su omogućila takve zaštitne mere

da se potencijalna mogućnost opasnosti sveđe na takvu meru radi postizanja maksimalne mogućnosti stepena bezbednosti od zapaljenja i samozapaljenja nafte i prirodnog gasa. U tom cilju eksplatacija se vrši u potpuno zatvorenom sistemu, a sopstvenim pritiskom transportuje na otpremnu stanicu van naseljenog područja.

Tehnologija proizvodnje

Opšte postavke

Pored prirodnih uslova — prostiranja ležista u jednom delu grada Kikinde, njegove dubine i slojnih uslova, usvojeni način eksplatacije i transporta nafte i gase na polju Kikinda-Varoš ima u vidu i postojanje proizvodnih objekata i instalacija u okviru Revira Kikinda (magistralni gasovod Ø 12 3/4" — Mokrin — Elemir — Pančevo; magistralni naftovod Ø 10 3/4" Kikinda — Elemir; otpremna stanica za naftu i drugi postojeći objekti za eksplataciju ležista Kikinda).

Sabirni sistem za naftu i gas projektovan je sa radnim pritiskom od 30 — 50 kp/cm², funkcionalno sa tehnologijom rada Degazolianaže i gas-lift sistema u Elemiru. Ovakvim sistemom omogućena je nesmetana proizvodnja, kao i kontrola procesa proizvodnje ovog ležista. Sabiranje nafte i gasa na ovom ležistu vrši se preko dve sabirne stanice (viđi sl. 1)

Sistem samo visokotlačne separacije nafte i gasa eliminisao je uobičajenu potrebu rezervoara, jer nafta, posle separacije pod pritiskom od 30 — 50 kp/cm², odlazi sopstvenom energijom preko sabirnih stanica do otpremne stanice za naftu. Na otpremnoj stanici za naftu odvija se niskotlačna separacija (od 2 — 4 kp/cm²), posle čega nafta odlazi u rezervoare od 1000 m³.

Gas, nakon visokotlačne separacije na sabirnim stanicama, odlazi gasovodom promera 3" u magistralni gasovod promera Ø 12 3/4" Mokrin — Elemir — Pančevo. Gas se, posle niskotlačne separacije na otpremnoj stanici za naftu komprimira na cca 2 kp/cm² nakon čega odlazi u magistralni gasovod.

Oprema bušotina

U skladu sa uvodnim delom, i onim što je rečeno u prvom poglavlju, tehnološko-te-

hnički zahvati vezani su ne samo za deo tehničkih rešenja sabiranja i transporta, već su morali poći i od projekata bušotina, preko konstrukcije zacevljenja i cementacija.

Radno telo po svom bitisanju predstavlja, nadalje, potencijalnu opasnost zapaljenja i u procesu sprovođenja tehnologije bušenja — preko eventualnih erupcija. Zbog toga su i uvodne kolone promera 9 5/8" ugrađivane do takvih dubina koje su obezbeđivale ugradnju preventera, kao mere sigurnosti.

Cementiranje ovih zaštitnih cevi sprovedeno je po čitavoj dužini međuprstenastog prostora. Eksplatacione zaštitne cevi promera 6 5/8" dvostepenom cementacijom povezane su sa uvodnim kolonama.

Zbog potencijalne opasnosti, pri osvajanju i ispitivanju bušotina, a radi mera sigurnosti, pre svega sa aspekta preventive, ove operacije ne sproveđe se bez posebnog uređaja „highdrilla.“

Oba procesa — ugradivanje zaštitne cevi sa cementacijom, kao i ispitivanje sa osvajanjem, i dalje imaju u vidu osnovne mere zaštite, zbog čega se uređaji na ustima bušotine ispituju na veći i probni pritisak od onog pod normalnim uslovima (uspeh zacevljenja i cementacije na pritisak od 120 kp/cm², a uređaj na ustima bušotine od 420 kp/cm²).

U naseljenoj zoni probni pritisci za uređenje na ustima bušotina su 700 kp/cm².

Od tehničkih rešenja, koja ne bi došla u obzir pri normalnim uslovima, a kad je reč o opremi treba istaći još sledeće:

— U procesu proizvodnje, usled temperaturnih promena i promena dinamičkih i statičkih pritisaka, dolazi do dinamičkih opterećenja zaštitnih cevi. Kako to predstavlja određenu opasnost u odnosu na nekontrolisano prodiranje fluida (pre svega gase) to je ponovo, sa ciljem eliminisanja ovih posebnih opterećenja, na nekim bušotinama ugrađena i posebna oprema neposredno iznad zone perforacije (paker).

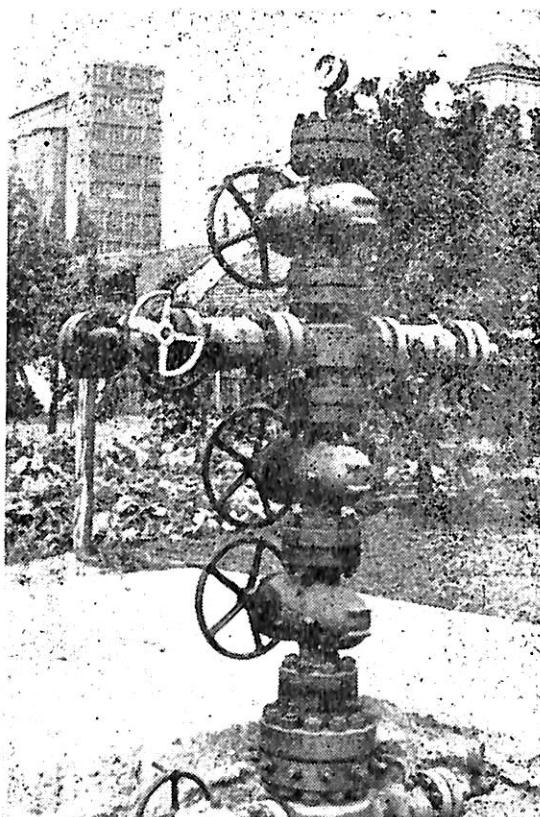
Ugradnjom pakera sva opterećenja su prebačena na uzlaznu cev. Ovakva rešenja pored navedenih dinamičkih rasterećenja omogućavaju da se u međuprostoru nalazi fluid veće specifične težine pod statičkim pritiskom.

Pored toga priprema ovog fluida (toplakе) može rešiti i probleme vezane za antikorozivnu zaštitu.

— U cilju obezbeđenja, da u međuprostoru bude hidrostatički pritisak, na nekim

buštinama je ugrađen i specijalni kvalitet uzlazne cevi sa posebnom, za tu svrhu, tehnologijom izrade spojnice.

— Na dubini od 500 — 700 m ugraduje se sedište u uzlaznu cev radi postavljanja dubinskog sigurnosnog ventila, koji ima zadatak da u slučaju većeg protoka fluida od predviđenog režima, nekontrolisanog rada, zatvari ulaznu cev i prekine protok fluida.



Sl. 2 — Jedna bušotina za proizvodnju nafte u naseljenom području grada.

Fig. 2 — A producing well located in populated region of the town.

— Kako se u konkretnom slučaju radi o malim razlikama pritisaka na dnu i na ustima bušotine, to su uređaji na ustima bušotine obezbeđeni i posebnim ventilima za reduciranje pritisaka.

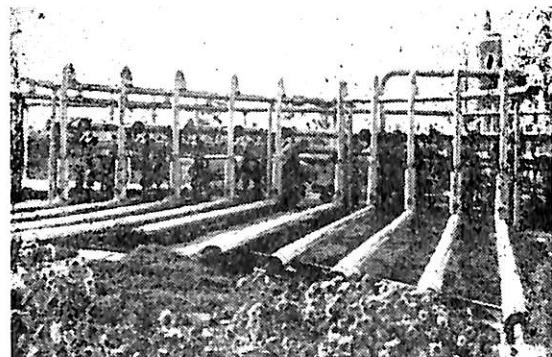
Sabirni sistem

U idejnim i detaljnim rešenjima sabiranja nafte i gasa na ovom polju upravo se vo-

dilo računa o uspostavljanju određenih funkcionalnih odnosa energije ležišta, karakteristika fluida optimalnih ekonomskih rešenja i mera sigurnosti. To se najbolje vidi iz priložene šeme tehnološkog procesa proizvodnje nafte i gasa (sl. 4), što je plod timskog rada stručnjaka Tehničkog centra Naftne industrije »Naftagas« Novi Sad.

Iz šeme se vidi da se eksploatacija i transport nafte vrše energijom ležišta.

U cilju sigurnosti na buštinama su ugrađene sapnica (4) koje reduciraju pritisak na 70 kp/cm^2 , tako da se nafta transportuje do sabirne stанице pod ovim pritiskom. Iza sapnice ugrađen je automatski sigurnosni



Sl. 3 — Sabirna stanica Kikinda-Varoš — kolektor i priključni naftovodi.

Fig. 3 — Colector's Station Kikinda-town — Colector and pipe-lines.

ventil (3), koji ima zadatak da prekine protok fluida u slučaju povećanja pritiska preko 70 kp/cm^2 , ili smanjenja pritiska u naftovodu ispod 30 kp/cm^2 .

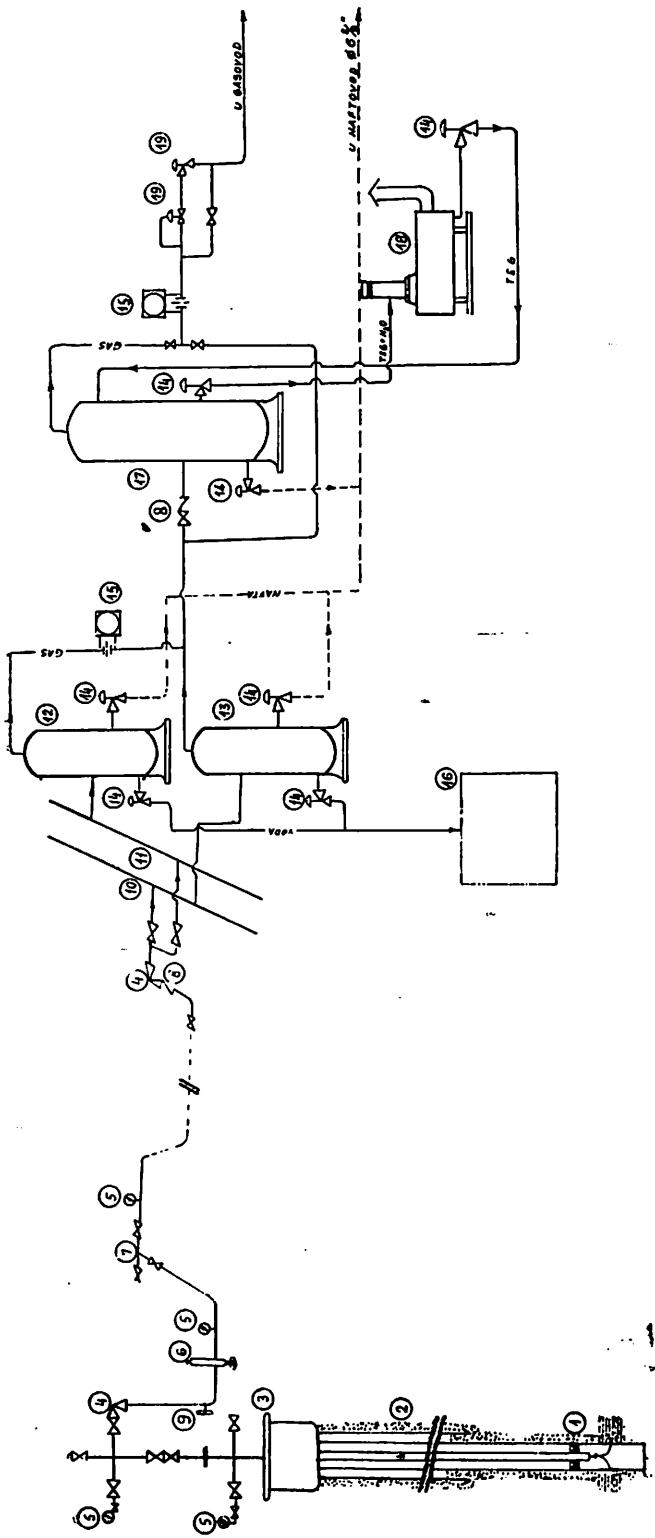
Povećanje pritiska u naftovodu može da nastane povećanjem otvora sapnice na bušotini, začepljenjem sapnice ili naftovoda. Smanjenje pritiska u naftovodu može da nastane prskanjem.

Svi naftovodi koji povezuju bušotine sa sabirnim stanicama izrađeni su od cevi po API standardu 5 L prečnika $2\frac{1}{2}$ " (73.025/59.004) sa debljinom zida cevi od 7,01 mm, materijal cevi GRAD B, sa sledećim fizičkim i hemijskim karakteristikama:

- minimalne granice elastičnosti
- minimalne granice kidanja

$$K_e = 24.60 \text{ kp/mm}^2$$

$$K_b = 42.20 \text{ kp/mm}^2$$



Sl. 4 — Šema tehnološkog procesa proizvodnje nafta i gassa. 1 — Paker; 2 — Dubinski sigurnosni ventili; 3 — Uredaj na ustima bušotine; 4 — Manometri; 5 — Sapnitica; 6 — Sigurnosni ventili; 7 — Mesto za ubacivanje čisteta parafina; 8 — Protiv povratni ventil; 9 — Termometar; 10 — Zbirni kolektor; 11 — Merni kolektor; 12 — Vertikalni merni separator; 13 — Vertikalni zbirni separator; 14 — Regulatori nivoa fluida; 15 — Merac kolicine gasa; 16 — Jama za otpadnu vodu; 17 — Jama za otpadnu vodu; 18 — Dehidracija glikola; 19 — Regulator pritiska.

Fig. 4 — Production Technologic flowsheet of oil and gas.

— istezanje naštalu 2"	= 28%
— struktura materijala	
— ugljenik — C	0,16%
— silicijum — Si	0,20%
— mangan — Mn	0,50%
— fosfor — Pmax	0,045%
— sumpor — Smax	0,060%

Izuzetno za bušotine u strogo gradskom rejonu izvršena je provera naprezanja u materijalu naftovoda pod statičkim pritiskom, koji vlada u bušotini na ustima uređaja.

Ako uzmemo da je maksimalni statički pritisak na ustima bušotine $P = 200 \text{ kp/cm}^2$, onda će naprezanje materijala zbog pritiska biti ako ulazne cevi imaju sledeće karakteristike:

- spoljni prečnik cevi $D = 73,025 \text{ mm}$
- unutrašnji „ „ $D = 59,004 \text{ mm}$
- debljina zida cevi $t = 7,01 \text{ mm}$
- materijal cevi GRAD B
- najmanja gran. elastič. = 24 kp/mm^2
- najmanja čvrst. na kid. = $42,2 \text{ kp/mm}^2$

$$S = \frac{P \cdot d}{2 \cdot t} = \frac{200 \cdot 59,004}{2 \cdot 7,01} = 841,7 \text{ kp/cm}^2$$

— sigurnost materijala naftovoda do granice elastičnosti:

$$S = \frac{\varsigma e}{\varsigma} = \frac{2400}{841,4} = 2,87$$

$$S = \frac{\varsigma \beta}{\varsigma} = \frac{4220}{841,4} = 5,01$$

Radi veće sigurnosti vršena je kontrola naprezanja materijala naftovoda sa vodom, uz 50% veći pritisak od maksimalnog statičkog pritiska na ustima uređaja:

$$\varsigma = \frac{P \cdot 1,5 \cdot d}{2 \cdot t} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 59,004}{2 \cdot 7,01} = 1260 \text{ kp/cm}^2$$

$$\varsigma < \varsigma e \quad 1260 < 2400 \text{ kp/cm}^2$$

iz čega se vidi da i kod najnepovoljnijih uslova materijal cevi zadovoljava.

Ako se uzme kontrola cevi na čvrstoću kod radnog pritiska, dobiće se mnogo povoljniji rezultati:

- maksimalni radni pritisak $P = 60 \text{ kp/cm}^2$
- naprezanje u materijalu zbog pritiska:

$$\varsigma r = \frac{P \cdot d}{2 \cdot t} = \frac{60 \cdot 59,004}{2 \cdot 7,01} = 252 \text{ kp/cm}^2$$

Naprezanje u materijalu zbog uzdužnih sila prouzrokovanih topotnim dilatacijama:

- minimalna temperatura naftovoda u zimskom periodu $t_{min} = 0^\circ\text{C}$

- max. temperatura naftovoda u letnjem periodu $t_{max} = 20^\circ\text{C}$

$$\varsigma e = \alpha \cdot E \cdot \Delta t = 11 \cdot 10^{-6} \cdot 2,2 \cdot 10^6 \cdot 20 = 485 \text{ kp/cm}^2$$

gde je:

$\alpha = 11 \cdot 10^{-6}$ — topotni koeficijent linear-nog produženja

$E = 2,2 \cdot 10^6$ — modul elastičnosti

$t = 20^\circ\text{C}$ — temperaturna razlika

$\varsigma = \varsigma r + \varsigma e = 737 \text{ kp/cm}^2$ ukupno naprezanje u materijalu.

Sigurnost materijala naftovoda do granice elastičnosti:

$$S = \frac{\varsigma e}{\varsigma} = \frac{2400}{737} = 3,27$$

do pucanja cevi:

$$S = \frac{\varsigma \beta}{\varsigma} = \frac{4220}{737} = 5,72$$

Zavarivanje, ispitivanje varova, izolacija cevi i polaganje naftovoda

Zavarivanje cevi izvršeno je, u skladu sa karakteristikama cevi, celuloznim i običnim elektrodama. Zavarivanje prvog i drugog varu vršeno je elektrodama debljine 2,25 mm, a treći i četvrti var elektrodama preč-

nika 4 mm sa minus polom na elektrodi. Varenje je vršeno po propisima API i ne na temperaturama ispod minus 5°C .

Za ispitivanje varova primljeno je radio-grafsko (gama zracima) ispitivanje. Izvršeno je 100% radiografsko ispitivanje varova naftovoda, koji su u gradskom rejonu, a za naftovode koji su van gradskog rejona ispitivanje je izvršeno na 10% izvedenih varova.

Da bi se ispitala nepropusnost svakog var-a izvršeno je ispitivanje komprimiranim vazduhom i to posle radiografskog snimanja varova, sa pritiskom od oko 3 kp/cm², pretežno u delu naftovoda gde nije vršeno 100% snimanje varova.

Izolacija je vršena antikorozionom izolacijom primenom ibitola, traka od staklene vune i bitumena (BW masa), sa 3 sloja. Ispitivanje je vršeno specijalnim detektorom za ispitivanje izolacije (Holiday aparatom) pod visokim naponom od 15000 V.

Spuštanje cevovoda u rov vršeno je, posle popravke izolacije, pažljivo da se izolacija ne bi oštetila.

Naftovodi bušotina u samom gradu su postavljeni do dubine 1,8 m. Na prelazima-ukršnjima naftovoda sa ulicama u gradu, cevi naftovoda su ugradene i zaštićene cevima prečnika 6 5/8". Sve zaštitne cevi su takođe položene na dubini 1,8 m. Ove zaštitne cevi su na obe strane zatvorene, a na jednoj strani je ugradena odušna cev prečnika 1" iznad zemlje sa ventilom, kako bi se kontrolisalo stanje cevovoda u zaštitnoj cevi.

Bušotinski vodovi dolaze do kolektora sabirne stanice. Pre izlaska cevi iz zemlje, ispred kolektora su ugrađene ploče, pomoću kojih je naftovod čvrsto vezan za betonske temelje kako se dilatacija cevi ne bi prenosila na kolektor sabirne stanice.

Ispred kolektora ugrađeni su protiv-povratni ventilatori, koji imaju zadatak da u slučaju prskanja naftovoda, zatvore protok nafta iz kolektora u naftovod (sl. 3).

Ugrađivanjem automatskog sigurnosnog ventila i protiv-povratnog ventila, zaštićeno je područje grada gde prolaze naftovodi, od eventualnog izbijanja nafta iz naprsnutog naftovoda. Ispred kolektora ugrađene su sapniece (4) kojima se vrši regulisanje količine protoka fluida.

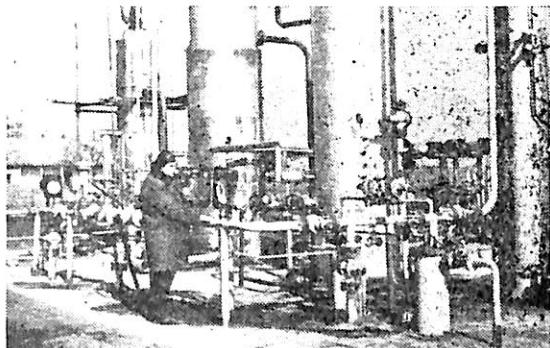
Separacija nafta i gasa

Kao što se iz priložene šeme tehnološkog procesa vidi, preko zbirnog i mernog kolektora (11) vrši se usmeravanje fluida u zbirni (13) ili merni (12) separator. Merni separator služi za merenje proizvodnje pojedinih bušotina radi tačnog ustanavljanja količina nafta, vode i gasa. Trofazni je, sa volumetrijskim merenjem nafta i vode, dok se gas meri na izlazu iz separatora pomoću merne blende i instrumenata za diferencijalni pritisak (15).

Iz zbirnog kolektora (10) proizvodnja ide u zbirni separator, gde se vrši separiranje nafta i gasa. Na separatoru su ugrađeni sigurnosni ventili, koji u slučaju nadpritiska većeg od 60 kp/cm² ispuštaju fluid u atmosferu.

Separatori imaju ugradene regulatore nivoa (14) koji obezbeđuju automatsko ispuštanje fluida u naftovod (sl. 5).

Gas iz separatora odlazi u absorber dehidracije, gde se vrši odvajanje vodene pare.



Sl. 5 — Sabirna stanica Kikinda-Varoš — visokotlačni separatori.

Fig. 5 — Colector's Station Kikinda-town — High Pressure separators.

Dehidracija gasa

Dehidracija gasa se vrši pomoću glikola, potpuno automatski oduzimanjem vode u vidu vodene pare, koja bi u gasovodu stvorila ledene čepove (hydrate) i na taj način one mogućila transportovanje gasa. Da bi se transport gasa odvijao bez smetnji i smrzavanja potrebno je da tačka rosišta bude najmanje -10°C .

Dehidracija pomoću glikola je potpuno automatski sistem, i to na taj način što se gasovi glikol dovode u kontakt, čime se absorcijom uspešno otklanja vodena para. Ova voda se zatim iz glikola odstranjuje frakcionisanjem rastvora, na visokoj temperaturi od 205°C u rekonzentratoru i destilacionoj koloni. Glikol stalno cirkuliše kroz absorpcionu kolonu i kroz rekonzentrator. Na absorberu dehidracije (17) ugrađeni su regulatori nivoa (14) koji obezbeđuju potpuno automatsko vraćanje glikola u rekonzentrator (18). Isto tako na absorberu je ugrađen sigurnosni ventil koji u slučaju nadpritiskaznad 60 kp/cm^2 – ispušta gas u atmosferu.

Regeneracija glikola je utvrđena od sabirnog sistema oko 30 metara, pošto se zagrevanje glikola vrši otvorenim plamenom gasa.

Regulacija pritiska u sabirnom sistemu vrši se pneumatskim regulatorom (19) pod pritiskom od $40\text{--}45 \text{ kp/cm}^2$.

Merenje gasa se vrši iza mernog separatora preko merača gase, a isto tako vrši se merenje celokupne proizvodnje gasa, iz absorbera dehidracije, preko zbirnog merača gasa.

Ispitivanje ispravnosti sigurnosnih uređaja u cilju preventivnih i zaštitnih mera, vrši se jedanput mesečno, a svi sigurnosni ventili se kontrolišu svakog dana.

Treba napomenuti i to, da je sabirni sistem nafte i gase, sa dehidracijom gase, automatski, čime je sigurnost povećana, jer je time neobazrivost osoblja koje radi delimično isključena.

Stepen bezbednosti u zavisnosti od tehničko-tehnološkog rešenja

Kao što se iz iznete materije uočava neophodno je preduzimanje takvih mera sigurnosti da se potencijalna mogućnost opasnosti svede na takvu meru, kojom se postiže maksimalno mogući stepen bezbednosti, pre svega rudarskih radnika, a zatim opšte društvenih materijalnih dobara.

Zato kao osnovnu koncepciju rešenja uzimamo preduzimanje mogućih mera da početak procesa gorenja ili eksplozije eliminišemo. U tom pravcu neophodno je potrebno utvrditi: uslove, izvore i zone.

Uslovi na polju Kikinda — Varoš

Početni uslovi za razvijanje procesa paljenja ili moguće eksplozije na naftnom polju Kikinda — Varoš pri proizvodnji nafte i prirodnog gasa jesu:

1. Postojanje, u određenoj zoni, određene količine sirovine koja je po sastavu takva da može da se zapali ili da omogući stvaranje uslova za eksploziju.

2. Postojanje, u zoni odvijanja tehnologije procesa eksploatacije nafte i prirodnog gasa, materije koja omogućava proces sagorevanja ili pogoduje stvaranju uslova eksplozije.

3. Egzistiranje određene toplotne energije, kao uslova za stvaranje temperature zapaljivosti ili temperature gorenja.

Sirovina data pod 1 na području Kikinda — Varoš u zoni eksploatacije je predmet proizvodnje — nafta i prirodni gas. Materija definisana tačkom 2 je u zoni potencijalne eksplozije, ili eventualnog procesa sagorevanja, uvek prisutna u zoni rudarskih objekata proizvodnje (zonu rudarskih objekata — vidi šemu tehnološkog procesa). Toplotna energija (3) potrebna za dostizanje temperature paljenja u zoni, u kojoj se odvija proces eksploatacije nafte i prirodnog gase u naseljenom području grada, ima nekoliko potencijalnih izvora:

a) **Otvoren plamen.** — S obzirom na blizinu objekata eksploatacije naseljenog područja — objektima naselja, ovaj izvor toplotne energije je stalno prisutan u zoni procesa eksploatacije. Pored toga, uposlena radna snaga je takođe u potencijalnoj mogućnosti da nehatom omogući stvaranje, u zoni proizvodnje, ovoga izvora zapaljenja (vidi situacionu kartu rasporeda objekata Kikinda — Varoš).

b) **Električna varnica.** — S obzirom da su rudarski objekti eksploatacije nafte i gase korisnici elektroenergije, to i ova opasnost postaje uvek prisutna u navedenoj zoni eksploatacije, i pored toga što su elektro-uređaji, instalirani u ovoj zoni, tako zaštićeni, da ne mogu postati izvor eksplozije, pogotovu zato što su propisno ispitani i izabrani na osnovu grupe paljenja i eksplozivnog razreda kojem pripadaju objekti proizvodnje i sirovina u tehnološkom procesu.

c) Varnica trenja. — S obzirom na stalnu manipulativnost na rudarskim objektima, u naseljenom području grada u procesu proizvodnje uvek egzistira (i pored preduzetih mera) relativno visoka mogućnost dejstva iz nehata kao eventualnog uslova za postizanje temperature zapaljivosti u zoni rudarskih objekata.

d) Zagrejani predmet. — Zapaljeni, i do izvesne mere zagrejani ili užareni predmet i tela, u blizini rudarskih objekata predstavljaju takođe vrlo efikasan i naročito opasan izvor stvaranja toplotne energije, kojom se iz ovog izvora vrlo efikasno postiže temperatura paljenja smeše kakva je predmet proizvodnje u zoni rudarskih objekata.

e) Sagorljiva materija. — Po prirodi lokacije rudarskih objekata različiti otpadni materijali koji su po prirodi sagorljivi, a koji se na određen način deponuju u zoni rudarskih objekata postaje takođe mogući izvor stvaranja toplotne energije, kao uslova za postizanje temperature paljenja ili uslova eksplozije.

Pored navedenih uslova, postoje još neki, koje u ovom razmatranju privremeno zanemarujemo. Nabrojani uslovi diktiraju šta treba učiniti kod primene tehničkih mera i kod sprovođenja mera zaštite rudarskih objekata eksploatacije nafte i prirodnog gasa, u cilju eliminacije bar jednog od pomenutih uslova datih od 1–3, čime efikasno onemogućavamo, kako iniciranje procesa paljenja, tako i stvaranje uslova za eksploziju kidanjem procesa, koji može dovesti do sagorevanja ili eksplozije.

Izvori na eksploatacionom polju Kikinda-Varoš

Postojanje određenih izvora paljenja i eksploatacije na polju Kikinda-Varoš u funkciji je sa pomenutim uslovima. Zbog same prirode eksploatacije nafte i prirodnog gasa izvori su uvek prisutni, jer upravo oni i predstavljaju predmet proizvodnje.

Međutim, da bi ovi izvori postali i predmet paljenja, ili eksplozije, moraju da ispunе sledeće uslove:

Erupcija nafte (sa dosta rastvorenog prirodnog gasa) koja može nastati potencijalno pri:

a) Bušenju istražnih ili eksploatacionih dubokih bušotina u naseljenom području grada.

b) Pri remontnim radovima na postojećim dubokim buštinama (osvajanje, remont, obrada itd.).

c) Pri merenju i ispitivanju slojeva.

d) U procesu eksploatacije postojećih objekata proizvodnje nafte i prirodnog gasa.

Razливanje u zoni rudarskog objekta. — Pri manipulaciji, kako kod a-d, tako i kod radova druge vrste, moguće je razливanje nafte u zoni bušotine. Pri tome, ako je razливanje posledica erupcije, egzistira potencijalna opasnost od prekrivanja okolnih stanbenih površina, | ekonomskih dvorišta i gradskih ulica lako zapaljivom i za stvaranje uslova eksplozije pogodnom materijom.

Iz iznetog proizilazi, da pri rudarskim radovima na eksploataciji nafte i prirodnog gasa na rudarskim objektima proizvodnje nafte Kikinda-Varoš, uvek u procesu proizvodnje postoje prisutni izvori za razvijanje, kako procesa sagorevanja — paljenja, tako i za stvaranje uslova za eksploziju. Da bi, međutim, analizirani i utvrđeni uslovi i izvori mogli dovesti na rudarskom objektu do paljenja ili eksplozije potrebno je da dejstvuju udruženo u zoni eksploatacije.

Zone Kikinda-Varoš

Ako podvrgnemo analizi sva mesta lokacije i kartu rasporeda rudarskih objekata i eksploatacije na naseljenom području grada na naftnom polju Kikinda-Varoš, uočićemo da se zone rudarskih objekata praktično prostiru na jednom dosta razuđenom regionu (vidi situacionu kartu rasporeda objekata eksploatacije u naseljenom području grada).

Duboke eksploatacione bušotine, kao osnovni objekti proizvodnje, zatim priključni naftovodi koji povezuju bušotine sa sabirnim stanicama Kikinda-Varoš, lokacije sabirnih sistema i posebno veza sabirnog sistema sa magistralnim naftovodom Kikinda-Elemir i magistralnim gasovodom Mokrin—Kikinda—Pančevo, predstavljaju jedan dosta prostran

region na kome su raspoređeni rudarski objekti eksplotacije nafte i gase.

Ako pri tom imamo u vidu, da se tehnološki proces proizvodnje na ležištu nafte Kikinda-Varoš, obavlja separacijom pod visokim pritiskom, onda je dejstvo u naseljenom području znatno povećano u odnosu na potencijalnu opasnost. Jedan deo grada je ispresecan priključnim naftovodima, koji spajaju duboke eksplotacione bušotine sa sabirnim stanicama, pod visokim pritiskom. Ovaj pritisak je određen primjenjenim tehnološkim procesima proizvodnje i kreće se do 70 kp/cm^2 , u funkciji od potrebe održavanja određenog pritiska u magistralnom gasovodu Kikinda – Pančevo.

Iz analize navedenih zona proizilazi:

1. Da su zone eksplotacije nafte i gase na naseljenom području grada raspoređene u jednom prostranom i dosta razuđenom regionu.
2. Da sve zone međusobno predstavljaju jednu povezanu celinu u tehnološkom procesu proizvodnje.
3. Da je bitno u zoni eksplotacije kao regionu izdvajati zone po rudarskim objektima.

U daljoj analizi zadržaćemo se na razmatranju konstatacije date pod 3. Konstatacija ukazuje na potrebu raščlanjavanja cele regionalne zone područja Kikinda-Varoš, u kojoj se odvija tehnološki proces proizvodnje, na zone po rudarskim objektima eksplotacije. Takva analiza omogućava striktniju primenu i veću dubinu zahvata pri sprovođenju mera sigurnosti:

a) **Zona eksplotacionih bušotina.** — Ova zona predstavlja i osnovni izvor opasnosti, jer se u njoj stiču skoro svi, ili svi, osnovni ranije utvrđeni uslovi i izvori opasnosti.

Kod jednog dela bušotina za proizvodnju nafte ova zona obuhvata područje direktno locirano u gusto naseljenom području grada: Kv-12, Kv-13, Kv-21, Kv-26 i Kv-17, a delimično i Kv-4 i Kv-14, dok uslovno Kv-1, Kv-2 i Kv-18 (vidi kartu rasporeda objekata prilog 1).

b) **Zona priključnih naftovoda.** — Ova zona obuhvata pravac i pružanje priključnih naftovoda kroz naseljeno područje grada, koji spajaju zonu dubokih eksplotacionih bušotina sa zonom sabirnih stanica Kikinda – Varoš I i II.

Ova zona, kod nekih od navedenih dubokih bušotina, obuhvata delom i glavnu ulicu

grada. Priključni naftovod Kv-26 seče glavnu ulicu Maršala Tita, zatim glavnu saobraćajnicu za teški teretni saobraćaj (ulica Đure Jakšića), a jednim svojim delom prolazi kroz dva gusto naseljena gradska rejon, (I i IV rejon). Ovaj primer naveden kao prikaz prostiranja zone priključenih naftovoda kao rudarskih objekata ukazuje na značaj analiziranja svake zone posebno. (Ostale zone priključenih naftovoda ovde neće biti opisivane jer su, kao i ova zona, date na karti u prilogu).

c) **Zona sabirnih sistema** – sabirnih stanica Kikinda – Varoš I i II. Ova zona, odnosno ove dve zone eksplotacije obuhvataju, pored tzv. „kruga sabirnih stanica“ još i deo zone, koji pripada vezi sabirnih sistema sa magistralnim gasovodom Pančevo – Kikinda – Mokrin, i sa magistralnim naftovodom Mokrin – Kikinda – Elemir. Kao što se iz izloženog vidi, analiza ukazuje da postaje neophodno da se iz rasporeda zona eksplotacije izvuče zaključak o rasporedu zona potencijalnog dejstva opasnosti.

Zone potencijalnog dejstva opasnosti

Pored navedenih zona rasporeda rudarskih objekata eksplotacije nafte u gradskom području, potrebno je, kod bližeg definisanja zona potencijalnog dejstva opasnosti na području rudarskih objekata eksplotacije nafte i prirodnog gasa Kikinda – Varoš, računati s tim, da će iz tog definisanja proizći i zaključak o određivanju zona zaštite, kao elemenata za definisanje stepena i vrste mera sigurnosti. To znači, da bi uže zone zbog toga bile u stvari definisana područja zona zaštite.

Analizom prirode različitih dejstava izvršićemo sledeće detaljnije raščlanjavanje:

- a) Zona opasnosti od erupcije.
- b) Zona zagadena fluidom.
- c) Zona deoilozacije,
- d) Zona zaštite u preventivnom dejstvu.
- e) Zona dejstva ekipe i uređaja u represivnom dejstvu.
- f) Zona disperzije ljudskog potencijala i opšte društvenih materijalnih dobara.
- g) Zona dometa eruptirajućeg fluida, koja transformira u zonu blokade područja, pri represivnom dejstvu ekipa i uređaja.

Neke od ovih zona smo vec bliže definisali. Ovde moramo posebno opisati zonu zagađenja. Ova zona je u funkciji od nekoliko analizom utvrđenih osnovnih elemenata. Kao prvo, u zoni zagađenja, pored sirovine koja je predmet proizvodnje (nafta i prirodni gas) i druga zapaljiva materija predstavlja element za definisanje granice zone zagađenja i postaje odlučujuća u određivanju odstojanja od opšte društvene imovine ili objekata u stambenom regionu. Dalje, visina stuba eventualno nekontrolisane smeše, u zoni zagađenja, u funkciji (pored veličine otvora i pritiska na ustima bušotine) i od pravca, smera i brzine veta na ovom području. Ovom konstatacijom javlja se nov elemenat koji zahteva svoje tačno definisanje za predmetno područje grada. Na bazi više godišnjih podataka hidrometeorološke službe, može se zaključiti, da je brzina veta cca 90 — 100 km/čas, a da su u rozeti vetrova osnovna dva pravca:

- košava sa pravcem jugoistok i
- severozapadni vетар sa pravcem severozapad.

Na osnovu toga, u konkretnom slučaju, zaključujemo da postoji u rozeti vetrova definisan osnovni pravac: jugoistok — severozapad, sa promenama smera duvanja i to: kod košave od pravca jugoistoka ka smeru severozapad, a kod severozapada od pravca severozapad ka smeru jugoistok. Na osnovu svega proizilazi da postoji jedan pravac veta utvrđen kao osnovni na području Kikinda-Varoš, sa navedenim promenama smera duvanja. Ako uzmemmo utvrđenu brzinu onda možemo zaključiti da su pravci: severoistok — jugozapad slobodni u odnosu na zonu opasnosti, iz čega proizilazi da na ovim prvcima, u slučaju erupcije nema elemenata za očekivanje stvaranja zone zagađenja kad je u pitanju naseljeni deo grada.

Kod daljeg definisanja zone zagađenja na naseljenom području grada, a zbog promene smera veta pri zadržavanju istog pravca, u funkciji od prečnika otvora i pritiska na ustima bušotine, a zavisno od brzine veta, analiza ukazuje i na pomeranje i zone zagađenja, a sa njom prirodno i zone opasnosti. Ovo pomeranje će uvek biti u pravcu jugoistok — severozapad, a pomeranje će, samo po sebi, dovoditi do stalnog proširivanja prostora prekrivanja zapaljivom

smešom ugljendioksida. Iz ovoga zaključujemo nastajanje novog momenta za razmatrano Područje, iz čega proizilazi, da pored promena zona zagađenja i zona opasnosti i zona deoilozacije takođe ima tendenciju pomeranja u navedenom pravcu — u oba smera. To je bilo potrebno posebno utvrditi i istaći, jer to otežava primenu ili efikasnost primenjenih tehničkih mera i mera zaštite za ovo područje.

Ostale zone definisacemo kod plana mera i plana akcije dejstva odbrane.

Na bazi navedenih analiza i razmatranja potrebno je izvući neophodne elemente koji će nam poslužiti za utvrđivanje efikasnih mera zaštite, odnosno, kod izvlačenja elemenata iz navedenog razmatranja, moramo stepenovati njihov značaj po potencijalnom dejstvu opasnosti. Prema utvrđenom stepenu opasnosti usvojeno je, kod eksplozivnih grupa i temperaturnih klasa, takvo obeležavanje, da opasnost raste od usvojenog obeležavanja A prema grupi D, odnosno od klase T₁ prema T₆. Na bazi ovog usvojenog razvrstavanja, prirodni gas spada po temperaturnoj klasi, u klasu T₁, a po eksplozivnoj grupi, u grupu A. Kod sirove nafte su i temperaturna klasa i eksploziona grupa, kao i tačka zapaljivosti i temperatura paljenja u funkciji od sastava.

Kod razmatranja sirove nafte Kikinda-Varoš utvrđujemo elemente, koji bi nam bliže odredili gornje karakteristike, tj. donje i gornje granice klase zapaljivosti, kao lako zapaljivu i eksplozivnu materiju, sa dosta rastvorenog prirodnog gasa. Uzimajući u obzir iste osobine, a imajući u vidu prirodno zagrevanje i zagrevanje dato u tehnološkom postupku procesa proizvodnje, utvrđujemo naftu kao element, u klasi stvaranja uslova za opasnost, kao lako zapaljivu i eksplozivnu materiju. Ovaj utvrđeni teži uslov je narocito bitan za mere preventivnog dejstva (važnija donja granica), čime praktično poostravamo mere bezbednosti i mre zaštite. Ako oduzmemmo razliku između temperature bljeska i temperature tečnosti, pri kojoj ona ispunjava uslov da postane lako zapaljiva, dolazimo do zaključka da je sirova nafta iz revira Kikinda-Varoš stalno opasna po gore citiranoj klasifikaciji.

Dubljom analizom problema, dolazimo do zaključka da postoji još jedan bitan element od velikog značaja za plan mera dejstva sigurnosti, a to je element utvrđivanja poten-

cijalnih uzroka opasnosti. Kod utvrđivanja uzroka koji mogu, kao element, biti od posebnog značaja, moramo poći od sledećih mogućnosti uzrokovavanja:

a) Nepravilan ili nepropisan rad sa otvorenim plamenom u zoni eksploatacije ili u zoni zagađenja.

b) Nedovoljno utvrđena ili naknadno proizala nedovoljna ispravnost elektro-uredaja ili instalacija.

c) Nepravilno rukovanje pri manipulaciji uređajima i instalacijama eksploatacije.

d) Dejstvo samozapaljenja kao potencijalni uzrok početka sagorevanja ili omogućavanja stvaranja uslova za eksploziju.

e) Naknadno proistekla neispravnost opreme.

f) Nepridržavanje propisano utvrđenog procesa rada i mera sigurnosti.

g) Nedovoljna efikasnost mera odbrane zbog prisustva dejstva mogućih subjektivnih faktora.

Pored navedenog pri analiziranju mogućih elemenata za stvaranje uslova za stapanje u dejstvo tačke zapaljivosti, moramo posebno imati u vidu i element eksplozionog intervala. Odmah iza razlaganja tečnog fluida, smeša stvorena sa vazduhom, pod određenim uslovima, može eksplodirati u zavisnosti od proporcije para zapaljive tečnosti i vazduha u smeši, a zavisno od momenta stapanja u dodir ove smeše sa izvorom paljenja. Obrazovanje ovakve eksplozione smeše, uz postojanje uslova koncentracije para pri donjoj eksplozionoj granici na području Kikinda-Baroš, u odnosu na primenjeni tehnološki proces, postoji kao moguća varijanta za stvaranje donje eksplozione granice u eksplozivnom intervalu. Na osnovu toga, utvrđujemo da je eksplozivni interval definisan kao potencijalno prisutan kod rudarskih objekata proizvodnje nafte i prirodnog gase u naseljenom području grada.

Štetno dejstvo fluida na organizam osoblja

Pored navedenih i utvrđenih elemenata, moramo konstatovati i to, da sirova nafta i prirodni gas sa područja Kikinda-Baroš, ne mogu biti, kod razmatranja mera zaštite, samo smatrani kao lako zapaljiv i potencijalno eksplozivan materijal.

Na osnovu komparacije, kao i na bazi sastava, utvrđujemo da ova sirovina mora biti

posmatrana, sa stanovišta mera sigurnosti i zaštite, i kao materija koja štetno dejstvuje na organizam rudarskih radnika naftnog smera, uposlenih kod eksploatacije nafte i prirodnog gasa.

Ovo štetno dejstvo se javlja u dva pravca. Štetno dejstvo na organizam i na osnovu toga, kod mera zaštite, utvrđivanje potrebe preduzimanja mera sprečavanja dolaska u dodir ove materije sa kožom uposlenog osoblja. Drugo, štetno dejstvo udisanjem, u dužem vremenskom periodu, koncentracija para sirove nafte pri manipulaciji radnika na objektima eksploatacije. Ovo eliminisanje kod mera zaštite postiže se postavljanjem objekata tako, što se izbegava zatvaranje prostorija ili izgradnja objekata eksploatacije u zatvorenim prostorijama, ili primena provetrvanja u neophodno instaliranim sistemima u zatvorenim prostorijama.

