



SIGURNOST U RUDNICIMA

VII · 1972 · 4

VII GODIŠTE
4. B R O J
1972. GODINA

SIGURNOST U RUDNICIMA

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

**SAFETY IN MINES
SÉCURITÉ MINIÈRE
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ
ГОРНЫХ РАБОТ
GRUBENSICHERHEIT**

Izdavač
RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

Tehnička redakcija
MARINA PETROVIĆ
MIRA MARKOVIĆ

Naslovna strana
MILAN GOLUBOVIĆ

Stampa N. P. »Dnevnik« — Novi Sad

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

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

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

BLAGOJEVIĆ dipl. ing. MIODRAG, Rudnici i topionica olova i cinka »Trepča«

BLAGOJEVIĆ dipl. ing. DUŠAN, Savezni centar za zaštitu, Tuzla

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

CURČIĆ dipl. ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd

DRAGOJEVIĆ dipl. ing. MILOŠ, Rudarski inspektorat SR Srbije, Beograd

DRAGOVIĆ 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. univer. ing. BRANKO, 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. MIHAILO, »Magnohrom«, Kraljevo

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

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

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

RUKAVIŃA MILAN — ŠAJN, Sindikat industrije i rudarstva SFRJ, Beograd

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

SRDANOVIĆ dipl. ing. MILETA, Rudarski institut, Beograd

STOJKOVIĆ dipl. ekon. DUŠAN, 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

S A D R Ž A J

Index

DIPL. ING. VJEKOSLAV KOVAČEVIĆ — DIPL. ING. PAVO BAZINA

- Otkrivanje ugroženosti od gorskih udara u rudniku Zenica — — — — 5
 Erkennen der Gebirgsschlaggefahr in der Grube Zenica — — — — 14

DR ING. GVOZDEN JOVANOVIĆ

- Prilog proučavanju uticaja geometrijskih parametara otkopne jedinice na
 povređivanje radnika — — — — — 16
 Contribution á l' etude de l' influence des parametres geometriques d' une
 taille d' abattage sur les accidents de travail des ouvriers des mines 22

DIPL. ING. VELIBOR ROSIĆ — DIPL. ING. DRAGUTIN UZELAC

- Prilog proučavanju metoda antikoroziivne zaštite kao mera sigurnosti u pro-
 izvodnji nafte i gasa — — — — — 24
 Contribution to the Study of Anticorrosion Protective Methods as Safety
 Measures in Oil and Gas Production

DR DRAGOLJUB STEFANOVIĆ

- Neke mogućnosti primene geofizičkih metoda radi određivanja elemenata
 koji uslovljavaju uslove rada u rudarstvu — — — — — 35
 Some Possibilities of Applying Geophysical Methods for Determining Ele-
 ments that Cause Working Conditions in Mining — — — — — 43

DIPL. ING. JEVTO BRALIĆ

- Bezbedna lokacija podzemnih magacina eksplozivnih sredstava — — — — 45
 Safe Location of Underground Stores of Explosive Materials — — — — 71

DIPL. ING. VELIBOR ŽIVKOVIĆ

- Vođenje tehničke dokumentacije o miniranju i manipulisanju eksplozivnim
 sredstvima — — — — — 72
 Führung der technischen Dokumentation über die Sprengung und Handha-
 bung mit Sprengmitteln — — — — — 92

DIPL. ING. VLADIMIR IVANOVIĆ

- O separatom provetravanju komornih otkopnih radilišta — — — — — 93
 On Separate Ventilation of Room-and-Pillar workings — — — — — 96

IZ PRAKSE

DIPL. ING. MIODRAG MILJKOVIĆ — DIPL. ING. ŽIVOTA DAČIĆ

- Karakteristike vibracija sedišta kamiona na površinskom kopu u Boru — — 99
 Charakteristiken der LKW — Fahrersitzschwingungen auf dem Tagebau Bor 103
 Prikazi iz literature — — — — — 104
 Bibliografija — — — — — 108

Otkrivanje ugroženosti od gorskih udara u rudniku Zenica

(sa 6 slika)

Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević — dipl. ing. Pavo Bazina

Prikazana je metoda otkrivanja opasnih koncentracija pritiska testiranjem pomoću bušotina ugljenih slojeva, u kojima su rudari pri radu ugroženi od gorskih udara, kao i primena ove metode u Rudniku mrkog uglja u Zenici. Ovom metodom uspelo se u Zenici smanjiti i broj gorskih udara i broj nesreća usled gorskih udara.

U ovom članku prikazana je vrlo prikladna operativna metoda otkrivanja položaja zone maksimalnog pritiska ispred linije širokočelnog otkopa testiranjem ugljenog sloja bušotinama, koja je već primjenjena u Rurskom bazenu i Gornjoj Šleziji. Ova metoda omogućava pravovremeno saznanje o postojanju opasnosti od pojave gorskog udara. Osim toga, u članku se iznosi kako je ova metoda primjenjena u rudniku Zenica, i kako su se postignuti rezultati testiranja dobro odrazili na smanjenje broja iznenadnih gorskih udara i povećanje broja udara izazvanih miniranjem uz prethodno povlačenje radnika na sigurnija mjesta.

Opis metode testiranja ugljenog sloja bušotinama

Uspješna primjena posebnih mjera za otklanjanje ili smanjenje opasnosti od gorskih udara u rudnicima zavisi vrlo mnogo od pravovremenog saznanja da li, gdje i kada postoji neposredna ugroženost. Gorski udari se proučavaju već preko 100 godina, a sve do nedavno se ocjena o postojanju ugroženosti na radilištima temeljila isključivo na rudarskom iskustvu, dakle na subjektivnim saznanjima. Takove iskustvene metode imaju uvijek uzan lokalni značaj i ne mogu se smatrati pouzdanim.

U zadnjih 10 godina pojavila se i brzo raširila jedna vrlo pristupačna metoda za rano otkrivanje neposredne ugroženosti radilišta od gorskog udara. Iako ova metoda predstavlja veliki napredak, još uvijek se ne može tvrditi da je univerzalna i pouzdana, ali je nađen put koji s vremenom može dovesti i do konačnog cilja, da se svaka, bez iznimke, ugroženost od gorskih udara pravovremeno otkrije.

Iz rudarskog iskustva i rezultata proučavanja poznato je da se primarni pritisak, koji je funkcija dubine i specifične težine naslaga, na otkopnom frontu u jami znatno povećava, i naziva se otkopnim pritiskom. Određivanjem njegove veličine i raspodjele u masivu ispred otkopa, kako teoretskim izračunavanjem tako i praktičnim mjerenjem — bavili su se brojni naučnici u raznim zemljama. Ovdje ćemo navesti rezultate do kojih je došao Jacobi (1). On je utvrdio da je dodatni maksimalni pritisak tri puta veći od primarnog, što znači da pritisak na otkopnom frontu ima na liniji najveće koncentracije četiri puta veću vrijednost od one koja odgovara dubini eksploatacije.

Ako otkopni pritisak postigne vrijednost veću od otpornosti uglja u sloju, on će izazvati njegovo drobljenje. U normalnim jamskim uslovima taj proces teče polagano.

Međutim, ako se ugljeni sloj nalazi između vrlo čvrste krovine i podine i ako je sam ugalj dovoljno čvrst i elastičan pa može akumulirati veće količine energije, onda će njegovo drobljenje biti iznenadno i eksplozivno — a to je gorski udar. Što je zona maksimalnog otkopnog pritiska bliža radišću, ono je ugroženije, a što je u cjelini na većoj udaljenosti od čela, ono je sigurnije. Već prema lokalnim uslovima postoji neka kritična granična udaljenost.

Za ocjenu stupnja ugroženosti od gorskog udara važno je stalno praćenje i otkrivanje udaljenosti zone maksimalnog pritiska i iskustvom upoznati kritične granične udaljenosti, tj. širine ugljene baraže koja može popustiti pod njegovim uticajem. Pod ugljenom baražom podrazumijeva se prostor ispred zone najvećeg pritiska do samog čela.

Otkrivanje zone povećanog pritiska može se vršiti mjerenjem konvergencije stropa i pritiska »in situ« pomoću hidrauličnih son-di (7). Korištena su za to i mjerenja deformacija tj. stiskanja bušotina u stijeni ili uglju (1). Ove metode nisu prikladne za svakodnevnu operativu u jami.

Jedna mnogo prikladnija pogonska metoda otkrivanja zone povećanog otkopnog pritiska počela se primjenjivati 1963. godine u Zapadnoj Njemačkoj u rudnicima kamenog uglja Rurske oblasti (2), a u god. 1965. uvedena je i u Poljskoj (3) u rudnicima Gornje Šlezije koji su poznati po svojoj visokoj ugroženosti od gorskih udara.

Ova metoda, koju je Jahns (2) nazvao testiranje bušenjem, sastoji se u slijedećem:

Na radišću se buše rupe malog promjera, kao za miniranje u uglju, okomito na liniju širokog čela i paralelno uslojenosti do dubine koju je moguće postići, npr. 8 do 12 m. Pri tome se mjeri količina bušenjem dobivene ugljene prašine redom iz dubine na svaki metar bušotine, i izračunava pokazatelj količine u litrima na 1 m, t. j. l/m. Promatra se njezina granulacija i prateće pojave kao što su: teško ili lagano, odnosno brže ili sporije ulaženje svrdla, djelomična ili potpuna zaglava, i udari u rupi.