Na osnovu svih utvrđenih elemenata vrši se definisanje plana mera sigurnosti, gde raščlanjavamo:

a) Mere preventive primenjene tokom izrade rudarskih objekata eksploatacije nafte i gase u naseljenom području grada.

b) Primjenjivanje mera super zaštite, kao povišenog stepena sigurnosti, zbog osobnosti proizvodnje nafte i prirodnog gase u naseljenom području.

c) Primena represivnih dejstava sa ciljem gušenja pojave u početnom dejstvu.

d) Primena mera disperzije ljudskog potencijala i društvenih materijalnih dobara uz striktnu blokadu širenja opasnosti.

Zaključak

Iz iznetog se uočava karakter ovog rudarskog objekta, sa napomenom da su potencijalne mogućnosti proširenja proizvodnje u porastu. To obeležava značaj i karakter mera zaštite i sigurnosti.

Ovde valja napomenuti da je pre početka projektovanja ovog sistema, zatim u toku izgradnje i eksploatacije, od strane Preduzeća, Centra za istraživanje i eksploataciju nafte i gase i njegovih Sektora, Službe zaštite Naftne industrije »Naftagas« – Novi Sad, a posebno Rudarskog inspektorata SRS, neprekidno, sa velikom brižljivošću i zajedničkom akcijom, dolazilo do preduzimanja svih tehničkih mera i mera zaštite, uključiv tu i specijalno propisana uputstva za rad u naseljenom području grada, a posebno utvrđivanje

propisa, plana akcije i plana odbrane u slučaju eventualnih dejstava.

U toku izgradnje rudarskih objekata eksploatacije nafta i gasa na području Kikinda-Varoš primenjene su mere za obezbeđenje povišene sigurnosti kao dubina ukopavanja priključnih naftovoda, projektovana debljina zida upotrebljenog cevnog materijala, obezbeđenje prelaza ukrasnica naftovod-gradska ulica, instaliranje protivratnih ventila na kolektoru sabirnih sistema, a zatim, u toku ispitivanja osvajanja, eliminisanje graba u gradskom području.

Projektovani sistem omogućuje proizvodnju bez sistema skladištenja sirovine u zoni naseljenog dela grada. Kvalitet ugrađene opreme, efikasnost stalne kontrole, dvostruko obezbeđenje navedenih zona opasnosti i zaštite, takođe su posebne mere povećanog stepena sigurnosti. Kod primene preventivnih mera date su i mere kontrole uređaja na ustima bušotine, svakodnevног kontrolisanja pritiska u međuprostoru, posebno su određeni stručni kadrovi kvalifikovani rudari naftnog smera sa razvijenim smislom za povećanu odgovornost, uz proveravanje znanja iz delatnosti PPZ preventive i PP represive, što takođe predstavlja određene elemente primenjene sigurnosti.

Pored navedenog, a na osnovu analize problema u celini, zakљučuje se o neophodnosti sprovođenja i drugih mera kao mera površine dodatne super zaštite. U procesu radova na istraživanju dubinskim bušenjem u gradskom području, obavezno je montiranje, posle cementiranja preventer kolone, na usta bušotine klasičnog preventera, kao i preventera tipa Highdriel. Kod izvođenja radova na osvajanju i remontu bušotina ovi radovi se mogu izvoditi samo uz obaveznu primenu ovog preventera. Pri osvajanju pridobivena količina fluida mora biti istovremeno, posebnim vodovima izvedena van naseljenog područja grada. U zoni bušotine, kao i na kraju ponutog izvoda u toku operacije osvajanja, mora se eksploziometrom vršiti stalna kontrola prostora u poluprečniku od 200 m, uz striktnu primenu blokade te zone za vreme toku operacije, u cilju sprečavanja odvijanja saobraćaja kroz zonu.

Kod procesa eksploatacije dno bušotine treba obezbediti ugradnjom permanentnog pakera u cilju suočenja pritiska u međuprostoru na O, a usta bušotine osigurati takvim

uredajem čiji je radni pritisak veći od slojnjog. Kod opreme eksploatacione bušotine u uzlaznu cev treba ugraditi sigurnosni tubing-ventil, sa zadatkom da zatvori kretanje fluida svojim aktiviranjem u slučaju povećanja depresije. U toku procesa proizvodnje nafta i prirodnog gasa u naseljenom području već ostavljeni cevovodi — priključni naftovodi kroz gradsko područje, moraju se svake 3 godine ispitivati »na hladno« i to 1,5 od maksimalnog pritiska na ustima bušotine. Priključni naftovodi, kod onih dubokih eksploatacionalih bušotina koje su locirane u užem području grada, moraju imati instaliran automatski sigurnosni ventil koji automatski dejstvuje u pravcu zatvaranja protoka nafta, u slučaju da pritisak naraste iznad 70 kp/cm^2 , ili padne ispod 20 kp/cm^2 (kao eventualna posledica prskanja naftovoda u gradskom području). Na suprotnoj strani priključnog naftovoda (kod kolektora u zoni sabirnog sistema) mora biti ugrađen protupovratni ventil koji zatvara dotok fluida od kolektora ka gradskom području.

Pored navedenih mera (koje su sigurne, same po sebi, mere posebne zaštite povišene super sigurnosti), nužno je, u opštem planu akcije u slučaju erupcije ili izbijanja požara kod bušotine u naseljenom gradskom području, predvideti i zadatke kroz plan akcije svih zaposlenih, a takođe i Štaba za odbranu, uz obavezno uključivanje i dejstva samozaštite, primenom posebnih mera organa Narodne odbrane i SUP-a političko-teritorijalne zajednice.

Na osnovu iznete osnovne šeme tehnološkog procesa eksploatacije nafta i prirodnog gasa separisanjem pod visokim pritiskom u naseljenom području grada, a na bazi iznetog razmatranja i analiza metoda, vrste i obima mera zaštite, data je razrada sistema mera sigurnosti za konkretnu situaciju u kojoj se odvija proces eksploatacije nafta, pa smatramo da bi primenom citiranih mera zaštite bio postignut maksimalno mogući stepen bezbednosti kako rudarskih radnika, tako i rudarskih objekata proizvodnje i opšte društvenih materijalnih dobara.

Na kraju možemo zaključiti da su na polju Kikinda-Varoš, sa aspekta zaštite, data optimalna tehnološko-ekonomска rešenja.

SUMMARY

Supplement of Research in Exploitation Oil and Gas by High Pressure Separation in Populated Region, of Town, with Particular Review in Technical and Protective Measures

V. R o s ić, min. eng. — B. R i s t ić, min. eng.*)

Exploiting oil and gas by high pressure separation in populated part of town, logically, we have certain objects of exploitation located in populated region of town. The authors present review of applicable exploitation methods analyse particular technical measures that in technological process of exploitation, are needed apply to for mentioned form of production inflammable and explosive matter in populated region of town because as it's known, this from of exploitation is existing as yet like particular problem of mining.

This study has a task, as a matter of fact it is a try of authors, to give certain contribution and supplement to study of high pressure production process oil and gas in the region of town with worked out system of protection applied in concrete situation (i. e. study was based on experience.)

Having basis in developed consideration from article, it was given extent and use of protective measures, besides nominal ones and additional ones (so-called special super measures) with purpose to give maximum degree of security to the labourers, to the objects of production and to townsfolk's properties in region of town.

L iterat u r a

- A k s i n , V., 1967: Geologija naftne, Novi Sad.
- D o r d e v ić , V., 1963: Problemi zaštite pri radu pri istraživanju i eksploataciji naftne i prirodnog gasa u SR Srbiji, Beograd.
- I v a n o v ić , Z., M a r o j e v ić , R., i dr., 1964: Proizvodnja naftne i gase, Novi Sad.
- K o m n e n o v , M., B a j ić , M.: Materijali Rudarskog inspektorata Sekretarijata za industriju SRS, Beograd.
- M o n a h o v , 1967: PP zaštita-VSJ, 3—4.
- N e d e l j k o v ić , V., 1963., 1965: Eksploracija naftnih i gasnih ležišta, I i II deo, Novi Sad.
- N e d e l j k o v ić , V., I v a n o v ić , Z., i dr., 1965: Eksploracija naftne separiranjem pod visokim pritiskom Kikinda-Varoš — „Naftagas”, Novi Sad.
- N e d e l j k o v ić , V., M a r o j e v ić , R., i dr., 1968: Upustvo za rad u naseljenim mestima pri istraživanju, eksploraciji i transportu naftne i gase. — „Naftagas”, Novi Sad.
- P a r a d j a n i n , Lj., 1965: Geotermalna energija.
- P o p o v ić , J., D u k ić , L., i dr., 1967: Operativni plan zaštite grada Kikinda od ugroženosti prilikom erupcije ili požara naftnih bušotina, Kikinda.
- R o s ić , V., R i s t ić , B., 1966: Uvodno izlaganje i izveštaj po pitanju proizvodnje naftne, kaptažnog gasa i vode ležišta „F” Kikinda — geološko tehnička studija i analiza rezultata proizvodnje ležišta naftne Kikinda „F”, Kikinda-Varoš i naftno gasnog ležišta Morkrin. — Materijali sa simpozijuma, Kikinda.
- R o s ić , V., R i s t ić , B., 1967: Prilog izradi plana zaštite grada Kikinda od erupcija naftne i prirodnog gase, SO Kikinda.
- S r d a n o v ić , M., M i t ić , C., 1964: Materijali Rudarskog inspektorata SRS, Beograd.
- V u k a j l o v ić , Ž.: Požari petrolejskih produkata, Novi Sad.
- V u k o v ić , V.: Opasnosti od požara i mere zaštite, Novi Sad.
- Fond geološko-tehničke dokumentacije Naftne industrije „Naftagas” — Novi Sad.

*) Dipl. ing. Velibor Rosić, upravnik Revira proizvodnje naftne i gase Kikinda, »Naftagas« — Novi Sad.

Dipl. ing. Božidar Ristić, šef proizvodnje — tehnički rukovodilac Revira Kikinda, »Naftagas« — Novi Sad.

Statistička mjerila — baza za prevenciju profesionalnog traumatizma

Dr Olga Maček

U našoj se zemlji događa, svakih 10th jedna ozljeda pri radu, a svaka 2 radna dana tri radnika smrtno stradaju pri radu

U poboljevanju radnika najznačajniji su problem ozljede — danas — kao i prije 20 godina. U ukupnom broju dana bolovanja aktivnih osiguranika, u SFRJ u jednoj godini, ozljede — kao i tuberkuloza — odnose po 4,5 miliona dana bolovanja. Na 100 aktivnih osiguranika događa se godišnje oko 7,5 — 8,5 slučajeva ozljeda pri radu, a na 100 hiljada aktivnih osiguranika oko 17,0 — 18,5 smrtnih slučajeva*.

Neminovno se postavlja pitanje, zašto nije bilo uočljivog uspjeha u suzbijanju nesreća pri radu, iako su se uložila velika materijalna sredstva u rješavanju tog problema? Koji su faktori među uzročnicima najodgovorniji za takvo stanje? Može se u odgovoru nabaciti više hipotetičnih postavki. Za neke od njih postoji i velika vjerojatnost, da bi došle — po značaju — u prvi plan; gotovo bi se sa sigurnošću moglo tvrditi, da bi među njima iskočio

— nedostatak pravilnog programiranja i planiranja prevencije.

Naime neophodno je, da se u prevenciji postigne maksimalni efekt uz najracionalnije korišćenje raspoloživih sredstava. To se može postići samo programom koji se temelji na koncepcijama usklađenim sa politikom poduzeća, programom za čije se izvođenje koriste metode koje su proizašle iz modernih naučnih saznanja i koji je realno postavljen — u odnosu na materijalnu bazu.

Takvo programiranje i planiranje u zaštiti pri radu nedostaje našoj privredi u cijelini pa i rudarstvu i njegovo se ostvarenje impremativno postavlja.

Program bi trebalo, u prvom redu, da uzme u obzir pitanja: kada, gdje i kako su nesreće nastale, i tko su ti ljudi kojima se nesreće najčešće događaju? Na ta pitanja nije lako odgovoriti i do odgovora se dolazi kroz određeni sistem zadataka u programu.

U procesu programiranja treba da su jasno određene pojedine faze, koje bi se mogle ovako sažeti:

- 1) jasno definirati probleme nesreća pri radu u odnosnom poduzeću (pogonu) ili privrednoj grani;
- 2) ove probleme analizirati, utvrditi njihove uzroke i različite uticajne faktore koji mogu pridonijeti boljem sagledavanju pojave nesreća;
- 3) objektivizirati osnovne uzroke i ključne tačke u unesrećivanju radnika (prioritetne probleme);
- 4) utvrditi koštanje tih nesreća sa različitim gledišta (ekonomskih jedinica, u bruto proizvodnji čitavog poduzeća, itd.);
- 5) postaviti alternative za planiranje akcija za sanaciju stanja i uklanjanje pojedinih uzroka nesreće;
- 6) odabratи onu alternativu koja će predviđeno osigurati maksimalni uspjeh uz minimalno koštanje;
- 7) odabratи tehniku evaluacije kojom će se moći najbolje vrednovati izvršene akcije.

* Prosječni, orientacioni podaci za poslednjih 10 god.

Za sva ova pitanja i tačke programiranja potrebne su seriozne pripreme sa pokazateljima koji nas uvode u realnu analizu. „Les statistiques sont indispensables si l'on veut pouvoir mesurer le succès des efforts de prévention et orienter l'action vers les secteurs les plus menacés“* naglasila je Sjjetska zdravstvena organizacija 7. aprila 1961. godine — dana posvećenog borbi protiv nesreća u cijelom svijetu pod parolom „l'accident n'est pas accidentel“.

U prikazu koji slijedi ukazano je na statističke metode koje se koriste u svakodnevnom rutinskom praćenju i analiziranju nesreća za određene vremenske periode i određene grupe radnika u poduzeću. Na taj način dolazi se do analiza, neophodnih za izradu programa. Međutim, te se metode mogu koristiti i u istraživačkom radu na polju profesionalnog traumatizma, kada se otkrivaju nove, još nepoznate, značajne varijabile, ili kontrolira već izvršeno istraživanje, odnosno vrše usporedbe dobivenih rezultata. Naravno, da se u tom slučaju mora signifikantnost, npr. korelacije između frekvencije nesreća i pojedinih pojava, za koje prepostavljamo da imaju vezu sa tom učestalostu, stanovitim statističkim testovima dokazati.

Kritički osvrt na razvoj statističke obrade nesreća pri radu

Statistički prikazi nesreća pri radu su ogledalo stava prema problemu nesreća u određenom vremenu i društvenom sistemu.

U ranom kapitalizmu nema evidencija o nesrećama pri radu, jer te evidencije nisu nikome trebale. Za nesreću je bio odgovoran sam radnik, on je snosio sav rizik i to se smatralo prirodnim, jer on je taj koji traži posao i prodaje svoju radnu snagu da može sa svojom obitelji opstojati; još je daleko od klasne svijesti. Poslodavac je tek mnogo kasnije suodgovoran za nesreću, ako mu se krivnja mogla dokazati, što je bila rijetkost.

Pod konac 19. stoljeća pojavili su se u nekim evropskim državama propisi za osiguranje radnika za slučaj nesreće (1884. prvi takav propis donio je Bizmark u Njemačkoj); stvarali su se osiguravajući zavodi, koji su

moralni isplaćivati hranarine za privremenu radnu nesposobnost ozljeđenih radnika i rente kod stalne nesposobnosti unesrećenih pri radu. U tu svrhu trebalo je u ovim zavodima poznavati i predvidjeti broj nesreća za stanični period vremena, kako bi se mogla osigurati premijska rezerva, pa su se regulisali slučajevi nesreća i dani bolovanja.

Početkom ovog stoljeća počela se razvijati i prevencija nesreća na radu i to upravo na inicijativu poslodavaca i osiguravajućih zavoda koji su morali isplaćivati velike sume unesrećenima. Postojeći statistički podaci mogli su se, u preventivne svrhe, samo ograničeno koristiti. O uzrocima nesreća nije se znalo ništa, jer su se oni zapravo identificirali sa privrednim djelatnostima. Od izvora navodili su se jedva strojevi i neki uređaji. No i ovi podaci pojavili su se tek u kasnjem razvitu osiguravajućih zavoda. Statistika je služila isključivo finansijskim stručnjacima za izračunavanje kapitalnog pokrića za ekonomsku kompenzaciju unesrećenima.

U našoj zemlji ovu statistiku vodio je Središnji ured za osiguranje radnika, a ti su podaci prvi put objavljeni 1937. — za 1936. godinu. U 1938. godini isti je Ured objavio rekonstrukciju podataka o nesrećama na radu za period, od 1922. (kada je kod nas donesen Zakon o osiguranju radnika za bolest i nesreću) do 1936. godine.

Nakon Oslobođenja, u ustanovama socijalnog osiguranja i dalje se je na taj način vodila statistika, no ona nije mogla zadovoljiti; niti organe Inspekcije rada (osnovane 1946. godine), niti Službe higijene rada socijalnog osiguranja (osnovane 1945. godine), jer nije mogla prikazati etiološke faktore ozljeda. Prvi pokušaji uvođenja nove klasifikacije pokazatelja za analizu nesreća nisu uspjeli, tako da su bili ispremještani izvori i uzroci sa privrednim djelatnostima, a ovi obrađeni podaci nisu se mogli koristiti ni za kakvu analizu.

Kako se, međutim, ideja o suzbijanju nesreća na radu dosta brzo razvijala, jer je uslovjavala — kod poslodavaca — veće zarade, reperkusije su se pojavile i u prijedlozima za vođenje prikladnih evidenciјa o ozljedama pri radu. Normalno je, da je kod toga glavnu ulogu preuzele Internacionala konferencija rada, pa je 1923. godine u Ženevi održana Prva internacionalna konferencija statističara rada. Tom prilikom izgrađena je

* Statistika je neophodna ako se želi omogućiti mjerljive uspjeha učinjenih napora u prevenciji i ako se želi usmjeriti akcije prema najugroženijim područjima.

rezolucija koja je odredila: „Les accident du travail devront être classée d'après l'industrie, d'après les causes de l'accident, d'après l'étendue et le degré de l'incapacité de travail, d'après le siège et la nature des lésions“*). Ova rezolucija dala je osnov za statistiku nesreća, koji je ostao, u principu, ugrađen i u sadašnji sistem raznih prijedloga prikazivanja. Do revizije ove rezolucije došlo je na Šestom internacionalnom sastanku statističara rada 1947. godine, na kojem je promijenjen paragraf 2 iz ranije rezolucije, i umjesto indeksa „taux de risque“ uvode se „le taux de fréquence“ i „le taux de gravité“ kojima se i danas služe poduzeća i ustanove. Ujedno je utvrđeno, da treba revidirati i klasifikaciju uzroka, ali to ovom prilikom nije učinjeno.

Na Desetoj međunarodnoj konferenciji statističara rada koja je održana 1962. godine, i kojoj su prisustvovali delegati iz 45 zemalja (i Jugoslavije), bilo je ponovo tretirano pitanje statistike nesreća pri radu, te je donijeta rezolucija koja predlaže neke osnovne principe i norme, koje bi omogućile izvjesne međunarodne usporedbe podataka. U rezoluciji se navodi klasifikacija „materijalnog agensa“ (izvora ozljede), pokazatelja, koji igra važnu ulogu u ispitivanju etiologije nesreća.

U našoj zemlji 1948. godine Savezni statistički ured uveo je za statistiku ozljede nomenklaturu, koju smo usvojili na konferenciji zdravstvenih statističara — održanoj iste godine u Parizu. Ta nomenklatura, međutim, nije mogla služiti prevenciji traumatizma, jer je bila sastavljena sa gledišta potrebe registracije bolesti prema njihovim uzrocima, a ne sa gledišta događaja nesreća i uzroka tih nesreća. Ta razlika može se pokazati na slijedećem primjeru: Dogodila se nesreća i radnik je slomio bedrenu kost. Za industrijskog liječnika važan je uzrok nesreće (s obzirom na humani faktor), a fractura femura je za njega posljedica nesreće. Za kirurga fractura femura je bolest, čiji uzrok nesreće (pri radu, u prometu, u kući itd.), kao takova.

Zbog toga je 1925. godine grupa stručnjaka izradila nomenklaturu za osnovne pokazatelje o događaju nesreće, a to je izvor i uzrok ozljede. Za nomenklaturu izvora ozljeda

na radu uzet je kao uzor prijedlog National Safety Council-a (USA)*, a nomenklatura uzroka izrađena je na temelju analiza u raznim poduzećima (Mack, O., 1951.). Savezni zavod za zaštitu narodnog zdravlja uveo je ovu nomenklaturu nesreća pri radu kao obaveznu za čitavu zemlju.

Međutim, Uputstvom od 4. februara 1959. godine (Sl. list FNRJ broj 5/1959.) prenešena je služba prijavljivanja i evidencije o nesrećama pri radu sa zdravstvenih ustanova na zavode za socijalno osiguranje, gdje se ta služba i danas nalazi. Na zahtjev Saveznog zavoda za statistiku, umjesto klasifikacije nesreća pri radu prema njihovim izvorima, kako je do tada vođena, uvodi se klasifikacija prema „spoljnim uzrocima nesreća“ iz međunarodne statističke klasifikacije bolesti, nesreća i nasilja Svjetske zdravstvene organizacije. Pri tome se nije uzeo u obzir cilj komu ta statistička obrada treba da služi, tj. prevenciji nesreća. Kodeks šifara za obrađu prijava nesreća pri radu koji danas koriste zavodi za socijalno osiguranje i koji je sastavljen iz heterogenih kategorija „spoljnih uzroka nesreća“ iz klasifikacije Svjetske zdravstvene organizacije spada u red klasifikacija za koje kaže Deseta međunarodna konferencija statističara rada, da može dati samo konfuznu sliku. Osim toga, u našim propisima za prijavljivanje nesreća pri radu sa posljedicom ozljede nema odredene definicije kako za „spoljni uzrok“, tako ni za „razlog dešavanja povreda“. Zapravo, ne znamo, kakvim se pojmovima u statistici nesreća služimo.

Navedena rezolucija sa Desete internacionalne konferencije statističara rada sadrži i preporuku klasifikacije prema materijalnom agensu u događaju nesreće. Ova klasifikacija gotovo je posve identična sa našom klasifikacijom izvora nesreća koju smo koristili u periodu od 1952. do 1959. godine, i prema kojoj su republički higijenski zavodi obrađivali prijave nesreća pri radu. Taj su posao vršili stručnjaci, tj. izvor je šifrirao tehnički stručnjak, a uzrok medicinski stručnjak. Iz usporedbe obiju klasifikacije vidi se jasno, da su elementi izvora nesreća u obje klasifikacije gotovo isti. Kao primjer navode se objekti klasifikacije, pa se mogu usporediti.

* Nesreće na radu treba da se klasificiraju prema granama industrije, uzrocima nesreća, prema raširenosti i stupnju nesposobnosti za rad, prema mjestu i prirodi ozljede.

* American Recommended Practice for Compiling Industrial Accident Causes, American Standard Association, National Safety Council — New York, 1941.

Klasifikacija izvora nesreća pri radu koja se koristila od 1952. do 1959. godine:

1. pogonski strojevi
2. strojevi radilice
3. dizalice, bageri, transporteri
4. kótlovi i drugi sudovi pod pritiskom
5. uređaji za mehanički prenos energije
6. transportna sredstva
7. čovjek ili životinja
8. električna struja i to:
 - a) električni uređaji normalno pod naponom
 - b) dijelovi električnog uređaja koji normalno ne smiju biti pod naponom,
 - c) bilo koji neelektrični uređaji, kod kojih je električna instalacija došla u dodir sa neelektričnim uređajem
9. ručni alat
10. materije i materijal u krutom stanju
 - a) ugalj, rude i njihove prašine
 - b) kamen, zemlja, cigla i sav ostali materijal, koji nije na drugome mjestu spomenut
 - c) željezo i svi metali, strojevi kod prenosa ili montaže
 - d) drvo, neposjećeno, posjećeno i obrađeno
11. materije u tekućem stanju
12. materije u plinovitom i parnom stanju
13. eksplozivna energija ili plamen
14. svjetleća tijela, opasne radijacije, nenormalni pritisak
15. radni putevi i prolazi pri radu
16. radna mjesta
17. elementarne sile

Klasifikacija nesreće pri radu prema izvorima rezolucije koja je jednoglasno usvojena 12. oktobra 1962. godine na desetoj međunarodnoj konferenciji statističara rada:

I. Strojevi

11. pogonski strojevi ili generatori, izuzev elektromotora
12. transmisijske sprave
13. strojevi za obradu metala
14. strojevi za obradu drveta i sličnih materija
15. poljoprivredni strojevi
16. rudarski strojevi
17. drugi strojevi, koji nisu klasificirani na drugom mjestu

II. Sredstva za transport i rukovanje

21. sprave za dizanje
22. transportna sredstva na tračnicama
23. kotrljajuća transportna sredstva izuzev transportnih sredstava na tračnicama
24. sredstva za transport zrakom
25. sredstva za transport na vodi
26. druga transportna sredstva

III. Ostali uređaji i aparati

31. sudovi pod pritiskom
32. peći, ognjišta, komore za sušenje
33. uređaji za rashladivanje
34. električni uređaji, izuzev električnog ručnog alata
35. električni ručni alat
36. alat, instrumenti i sprave, izuzev električnog alata
37. ljestve
38. skele
39. uređaji i aparati koji nisu klasificirani na drugom mjestu

IV. Materijali, supstancije, radijacije

41. eksplozivi
42. prašina, plinovi, tekućine i kemijski proizvodi izuzev eksploziva
43. leteći komadi
44. radijacije
45. materijali i supstancije koji nisu klasificirani na drugom mjestu

V. Radna okolina

51. vanjska
52. unutarnja
53. podzemlje

VI. Izvori koji nisu klasificirani na drugom mjestu

61. životinje
62. izvori, koji nisu klasificirani na drugom mjestu

VII. Izvori koji nisu klasificirani zbog nedostatka podataka.

Ing. Švajger je na V seminaru medicine rada (1964) pokazao, na podacima analize konkretnih statističkih prikaza, da osim nepravilne klasifikacije ima još i dosta dru-

gih prigovora našoj statistici nesreća pri radu. Naime, ne samo da su uzroci nesreća u prijavama pogrešno utvrđeni, nego su „i kod statističke obrade prijava nesreća u republičkim zavodima za socijalno osiguranje nekon trolirano i nepravilno šifrirani... bez jedinstvenog kriterija i bez stručne instruktaže šifranata...“

Iz daljeg razmatranja naših statističkih podataka razabire se, da je jedan od najvažnijih nedostataka — neprijavljanje „majnih“ ozljeda, naročito u poduzećima nekih republika. Zbog toga analize npr. pokazuju, da u Sloveniji, u kojoj je zaštita pri radu u odnosu na druge republike — na najvišem nivou, ima najviše nesreća prema broju uposlenih. Koliko je nesiguran broj nesreća pri radu registriranih prema prijavama za nesretni slučaj, vidi se iz primjera za bilo koju godinu. U Bosni i Hercegovini (Maček, O., 1966.) bilo je npr. (1961.) slučajeva nesreća pri radu prema:

— prvim pregledima u ambulantno-polikl. ustanovama	59.354
— izostancima zbog bolesti u ambulantno-polikl. ustanovama	46.685
— isplatnim listama naknada socijalnog osiguranja	48.496
— prijavama za nesretni slučaj koje se ispunjavaju u poduzećima	37.953

One pak nesreće koje se prijavljuju, u najvećem se broju slučajeva, nedovoljno ispituju prilikom uviđaja na radnom mjestu (ukoliko se takav uviđaj uopće vrši), tako da niti o uzrocima, niti izvorima nema realnih podataka.

Dalje je dubiozno pitanje smrtnih nesrećnih slučaja, jer se smrtnim slučajem smatra samo onaj, prilikom kojega je radnik poginuo pri samom poslu koji je obavljao (na putu na rad, sa rada ili na službenom putu), ili je zbog ozljeda umro na putu do bolnice. Kasnije nastala smrt zbog posljedica nesreće ne registrira se više kao smrtni slučaj. Zato je broj smrtnih slučajeva nerealan; prema izvjesnim pretpostavkama može se zaključiti, da je stvaran broj smrtnih slučajeva za cca 25% veći od onoga koji objavljuje službena statistika. Isto se tako, iz publikacija o nesrećama pri radu, ne vidi koliki je broj onih ozljeda koje su završile stalnom radnom nesposobnošću (invaliditetom).

Još je važno pitanje nesvrishodnih tabulacija (ukrštavanje podataka) od kojih se ne-

ke mogu koristiti za praktični rad u preventiji. „Rezultat / ovakvog rada“ zaključuje Švager u već citiranom predavanju, „jesu krajnje nesolidni i za stručnjaka potpuno besmisleni podaci, koji su prikupljeni sa velikim naporom i troškovima, a za sprečavanje nesreća pri radu ne samo da su bez ikakove koristi, već naprotiv i štetni, pošto tako nestručno vođena statistika npr. uzroka nesreća samo obmanjuje nestručnjake o pravim uzrocima nesreća.“

Sve su to razlozi zbog kojih je potrebno statistiku nesreća, pri radu u socijalnom osiguranju, temeljito reorganizirati i postaviti na stručnu osnovu. Tu statistiku treba da vode lica stručna za zaštitu života i zdravlja radnika pri radu, i izobražena u pravilnom i stručnom tretiraju statističkih činjenica.

Već je u nekoliko navrata, kroz publikacije (Maček, O., Švager, J., 1964.) pokrenuto pitanje usklađivanja naše statistike nesreća, sa prijedlogom rezolucije sa Desete međunarodne konferencije statističara rada, ali, do sada, bez rezultata.

Sigurniji su bili podaci o ozljedama pri radu i posebno vremenu rada, koje vodi zdravstvena služba. Za svaki izostanak aktivnog osiguranika zbog bolesti ili ozljede morao se ispunjavati individualni listić sa šifrom privredne djelatnosti i šifrom bolesti, koji je preko republičkih ustanova dostavljen Saveznom za vodu za zdravstvenu zaštitu. Nažalost, ovi su se podaci obrađivali po šiframa bolesti za celokupnu privrednu po republikama, a ne po privrednim granama.

Međutim, u odnosu na ozljede koje su posljedica nesretnog slučaja pri radu, može se doći do aproksimativnih brojeva, ako se prema empiriji znade koliko procenata od ukupnog broja slučajeva bolesti, odnosno dana bolovanja, otpada u odnosu na privrednoj grani (prema tipičnim poduzećima) na ozljede pri radu. Navodi se primjer privredne djelatnosti „Proizvodnje i prerade uglja“, u kojoj oko 25—30% od svih dana bolovanja otpada na ozljede pri radu. Prikazuju se podaci za 1963. godinu, posljednji koji su publisirani u Statističkom godišnjaku za narodno zdravlje, sa predvidivim brojem dana bolovanja za ozljede pri radu, od 25% (zaokruženo na stotinu).

Budući da je ukazano na činjenicu da je oficijelna statistika o nesrećama na radu ne-pouzdana i manjkava, važno je obratiti svu pažnju praćenju nesreća na radu u samom

Tablica 1

Republike	Ukupan broj dana bolovanja	cca 25%
SFR Jugoslavija ukupno	1.557.897	389.300
SR Bosna i Hercegovina	456.211	114.100
SR Crna Gora	3.279	800
SR Hrvatska	329.686	82.400
SR Makedonija	2.566	600
SR Slovenija	284.742	71.200
SR Srbija	480.613	120.200

poduzeću. To tim više, jer se prevencija nesreća pri radu i tako mora provoditi na konkretnim radnim mjestima.

O definicijama — uz kritički osvrt

Što je to nesreća na radu? Različite definicije na koje se nailazi u literaturi ili zakonodavstvu pojedinih država svode se, uglavnom, na iste ključne tačke, pa se navodi definicija na kojoj se kod nas temelji čitava registracija nesreća pri radu u poduzeću koja glasi: „kao nesreća na poslu smatra se svaka povreda osiguranika prouzrokovana neposrednim ili kratkotrajnim mehaničkim ili kemijskim dejstvom, kao i povreda prouzrokovana naglim promjenama položaja tijela, iznenadnim opterećenjem tijela ili drugim iznenadnim promjenama fiziološkog stanja organizma, ako je takova povreda uzročno vezana sa obavljanjem posla. Isto tako nesrećom na poslu smatra se povreda prouzrokovana na opisani način, koja se je dogodila na redovnom putu od stana do mjesta rada ili obratno, ili na putu radi stupanja na posao“.*)

Američki standard definira: „Ozljeda na radu je svaka ozljeda koju je pretrpila osoba u toku svoga rada“**.

Kod nas se registriraju samo one nesreće koje su imale za posljedicu ozljedu, uz prije navedene uvjete, iako za sobom povlače jedan ili više dana bolovanja. Nesreće koje nisu imale za posljedicu ozljedu, ili su imale samo ozljedu zbog koje radnik nije prekidao svoj rad, prema našem zakonodavstvu se zanemaruju.

* Statistički godišnjak socijalnog osiguranja 1961. — Beograd, 1961, 9, 52.

** American Standard Method of Recording and Measuring Work Injury Experience, American Standards Association — Washington, 1954.

Zbog toga je, sa gledišta naše statistike, svejedno upotrebljava li se izraz nesreća ili ozljeda pri radu; pojmovi su statistički identični. Mnogo je realnije ako se upotrebljava izraz „ozljeda“ ili „povreda“, a ne „nesreća“, jer mi u biti registriramo ozljede, tj. ne sve nesreće nego samo one, koje su imale za posljedicu ozljedu.

U mnogim drugim zemljama definicija za nesreću pri radu se razlikuje od naše, jer se, većinom, ozljedom smatra samo ona, nesreća pri radu kada je radnik bio 3 i više dana na bolovanju. (Zato su i nemoguće usporedbe naših podataka sa onima iz drugih zemalja).

Mc Farland, Ross, A., Moore, R. C. (1961.) upozoravaju, da je frekvencija neočekivanih događaja koji nemaju za posljedicu ozljedu, mnogo veća; nego frekvencija onih sa ozljedom. Recht, J. L. (1966) govori o prosječno očekivanim pogreškama u radu koje mogu dovesti do nesreće, i to: a) vjerojatna je jedna pogreška na 10 hiljada radnih sati, b) opravdano vjerojatna je jedna pogreška na 10.000—100.000 radnih sati, c) beznačajna je jedna pogreška na 100.000—10.000.000 radnih sati; d) izrazito beznačajna je pogreška na više od 10.000.000 radnih sati.

Heinrich, H. W. (1950) je promatranjem utvrdio, da je od 330 nesreća (dogodile su se pod istim uvjetima rada) 29 je imalo za posljedicu manju ozljedu, tj. takvu zbog koje radnik nije prekidao rad, a jedna je završila težom ozljedom, tj. radnom nesposobnošću.

Događa se mnogo Pogrješaka u toku rada dok ne dođe do nesreće, a mnogo nesreća dok ne dođe do ozljede bez posljedice — bolovanja; i opet se na veći broj takvih ozljeda javlja teža ozljeda, tj. ona koja traži potpun prekid rada i bolovanje.

Postoje poduzeća koja registriraju svaku nesreću, iako ova nije dovela do ozljede čovjeka, npr. švicarske željeznice — no to je rijetkost.

Međutim, mnoga poduzeća u tehnički naprednim zemljama, pa i pojedina poduzeća koja su kod nas ozbiljno shvatila borbu protiv nesreća pri radu, registriraju svaku ozljedu, bez obzira na posljedice bolovanja. Pojedine studije daju uvid u to područje mikrotrauma (Stojak, R., 1963.), pa se može vidjeti da su te ozljede veoma značajne i sa ekonomskog gledišta. Kroz prekid rada radnika koji se ozlijedio, prekid rada njegovog druga — čija je pažnja na taj događaj usredotočena, kasniju manju spremnost u radu sa

povojem na prstu ili ruci, kroz ispunjavanje prijave za nesreću po poslovodi ili bilo koga, itd. — nakupljaju se izgubljeni radni sati. Dakle, program prevencije bi morao voditi računa i o mikrotraumama, i logično svaku registrirati i tretirati, kao i težu ozljedu. U tom slučaju će se definicija za nesreću u poduzeću razlikovati od službene definicije (jer obuhvata sve ozljede), što naravno ne predstavlja nikakovu smetnju.

Možda bi odmah, na ovom mjestu, trebalo napomenuti, da inspekcije rada u vezi propisa traže, da se u poduzećima klasificiraju ozljede na radu kao „lake“ i „teške“ nesreće. Međutim, nema ni jedne prikladne definicije koja bi mogla odrediti što je laka, a što teška nesreća i zato bi trebalo takovu klasifikaciju sasvim eliminirati. Jedini kriterij, donekle prihvatljiv, je kriterij potpunog prekida rada. No i taj je nesiguran. Lagano privanje prsta nije uvjetovalo prekid rada, nego tek za nekoliko dana, kada je bol u prstu postala sve jača i kada je utvrđeno, da je tetiva mišića na prstu ozljedena; a to može dovesti i do invaliditeta.

Eventualno se ozljede mogu klasificirati po dužini trajanja bolovanja. U svijetu se općenito za težinu ozljeda upotrebljava određeni indeks, koji će kasnije biti prikazan.

Postoji još jedno područje nesreća na radu koje ostaje nepoznato i sakriveno, kao što su mikrotraume, a to su različite bolesti koje se najčešće javljaju kao posljedice mikrotrauma, ali se ipak svrstavaju, u zdravstvenoj statistici, u druge grupe bolesti, a ne ozljede. To je npr. panaricijum, oboljenje koje se registruje u oko 30 hiljada slučaja godišnje u Jugoslaviji kod aktivnih osiguranika, sa oko 300 hiljada dana bolovanja; zatim ostale patogene infekcije kože i potkožnog tkiva sa oko 150 hiljada slučaja i oko 1 milion dana bolovanja itd. U poduzeću u zdravstvenoj stanici mogu se pratiti i takova oboljenja koja zapravo treba smatrati ozljedama, jer je i u tim slučajevima važna prevencija mikrotrauma. Međutim, spomenuta definicija o nesrećama ne smatra ih ozljedama na radu.

Naprotiv je jasno definirano profesionalno oboljenje koje se smatra nesrećom na radu.

Sve ostale metode za praćenje i izvještavanje o nesrećama na radu nisu jasno definirane. Npr. nije određen broj izgubljenih radnih dana za smrtni slučaj, odnosno, za stalnu radnu nesposobnost (invaliditet); za-

tim, koji se dati smatraju dati nesposobnosti za rad (američki standard uračunava u te dane i nedelje i ostale blagdane); što se smatra vremenom ekspozicije nesreća za indeks učestalosti i težine? Ova i neka druga pitanja nisu riješena za potrebe prevencije. Zbog toga se, na slijedećim stranicama, daju sugestije za praćenje profesionalnog traumatizma na bazi prijedloga Desete međunarodne konferencije statističara rada i već citiranog američkog standarda, kao i vlastitih iskustava stečenih na određenim ispitivanjima, uvezvi u obzir i sugestije Rudarskog instituta — Beograd (Jokanović, B., 1963.).

Osnovni pokazatelji i indeksi za analizu

Kada se govori o registraciji ozljeda, misli se na ispunjavanje prijave za nesrećni slučaj. Ta prijava je osnovni evidencijski list, čijom se obradom dobijaju podaci o kretanju i kvalitetu ozljeda, za pojedine grupe radnika i pojedince. Čitava analiza nesreća na radu u poduzeću ovisna je o uvijaju i ispitivanju događaja nesreća na licu mjesta, o pravilnom interpretiranju činjenica i unašanju tih činjenica u rubrike prijave. Za takav posao potrebno je specijalno znanje i dobro poznavanje radnih mjesta, kao i poznavanje širokih mogućnosti grešaka humanog faktora. Nije jednostavno prepoznati uzroke koji su doveli do pogrešnog čina osobe — i dalje do nesreće.

Ne treba posebno naglašavati koliko je važno:

- obuhvatiti sve ozljede koje su se dogodile,
- vršiti ocjenjivanje i šifriranje po uvijek istom kriteriju,
- iz godine u godinu, uvijek istim metodološkim načinom, vršiti obradu i tabeliranje, radi mogućnosti usporedbi više vremenskih perioda,
- analize mora vršiti stručnjak koji odlično poznaje svu dokumentaciju i sva radna mjesta,
- zaključci se utvrđuju samo na temelju razlika koje su statistički značajne; itd.

Neophodno je da analizu vrši tim stručnjaka, s obzirom na tehničke i socijalne faktoare radne okoline i individualne humane faktore.

U prijavi za nesrećni slučaj navedeni su izuzev generalijal unesrećenog, mjesec, dan i sat kada se je nesreća dogodila, zatim pogon, radno mjesto i smjena u kojoj je radnik une-

srećen, dio tijela koji je ozlijeden itd. Najvažnije su rubrike u kojima se opisuje kako se je nesreća dogodila, rubrike koje bi se morale šifrirati na izvor i uzrok nesreće, eventualno i način (što nije moguće — kako je već spomenuto — jer ne postoji klasifikacija izvora).

S obzirom da kod nas nisu donešeni standardi za praćenje, izveštavanje i vrednovanje profesionalnog traumatizma, daju se — za rutinsku analizu nesreća — slijedeće sugestije:

Izvor ozljede. — Pod izvorom ozljede podrazumijevamo materijalni agens, dakle predmet, materiju ili mjesto od kojih je neposredno proistekla ozljeda.

Podizvor ozljede. — Onaj dio predmeta, materije ili mjesta koji je prilikom nesreće došao u neposredni dodir sa ozlijedenim dijelom tijela registrira se kao podizvor.

Defekt kod izvora ozljede. — Sve ono što predstavlja opasnost na samom izvoriu nesreće, a nije bilo zaštićeno, smatra se defektom kod izvora. Primjer! U jednoj nesreći izvor je cirkular, podizvor je nož cirkulara, a defekt kod izvora je pomanjkanje pravilne zaštite za nož, ili drugi primjer: nesreća u radionici — izvor je prostor radione, pod izvor je pod u radioni, defekt kod izvora je mlaka ulja na podu.

Američki standard naziva izvorom „the agency” i definicija se nešto razlikuje od predložene.

Dok za upotrebu statističkih mjerila na širokom planu, tj. za čitavu državu, treba usvojiti klasifikaciju izvora koju predlaže Deseta internacionalna konferencija statističara, za potrebu samog poduzeća korisno je izraditi vlastitu, specifičnu klasifikaciju izvora. Takova bi se klasifikacija izradila za svaku privrednu granu posebno, tako da bi se mogla poduzeća jedne privredne grane, među sobom — u pogledu pojave nesreća pri radu — uspoređivati. Dovoljno je pogledati na jednoj od prijašnjih stranica klasifikaciju općih izvora, pa se odmah može uočiti, da za mnoga poduzeća takova klasifikacija ne odgovara, jer ne može dati detaljnu, već samo opću sliku, ne može obuhvatiti sve predmete, tvari i mesta koja su upravo u toj privrednoj grani ili poduzeću kao mogućnost izvora za nesreću posebno značajna. Ovakovu klasifikaciju izvora npr. za ruderstvo nije teško izraditi, a postoje, u mnogim državama, klasifikacije koje mogu poslužiti i kao uzorak.