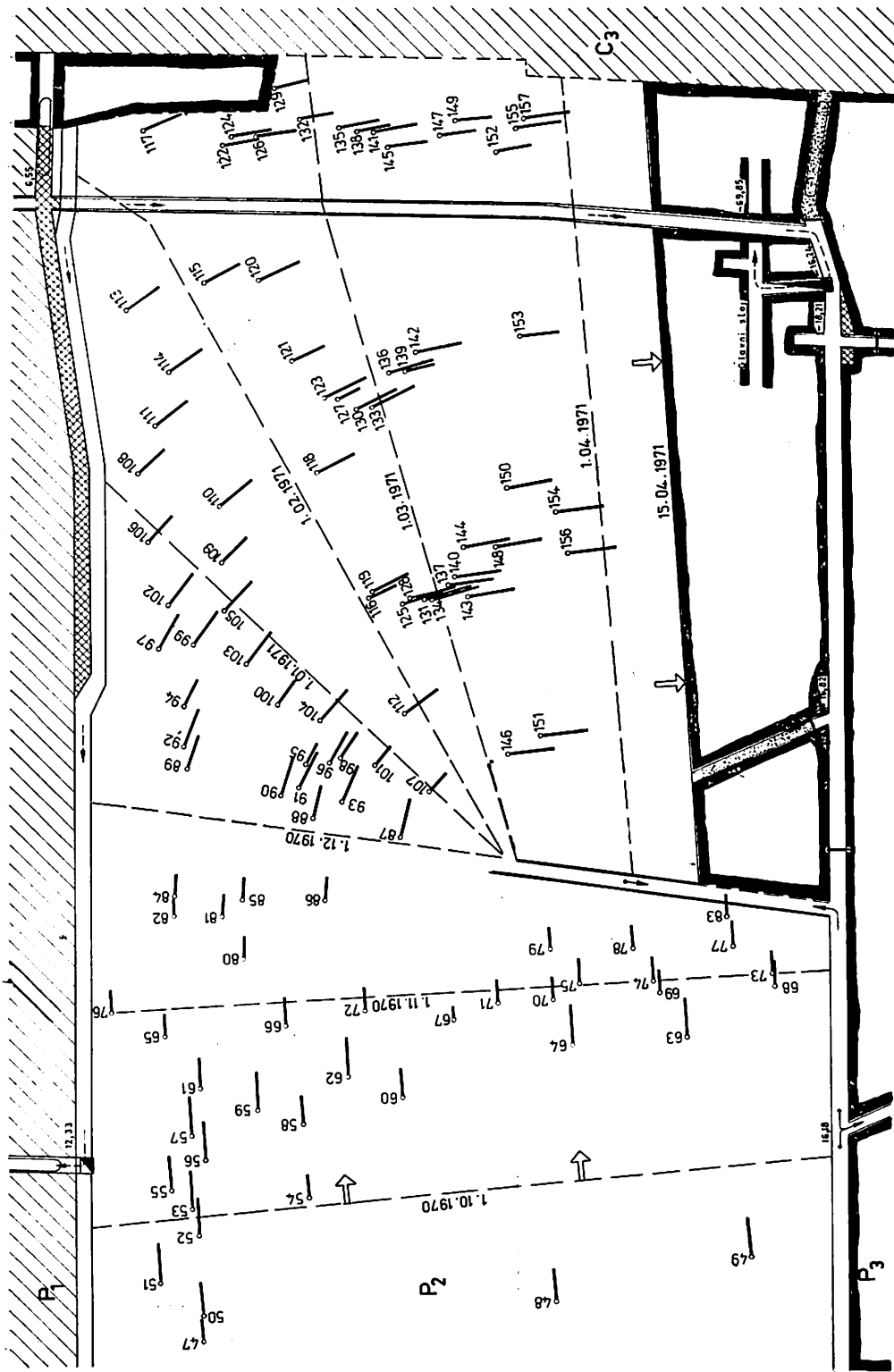
Rupa promjera 42 mm ima volumen ugljene cjeline 1,32 l/m ali se uslijed usitnjavanja i eventualnih proširenja praktično

dobije oko 2,2 l/m ugljene prašine. Kad svrdlo naiđe na zonu povećanog pritiska, za bušenje je potrebna veća sila upiranja. Ako je pritisak veći od otpornosti uglja on će mrviti bokove bušotine, a svrdlo će i taj ugalj iznositi iz rupe, pa će se povećati količina prašine znatno preko normalne količine. Što je pritisak veći to će veća količina uglja iz bokova biti ugurana u slobodan prostor bušotine a i granulacija će biti krupnija. Naime, kod normalnog bušenja prašina se proizvodi struganjem šiljaka krunice o dno bušotine i stoga je sitna. Ako prašina protiče iz obrušavanja bokova bušotine ona može biti toliko krupna koliko je velik prolaz između spirala na svrdlu. Kod vrlo velikog otkopnog pritiska događa se da ugalj teče iz rupe u velikoj količini i bez napredovanja svrdla tj. pri bušenju u mjestu. Zapaženo je da se oko bušotine nekad stvaraju velike praznine (kazani) u ugljenom sloju koje je široko čelo u svom napredovanju otkrilo i otvorilo (6).

U Zapadnoj Njemačkoj (2), kao i u Poljskoj (3), ustanovljeno je da količina prašine preko 6 l/m predstavlja signal da se bušenjem naišlo na zonu visokog otkopnog pritiska i da već postoji ugroženost od gorskog udara. Jahns (5) preporuča da se testirno bušenje vrši do dubine 3 M (M je debljina sloja odn. visina otkopavanja, ako postoji lažna krovina treba i nju uračunati), a kad čelo napreduje za 1 M da se opet buši do 3 M.

Brauner (6) navodi da je testirno bušenje za sada jedino sredstvo da se kritične zone velikog pritiska ispred širokog čela lokaliziraju, i ističe da se one ne nalaze svuda u istoj dubini tj. paralelno sa čelom (6) — sl. 12.

Ova metoda je za praksu potpuno dovoljna i brzo se stekne iskustvo o tome koje količine izbušene prašine i na kojoj dubini otkrivaju zonu visokog pritiska odn. ugroženost prostorije od gorskih udara. Jahns preporuča (5) da se otkrivena ugroženost odstrani poznatom metodom injektiranja sloja vodom pod visokim pritiskom, jer će se na taj način linija visokog otkopnog pritiska premjestiti dublje u cjelinu odn. dalje od linije otkopa, — i da se uspjeh odmah kontroliše ponovnim testirnim bušenjem.

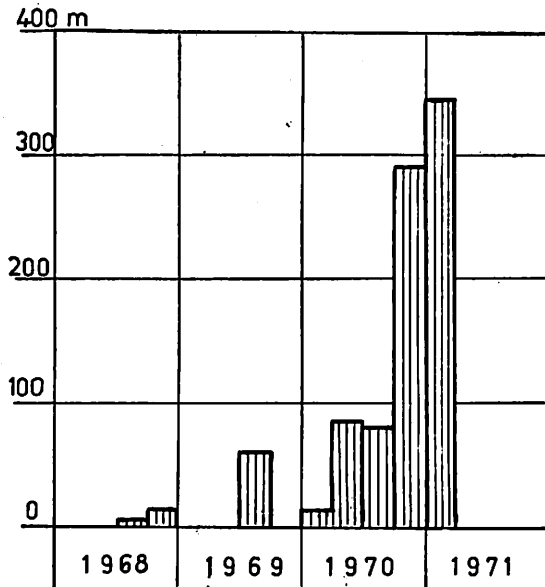


Sl. 1 — Raspored bušotina u fazi likvidacije polja P₂.

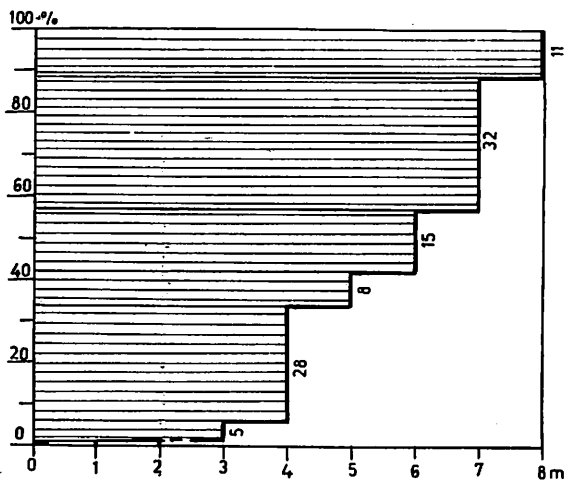
Abb. 1 — Verteilung der Testbohrungen in der Endabbauphase des Feldes P₂.

Primjena metode u rudniku Zenica

Na osnovu saznanja iz stručne rudarske literature o razvoju i primjeni ove metode u Zap. Njemačkoj (2) i ubrzo zatim u Polj-



Sl. 2 — Izbušena metraža po godinama.
Abb. 2 — Jährlich ausgebohrte Längenmeter.



Sl. 3 — Udio bušotina prema dužini.
Abb. 3 — Anteil der Bohrungen nach ihren Längen.

skoj (3), u Projektu otkopnih metoda za Staru jamu (4) određeno je obavezno uvođenje ove metode kao posebne mjere zaštite od iznenadnih gorskih udara kod otkopavanja prve ploče povlatnog sloja (sl. 1). Uslovi eksploatacije i ugroženost od gorskih udara opisani su ranije u ovom časopisu (9). Po uputama i u prisustvu projektanta (4) testirno bušenje je početo 27. 9. 1968. g. i odmah je zapaženo da će se ova metoda, koja je do tada primjenjivana u kamenom uglju moći vrlo dobro primjeniti i u našem mrkom uglju. Radi sticanja početnog iskustva izvršeno je nekoliko periodičnih testiranja u raznim uslovima kako na ugroženim tako i na neugroženim radištima.

Nakon savlađivanja početnih teškoća, izrade boljeg pribora i poduke radnika, ova metoda je rado prihvaćena i sistematski testirno bušenje je nastavljeno početkom 1970. godine pod rukovodstvom ing. Bazine, a vršeno do likvidacije polja P2 (sl. 2). Od 27. 9. 1968. do 26. 3. 1971. izbušeno je ukupno 157 bušotina dužine od 2 do 8 m, što daje prosjek 5,7 m (sl. 3). Dvije trećine svih bušotina otpada na završetak polja P2 (sl. 1), čija je likvidacija izvršena na poseban način (10).