Prema tomu, jedan primjerak prijave sa opisom nesreće odlazi u Zavod za socijalno osiguranje, gdje se šifrira prema općoj klasifikaciji izvora, a onaj primjerak prijave o nesreći koji ostaje u poduzeću, šifrira se, u somom poduzeću, prema klasifikaciji izvora za dotičnu privrednu granu, odnosno poduzeće.

U već spomenutom prijedlogu Rudarskog instituta — Beograd poistovećuju se pojmovi „spoljni uzrok” i „izvor”, što u stvari nije isto. Učinjen je veliki napor da se u taj kalup „spoljni uzroci” nekako ubaci sve ono što traže „izvori”, no razumljivo da je uspjeh morao izostati. Zato je i uvedena tabela „Pregled telesnih povreda i smrtnih udesa po mestima događaja” da se dopuni ono što manjka u spoljnim uzrocima. Potrebna nam je stvarna nomenklatura izvora, koju sada — u propisanim obrascima — nemamo.

Uzrok ozljede. — Uzrok ozljede se sastoji od različitih faktora koji dovode do nesigurnog pokreta čovjeka i događaja ozljede, a nalazimo ih u samom čovjeku, u okolnostima pod kojima on radi ili u prilikama u kojima živi. Naša službena klasifikacija usvojila je, gotovo u cijelosti, klasifikaciju uzroka koja je u Saveznom zavodu za narodno-zdravlje 1952. godine uvedena, samo sa tom razlikom, što sada nosi naslov — „razlog dešavanja nesreće”.

Treba primjetiti, da uzroci u ovakvoj konцепciji nisu predviđeni, niti u rezoluciji na vedenje konferencije statističara, niti američkim standardom. Ovaj posljednji predviđa „Unsafe Act” i „Unsafe Personal Factor” i za jedan i drugi pojam postoje kraće klasifikacije. I u drugim zemljama možemo doduše naći pojedine studije o nekim uzrocima nesreća, ali ćemo rijetko naići na klasifikaciju uzroka nesreća u službenoj statistici. Smatramo, da su uzroci nesreća na radu veoma važan pokazatelj, jer daju mogućnost za dublju analizu onoga što se zbiva u socijalnoj okolini čovjeka (u poduzeću i van njega) i u čovjeku samom.

Skoro svaka ozljeda na radu ima nekoliko uzroka. Tako su Graf, O., Mausolf, A., Neuloh, O., Arrusel, B., (1958) našli kod 681 ozljede na radu 1828 uzroka. Samo 18,6% nesreća uzrokovano je jednim uzrokom. Od 1828 uzroka utvrđeno je 217 u tehničkom području, 165 u medicinskom, 749 u području psihotehnike i 700 u domenu soci-

ologije. Iz ovog primjera proizilazi, da je za prevenciju važno utvrditi i uzroke, a ne samo izvore nesreća. Heinrich u svojoj klasičnoj knjizi ide još dalje, i u svojim iskazivanjima, osim „cause”, traži u svakom slučaju i „subcause”.

U ispitivanju različitih uzroka mogu se naći npr. u slučaju nesreće na cirkularu: nediscipliniranost radnika, — tj. kapa na nožu nije bila spuštena, neiskustvo radnika — tek je zaposlen na cirkularu, manjkava kontrola poslovođe, pogotovu s obzirom na novog radnika, itd.

U slučaju nesreće u prostoru radione: neurednost radnika koji je prolio ulje po podu, a nije pod očistio, loša organizacija radnika jer se ulje ne distribuira na propisan način itd. U vezi sa uzrocima potrebno je već na ovom mjestu, naglasiti, da se postavlja pitanje distribucije nesreća među članovima jednog radnog kolektiva. Primjećeno je, da ima ljudi koji se gotovo nikada ne ozljeđuju, koji se rijetko ozljeđuju, odnosno koji se često ozljeđuju. Ova pojava biti će kasnije diskutirana. Važno je još naglasiti da najvećem broju prijava nalazimo, kao uzrok nesreće, navedeno: „nepažnja radnika samog”. To treba smatrati neposrednim povodom za najveći broj nesreća, i to normalnim povodom. Čovjek je pogrešiv (nije stroj) i svaki je čovjek nebrojano puta u danu nepažljiv. Nepažnja — dekoncentriranost ima svoje uzroke. U slučaju nesreće u radioni neposredni povod je nepažnja. Uzrok nepažnje može biti, da je radnik u prolazu pazio na predmet koji je u visini na stazi klizio pored njega, da bi izbjegao udar o predmet, pa je mlaku od ulja na podu na koju se je poskliznuo u pažnji zanemario. No isto je tako mogao vidjeti zgodnu djevojku na koju je usredsredio pažnju. Psihofiziološki je normalno da je čovjek nepažljiv, jedan više, drugi manje, zato je i tragično i komično da se u nekim preduzećima radnici kažnjavaju za „nepažnju”. Radnik se može kazniti za nediscipliniranost, za nemarnost i sl. (drugo je pitanje da li je to najefikasnija metoda odgoja), ali ne za nepažnju. Prema tome, „nepažnja” se ne može svrstati u klasifikaciju uzroka. Osim toga, treba naglasiti da je nepažnja veća, što je većem broju elemenata opasnosti radnik izložen. Objektivna opasnost može biti veoma različita, ali je, za sada, ne možemo egzaktno mjeriti. Nikako ne smijemo poistovjetiti objektivnu opasnost sa težinom ozljede.

N a č i n o z l j e d i v a n j a. Ovaj pokazatelj omogućuje još širu analizu pojave nesreće jer prikazuje sam tok nesreće — opisuje kako se nesreća dogodila. Klasifikacija načina ozljedivanja može obuhvatiti:

1. Pad osobe
1. 1 u istoj razini
1. 2 sa visine ili u dubinu
2. Udarac osobe
2. 1 o predmet
2. 2 o predmet u pokretu
3. Poskliznuće ili posrnuće (bez pada)
4. Zahvaćena osoba ili dio tijela, uklještena ili prignjećena, zatrpana ili pregažena
5. Dodir sa vrućom, nagrizajućom ili toksičnom tvari
6. Dodir sa električnom strujom.

Npr. pad ne može biti izvor nesreće, jer to nije materijalni agens, niti uzrok nesreće jer pad ima svoj uzrok.

V r s t a o z l j e d e. Naša klasifikacija predviđa oznaku za oštećenje pojedinih organskih sistema, organa ili njihovih djelova. Analiza ovakvih podataka ukazuje na predilekciona mesta i vrstu same ozljede. Npr. najčešće su u metalnoj industriji ozljede šake, i to posjekotine.

I n d i v i d u a l n e k a r a k t e r i s t i k e r a d n i k a u o d n o s u n a n e s r eć e n a r a d u . Osim ova 4 pokazatelja, tj. izvor, uzrok, način i vrsta priroda ozljede, koji sačinjavaju osnovu promatranja događaja nesreća, različita ispitivanja pokazala su, da značajan uticaj na kretanje broja ozljeda imaju i neke individualne, psihofiziološke, somatske i socijalne karakteristike. Korelacije između učestalosti nesreća i takvih karakteristika mogu biti pozitivne, međutim, kako Petz, B. (1960) kaže, rijetko su visoke, što ukazuje na već ranije napomenutu činjenicu, da u događaju nesreća niz faktora igra ulogu uzročnika. Neke od spomenutih karakteristika su:

- spol
- godine starosti
- bračno stanje
- novi radnici
- profesionalna izobrazba i trening
- inteligencija
- stanovite bolesti

- emocionalna nezrelost
- neusklađenost brzine percepcije i reakcije
- tip rukovođenja, itd.

U dnevnom, rutinskom radu ovakve karakteristike će se ispitivati u slučajevima kada se sumnja na međusobnu vezu određenih faktora. Npr. u slučaju visokе frekvencije ozljeda u pogonu sa izrazito autorativnim poslovodštvom.

Ili, s obzirom na inteligenciju (rezultati mnogih ispitivanja veoma su različiti) u izvjesnim slučajevima želi se utvrditi, postoji li neka zakonitost između slabije inteligencije (I. Q. ispod 70) i učestalost ozljeda. Omjer se dobiva: mentalna starost

—————, što se
kronološka starost
izračunava po posebnim tablicama.

Karakteristike okoline radnika.
— I kod ovih karakteristika mogu se utvrditi pozitivne korelacije u odnosu na nesreću na radu. Neke od tih karakteristika su:

- tip organizacije rada (na vrpci, udvoje, u sekvenci)
- radni sat u kojem se nesreća dogodila
- dan u tjednu u kojem se je nesreća dogodila
- mjesec u godini u kojem se je nesreća dogodila
- noćna smjena
- zaštitna sredstva
- mikroklimatski uvjeti
- brzina u radu
- rasvjeta, buka na radnom mjestu
- opći apsentizam
- stanovanje selo – grad, itd.

Npr. Hill i Trist^{*} su, u jednoj psihosociološkoj studiji za britanska metalurška poduzeća, počeli pratiti 831 novouposlenog radnika. Za 4 godine ostalo ih je još 289 u poduzećima. Utvrđena je pozitivna korelacija (od 0,40) između izostanaka (izuzev onih zbog nesreća) i nesreća na radu.

Sto jek je našao da postoji statistički značajna razlika u pogledu frekvencije mikroozljeda na radu i stanovanju; naime, utvrdio je veći broj takvih ozljeda kod radnika koji stanuju u gradu. (Značajnost razlike ra-

čunao je pomoću nomograma i skala V I W prema Rosenbaum-u, S., 1949.).

Postoji veliki broj radova prikazanih u literaturi sa rezultatima vršenih ispitivanja, u odnosu na najrazličitije faktore u radnoj okolini, općoj klimi, itd.

Možda je u prijedlogu Rudarskog instituta — Beograd trebalo uzeti niže faktore u obzir u statističkom praćenju nesreće na radu kao npr. dan u tjednu, mjesecu u godini, itd.

Sklonost ozljedama pojedinih radnika. — Poznat je pojam „dispozicije“, odnosno „sklonosti“ ozljedivanju. Ne ulazeći u suštinu toga problema (što nije cilj ovog prikaza) potrebno je tu pojavu sagledati sa statističkog gledišta i ocijeniti vrijednost takvog prikazivanja za prevenciju nesreća. Pošlo se od pretpostavke, da je distribucija nesreća u grupi radnika slučajna, tj. da se, uz jednakе uvjete rada, učestalost nesreća javlja u smislu Poissonove distribucije. Međutim, utvrdilo se (Greenwood, M., Woods, H. M., 1919.) — kao i Yule, Marbe i Newboldova bili su prvi koji su iznijeli svoja iskustva — da krivulja stvarne distribucije nesreća odstupa od očekivane, slučajne Poisson-ove distribucije. Ta je činjenica uticala da je zauzeto stanovište, da stvarna distribucija nesreća među grupom radnika predstavlja, u stvari, negativnu binomnu distribuciju. Takova je distribucija zapravo nastala superpozicijom čitavog niza Poissonovih distribucija, od kojih svaka ima drugu, i to sve veću aritmetičku sredinu. Na temelju ovog, statistički egzaktnog računa navedeni autori su postavili hipotezu sklonosti ozljedama pojedinaca (accident proneness). Poznato je, iz empirija, da postoje isti ljudi kojima se ozljede opetuju i onih koji se gotovo ne ozljeđuju.

Tehnika izračunavanja za statističku analizu Poisson-ove distribucije ozljeda je slijedeća: prosječni broj ozljeda po jednom radniku (u odnosnom poduzeću) pomnoži se s modulom Briggs-ovih logaritama $\log_e = 0,4343$ i taj se rezultat odbije od logaritma prosječnog broja uposlenih radnika. Antilogaritam rezultata daje predvidivi broj radnika koji ne bi smjeli imati ni jedne ozljede. Ako se taj broj pomnoži s prosječnim brojem ozljeda po jednom radniku, dobije se predvidivi broj radnika s jednom ozljedom. Zatim se dobiveni broj pomnoži opet s prosječnim brojem ozljeda po jednom radniku i podjeli sa dva, pa se dobije predvidivi broj radnika.

* Human factors and safety, International Labour Office — Geneva, 1966.

sa dvije ozljede; itd. U studiji, u jednom metalnom poduzeću (Maček, O., 1960.) izrađeni su Poisson-ovi poligoni za 4 godine. Na grafičkim prikazima izrazito se vide razlike između očekivane i stvarne distribucije. Značajnost razlike dokazana je „Chi“ kvadrat-testom

$$\text{Chi}^2 = \frac{(S - O)^2}{O}$$

(S = suma, s = stvarni broj ozljeda, O = očekivani broj ozljeda). Broj stupnjeva slobode (df) iznosio je za prve dvije godine 8, za 3. godinu 7, a za 4. šest. Prema tome utvrđeno je, da je u prvoj ispitivanoj godini 9,8% radnika sa 5 ili više ozljeda bilo odgovorno za 30,3% svih ozljeda; u drugoj godini 13,9% radnika za 36,8% svih ozljeda, itd. Međutim, u diskusiji ove studije prikazano je, da za praktičku primjenu ova statistička tehnika ima ograničenu vrijednost, radi veoma nejednakog stupnja opasnosti kojima su rudnici eksponirani, i ne, homogenosti grupe. Pa ipak, Poisson-ova distribucija ukazuje na činjenicu, da nešto u preduzeću nije u redu, ako su odstupanja stvarne od očekivane distribucije naročito značajna. Zbog toga je dobro ovu tehniku koristiti.

Za svakodnevnu upotrebu preporučuje se vođenje individualnih kartica (za svakog radnika koji se u toku godine ozlijedio), na koje se unaša svaka nova ozljeđa koja se dogodila. Na taj način, na svršetku godine, registrirani su svi radnici kojima se ozljede opetuju i koji odnose najveći broj ozljeda. Jasno je, da je poznavanje tih radnika za prevenciju ozljeda od neobične važnosti.

Indeksi za procjenu i kritiku ozljeda na radu. — Najpoznatiji indeksi, koji se gotovo svuda u svijetu upotrebljavaju su indeks učestalosti ozljeda (frequency rate), indeks težine ozljeda (severity rate), i indeks težine po jednoj ozljedi.

Njihove formule glase:

$$I_u = \frac{\text{broj ozljeda} \times 1,000,000}{\text{broj radnih sati ekspozicije}}$$

$$I_t = \frac{\text{broj izgubljenih radnih dana} \times 1,000}{\text{broj radnih sati ekspozicije}}$$

Broj radnih sati ekspozicije je suma svih određenih radnih sati u tom periodu (godini)

od predviđenog fonda radnih sati, kao i prekovremenih sati koji su realizirani u tom periodu vremena. Broj ozljeda znači broj slučaja ozljeda koje su se dogodile u toku jedne godine. Broj izgubljenih radnih dana je broj dana bolovanja zbog ozljeda u toj godini (ili stvaran broj izgubljenih radnih dana koji se dobija ako se obračunaju nedelje, blagdani i svi ostali neradni dani).

Ovi indeksi se mogu računati za određeni vremenski period za poduzeće — kao cjelinu, za pojedine pogone, za pojedine grupe radnika, kao npr. određenu starost, spol ili kvalifikaciju, itd.

Indeksi postaju, međutim, značajni tek onim momentom, kada se njima uspoređuju učestalost ili težina ozljeda za dvije vremenske periode, dva različita pogona ili dvije grupe radnika, itd.

Prosječan broj dana bolovanja po jednoj ozljedi:

$$\frac{\text{ukupan broj dana bolovanja}}{\text{ukupan broj slučaja ozljeda}}$$

Naravno da se za ove indekse uzimaju samo ozljede koje su imale za posljedicu bolovanje.

Nebrojeno mnogo raznih indeksa izradile su pojedine velike kompanije i društva za suzbijanje nesreća. Međutim svi ti indeksi imaju veoma ograničenu vrijednost. Današnji zahtjevi analize ozljede na radu traže mnogo dublje ispitivanje, kao individualnih karakteristika unesrećenih, karakteristike okoline (socijalnih), a indeksi služe za orijentaciju i evoluciju poduzetih preventivnih mjera. Zato su možda dovoljni ovi indeksi koje preporučuje ILO a vrlo su jednostavnii.

Npr. Enpi u Italiji (Ente Nazionale di propaganda per la prevenzione degli infortuni) koristi za svoje potrebe, u odnosu na težinu ozljeda, ovu formulu:

$$I_t = 1000 \times \frac{\frac{L}{G} - S + 6000 \left(\frac{P}{100} + M \right)}{N}$$

gdje su:

L = broj radnih dana vremenskog perioda ispitivanja

G = broj ukupnih dana vremenskog perioda ispitivanja

$S =$ broj izgubljenih radnih dana zbog ozljeda

$P =$ suma postotaka trajanja nesposobnosti za taj period

$M =$ broj smrtnih nesreća

$N =$ efektivni broj radnih sati

Taj formula je prikazana zato, jer se jasno vidi da su u nju uključeni i smrtni slučajevi, što se u ranije citiranom indeksu težine ozljeda ne vidi. Mi smo ali dužni i ove dane, kao i one koji se gube zbog invaliditeta uračunati. Prema Međunarodnom birou rada treba za 1 smrtni slučaj računati gubitak rada od 25 godina, odnosno 7500 dana. Stopostotni invaliditet odgovara takođe gubitku od 7500 dana, a svaki procenat invaliditeta predstavlja vrijednost od 75 dana. Američki standard opterećuje smrtnu nesreću na radu sa 6000 izgubljenih radnih dana, odnosno u procentu npr. gubitka ruke iznad ručnog zglobova 3600 dana, jednog oka 1800 dana itd. U smrtnom slučaju mi gubimo čitavog čovjeka, našeg rudara i ne bi se mogao usvojiti prijedlog Instituta za rudarstvo sa gubitkom od 15 god., tj. 4500 dana. I računski gubimo njime mnogo više nego 4500 dana. Taj je čovjek školovan za svoje znanje, on je eventualno obrađivao svoju zemlju i doprinosio stvaranju nacionalnog dohotka, mi ga gubimo možda kao odgojitelja svoje djece, kao društvenog radnika itd.

Ima mišljenja, da se pad ili porast smrtnih nesreća može uzeti kao indeks za pad ili porast opće učestalosti nesreća. Ovakav je stav nije pravilan. U našoj je zemlji broj smrtnih nesreća, u odnosu na prve godine iza oslobođenja, do danas pao, a znademo koliko, je pao. Za ukupni broj nesreća to ne znamo i ne smijemo donositi zaključak na temelju kretanja smrtnih nesreća. To se može vidjeti na slijedećoj tablici:

Tablica 2

Ukupni broj ozljeda na radu i smrtnih slučaja u periodu od 1959 — 1964. godine u proizvodnji i preradi uglja u Bosni i Hercegovini

Godina	Ukupno ozljeda	Smrtnih slučaja	%
1959.	8869	31	2,36
1960.	9640	23	3,76
1961.	7830	25	3,13
1962.	8113	76	10,67
1963.	7700	17	4,52
1964.	8282	23	3,60

Razlike u odnosu ukupnog broja ozljeda i smrtnih uočljivo variraju od godine do godine.

Epidemije i endemije ozljeda na radu. Sa medicinskog gledišta ozljede na radu tretiraju se naročito u epidemiologiji, kao svako drugo masovno oboljenje. „Nesreće kao zdravstveni problemi naroda potpadaju pod iste biološke zakone kao i bolesti”, istakao je Gordon, J. E. (1949). S time u vezi ispituje se u epidemiologiji prevenciju i incidenciju, te letalitet i morbiditet ozljeda na radu. Ovi se pokazatelji razlikuju od ranije navedenih, no mogu da nam, isto tako, korisno služe u praćenju kretanja te bolesti.

Važne su epidemije nesreća, jer traže hitnu intervenciju i ispitivanje. Npr. u 1961. godini desila se u Jugoslaviji 51 kolektivna nesreća, dakle — 51 epidemija nesreća sa po 10—11 ozljedenih među kojima je bilo i smrtnih slučajeva.

Ima pak privrednih djelatnosti u kojima se nesreće prema incidenciji javljaju endemski, (sa većim brojem slučajeva u usporedbi sa drugim privrednim granama, stalno iz godine u godinu) to su: proizvodnja i prerada uglja, metalna industrija, industrija građevnog materijala, drvna industrija i građevinarstvo.

Privredne grane sa najvećim letalitetom jesu: saobraćaj, obojena metalurgija, djelatnost komunalnih poslova, poljoprivreda, proizvodnja i prerada uglja. Upravo u izračunavanju letaliteta dolazi vjerojatno do izražaja pogreška, da se ne prijavljuju svi slučajevi ozljeda na radu, ali se prijavljuju svi smrtni slučajevi pa je omjer nesiguran.

Tabuliranje podataka iz prijava za nesretni slučaj može se vršiti na više načina, no osnovne tablice se ne mijenjaju, jer se želi ukazati na značaj ozljeda u pojedinim pogonima, na njihov izvor i uzrok, na pojavu po mjesecima itd. Važno je izraditi ukrštene tablice koje mogu koristiti u dalnjem ispitivanju značajnosti pojedinih faktora. Značajnost se mora uvijek statistički dokazati i tek nakon toga donijeti zaključak. Tablice obrađenih podataka služe za izradu analize. U prijedlog Rudarskog instituta — Beograd za praćenje ozljeda pri radu trebalo bi unijeti obradbane tablice sa jasno postavljenim ciljevima. Npr. tablica »Pregled telesnih povreda i smrtnih udesa po kvalifikacijama, starosti, stažu i vremenu“ sa svojim apsolutnim brojevima, je od male koristi:

Klasifikacija u specijalnim slučajevima. - U našu takova klasifikacija, koju navodi američki standard — ne postoji. Ta klasifikacija određeno ukazuje na najvažnije elemente pomoću kojih se može utvrditi da je izvjesno stanje uslijedilo nakon nesreće pri radu. Npr. to je: ingvinalna hernija (kila), izrazita bol u križima, bursitis, tendosinovitis (upale zglobovnih čaura), ekspozicija ekstremnim temperaturama, iritacije i infekcije kože, pogoršanje već postojeće bolesti itd. Naši se liječnici često puta nađu u velikoj dilemi pred odlukom — radi li se o ozljedi pri radu ili ne. Standardi bi im sigurno pomogli.

Evaluacija postignutih uspjeha u prevenciji.

Najjednostavniji način evaluacije naših napora i akcija u prevenciji nesreća daju ranije navedeni indeksi, kojima se uspoređuje perioda u kojoj je akcija provedena, sa ranijim vremenskim intervalom.

Ima, međutim, veoma mnogo metoda za evaluaciju, koje su izradila pojedina velika poduzeća. Kao primjer navodi se metoda APEX (Accident prevention efforts index) koju prikazuje Payne, C. L., (1966). Ovaj indeks ima vrijednost samo u slučaju ako su tačno određeni zadaci u suzbijanju nesreća: na nivou najviših rukovodilaca u poduzeću, na nivou pogona, po odjeljenjima, zadaci službe sigurnosti pri radu, zadaci službe za održavanje strojeva i uredaja itd. Zadaci svakog nivoa ili službe u nekoj akciji predstavljaju vrijednost od 100%. Ovaj se omjer može npr. razbiti na 4 faze rada ili 4 podzadataka svaki od njih nosi vrijednost od 25%. Po završenoj akciji utvrđuje se postotak izvršenja zadataka za svaki nivo ili službu, pa za čitavo poduzeće, a formula glasi:

$$\frac{\text{suma svih Postotaka pogona i službi}}{\text{broj pogona i službi}}$$

APEX-om se evaluira kvantitet urađenog posla na suzbijanju nesreća, a ne kvalitet. Payne-ovo iskustvo pokazuje, da ovakovo vrednovanje motivira rukovodioce i radnike u pogonima na unapređivanju sigurnosti u radu.

Ne sreće na putu na rad i sa rada, te nesreće koje su se dogodile na službenom putu, smatraju se, po našim propisima

socijalnog osiguranja, kao nesreće na radu. Predlaže se, da se te nesreće posebno registruju i vode, jer su posve različite po kvalitetu od nesreća na radnome mjestu. Na njih se putem prevencije može slabo uticati, pa ipak je i za te nesreće program prevencije važan. Ispitivanje ovih nesreća može se poistovjetiti sa ozljedama koje se događaju van rada.

Nesreće van rada uposlenih radnika. O ovim se nesrećama takođe vodi računa u mnogim zemljama. National Safety Council predlaže, za praćenje nesreća van rada, slijedeći formulu:

$$\text{broj nesreća van rada} \times 1,000,000 \\ 321 \times \text{broj uposlenih} \times \text{broj mjeseci}$$

Beknap u prikazu ove metode navodi, da se pošlo sa slijedećih pretpostavki »The off-the-job frequency formula« temelji se na 312 sati ekspozicije u mjesecu. Normalno jedan uposleni radi 8 sati dnevno kroz 5 dana u tjednu. Ako se odbije 8 sati dnevno za spavanje, ostaje 8 sati u danu ili 40 sati za vrijeme radnog tjedna, u kojima je uposleni izložen opasnostima van rada. Osim toga ima dva slobodna dana u tjednu — po 16 sati, pomnoženo sa 4 1/2 tjedna u mjesecu. Sve ukupno to iznosi 312 sati ekspozicije mjesечно.

O krivnjii za uzrokovanje nesreće. — Kod nas se mnogo govori o krivnji za nesreću, i u poduzeću se pozivaju često organi javne bezbjednosti da utvrde krivnju. U veoma opširnoj literaturi gotovo se ne može naći nikakovih podataka o klasifikaciji krivnje. Već je spomenuto, da su rijetki slučajevi nesreća kod kojih kao uzrok igra ulogu samo jedan faktor. Unutar ovog područja ozjeta u kojem je utvrđen samo jedan uzrok, ima tek po koji slučaj gdje je krivnja očita. Čim nesreća ima više uzroka, krivnja se gotovo ne može utvrditi, jer je teško reći koliko je međusobno jedan uzrok uticao na drugi. Desoille, H. (1955.) smatra, da jedan faktor u uzročnosti pojačava drugi, dakle faktori se u svom učinku ne zbrajam nego množe: $F_x F_x F = \text{nesreća}$. Zato se i ne može statistički klasificirati, pri nesrećama na radu, krivnja. Za neki slučaj krivnja može ležati na rukovodstvu poduzeća, na poslovodji ili brigadiru, na sa-

Tablica 3

Vrijednost izgubljenih radnih dana zbog povreda

	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.
Izgubljeni radni dani u 000	4431	4627	4618	4281	5040
Vrijednost društvenog proizvoda u milijunima SD	16970	16101	17594	18793	28002
Vrijednost u nacio- nalnom dohotku u milijunima SD	15907	15930	16130	15878	25452

Analiza

Dosta se često susrećemo sa činjenicom, da odgovorni službenici u poduzeću, nakon što su sakupili i tabelirali podatke o nesrećama, ne znaju izvršiti analizu rezultata rada. Teško je, i gotovo nemoguće, dati potrebna uputstva za analizu. To se može učiniti — pravilno i korisno za čitaoca — samo na konkretnom primjeru jednog poduzeća, sa uvidom u sve tabele, najmanje za dvije godine (radi usporedbe) i radi mogućnosti da se utvrdi značajnost izvjesnih pojava. Prikaz analize traži, prema tome, veći prostor i predstavlja materijal za posebni članak.

U Rudarskom institutu — Beograd, očito je sa mnogo interesa i dobre volje, izrađen pokušaj da se riješi pitanje evidentiranja i statistike, te analiza nesreća pri radu. Taj prijedlog daje mnogo korisnih sugestija za diskusiju na kojoj bi se to pitanje »in toto« rješavalo. Prijedlog nije u cijelosti uspio, jer su se pitanja evidentiranja i statistike nastojala riješiti u uskim i često nepravilnim okvirima postojećih propisa. Na temelju Pravilnika o vođenju evidencija u oblasti rada (Sl. list SFRJ br. 55/1965., čl. 87—96) sigurno se ne mogu izraditi analize, koje bi u poduzeću svrsishodno usmjeravale program prevencije, a vjerovatno mu to nije niti cilj. Taj pravilnik služi potrebama inspekcija rada.

Osnovni pokazatelji za ekonomsku analizu nesreća pri radu

Bilo je više pokušaja da se prikažu gubići koje trpi naša zemlja od nesreća pri radu. Npr. F e l i k s, R. (1965.) je pokušao da izrazi izgubljene radne dane zbog ozljeda na radu, kroz društveni proizvod i nacionalni dohodak za čitavu Jugoslaviju.

Prema tome, vrijednost izgubljenih radnih dana predstavlja u društvenom proizvodu oko 17—28 milijardi starih dinara, a izražena kao nacionalni dohodak oko 16—25

milijadi starih dinara. Npr. u SAD nesreće na radu koštale su u 1965. godini 18 milijadi dolara, uvezvi u obzir:

— gubitke zarada radnika	5,300.000.000 US \$
— medicinske izdatke	1,800.000.000 US \$
— isplate osiguravajućih zavoda	3,600.000.000 US \$
— materijalne štete motornih vozila	3,100.000.000 US \$
— materijalne štete zbog vatre	1,455.000.000 US \$
— indirektni troškovi	2,800.000.000 US \$

Od mnogih prijedloga za ispitivanje ekonomskog značaja ozljeda na radu ukazuje se na dvije sheme i to onu internacionalnog udruženja za socijalno osiguranje te onu američkog standarda.

Prvi navedeni prijedlog izradio je ing. Riccardi, R. poznati stručnjak u suzbijanju nesreća. Njegov prijedlog imao je za cilj, da se u ispitivanju dobiju što tačniji rezultati, da metoda ispitivanja bude prisutna u svim zemljama, da kriteriji budu isti, pa da se podaci raznih zemalja mogu upoređivati i utvrditi koliki je finansijski teret koji snosi svaka zemlja. Gubitke koji će se na taj način utvrditi, pokušao je podjeliti u one koji opterećuju društvo i one koje snosi poduzeće. Za nesreće koje imaju za posljedicu bolovanje od jednog i više dana i obuhvaćeni su, za poduzeće, sljedeći elementi koštanja:

- koštanje radnog vremena unesrećenog
- izdaci za prvu pomoć
- eventualni drugi izdaci poduzeća u pružanju pomoći
- gubitak zbog prolazno umanjene radne sposobnosti unesrećenog kada se vrati na posao

- gubitak zbog prolazne umanjene radne sposobnosti radnika koji je unesrećenog zamjenio
- gubici zbog neproduktivnih radnih sati
- gubici zbog izgubljenog vremena drugih radnika
- koštanje prekovremenih sati
- štete na strojevima, uređajima i slično
- ostali troškovi.

U američkom standardu* naglašava se, da je neobično važno koštanje nesreća pri radu kalkulirati u smislu direktnih i indirektnih gubitaka. Smatra se, da su indirektni gubici četiri puta veći od direktnih. U 13 tačaka prikazani su troškovi i gubici koje bi trebalo izračunati za svaku ozljedu posebno. Prvih 5 tačaka obuhvataju troškove osiguranja, medicinske troškove, izgubljeno radno vrijeme ozlijedenog, njegovih drugova i poslovođe. Dalje 4 tačke obuhvataju gubitke produkcije i štetu učinjenu na strojevima ili drugoj opremi, odnosno kvar u proizvodu ili materijalu koji se obrađuje. Zatim se navode sudbeni i slični troškovi, te gubici zbog početne, nedovoljne sposobnosti radnika pri povratku na rad.

Izračunavanje ekonomskog značaja nesreća pri radu veoma je kompleksno. Ovisi o faktorima koji se uzimaju u obzir i njihovoj procjeni. Tako je npr. za 1952. godinu izračunao gubitke nesreća pri radu ing. Švager, J. (1955.) za Sloveniju, i ekonomista Vinski, J. (1954.) za Hrvatsku. Prema njihovim kalkulacijama gubitak po jednoj ozljedi u prosjeku je iznosio u Hrvatskoj oko 21.140 SD, a u Sloveniji oko 128.420 SD, dakle preko 6 puta više.

Zato bi bilo potrebno i za izračunavanje gubitaka zbog ozljeda na radu donijeti određeni standard.

Zaključak

Izloženi stavovi i metode ukazuju na veliku korist koja proizilazi iz upotrebe i primjene statističkih mjerila u prevenciji profesionalnog traumatizma. »Eviter la mystique de l'accident« kaže se u proglašu Svjetske zdravstvene organizacije**) Treba otkriti, što je moguće egzaktnijim metodama, što

*) For Contractors performing Federal Supply Contracts under the Walsh-Healey Public Contracts Act, Safety and Health Standards — Washington, 1951.

se krije iza tog gubitka od cca 25 milijardi starih dinara?

Da bi statistika u programiranju prevencije mogla odigrati svoju važnu ulogu, bilo bi neophodno, u skladu sa rezolucijom desete međunarodne konferencije statističara rada:

- reorganizirati postojeći sistem statistike nesreća pri radu i položiti je u ruke stručnjaka zaštite pri radu, tehničara i medicinara u prvom redu;
- donijeti standarde za praćenje nesreća pri radu, utvrditi definicije i metode za obradu i za tumačenje podataka.

To znači da bi grupa stručnjaka trebalo riješiti, npr. pitanja:

- nomenklature izvora ozljeda pri radu,
- pravilnog, stručnog i jednoobraznog šifriranja prijava nesreća pri radu u zavodima za socijalno osiguranje,
- kontrole obuhvata u prijavljivanju svih ozljeda na radu sa jednim i više dana bolovanja,
- instruktaže osoba koje ispituju izvor i uzrok ozljeda na radu i poduzećima,
- definicije smrtnog nesretnog slučaja,
- registracije ozljeda sa posljedicama, invaliditeta,
- svršishodnih tabulacija za obradu prijava o nesretnom slučaju,
- registracije ozljeda na radu koje nemaju za posljedicu prekid rada,
- pojmove »lakih« i »teških« ozljeda na radu,
- dana nesposobnosti u smrtnom slučaju, slučaju sa posljedicama invaliditeta i dana privremene radne nesposobnosti,
- standarnih pokazatelja i indeksa,
- standara za različita stanja i bolesti kojel treba smatrati nesrećom pri radu,
- nesreća na putu na rad, sa rada, službenom putu i nesreća van rada,
- principa za izradu analiza kretanja ozljeda pri radu,
- principa za ekonomsku analizu ozljeda pri radu,
- principa u naučno-istraživačkom radu u ispitivanju ozljeda pri radu.

Ovaj bi časopis veoma zadužio čitavu našu privredu, a u prvom redu produktivne radnike, ako bi uspio ova pitanja pokrenuti.

**) Journée mondiale de la santé 'Le meilleur produit de l'usine moderne: La sécurité, WHO — 1961/6.

Pa ipak, ne smije, se značaj statistike preuveličati. Iza svake nesreće stoji ljudsko biće, koje reagira kao seismograf na svaki i najmanji stres, koga često nije svjestan. U psihofiziološkom pogledu već sam život čovjeka nije ništa drugo nego lanac u kome su karike niz adaptacija okolini, koja isto tako predstavlja niz stresova. Dvadeseto stoljeće veoma je naporno za živčani sistem čovjeka, iako je, snošljivije za mišice. Mnogi se ljudi dosta lako prilagodavaju stvarnosti i uspješno rješavaju svoje životne probleme. No ne

treba zaboraviti da i oni, koji su najbolje prilagođeni, imaju svoje slabe tačke. Svi smo mi vulnerabilni, svi imamo naše »Ahilove pete«. I prema tome smo, svi eksponirani mogućnosti nesreće, jedan više drugi manje. Jedan tehničar je sa pravom rekao, da je danas proizvodnja nitroglicerina daleko manje opasna, nego li utoyar jednog sanduka. U prvom je slučaju sve dirigirano-tehničkim principima, a u drugom slučaju čovjekom, tako savršenim, a u isto vrijeme: pogriješivim bićem.

ZUSAMMENFASSUNG

Statistische Erhebungen — Grundlage für die Vorbeugungsmassnahmen beim Beruf straumatismus

Dr. O. Maček*)

Bei Krankenschichten der Arbeiter ist das Hauptproblem — heute wie vor zwanzig Jahren — die Verletzungen bei Unfällen. In der Gesamtzahl der Krankentage der aktiv Versicherten betragen in SFRJ in einem Jahre die Unglücksfälle wie die Tuberkulose je 4,5 Mio Krankentage.

Bei der Beantwortung der Frage, warum kein durchschlagender Erfolg bei der Bekämpfung der Unfallziffern zu verzeichnen war, kann man sagen, dass neben anderen Faktoren, das Fehlen einer richtigen Programmierung und Planierung eine der Hauptursachen ist.

Es ist oft festzustellen, dass die verantwortlichen Beamten im Betrieb, nachdem sie Angaben über Unglücksfälle gesammelt und in die Tabellen gesetzt haben, dieselben nicht auszuwerten verstehen.

Ausserdem ist es schwer Anweisungen für Analysendurchführung in einem Unternehmen zu geben. Das kann man erst richtig machen, wenn man über Tabellen für 2 Jahre verfügt, um Vergleiche ziehen zu können.

Das Bergbauinstitut hat viel Interesse für dieses Problem gezeigt. Es wurde ein Versuch gemacht, die Frage der Evidenz, der Statistik und der Analyse der Arbeitsunfälle zu lösen. Dieser Vorschlag brachte viel nützliche Suggestionen für eine Diskussion, in welcher diese Frage im Ganzen gelöst werden könnte. Der Vorschlag ist nicht ganz gelungen, weil versucht wurde, die Frage der Statistik und der Evidenz im Rahmen der bestehenden Vorschriften, die sehr oft eng und nicht entsprechend sind, zu lösen.

L i t e r a t u r a

Desoille, H., 1955: Objet de la médecine du travail. — Cours de perfectionnement de médecine du travail, Paris.

Feliks, R., 1965: Finansijski efekti zdravstvene zaštite radnika. — Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu — Seminar u Opatiji.

Gordon, J. E., 1949: The Epidemiology of Accident. — American Journal of Public Health, 39, 504.

Graf, O., Mausolff, A., Neuloh, O., Arru-sel, B., 1958: Der Arbeitsunfall und seine Ursachen. — Stahl und Eisen, 5.

Greenwood, M., Woods, H. M., 1919: The incidence of industrial accidents upon individuals with special reference to multiple accidents. — Industrial Health Research Board, London.

*) Prof. dr Oiga Maček, Medicinski fakultet, Sarajevo

- Heinrich, H. W., 1950: Industrial Accident Prevention. — McMillan, New York.
- Jokanović, B., 1963: Evidencija i statistika telesnih povreda i smrtnih udeša u našim rudnicima. Pokazatelji učestalosti i težine telesnih povreda i stepena opasnosti pri radu u rudnicima. — Rudarski institut, Informacije B, 12—13, Beograd.
- Maček, O., 1951: Profesionalni traumatizam u fabrici „Rade Končar“. — Savezni zavod za produktivnost rada, Beograd.
- Maček, O., 1960: Problem sklonosti ka unesrećivanju, rezultati ispitivanja. — Organizacija rada, 8, 1617—1624.
- Maček, O., 1966: Kritika statističke osnove za analizu profesionalnog traumatizma. — Medicinski glasnik, 9, 318.
- Maček, O., Svaiger, J., 1964: Za pravilno klasifikacijo pri delu. — Delo in varnost, 4, 77.
- McFarlan, Ross, A., Moore, R. C., 1961: The Epidemiology of Accidents in Accident Prevention. — McGraw Hill, New York.
- Payne, C. L., 1966: APEX - a system for rating accident effort. — National Safety News, 9, 39.
- Petz, B., 1960: Traumatizam sa aspekta psihofiziologije rada. — Referat održan na Seminaru iz oblasti medicine rada: Savezni zavod za narodno zdravlje, Beograd.
- Recht, J. L., 1966: Systems Safety Analysis: Failure and Effect. — Safety News, 2, 24.
- Riccardi, R.: Die wirtschaftlichen Folgen des Arbeitsunfalls. — Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit.
- Rosenbaum, S., 1949: A Significance Chart for Percentages. — Applied Statistics, 8, 45.
- Stojak, R., 1963: Neke karakteristike mikro-povreda na radu 1962. godine. — Pregled 9.
- Svaiger, J., 1955: Analiza nesreće pri delu v L. R. Sloveniji. — Ljubljana.
- Vinski, J., 1954: Ekonomsko značenje ozljeda pri radu za privredu Hrvatske. — Narodno zdravlje.

Razvijanje rentabilnejših in varnejših načinov odkopavanja močnega samovnetljivega slojišča rjavega premoga Zasavskih rudnikov

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Franc Legat

Uvod

Tektonsko zelo razčlenjeno močno oligocensko slojišče rjavega premoga Zasavskega bazena s hitro se spremenjajočimi slojnimi karakteristikami (debelina, padnice in smernice), zelo heterogenih mehanskih lastnosti, podvrženo samovžiganju in v spremstvu plastičnih prihribin v talnini in krovini zahteva pri njegovi eksploataciji posebnih prijevov.

Zelo močne tektonske sile so v svojem večkratnem delovanju na trdnostno zelo heterogeno slojišče, močno dislocirale in deformirale. Na mnogih mestih so sile gubanja iztisnile iz čvrste krovinske mase mehkejše plastične talinske mase premoške substance

in tako ustvarile mnoge položene gube sestavljene samo iz krovnega premoga zelo pestrih slojnih karakteristik. Trganje, prevračanje in narivanje teh gub druga na drugo je ustvarilo luskasto strukturo slojišča z mnogimi smernimi krovinskimi in prečnimi prelomnicami. Posledica tektonike so kratke smerne dolžine odkopnih polj in v smeri padnic in smernic hitro spremenljiva debelina slojišča. Pojavi samovžiganja premogovega slojišča, ki so kot običajno v različnih lokacijah zelo različni v odvisnosti od njegovih petrografskeih in kemičnih lastnosti in od večjih ali manjših tektonskih porušitev, redno nastopaju pri neustreznih prijemih rudarjenja in prezračevanja. Večanje njegovih trdnostnih karakteristik v smeri od talnine

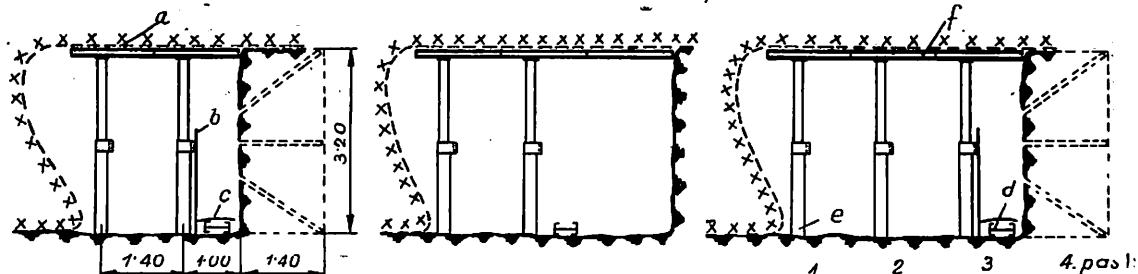
do krovnine pa je posledica zmanjševanja vsebine mehkih talnih glin v premoški substanci. Kot neposredna talnina slojišča nastopajo plastične črne gline z mnogo premoške substance, ki prehajajo v globino v sive peščene gline, kot neposredna krovnina pa črni drobljivi bituminozni tenkoploščati laporji, ki prehajajo v višino v rjave in sive ploščate laporje. Osnovo premoške formacije sestavljajo mestoma močno erodirani trdni triadni dolomiti in mestoma slabo trdni psevdoziljski škriljavci. Oligocenska formacija je močno erodirana in diskordantno prekrita z trdnimi miocenskimi apnenimi skladi.

ki so locirani v krovnem sistemu slojišča pa so zgrajeni v slabotrdnih oligocenskih krovnih slojih v podporju v zidani izvedbi (revir Ojstro), ali pa v trdnih miocenskih apnencih brez podporja (revir Dol). Glavno prevozno obzorje zgrajeno v triadi, v skupni dolžini cca 6 km, za trolej lokomotivni prevoz, povezuje separacijo rudnika na koti 220, ki leži ob glavni železnici Ljubljana-Zagreb, v vsemi njegovimi revirji. Polja in revirji, ki so med tem obzorjem, so z njim povezani z silniki, tista pod obzorjem pa z slepimi jaški, ki jih bomo morali zaradi njihovih zastarelih in nezadostnih kapacitet nadomestiti s us-

KARAKTERISTIKE ODKOPNE FRONTE
DOLŽINA 48 m
VIŠINA ETĀZE 3,2 m
DNEVNI NAPREDEK .. 2,8 m
DOBITEK 4,0 t/m ²
PROIZVODNJA 54,0 t/dan
ZASEDBA ČELA 68 št/tov/dan
ODKOPNE STORITVE... 2,9 t/št

Faza dela	1 Treščina								2 Treščina								3 Treščina								
	1	2	3	4	5	C	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. PRIDOBIVANJE																									
2. PRESTAVA DVT																									
3. POLAGANJE ARMATUR																									
4. PUSTAVLJANJE STUJK																									
5. ZARUŠAVANJE																									
6. ZASIPAVANJE																									
7. DRIPRAVA FRONTE																									

PLANUGRAM DEL



1 Faza: priprava odkopne frunte z masovno odstrelitvijo za produktivno delo

2. Faza: situacija pred prestavitvijo DVT-ja; po masovni odstrelitvi se je zavaroval strop in odpremilo odstreljeni premog.

3. Faza: po prestavitevi DVT sledi delo kot v prvi fazi, pokrivanje DVT-ja in armiranje tal. Po izdelavi 4. pasu se prestavi DVT iz 3. v 4. pas in postopno likvidira 1. in 2. pas

Sl. 1 — Shematski prikaz ciklusa širokočelnega odkopavanja pod armiranimi stropi z masovnim odstreljavanjem v zaporednem dovtretjinskem produktivnem obratovanju.

Abb. 1 — Die schematische Darstellung des Arbeitsablaufes beim Strebau unter Drahtgeflechtfirsche durch Schiessen und produktiver Zweischichtengewinnung.

Glavni izvozni jaški in glavni smerni obzorni objekti, ki so locirani v talnem sistemu slojišča, so zgrajeni ali v trdnih triadnih dolomitih brez podporja (revir Trbovlje) ali v sivih plastičnih glinah v podporju v zidani izvedbi (revir Hrastnik), ekvivalentni objekti,

trezni transportnimi vpadniki. Medobzorne višine, ki se sedaj gibljejo v hrastniških revirjih med 30 in 40 m, bo potrebno v bodoče v teh revirjih zaradi pocenitve odpiralnih del in eksploatacije znatno povečati. Vsakopolje je ventilirano zaradi nastopanja metana v paralelnem sistemu, z svojo zračno strugo.

Enoetažno odkopavanje

Vsi takih slojnih pogojev se je za eksploracijo razvila enoetažna širokočelna odkopna metoda z odkopavanjem etaž od zgoraj navzdol z zarušavanjem starih del v stropu in delnim pnevmatskim zasipavanjem vseh vnetljivih predelov odkopne fronte z minimalnimi odkopnimi izgubami.

Pri nadaljnem razvijanju te metode smo skušali uvesti v proces dobivanja, kjer so to dopuščali stropi odkopov, masovno odstreljevanje premoga na pokrite transporterje in mehanično dobivanje s skobljičem. Iz procesa dobivanja pa smo imeli namen popolnoma izključiti pnevmatsko zasipavanje.

Masovno odstreljevanje premoga na odkopnih frontah na pokrite dvoverižne transporterje in z zavesami zaščitenim transportnim pasom proti stariim delom, se ni dalo uvesti v proces dobivanja kot sistem zaradi slabih stropov odkopov (sl. 1).

S poskusi mehaničnega dobivanja premoga s skobljičem nismo dosegli predvidenih rezultatov, t. j. odkopnih storitev 8,0 t/š in dnevni napredok odkopne fronte 2,8 m bolj zaradi nepripravljenih stropov odkopov in nezadostne opreme za poskuse (brez samohodnega hidravličnega podporja) kot zaradi etažne odkopne metode, neodgovarjajočih oblik in dimenzij odkopnega polja in zelo različnih trdnostnih karakteristik premoga v tleh in steni čela.

Da bi popolnoma eliminirali iz procesa dobivanja dragi pnevmatsko zasipavanje smo preizkušali razne sisteme talnih oblog na katere smo zarušavali vžigljivo krovino. Vendar smo morali napredovanje odkopnih front pod temi armaturami z rahlo nasuto, nesprejeti in večkrat ogreto črno krovino po 3 do 4 etažah prekiniti zaradi poslabšanja njih stropnih in klimatskih pogojev. To so zahtevala tudi mnoga žarišča ognjev v kontaktih in prelomnicah smeri spodnjih izvoznih prog z starimi deli zgornje odkopne etaže.

Ta enoetažni širokočelni sistem odkopavanja v vodoravnih etažah od zgoraj navzdol z odkopi neposredno pod sipkimi gramazi starih del, z zarušavanjem in delnim pnevmatskim zasipavanjem vžigljivih krovinskih predelov smo tekom časa razvili v dvokrilno odprta polja in v neprekiniteno eksploracijo po Blanzy-sistemu, kjer napreduje odkopna fronta v polje z minimalnimi stroški priprav (sl. 2).

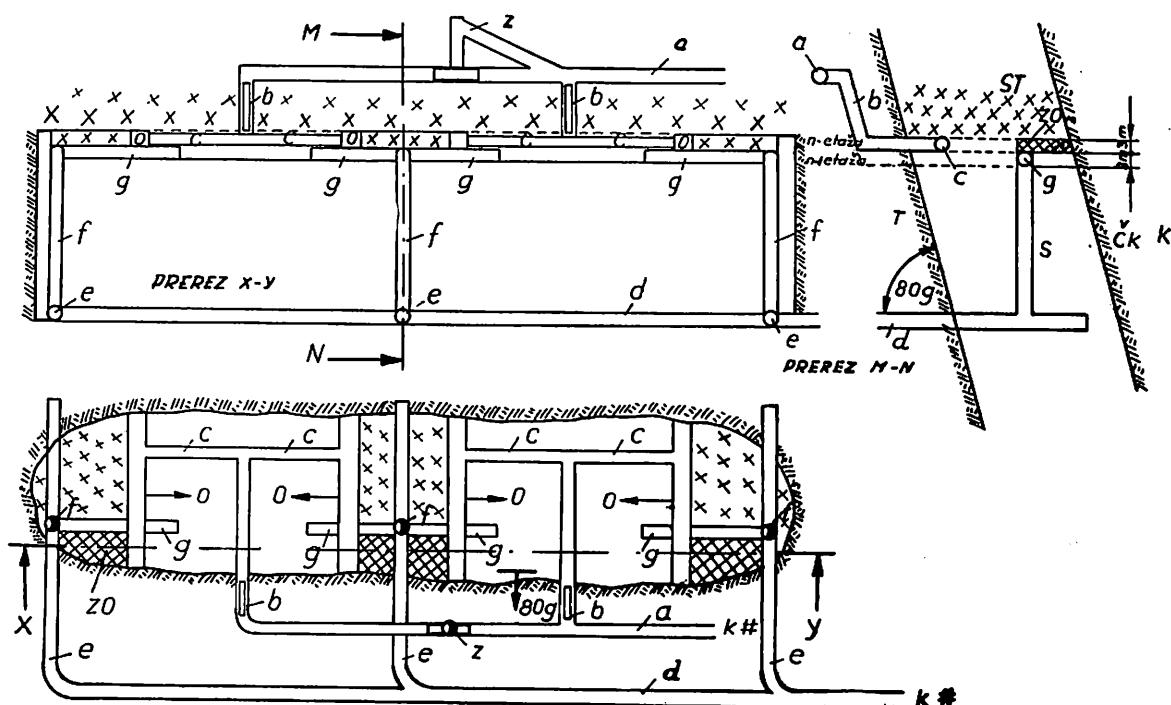
Po tem sistemu, ki smo izpopolnjevali vse do začetka premoške krize, smo še nekako dosegli tržnim pogojem ustrezone storitve. Pri višini etaže 3 m in dobitku 1,3 t/čistega premoga na 1 m³ celine slojišča, porabljamo za dnevno napredovanje odkopne fronte za 1,4 m t.j. za širino enega pasa, 0,9 do 1,0 š/m² odkopne fronte. Iz tega rezultirajo dosežene odkopne storitve v višini 5,6 do 6,3 t/š. Nizke odkopne storitve so posledica slabih stropov in močne penetracije jeklenih stojk v mehka tla odkopov. Z uvedbo Blanzy-sistema priprav spodnje etaže istočasno z napredovanjem odkopne fronte in dvokrilnih polj smo uspeli skoncentrirati proizvodnjo v minimalnem številu polj.

Dvoetažno odkopavanje

Mnogo radikalnejše racionalizacije smo morali izvesti zaradi nadaljnega slabšanja situacije premogarstva v letih 1966. in 1967. na našem energetskem tržišču. Zato smo pričeli odkopavati naše slojišče v 5 do 6 m višokih etažah v tkzv. dvoetažni odkopni metodi z kompletnim zarušavanjem odkopov. V stropih dvoetažnih odkopov imamo pri tej metodi 2 do 3 m močno etažo v glavnem čvrstega premoga. S tem smo uspeli znatno izboljšati delovne pogoje za znatno povečanje odkopnih storitev, koncentracije in varnosti odkopavanja. Tako izboljšanje stropov omogoča v večini odkopnih polj podpiranje podkopnega dela odkopov v stojk prosti odkopni fronti, pridobivanje premoga v podkopni etaži z masovnim odstreljevanjem in pridobivanje premoga v nadkopni etaži samejno pri zarušavanju. Te spremembe so zato vplivale na znatno povečanje koncentracije zaradi boljšega izkorisčanja proizvodnih zmogljivosti od prejšnjih 5,6 na 8,4 t/m² odkopne fronte in na znatno izboljšanje odkopnih storitev od prejšnjih 5,6 do 6,3 na 8,4 do 9,4 t/š, t.j. za cca 50% seveda na račun znatnega povečanja premoških izgub od prejšnjih 5 na 30%. Vendar smo morali zaradi pojavljanja nevarnih ognjev v odvoznih komunikacijah spodnje etaže spremeniti smer napredovanja dvoetažnih odkopov, ki je bila pri enoetažnih odkopnih v smeri v polje, v smer iz polja proti prijemaleščem s čemer smo preprečili preprihovanje preko nasutega in ogretega premoga v starih delih odkopov. S tem smo znatno po-

večali stroške za izgradnjo centralnih odpiralnih prijemališč, klasične priprave etaže, vzdrževanje in amortizacijo daljših etažnih prog in opreme. Za zagotovitev kontinuitete odkopavanja slojišča po dvoetažni metodi v smeri iz polja moramo vršiti priprave nižjih etaž v polje istočasno z odkopavanjem

dvoetažnega odkopavanja položnih ($<12'$) tanjših krovinskih predelov slojišča v ploščah po padnici zato, da bi povečali čistost odkopavanja, ki je sedaj večkrat problema: tična zaradi hitrejšega zarušavanja jalovih krovnih slojev kot je to slučaj pri trdnih premoških plasteh.



Sl. 2 — Shematski prikaz enoetažnega in dvokrilnega širokočelnega odkopavanja v polje z Blanzy pripravami, zarušavanjem in delnim pnevmatskim zasišavanjem.

Abb. 2 — Die schematische Darstellung eines Einscheiben- und zweiflügeligen Strebbaues als Vorbau mit Blanzy — Vorrichtung, — Bruchbau und teilweisem Blasversatz.

zgornje etaže zaradi večjih pritiskov v TH popustljivem 4-delnem ločnem podporju (sl. 3).

Da bi iz procesa dobivanja tršega krovnega premoga zgornje plošče eliminirali procese odstreljevanja v nekontroliranem metanskem področju, ki močno zadružujejo napredovanje odkopne fronte, predvidevamo v nadaljnjih racionalizacijah ali njegovo rahljjanje z visokotlačnim napajanjem ali pa magiciniranje z odstreljevanjem na zgornji etaži.

Predvidevamo tudi poskuse eno — ali

Problemi zasipavanja

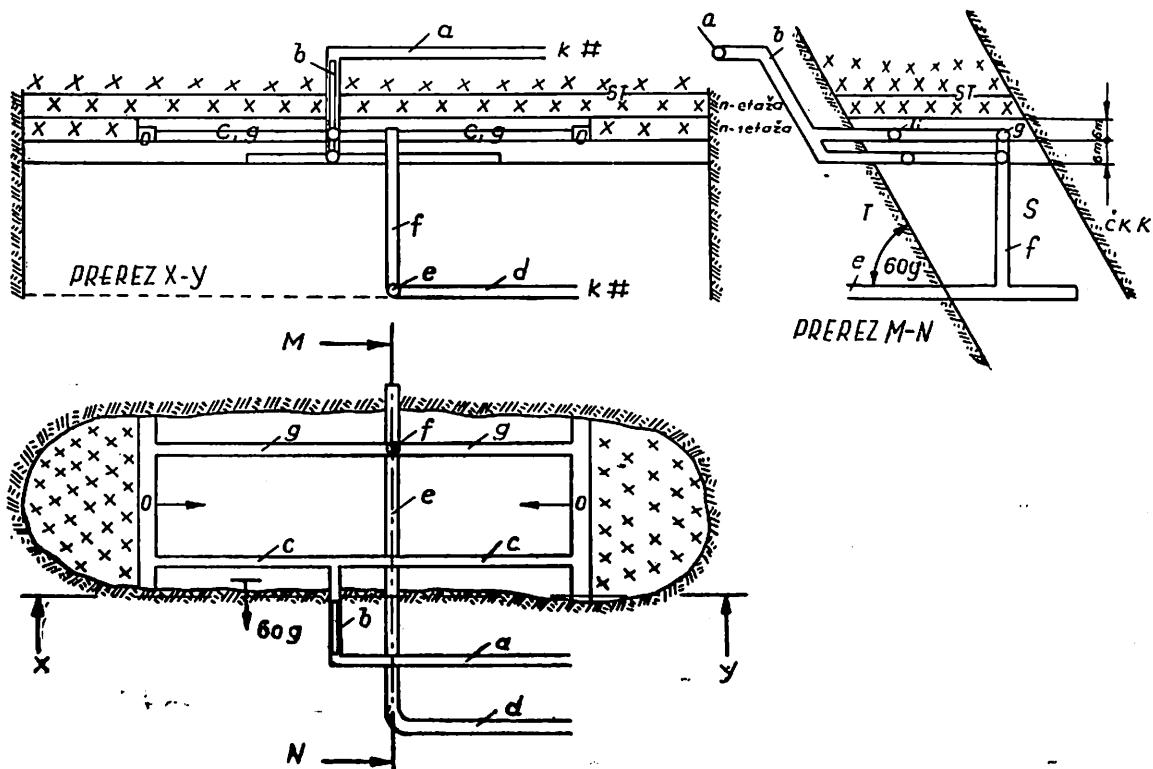
Dosedaj upotrebljamo procese pnevmatskega zasipavanja zelo uspešno pri naši enoetažni odkopni metodi zato, da preprečujemo z ustvarjanjem izolacijskih plasti, kjer je to potrebno, direktne kontakte med prezačevanimi odkopnimi prostori spodnjih etaž in vnetljivimi starimi deli zgornjih etaž in ustvarjamo ugodnejše stropne pogoje na odkopnih spodnjih etaž (sl. 2.).

Te procese dobro izkorisčamo tudi pri eno — in dvoetažnih metodah za varno za-

piranje in tesnenje opuščenih odkopov in etažnih prog pri prehodih odkopavanja na nove etaže.

Dokler se je vršilo dvoetažno odkopavanje in pripravljanje etaž v smeri v polje tako, da so obstajali mnogi direktni kontakti vstopne zračne struje z starimi deli z mnogo

To dejstvo in realne možnosti uvedbe mnogo cenejših prav tako hitrih, solidnih in dobrih postopkov zapiranja in tesnjenja opuščenih etaž z zablatenjem odn. hidravličnim zaplavljencem z raznimi goščami elektrofiltrskega pepela v vodi, omogočajo realisacijo cdločitve popolnega eliminiranja



Sl. 3 — Shematski prikaz dvoetažnega dvokrilnega odkopavanja iz polja z istočasnimi pripravami n-1 etaže v THs kompletним zarušavanjem odkopa.

Abb. 3 — Die schematische Darstellung des Zweiseiten — und zweiflügeligen Abbaues als Rückbau mit gleichzeitiger Vorrichtung der n-1-Scheibe in TH — Ausbau und völligen Zubauwerfen des Hangenden.

vnetljive narušene premoške substance, so se pojavljala v starih delih mnoga nevarna ogrevanja, ki so se prebijala v smer vstopajočega zračnega toka in razvila večkrat v odprte ognje. Ko pa smo to odkopavanje obrnili v smer iz polja, pri istočasnih pripravah nižje etaže v polje in ko smo tako preprečili z večjo višino etaže vse direktne in indirektnе zračne kontakte s starimi deli (razen na odkopni fronti pri pridobivanju premoga) smo pojave in nevarnosti samovžiganja omejili na najmanjšo mero.

dragega pnevmatskega zasipavanja iz procesov dvoetažnega odkopavanja, vendar samo v takšnih odkopno tehničnih pogojih, kjer niso zaradi rudarjenja v nevarnosti nobeni jamski in zunanji objekti.

Uporaba elektrofiltrskega pepela

V nadaljnjih racionalizacijah tehnologije odkopavanja k samovzigu podvrženega slojišča v Zasavju bo potrebno v poedinčih re-

virjih zgraditi ustreerne objekte in naprave za hidravlično zaplavljjanje odn. zablatenje v svrho

- zapolnjevanja in solidnega tesnenja opuščenih odkopov in etažnih komunikacij,
- visokotlačnega napajanja bokov in stropa prevoznih prog za varno napredovanje odkopov v polje,
- utrjevanja starih del odkopov z zablatenjem porušenega materiala v likvidirnih pasovih odkopov v svrho adaptacije stropov odkopa za mehanično dobivanje.

Kot material za to zablatenje, zapolnjevanje in visokotlačno napajanje itd., računamo, da bomo uspešno uporabljali razne koncentracije finih do grobih disperzij elektrofiltrskega pepela, apna in drugih primesi v vodi.

Elektrofiltrskega pepela najfinejših granulacij, ki so za te svrhe najuporabnejše bo v odpraševalnih napravah TE Trbovlje tako za rudnik kot za ostale potošnike dovolj na razpolago. Tehnologijo transporta pepela iz termoelektrane v silose na področje rudniške separacije bo potrebno smotrno izvesti s pomočjo komprimiranega zraka v ustreznih cevovodih, transport v jamo do izvažalne postaje na glavnem obzornem priključku revirja pa v jamskih vozičkih. Tehnologijo mešanja in transporta ustrezone gošče od mešalcev v revirjih do odkopne fronte bo potrebno smotrno izvesti hidravlično po ustreznih cevovodih in črpalkami, od tu dalje pa z visokotlačnimi napravami in ustreznimi sondami.

Pri nakladanju bo potrebno elektrofiltrski pepel primerljivo vlažiti, da se pri operacijah transporta in deponiranja v jamske bunkerje omeji prašenje. Minimalna količina vode, ki je potrebna, da se pepel ne prasi je 8,5%.

Do sedaj smo v praksi izvedli zelo malo poskusov injiciranja teh gošč v zasipni material, hidravličnega transporta po ceveh, injiciranja v boke razrušenih prog, poskusov mešanja z zasipnim materialom itd., ker ga zaradi rekonstrukcije TE in njene opekarne nismo mogli dobiti v zadostnih količinah za te masovne poskuse.

V naslednjem navajamo nekaj njegovih lastnosti iz laboratorijskih poskusov:

kemični sestav povprečnega vzorca elektrofiltrskega pepela proizvedenega iz kotlovnega premoga rudnika Trbovlje—Hrastnik je sledeč:

Tabela 1

		Frakcije		
		groba	srednja	fina
SiO ₂	%	49,62	45,95	45,08
Fe ₂ O ₃	"	8,65	9,59	9,70
Al ₂ O ₃	"	26,45	24,21	24,04
CaO	"	10,95	13,62	14,06
MgO	"	2,13	2,88	2,74
SO ₂	"	1,56	2,31	2,88
Alkalije	"	0,64	1,44	1,42

Analiza zrnavosti vzorcev pa so dale sledeče rezultate:

frakcije 0,00 — 0,040 mm	7%	45%	60%
frakcije 0,00 — 0,120 mm	50%	85%	90%
frakcije 0,00 — 0,250 mm	82%	96%	98%

V laboratorijskih poskusih so dale poskusne kocke izdelane iz srednje frakcije z dodatkom vode do konsistence gnetljive malte in z dodatkom 10% hidratiziranega apna, kocke tlačne trdnosti cca 68 kg/cm².

Vezne lastnosti pepela so odvisne od vsebine CaO komponente, ki je vezana v kalcijev silikat in aluminat.

Zapolnjevanje in tesnenje opuščenih objektov pri prehodu na novo etažo

Pri likvidaciji odkopnih etaž je potrebno etažne priključke, t.j. sipalnike, dostopne peti in odkope zapirati in tesniti iz varnostnih razlogov, v svrho preprečevanja depresij, izgubljanja zračilnih tokov in ogrevanja v porušenih starih delih z mnogo premoške substance, kar najbolj ekspeditivno in solidno.

Hitre demontaže jeklenega podpora iz prog in odkopov in ostale mehanizacije iz opuščenih objektov stare etaže in pravočasna izgradnja učinkovitih sistemov zadelk, so pogoj za preprečevanje samovziganja z skrajšanjem inkubacijske dobe v kateri se požar formira.

Zaradi mnogih globokih razpok v stenah porušenih in opuščenih etažnih objektih, ki nastajajo zaradi močnih odkopnih pritiskov ob likvidaciji etaž, je izgradnja samo tesnih zadelk v klasični izvedbi brez polnega pnevmatskega zasipa problematična. Ker so tudi dostopne poti na etažo večkrat locirane v porušeni coni odkopov, posebno v krovniškem sistemu z visokimi obzorji odprtih poljih, je treba lokaciji, sistemu, izvedbi in vzdrževanju objektov zatesnjevanja posvetiti kar največjo pozornost.

Solidnejše tesnenje opuščenih etaž je potrebno brezpogojno zagotoviti posebno pri dvoetažni odkopni metodi z izgradnjo vsaj 5 m dolgih tesnilnih con v obeh progah etaže. Ta cona naj bo omejena na eni strani z zadelko iz kladic, na drugi pa z provizorično zadelko iz obitih desk ojačeno z k razprami. Vmesni prostor med zadelkami je potrebno polno zapolniti hidroavlično z elektrofiltrskim pepelom. To polno hidroavlično zapolnitev je potrebno izvesti tako, da bodo celotna višina kot tudi vse praznine v stenah proge dobro zapolnjene in zatesnjene z plastičnim elektrofiltrskim pepelom. Ta tesnilni sistem dobro zapira stara dela tudi v slučajih, ko se pojavljajo večje deformacije in večji premiki hribin pod vplivom večjih pritiskov ob likvidaciji etaž.

Cim finejša je zrnavost uporabljenega elektrofiltrskega pepela tem plastičnejša in tesnejša je ta zadelka. Gošča elektrofiltrskega pepela in vode v najrazličnejših razmerjih se zaplavlja med zadelke po cevodih ali direktno iz mešalne naprave ali s pomočjo specialnih črpalk. Koncentracija zmesi je odvisna od razdalje med zadelko in črpalko, zmogljivost zaplavlja pa od dimenzijskih cevovodov in tlačnih višin odnosno od zmogljivosti črpalke.

Za sigurno gibanje gošče po ceveh je potrebna njen minimalna pretočna hitrost; največja dopustna tlačna višina v cevovodih ne sme prekoračiti dopustnega pritiska v ceveh. Minimalne dopustne pretočne hitrosti gošče moraju odgovarjati sledeči formuli

$$V_{\min} \geq 1,34 \cdot \sqrt{2gd \frac{P - P_0}{P_0}}$$

kjer pomenijo:

V_{\min} . . . minimalno dopustne pretočne hitrosti gošče v ceveh v ms^{-1}

- g gravitacijski pospešek v_{ms}^{-2}
- d premer cevovoda v m
- P specifična težina elektrofiltrskega pepela
- Po specifična teža gošče elektrofilterskega pepela in vode

Iz te formule sledijo minimalno dopustne pretočne količine gošče

$$Q_{\min} = 3600 \cdot V_{\min} \cdot \frac{d^2 \pi}{4}$$

Q_{\min} . . . minimalne dopustne pretočne količine v m^3/h

Največje dopustne pretočne količine pa so:

$$Q_{\max} = 3600 \cdot k \cdot \frac{h_{\max}}{1}$$

V tej formuli pomenijo:

$$k \text{konstanta} = \sqrt{\frac{d^5}{0,0826 \lambda}}$$

d premer cevovoda v m

λ torni koeficient v ceveh

1 dolžina cevovoda v m

h_{\max} . . . največja dopustna tlačna višina gošče v m

Q_{\max} . . . maksimalno dopustne pretočne količine v m^3/h

Visokotlačno napajanje bokov in stropa prevoznih prog za varno napredovanje odkopov v polje

Pri eksploataciji k samovnevanju povržnega slojšča v periferno odprtih poljih po dvoetažni metodi z zarušavanjem in pridobivanjem premoga iz stropa napredujeta odkopna fronta in spodnja priprava v polje. Ko smo vršili odkopavanje slojšča po tem sistemu v poljih revirja Ojstro so se pojavljala v starih delih mnoga depresijska žarišča med transportno progno pod etažo v eksploataciji in odkopno fronto. Ta žarišča so se prebijala v smeri svežega vastopnega zračnega toka iz

starih del v transportno progo, kjer so se pojavljali mnogi odprti požari, ki smo jim bili komaj kos. Ti so povzročali stalno ogrožanje del na širokočelnem odkopu zaradi dimnih in strupenih plinov v njegovi vstopni zračni struji.

Saniranje takih žarišč v starih delih s trebljenjem, hlajenjem in izoliranjem ogretih predelov je bilo tako otežkočeno zaradi obsežnih kontaktov proge s starimi deli zgornje etaže, da smo morali ta sistem odkopavanja zaenkrat opustiti in preiti na odkopavanje po isti dvoetažni metodi v nasprotni smeri t. j. od meje proti prijemu ališčem. Tu se zapirajo praznine za odkopi v tolikšni meri, da ni nastopalo prepihanje in samovnevanje.

Za varno vodenje dvoetažnega odkopavanja v polje v Blanzy-sistemu, ki ga bomo morali v bližni bodočnosti vpeljati zaradi nadaljnih racionalizacij, bo potrebno izvršiti razne preventivne ukrepe. S temi ukrepi računamo, da bomo tudi pri teh metodah usmerjali zračne tokove le po zato določenih komunikacijah in preprečili tako prepihanje, izgube zraka in skrita ogrevanja v starih delih porušenih odkopov.

Izvozne komunikacije, ki se gradijo pri teh metodah na 6 metrov nižji etaži tudi kot pravna spodnje etaže in na etaži, ki se odkopava, istočasno z napredovanjem odkopne fronte in podpirajo v 4-delnem popustljivem TH ločnem podporju, se povezuje medsebojno s poševnimi izvoznimi jaški. Da se preprečijo za samovzgo nevarni kontakti med spodnjim izvozno progo z starimi deli in kontakti med neustrezno likvidiranimi poševnimi izvoznimi jaški z starimi deli je potrebno razpokane boke in stropne loke teh prog z injekcijami plastičnega materiala zapolniti in ojačati vsaj 1,5 m v globino, jaške pa tesno zapolniti s tem materialom, pri njih likvidaciji. Predvidevamo, da bodo zato kot injekcije dobro služile suspenzije odn. geli elektrofiltrskoga pepela v vodi v raznih koncentracijah z raznimi dodatki (gašeno mastno apno). Vbrizgavanje teh gošč v pore in razpoke, ki segajo globoko v stene teh prog, pa bi omogočeno le s pomočjo visokotlačnih naprav in opreme potem, ko bodo v stene teh prog vgrajeni gosti opaž z glinasto oblogo zadostne debeline. Predvidevamo, da bo v porah in razpolkah sedimentirala čvrsta faza suspenzije v toliki gostoti, da bo preprečevala izgubljanje zraka in ogrevanja v starih delih.

Adaptacija stropov za mehanizirano dobivanje

Visoke odkopne izgube premoške substance pri dvoetažni odkopni metodi (do 30%) in na separaciji (do 20%) bistveno zmanjšujejo eksploracijske zaloge Zasavskih rudnikov na cca 56% zalog v ležišču. Zato bo potrebno v bodoče pri razvijanju odkopnih metod v ustreznih poljih osvajati tudi one metode, ki bodo smotrnejše izkoriscale za naše prilike kvalitetno premoško substanco t. j. enoetažne odkopne metode z uporabo kompleksne mehanizacije pod predhodno izboljšanimi stropi odkopov.

Izboljšanje stropov odkopov s pnevmatskim zasipavanjem etaž ali armiranjem stropov z jeklenimi ali kombinirano jekleno lesenimi armaturami ne pride v poštev, ker je za današnje pogoje predrago.

Računamo, da bi stropne odkopov kvaliteto izboljšali v zadostni meri z cenениm visokotlačnim injiciranjem ustreznih gošč glin in elektrofiltrskega pepela ali samo elektrofiltrskega pepela z vodo v porušene materiale likvidiranih pasov odkopov.

Porušeni material v opuščenih pasovih odkopov predstavlja takoj po porušitvi rahle zmesi slojnih in prihribinskih komponent najrazličnejšega sestava od mehkih plastičnih talnih glin, raznih krovnih laporjev, do trdnih dolomitov in apnencev z mnogo premoške substance v najrazličnejših granulacijskih sestavah. Njegove slabe trdnostne karakteristike v stropih na spodnjih etažah so močno odvisne od njegovih nezadostnih plastičnih karakteristik. Te plastične karakteristike t. j. stisljivost, zgnetljivost in sprijemljivost pa bo potrebno izboljšati z dodatki kar največjih količin finih glinastih komponent in vode.

Sam proces močenja s vodo s katerim sedaj vlažimo porušene materiale v likvidiranih pasovih odkopov ne vpliva v zadostni meri na izboljšanje stropov na nižjih etažah, ker je ta material vsled svoje kvalitetne in granulacijske sestave za vodo tudi preveč proposten (permeabilen). Ker je voda v grobih porah tega materiala preveč prostost gibljiva, se iz njega hitro odcejuje in izgublja v tleh odkopa. Zato ga tudi zaradi njegove nezadostne vlažnosti v višino odkopni pritiski ne morejo zgnesti v debelejšo trdnejšo maso, ki bi bila potrebna za izbaljšanje stropov, ki

so potrebeni za delo odkopov s stojk prosto odkopno fronto.

Z močenjem tega materiala z goščami elektrofiltrskega pepela različnih koncentracij in njenim vbrizgavanjem v te materiale računamo z znatnim izboljšanjem njegovih plastičnih lastnosti. Te zboljšave bodo posledica sedimentiranja najfinejših z vodo nasičenih zrnec tega pepela v vseh njegovih porah!

S temi dodatki bomo ustrezno ovlažili in kvalitetno izboljšali porušeni material v likvidiranih pasovih odkopov tako, da ga bodo odkopni pritiski v času, ko bomo prišli z odkopi ponovno pod njega, zgnetli v dovolj trdno plastično maso, ki je imperativ za dober strop odkopov na nižjih etažah. V kolikor bodo v porah usedla zrnca pepela preslabo vezala sipke dele porušenega materiala, bo potrebno gošči dodajati suspenzije drugih glin (morskih ali celo bentonitnih). Detajle te tehnologije bo potrebno v bližni bodočnosti natančnejše opredeliti s praktičnimi poskusi.

Doslej smo vršili v tem smislu prav malo praktičnih in laboratorijskih poskusov. Znatno smo izboljšali trdnost stropov odkopov na nižjih etažah z dodatkom elektrofiltrskega pepela pnevmatskemu zasipnemu materialu pred zasipnim strojem. Vbrizgavanja te gošče v stara dela odkopov še nismo vršili. Da bi ugotovili vsaj približen potek in efekte procesov injiciranja, samo to goščo v raznih koncentracijah pod pritiskom s pomočjo nizkotlačne centrifugalne črpalke vbrizgavali v cca 1 m³ velik blok naravnega nasutega zasipnega materiala, ki je bil omejen z lesenim opažem. Pri teh poizkusih smo ugotovili, da so potrebeni znatni pritiski in časi za njeno globljo penetracijo v zasipni material. Glavnih karakteristik zasipnega materiala (zrnovost, sestav, propustnost) in gošče (koncentracija, viskoznost) s katerimi smo vršili poizkuse, na žalost nismo ugotovljali.

Bistvenega pomena pri ocenah možnosti strojnega dobivanja premogovega slojišča pa so poleg izboljšanih stropnih trdnostnih karakteristik tudi zadostne dimenzijske odkopnih polj in silificirani vložki, ki se pojavljajo v sloju v različnih dimenzijah brez vsakega reda. Velik vpliv na efekte strojnega dobivanja pa ima tudi etažna odkopna metoda z zelo nehomogeno trdnim premogom v steni in tleh odkopne fronte, ki narašča običajno od

talnine proti krovnni v odvisnosti od manjšanja vsebine mehkih glin v sloju od zelo slabo do zelo trdnih vrst premogov.

Zaključek

Z izgradnjo ustreznih mešalnih naprav v peodinah revirjih in poljih za proizvodnjo gošče pepela in vode in transportnih cevovodov za njen hidravlični transport in z osvojitvijo ustrezne tehnike in tehnologije zaplavljanja in tesnenja odvišnih prostorov pri likvidaciji etaž in visokotlačnega injiciranja v stara dela odkopov zaradi utrjevanja stropov in v boke in strope prog za njihovo tesno izolacijo od starih del predvidevamo, da bomo napravili velik korak v smeri nadaljnih racionalizacij in varnosti eksploatacije našega k samovziganju podvrženega slojišča.

K R A T A K I Z V O D

Razvijanje rentabilnih i sigurnijih metoda otkopavanja debelog sloja mrkog uglja Zasavskih rudnika sklonog samo-zapaljenju

Prikazane su' prilike u rudniku pri otkopavanju debelog, tektonski vrlo poremećenog sloja mrkog uglja koji je sklon samozapaljenju.

Prikazan je prelaz od otkopne metode u pojasevima sa hidrauličkim zasipom – gde se otkopavalo odozdo nagore – na otkopnu metodu sa zarušavanjem. Postignuto je kontinuelno otkopavanje uvođenjem nastupnog, umesto odstupnog otkopavanja. Parcijalni zasip se koristi samo za izolaciju donjeg pojasa, koji se otkopava sa zarušavanjem ispod površinskih slojeva ugroženih požarom.

Da bi se otkopni troškovi još više smanjili prešlo se na metodu, pri kojoj se otkopava u dva pojasa.

Vršeni su opiti dobijanja uglja strugom, ali ne sistematski.

Postignuto je povećanje otkopnog učinka za 50%, ali otkopni gubici iznose 30%.

ZUSAMMENFASSUNG

Entwicklung der hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit verbesserten Abbauverfahren von mächtige zur Selbstentzündung neigendem Hartbraunkohlenfloeze von Zasavski Rudnici

Dipl. ing. F. Legat

Es werden die geologischen und betrieblichen Verhältnisse beim Abbau eines mächtigen, tektonisch sehr gestörten und zur Selbstentzündung neigenden Braunkohlenflözes geschildert.

Weiter wurde der Übergang von der Abbaumethode in Scheiben mit Spülversatz, bei welcher die Scheiben von unten noch oben abgebaut werden, zur Abbaumethode mit Bruchbau beschrieben. Die ununterbrochene Gewinnung eines Abbaufeldes wurde durch die Einführung eines Vor – anstatt eines Rückbaus erreicht. Der Teilversatz wurde nur noch als Abdichtung der unteren Scheibe, die mit Bruchbau unter den brandgefährdeten Hangendschichten abgebaut wird, verwendet.

Um die Gewinnungskosten noch mehr zu senken ist man zur Methode übergegangen, bei der man die Kohle mit Scheibenbau in zwei Bänken gewinnt. Die untere Bank wird auf übliche Weise mit Strebau ausgekohlt, die obere Bank wird aber mit Bruchbau gewonnen.

Weiter wurden auch Versuche mit schälender Gewinnung (Reishackenhobel RH 93 der Westfalia – Lünen) durchgeführt. Für diese Versuche wurde aber die Sohle der vorher abgebauten Scheibe mit Sohlenbelag aus Drahtgeflecht verstärkt. Wegen ungenügenden Vorbereitungen haben aber diese Versuche keinen vollen Erfolg erzielt.

Um bei der Gewinnungsmethode in zwei Bänken, bei der zwar Abbauleistungen bis zur 50%, gleichzeitig aber Abbauverluste bis zu 30% zu verzeichnen sind, ohne Versatz auch feldwärts sicher und wirtschaftlich arbeiten zu können, müssen einige Vormassnahmen durchgeführt werden. Unter anderen wird das billige Schlämmverfahren mit Flugasche vorgeschlagen. Mit rechtzeitigen und gutem Verschlämmen des Raumes zwischen zwei Dämmen in den abgebauten Grubenbauen beim Übergang auf die nächste Scheibe und mit Injektionen verschiedener Gemische aus Flugasche, Ton, Kalk u. a. und Wasser in die Stösse der Strecken, die als Vorrichtungen geführt werden, glaubt man genügend witterdichte Abdichtungen zu erreichen um die Verhütung der versteckten Grubenbrände hinter den Streben zu erzielen.

Nach der Einführung solcher billigen Schlämmverfahren zum Abdichten der Grubenbaue kann man diese in Zukunft auch für die Verfestigung des schlechtbindigen Versatzes mit Infusionen verwenden um die Firme der Strebe zu verfestigen, was eine der Grundbedingungen für die weiteren Rationalisierungen der Abbauprozesse sein soll.

*) Dipl. ing. Franc Legat, Zasavski premogovnik — Trbovlje

Značaj rudarsko — meračke službe za zaštitu pri radu i sigurnost u rudnicima

Prof. ing. Borivoje Miladinović

Rudarsko-meračka služba na našim rudnicima mnogo je zapostavljena. Stanje koje je u ovom pogledu nasleđeno od pre rata nije se mnogo promenilo ni u poslednje vreme, pa čak ni na našim najvećim rudnicima. Ovo se naročito odnosi na rudnike u SR Srbiji, gde je ova služba, može se slobodno reći, bez izuzetaka svuda poverena geodetskim stručnjacima više ili niže spreme, koji međutim nisu za to dovoljno kvalifikovani.

Razlog za ovakvo stanje treba svakako tražiti, u prvom redu, u tome, što rukovodstva naših rudnika nemaju dovoljno razumevanja za ovu službu i ne shvataju njen značaj; zbog toga se ova služba smatra nekom sporednom obavezom, sa jedinim zadatkom da izradi i dopunjava najneophodnije planove potrebne za eksploataciju. Kadrovi u ovoj službi slabije su nagrađeni od ostalih kadrova na rudniku sa spremom istog ranga pa se mlađi rudarski inženjeri ne žele njoj da posvete, jer smatraju da bi se time nekako udaljili od svoje struke i bili u izvesnoj meri degradirani.

Koliko je ovakvo pogrešno shvatanje uhvatilo korena kod nas, pokazuje najbolje slučaj sa osnivanjem posebnog smera za inženjere-rudarske merače na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu. Iako je za ovaj smer izvršena velika propaganda među studentima i rudarskim preduzećima, na njega se u prvoj generaciji upisao samo jedan slušač, a u sledećoj svega četiri. Nijedno naše rudarsko preduzeće nije našlo za potrebu da dodeli bar jednu stipendiju za ovaj smer, iako u njihovim merništvima rade ljudi koji sa rudarstvom nemaju nikakve veze.

Dok kod nas preovlađuje ovakvo shvatanje o ulozi i značaju rudarsko-meračke službe dotele su u drugim zemljama, u prvom redu u SSSR i NR Poljskoj rudarski inženjeri meračkog smera veoma cenjeni i traženi, te predstavljaju elitu rudarskih kadrova. Njima je u ovim zemljama ne samo poverena ova služba, već oni, radeći u njoj, određuju i vode strategiju na svojim preduzećima, kako je to naveo pok. ing. Stjepan Živković, naš poznati stručnjak, u svom izveštaju napisanom po izvršenom studijskom putovanju po rudnicima u SSSR. Pošto raspolažu mnogo solidnijim i potpunijim poznavanjem fundamentalnih nauka, naročito matematičkih, ovi se inženjeri naročito posvećuju naučno-istraživačkom radu povezujući ga sa svojim praktičnim radom.

Rezultat ovakvog rada je ne samo obogaćenje rudarske nauke i tehnike u celini, već i unapređenje tehnoloških procesa na samim preduzećima gde su ta naučna istraživanja vršena.

Unapređenjem i racionalizacijom tehnoloških procesa se redovno poboljšavaju i uslovi rada, pa je i visokom stepenu sigurnosti na rudnicima ovih zemalja svakako dobrim delom doprinela i meračka služba.

Stanje u tim službama na našim rudnicima je, na žalost, daleko od toga da bi našem rudarstvu ove službe mogle da pruže takvu pomoć. To će stanje potrajati sve dotele, dok se ova služba ne bude poverila stručnjacima koji će imati potrebne kvalifikacije. Oskudica u diplomiranim rudarskim inženjerima, koja je doskoro vladala kod nas, mogla je

donekle da opravda ovakvo stanje. Međutim, danas je u ovom pogledu situacija, na većini naših rudnika, daleko povoljnija, te je svakako došlo vreme, da se misli na bolje i racionalnije iskorišćenje raspoloživih visoko kvalifikovanih rudarskih kadrova.

Jedan od takvih rešenja bilo bi svakako da se u rudarsko-meračku službu počnu da uključuju mlađi rudarski inženjeri koji bi se toj službi potpuno posvetili. Da bi se ovo postiglo trebalo bi, međutim, stvoriti kod tih ljudi, ne samo materijalnu, već i moralnu stimulaciju za ovu službu.

Kada se kod nas govori, raspravlja i piše o higijensko-tehničkoj zaštiti na rudnicima; redovno se zapostavlja da ne kažemo ignoriše, uloga i značaj rudarsko-meračke službe u ovoj oblasti, što je nesumnjivo posledica navedenog shvatanja o toj službi. Koliko je to shvatanje pogrešno i neopravданo, pokušaćemo da pokažemo na ovom mestu.

U tom cilju navećemo sve glavnije zadatke i probleme kojima bi trebalo da se posveti rudarsko-meračka služba, posmatrajući ih u isto vreme sa gledišta, koliko se njihovim pravilnim izvršenjem doprinosi većoj sigurnosti rada, a samim tim i zaštiti na radu u rudnicima.

Sve glavne zadatke kojima treba da se bavi pravilno i savremeno organizovana meračka služba na rudnicima, možemo svrstati u nekoliko grupa i to:

- izrada planova,
- pogonska kontrola,
- izrada plana odbrane i snimanje situacija nesrećnih slučajeva,
- opažanja kretanja naslaga.