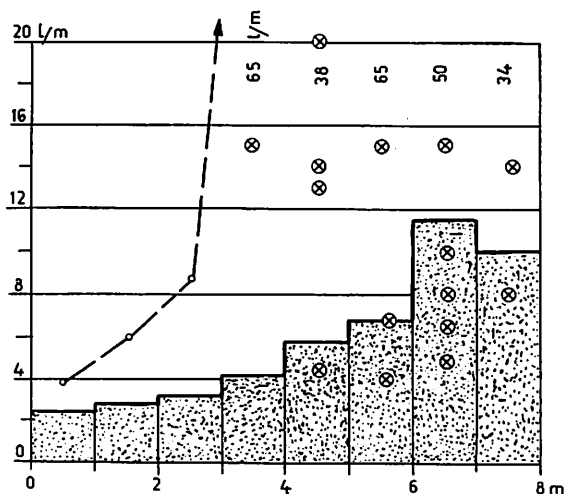
Lokacija bušotina

Dužina širokog čela kretala se od 75 do 150 m. Broj bušotina izbušenih u toku jednog dana se kretao od 1 do 4 ili prosječno 3. Mjesečno je bušeno oko 20 rupa (sl. 1). Razmak bušotina na širokom čelu je bio ovisan od stanja širokog čela, kao i od prethodno izbušenih rupa. Dužina širokog čela kretala se od 75 do 150 m. Obično su dvije bušotine bile locirane na 10 do 20 m od transportnog i ventilacionog hodnika, a treća na sredini širokog čela. Bušilo se na mjestima gdje je krovina potpuno zarušila, kao i tamo gdje se još držala na dužini od 5 do 10 m pa i više, prema starom radu, što je omogućilo da se prati naponsko stanje u boku širokog čela kod potpuno obrušene, kao i kod neobrušene krovine. Bušilo se obično blizu sredine otkopavane visine sloja, okomito na liniju čela.

Oprema i način bušenja

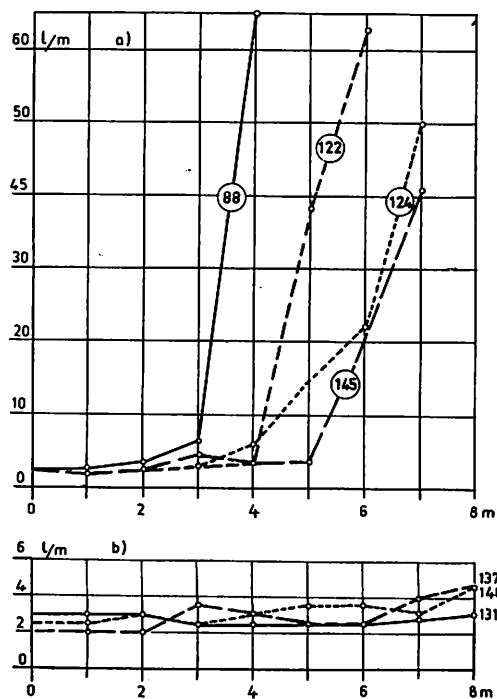
Bušenje se vršilo ručnom električnom bušilicom snage 1 kW koja nije uvijek mogla da savlada otpore prilikom djelomične ili potpune zaglave svrdla ili kada je ugajl bio jako čvrst. Dužina spiralnog svrdla bila je 2 i 4 m, a krune promjera 42 mm. Prašina iz bušotine hvatana je sa dvije limene posude od 7 i 10 l sadržine i jednog lijevka. Svaka posuda je imala izgradiranu skalu u litrima. Za odvijanje i navijanje svrdlova služila su dvojā kliješta. Bušenje se vršilo između smjena radi neometanja procesa proizvodnje u redovnom radu. Radnu snagu na bušenju sačinjavali su: kopač, pomoćni kopač, vozač i rukovodilac posla. Bušalicu su držala dva radnika sa strane, a treći je hvatao prašinu u posude. Pre početka bušenja svrdla se kredom označe na metre. U početku se radi sa jednim svrdlom, a kad se izbuši 4 m na prvi se nastavlja drugi svrdao. Prašina se hvata pomoću lijevka u posude, a nakon svakog izbušenog metra bušotina se čisti povlačenjem bušalice 5 puta naprijed i nazad za 20 do 40 cm. Količina prašine se mjeri na izgradiranoj skali. Rad se nastavlja dok se može bušiti. Osim količine prašine evidentirane su i ostale prateće pojave koje su zapažene u toku bušenja, kao npr. djelomična ili potpuna zaglava, granulometrijski sastav prašine kao i boja zrna. Uhodavanjem metode testnog bušenja usavršavala se i oprema za bušenje. Dok se u početku jedva bušilo do 4 m dubine, kasnije se uspjelo bušiti i do 8 m (sl. 3).

Dužina bušotina je varirala od 2 do 8 m što je zavisilo od niza faktora. Kad je ugajl širokog čela bio jako čvrst, što se često dešavalo, bušalica se tako grijala da se dalje nije moglo bušiti. Kad je svrdlo stiglo u zonu maksimalnog pritiska, dolazilo je vrlo često do djelomične ili potpune zaglave, pa se svrdlo moralo čupati lančanicom. Zaglave svrdla su se dešavale već na 4 i 5 m dubine radi čega se nije uvijek uspjelo izbušiti rupu do 7 i 8 m. Kad se dobijala velika količina prašine sa dubine 4 ili 5 m bušenje je obustavljeno, jer strana iskustva (3) upozoravaju da, ako se nastavi sa bušenjem, može doći do gorskog udara tj. udar



Sl. 4 — Prosječne i najveće količine prašine prema dubini bušotina i kod zaglave svrdla.

Abb. 4 — Durchschnittliche und grösste Bohrmehlmengen aus verschiedenen Bohrtiefen und bei Festklemmen des Bohrers.



Sl. 5 — Količine prašine kod a) povećanog i b) normalnog otkopnog pritiska.

Abb. 5 — Bohrmehlmengen bei a) vergrößertem und bei b) normalem Abbaudruck.

može biti izazvan. Sve su to bili razlozi za različite dubine bušotina (sl. 3). Iz 157 bušotina ukupno je dobiveno 4.315 l prašine što na izbušenih 854 m daje prosjek 4,8 l/m (sl. 4). Maksimalna količina prašine dobijena je kod bušotine B 90 sa sedmog metra u količini 266 l/m, dok je minimalna količina prosječno iznosila 2,4 l/m a dobivala se sa prvog odnosno drugog metra. Normalna količina prašine dobijala se do 3,5 m dubine, a povećana kao i najveća između 3,5 i 8 m dubine. Osim toga ni kod jedne bušotine nije bilo zaglave svrdla do 3,5 m, a djelomične i potpune zaglave događale su se na dubini 3,5 do 8 m.

Sitna zrna prašine dobijana su kod normalne dobijene količine prašine, dok su krupna zrna dobijana isključivo kod povećane i maksimalno dobijene količine prašine. Poslije onih bušenja kod kojih je dobijena povećana ili velika količina prašine (sl. 5a) ili je došlo do djelomične odnosno potpune zaglave svrdla, redovno je dolazilo i do pojave gorskog udara. Kada je dobijana normalna količina prašine (sl. 5b), nije bilo zaglave svrdla, a nije dolazilo ni do gorskog udara.

Kod bušotina koje su bušene iza pojave gorskog udara nije bilo ni povećane količine prašine niti zaglave svrdla. Ovo ukazuje na iskustveno poznatu činjenicu da gorski udar rasterećuje ugljeni bok širokog čela, odnosno da se maksimalni pritisak poslije udara preneo dalje u dubinu. Računajući sa danima bušenja, kojih je bilo svega 61 kod 33 bušenja sa povećanom količinom prašine, bilo je 28 pojava gorskih udara a to je 85%. Kod ostalih 15% nije dolazilo do gorskog udara, iako je dobijena povećana količina prašine, ali na većoj dubini tj. na 7 ili 8 m.

Analiza dobivenih rezultata

Zona maksimalnog pritiska

Svrha testirnog bušenja je otkrivanje zone maksimalnog otkopnog pritiska, koji je kod postojećih prirodnih sklonosti ugljenog sloja i pratećih stijena glavni uzrok pojave gorskih udara. Položaj zone povećanog pritiska utvrđivan je na osnovu svih pojava zapaženih prilikom bušenja. Dubina zone maksimalnog pritiska u boku širokog

čela zavisi od čvrstoće i elastičnosti naslaga podine i krovine sloja, načina otkopavanja, načina upravljanja krovinom, od brzine otkopavanja, od fizičko-mehaničkih osobina kako sloja tako i pratećih stijena, od visine otkopa i drugih faktora.

Na osnovu naših ispitivanja bušenjem mogao se stalno pratiti položaj zone maksimalnog pritiska u boku širokog čela. Kod svih bušotina bušenje se odvijalo normalno do dubine 3,5 m a količina prašine se kretala prosječno od 2,4 do 3,5 l/m sa granulometrijskim sastavom koji je bio isti kao kod bušenja za miniranje.