Osim zadataka obuhvaćenih ovim grupama, rudarsko-meračka služba mora da obavlja i niz drugih poslova, koji nemaju posebnog uticaja na zaštitu pri radu te ih ovde nećemo ni uzeti u obzir.

U dalnjem izlaganju razmotrićemo sada zadatke i poslove po navedenim grupama, analizirajući pritom njihovu ulogu i značaj za sigurnost pri radu na rudniku.

Izrada planova

Snimanje izrađenih prostorija u rudniku i izrada odgovarajućih planova spada svakako u osnovnu delatnost rudarsko-meračke službe. Bez obzira i adekvatne kartografske

podloge ne može se ni zamisliti, ne samo pravila i racionalna eksploatacija ležišta, već ni sigurnost zaposlenog ljudstva.

Da bi ovome cilju potpuno odgovarala, merenja moraju biti tako organizovana,

- da neposredno prate eksploatacione rade, jer se može desiti da prostorije koje nisu na vreme snimljene, iz izvesnih razloga, ne budu kasnije uopšte pristupačne merenju;
- da tačnost sa kojom se vrše merenja odgovara potrebama i nameni plana za koji se izvode.

Kod izrade planova od velike je važnosti, ne samo za eksploataciju, već i za higijensko-tehničku zaštitu:

- da način prikazivanja bude celishodan, naročito kod ležišta nepravilnog oblika (etažni planovi, druge vrste projekcija, profili);
- da budu u planovima primenjene standardizovane oznake i simboli, tako da planovi budu nedvosmisленo jasni svim stručnjacima, što može biti od izvanredne važnosti u slučaju akcija spasavanja u kojima učestvuju i ekipa sa drugih rudnika;
- da svi planovi, a posebno vetreni budu uvek ažurni, što može biti od velike važnosti u slučaju kakvih akcija spasavanja;
- da su tačnost merenja i planovi na odgovarajućoj visini, jer netačnost može da dovede u opasnost zaposleno ljudstvo, poznavati su na našim rudnicima, na žalost, slučajevi da su radovi došli neočekivano u ranije otkopane i škodljivim gasovima ispunjene prostorije, usled čega je dolazilo do unesrećenja zaposlenih radnika;
- da su snimljeni i pravilno unešeni u odgovarajuće planove i svi detalji, kao što su tektonski poremećaji, geološko-stratigrafiske promene naslage itd. što ima ne samo značaj za eksploataciju, već može da bude važno i sa gledišta sigurnosti;
- da su snimljena i na planovima tačno obeležena sva mesta pojave jamskih vatri, gasova, pojave i prodora vode, obrušavanja krova do kojih dolazi u nekim prostorijama, kao i mesta, odnosno zone gde je jamski pritisak iz izvesnih uzroka znatno povećan. Ponekad je važno znati, naroči-

- to kod akcija spasavanja, i koja je vrsta podgrade primenjena u hodnicima i drugim prostorijama;
- sve izolacione pregrade i zidovi, ma u koju svrhu bili izrađeni moraju takođe biti snimljene i njihovo ažurno stanje prikazano na planovima, pomoću odgovarajućih standardizovanih simbola, odnosno sa potrebnim podacima o načinu izrade i vremenu postavljanja;
- sva električna postrojenja i vodovodi, kao i ostala mehanizacija koja se nalazi u rudniku u montiranom stanju, mora takođe biti snimljena i uneta u odgovarajuće planove. I ovde je ažurno stanje od veoma velikog značaja za sigurnost rada, te se sve promene moraju odmah i na planovima prikazati.

Kao što se iz ovog kratkog prikaza vidi, rudarsko-meračka služba mora da bude veoma savesna, precizna, dovoljno stručna i u stalnom kontaktu sa ostalim službama. Ona mora stalno da prati eksploataciju i sve što se dešava u rudniku. Samo takva rudarsko-meračka služba biće u stanju da pruži rukovodstvu rudnika planove, koji će biti od punе koristi, ne samo za eksploataciju i studije, već i dragocena pomoć u pogledu sigurnosti rada, kao i za akcije spasavanja.

Pogonska kontrola

U nadležnost rudarsko-meračke službe spadaju i merenja i obračuni koji se vrše u cilju pogonske kontrole. Pod tim se, u prvom redu, podrazumeva izračunavanje rezervi korisne supstance u pojedinim blokovima, praćenje iskorišćavanja i utvrđivanja otkopnih gubitaka. Ovaj posao je veoma važan, ne samo sa ekonomskog gledišta, već i u pogledu sigurnosti rada. Povećanje otkopnih gubitaka na ugljenu znači nepotpuno otkopovanje i ostavljanje uglja u otkopima, što predstavlja potencijalnu opasnost pojave jamskih požara. Zbog toga je blagovremeno upozoravanje rukovodstva eksploatacije na ovu činjenicu veoma važno.

Da bi se, međutim, ova kontrola, kao i obračuni mogli pravilno i tačno da izvrše, neophodno je da rudarsko-meračka služba veoma dobro poznaje ležišta i da stalno prati rad na otkopavanju, snima sve promene

u moćnosti i sastavu ugljenog sloja i vrši tačna premeravanja iskopanog prostora.

Kod rudnika gde se vrši zasipavanje otkopanih prostorija, ova se kontrola proširuje i na obračunavanje unešenog zasipnog materijala i stepena zapunjenošći otkopanih prostorija. Ovo je naročito od velike važnosti kod otkopavanja koja se vrše u stubovima ispod osetljivih površinskih objekata ili pak ispod vodonosnih slojeva. Od savesnosti ove kontrole zavisiće i sigurnost rada.

U pogonska kontrolna merenja spada još i veoma strogo praćenje otkopavanja u blizini zaštitnih stubova. Rudarsko-meračka služba dužna je da vodi strogo računa da se sa radovima ne predu određene granice zaštitnih stubova, odnosno da se ne otkopa i izvestan njihov deo, što je skoro redovan slučaj na našim rudnicima, a što može dovesti, ne samo do manjeg ili većeg oštećenja objekta koji želi da se sačuva, već u određenim uslovima, i do nesrećnih slučajeva.

Izrada plana odbrane od opasnosti

Od kolike je važnosti, naročito za rudničke uglje, postojanje jednog savesnog i solidno izrađenog plana odbrane u kome bi bile predviđene sve mogućnosti nastajanja opasnosti i predviđene sve mere zaštite i spasavanja, za svaki pojedini slučaj, najbolje pokazuju katastrofe koje su se poslednjih godina dogodile na nekim našim rudnicima (Podvis, Ibarski rudnici, Kakanj). Izgleda, na žalost, da je malo naših rudnika izvuklo pouku iz ovih nemilih dogadaja, jer su i danas u SR Srbiji retki rudnici koji imaju izradene ovakve planove.

Izrada ovakvih planova treba da bude kolektivno delo svih službi na rudniku, ali je veoma dragocena pomoć koju može u ovom poslu da pruži rudarsko-meračka služba. Razumljivo, ona mora da, u tom slučaju, raspolaže kadrovima odgovarajućih kvalifikacija.

Planovi radnika, koji čine bazu razrade plana odbrane, moraju biti izrađeni u svemu onako, kako je to napred navedeno. Oni moraju sadržavati sve one detalje, koji mogu biti od velikog uticaja na akciju spasavanja. Dužnost je rudarsko-meračke službe da ove planove odbrane stalno ažurira i u saradnji sa drugim službama prilagođava novo-nastalim situacijama. Zastareli plan odbrane ne samo da ništa ne koristi, u slučaju potrebe,

već može i naneti štete i još više ugroziti zaposleno ljudstvo.

Isto tako je dužnost rudarsko-meračke službe da izradi i postavi, na odgovarajućim mestima, potrebne putokaze i uputstva koje predviđa plan odbrane, kao i da se stara o njihovom održavanju i eventualnim promenama koje bi bile potrebne.

Ovde ćemo navesti još jednu dužnost koju treba da opavlja rudarsko-meračka služba. To je snimanje i izrada skica mesta eventualnih unesrećenja. Pod ovim treba podrazumevati i snimanje svih dogadaja u jami kod kojih nije bilo povređenih, ali je moglo doći do unesrećenja. Da bi ovakva snimanja odgovarala svome cilju, potrebno je da su ona veoma pedantno i stručno izvršena. Pri ovome treba, u slučaju potrebe, upotrebiti i fotografsko snimanje. Samo tako izrađene skice mogu poslužiti da se što tačnije i potpunije sagleda i analizira slučaj i izvuku potrebnii zaključci koji bi se koristili za otklanjanje uzroka zbog kojih su nastali ili mogli da nastanu nesrećni slučajevi. Jasno je da ovaj posao mogu da obavljaju samo ljudi sa dovoljno poznavanja rudarske struke.

Obrada svih podataka, kao i ovih snimanja, spada svakako u nadležnost službe higijensko-tehničke zaštite na rudniku, ali u toj obradi i analizi treba da uzmu učešća i stručnjaci iz meračke službe, autori tih snimanja, što će svakako doprineti svestranijem osvjetljavanju događaja.

Opažanja kretanja naslaga

Pod uticajem podzemne eksploatacije ležišta mineralnih sirovina dolazi do kretanja stenskih naslaga koje se nalaze iznad ležišta. Ovo kretanje, po pravilu, dostiže i do površine, koja se tada uleže i menja svoj prvobitni reljef. Stvara se tzv. korito uleganja. U izvesnim zonama ovog korita uleganje izaziva stiskanje površinskih slojeva, a u drugim dolazi do njihovog rastezanja. U određenim uslovima može doći, u toj zoni, i do stvaranja većih ili manjih pukotina.

Ovakve pukotine mogu imati veoma neprijatne posledice po eksploataciju, jer se pojnjima mogu površinske vode ili vode iz vodonosnih slojeva u povlati, spustiti i do podzemnih radova i izazvati potapanje rudnika.

Poznat je na primer slučaj koji se 1883. godine dogodio u Ilinoisu – SAD, gde je us-

led ovakvog prodora vode u oknu br. 2 rudnika Diamond Coal, našao smrt 61 radnik.

Svi objekti koji se nalaze u zoni zahvaćenoj deformacijama izloženi su većim ili manjim oštećenjima pa može doći čak i do njihovog potpunog razrušenja; naročito je u ovom pogledu opasna zona gde se pojavljuje rastezanje. Da bi se ovi objekti sačuvali od štetnih posledica podzemne eksploatacije, pod njima se moraju ostaviti tzv. zaštitni stubovi, koji ostaju neotkopani.

Kretanje naslaga koje izaziva podzemna eksploatacija ne dovodi samo do deformacija površine. Posledice ovog kretanja osećaju se u podzemnim postrojenjima, otkopima i hodnicima, u obliku pojačanog pritiska. a tzv. „gorski udari” nisu ništa drugo nego posledica tih kretanja u određenim uslovima.

Karakter i intenzitet ovih kretanja, pa i zakoni po kojima se ona vrše, zavise od čitavog niza prirodnih i rudarsko-tehničkih uslova, te se može reći, da su ona skoro specifična za svaku pojedino ležište, odnosno bazen. Zbog toga se mogu relativno malo koristiti iskustva sa drugih terena, već je jedino pravilno, može se skoro reći i neophodno, da se ova proučavanja izvrše na svakom objektu.

Na našim rudnicima ovim problemom skoro se još niko nije počeo da bavi, osim nekoliko skromnih pokušaja, te smatramo da je krajnje vreme da se ovom poslu pristupi.

Kao prvi korak u ovome svakako bi trebalo da bude sistematsko opažanje deformacija površine na celishodno i stručno postavljenim opservacijskim mrežama. Na taj način bi se dobili dragoceni podaci o karakteru i intenzitetu kretanja površine, veličini uleganja i pratećih pojava (stiskanja i rastezanja). Rezultati tih opažanja pružili bi, dalje, mogućnost da se odrede veličine prelomnih i graničnih uslova, neophodne za konstrukciju zaštitnih stubova, kojih je na našim rudnicima sve više i u kojima leže zarobljene velike rezerve korisne supstance, već otvorene za eksploataciju. Danas se na našim rudnicima kod konstrukcija ovih stubova opriše sa proizvoljnim vrednostima tih uglova uzetih iz literature ili „po osećanju”.

Proučavanjem podataka dobijenih tim opažanjima može se najzad doći i do zaključka, da li se mogu i pod kakvim uslovima otkopati izvesni zaštitni stubovi, a da pritom budu objekti sačuvani ili minimalno oštećeni. Poznato je, npr. da se u NR Poljskoj i drugim zemljama, s uspehom otkopava čak i više

ugljenih slojeva pod čitavim velikim gradovima, te i vrlo osetljivim industrijskim objektima.

Osim opažanja deformacija na površini bilo bi veoma korisno vršiti slična opažanja i u podzemnim prostorijama, npr. u cilju utvrđivanja konvergencija u otkopima i otkopnim hodnicima. Sva ova opažanja treba povezati i sa merenjima pritisaka u jami, na posebnim instrumentima, jer bi se time dobili dragoceni podaci, koji bi se koristili u racionalizaciji načina podgradivanja, pa i čitavog tehnološkog procesa.

Ovakva racionalizacija donela bi ne samo ekonomске koristi rudniku, već bi predstavljala i povećanu sigurnost na radilištima.

Svi ovi poslovi po svom karakteru spadaju u nadležnost rudarsko-meračke službe, koja za tu svrhu treba da bude opremljena, kako odgovarajućim osobljem, tako i instrumentima. Međutim, ulaganja u ovu svrhu bi se rudnicima brzo isplatila, jer bi donela, ne samo ekonomsku korist, već bi u znatnoj meri doprinela i većoj sigurnosti rada.

Nadamo se, da smo ovim prikazom rada dobro i pravilno organizovanih rudarsko-meračkih službi pružili dosta materijala za razmišljanje rukovodstvima naših rudnika, a našim mladim rudarskim inženjerima ukazali koliko bi njihovo angažovanje u ovoj službi moglo da bude od koristi, ne samo po preduzeće, već i za njihovo stručno uzdizanje.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Bedeutung des Markscheidenedienstes für den Arbeitsschutz und Betriebssicherheit

Prof. Dipl. Ing. B. Miladinović*)

Der Grubenmarkscheidenedienst in SFR Jugoslawien, und insbesondere in der SR Serbien, wird fast ausschließlich von den Kadern aus dem Landvermessungsfach, ausgeführt. Des wegen beschäftigt sich ein solcher Dienst einzig mit der Vermessung und Ausarbeitung der unbedingt notwendigen Pläne. Junge Bergingenieure zeigen kein Interesse für diesen Dienst in der Überzeugung, dass sie dadurch von ihrem eigentlichen Fach getrennt werden würden und gleichzeitig, in gewissem Masse, etwas zurückgesetzt sein würden.

Der Verfasser beweist in seinem Aufsatz, wie irrtümlich eine solche Auffassung dieser Dienstes ist und legt den Stand des Markscheidenedienstes in anderen Ländern, insbesondere in der SSSR und VR Polen, aus, wo dieser Dienst auf sehr hohem Stand und besonders geschätzt ist. Die Bergingenieure-Markscheider in diesen Ländern sind die Hauptvertreter in der wissenschaftlichen Forschungsarbeit im Bergbau. Sie haben zum grossen Teil durch ihre Tätigkeit dazu beigetragen, dass die Bergwerke in diesen Ländern auf sehr hohem Stand sind nicht bloss hinsichtlich der Förderleistung sondern auch hinsichtlich der Betriebsicherheit.

Um die Rolle und die Bedeutung des Markscheidenedienstes im allgemeinen, und speziell hinsichtlich des hygiensch-technischen Schutzes im Untertagebetrieb hervorzuheben, hat der Verfasser alle wichtigeren Aufgaben und Probleme, mit denen sich der Markscheidenedienst zu beschäftigen hat, angeführt. Die Aufgaben hat der Verfasser in folgende vier Gruppen eingeteilt:

- Vermessung und Ausarbeitung von Plänen
- Ausarbeitung von Abwehrplänen für evtl. Gefahrenfälle
- Betriebs kontrolle
- Beobachtung des Standes der Lagerstättenvorräte.

Bei der Behandlung all dieser Aufgaben gibt der Verfasser Anweisungen über die richtige Ausführung der selben und hebt gleichzeitig ihre Bedeutung und die Rolie in Bezug auf den Arbeitsschutz hervor. Um diese Aufgaben und Probleme aber richtig bearbeiten und lösen zu können, ist es unbedingt notwendig, dass der Markscheidenedienst den Bergfachleuten anvertraut wird.

*) Dipl. ing. Borivoje Miladinović, redovan profesor Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

Podzemna eksploatacija ležišta urana i tehnička zaštita

Prof. ing. Branislav Genić

Uvod

Rastuće potrebe za uranom u poslednje dve decenije podmirivane su intenzivnim razvojem rudarske industrije skoro u svim delovima sveta. Siroki zahvat u istraživanju potencijalnih uranonosnih terena omogućio je otvaranje velikog broja rudnika sa podzemnom i površinskom eksploatacijom. Na danasnjem nivou poznavanja tehnike eksploatacije i tehnološke prerade, zahvaljujući stečenom iskustvu, rešeni su uspešno mnogi problemi iz oblasti eksploatacije, ali treba takođe konstatovati, da se pred ovom granom rudarske industrije nalaze još nerešeni značajni problemi poboljšanja efekata eksploatacije i tehničke zaštite.

U savremenoj praksi radionitične rude (urana, torijuma) se dobijaju svim poznatim načinima: površinskim, podzemnim i kombinovanim. U početnoj fazi razvijanja uranske industrije svu ruda je dobivena podzemnom eksploatacijom hidroermalnih ležišta (Šinkolobve — Kongo-Katanga, Veliko Medveđe Jezero — Kanada). U daljem razvijku dobijanja rude otvarani su rudnici sa podzemnom i površinskom eksploatacijom. Zbog srazmerno ograničenih dimenzija rudnih tela (osim nekih izuzetaka), složenih rudarsko-geoloških uslova, strogih zahteva u pogledu kvaliteta rude i visokog koeficijenta otkrivke, osnovni parametri površinskih kopova su ograničeni, a učešće rude dobijene površinskom eksploatacijom je manje u odnosu na rudu dobijenu podzemnom eksploatacijom.

Iako su mere tehničke zaštite od podjednake važnosti u oba načina eksploatacije, zbog složenosti radnih uslova, tehnička zaštita u podzemnoj eksploataciji ima teži zadatak i igra značajniju ulogu u opštoj zaštiti radnika od radioaktivnog dejstva radne sredine.

Pošto je tehnička zaštita u neposrednoj vezi sa fizičko-mehaničkim i radioaktivnim karakteristikama radne sredine i tehnologijom proizvodnje rude, u kratkim crtama se prikazuju osnovne osobine radioaktivne rude i specifičnosti metoda podzemnog otkopavanja uranskih ležišta.

Radioaktivne osobine uranove rude

U prirodi se nalaze, uglavnom, tri niza radioaktivnih izotopa: niz uran — radijum, niz torijum i niz aktino — uran. Pored ovih, u prirodi postoji još nekoliko slabih radioaktivnih izotopa lakih elemenata (izotop kalijuma $^{39}\text{K}^{40}$, izotop kalcijuma $^{40}\text{Ca}^{48}$, izotop cirkonijuma $^{40}\text{Zr}^{96}$ itd.).

Radioaktivnost predstavlja nuklearnu pojavu raspadanja nestabilnog jezgra izotopa nekih prirodnih hemijskih elemenata i prelaz u energetski stabilnije stanje. Pri prirodnom raspadanju jezgra izotopa oslobođaju se nuklearne čestice i kvanti energije zračenja, što dovodi do formiranja novih hemijskih elemenata. Poznato je nekoliko tipova radioaktivnih transformacija:

“ — čestice predstavljaju pozitivno n elektrisane jone helijuma; emitova-

- nje a čestica karakteristično je samo za teške radioaktivne elemente (U);
- β — čestice predstavljaju tok elektrona i energije u obliku neutrona;
 - γ — zraci predstavljaju deo energije izdvojene iz jezgra u obliku elektromagnetskog zračenja — fotona.

Sa stanovišta korišćenja procesa radioaktivne dezintegracije u svrhe istraživanja, oprobavanja ležišta i rešavanja problema tehničke zaštite, interesantna je probojna sposobnost pojedinih izotopa.

Probojna sposobnost alfa čestica iznosi, u čvrstoj sredini, samo nekoliko delova milimetara ili nekoliko santimetara, u gasovitoj sredini. Alfa čestice na svom putu ionizuju sredinu (narocićo gas), što se u praksi koristi za merenje intenziteta alfa zračenja radioaktivnih elemenata. Nasuprot tome, beta čestice imaju veću probojnu sposobnost i mogu se apsorbovati slojem stene debljine oko 1 cm ili slojem vazduha debljine oko 10 m. Zahvaljujući elektromagnetskoj prirodi, gama zraci imaju vrlo visoku probojnu sposobnost, tako da apsorbirajući sloj iznosi 1 m debljine stene ili 1.500 m debljine sloja vazduha.

U nizu uran — radijum nalazi se 17 radioaktivnih promenljivih elemenata koji se postepeno transformišu u različite izotope: od urana (RI) do poslednjeg člana niza — izotopa olova (RaC).

Različiti radioaktivni elementi oslobađaju elementarne čestice i gama zrake različite energije. Između produkata radioaktivne transformacije u nizu urana, torijuma i aktinija — urana stvaraju se radioaktivni gasovi, koji imaju opšti termin radioaktivne emanacije. Produkt alfa raspada radijuma je hemijski elemenat radon (${}_{86}^{222}\text{Rn}$), toron (${}_{86}^{220}\text{Tn}$) je emanacija torijuma, a aktinon (${}_{86}^{219}\text{An}$) predstavlja produkt alfa raspada aktinija. Sva tri izotopa su inertni gasovi i predstavljaju izvore intenzivnog oslobađanja alfa čestica.

Prirodno radioaktivno raspadanje karakteriše se sledećim fizičkim veličinama: konstantom raspadanja, periodom poluraspada, absolutnom brzinom raspadanja itd.

Konstanta raspadanja je odnos broja atoma koji se raspadaju u jedinici vremena, prema opštem broju atoma elementa. Vreme, za koje se prvobitna količina atoma smanji dva puta, naziva se periodom poluraspada ili poluživota.

Apsolutna brzina radioaktivnog raspadanja izražava se količinom raspada u jedinici vremena i naziva se aktivnost. Za jedinicu aktivnosti uzima se radioaktivnost 1 g radijuma izražena u kirima: 1 kiri = $3,7 \times 10^7$ raspada/sek. Intenzitet gama zračenja (veličina doze) izražava dozu gama zraka u jedinici vremena, tj u rentgenima na čas (r/h), mili-rentgenima na sekundu (mr/sec) itd. U praksi radiometrijskih merenja ili kontrole radnih mesta, intenzitet gama zraka meri se u mikrorendgenima na čas (mkr. r/h). Intenzitet alfa i beta zračenja određuje se po stepenu ionizacije gasova i može biti izražen u količini para jona koji se formiraju u 1 cm^3 vazduha za 1 sekundu. U praksi se beta zračenje izražava u ekvivalentnoj dozi gama zraka, tj u mikrorendgenima na čas.

U praksi istraživanja, eksploracije ležišta i tehničke zaštite, radioaktivno zračenje meri se raznim radiometrijskim aparatima koji su prilagođeni određenoj nameni. To su pre svega jonizacione komore i scintilacioni brojači raznih konstrukcija. Radiometrijski aparati se takođe široko primenjuju u oblasti tehničke zaštite i medicinske kontrole radnika izloženih radioaktivnom zračenju.

Sa stanovišta ocene radnih uslova, izbora režima rada radnika i sprovođenja mera tehničke zaštite, od posebne važnosti je utvrđivanje radioaktivne ravnoteže i emanacionih produkata rude. U vezi sa raspadanjem radioaktivnog elementa postepeno raste količina novoformiranog elementa do neke granice, kod koje količina atoma koji se obrazuju u jedinici vremena iz prvobitnog elementa postaje ravna količini atoma koja se raspada u istom vremenu. Ovo stanje naziva se radioaktivnom ravnotežom i postiže se u beskonačno dugom vremenu. Na osnovu toga, radioaktivne supstance i njihovi produkti raspadanja nalaze se među sobom u određenim količinskim odnosima, tj. u uslovima radioaktivne ravnoteže. Ovaj faktor se široko koristi za određivanje izvornog elementa, vrste i intenziteta zračenja, pa prema tome i za ocenu emanacionih produkata i stepena opasnosti na radnom mestu. Stepen radioaktivne ravnoteže je varijabilna veličina za pojedina ležišta i zavisi od uslova zaledanja rudnog tela, ispučlosti, cirkulacije i hemijskog sastava podzemne vode itd.

Emanacioni produkti, koji u pogledu zaštite na radu u podzemnoj eksploraciji igraju veoma značajnu ulogu, imaju sledeći položi-

vot raspada: radon 3,82 dana, toron 54,5 sek. i aktinon 3,92 sek. Radon se u podzemnim rudarskim radovima difuzijom i jamskom ventilacijom prenosi na znatne udaljenosti od mesta izvora i praktično kontaminira celu jamu. Emanaciona sposobnost uranove rude zavisi od prirode rudne mineralizacije, mikro strukture, ispučalostij rude i okolnih stena, stepena drobljenja rude u otkopima, temperature i vlažnosti radne sredine itd. Najviši koeficijent emaniranja karakterističan je za oksidirane rude urana (20–25%), dok ruda sa primarnim mineralima (uraninit, pehblenda) ima koeficijent emaniranja oko 10%.

Osvrt na ležišta urana i tehnološke karakteristike podzemne eksploatacije

Sa stanovišta eksploatacije ležišta urana bilo kog genetskog tipa, od prvostepenog značaja su rudarsko-geološke i rudarsko-tehnološke karakteristike, kao što su: morfologija i dimenzije rudnog tela, rudnosnost, karakter raspodele metala u rudi, uslovi zaledanja, hidrološki uslovi itd.

Morfološki tipovi ležišta

Prema morfološkim oblicima, po D. J. Suražskom, sva ležišta urana dele se na pet grupa: mineralizovani slojevi, slojevita rudna tela, rudna tela u obliku stubova, žila i proslojaka i tanke rudne žile.

Ležišta urana se razlikuju od drugih ležišta metala po većoj složenosti morfoloških odnosa (sa retkim izuzecima), manjim orudnjenim površinama i manjoj debljini rudnih tela. Veoma često orudnjene zone se litološki ne razlikuju od okolnih stena, pa se grancice orudnjenja isključivo određuju opisovanjem. Ako se ima u vidu da se industrijski sadržaj urana u rudi kreće u širokim granicama, a minimalni sadržaj urana iznosi u nekim ležištima ispod 0,01%, onda se može pretpostaviti složenost izvođenja kako istražnih radova, tako i radova u fazi otkopavanja ležišta. Ove karakteristike uranovih ležišta zahtevaju relativno veliki obim istražnih radova, što, sa tehničko-ekonomskog stanovišta, upućuje na potrebu usklađivanja jamskih prostorija u fazi istraživanja sa fazom otvaranja i pripreme. Ovo je takođe neophodno i sa stanovišta tehničke zaštite, pošto je potre-

bno držati u eksploataciji što manji broj i zapreminu jamskih prostorija.

Po mineraloškom i hemijskom sastavu nerudni minerali su uglavnom silikati (za ležišta u granitu i drugim kiselim stenama), pri čemu sadržaj SiO_2 može biti veoma visok (preko 80%), ili karbonati sa različitim sadržajem CaCO_3 (od 6 – preko 18%). Visok sadržaj SiO_2 u nekim rudnicima urana doprinosi daljem pogoršanju radnih uslova i zahteva dopunske mere tehničke zaštite.

Tehničke karakteristike podzemne eksploatacije

Za rešavanje problema podzemne eksploatacije ležišta urana koriste se poznata tehnička rešenja iz prakse otkopavanja ležišta metala, nemetala i uglja, sa izvesnim izmenama i prilagođavanjem tehničko-ekonomskim specifičnostima rude urana.

Veći broj uranskih ležišta eksploatiše se jednim izvoznim objektom i odgovarajućim jamskim poljem. Međutim, razvoj eksploatacije u sedimentnim ležištima velikih dimenzija i povećanje dubine otkopavanja uslovili su povećanje broja izvoznih objekata i dimenzija jamskih i otkopnih polja.

Optimalne dimenzije jamskog polja određuju se na osnovu maksimalne koncentracije otkopnih radova, namenjenih ulaganja i troškova proizvodnje, efikasne ventilacije i eliminisanja radona, mogućnosti izolacije završenih otkopa i drugih jamskih prostorija.

Međuhorizontska visinska razlika određuje se prema složenosti rudarsko-geoloških uslova, konstelaciji ležišta i fizičko-mehaničkim karakteristikama rude i bokova. Može se konstatovati da se visina horizonta kreće u granicama 30 — 70 metara, sa prosekom 30 — 45 metara. Povećanje visine horizonta iznad 45 m u ležištima žilnog tipa dovodi do većih gubitaka rude usled neotkrivenih apofiza i malih rudnih tela, dok smanjenje visine ispod 30 m nije ekonomski opravданo. Povećanje visine horizonta u ležištima sa teškim rudarsko-tehničkim uslovima i složenom hidrogeologijom, dovodi u pitanje održavanje glavnih jamskih prostorija i rudnih stubova usled povećanja dejstva jamskog pritiska. Deformacija rudnih stubova i jamskih prostorija u rudi povećava površine rude i ima za posledicu povećanje emanacije radona.

Najrasprostranjeniji način otkopavanja horizontata izvodi se od granice u povlačenju pri čemu se postiže najveći stepen istraženosti ležišta i najpovoljniji uslovi za ventilaciju u

smislu izolacije završenih otkopa i sprečavanja povećanih koncentracija radona.

O merama tehničke zaštite posebno se vodi računa kod projektovanja otvaranja i pripreme ležišta. Za otvaranje ležišta treba predviđeti takav sistem, koji uzima u obzir smanjenje koncentracije radona i dovođenje u granice propisanih normi. Treba imati u vidu činjenicu da radon kontaminira jamu ne samo raznošenjem putem ventilacije već i jamskim vodama. Iz toga razloga površine preseka objekta otvaranja treba da propuste znatno veće količine vazduha nego što je potrebno po kriterijumu razblaženja gasova od miniranja, otprašivanja, ili prema broju zaposlenih radnika. Veoma često potrebno je graditi dopunska (pomoćna) ventilaciona okna i druge specijalne ventilacione prostorije. U fazi pripreme takođe se, za efikasniju ventilaciju rade posebni paralelni hodnici za ventilaciju i kretanje radnika, a ove prostorije povezuju se glavnim ventilacionim sistemom.

Klasifikacija i primenjene metode otkopavanja ležišta urana, osnivaju se na poznatim klasifikacijama, sa specifičnostima koje proističu iz zahteva za visokim kvalitetom rude, primene specijalnih radiometrijskih aparatura za oprobavanje, kontrolu i orientaciju otkopnih radova, itd. Prema tome, veća pažnja se obraća osiromašenju rude i gubicima koji, u velikom stepenu, zavise od samog načina otputovanja rude u otkopu.

U principu, za podzemno otkopavanje ležišta urana primenjuju se sve poznate grupe metoda. U zemljama glavnim proizvođačima urana (Kanada, SAD, Južnoafrička Unija, Francuska) primenjuju se takođe brojne metode otkopavanja; u JaU za otkopavanje zlatouranosnih rifova primenjuje se metode ostvarenih otkopa, u SAD i Kanadi ove metode se primenjuju za otkopavanje velikih ležišta u konglomeratima, u Francuskoj se primenjuju za otkopavanje žilnih ležišta metode sa podgradivanjem i zasipavanjem itd.

Statističkim razmatranjem primenjenih metoda otkopavanja može se konstatovati da ograničenu primenu imaju metode podetažnog i magazinskog otkopavanja; prve zbog ne odgovarajućih rudarsko-geoloških uslova, a druge još i zbog nepovoljnog uticaja otpućane i magazinirane rude na jamsku atmosferu – povećanje koncentracija radona!

Sa stanovišta tehničke zaštite metodu otkopavanja, parametre i konstrukciju otkopa treba prilagoditi sledećim osnovnim zahtevi-

ma: minimalno stvaranje radioaktivne prašine i efikasno uklanjanje radona iz jamske atmosfere.

Tehnička zaštita i smanjenje radijacione opasnosti

Posebne mere tehničke zaštite u podzemnoj eksploataciji ležišta urana proističu, kao što je ranije napomenuto, pre svega iz radioaktivnosti rude urana, stvaranja emanacionih produkata i posledica jonizujućih zračenja. Mere zaštite u uranskim rudnicima podrazumevaju sprovođenje svih propisa i normi za neuropske rudnike, uz sprovođenje dopunskih mera za zaštitu od ionizujućih zračenja.

Dopunske mere tehničke zaštite u rudnicima urana i drugih radioaktivnih ruda preduzimaju se zbog štetnog dejstva sledećih faktora, svojstvenih radioaktivnim elementima:

- ionizujućeg zračenja usled prisustva radioaktivnih elemenata u rudi, okolnim stenama i otvorenim jamskim prostorijama;
- prisustva radioaktivnog gasa radona koji se izdvaja iz rude, okolnih stena i površina jamskih prostorija;
- produkata raspadanja radioaktivnog gasa radona;
- lebdeće prašine u jamskom vazduhu sa radioaktivnim mineralima iz niza urana i torijuma (minerali torijuma često prate kompleksne rude urana).

Osnovne smernice tehničke zaštite

Sumirajući uzroke radijacione opasnosti u rudnicima urana, može se konstatovati da osnovni problem predstavlja radon, a zatim radioaktivna prašina. Zbog toga su sve kompleksne mere tehničke zaštite usmerene na ona rešenja, koja obezbeđuju minimalno izdvajanje radona i njegovo efikasno uklanjanje iz jamske atmosfere, kao i na mere za sprečavanje zaprašenosti jame. Od posebne važnosti je racionalna ocena same radijacione opasnosti u jednoj jami. To podrazumeva utvrđivanje nivoa zračenja, hemijskog i mineraloškog sastava rude i svih elemenata koji utiču na pojedine vrste i promenu intenziteta zračenja. Utvrđivanje navedenih elemenata zahteva kontinuelno praćenje razvoja jamskih radova i procesa otkopavanja rude.

Dozimetrijska kontrola primljenih doza zračenja od strane zaposlenih radnika ne može izostati bez obzira na sve tehničke i druge

mere zaštite primenjene u jami. Na taj način se sprečavaju neželjeni biološki efekti van granica dozvoljenih doza zračenja koje važe u pojedinim zemljama. Prema tome, permanentna dozimetrijska kontrola radnika je više preventivna mera i sastavni je deo opštih mera zaštite.

U cilju smanjenja radijacionih opasnosti preduzima se sledeći kompleks mera zaštite:

- izbor najracionalnijeg sistema otvaranja, pripreme i metode otkopavanja u cilju smanjenja otkopnih površina, povećanja intenziteta otkopavanja i izolacije završnih otkopa;
- u svakoj fazi razvoja jamske eksploatacije unapred pripremati tehnička rešenja za efikasnu ventilaciju i normalizaciju jamske atmosfere u pogledu koncentracije radona i radioaktivne prašine (dijagonalno provetrvanje, separatno provetrvanje pojedinih delova jame svežim vazduhom, deprimiranje prašine na mestu stvaranja itd.);
- koristiti sva sredstva individualne zaštite (maske protiv prašine, mokro bušenje, skupljači prašine, zaštitna odela itd.);
- na osnovu dozimetrijske kontrole, u slučaju prekoračenja dozvoljenih doza, vršiti zamenu radnika i premeštaj na radna mesta sa manjim intenzitetom zračenja, ili pak uvesti skraćeno radno vreme;
- sprovoditi sve ostale sanitарне i higijenske mere koje imaju za cilj sprečavanje kontaminacije organizma radioaktivnom prašinom putem vode za piće, hrane itd.

Tehnička rešenja u eksploataciji u vezi sa tehničkom zaštitom

Tehnička rešenja u svim fazama podzemne eksploatacije u velikom stepenu utiču na radijacionu opasnost, a samim tim i na obim mera tehničke i medicinske zaštite i kontrole radnika.

U fazi otvaranja uzimaju se u obzir potrebe jame u svežem vazduhu koje zavise od debita radona (količina radona koja se izdvaja u jamsku atmosferu u 1 sekundi). Postoje dve metode proračuna potrebne količine vazduha:

- prema koncentraciji radona u izlaznoj ventilacionoj struji, bez uzimanja u obzir zapremine jamskih prostorija;
- prema koncentraciji radona i njegovih kratkoživećih produkata raspadanja sa uzimanjem u obzir zapremine i jamskih prostorija i potrebnog vremena za izmenu cele količine vazduha.

Proračun se izvodi po obema varijantama, a za rešenja se usvaja varijanta sa većom količinom vazduha.

Metoda proračuna osniva se na sledećim pretpostavkama:

- glavne izvore radona predstavljaju otvorene površine jamskih radova, jamska voda i otpucana ruda;
- radon, koji se izdvaja iz otvorenih površina, ne nosi sa sobom proekte raspadanja; oni se koncentrišu u jamskom vazduhu, po zakonu radioaktivnog raspadanja, posle izdvajanja radona iz otvorenih površina;
- sav radon, koji se nalazi u izlaznoj ventilacionoj struji, ulazi u ventilaciju trenutno.

Orientacioni proračun količine vazduha, potrebnog za uklanjanje radona, može se izvršiti na sledeći način:

$$Q = \frac{E}{1000(C_0 - C_1)}$$

gde su:

Q — količina vazduha za provetrvanje, m^3/sek

E — debit radona, kiri/sek

C_0 — maksimalna dopuštena koncentracija radona, kiri/l

C_1 — koncentracija radona u vazdušnoj struji, kiri/l

Po preporuci A. V. Bi h o s k o g, proračun rudničke ventilacije za uklanjanje radona vrši se po podacima o veličini otvorene površine jamskih prostorija i sadržajima radijuma u njima. Ukupna ocena ovih dvaju parametara izvršava se veličinom ekvivalentne emanirajuće površine (EEP), koja se određuje za pojedine delove jame na osnovu radiometrijskih merenja i druge projektnе dokumentacije. Za karakteristiku intenziteta izdvajanja radona uveden je pojam specifičnog ekvivalentnog izdvajanja radona (SER). Veličina SER utvrđuje se za jamu eksperi-

mentalnim opažanjima. Po projektnoj veličini EEP i stvarnoj vrednosti SER određuje se verovatni debit radona u jamskoj prostoriji ili delu jame.

U vezi sa režimom ventilacije treba imati u vidu još neke zahteve koje treba da ispunе objekti ventilacije jame, njihova lokacija i međusobni položaji.

Položaj objekta za ulaznu ventilacionu struju mora biti takav, da isključuje mogućnost kratkih spojeva i usisavanje izlazne vazdušne struje. Osim toga, objekti za glavnu ulaznu vazdušnu struju (okna, potkopi, poprečni hodnici) treba da budu izrađeni u ranoj sredini u kojoj nema izdvajanja radona (bez sadržaja radijuma), a njihova dužina treba da bude minimalna.

Smatra se, da je kompresioni sistem ventilacije najbolje rešenje za smanjenje kontaminacije jame radonom. U jamama sa depresionom ventilacijom, usisivanjem vazduha iz zarušenih zona i završnih otkopa, kontamiranih radonom, iznosi oko 30–40% od ukupne količine vazduha i emaniranog radona. Kompresioni sistem ventilacije se primenjuje takođe i za separatno provetranje dela jame, vodeći računa o izolaciji separatne vazdušne struje od dela jame sa povećanom koncentracijom radona.

Veoma pozitivan efekat i sniženje koncentracije radona i produkta raspadanja postiže se propuštanjem jamskog vazduha kroz filtre za grubo prečišćavanje, kao i pokrivanjem površina jamskih prostorija adsorbirajućim materijalima. U nekim kanadskim rudnicima urana uspešno su primenjene polimerne smole, nanesene pulverizacionim postupkom na površine jamskih prostorija.

Na površini, u blizini objekata sa izlaznom vazdušnom strujom, komunikacije i ostali objekti treba da budu tako postavljeni da isključuju mogućnost kontakta radnika sa prostorom sa povišenom koncentracijom radona. Smatra se takođe važnim merama zaštite ozelenjavanje površina, asfaltiranje i betoniranje puteva i skladišta rude u cilju jednostavne dekontaminacije pranjem.

Kretanju jamskih voda, kao nosioca radona, mora se takođe pokloniti posebna pažnja. Zbog toga se odvodnjavanje jame projektuje sa pokrivenim betoniranim odvodnim kanalima i cevovodima za horizontalne pravce. Takođe je veoma važno kaptiranje vode neposredno na mestu dotoka, ili tamponiranje pukotina sa manjim dodatkom vode. Ukoliko

se jamska voda koristi za sanitarno-tehničke svrhe, neophodna je kontrola sadržaja urana i radijuma.

Pored ranije pomenutih tehničkih rešenja i mera tehničke zaštite u fazi primene i otkopavanja ležišta, treba pomenuti još neka rešenja i principe koji umanjuju radijacione opasnosti. Kad god je moguće, glavni i pripremni hodnici treba da se rade u jednom od bočova, u cilju dovođenja svežeg vazduha u otkopni blok (bez prolaza vazduha kroz kontaminirajuću sredinu). Pri tome se treba rukovoditi emanacionim osobinama rude i okolnih stena. Ova osobina je različita, i zavisi od sadržaja urana, karaktera mineralizacije, tipa ležišta, agregatnog sastava stena i mnogih drugih faktora.

Bez obzira na visok sadržaj urana, kompaktne primarne rude urana imaju slabe emanacione osobine. Znatno veću emanacionu sposobnost imaju ležišta uglja sa uranovom mineralizacijom i hidrotermalna ležišta sa kompaktnim primarnim mineralima. Najveće emanacije sreću se u hidrotermalnim ležištima sa rastresitim visoko-emanacionim mineralima.

Otkopavanje rude u jamskom polju, vrši se, po pravilu, od granice ka glavnom izvoznom i ventilacionom sistemu. U opštem slučaju, celishodna je koncentracija otkopavanja na manjim otkopnim površinama, brzo napredovanje i izolacija završenih otkopa ili blokova. Pregrade treba da budu neprópusne i treba ih sistematski kontrolisati. Pregrade se udvostručuju na taj način, što se po završetku otkopavanja nepropisno zatvaraju otkopna polja ili dva uzastopna otkopna horizonta. U cilju smanjenja faktora specifičnog ekvivalentnog izdvajanja radona, treba težiti da uvek bude minimalna zapremina jamskih prostorija na osnovnim horizontima (po rudi). U tom smislu vrlo povoljno rešenje predstavlja izrada primene utovarno-transportnim mašinama i bešinskom transportnom mehanizacijom. Na taj način može se smanjiti zapremina radova za oko 15–20%.

U cilju smanjenja priticanja radona u jamsku atmosferu treba proces otkopavanja i transporta tako uskladiti, da se u najkraćem vremenu vrši odvoz otpucane rude (i mineralizovane jalovine): takođe treba izbegavati stokiranje rude u sipkama i podzemnim bunkerima. Zbog toga metode otkopavanja sa magaziniranjem rude nisu našle šиру primenu u otkopavanju ležišta urana.

Metode otkopavanja sa zarušavanjem takođe predstavljaju mogućnost za nekontroliрано kretanje vazduha kroz zarušene zone, pa je zbog toga moguće usisavanje vazduha sa povećanim sadržajem radona. Metode otkopavanja sa zasipavanjem zahtevaju prime nu inertnog materijala za zasip (sa stanovišta emanacije radona), pošto zasip može biti dopunski izvor radona, ako zasipni materijal sadrži uransku mineralizaciju.