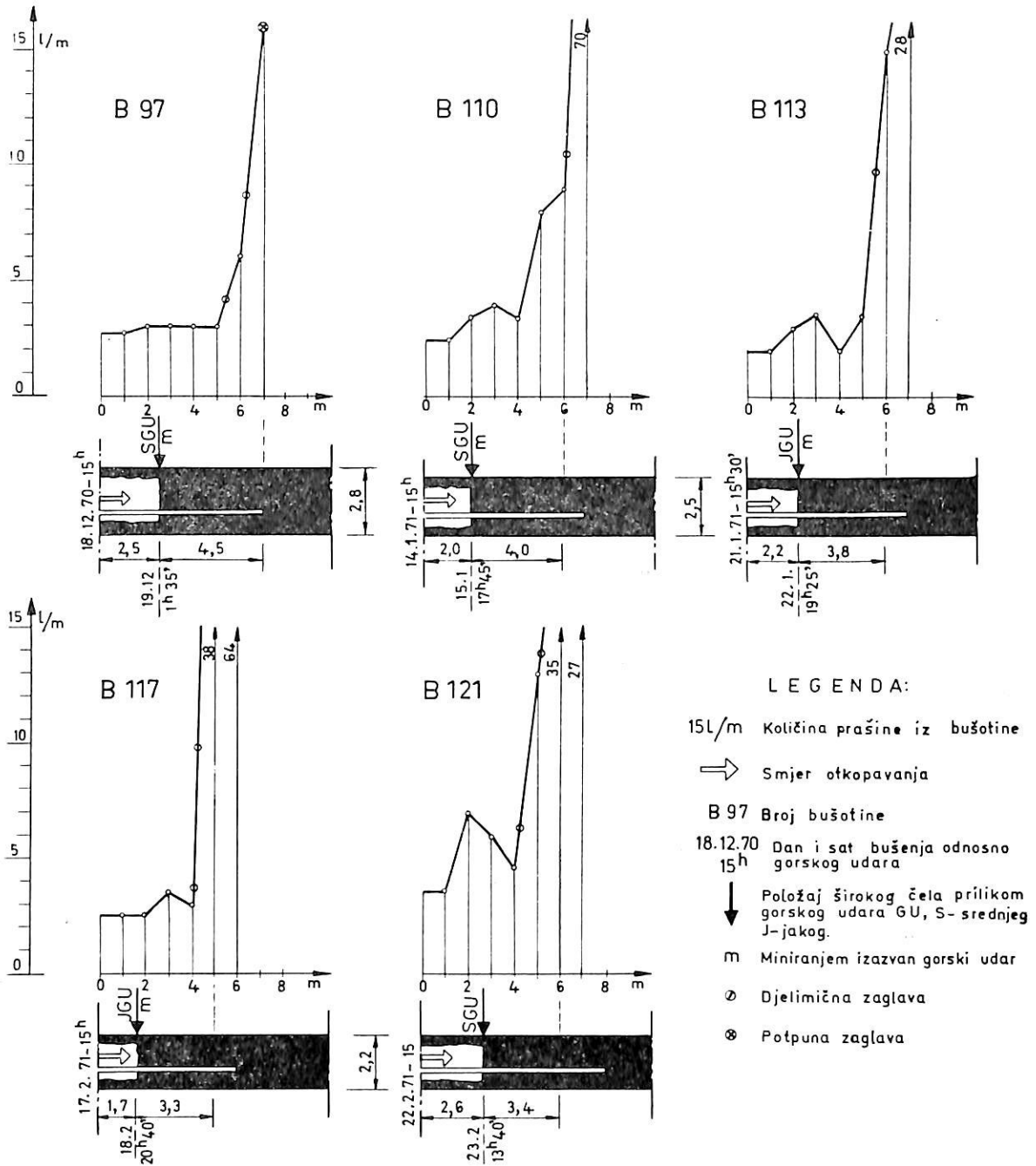
Zone maksimalnog pritiska otkrivane su na dubini od 3,5 do 8 m što je zaključivano iz toka bušenja. Kod prodora svrdla u zonu maksimalnog pritiska bušenje postaje otežano, zatim dolazi do udara u bušotini, svrdlo počinje naglo ulaziti i, prosto rečeno, kao da ga ugaj uvlači. Bilo je niz primjera da svrdlo bude tako jako uvlačeno da su ga 3 čovjeka jedva mogla zadržati. Iza ovih pojava skoro redovito je dolazilo do zaglave. Količina prašine na tom dijelu bušotina je iznosila od 34 do 266 l/m. Osim po velikoj količini prašine i zaglavi svrdla, zona maksimalnog pritiska može se prepoznati po veličini zrna prašine koja se kretala od 5 do 20 mm, pa je izgledala kao grah. Zapaženo je također da zrna imaju tamnosmeđu boju što je vjerovatno rezultat trljanja zrna o zrno pod djelovanjem velikog pritiska.

Na osnovu svega ovoga kao i drugih opažanja o manifestaciji pritisaka u prostorijskim zonama koje su se nalazile ispred širokog čela, može se ocijeniti da je pritisak u ugljenoj celini širokog čela raspoređen kako sledi:

- od 1 do 3,5 m se nalazi rasterećena zona smanjenog pritiska,
- od 3,5 do 8 m se nalazi zona maksimalnog otkopnog pritiska.

Mjerenjima koja je godine 1965. vršio Rudarski institut Beograd (7), utvrđeno je da se maksimalni otkopni pritisak nalazi na udaljenosti 3,5 m od čela.

Kod lociranja više bušotina u liniji (sl. 1) utvrđeno je da se maksimalni otkopni pritisak ne nalazi na jednakom razmaku uzduž širokog čela, već naprotiv, ako je jednom bušotinom otkriven pritisak na udalje-



Sl. 6 — Primjeri testirnih bušenja poslije kojih je došlo do gorskog udara.
 Abb. 6 — Beispiele von Testbohrungen nach denen ein Gebirgsschlag vorkam.

nosti od 4 m, drugim bušotinama je konstatiran tek na 7. ili 8. metru. Više puta se otkrio maksimalni pritisak na manjoj udaljenosti od linije širokog čela samo u njegovoj jednoj polovici, a u drugoj polovici se nalazio na većoj udaljenosti. Gorski udar se manifestirao samo na onom dijelu širokog čela gdje je zona maksimalnog pritiska bila bliže.