Mnoge od navedenih principa i tehničkih rešenja treba primeniti u jamskim radovima koji se rade u fazi istraživanja ležišta. Jamske prostorije za eksploraciono istraživanje treba svesti na minimum, a za istraživanje koristiti radio-karotaž bušotina.

Pored svih navedenih tehničkih rešenja i mera zaštite, kao što je već navedeno, neophodno je vršiti sistematska merenja intenziteta zračenja i zaprašenosti vazduha na radnim mestima. Periodičnost merenja određuje se na osnovu registrovanog intenziteta zračenja u jamskim prostorijama. Tako na primer,

u uranskim rudnicima u SAD, pri srednjoj veličini doze manje od 0,5 od maksimalno dozvoljene, merenja se vrše u otkopima jedanput godišnje; za veličinu doze od 0,5 — 0,7 jedanput u šest meseci, a za veličinu doze veću od 0,7 od maksimalno dozvoljene, merenja se vrše jedanput u tri meseca ili češće. Pored toga, merenja se vrše uvek kad se konstatuju znatne promene sadržaja urana u otkopu, ili kad: se menjaju dimenzije rudnog tela (profil otkopa). U francuskim rudnicima kontrola radona vrši se jednom nedeljno u svim aktivnim otkopima i ventilacionim prostorijama. Osim toga, kontrola radona u otkopu vrši se tri puta: za vreme bušenja minskih bušotina, posle otpucavanja i za vreme utovara rude.

Za određivanje zaprašenosti uzimaju se probe u otkopima, ventilacionim prostorijama, kao i u blizini nekih objekata na površini. Pored standarnih analiza, određuje se sadržaj urana u prašini i radioaktivnost.

SUMMARY

Underground Mining of the Uranium Deposits and Technical Protection

B. Genčić, min.eng. x)

The ore getting from underground mining of the uranium deposits is the main part of the total ore getting. Underground mining of the uranium deposits has many characteristics of the metal mining methods, such as a specific characteristics of the metal mining methods, such as a specific characteristics as result of the ore radioactivity. For that reason the methods with the most effective ventilation of the working faces with the controlled ventilation system is applied.

As radon and emanation products are the biggest hazard, the calculation of the air quantity is based of the emanation properties of the working medium and reducing of the radon concentration.

Technical solutions in all stages of the development and exploitation should be in proportion with the degree of technical protection in order to reduce miners'radiaton hazards.

Literatura

- Popov, G. N., 1964: Osobennosti razrabotki mest...
roždenij radioaktivnyh rud.
Suražskij, D. J., 1960: Metody poiskov i razvedki mestoroždenij urana.

*) Doc. ing. Branislav Genčić, Rudarsko geološki fakultet Beograd.

Eksplozivne smeše AN — DG — nesreće sa njima i njihovo sprečavanje

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Lojze Bratina

Tokom poslednjih nekoliko godina, kod nas i u svetu, pojavile su se nove vrste eksplozivnih sredstava ili smeša. U komercijalnim informacijama, uglavnom, mogu se za neke proizvode kao na primer, za smešu amonitrat-dizel gorivo (AN-DG) naći preterani podaci o sigurnosti rukovođenja, transporta i upotrebe. Zato mislim da će biti odi koristi za sigurnost rada sa ovim eksplozivima u našoj zemlji, ako navedemo nekoliko američkih iskustava iz ovog područja. O sigurnosti rada u industriji i rудarstvu kod nas se mnogo govori, ali se zaboravlja, da ne postoji nijedan postupak koji bi bio apsolutno siguran. Sigurnost se može smatrati (Glenn H. Damon) kađ relativan pojam dobiven samo iz iskustva iz sličnih situacija. Općenito se stvarne tehničke opasnosti neke operacije mogu na osnovu statističkih podataka prognozirati i odrediti verovatnoća nesreće. Izuzetak je samo slučaj kada dominira faktor greške čoveka nad tehničkim problemima. Zbog toga je potrebno sigurnost ocenjivati uvek po najopasnijem postupku u dатој situaciji. Neke takve opasne situacije u vezi sa upotrebom eksplozivnih smeša AN-DG biće kasnije analizirane.

Osobine AN i njegov uticaj na sigurnost eksploziva

Danas ammonitrat predstavlja glavnu sировину za proizvodnju privrednih eksploziva. U SAD je 1965. godine njegov udeo u svim

vrstama eksploziva sačinjavao 76,5% (Bureau of Mines). Iste godine je u Jugoslaviji prosečno u svim vrstama privrednih eksploziva, utrošeno 74% AN. U klasičnim eksplozivima sigurnosne karakteristike ammonitrata imaju uglavnom manji uticaj na bezbednost proizvodnje i upotrebe tih eksploziva, jer se u sastavu tih eksploziva nalaze tzv. čisti eksplozivni sastojci (nitroglycerin, trolit, pentrit) koji su neuporedivo osetljiviji na spoljne uticaje od samog ammonitrata, iako se oni nalaze u njima u manjoj količini. Drugačija je situacija u tzv. NCN eksplozivima (Engl.: Nitrocarbo-nitrates*) i eksplozivnim smešama (Engl.: Blasting agents*), gde su fizikalne i eksplozivne osobine ammonitrata bitne za sigurnost takvog eksplozivnog sredstva.

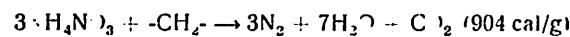
Razumevanje uticaja AN na sigurnost eksploziva moguće je samo, ako se bliže prouče njegove osobine.

Čist AN je oksidant sa slabo izraženim eksplozivnim osobinama. Poznato je više načina raspadanja AN, ali je za miniranje najvažnija ova reakcija (Ikuo Fukuyama):



* Po američkoj klasifikaciji (Glenn H. Damon Fordham) tzv. blasting agent, odnosno eksplozivna smeša je svaka materija ili smeša goriva i oksidanta koja nije klasificirana za eksploziv i u kojoj nijedan sastojak nije eksploziv, pod uslovom da smeša bez obloge nije osetljiva na inicijaciju kapsle br. 8. NCN je naziv za bilo koju eksplozivnu smešu koja je označena kao NCN od strane Ministarstva za transport SAD. NCN eksploziv ne sme sa držati čistih eksplozivnih sastojaka, kao npr. TNT.

U stehiometričnoj smeši sa dizel uljem (5,6%) reakcija bi tekla:

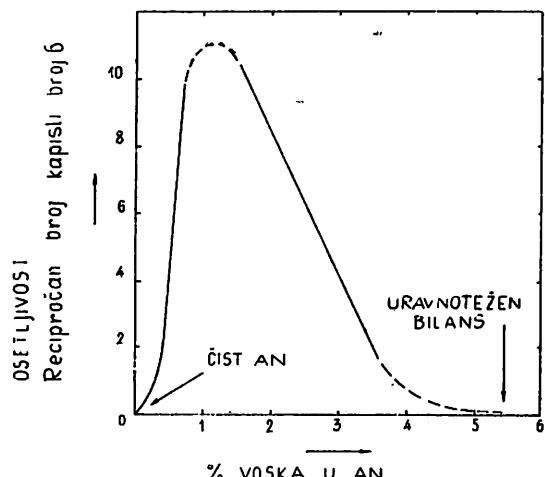


Uporedne minersko-tehničke i fizičko-hemiske karakteristike amonnitrata su sledeće (Quarterly of the Colorado school of Mines):

Tablica 1

Karakteristike	AN prills	AN — DG prills	TNT
Gustina (g/cm³)	0,85	0,85	1,1
Vlažnost (%)	0,1 — 0,4	0,2 — 0,5	0,05
Osetljivost (kom. kap. br. 8)	10 — 15	3 — 5	1
Brzina det (m/sek)	3500	3800 — 4200	5000
Energija ekspl. (Kcal/kg)	334	904	980
Kritična masa (kg)	123.000	(30.000) ?	900
Osetljivost na udar (kgm)	5 kgm	3 — 4 kgm	2 kgm
Kritični prečnik 100 mm	25 — 30 mm	8 — 10 mm	
H. V. Impact	—	133	133
Sensitivity (Kcal)	—		

Iz gornjeg pregleda se vidi da se dodavanjem dizel ulja ammoniumnitratu dobiva smeša, koja se po svojim fizikalnim i minerskim osobinama približava poznatom eksplozivu trotilu.



Sl. 1 — Osetljivost na inicijaciju kapsle br. 6 smeše AN-vosak.

Abb. 1 — Empfindlichkeit auf die Zündung der Kapsel Nr. 6 der Mischung AN-Wachs.

Naravno, gore navedene činjenice i podaci odnose se na ammoniumnitrat, normalno osetljivosti. Iz iskustva proizvođača eksploziva i literature (Cook) poznato je, da osetljivost AN može porasti do takvog stepena da se AN ponaša kao najosetljiviji privredni eksploziv, što je prikazano na sledećoj tablici:

Tablica 2

AN	Osetljivost na kap. 8	Osetljivost na udar	Balističko klatno
	nije jeste	5 kgm 3 kgm	1073 kgm 1200 kgm
Normalan Osetljiv			

Uticaj organskih materija (ulja, voska itd.) može se jasno videti iz sledećeg grafičkog prikaza (Cook).

Ovi i drugi fenomeni ammonitratu i njegovih smeša sa organskim materijama imali su u prošlosti za posledicu niz katastrofalnih nesreća (Ikuo Fukuyama). Visoki procenat nesreće sa AN u poređenju sa nitroglycerinom, posledica je činjenice, da ammonitrat može biti osetljiv kao dinamit, uprkos njegove neosetljivosti i sigurnosti.

Tablica 3

Lista eksplozivnih katastrofa A N (Cook, Ikuo Fukuyama)

Broj	Mesto	Datum	Zrte
1.	Depauno	14. juni 1916.	1 mrtav, 2 ranjenih
2.	Oakdale	15. sept. 1916.	
3.	Morgan	oktobar 1918.	64 mrtva, 100 ranj.
4.	Brod „Hellfried“ New York City		
5.	Barksdale	1920.	
6.	Kriewald	26. juni 1921.	19 mrtvih
7.	Oppau	21. sept. 1921.	1100 mrtvih, 160 nestalih, 1952 ranjena
8.	Nixon	1. mart 1925.	
9.	Musch Sale	3. mart 1925.	
10.	Emproriām	1925.	
11.	Repauno	oktobar 1932.	
12.	Merano	oktobar 1936.	
13.	Tosenderloo	29. april 1942.	
14.	Milano	februar 1944.	4 mrtva, 17 ranj.
15.	Texas	16. april 1947.	560 mrtvih, više od 3000 ranjenih
16.	Brod Gandy Coup Texas	17. aprila 1947.	
17.	Brest	28 avg. 1947.	21 mrtav, 100 ranj.
18.	Presque Isle	26. avg. 1947.	
19.	Stephan	1947.	
20.	Nagaya	22. decem. 1952.	22 mrtva, 303 ranj.
21.	Asahi Chemical	26. februar 1946.	1 mrtav, 2 ranjenih
22.	Oulu	januar 1963.	

Nesreće sa smešama A N — D G u SAD

Slično listi napravljenoj za amonnitrat, može se dati i spisak nesreća, u koje je uključena smeša amonnitrat-dizel gorivo (AN-DG). Naravno, ukupan broj nesreća je manji, jer su se ove smeše počele intenzivnije upotrebjavati u SAD tek posle 1955. godine (NFPA Quarterly):

Rosenburg, Oregon

Do ove nesreće je došlo 7. avgusta 1959. god. kada se kamion natovaren dinamitom i smešom AN — DG parkirao u centru Rosenburg-a ispred skladišta. Skladište se zapalilo i vatra se prenela na kamion. Sumnja se da se zapalio dinamit koji je doveo do detonacije i NA — DG. Trinaest lica je bilo ubijenih a 125 ranjeno. Šteta je ocenjena na preko 10 miliona dolara. Ova nesreća je posledica nepravilno zaustavljenog vozila, kao i pretpostavke da je smeša AN — DG neopasna.

Traskwood, Arkansas

U ovom gradu je došlo 17. decembra 1960. g. do požara na teretnom vozlu. U vozlu nije bilo smeše AN — DG, ali nalazile su se sirovine za proizvodnju iste u vagonima (razna goriva, masti, amonnitrat, itd.). Posle iskakanja voza, jedna cisterna goriva se zapalila i nakon 40 minuta došlo je do detonacije. Posledica detonacije, bilo je stvaranje velikog kratera i razbacivanje vagona kompozicije. Vagon u kojem se je nalazio AN, kompletno je uništen. U ovoj nesreći nije bilo ljudskih žrtava ni teže ozleđenih.

Norton, Virginija

Eksplozija u ovom gradu 27. decembra 1961. godine je uništila 4 stambene zgrade, poslovnu zgradu, četiri teretna vozila i tri osobna automobila. U zgradi za mešanje AN-DG nalazio se AN, kao i gotova smeša u vrećicama. Pored uređaja za mešanje AN i dizel ulja u zgradi se nalazilo 20 t nemešanog AN i 35 t smeše AN — DG. Na dan nesreće izvode su se neke opravke na dovodu dizel ulja u mešać, aparatom za autogeno zavarivanje. Pomoćnik varioca koji je za vreme radova držao u ruci aparat za gašenje sa tetraklor ugljenikom, nije njime mogao da ugasi plamen koji je izbio. Plamen se proširio na či-

tavu zgradu i nakon 30 minuta je došlo do strašne eksplozije. Žrtava nije bilo, jer je prisustveni komandir vatrogasaca, koji su stigli iz Nortona, naredio evakuaciju svih ljudi.

Marshalls Creek, Pennsylvania

U junu 1964. godine je došlo do teške eksplozije AN — DG i eksploziva u ovom gradu, pri čemu je stradalo 6 lica (od toga 3 vatrogasca!) i više ljudi je teško ozleđeno. Kamion sa eksplozivom koji je eksplodirao, bio je na noćnoj vožnji kada je došlo do defekta na dve gume. Zbog toga vozač nije mogao nastaviti vožnju i otišao je tražiti pomoć. U međuvremenu gume su se zapalile, a plamen se proširio na utovarenu robu. Kada su došli vatrogasci na vozilu nije bilo tablice „eksploziv”, pa su počeli gasiti. Usprkos intervenciji došlo je do teške eksplozije i žrtava. U SAD je „Interstate Comerce Comission” konstatovala da veliki procenat požara kamiona nastaje i do 1 sat posle zaustavljanja vozila zbog tzv. tinjajuće vatre u gumama!

Posle opisanih i drugih nesreća došlo se do saznanja, da je potrebno izraditi nove propise za eksplozivne smeše. Smatra se, ako se ove smeše uvrštavaju u eksplozivne, ipak ih ne bi trebalo uvrstiti u istu klasu gde i nitroglycerinske eksplozive (Glenn H. Damon), zbog njihove neosetljivosti. Kakve su razlike u tom pogledu između eksplozivnih smeša i eksploziva, vidi se iz „Preporuka za proizvodnju, transport, skladištenje i upotrebu eksploziva i eksplozivnih smeša”, 1967. (NFPA). Ova knjižica je zbir stručnih preporuka za zakonodavca koje je primenilo Udruženje za zaštitu od požara SAD.

Nove preporuke SAD o eksplozivima i eksplozionim sredstvima

Bitni elementi sadržaja ovih Preporuka su:

- Proizvodnja eksploziva ili eksplozivnih smeša (AN-DG) je dozvoljena samo ako su za istu nadležne vlasti izdale odobrenje. Zabranjena je proizvodnja na područjima gde ova proizvodnja ugrožava životę i imovinu u okolini (tač. 212);
- Lokacija mesta za mešanje eksplozivnih smeša se izdaje prema istim kriterijima kao i za druge eksplozive, s obzirom na udaljenost od naseljenih zgrada, puteva, željeznica itd. (tač. 721);

- Ammonitrat koji se nalazi blizu eksploziva ili eksplozivne smeše, tretira se kao eksploziv;
- Zgrade za mešanje moraju biti sagrađene po istim kriterijima kao i za eksplozive (tač. 722);
- Ako se eksplozivne smeše skladište zajedno sa drugim eksplozivima, skladišta moraju biti iste konstrukcije kao za eksplozive (tač. 731);
- Ako se eksplozivne smeše skladište odvojeno od eksploziva, mogu se, osim u skladistima za eksplozive, skladištiti još u skladistima koja su nesagorljiva, koja ne propuštaju vodu i nemaju kanala u podu, koja su dobro ventilirana i sigurna protiv provale. Naravno, da takvo skladište mora biti locirano u skladu sa minimalnim potrebnim odstojanjem od susednih zgrada, željeznica i puteva (tač. 732);
- U pogledu transporta eksplozivnih smeša na snazi su sve bitne odredbe, koje važe i za prevoz drugih eksploziva — zajedničko tovarenje, starost vozača 21, opremljenost vozila, zabrana uzimanja alkohola i narkotika (tač. 741—748);
- Pri upotrebi eksplozivnih smeša treba se pridržavati svih propisa koji važe za druge eksplozive (tač. 751). To znači, da osoba koja upotrebljava eksplozivnu smešu mora raspolagati dozvolom za upotrebu eks-

ploziva, i da ne sme biti mlađa od 21 godinu. Potrebno je sprovesti iste zaštitne mere i signalizaciju kao kod drugih miniranja, a kod punjenja i iniciranja nema razlike.

Primer upotrebe AN-DG u SAD, dokazuje da su i tamo na snazi tehnički propisi o proizvodnji, skladištenju, transportu i upotrebi tzv. eksplozivnih smeša. Iz toga proizlazi, da je mišljenje koje vlada i kod nekih naših stručnjaka — minera o apsolutnoj liberalizaciji na području pripreme i upotrebe AN-DG, posledica starih informacija i uticaja reklamne službe inostranih proizvođača amonnitarta. U pogledu zakonodavstva o eksplozivima i eksplozivnim smešama (AN-DG), situacija u našoj zemlji je identična prilikama u SAD, iako nije potpuno definisana. Naime, i kod nas za proizvodnju svakog novog eksploziva, pa i AN-DG, potrebno je prethodno odobrenje DSNO, atestiranje sa strane komisije za eksplozive itd. No, nedostaju nam bolji tehnički propisi o uskladištenju, transportu i upotrebi eksplozivnih smeša.

Najvećih nelogičnosti ima baš u pogledu upotrebe eksploziva pri masovnim miniranjima, gde ne postoji nikakva ţazlika u pogledu načina punjenja vertikalnih bušotina nitroglicerinskim eksplozivima i tzv. eksplozivima i tzv. eksplozivnim smešama koje provode naša preduzeća.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Strengstoffmischungen AN — DG — Unfälle mit denselben und deren Verhinderung

Dipl. Ing. L. Bratina*)

Bei der Handelswerbung können im allgemeinen bei gewissen Erzeugnissen, wie z. B. für die Mischung Ammonitrat-Dieselbrennstoff (AN-DG), gewisse Angaben über Handhabungssicherheit, Beförderung und Einsatz, die zur Übertriebung neigen, angetroffen werden. Ich bin der Meinung, dass es nützlich sein wird, wenn ich einige amerikanischen Erfahrungen auf diesem Gebiete anführe. Man spricht bei uns viel über den Arbeitsschutz in der Industrie und Bergbau, vergisst aber, dabei dass kein Verfahren, das absolut sicher wäre, besteht. Die Sicherheit ist ein relativer Begriff, gewonnen durch Erfahrung aus ähnlichen Situationen. Man kann technische Gefahren einer Operation im allgemeinen aufgrund der statistischen Angaben voraussagen und die Unfallwahrscheinlichkeit bestimmen. Die Ausnahme bildet nur der Fall, wenn der Faktor des Menschenfehlers über den technischen Problemen herrscht. Deswegen muss die Sicherheit immer nach dem gefährlichsten Verfahren in der gegebenen Situation eingeschätzt werden. Es wurden einige gefährliche Situationen bezüglich des Einsatzes des AN-DG-Sprengstoffs analysiert.

*) Dipl. ing. Lojze Bratina, Podjetje „Kamnik“ — Kamnik

Literatura

- Cook, 1958: The Science of High Explosives.
Lamont, G. H., 1965: Fire Journal, March.
Fordham, 1966: High Explosives and Propellants.
Fukuyama, I., 1964: Referat na Medunarodnom simpozijumu o nesrećnim slučajevima u proizvodnji eksploziva, Rim.
- Bureau of Mines, 1966: Posebna publikacija, Sept.
Colorado School of Mines, 1963: Quarterly.
NFPA, 1967: Manufacture, Storage, Transportation and Use of Explosives Blasting Agents.
— National Fire Protection Association.
NFPA, 1963: Quarterly, Jan.

Analiza smrtnih i teških tjelesnih povreda na radu u rudnicima SR BiH u 1966. i 1967. godini

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

Uvod

U ovoj analizi se, na osnovu statističkih podataka o teškim i smrtnim tjelesnim povredama, nastojalo dati sistematizirani prikaz povreda na radu (u daljem tekstu — povreda) u rudnicima SR BiH. Na temelju sistematiziranih podataka, može se dobiti orientaciona slika veličine i obima pojedinih grupa povreda, kao i stanja sigurnosti i to odvojeno za rudnike uglja, rudnike metalnih i rudnike nemetalnih mineralnih sirovina.

Namjera je ove analize, da konkretnom, ali zbog nedovoljnih podataka skromno obrađenom materijom, ovaj pokušaj sagledavanja stanja povreda ne ostane usamljen slučaj, već da se pokrene inicijativa za uvođenje jednog stabilnog i određenog sistema praćenja povreda u rudnicima cijele naše zemlje, kako bi se sve povrede mogle svoditi na što jasnije i detaljnije određene zajedničke nazivnike odnosno pokazatelje. Autori su se odlučili na analizu smrtnih i teških tjelesnih povreda zato, što su o ovim povredama rudarske organizacije obavezne izrađivati izveštaje i po jedan primjerak dostaviti Republi-

čkom rudarskom inspektoratu pa je kroz to i pored nejedinstvenog obradivanja, postojala mogućnost detaljnije analize svake od pomenuih povreda i njihovog svođenja na određene zajedničke nazivnike, dok se za luke tjelesne povrede nije mogao dati analitički prikaz, jer se one sa rudnika dostavljaju samo u brojčanom iznosu, po fazama rada, što nije bilo dovoljno za temeljitu analizu. Pri ovoj statističkoj analizi nisu uzete u obzir smrte povrede nastale u banovičkoj (53) i kakanjskoj (128) katastrofi, jer su one predmet posebnih studija. Pomenute povrede prikazane su jedino u ukupnom prikazu povreda po granama u djelatnosti na tablici 2.

U vezi sa sistematskim praćenjem i evidentiranjem povreda, već je i ranije više puta davana inicijativa, koja nažalost, do sada nije ostvarena. Posebno se ističe, da je na savjetovanju koje je održano aprila 1963. godine u Beogradu po pitanju zaštite na radu u rudarstvu, metalurgiji i geologiji Jugoslavije, prof. ing. B. Jokanović podneo referat pod naslovom »Evidentiranje i statistika tjelesnih povreda i smrtnih udesa u našim rudnicima«. U ovom referatu se ističe potreba jednog sis-

tema, na kojem bi se zasnivalo evidentiranje i statistika tjelesnih povreda u rudnicima, jer se jedino tako može doći do pravog putokaza u iznalaženju mogućnosti, kako da se te povrede svedu na najmanju mjeru. Bez takve statistike, iznosi se u referatu, nije moguće odrediti uporedne pokazatelje o učestalosti povreda u rudnicima, niti stepen opasnosti, zbog čega se ne može doći do objektivnih elemenata koji su potrebni za ocjenu pojedinih metoda rada i sredstava za rad, bez kojih se ne mogu iznalaziti mogućnosti poboljšanja zaštite zaposlenih u rudnicima.

U pomenutom referatu je predložena i konkretna sistematika za praćenje i obradu povreda na radu u rudnicima, kao i sistematika u vezi sa ostalim podacima koji, u izvesnoj mjeri, mogu poslužiti kao pokazatelji pogonske sigurnosti, odnosno stepena sprovedene zaštite na radu u pojedinim rudnicima. Nažalost, do danas u Jugoslaviji ne postoji jedinstveni sistem obrade tjelesnih povreda i svi dosadašnji pokušaji ostali su bez rezultata.

Na pristupanje što temeljitijem i što stručnjem rješavanju ovog osnovnog problema, za ocjenjivanje stepena sigurnosti u rudnicima, upućuje cijelokupni sistem našeg novijeg zakonodavstva o zaštiti na radu uopšte, a naročito odredba čl. 5, stav 3 Osnovnog zakona o zaštiti na radu koja iznosi da se „Zaštita na radu ostvaruje i unapređenjem tehnološkog procesa proizvodnje i procesa rada uopšte“. Dalje, po odredbi čl. 65, stav 2 Osnovnog zakona o rudarstvu, zaštita u rudnicima se dinamično uključuje u proces proizvodnje, tako da ista bude u skladu sa savremenim dostignućima tehnike na tom polju.

Iako su ove odredbe osnovnih zakona odraz našeg društvenog sistema — brige o čovjeku — one su ipak i posljedica konkretne činjenice relativno velikog napretka proizvodnih procesa, koji još nisu usklađeni sa preduzetim mjerama zaštite na radu uopšte, a naročito u uslovima naših rudnika. Ovim osnovnim zakonskim odredbama zaštita na radu treba da bude živa materija i uvek prisutna briga za »stalno obezbjedivanje odgovarajućih mjera i sredstava, usmijerenih na stvaranje bezbednijih uslova rada« (čl. 2, stav 1 OZZR). Ovo je od posebnog značaja pri radu u podzemnim rudnicima, kako na području

eksploatacije, gde se nikad ne može isključiti pojava jednog ili više nedovoljno poznatih faktora, tako i u sistemu vjetrenja jame, koji mora stalno biti kontrolisan, siguran i stabilan.

Postojeći način evidentiranja tjelesnih povreda u rudnicima je još uvjek, u pogledu pojedinih podataka, toliko uprošten, da ne može, u smislu jednog statističkog sistema, predstavljati objektivni osnov za izučavanje tjelesnih povreda u svrhu njihovog suzbijanja. Ova uproštenost se najbolje ogleda kroz tablicu 2 obrazac ER-8 (čl. 89 Pravilnika o vođenju evidencije u oblasti rada) koji rudarske organizacije ispunjavaju u vezi sa povredama na radu u pogledu tri najvažnija elementa koji karakterišu povredu i to: mjesto, izvor i uzrok.

Budući da ova tri elementa u razmatranju tjelesne povrede na radu nisu dobila svoju užu definiciju, niti su pak kao zasebni pojmovi, za prilike u rudarstvu dolje izdiferencirani, dolazi često i do subjektivnih ocjena u evidentiranju i vođenju statistike o tjelesnim povredama unutar pojedinih rudnika. Zbog toga dolazi do poteškoća kod dalje razrade i statističkog prikazivanja povreda na radu. Za ovaj statistički prikaz tjelesnih povreda na radu u rudnicima SR BiH, s obzirom na činjenicu da se oko 88% od ukupnog broja povreda dogodilo na rudnicima uglja uglavnom je korišten referat prof. ing. B. Jokanovića, kao i, za naše prilike modificirani, podaci i definicije koje se koriste u NR Poljskoj, prema radu »Systematyka czynników określających genezę wypadków przy parcy w kopalniach węgla kamiennego« od dr ing. J. Wanata, koji je objavljen u Komunikatu br. 350 — izdanje GiG-a.

S obzirom da ne raspolažemo svim potrebnim elementima za određivanje učestalosti i težine tjelesnih povreda, kao i stepena ugroženosti za cijeli period od 1959. do 1967. godine, osnovni pokazatelji su određeni samo za 1966. i 1967. godinu, a ukupan broj tjelesnih povreda po kategorijama i godinama za cijeli period dat je samo u apsolutnim brojevima. Svjesni smo da je ova analiza nepotpuna, jer obrađuje svega 2,5% od ukupnog broja svih tjelesnih povreda u rudnicima SR BiH. Međutim, kako je već naglašeno, cilj nam je da istaknemo potrebu uvođenja jedinstvenog sistema evidentiranja i povreda u svim rudnicima Jugoslavije.

Smrtnе teške i luke tjelesne povrede u periodu 1959 — 1967.

U komparaciji absolutnog broja smrtnih teških i lakih tjelesnih povreda koje se prikazuju u tablici 1, uzet je devetogodišnji period, počev od 1959. godine, u kojoj je doni-

jet prvi Zakon o rудarstvu, pa do kraja 1967. godine.

Od ukupnog broja tjelesnih povreda uključivši katastrofe u Rudniku uglja »Tito« Banovići 1962. i u Rudniku mrkog uglja Kakanj 1965. godine otpada:

Tablica 1

Godina	Smrtnе povrede		Teške povrede		Luke povrede		U k u p n o	
	broj	indeks	broj	indeks	broj	indeks	broj	indeks
1959.	38	100	138	100	8.588	100	8.764	100
1960.	31	82	162	117	9.370	111	9.763	111
1961.	33	87	136	99	8.574	100	8.743	100
1962.	32	84	144	104	8.928	104	9.104	104
1963.	27	71	146	106	8.643	101	8.810	100
1964.	25	66	174	126	8.740	102	8.939	102
1965.	20	53	170	124	8.103	94	8.293	95
1966.	16	42	160	116	6.932	81	7.108	81
1967.	12	32	142	103	5.991	70	6.145	70
Ukupno:	234	0,31	1372	1,81	74.069	97,88	75.675	100%
Godišnje:	26	—	152,4	—	8.230	—	8.407	—

Tablica 2

	Smrtnе povrede		Teške povrede		Luke povrede		Ukupno	
	broj	%	broj	%	broj	%	broj	%
Na rudnike uglja	374	90	1160	84,6	65.401	88	66.935	88
Na rudnike metala	30	7,3	176	12,6	5.393	7,5	5.596	7,5
Na rudnike nemetala	11	2,7	39	2,8	3.275	4,5	3.325	4,5
Ukupno:	415	100	1372	100	74.059	100	75.856	100

Tablica 3

Pokazatelj	Rudnici 1966.	uglja 1967.	Rudn. metala 1966	1967.	Rudn. nemetala 1966.	1967.	U k u p n o 1966.	1967.
Broj rudarskih radnih organiz.	19	19	10	10	32	30	61	59
Proizvodnja u 000 tona	10,893	9,776	3,240	3,240	1,500	1,477	15,643	14,492
Prosječan broj uposlenih radn.	28,460	25,887	7,030	6,891	4,840	3,949	40,330	36,727
Broj izvršenih nadnica u 000	6,560	5,750	1,764	1,607	1,185	961	9,509	8,318

Tablica 2 najupečatljivije govori o nužnosti sistematskog praćenja i analiziranja povreda na radu u rudarstvu. U toku poslednjih devet godina bilo je 415 mrtvih, 1372 teško i 74.069 lakše povređenih radnika. Ako se uzme da je u rudarstvu SR BiH bilo zaposleno prosječno oko 40.000 radnika, proizilazi da je u proteklih devet godina prosječno svaki radnik bio skoro dva puta povrijedjen.

Analiza smrtnih udesa i teških povreda u 1966. i 1967. godini

Pristupajući ovom zadatku potrebno je prethodno iznijeti opšte podatke o obimu rudarskog djelovanja u Socijalističkoj Republici Bosni i Hercegovini. U vezi s tim, daje se tabični prikaz iz kojeg su vidljivi osnovni pokazatelji za 1966. i 1967. godinu, a za pojedine grupe rudnika, tj. posebno za rudnike uglja, kao i za rudnike metalnih i nemetalnih mineralnih sirovina.

U iznesenom broju rudarskih radnih organizacija ima 110 jamskih pogona i 65 površinskih kopova. Ukupan broj jama ugrozenih od metana iznosi 25, od čega je jedna jama u rudniku nemetalnih mineralnih sirovina — Rudnik soli Tušanj.

U vezi sa smrtnim povredama na radu kod ukupnog broja radnika, iznesenog u tablici 1, treba istaći činjenicu da stanje u 1966. i 1967. godini, u odnosu na ranije godine predstavlja osjetno poboljšanje. Nai-mje, broj smrtnih povreda (ne uzimajući u obzir katastrofe u Rudniku uglja »Tito« Banovići i u Rudniku mrkog uglja Kakanj) za poslednjih 9 godina u prosjeku iznosi 26,5 dok njihov broj u 1966. godini iznosi 16 ili za 32% manje; a u 1967. iznosi 12 ili 54% manje od pomenutog devetogodišnjeg prosjeka. Broj teških tjelesnih povreda u 1966. godini iznosio je 160 i ne pokazuje značajnije opadanje u odnosu na devetogodišnji prosjek, koji iznosi 152,4, međutim u 1967. godini broj teških tjelesnih povreda iznosi 142 ili za 6% manje od devetogodišnjeg prosjeka. Iz tablice 1 dalje se vidi da je broj lakih povreda takođe u opadanju, da je devetogodišnji prosjek lakih povreda 8.229, da je u 1966. godini bilo za 15%, a u 1967. za 27% manje povreda od tog prosjeka.

U daljem izlaganju daje se detaljniji prikaz i obrada povreda na radu u rudnicima SR BiH u 1966. i 1967. godini. Obradeni su pokazatelji učestalosti i težine povreda i na kraju je dat prikaz o organizacionom stanju

službi zaštite na radu u rudarskim organizacijama, kao i prijedlozi u vezi sa unapređenjem sistema izučavanja i ispitivanja povreda na radu.

Stanje sigurnosti i zaštite na radu ispitivano je statističkom metodom, koju je ipak lakše sprovesti kod neujednačene evidencije povreda na radu u pojedinim rudnicima, što je slučaj ne samo u SR BiH, već i u ostalim našim republikama.

Statistička metoda ispitivanja stanja sigurnosti zasniva se, uglavnom, na analizi povreda na radu nastalim u dužem vremenskom periodu, u zavisnosti od faktora koji utječu na nastajanje povreda. Ti faktori su slijedeći:

- a) izvor povrede
- b) uzrok povrede
- c) mjesto nastanka povrede
- d) posao koji je povrijeđeni obavljao u momentu povrede
- e) lične i stručne karakteristike povrijednog
- f) vrijeme kada se desila povreda
- g) povrijeđeni deo tijela
- h) težina povrede

Svrha statističke metode je da utvrdi koji faktori imaju odlučujuću ulogu u nastojanju povreda, a dobijeni rezultati čine osnovu za utvrđivanje sredstava i preduzimanje odgovarajućih mjera za uspješno sprečavanje novih povreda. Smatra se, da je potrebno istaći i činjenicu, da po pitanju kategorizacije povreda po težini ne postoji jedinstveni međunarodni kriterij.

Tako npr. u NR Poljskoj ima pet kategorija povreda i to:

- I kategorija — smrtna povreda — trenutna smrt ili smrt u roku od 6 mjeseci od dana povrede,
- II kategorija — vrlo teška povreda — uslijed koje nesposobnost za rad traje preko 91 radni dan,
- III kategorija — teška povreda — uslijed koje nesposobnost za rad traje od 29—91 dan,
- IV kategorija — lakša povreda — uslijed koje nesposobnost za rad traje od 4—28 radnih dana,
- V kategorija — manja povreda — uslijed koje nesposobnost za rad traje do 3 dana, osim dana u kojem se povreda dogodila.

Prema našim propisima razlikujemo tri kategorije povreda i to: lakše, teške i smr-

Tablica 4

Izvori smrtnih i teških tjelesnih povreda	Smrte 1966. %	1967. %	Teske 1966. %	1967. %	Ukupno 1966. %	Ukupno 1967. %
1. Pad stijena sa stropa	31	42	29	13	29	15
2. Pad stijena sa čela ili boka	—	17	13	18	12	18
3. Prodor vode ili tekućeg pjeska	—	—	—	1	—	1
4. Upala ili eksplozija gasova	—	—	1	2	1	1
5. Eksplozija posuda pod pritiskom	—	—	2	—	2	—
6. Eksplozija eksplozivnih sredstava	—	—	3	3	3	3
7. Zagadenost atmosfere štetnim gasovima	13	—	3	—	3	—
8. Pad, pokliznucé ili spoticanje lica	—	—	2	6	2	6
9. Udar o sredstva rada	6	—	12	8	12	7
10. Udar o predmete za vrijeme normal rada	—	—	3	1	3	1
11. Pad, kotrljanje ili klizanje predmeta ili materijala	—	—	—	13	—	12
12. Pad ili klizanje stijene (osim pod 1 i 2)	6	25	8	5	8	7
13. Transportne mašine ili uređaji pri radu	31	8	19	25	20	24
14. Ostale mašine ili uređaji u radu	—	—	2	2	2	2
15. Električni uređaji pod naponom	13	8	2	1	2	1
16. Ostalo	—	—	1	2	1	2
U k u p n o:	100	100	100	100	100	100

ne. Kriterijumi za određivanje kategorije povreda nisu jedinstveno određeni.

U SSSR-u, po težini posljedica, postoje tri kategorije povreda: laka, teška i nesretni slučajevi sa smrtnim završetkom, pri čemu se smatraju:

lakim povredama nesretni slučajevi koji izazivaju kratkotrajni gubitak radne sposobnosti, bez bitnijih izmjena zdravlja povrijeđenog, a teškim povredama nesretni slučajevi koji imaju za posljedicu gubitak radne sposobnosti za duži vremenski period i koji ponekad završavaju prevodenjem povrijeđenog na privremenu ili na trajnu invalidnost.

Zaključak o težini povrede daju ljekari. U grupu teških povreda ubraju se: potres mozga, prelomi dijela tijela, veće rane na licu i vratu, veće rane ili prelomi grudnog koša, lom rebara, veće hemijske i termičke opekotine druge i treće kategorije, otvoreni ili zatvoreni prelomi ekstremiteta, ozebljine drugog i trećeg stepena itd.

U ovisnosti od broja istovremeno povrijeđenih, razlikuju se pojedinačne i grupne povrede. Grupnom se smatra povreda dva ili više lica, nezavisno od težine povreda.

U SR BiH smrtnom povredom smatra se ona povreda, uslijed koje smrt nastupa odmah ili za vrijeme transporta povrijeđenog do prve zdravstvene ustanove. Teškom povredom se smatra ona povreda koju je ljekar, nakon pregleda povrijeđenog, okategorisao kao tešku. Povrede uslijed kojih je nesposobnost za rad trajala do 30 dana, bez umanjenja radne sposobnosti nakon liječenja, smatraju se lakim.

U daljim tablicama daje se pregled, u procentualnim iznosima, za pojedine stavke svakog od faktora koji utiču na nastajanje povreda u rudnicima. U tablicama nisu izdiferencirane pojedine stavke posebno za rudnike uglja, posebno za rudnike metalnih te rudnike nemetalnih mineralnih sirovina, kako bi tablice bile jednostavnije.

Izvori smrtnih i teških tjelesnih povreda na radu

Pod izvorom povreda podrazumjeva se onaj vanjski događaj koji je neposredno izazvao povredu. U tablici 4 oni se, po stavkama, pojedinačno iznose i to u procentualnom iznosu.

Iz navedene tablice se vidi, da su, u procentualnom iznosu, najistaknutiji, ovi izvori povreda i to: pad stijena sa stropa čela ili boka, te transportne mašine i uređaji, koji prosječno godišnje iznose oko 160% svih smrtnih i teških povreda na našim rudnicima. Pretežan broj ovih povreda je uslijedio na samim otkopnim radilištima pri kopanju i na transportu grabuljastim transporterima. Uslovi za takve povrede su, naročito u prilikama naših rudnika uglja, povoljni zato što su široka čela zaposjednuta velikim brojem radnika uslijed pomanjkanja odgovarajuće mehanizacije na samom otkopavanju, kao i zbog uslova rada u skućenom prostoru transportnih puteva od radilišta do ulaza u prostorije za glavnu otpremu.

Ovi uslovi mahom utiču i na visinu povreda čiji je izvor »udar o sredstva rada« i »pad ili klizanje stijene« koji se, u posmatrane dvije godine, kreće od 15–20%. Ove povrede događaju se najčešće pri vađenju zadnjeg reda čeličnih stupaca, tj. onih stupaca koji se nalaze uz sam stari rad, odnosno srušenu krovinu otkopa.

Poznato je, da se u rudnicima uglja SR BiH gotovo isključivo koriste širokočelne i komorne otkopne metode sa zarušavanjem krovine pa kao specifičnosti tih metoda, možemo navesti slijedeće:

- veliki obim pripremnih radova koji umanjuju stabilnost masiva i pogoduju stvaranju pukotina i ruševina;
- koncentracija pripremnih otkopnih radišta, kao i mala brzina napretka čela radišta, pogoduju akumulaciji pritiska, a kroz to i zarušavanju;
- neujednačenost rušenja neposredne i osnovne krovine dovodi do povećanja pritiska na podgradu, a vrlo često i do zarušavanja;
- veliki obim neproizvodnog rada — podgrađivanje i upravljanje jamskim pritiskom, uslovljava mali napredak otkopavanja po padu sloja. Osim toga masiv, oslabljen mrežom pripremnih radova, ima povišenu sklonost zarušavanju, što apsorbuje znatan broj radnika za podgrađivanje na otkopima;
- u komorama se ne koristi podgrada i, bez obzira na brzinu otkopavanja, dolazi do pada uglja, a naročito pri okucavanju radišta, bušenju i punjenju ţinskih rupa.

Iz izloženog se vidi da su, pri sadašnjim procesima dobivanja u rudnicima SR BiH, glavni potencijalni elementi koji utiču na povrede:

- rad ispod staroga rada, koji vlastitom težinom nastoji prodrijeti u otkopni prostor;
- mala brzina napredovanja otkopavanja;
- neodgovarajuća dužina širokih čela;
- pomanjkanje tehničkih sredstava i metoda kontrole zarušavanja neposredne i osnovne krovine u starom radu, što izaziva neočekivane periodične dinamičke udare, koji dovode do zarušavanja i povreda;
- radovi na miniranju, pri maloj brzini napretka i velikom intenzitetu jamskog pritiska, povećavaju opasnost od zarušavanja;

- veliki utočište ručnog rada na pripremnim radovima i transportu, povećava težinu rada, smanjuje brzinu napredovanja, a kroz to povećava opasnost od povreda;
- veliki broj ljudi na relativno skućenom prostoru;
- nepodgrađivanje komora i relativno dug bočavak ljudi u nesigurnom otkopu takođe predstavlja potencijalnu opasnost po u-poslene radnike.

Analiza desetogodišnjih povreda po izvorima pokazuje, da se u rudnicima Sovjetskog Saveza najveći broj povreda dogodio usled obrušavanja i pada stijena i uglja (35,6% kod lakih, 44,7% kod teških i 40,0% kod smrtnih), zatim na jamskom transportu (10,7% kod lakih, 19,0% kod teških i 17,0% kod smrtnih), i na strojevima i mehanizmima (9,6% kod lakih 14,4% kod teških i 7,48% kod smrtnih).

Upoređujući te podatke sa podacima u tablici 4, može se zaključiti, da i u našim rudnicima dominiraju, po učešću u ukupnom broju povreda, ista tri izvora (najizazitije su povrede u vezi sa manifestacijama sila jamskog pritiska).

Povrede mogu biti izazvane mehaničkim, hemijskim ili električnim djelovanjem. U rудarstvu broj povreda izazvan mehaničkim djelovanjem dostiže 85% od ukupnog broja. Povrede od električne struje iznose 2–5% na podzemnim radovima i 20–30% na površinskim kopovima. Broj povreda izazvanih hemijskim djelovanjem iznosi 5–10% od ukupnog broja.

Uzroci povreda na radu

U stručnoj literaturi postoji više klasifikacija uzroka povreda na radu, npr. Zlobinskog (SSSR) Gniazda i dr. Sve te klasifikacije, međutim, tretiraju industriju, a nijedna nije specijalno izrađena za potrebe rудarstva.

Klasifikacija Zlobinskog dijeli uzroke povreda na:

- produkciono-tehničke
- organizaciono-tehničke
- organizaciju rada i
- sanitarno-tehničke.

Dr Wanata svojoj klasifikaciji za rudnike kamenog uglja, dijeli uzroke povreda na:

- materijalne i
- organizaciono-ljudske.

Prof. Jokanović je rukovodeći se međunarodnom sistematikom, podjelio uzroke povreda na:

- faktore radne okoline
- organizacioni faktor i
- lični faktor ili faktor čovjek.

S obzirom na sam pojam uzroka povrede, pod kojim se smatraju oni činioci ili okolnosti koji su neposredno ili posredno utjecali na nastajanje nesigurnog stanja u vezi sa kojim je nastupio događaj koji je imao za poljedicu tjelesnu povredu radnika, smatramo da uzroke povreda treba djeliti na:

- faktore radne okoline i
- organizaciono-ljudske faktore.

Ovo stoga što se lični faktor, odnosno faktor čovjek, teško može dovoljno oštros iz-

dvojiti od organizacionog faktora, kako nam je to praksa, pri dosadašnjem ispitivanju uzroka povreda, pokazala. Npr. prof. Jokanović, između ostalih, iznosi kao lične faktore nedostatak odgovarajuće stručne spreme i nedostatak odgovarajućeg iskustva, što je po našem mišljenju u datom momentu teško izdvojiti od organizacionog faktora, s obzirom da već samom organizacijom određenog posla treba da budu predviđeni ljudi odgovarajućih stručnih kvaliteta i sl. Naime, izdvajanje ličnog faktora iz ovog dvokomponentnog kompleksa je već pitanje posebnog postupka u svrhu određivanja stepena krivnje i odgovornosti, te svaki pokušaj oštrog diferenciranja, u prilikama rukarstva, može dovesti do subjektivne apriorne konstatacije i pravnog presedana, što ni u jednom slučaju nije preporučljivo. Iz navedenih razloga smatramo, da za potrebe statistike i izučavanja povreda na radu u rukarstvu potpuno zadovoljava kategorija »organizaciono-ljudski faktor«.

Tablica 5

Uzroci povreda na radu	Smrtne 1966.	% 1967.	Teške 1966.	% 1967.	Ukupno 1966.	% 1967.
1. Lokalno otpuštanje i pad stijena izazvan eksploatacijom	36	25	30	15	30	15
2. Neispravno izrađene, odnosno opremljene i neu-redno održavane radne prostorije	—	—	5	1	5	1
3. Zakrećenost radilišta ili prolaza za ljudi	—	—	—	—	—	—
4. Neispravnost transportnih puteva, sredstava i prostora za utovar i istovar	7	—	1	1	2	—
5. Nedovoljna ventilacija grijanje ili hlađenje	7	—	1	—	1	—
6. Pomanjkanje ili neispravna zaštita mašina i uređaja	—	—	1	2	1	2
7. Nepravilno montirane elek. mašine i uređaji	—	—	—	1	—	1
8. Neispravnost oruđa za rad	—	—	5	1	4	1
9. Ostali uzroci radne okoline	—	—	—	1	—	1
Ukupno: faktor radne okoline	50	25	44	22	45	22
10. Neracionalan ili nesiguran rad od strane povredenog	7	41	14	50	13	49
11. Loša organizacija rada -- nepravilan rad od strane trećih lica	—	—	5	15	5	14
12. Primena neodgovarajuće metode rada	—	17	1	3	1	4
13. Nekorištenje sigurnosnih uređaja	—	—	—	1	—	1
14. Pomanjkanje pažnje i lakomisleni postupci	43	—	30	4	30	4
15. Nedostatak potrebne instrukcije za rad	—	—	—	—	—	2
16. Nedostatak ili nedovoljna saradnja	—	—	2	1	2	1
17. Nedostatak kontrole od strane tehničkog rukovodnog i nadzornog osoblja	—	17	1	1	1	2
18. Pomanjkanje ili nedovoljno okucavanje	—	—	3	1	3	1
Ukupno: organizaciono-ljudski faktor	50	75	56	78	55	78
UKUFNO:	100	100	100	100	100	100

Iz tablice 5 se vidi da je u 1966. godini 50% smrtnih povreda nastalo usled uzroka radne okoline, teških povreda 44% ili ukupno 45%, dok je taj broj u 1967. godini spao na 25% kod smrtnih povreda, na 22% kod teških ili ukupno 22%.

S obzirom da analiziramo povrede u relativno kratkom vremenskom periodu, gornji rezultat može biti slučajnost, međutim smatramo, a i tvrdimo, da je u 1967. godini u rudnicima SR BiH poklanjana veća pažnja radnoj okolini i da se u tom pogledu postigao izvjesni napredak, što potvrđuje i ova analiza.

Procentualni deo organizaciono-ljudskog faktora kod teških i smrtnih povreda raste sa 55% u 1966. godini na 78% u 1967. godini. Naročito je zabrinjavajući podatak da je 49% smrtnih i teških povreda nastalo usled neračionalnog i nesigurnog rada povređenih, a 14% usled loše organizacije rada i nepravil-

nog rada od strane trećih lica. Ovo ukazuje na nedovoljnu stručnost i budnost radnika na poslu, kao i na zanemarivanje sigurnosti i pravilne organizacije rada zbog prioriteta proizvodnje.

Mjesta rada na kojima su se povrede dogodile

S obzirom na činjenicu da preko 60% svih povreda u rudarstvu nastaje u jami, a da relativno mali broj otpada na površinske otroke i ostala radna mjesta na površini, korišteći već navedene metodologije, najveću pažnju pri ovoj analizi posvetili smo onim radnim mjestima na kojima najčešće dolazi do povreda. Cilj analize povreda, prema mjestu rada na kojem su nastale, je da se utvrde ta mjesta, kako bi se istima mogla posvetiti dužna pažnja i kroz to direktno utjecati na

Tablica 6

Mjesto rada	Smrtnе 1966.	% 1967.	Teške 1966.	% 1967.	Ukupno 1966.	% 1967.
1. Široka čela sa zarušavanjem	13	52	27	33	27	33
2. Otkopi sa zarušavanjem	13	8	20	12	20	11
3. Otkopi sa zasipavanjem, odnosno sa zamuljivanjem	—	—	1	1	1	1
4. Cela hodnika i kosih prostorija	—	8	2	2	1	1
5. Hodnici	43	—	26	31	27	28
6. Uskopi i niskopi	6	—	6	3	6	3
7. Komore, skladišta, radionice remize	—	—	1	—	1	—
8. Navozišta i odvozišta okana i slijepih okana	—	—	1	1	1	1
9. Okna, slijepa okna i sipke	—	16	—	1	—	3
Ukupno u jami:	75	84	84	84	84	82
10. Odvozište okna	—	—	1	—	1	—
11. Separacije	—	—	5	5	4	5
12. Slovarišta i magacini	—	—	1	—	1	—
13. Industrijski kolosjek	—	—	—	3	—	3
14. Radionice	—	—	1	1	1	1
15. Otkrivka na površinskim otkopima	—	—	—	1	—	1
16. Površinski otkopi	13	8	3	2	4	3
17. Jalovišta	—	—	—	1	—	1
18. Transport na površini	—	—	2	—	1	—
19. Trafo-stanice i električne mreže	12	—	2	—	3	—
20. Ostalo	—	8	1	3	1	4
Ukupno na površini:	25	16	16	16	16	18
Ukupno u jami i na površini:	100	100	100	100	100	100

smanjenje broja povreda. Sistematika povreda prema mjestima rada na kojima su nastale, djeli ih na:

- mjesta povreda u jami,
- mjesta povreda na površinskim kopovima,
- mjesta povreda na vanjskim pogonima i
- u ostalim pogonima i administraciji.

U ovoj analizi mjesta rada na kojima su se dogodile povrede podijelili smo na mesta u jami i na Površini. U tablici 6 dat je pregled povreda prema mjestu rada na kojem su se povrede dogodile, iz koje se vidi da je preko 80% teških i smrtnih povreda, u poslednje dvije godine na rudnicima SR BiH nastalo u jami, a i ispod 20% na površini.

U jami je najviše povreda bilo na širokim čelima (33%), u hodnicima (28) i na otkopima sa zarušavanjem tj. komorama (11%). Uzrok ovome leži u neodgovarajućoj otkopnoj metodi i nezadovoljavajućem stanju transportnih puteva. Najveći broj povreda na površini dogodio se na separacijama (5%), površin-

skim otkopima (3%) i na industrijskom transportu (3%).

Prema tome, ovim radnim mjestima u jami i na površini treba posvetiti naročitu pažnju pri izradi i održavanju, kako bi boravak ljudi na njima bio što sigurniji, a broj povreda što manji.

Posao koji je povrijedeni obavljao u momentu povrede

Pored navedenih kategorija obrađenih u navedenim tablicama, važna je kategorija posla koji je radnik obavljao u momentu povrede. Ona se nameće kao nužni element u funkciji sa mjestom rada. Naime, mjesto rada — kao širi pojam — obuhvata elemente koji se sastoje od niza radnih operacija, koje u rudarstvu, a naročito u jami, nose sobom izvjesne rizike i opasnosti. Takvo prikazivanje povreda po izvršenim radnim operacijama, u pojedinim fazama rada, omogućuje da se, s obzirom na opasnost, sagledaju pojedine faze rada koje su vezane za pojedina radna mesta. Prikaz Povreda po ovakvom načinu razvrstavanja daje se u tablici 7.

Tablica 7

Rad koji je povrijedeni obavljao	Smrte 1966.	% 1967.	Teške 1966.	% 1967.	Ukupno 1966.	% 1967.
1. Ispitivanje mesta rada i okucavanje	—	8	3	6	3	6
2. Ručno kopanje	—	8	1	1	1	1
3. Bušenje minskih rupa i punjenje	6	8	6	11	6	11
4. Mehaničko kopanje rude	—	18	10	3	9	4
5. Otpucavanje	13	—	6	—	7	—
6. Ručni utovar	1	8	6	11	5	11
7. Mehanički utovar	—	—	4	2	4	2
8. Podgradivanje radilišta	6	8	15	15	15	15
9. Premještanje transporteru	—	8	1	1	1	2
10. Vađenje podgradije i planško zarušavanje	—	—	—	1	—	—
11. Transport člankastim transporterima	—	—	—	2	—	2
12. Transport grabuljarima	6	—	8	3	8	3
13. Transport trakama	—	—	1	1	1	1
14. Transport vitlovima, žičarama ili lančarama	—	—	2	2	2	2
15. Transport lokomotivama	31	—	10	7	12	6
16. Ostale vrste mehaničkog transporta	6	—	3	3	4	2
17. Ručni prevoz	—	26	3	7	3	8
18. Prenos, ručno prebacivanje	—	—	2	3	2	3
19. Održavanje prostorija	6	—	6	2	4	2
20. Posluživanje i rukovanje mašinama — osim za kopanje: utovar i transport	—	—	2	2	2	2
21. Utovar i istovar materijala	—	—	5	1	3	1
22. Održavanje i pregled mašina i uređaja	—	—	2	5	2	5
23. Kontrola i pregled eketromašina i uređaja	13	8	2	2	3	2
24. Dolazak ili odlazak do mesta rada, u jami ili vani	—	—	—	7	—	6
25. Ostalo	13	—	2	2	3	2
Ukupno:	100	100	100	100	100	100

Broj povreda, iznesen u tablici 7, je posebno izrazit na radilištima na kojima se vrši podgrađivanje, bušenje i punjenje minskih bušotina eksplozivom, ručni utovar i prevoz. Ovo je, u velikoj mjeri, posljedica relativno velikog broja zaposlenih radnika na tim poslovima, jer su kod izvjesnog broja naših rudnika mehanizovano dobivanje i transport još uvijek u osjetnom zaostatku. U cilju smanjenja povreda ove vrste treba, u sadašnjim prilikama, preduzeti efikasnije mјere u vezi sa stručnim obrazovanjem radnika, kvalitetom izrade odgovarajućih uputstava, kao i u vezi sa sistemom kontrole vršenja poslova.

Karakteristike povrijeđenih

Ova kategorija je razrađena u tablici 8, u kojoj su izneseni grupni statistički podaci po sljedećim kriterijima:

- stručnoj kvalifikaciji,
- godinama starosti,
- radnom stažu u struci.

Tablica 8 pokazuje koje se kvalifikacije rudarskih radnika najviše povređuju. Poznato je, da u rudnicima ima veliki broj radnih mjesta, koja zahtevaju određenu stručnu spremu i kvalifikaciju. Međutim, analize povrede po svim tim kvalifikacijama bile bi

Tablica 8

Karakteristike povrijeđenih lica	Smrtnе		Teške		Ukupno	
	1966.	1967.	1966.	1967.	1966.	1967.
Kvalifikacija						
Nadzornici	—	9	2	2	2	2
Palioci mina	6	16	3	6	3	9
Kopači	25	16	37	36	36	35
Pomoćni kopači i utovarivači	--	25	12	21	11	17
Vozači	32	9	24	12	24	12
Bravari	—	--	2	4	2	4
Električari	--	16	2	3	2	4
Vozači lokomotiva i pratioci	19	9	2	6	4	9
Rukovaoci mašina i uređaja	6	—	6	3	6	2
Ostali fizički radnici u jami	6	—	4	1	4	1
Ostali fizički radnici na površini	—	—	5	6	5	5
Inženjeri i tehničari	6	—	1	—	2	—
Ukupno:	100	100	100	100	100	100
Godina starosti						
do 18 godina	—	—	—	—	—	—
od 19 do 25 godina	18	—	16	14	16	13
od 26 do 35 godina	62	58	47	42	49	43
od 36 do 45 godina	12	33	31	31	29	31
od 46 do 55 godina	8	9	5	10	5	10
preko 56 godina	—	—	1	3	1	3
Ukupno:	100	100	100	100	100	100
Godine radnog staža						
do 1 godine	19	17	6	8	6	9
od 1 do 3 godine	12	—	10	16	10	15
od 3 do 5 godina	19	25	11	12	12	13
od 5 do 10 godina	31	17	25	19	25	19
od 10 do 15 godina	19	25	31	27	30	26
preko 15 godina	—	16	17	18	17	18
Ukupno:	100	100	100	100	100	100

prevelike i nepraktične. Ze praktične potrebe statističke analize navedene su samo one kvalifikacije kod kojih najčešće dolazi do povreda. Pojedine slične kvalifikacije su spojene (npr. pomoćni kopači i utovarivači), jer se na raznim rudnicima za jednu te istu kvalifikaciju koristi jedan ili drugi naziv.

Iz tablice 8 se vidi da najviše smrtno nastрадaju, ili se teško povrijeđuju kopači, pomoćni kopači i vozači, a zatim palioći mina, vozači lokomotiva i Pratioci vozača. Od ukupnog broja smrtno teško povrijeđenih radnika u 1967. godini na navedene kvalifikacije, otpada 80%. To ukazuje na neophodnu potrebu da kroz seminare, predavanja provjere znanja i kontrolne ispite, treba podizati stručni nivo ovih radnika.

Navedene kvalifikacije su i najizloženije povredama, jer rade na najopasnijim mjestima (otkopi sa zarušavanjem, pripreme i dr.) na kojima se često ne sprovodi propisani ciklus rada zbog čega dolazi, baš kroz uzrok »ljudski faktor«, do čestih povreda. Padaju u oči česte povrede bravara i električara, kao i rukovalaca rudarskih strojeva i postrojenja. U posljednje dvije godine poginula su 2 jamska električara, a 7 ih je teško povrijeđeno. Takođe je bilo 11 teško povrijeđenih bravara. Porast povređivanja ovih kvalifikacija je posljedica povećanog broja zaposlenih zanatlija u rudnicima, zbog uvođenja mehanizacije. Međutim, detaljnije analize pokazuju da se ove povrede nijesu morale dogoditi, tj. uzroci ovim povredama su obično nedovoljno jansko iskustvo povrijeđenih, ili neodgovarajuća radna sredina. Na osnovu detaljnog izučavanja uticaja ovih faktora i primjene adekvatnih mjera zaštite, učiniće se značajan korak u sprečavanju povređivanja zanatlija.

Iz tablice se vidi da se najviše povređuju radnici čija se starost kreće između 26 i 45 godina, tj. najiskusniji radnici. Analize povreda u rudnicima SSSR-a pokazuju da broj povreda kopača raste sa godinama starosti, što je u vezi sa Postizanjem rutine u radu koja prelazi u naviku, kao i sa fiziološkim promjenama u organizmu čovjeka.

Mladi kopači se obučavaju pod nadzorom iskusnijih kopača ili instruktora i, uglavnom izvršavaju pomoćne radne operacije koje su manje opasne, pa je i manji broj povreda zaposlenih lica na tim poslovima. Između 20 i 25 godina starosti rudar u potpunosti savlada profesiju. Nakon toga radi samostalno

i obavlja opasne radove, ali je pri tome, u većini slučajeva, spremjan na rizik i sklon da zanemari sprovodenje propisanih mjera zaštite na radu, nedovoljno poznaje sigurne metode rada, a kao posljedica nastaju povrede.

Za neke profesije podzemnih radnika ima određeno kritično doba nakon koga rad u toj profesiji, sa gledišta sigurnosti, postaje nepoželjnim. Iznad 40 godina starosti naglo raste broj povreda kopača, što se objašnjava fizičkim slabljenjem organizma usled starenjia i iscrpljenja napornim radom. 40 godina starosti za kopače na otkopima i pripremi se smatra kritičnim dobom sa vidika sigurnosti.

Iz tablice 8 se vidi da su u 1966. i 1967. godini najviše smrtno i teško povrijeđeni radnici sa stažom između 10 i 15 godina, zatim između 5 i 10 godina i konačno iznad 15 godina radnog staža. To koincidira i sa naprijed iznesenom činjenicom da se najviše povrijeđuju radnici između 26 i 35 godina starosti. Znači, najviše se povređuju iskusni radnici koji samostalno obavljaju složene i opasne poslove, koji su pri tome nedovoljno oprezni prema opasnostima koje nastaju zbog nesprovođenja propisanih tehničkih mjera i mjeđu zaštite na radu, kao i zbog neprimjenjivanja obavezni jugoslovenskih standarda za pojedine radove. Nije isključena ni činjenica da je obuka za kvalifikaciju koja se vrši u prve tri godine rada, nedovoljna i da se često svodi na formalno upoznavanje sa propisima, bez dovoljno odgoja u tom smislu da rudari shvate da sigurnost svakog radnika u najvećoj mjeri zavisi od njih samih i da je zaštita na radu sastavni deo tehnike i tehnologije izvođenja rudarskih radova.

Neophodno je, dakle, usavršavati sistem pripreme i obuke rudara od samog njegovog zaposljenja, proširivati njegovo tehničko obrazovanje, usavršavati sistem organizacije zaštite na radu i decidno programski i planski unapređivati zaštitu izučavanjem stanja i obezbeđivanjem sredstava i mjera, koristeći pri tome savremena dostignuća nauke u toj oblasti.

Vrijeme nastanka povreda

U tablici 9 dat je pregled smrtnih i teških povreda po vremenu kada su nastale (mjesec dan u sedmici, smjena i sat rada). Ispitivanja su pokazala da postoji zavisnost između broja povreda i vremena njihovog nastanka, odnosno perioda u kojima dolazi do povećane učestalosti povreda. Upoznava-

nje tih faktora ima veliki značaj u profilaktici povređivanja pri radu na području racionale primjene sredstava i sistema, posebno organizacionog ili obrazovnog karaktera, u borbi protiv povređivanja.

Tablica 9

Vrijeme nastanka povreda	Smrtni udesi i povrede u %					
	Smrtni		Teške		Ukupno	
	1966.	1967.	1966.	1967.	1966.	1967.
Mjeseci						
januar	12,0	8,0	11,0	6,5	11,0	6,6
februar	12,0	—	8,0	9,7	8,4	9,0
mart	6,0	8,0	14,0	7,1	13,0	7,2
april	12,0	17,0	10,0	7,1	10,4	7,8
maj	6,0	—	4,0	4,5	4,7	4,2
juni	—	—	9,0	7,1	8,4	6,6
juli	28,0	17,0	15,0	7,9	16,1	8,4
avgust	8,0	17,0	5,0	10,4	5,2	10,8
septembar	12,0	—	5,0	11,0	5,7	10,3
oktobar	—	16,0	6,5	9,7	5,7	10,3
novembar	6,0	8,0	6,0	9,1	5,7	9,0
decembar	—	—	—	—	—	—
Ukupno:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Dani u sedmici						
ponedeljak	6,0	17,0	12,0	18,2	12,0	18,0
utorak	32,0	—	20,0	16,8	20,8	15,7
srijeda	—	33,0	12,0	13,6	11,4	15,0
četvrtak	25,0	25,0	22,0	15,0	21,9	15,7
petak	6,0	8,0	16,0	18,2	14,6	17,5
subota	25,0	8,0	11,0	15,6	12,5	15,0
nedelja	6,0	8,0	7,0	2,6	6,8	3,1
Ukupno:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Smjena						
prva (I)	50,0	58,3	47,5	47,0	48,0	47,3
druga (II)	18,0	16,7	30,1	30,3	29,0	29,6
treća (III)	32,0	25,0	22,0	22,7	23,0	23,1
Ukupno:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Sat rada u smjeni						
prvi	—	—	5,7	9,1	5,2	8,4
drugi	6,4	25,0	—	—	—	—
treći	37,4	16,7	13,1	16,2	15,2	16,4
četvrti	12,5	16,7	16,0	9,1	15,7	9,8
peti	—	—	11,8	9,1	11,0	8,4
šesti	18,7	16,7	16,0	13,0	16,2	13,2
sedmi	18,7	8,2	20,0	19,5	19,8	18,7
osmi	6,4	16,7	8,9	10,4	8,5	10,8
Ukupno:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Inostrana literatura navodi da se najveći broj povreda događa u:
mjesećima — februaru, martu, maju i junu

danim — ponedeljkom i petkom
smjenama — drugoj (II) i trećoj (III)
satima rada — četvrtom, petom, šestom
i sedmom.

Na osnovu podataka iz tablice može se zaključiti da su kod nas, u 1966. i 1967. godini postojala izvjesna odstupanja od svjetske statistike i to:

u 1966. godini najviše povreda je bilo u mjesecima — januaru, martu, aprilu i julu,
u 1967. godini u avgustu, septembru, oktobru i decembru,

Po danima — u sedmici — u 1966. godini najviše povreda se dogodilo utorkom i četvrtkom, a u 1967. godini ponedeljkom i petkom.

Po smjenama — u obje analizirane godine najviše povreda bilo je u I smjeni. Ovo je razumljivo, jer u zadnje dvije godine, s obzirom na stanje na tržištu koje karakterizira smanjenje plasmana, pojedine radne organizacije rade samo u I smjeni, a osim toga poznato je da u I smjeni radi i najveći broj radnika.

Po satima rada — u 1966. godini najviše povreda je bilo u trećem, četvrtom, šestom i sedmom satu rada, a u 1967. godini u drugom trećem, šestom i sedmom.

Najmanje povreda se događa u prvom i petom satu rada. Ovo zato, što su na početku rada rudari odmorni i pažljivi, a u petom satu rada poslije dnevnog odmora takođe, je pojačana budnost.

Povrede po djelovima tijela

Cilj pregleda datog u tablici 10 je utvrđivanje djelova tijela koji su najviše izloženi povredama, u cilju obezbeđivanja potrebnih i odgovarajućih ličnih zaštitnih sredstava za najugroženije djelove tijela.

U pojedinim inostranim publikacijama može se naći 47 klasa povrijeđenih dijelova tijela. Dr Wanat predlaže 8 klasa. Prof. ing. Jokanović izdvaja 31 klasu. Za profilaktiku su najvažniji oni djelovi ljudskog tijela koji su najviše izloženi povredama. Naročito kod jednog povrijeđenog radnika može istovremeno biti povrijeđeno više dijelova tijela, a broj povrijeđenih djelova tijela može biti veći od broja povrijeđenih radnika.

U ovoj analizi pridržavali smo se podjele povreda po djelovima tjela, koju je predložio Dr W a n a t.

Tablica 10

Povrijeđeni deo tijela u %	Smrtnе		Teške		Ukupno	
	1966	1967	1966	1967	1966	1967
Glava i vrat	50	67	19	12	22	16
Oči	—	—	1	1	1	1
Trup	37	8	18	16	19	16
Ruke	—	—	11	12	10	11
Dlan i prsti ruke	—	—	14	19	12	17
Noge	—	—	28	23	16	22
Stopala i prsti	—	—	8	13	8	13
Ostalo	13	25	1	4	2	5
Ukupno:	100	100	100	100	100	100

U tablici su dati procentualni odnosi.

Iz tablice se vidi da je kod najvećeg broja smrtnih slučajeva bila povređena glava, zatim trup i ostalo. Najčešće su povređivani glava i vrat, trup, noge i ruke.

Iz tablice proizlazi da naročitu pažnju treba posvetiti zaštiti glave i vrata, a to znači usavršavati šljem u pogledu izdržljivosti i stalno ga koristiti — na svim radnim mjestima na kojima je to obavezno. Takođe podaci iz tablice ukazuju na potrebu usavršavanja zaštitne obuće do te mjere, da se za

pojedina radna mjesta korište cipele sa specijalnim pojačanjima za zaštitu prstiju i pete.

Pokazatelji stanja povreda

U dosadanjem izlaganju prikazano je stanje povreda na radu u procentualnim odnosima apsolutnih brojeva. Ovaj prikaz, međutim, ne daje realnu predstavu o učestalosti i težini povreda, odnosno o stepenu ugroženosti.

Da bi se, i sa te strane, moglo sagledati stanje povreda u rudnicima SR BiH, to se u tablici 11 daje takav pregled za pojedine vrste rudnika po pojedinim kategorijama povreda i to:

- na 1000 zaposlenih radnika,
- na 100.000 izrađenih nadnica,
- 1.000.000 tona proizvodnje mineralnih sirovina.

Potrebno je istaći, da se pokazatelj stepena ugroženosti na 1.000 zaposlenih često upotrebljava u stručnoj literaturi, međutim, njime se ne daje jedna potpuno realna slika stanja, pri uporednoj analizi kretanja povreda u određenim vremenskim razdobljima.

Tablica 11

Pokazatelji povreda	Smrtnе		Teške		Lake		Ukupno	
	1966.	1967.	1966.	1967.	1966.	1967.	1966.	1967.
a. Rudnici uglja								
Broj tjal. povreda:								
— na 1.000 zaposlenih	0,49	0,35	5,00	4,98	205,48	199,28	210,96	204,62
— na 100 000 izr. nadn.	0,21	0,166	2,16	2,22	89,14	89,72	91,52	92,12
— na 1.000.000 t proiz.	1,28	0,92	13,04	13,20	536,86	527,74	551,18	541,86
b. Rudnici metala								
Broj tjal. povreda:								
— na 1.000 zaposlenih	0,14	0,14	2,13	1,16	98,86	66,31	101,14	87,76
— na 100 000 izr. nadn.	0,06	0,12	0,85	0,50	39,17	28,43	39,40	29,05
— na 1.000.000 t proiz.	0,31	0,62	4,61	2,47	213,84	141,03	220,30	144,12
c. Rudnici nemetala								
Broj tjal. povreda:								
— na 1.000 zaposlenih	0,21	0,25	0,62	1,27	80,37	94,96	81,20	96,48
— na 100 000 izr. nadn.	0,08	0,10	0,25	0,52	32,83	39,01	33,17	39,69
— na 1.000.000 t proizv.	0,67	0,68	2,00	3,39	259,33	253,97	262,00	258,03

ma, bilo to za jedan te isti rudnik, bilo pri upoređivanju dva ili više rudnika. Ovo zato što u tim vremenskim intervalima, za koja se vrše upoređenja, svi rudnici nijesu izradili isti broj nadnica, odnosno svi rudnici nisu bili u tom vremenu jednakо izloženi potencijalnim opasnostima, koje su prouzrokovale povrede, za koje se analiza vrši. Isto tako i pokazatelj stepena ugroženosti na 1.000.000 tona proizvodnje ne bi mogao dati pravu sliku, ukoliko se u tabličnom prikazu ne bi izložile tri osnovne grupe rudnika tj. rudnici uglja, rudnici metalnih i rudnici nemetalnih mineralnih sirovina. Naime, ove dvije zadnje grupe se, kako s obzirom na količinu proizvodnje u tonama, tako i na potencijal povredivanja, osjetno razlikuju od grupe rudnika uglja.

Ako se na osnovu gornje tablice izvrši upoređenje pokazatelja učestalosti iz 1967. godine sa pokazateljima u 1966. godini, kao i sa pokazateljima učestalosti u jugoslovenskom prosjeku od 1958—1964. godine, onda je za rudnike uglja u SR BiH, stanje kako slijedi:

a) Za smrtnе povrede

— na 1.000 zaposlenih, poboljšanje u odnosu na 1966. godinu iznosi 29%, a u odnosu na jugoslovenski prosjek 75%.

— na 100.000 izrađenih nadnica, poboljšanje u odnosu na 1966. godinu iznosi 26%, a u odnosu na jugoslovenski prosjek 75%.

— na 1.000.000 tona proizvodnje, poboljšanje u odnosu na 1966. godinu iznosi 21%, a u odnosu na jugoslovenski prosjek 75%.

b) za teške povrede

— na 1.000 zaposlenih, poboljšanje za 3% u odnosu na 1966. godinu, a u odnosu na jugoslovenski prosjek za 48%,

— na 100.000 izrađenih nadnica, poboljšanje iznosi 1,3% u odnosu na 1966. godinu, a u odnosu na jugoslovenski prosjek poboljšanje za 68%.

— na 1.000.000 t proizvodnje, pogoršanje u odnosu na 1966. godinu iznosi 2%, a u odnosu na jugoslovenski prosjek poboljšanje za 46%.

c) za lake povrede

— na 1.000 zaposlenih, poboljšanje u odnosu na 1966. godinu iznosi 3%, a u odnosu na jugoslovenski prosjek 45%.

— na 100.000 izrađenih nadnica, pogoršanje u odnosu na 1966. godinu iznosi 1%, a u odnosu na jugoslovenski prosjek poboljšanje 45%.

— na 1.000.000 tona proizvodnje, poboljšanje u odnosu na 1966. godinu iznosi 2%, a u odnosu na jugoslovenski prosjek 44%.

d) za ukupne povrede

poboljšanje u odnosu na 1966. godinu, po navedenoj tri faktora, iznosi 1—3%, a u odnosu na jugoslovenski prosjek 44—46%.

Smanjenje broja povreda u 1966. i 1967. godini, u odnosu na period 1959—1965. g. u SR BiH i u odnosu na period 1958—1964. u rudnicima SFRJ svakako je rezultat većibriga rudarskih radnih organizacija o zaštiti na radu, izvjesnog poboljšanja radnih uslova zaposlenog osoblja i pojačane kontrole nad sprovođenjem propisanih tehničkih mjera i zaštite na radu. Nesumnjivo da je izvještaj uticaj u tom smislu imala i rudarska katastrofa u Rudniku mrkog uglja Kakanj (1965.), kao i smanjenje broja zaposlenih u zadnje dvije godine.

Za značajnije smanjenje ili odstranjenje mogućnosti povređivanja rudara, neophodno je:

1. Ostvariti što potpuniju mehanizaciju i automatizaciju proizvodnih procesa.

2. Smanjiti naporni fizički rad i broj proizvodnih operacija, usavršavati tehniku i tehnologiju proizvodnje.

3. Naučno razrađivati pojedine faze tehničkog procesa i norme, uzimajući u obzir rудarsko-geološke uslove koji uključuju dubinu i gasoobilnost jama.

4. Usavršavati sistem obuke radnika u pogledu tehničkog obrazovanja i praktičnog upoznavanja i važnosti primjene propisa sigurnosti.

5. Usavršavati kompleks mjera, koje omogućavaju ritmičan i siguran rad rudnika (sistem provjetravanja i kontrola gasnih odnosa, način upravljanja jamskim pritiscima).

ma i borba sa njima itd.), kao i forme organizacije i sistem zaštite na radu.

6. Programski i planski unapređivati zaštitu na radu zaposlenog osoblja, likvidirati, odnosno napustiti svaku stihijnost, preko organa samoupravljanja razraditi dugoročnu politiku razvoja i unapređenja zaštite i konsekventno je realizirati.

Prijedlozi

Na kraju ovog rada u kojem su izneseni rezultati analiza povreda u rudnicima SR BiH, potrebno je iznijeti neke prijedloge radi poboljšanja statističke metode praćenja povreda na poslu, kako bi se za čitavu zemlju što bolje ujednačili kriteriji za određivanje pojedinih elemenata, pomoći kojih treba pojam Povrede što preciznije definirati. U ovu svrhu iznosi se najprije definicija nesreće na poslu, koja je data u članu 46, stav 1 Osnovnog zakona o invalidskom osiguranju, koja glasi:

„Nesrećom na poslu smatra se svaka povreda osiguranika, prouzrokovana neposrednim i kratkotrajnim mehaničkim, fizičkim ili hemijskim dejstvom, kao i povreda prouzrokovana naglim promjenama tijela, iznenadnim opterećenjem tijela ili drugim iznenadnim promjenama fiziološkog stanja organizma, ako je takva povreda uzročno vezana sa vršenjem rada na određenom radnom mjestu ili poslu odnosno djelatnosti, na osnovu koje povrijeđeno lice ima svojstvo osiguranika u smislu odredaba glave.“ II ovog zakona”.

Dalji tekst ovog zakona, kao i tekst Pravilnika o vođenju evidencije u oblasti rada, ne daju definicije za pojedine kategorije povreda, s obzirom na njihovu težinu, što u radarskoj praksi izaziva nejasnoće. U vezi s tim predlaže se:

1. — Definirati pojam smrtnе povrede na poslu u smislu određivanja vremenskog intervala unutar kojega se povreda, koja se naknadno završila smrću povređenog imenat smrtnom povredom na poslu. Uobičajeni je kriterijum, da se smrtnom povredom na poslu smatra ona povreda od koje je povređeni umro na licu mjesta ili na putu do zdravstvene ustanove. Događa se, da povređeni radnik umre par minuta nakon prenosa u ambulantu i na osnovu gornjeg kriterija, negoja povreda se smatra teškom, a ne smrtnom.

2. — Potrebno je s obzirom na vrijeme trajanja posljedica Povrede, izdiferencirati iste u teške i luke.

Pod teškom povredom na radu smatra se povreda, koja za sobom povlači jednu od slijedećih posljedica:

- smrt u toku liječenja, a najduže u roku od 60 dana od dana povrede,
- trajnu potpunu nesposobnost za rad,
- trajnu djeličnu nesposobnost za rad,
- privremenu potpunu nesposobnost u trajanju dužem od 60 uzastopnih kalendarskih dana.

Općenito se smatra teškom povredom svaka Povreda, uslijed koje je došlo do loma kostiju (osim kosti prstiju) ili gubitka dijela tijela.

U vezi sa određivanjem težih povreda postoji još i tzv. „Šema rasporeda nesreća na radu po stepenu težine povredivanja i težine profesionalnih trovanja plinovima po stepenu intoksikacije“. Pod pojmom lakše povrede smatra se povreda, koja je izazvala privremenu punu nesposobnost za vršenje redovnog ili drugog posla, u trajanju od jednog ili više uzastopnih kalendarskih dana, ali ne preko 60 dana.

U praksi je korišćen još i pojam tzv. „mikro-povrede“. To su one povrede koje su izazvane privremenu nesposobnost za obavljanje redovnog ili drugog posla samo do kraja redovne smjene u kojoj je došlo do povrede.

U vezi sa nejasnoćama u pogledu stepena težine povreda, predlažemo da se i kod nas usvoji kategorizacija koja važi u NR Poljskoj i to:

- I kategorija — smrtnе povrede — momentana smrt ili smrt u roku od 6 mjeseci,
- II kategorija — vrlo teške povrede — nesposobnost za rad preko 91 dan,
- III kategorija — teške povrede — nesposobnost za rad od 29 — 91 dan,
- IV kategorija — lakše povrede — nesposobnost za rad od 4 — 28 dana,
- V kategorija — manje povrede — nesposobnost za rad 1,2 ili 3 dana, ne računajući dan u kojem je došlo do povrede.

3. — Definirati pojmove izvora i uzroka povreda na radu, te izraditi jednoob-

brazni spisak tih izvora i uzroka povreda za prilike u rudarstvu, kako ne bi dolazilo do divergencijske i zabune u tim pojmovima, a što se često dešava, zavisno od lica koja vrše ispitivanje slučaja, jer po članu 125 Osnovnog zakona o rudarstvu rudarski inspektor nije

dužan vršiti ispitivanja individualnih težih povreda.

4. — Odrediti pojma grupne povrede tako da se istom smatra povreda dva ili više radnika istovremeno povrijedjenih, bez obzira na težinu povreda.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Analyse der tödlichen und Ichweren Unglücksfälle im Untertagebetrieb in der SR BiH in den Jahren 1966 und 1967

Dipl. Ing. M. Vuković — Dipl. Ing. P. Miličić — Dipl. Ing. I. Jakovac*)

Eswurde versucht, aufgrund der statistischen Angaben über schwere und Unglücksfälle mit tödlichem Ausgang eine systematische Übersicht der Arbeitsunfälle zu geben.

Der Zweck der Analyse in dem Aufsatz war, aus dem Stoff Angaben zu schöpfen aufgrund welcher eine Initiative zur Einführung einer systematischen und einheitlichen Deutung der Unglücksfälle in allen Bergwerken des Landes, ergriffen werden soll.

Es wurden Tabellen gegeben und tödliche, schwere und leichte Unglücksfälle in den Jahren 1959—1967 analysiert, ferner die Analyse der tödlichen und schweren Unglücksfälle in den Jahren 1966. und 1967 gegeben.

Weiter wurden Unfälle nach Unfallstelle —herkunft und —ursache analysiert.

Ebenso wurde Unfälle einer Analyse — hinsichtlich der Betriebe wo sie entstanden sind wie Grube, Tagebau, Obertagebetrieb und übrige Betriebe der Administration — unterzogen. Weiter wurde die Tätigkeit analysiert, welche der Betreffende im Augenblick des Unfalls ausgeführt hat. Da nach wurde die fachliche Ausbildung der Verunglückten und die Zeitangabe (Stunde, Schicht) behandelt. In einer Tabelle wurden Angaben über Verletzung nach den Körperteilen gegeben.

Abschliessend wurden Vorschläge zur Verbesserung der statistischen Erhebungen gemacht.

L i t e r a t u r a

Jokanović, B., 1963: Evidencija i statistika tjelesnih povreda i smrtnih udesa u našim rudnicima. — Savez inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije.

Jokanović, B., Srdanović M., 1966: Opći prikaz stanja sigurnosti na radu u rudnicima uglja SFRJ. — Sigurnost u rudnicima, br. 1.

Wantat, J.: Systematyka szynników określających genezę wypadków przy pracy w kopalniach węgla kamiennego. — Komunikat 350 izd. Głównego Instytutu Górnictwa.

Izveštaji o radu Republičke rudarske inspekcije (SR BiH) od 1959. do 1967. god.

*) Dipl. ing. Vukić Milutin, glavni rudarski inspektor SR BiH — Sarajevo

Dipl. ing. Miličić Petar, savjetnik u Republičkom sekretarijatu za industriju i trgovinu — Sarajevo

Dipl. ing. Jakovac Ivan, republički rudarski inspektor — Sarajevo

Sigurnosni stubovi kao problem inženjera u praksi

(sa 6 slika)

Dr ing. Momčilo Patarić

Ostavljanje sigurnosnih stubova ispod objekata na površini terena, veoma je čest slučaj u rudarskoj praksi. Oštećenje površine terena, kao posledica, uspostavljanja ravnoteže u potkopanom stenskom masivu ima veliki uticaj na bezbednost u rudnicima. To se ne odražava samo na sigurnost jamskih radnika, već ima širi značaj. Iz naše prakse poznat je slučaj provale atmosferske vode i mulja u jamske radove kroz oštećeni teren iznad jame. Pomeranje stenskog masiva u blizini izvoznog okna dovodi do oštećenja ovog objekta i može da ugrozi ljude i tehnološki proces proizvodnje. Čest slučaj oštećenja zgrada, komunikacija i drugih objekata opštег interesa ukazuje da, na ovaj način ugrožena, sigurnost nije samo problem rudara.*)

U zemljama sa razvijenim rudarstvom ovom problemu se posvećuje velika pažnja i izučavanjem procesa uspostavljanja ravnoteže u stenskom masivu, posle poremećaja usled otkopavanja, bavi se veliki broj istraživača. U nekim zemljama gde se ova istraživanja obavljaju već duži niz godina, dobijeni su parametri za pojedine bazene i izrađene instrukcije od strane rudarskih organa, na osnovu kojih se sigurnosni stubovi veoma lako mogu projektovati.

U prilogu I prikazani su uglavni parametri koji karakterišu proces uravnotežavanja, a koji se mogu dobiti samo merenjima na te-

renu. Jasno je, da bi se dobile vrednosti svih ovih parametara, u granicama tehničke sigurnosti do 5%, ta merenja zahtevaju velika sredstva i angažovanje većeg broja stručnjaka.

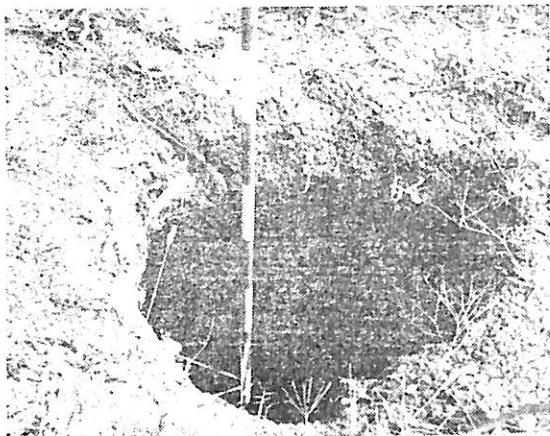
U našoj zemlji, koliko je autoru poznato, sistematska opažanja pomeranja stenskog masiva vrše se retko i to samo u onim ugljenim bazenima gde je problem zaštite objekta dovodio u pitanje eksploataciju ležišta.

Ranije veća istraživanja nisu vršena, jer naseljenost iznad ležišta nije bila tolika da bi obeštećenje objekta osetnije povećavalo cenu koštanja i primoralo tehničku operativu da traži neka racionalnija rešenja zaštite. Tek kada su se pojavile posledice dugogodišnje masovne eksploatacije koje ugrožavaju čitava naselja i komunikacije (npr. Labin, Tuzla i dr.), problem zaštite objekata kod nas postaje sve aktuelniji.

Posledice uravnotežavanja stenskog masiva vidljive su skoro u svim našim rudnicima. Na sledećim slikama prikazana su vidljiva oštećenja terena na našim rudnicima, što ukazuje da će, sa gustinom naseljavanja, ovaj problem postati sve aktuelniji.

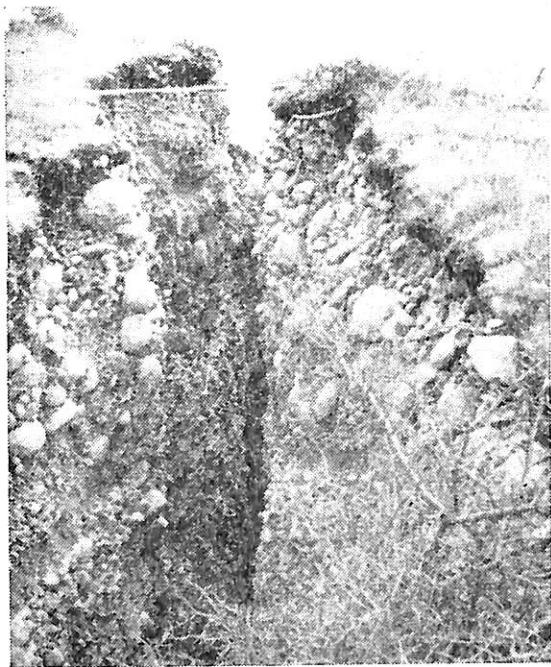
U zemljama gde je ovaj problem proučen merenjima na terenu i na modelima od ekivalentnog materijala, postavljena je korelacija između tehničkih faktora eksploatacije i parametara uravnotežavanja, a sigurnosni stub se ne tretira više kao deo ležišta koji se ne otkopava, već kao deo ležišta koji se tako otkopava da se na terenu ne pojave štetne deformacije.

* Osnovni zakon¹ o rudarstvu („Sl. list SFRJ“ br. 9/66.) član 59 stav 1.



Sl. 1 — Kod otkopavanja sa zarušavanjem u Aleksinacim rudnicima uglja, zona direktnog zarušavanja dopire do površine — kod obrade terena dolazi do iznenadnih zarušavanja.

Abb. 1 — Beim Bruchbau in den Kohlenbergwerken von Aleksinac erreicht die Zone der direkten Brüche die Erdoberfläche — bei Geländebehandlung kommt es zu plötzlichen Bodeneinstürzen.



Sl. 3 — Pukotine u džulskom konglomeratu, kroz koje za vreme velikih padavina brzo ponire atmosferska voda u jamske prostorije Resavskih rudnika uglja.

Abb. 3 — Klüfte in den Konglomeraten von Djula, durch welche während starker Regenfälle das Oberflächenwasser schnell in die Grubenräume der Resava-Bergwerke eindringt.



Sl. 2 — Usled akumulacije vode u depresiji terena iznad otkopnog ugljenog sloja u Rudniku mrkog uglja Soko došlo je do udesa zbog provale mulja i vode u jamske prostorije.

Abb. 2 — Infolge Wassersammlung in einer Pinge oberhalb des im Abbau befindlichen Flözes der Hartbraunkohlegrube Soko ist es zum Schlamm- und Wassereinbruch in die Grubenräume gekommen.



Sl. 4 — Stegnuća na površini terena, usled otkopavanja na dubini od 500 m ispod krečajačkog masiva u rudniku Jelašnica.

Abb. 4 — Senkungsmulden auf der Erdoberfläche infolge eines Flözabbbaues in der Tiefe von 500 m unterhalb eines Kalksteinmassivs im Bergwerk Jelašnica.



Sl. 5 — Uleganje puta kao posledica otkopavanja ugljenog sloja debeline 6 m na dubini od 80 m ispod površine u Rudniku Breza.

Abb. 5 — Fahrstrassensenkung als Abbaufolge eines 6 m starken Flözes in einer Tiefe von 80 m unter der Erdoberfläche im Bergwerk Breza.

Prilog I

$\beta_1, \gamma_1, \delta_1$ — Granični uglovi, dobijaju se spajanjem granice otkopavanja sa tačkom koja ima uleganje jednako srednjoj greški merenja.

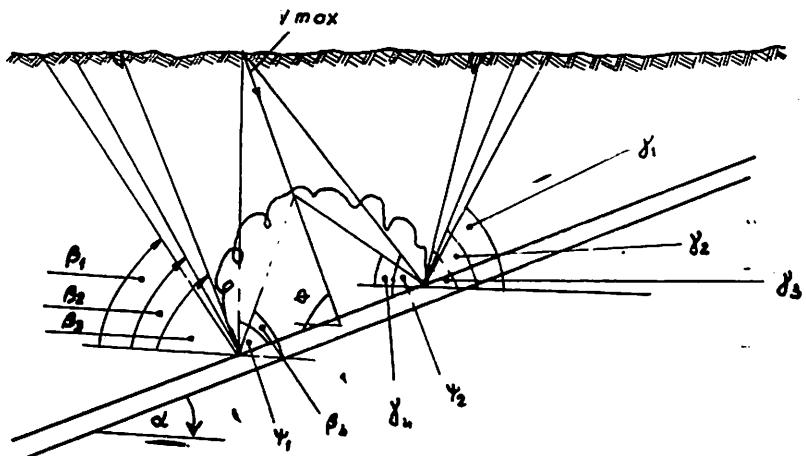
$\beta_2, \gamma_2, \delta_2$ — Uglovi sigurnosti, dobijaju se spajanjem granice otkopavanja sa tačkom štetnih deformacija. Ovi uglovi su uslovnog karaktera i zavise od vrste objekta na površini.

$\beta_3, \gamma_3, \delta_3$ — Uglovi vidljivih pukotina, dobijaju se spajanjem granice otkopavanja sa vidljivim pukotinama na terenu.

$\beta_4, \gamma_4, \delta_4$ — Uglovi obrušavanja ograničavaju zonu obrušavanja u masivu.

ψ_1, ψ_2, ψ_3 — Uglovi ogranicjavaju zonu »punog uleganja«

ϕ — Ugao najvećeg uleganja, dobija se kada se spoji sredina otkopnog fronta sa tačkom najvećeg uleganja na površini.



PRILOG II

Grupa ležišta	Opšta geološka karakteristika ležišta	Orientacione karakteristike čvrstoće povlačenih naslaga	Tip ležišta	UGLOVI SIGURNOSTI					
				β_1	β_2	γ_2			
I	LEŽIŠTA MRKOG UGLJA PRVENSTVENO KENOZOJSKA MEZOZOJSKA I NESTO STARIJА POVLATNI STENSKI MASIV SU VEOMA SLABO I SLABO CEMENTIRANE STENE	POVLATNE STENE MASE MALE ČVRSTOĆE Pesak, gлина raspadan šljunak, stavljen šljunak, raspušteni peščar, vrlo mek peščar, mek škriljac Koeficijent po Protodjakovu $f < 25$	I	65°	Za pad sloja α od 0° do 10°	65°			
					65°	65°			
	LEŽIŠTA UGLJA MEZOZOJSKE, DELOM PALEOZOJSKE STAROSTI POVLATNE NASLAGE SU CEMENTIRANE STENE SREDNJE ČVRSTOĆE				Za pad sloja α od 10° do 45°	70°			
					$70 - 0.5 \alpha$	70°			
					Za pad sloja $\alpha > 45^\circ$	45°			
						75°			
II	LEŽIŠTA UGLJA MEZOZOJSKE, DELOM PALEOZOJSKE STAROSTI POVLATNE NASLAGE SU CEMENTIRANE STENE SREDNJE ČVRSTOĆE	POVLATNE STENE SREDNJE ČVRSTOĆE Slabiji škriljci, jedar laporac, slabiji peščar slabiji krečnjaci, mek konglomerat, škriljasti peščar, peskoviti glineni škriljci $f = 25-50$	II	70°	$70 - 0.6 \alpha$ ali ne manje od 35°	70°			
III	LEŽIŠTA UGLJA PALEOZOJSKE I DELOM MLADJE PERIODE POVLATNE NASLAGE SU JAKO CEMENTIRANE STENE VELIKE ČVRSTOĆE	POVLATNI STENSKI MASIV VEĆE ČVRSTOĆE Čvrsti peščari, krečnjaci, dolomit $f = 5-8$	III	$80-85^\circ$	$75 - 0.8 \alpha$ ali ne manje od 30°	75°			
					Za $\alpha = 0^\circ \rightarrow 5^\circ$ 80°	80°			
					Za $\alpha = 5^\circ \rightarrow 65^\circ$ $85^\circ - 0.9 \alpha$				
					Za $\alpha > 65^\circ$ $90^\circ - 0.9 \alpha$ ali ne manje od 25°				
	Vrlo čvrsti peščari, krečnjaci, čvrsti konglomerati, i čvrsti kvarciti $f = 6.5-8.5$	III A	$85-90^\circ$		Za $\alpha = 0^\circ \rightarrow 5^\circ$ 85°	85°			
					Za $\alpha = 5^\circ \rightarrow 65^\circ$ $90^\circ - \alpha$				
					Za $\alpha > 65^\circ$ $100^\circ - \alpha$ ali ne manje od 25°				



Sl. 6 — Veća oštećenja na zgradama u Starom Labinu.

Abb. 6 — Größere Bergschäden auf den Gebäuden in Labin.

Kod nas se, najvećim delom, ovaj problem postavlja u smislu prve definicije sigurnosnog stuba. Za inženjera u praksi postavlja se pitanje, ako poznaje vrstu ležišta i pričinu fizičko-mehaničke osobine stena, odašte uzeti uglovne parametre β_2 , γ_2 , δ_2 .

Rezultati dugogodišnjih i obimnih istraživanja u SSSR-u omogućili su istraživačima da inženjeru-praktičaru kroz literaturu iz oblasti rudarskih merenja, stave na raspolaganje takve pokazatelje, da on može, poznavajući vrstu ležišta i koeficijent čvrstoće po Protodakonovu, odrediti dimenzije sigurnosnog stuba. Ovo je od posebne važnosti za projektante. Jednu takvu mogućnost daje tablica data u prilogu II.

Jasno je, da data tablica pruža mogućnost brzog određivanja sigurnosnog stuba, ali na ovaj način projektovan stub, može biti neracionalan u pogledu ostavljene supstance. Međutim, ako se neki objekat mora zaštititi, a merenja nisu vršena i odgovarajuće zakonske odredbe u našoj zemlji ne postoje, onda inženjer u praksi može privremeno za zaštitu manje važnih objekata, dok se ne izvrše merenja i projektom odrede stubovi, iste odrediti po analogiji primenom tablice u prilogu II.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Sicherheitspfeiler als Problem der Ingenieure in der Praxis

Dr. Ing. M. Patarić*)

Es wird die Bedeutung der Sicherheitspfeiler in den Bergwerken dargestellt. An einigen Beispielen wurden Geländebeschädigungen in den Bergwerken Jugoslaviens gezeigt. Für die in der Praxis tätigen Ingenieure wurde eine Tabelle aus der sovjetischen Literatur angeführt, aus der Winkelparameter für schnelle Projektierung der Sicherheitspfeiler entnommen werden können.

L i t e r a t u r a

M. Patarić: »Uticaj podzemnih radova na površinu terena u Rudnicima uglja Alekseina« Izveštaj Komisije za naučno-istraživački rad Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

Markšajderskoe delo. Ugletehizdat, Moskva, 1959

*) Dr. ing. Momčilo Patarić, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

Pravo radnika da u određenim slučajevima odbije rad na radnom mestu na kojem nisu sprovedene propisane mere zaštite na radu

Dipl. prav. Milorad Krantić

Csnovni nosilac zadatka i poslova na sprovođenju i unapredavanju zaštite na radu jeste radna organizacija koja je, između ostalog, dužna da sprovodi sve mere zaštite na radu kako bi obezbedila članove radne zajednice od povreda i zdravstvenih oštećenja. Van sumnje je, da radne organizacije ulažu znatne napore koji treba da se odraze u smanjivanju povreda i zdravstvenih oštećenja.

I pored toga, još uvek ima radnih organizacija koje ovoj obavezi ne poklanjam dovoljnu pažnju, tako da ta nebriga može ponekad imati vrlo teških posledica. Da bi i u ovakvim slučajevima radnik bio osiguran od eventualnih posledica, Osnovni zakon o zaštiti na radu (»Službeni list SFRJ« br. 15/65. i 28/66 — dalje: OZZR) i Osnovni zakon o radnim odnosima (»Službeni list SFRJ« br. 43/66. — prečišćeni tekst — dalje: OZRO) propisali mogućnost da radnik, usled nesprovođenja mera zaštite na radu, u određenim slučajevima, može odbiti da radi na radnom mestu.

Pošto smo u broju 1/68 našeg časopisa pisali o pravima i dužnostima i načinu ostvarivanja prava radnika u oblasti zaštite na radu, u ovom članku, kako je obećano, ukazaćemo na slučajeve kada radnik može da odbije rad na radnom mestu zbog toga što nisu sprovedene propisane mere zaštite na radu, kao i na postupak preduzeća i nadležnog organa rudarske inspekcije u ovakvim slučajevima.

Neposredna opasnost po život, kao uslov za obavljanje rada

Prema odredbi člana 79. stav 1. OZZR i člana 29. OZRO radnik ima pravo da odbije rad na radnom mestu ako mu preti neposredna opasnost po život, zbog toga što nisu sprovedene mere zaštite na radu, sve dok ove mere ne budu sprovedene.

I vezi sa ostvarivanjem ovog prava potrebno je istaći neke momente. Opasnost po život mora da bude stvarna — zapažena i neposredna, a ne, pretpostavljena — da može nastupiti. Za nesprovodenje propisanih mera zaštite na radu nije od uticaja da li su one propisane od strane nadležnih organa van preduzeća (zakoni, pravilnici i dr.), ili je to učinjeno od strane organa upravljanja u preduzeću (interni pravilnici, odluke, zaključci i sl.).

Neposredna opasnost po zdravlje radnika, kao uslov za odbijanje rada

U drugom slučaju radnik, ako mu preti neposredna opasnost po zdravlje zbog toga što nisu sprovedene mere zaštite na radu, ima pravo da zahteva da se ta opasnost u što kraćem roku otkloni. Ako preduzeće ne postupi po ovom zahtevu, radnik može odbiti da radi na radnom mestu, sve dok se ne sprovedu odgovarajuće zaštitne mere (član 79. stav 2. OZZR).

U ovom slučaju od presudne važnosti je obaveza radnika da prvo zahteva otklanjanje uočene neposredne opasnosti u što kraćem roku. Pod pojmom »kraći rok« trebalo bi shvatiti objektivno najkraći mogući rok za otklanjanje ove opasnosti u svakom konkretnom slučaju.

Obaveze radnika nakon odbijanja rada

Često puta u praksi se postavlja pitanje da li je radnik u slučajevima odbijanja rada iz člana 79. OZZR, dužan nekoga da obavesti o ovome, s obzirom da to, odredbom navedenog člana, nije propisano.

Na ovo pitanje odgovor bi trebalo tražiti kroz odredbu člana 78. OZZR. koja, kad su u pitanju: uočeni nedostaci, kvarovi ili druge pojave koje mogu ugroziti bezbednost radnika na radu, ima generalni karakter i obavezuje ga da o tome odmah izvesti neposrednog rukovodioca. Neposredni rukovodilac bi morao biti obavešten o odbijanju rada radnika iz više razloga, na primer: da preduzme mere za otklanjanje nedostataka zbog kojih je radnik odbio rad, da se takvo radno mesto učini što pre bezopasnim po ostale radnike, da bi radnik koji je odbio rad u što kraćem roku mogao nastaviti sa radom i dr.

U vezi sa ovim pitanjem, treba imati na umu i odredbu iz člana 29. OZRO kojom je, pored ostalog, propisano da radnik u ovakovom slučaju mora odmah izvestiti organ određen za to opštim aktom.

Prema tome, pored obaveze da izvesti neposrednog rukovodioca, radnik je dužan da o odbijanju rada na radnom mestu izvesti i organ određen opštim aktom. Radnik ovoj obavezi mora da uđovolji, između ostalog, i zbog neophodnosti da o jednom ovakovom vanrednom događaju mora da bude odmah izvešten i određeni organ upravljanja. Pored toga, ovo je važno i zbog raspoređivanja radnika na drugo — odgovarajuće radno mesto, za to vreme, a ukoliko to nije mogućno, radi određivanja i primanja srazmerne naknade ličnog dohotka za taj period, prema proseku akontacije ličnog dohotka za protekla tri meseca.

Obaveze preduzeća i organa rudarske inspekcije

Kada radnik odbije rad u smislu člana 79. stav 1., ili postavi zahtev u smislu člana

79. stav 2. OZZR, a preduzeće smatra da njegov postupak — odnosno zahtev nije opravdan, dužno je odmah da izvesti nadležni organ rudarske inspekcije.

Rudarski inspektor kada primi ovo obaveštenje, obavezan je da sproveđe izviđaj i ukoliko utvrdi, da je postupak ili zahtev radnika opravdan, narediće da se sproveđu mere zaštite na radu (član 108. OZZR), odnosno narediće obustavu rada, sve dok se ne sproveđu ove mere (čl. 109. OZZR). Ukoliko je zahtev radnika neopravдан, rudarski inspektor će obavestiti radnika iz kojih razloga njegov zahtev nije osnovan (član 80. st. 1. i 2. OZZR).

Ako je zahtev radnika opravdan preduzeće nije dužno da izveštava nadležni organ rudarske inspekcije, već je obavezno da odmah preduzme odgovarajuće mere da bi se uočeni nedostaci, zbog kojih je odbijen rad, što pre otklonili.

Odbijanje rada i pravilnik o zaštiti na radu preduzeća

Radi izbegavanja eventualnih nejasnoća ili nesporazuma u vezi sa ovim pitanjem, preduzeće bi moglo pravilnikom o zaštiti na radu bliže da propiše neke detalje, kao:

- da odredi šta se smatra »kraćim« rokom za otklanjanje nedostataka;
- da odredi organ koji mora biti obavešten o odbijanju rada (npr. služba zaštite na radu, direktor organizacije i dr.);
- da utvrdi rok za obaveštavanje određenog organa o odbijanju rada (npr. 1–3 časa od momenta prekida rada);
- da propiše način obaveštavanja određenog organa u preduzeću (npr. pismeno — predajom podneska, ili uzimanjem izjave na zapisnik — odnosno usmeno);
- da odredi ovlašćenja određenog organa posle prijema obaveštenja (izdavanje nalogu, najkasnije u roku od 1–3 časa po prijemu obaveštenja, da se preduzmu sve mere kako bi se, u što je mogućno kraćem roku, otklonila opasnost);
- da odredi rok u kome se mora izvestiti nadležni organ rudarske inspekcije;
- da propiše obavezu radnika da u ovakovim slučajevima prihvati privremeni raspored na drugo odgovarajuće radno mesto (sa, mo za vreme dok se ne otkloni opasnost);
- da predviđi šta će se smatrati odgovarajućim radnim mestom ista radna spo-

sobnost, ista ili približno ista, visina startne osnove ličnog dohotka, isti ili slični uslovi rada i dr.);

— da utvrdi analognu primenu ovih propisa i kad je u pitanju odbijanje rada, zbog toga što u određenom roku nije bila otklonjena neposredna opasnost po zdravlje ili po život radnika na radnom mestu;

— da propiše da radnik neće imati prava na naknadu ličnog dohotka zbog odbijanja rada na radnom mestu, ukoliko nadležni inspektor utvrdi da nije bilo osnova za odbijanje rada (član 80. stav 2. OZZR).

Zaključak

U članku je autor ukazao na dva slučaja u kojima radnici, u ostvarivanju svojih prava u oblasti zaštite na radu u rudarstvu, imaju pravo da odbiju rad na radnom mestu zbog toga što nisu primenjene propisane mere zaštite na radu. Nadalje, je ukazano i na obaveze radnika koji su odbili rad u ovakvim slučajevima, obaveze preduzeća i obaveze nadležnog organa rudarske inspekcije. Na kraju je autor ukazao na izvesne momente koji bi mogli da budu propisani pravilnikom o zaštiti na radu u preduzeću.

Kongresi i savetovanja

Stalna konferencija o zaštiti na radu u rudnicima SR BiH — decembra 1967. godine

Konferencija je održana decembra 1967. godine u rudnicima »Tito« — Banovići po temi: »Stimulativni oblici nagradjivanja pojedinaca i službi zaštite na radu u rudnicima.«

U Rudnicima »Tito« — Banovići decembra 1967 godine održano je zasedanje Stalne konferencije o zaštiti na radu u rudnicima SR BiH.

Na ovom zasedanju u centru pažnje bili su stimulativni oblici nagradjivanja zaposlenih u službama zaštite na radu i uopšte oblici stimulativne raspodole ličnih dohodata u cilju smanjenja broja povreda na radu i poboljšanje sprovođenja zaštite na radu. Podnesen je referat i koreferat po ovim pitanjima, pa je u diskusiji iznesen niz prijedloga koje je Konferencija usvojila kao zaključke za daljnji rad u cilju što boljeg stimulisanja pojedinaca i službi zaštite na radu u rudnicima.

Izneseno je da početna iskustva ovakvog vida stimulisanja postoje, ali se nedovoljno proširuju i unapređuju unutar rudnika u kojima već postoje oblici nagradjivanja, a sporo se prihvataju u drugim rudnicima gdje još uvijek ne postoje nikakvi oblici stimulacije. U vezi sa ovim vrlo je važno dalje usavršavati postojeću organizaciju rada i organizaciju rudnika i njihovih službi zaštite. U tom smislu treba razvijati i stimulativne oblike nagradjivanja (stručniji pristup organizaciji rada, popunjavanje službi odgovarajućim stručnim kad-

rovima, iznalaženje oblika i mjerila za raspodjelu ličnih dohodata itd.).

Istaknuto je da u rudnicima pa i na nivou Republike izostaje stimulacija ljudi zaslужnih za unapređenje zaštite na radu, kao i onih koji se istaknu u spasavanju života ljudi i inovine prilikom požara, poplava, eksplozije i sličnog u rudnicima.

Konferencija je zaključila i zadužila Predsjedništvo da izradi i iznese na diskusiju Pravilnik u kome bi se regulisalo dodjeljivanje prigodnih nagrada i priznanja u obliku znački, plaketa, pohvala i prijedloga za odlikovanja. Ove nagrade i priznanja dodjeljivale bi se na Dan rudara Bosne i Hercegovine, 21. decembra svake godine.

Na Konferenciji je kroz diskusiju izneseno da je do sada, a naročito poslije Kakanjske katastrofe, dosta učinjeno na unapređenju zaštite u rudnicima, čemu je mnogo doprinijeo Republički rudarski inspektorat. Potrebno je međutim dalje nastaviti u tom pravcu posebno uvesti nove oblike stimulacije onih koji se stiču na unapređenju zaštite u rudnicima. Raspravljano je zatim i o unapređenju evidencije i metodologije registrovanja svih vrsta povreda, pa se ocjenjuje da bi bilo korisno da Republički organ za poslove rudarstva propiše potrebna dopunska metodološka objašnjenja i evidenciju i da se ovo unificira za sve rudnike u Bosni i Hercegovini.

Na Konferenciji podnesen je izveštaj o radu Predsjedništva na sprovođenju donešenih zaključaka i o ostaloj aktivnosti Predsjedništva između petog i šestog zasjedanja Konferencije.

Predsjedništvo je donijelo Plan i Program rada za prvu polovinu 1968. godine. Planom i Programom postavljeni su posebno slijedeći zadaci:

- Organizovati diskusiju o godišnjem izveštaju Republičkog inspektorata i dati ocjenu sa gledišta Konferencije, a istovremeno iznijeti i zahtjeve Konferencije;
- Organizovati diskusiju o Zakonu o rudarstvu SR BiH;
- Sa rudnicima razmotriti korisnost organizovanja — savjetovanja
 - a) predstavnika vatrogasnih službi rudnika,
 - b) predstavnika čete za spasavanje;
- Sa rudnicima se konsultovati o organizovanju i pružanju stručne pomoći iz oblasti HTZ između rudnika;
- Do 1. marta izraditi nacrt Pravilnika o dodjeli znački, plaketa, pohvala i nagrada onim radnicima i službama HTZ koji se ističu na polju zaštite, kao i onima koji se istaknu na spasavanju ljudi i imovine u rudnicima;
- Razmotriti metod i sadržaj rada Konferencije, a posebno informativnu aktivnost. Prethodne materijale treba da usvoji Predsjedništvo, a onda ići na Konferenciju;
- Izvršiti sve pripreme za Konferenciju u aprilu kada ističe mandat sadašnjeg Predsjedništva. Na ovoj Konferenciji dopuniti Plan i Program rada za ovu godinu.

Alija Sehović

Prikazi iz literature

Autor: V. V. Nedin O. D. Nejkov

Naslov: Savremene metode ispitivanja rudničke prašine i efektivnosti ventilacije u borbi sa prašinom (Современные методы исследования рудничной пыли и эффективности противодействия вентиляции).

Izdavač: »Nedra« — Moskva, 1967.

U knjizi je dat kritički osvrt na metode određivanja količinskog sastava, disperznosti i koncentracije lebdeće prašine.

Razmotrone su metode ispitivanja efektivnosti čišćenja vazduha u raznim odvajačima (hvatačima) prašine. Ispitivanja su, uglavnom vršena na uređajima sa veštacki ostvarenim zaprašenim vazdušnim protokom. Takođe su obrađene metode dinamičkih procesa lebdeće prašine kod proveravanja rudarskih prostorija.

Knjiga je predviđena za inženjere i tehničare iz neposredne prakse, za saradnike naučno-istraživačkih i projektantskih organizacija, a takođe i za fakultetsku nastavu.

Autori su koristili obimnu literaturu — navedeno je 300 radova iz ove oblasti.

V. I.

R. H a g e l: Pneumatski transport, njegove granice i potrošnja energije — (Das pneumatische Fördern, seine Grenzen und sein Energie-verbrauch) — Staub Reinhaltung der Luft (1967) februar, br. 2.

U praksi se veoma često pojavljuje problem transporta prašine, uhvaćene sistemom za otpošivanje.

U ovom članku se analizira mogućnost pneumatskog transporta ovakve prašine. Obradene su prednosti i granice pneumatskog transporta i data je klasifikacija pneumatskih transportnih uredaja. Date su teoretske osnove pneumatskog transporta, ponašanje čistog vazduha u cevovodu i ponašanje fluida vazduh-prašina. Izvršena je analiza utroška energije, u zavisnosti od materijala koji se transportuje. Analizirana je i ekonomika ovakvog transporta.

Na kraju su pomenute neophodne sigurnosne mere za ispravan i bezbedan rad jednog uredaja za pneumatski transport prašine.

Autor je koristio 15 radova iz ove oblasti.

V. I.

Pitanja i odgovori

Pitanje

Primetio sam, da se u diskusijama, a i u stručnoj štampi pojmovima izvor i uzroci telesnih povreda na radu daju različita tumačenja. Stoga molim redakciju časopisa da odgovori na sledeće pitanje:

Da li postoje zvanične definicije izvora i uzroka telesnih povreda na radu, te da li postoji i njihova zvanična klasifikacija?

Odgovor

Pojmovima izvora (spoljnih uzroka) i uzroka (razloga) telesnih povreda na radu dao je definicije i izvršio njihovu klasifikaciju Savezni zavod za socijalno osiguranje, a na osnovu Zakona o invalidskom osiguranju i »Uputstva o podnošenju prijave i vođenju evidencije o nesrećama na poslu« (Sl. list FNRJ br. 5/59) i to kako sledi:

»Pod spoljnim uzrokom (izvorom) nesreće (povrede) na radu podrazumeva se predmet, mašina, sredstvo, događaj i sl. koji je bio u vezi ili neposrednom dodiru sa povređenim licem u momentu dešavanja nesreće.«

»Pod razlogom dešavanja nesreće (uzrokom povrede) podrazumeva se činilac koji je izazvao nesreću (neispravnost alata, neispravnost mašina, nedostatak zaštitnih uredaja, loša organizacija, nedostatak kontrole, fizičke i psihičke mane, umor itd).«

Na osnovu klasifikacije izvora (spoljnih uzroka) i uzroka (razloga) Saveznog zavoda za socijalno osiguranje, odnosno na osnovu napred pomenutih zakonskih odredbi, RI — Beograd sačinio je obrascce tabelarnih pregleda telesnih povreda na radu u rudnicima. Ti obrasci prilagođeni su rudarskim prilikama, u pogledu mesta na kojima dolazi do telesnih povreda, zatim izvora (spoljni uzrok) i uzroka (razloga) dešavanja povreda. Tako je »radno mesto« iz kodeksa šifri i klasifikacije Zavoda za soc. osiguranje raščlanjeno na četiri grupe (jama,

površinski otkop, spoljni pogon i ostali pogoni), a ove opet na podgrupe, kao, na primer, u prostorije otvaranja, pripreme, otkopavanja itd. Analogno je postupljeno sa izvorima i sa uzrocima povreda. Osim toga, sačinjeni su obrasci za evidentiranje još nekih podataka koji omogućuju svestraniju tehničku analizu i ispitivanje mogućnosti smanjenja telesnih povreda na radu.

Ovi obrasci su objavljeni u publikaciji Rudarskog instituta — Beograd »Informacija B«, br. 12—13, 1963. godina.

Bibliografija

Kempf, E. O proračunavanju temperature vazduha u jamskim prostorijama sa pomoćnim provetravanjem. (Zur Berechnung der Wettertemperatur in sonderbewetterten Grubenbauen).
»Bergakademie« 19 (1967) 12, str. 746.

Houberechts Smanjiti sadržaj vlažnosti jamskog vazduha. (Feuchtigkeitsgehalt der Grubenluft verringern).
»Gewerkschaftliche Rundschau«, 20 (1967) 12 str. 449—450.

Anner, L. Ispitivanja o otporima strujanja pri provetravanju jame sa naročitim obzirom na zavisnost koeficijenta trenja Rejnoldsovog broja kao i gubitka pritiska na raskrsnicama (Untersuchungen ber Strömungswiderstände bei der Grubenbewetterung unter besonderer Berücksichtigung der Abhängigkeit des Reibungsbeiwertes der Reynoldsschen Zahl sowie der Druckverluste an Verzweigungen).
»Bergakademie«, 19 (1967) 12, str. 745.

Kaffanek, H. Racionalizacija pomoćnog provetravanja pomoću organizacionih mera. (Rationalisierung der Sonderbewetterung durch organisatorische Massnahmen).
»Glückauf«, 104 (1968) 3, str. 138—140, 1 Šema, 1 dijag., 2 tabl.

Graumann, K. Logaritmar dijagrama za proračun uređaja za pomoćnu ventilaciju. (Ein Diagrammschieber zum Berechnen von Sonderbewetterungsanlagen).
»Glückauf Forschungshefte«, 28 (1967) 5, str. 235—240, 10 dijag.

Simonde, E. Centar za proračun ventilacije basena Lorene i njegov simulator ventilacije. (Le centre de calcul d'aérage des Houillères du Bassin de Lorraine et son simulateur d'aérage).
»Revue de l'Industrie Minérale«, 49 (1967) 10, str. 706—728, 25 sl.

Günther, J. Nova metoda proračuna ventilacione mreže. (Une nouvelle méthode de calcul des réseaux d'aérage).
»Revue de l'Industrie Minérale«, 49 (1967) 11, str. 797—802, 1 sl.

Schütz, A. O električnom naboju aerosola. (Über die elektrische Aufladung von Aerosolen).
»Staub Reinhaltung der Luft«, 27 (1967) 12, str. 534—540, 13 sl., 3 tabl.

Winkel, G. Istraživanja u tehniči strujanja pomoću vrućih sprovodnika — prikazano na primeru sondi za vadjenje. (Strömungstechnische Untersuchungen mit Hilfe von Heissleitern, dargestellt am Beispiel der Entnahmesonden).
»Staub Reinhaltung der Luft«, 27 (1967) 12, str. 551—554, 10 sl.

Lahmann, E. Obrada vrednosti kontinuelnih imisionih merenja tačkastom registracijom. (Die Auswertung kontinuierlicher Immissionsmessungen durch punktförmige Registrierung).
»Staub Reinhaltung der Luft«, 27 (1967) 11, str. 490—491, 2 tabl.

Avy, A. P., Benarie, M., i dr. Poređenje oruđa u procesu za uzimanje proba prašine. (Vergleich von Probenahmegeräten und —verfahren für Stäube).
»Staub Reinhaltung der Luft«, (1967) 11, str. 469—480, 9 sl., 13 tabl.

Coenen, W. Novi princip registracionog merenja prašine i njegova tehnička primena u aparuatu sa baterijom. (Ein neues Prinzip zur registrierenden Staubmessung und seine technische Anwendung in einem batteriebetriebenen Gerät).
»Staub Reinhaltung der Luft«, 27 (1967) 12, str. 540—546, 13 sl., 1 tabl.

- Heidermanns, G.** O fazno-kontrastnoj mikroskopskoj kvarcnoj analizi prašinastih proba, uz naročiti osvrt na kontrast minerala sa slabim dvostrukim prelamanjem. (Zur phasenkontrastmikroskopischen Quarzanalyse staubförmiger Proben unter besonderer Berücksichtigung des Kontrastes schwach doppelbrechender Minerale).
 »Staub Reinhaltung der Luft«, 27 (1967) 12, str. 546—550, 3 sl., 4 tabl.
- Walter, E.** Rezultati istraživanja na probama prašine iz azbestnih pogona. (Untersuchungsergebnisse an Staubproben aus Asbestbetrieben).
 »Staub Reinhaltung der Luft«, 27 (1967) 11, 481—483, 6 sl.
- Binek, B.**, Dohnalová, B. Generator za izradu monodisperznih aerosola iz tečne faze. (Ein Generator zur Herstellung monodisperser Aerosole aus der flüssigen Phase).
 »Staub Reinhaltung der Luft«, 27 (1967) 11, str. 492—494, 5 sl.
- Winkel, A.** Merenje i procena koncentracija prašine na radnom mestu uz naročiti osvrt na upotrebu različitih aparata za merenje prašine. (Messung und Beurteilung der Staubkonzentrationen am Arbeitsplatz mit besonderer Berücksichtigung der Verwendung verschiedener Staubmessgeräte).
 »Staub Reinhaltung der Luft«, 28 (1968) 1, str. 1—7, 6 sl., 2 tabl.
- Prinz, B.**, Stratmann, H. Mogućnost primeće analize faktora kod imisionih istraživanja. (Anwendungsmöglichkeiten der Faktorenanalyse bei Immissions untersuchungen).
 »Staub Reinhaltung der Luft«, 28 (1968) 1, str. 25—30, 3 sl., 2 tabl.
- Hasenclever, D.** 30 godina ispitivanja respiratora protiv opasnosti od prašine u institutu za ispitivanje prašine glavnog udruženja zanatskih profesionalnih zadruga (30 Jahre Prüfung von Atemschutzgeräten gegen Staubgefähr im Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften).
 »Staub Reinhaltung der Luft«, 27 (1967) 12, str. 516—523, 15 sl., 2 tabl.
- Donov, P. A.** Savremene metode borbe sa prašinom i vibracijama kod bušenja minskih rupa bušaćim čekićima. (Современные методы борьбы с бурою пылью и вибрацией при бурении шпуров перфораторами).
 „Bezopasnost' truda v promyšlennosti“, (1967) 11, str. 47—49, 2 sl.
- Schmitz, H.** Ispitivanje efikasnosti odsisavača prašine u briketnicama. (Unterschungen über die Wirksamkeit der Brüdenentstauber in Brikketfabriken).
 „Braunkohle Wärme und Energie“, (1967) 12, str. 417—424, 7 sl., 2 tabl.
- Feller, M.** Prašina iz uređaja za otprišavanje kao sredstvo za zasipanje u bituminoznim mešavinama. (Staub aus Entstaubungsanlagen als Füller in bituminösen Gemischen). „Bitumen-Teere-Asphalte-Pech“, (1967) 11, str. 444—447, 9 sl.
- Bernert, J.** Ispitivanja za otklanjanje prašine kod indukcionih peći za topljenje metala. (Unterschungen zur Entstaubung von Induktions-Metallischmelzöfen). „Erzmetall“, XX (1967) 12, str. 574—579, 5 sl., 4 tabl.
- Simeček, J.** Prilog merenju azbestne prašine. (Beitrag zur Asbeststaubmessung). „Staub Reinhaltung der Luft“, 27 (1967) 11, str. 484—486, 2 sl., 2 tabl.
- Nadovornik, B.** Primjenu mjera zaštite na radu dužne su osigurati organizacije, odnosno privatni poslodavci, svim osobama koje su kod njih na radu bilo po kojoj osnovi.
 »Sigurnost u pogonu«, X (1968) 1, str. 10—12.
- Tavčar, J.** Opći osvrt na stupanj obrazovanja iz zaštite na radu u SFRJ.
 »Sigurnost u pogonu« IX (1967) 12, str. 271—273, 1 sl., 2 tabl.
- Stojanović, V.** Obrazovanje iz materije zaštite na radu u toku radnog vjeka.
 »Sigurnost u pogonu«, IX (1967) 12, str. 283—286, 4 sl.
- Buranjić, Z.** Prijedlog sistema odgoja i obrazovanja za siguran rad u radnim organizacijama.
 »Sigurnost u pogonu«, IX (1967) 12, str. 286—289, 2 sl.
- Vinčić, G.** Školovanje kadrova koji se profesionalno bave poslovima zaštite na radu u radnim organizacijama.
 »Sigurnost u pogonu«, IX (1967) 12, str. 279—282, 2 sl.
- Krajina, M.** Upotreba nastavnih sredstava u obrazovanju za siguran rad.
 »Sigurnost u pogonu«, IX (1967) 12, str. 289—294, 12 sl.
- Jurković, Z.** Obrazovanje iz zaštite na radu u osnovnim, srednjim, višim i visokim škola te fakultetima.
 »Sigurnost u pogonu«, IX (1967) 12, str. 276—279.
- Nadovornik, B.** Svrha odgoja i obrazovanja za siguran rad u kompleksu suvremenih mjera zaštite na radu.
 »Sigurnost u pogonu«, IX (1967) 12, str. 274—276, 1 sl.
- Ljubilina, E.** O vezi toksičnosti nekih materija iz periodnog sistema Mendeljejeva.
 (O svjazi toksičnosti nekotoryh veščestv s periodičeskoy sistemoj Mendeleva).
 „Gigiena truda i profesional'nye zabolевания“, (1967) 12, str. 9—13, 1 sl.
- Petrović, Z.** Radijumi porijeklom iz uglja (kao goriva) u atmosferi Sarajeva.
 „Glasnik hemičara i tehologa BiH“, Sarajevo, 15 (1966—67) str. 137—141, 2 sl.

- Gopfert, H. Težišta kod nastajanja nesrečnih slučajeva na kontinuelnim transporterima. (Schwerpunkte im Unfallgeschehen an Stetigförderern). „VDI — Berichte”, (1968) 120, str. 41—45, 6 sl., 5 tabl.
- Vanić, D. Protupožarna zaštita. „Sigurnost u pogonu”, X (1968) 1, str. 2—5, 1 sl.
- Kremer, R., Timmerman, G., i dr. Pulmonarna hemodinamika kod pneumokonioze u rudnicima uglja. (Hémodynamique pulmonaire dans la pneumoconiose des houilleurs). „Revue de l’Institut d’Hygiène des Mines”, 22 (1967) 1, str. 3—24, 10 sl., 8 tabl.
- Senkević, N. A., Kaliteevskaja, T. N. Atipične varijante silikoze. (Antipičnye varianta silikoza). „Gigiena truda i professional’nye zabolевания”, (1967) 12, str. 25—32, 3 sl., 3 tabl.
- Van Mechelen, V. Razvoj ideja na polju radiološke klasifikacije pneumokonioze. (Evolution des idées en matière de classification radiologique des pneumoconioses). „Revue de l’Institut d’Hygiène des Mines”, 22 (1967) 1, str. 36—47.
- Lavenne, F. Procena stope invalidnosti kod silikoze, pneumokonioze od različite prašine i azbestoze. (Appréciation du taux d’invalidité dans la silicose les pneumoconioses à poussières mixtes et l’asbestose). „Revue de l’Institut d’Hygiène des Mines”, 22 (1967) 1, str. 25—35.
- Szyja, S. Sigurnosne pokretne transformatorske stanice napunjene kvarcним peskom. (Przeciwwybuchowe, przewoźne stacje transformatorowe wypełnione piaskiem kwarcowym). »Mehanizacija Gornictwa«, (1967) 17, str. 47—52, 9 sl.
- Meier, E. Otprašivači. (Entstauber). „Chemie-Ingenieur-Technik”, 39 (1967) 23, str. 1324—1326, 4 sl.
- Trojach, K. H. Jamska klima ne predstavlja jedinicu mere za očekivanu radnu klimu. (Grubenklima—keine Masseinheit für Zumutbares Arbeitsklima). „Gewerkschaftliche Rundschau”, 20 (1967) 12, 442—443.
- Pritze, A. Sigurnosni uredaji na drobilicama uglja. (Sicherheitseinrichtungen an Kohlenbrechern). „Glückauf”, 104 (1968) 3, str. 140—144, 3 sk., 1 šema, 5 fot.
- Menzel, H. Nagomilavanje škodljivih uticaja ugrožava zdravlje rudara. (Häufung schädlicher Einflüsse bedroht die Gesundheit der Bergleute). »Gewerkschaftliche Rundschau», 20 (1967) 12, str. 445—446, 1 dijag.
- Lavenne, F. Opterećenje rudara — naročito pri radu pod visokom temperaturom. (Die Belastung des Bergmannes — insbesondere bei Arbeit unter hoher Temperatur). »Gewerkschaftliche Rundschau», 20 (1967) 12, str. 434—442, 3 sl., 2 tabl.
- Lavenne, F. Rad u vrućini povećava rizike u rudarstvu. (Hitzearbeit erhöht die Risiken im Bergbau). »Gewerkschaftliche Rundschau», 20 (1967) 12, str. 450.
- Vetter, H. O. Ne sakrivati se iza pojma „sudbina rudara“. (Nicht sich hinter dem Begriff »Bergmannsschicksal« verstecken). »Gewerkschaftliche Rundschau», 20 (1967) 12, str. 468—471.
- Solak, Nj. Praćenje i analiza povreda na radu. „Produktivnost”, (1967) 12, str. 821—825, 12 tabl.
- Klinger, K., Morhenn, E. Interesna područja 12. Međunarodnom kongresu opitnih ustanova za jamsku sigurnost u Dortmundu od 11. do 15. sept. 1967. (Interessengebiete auf der 12 Internationalen Konferenz grubensicherheitlichen Versuchsanstalten). „Schlägel und Eisen”, (1967) 11/12, str. 387—388.
- Waltér, E. Tehnički uslovi zaprašenosti u radnim poluotvorenim kabinama za prskanje i kod prskanja sanitarni keramike. (Die staubtechnischen Verhältnisse im Arbeitsbereich halboffener Spritzkabinen und Spritzstände der Sanitätkeramik). „Staub Reinhaltung der Luft”, 27 (1967) 12, str. 523—529, 11 sl., 3 tabl.
- Wissner, A. Opterećenje organa čula i nervnog sistema rudara, naročito pri radu pod dejstvom buke. (Die Belastung der Sinnesorgane und des Nervensystems des Bergmannes, insbesondere bei Arbeit mit Lärmeinwirkungen). »Gewerkschaftliche Rundschau», 20 (1967) 12, str. 451—458, 11 sl.
- Krawtschenko, W. S. Naučna istraživanja u SSSR o bezopasnoj upotrebi elektriciteta u ugljenim jamama. (Wissenschaftliche Untersuchungen in der UdSSR über die Verwendung von Elektrizität in Kohlengruben). „Bergakademie”, 19 (1967) 12, str. 728—733, 2 sl.
- Pester, J. Ukaživanje na osobenosti pri izboru pogonskih sredstava zaštićenih od eksplozije. (Hinweise auf Besonderheiten bei der Auswahl explosionsgeschützter Betriebsmittel). „Elektric“, (1967) 11, str. 437—439, 2 tabl.
- Martinović, B. — Značenje propagande u odgoju za siguran rad — sredstva za tu propagandu i njihova primjena. „Sigurnost u pogonu”, IX (1967) 12, str. 295—299, 5 sl.