Ovom metodom se utvrđivalo i premještanje maksimalnog pritiska poslije gorskog udara dublje u cjelini.

Iako se gorski udari nisu pojavljivali na širokom čelu u C ploči (detalje vidi u (10) i slici 2) i tamo je izvršeno testiranje sa nekoliko bušotina. Dobivena je mala količina prašine (kao sl. 4b), što se i očekivalo.

Prognoziranje gorskog udara

Ako na osnovu testirnog bušenja utvrdimo udaljenost zone maksimalnog pritiska od linije širokog čela, a po iskustvu znamo kritičnu širinu ugljene baraže, možemo odrediti na koju se udaljenost linija širokog čela može približiti zoni maksimalnog pritiska. Na taj način možemo ocijeniti vrijeme i mjesto pojave gorskog udara.

Kod naših istraživanja pošli smo od pretpostavke da, analogno iskustvu u Zap. Nje-

mačkoj (2) i Poljskoj (3), količina izbušene prašine od 6 l/m predstavlja pokazatelj spremnosti sloja za gorski udar. Za svaku bušotinu u kojoj se dobila ta količina crtani su dijagrami i evidentirani gorski udari. Iz toga je izveden zaključak da u uslovima povlatnog sloja u Zenici kritična količina prašine je nešto veća, i to 10 l/m.

Pet najkarakterističnijih primjera testiranja sloja prikazano je na slici 6. Dobiveni pokazatelji su prikazani u tablici 1.

Iz ovih i drugih bušotina su izvedene ove pouke:

a — Testirno bušenje treba vršiti do dubine najmanje 2,5 M a najviše do 3 M što u konkretnom slučaju iznosi oko 8 m.

b — Ako se zona povećanog pritiska otkrije na dubini do 1,6 M ugroženost je neposredna, i treba odmah poduzeti mjere da se napon rastereti provokativnim miniranjem. Ta dubina predstavlja, naime, kritičnu debljinu ugljene baraže.

c — Ako je zona maksimalnog pritiska udaljena 2 M, čelo može da napreduje još jednu smjenu uz osmatranje drugih znakova ugroženosti.

d — Kod dubine zone 2,5 M gorski udar treba očekivati poslije izrade novog polja čija je širina jednaka dužini jedne grede.

Pregled rezultata nekoliko bušotina

Tablica 1

Red. broj	Pokazatelj	Znak	Broj bušotine					Prosjeak
			97	110	113	117	121	
1	Udaljenost linije povećanog pritiska	L ₁	7	6	6	5	6	6
2	Širina ugljene baraže kod udara	L ₂	4,5	4	3,8	3,3	3,4	3,8
3	Visina otkopa	M	2,8	2,5	2,5	2,2	2,2	2,4
4	Odnos	L ₁	2,5	2,4	2,4	2,3	2,7	2,5
		M						
5	Odnos	L ₂	1,6	1,6	1,5	1,5	1,55	1,6
		M						
6	Razlika	4—5	0,9	0,8	0,9	0,8	1,15	0,9
7	Gorski udar bio nakon bušenja	sati	10	27	28	30	23	22

e — Na osnovu različitih dubina zone maksimalnog pritiska uzduž širokog čela može se zaključiti o stepenu ugroženosti pojedinih sekcija čela. U našim uslovima najviše su bile ugrožene sekcije pri ventilacionom hodniku, odn. gornja polovica čela.

Navešćemo nekoliko primjera koji ukazuju na način i mogućnost praktičnog korištenja saznanja dobivenih metodom testiranja bušenjem u svakodnevnoj operativi.

Bušotine B 89 i B 90

Dne 7. 12. 1970. g. u vremenu od 15 do 16 sati izbušene su dvije bušotine. Na B 89 se desila zaglava svrdla na 6. metru. Na B 90 je dobiveno na 6. metru 30 l, a na sedmom čak 266 l/m prašine, pa je bušenje obustavljeno bez zaglave. Rukovodilac testiranja je upozorio tehničko vođstvo pogona i nadzorno osoblje da treba očekivati gorski udar. Poslije 40 sati tj. dne 9. 12. u 9,45 dogodio se najjači gorski udar, koji se jako osjetio daleko u gradu Zenici kao neki zemljotres, ali to nije bio (8). Udar je zahvatio cijeli revir i manifestirao se na širokom čelu, ventilacionom i transportnom hodniku kao i dijagonalnom uskopu. U hodniku je došlo do izdizanja i lomljenja čvrste podine u dužini oko 50 m, polomljeno je nekoliko čeličnih lukova i drvenih okvira u hodniku »C« ploče. Povređena su dva radnika, jedan teže i drugi lakše. Odmah poslije ovog udara i izvršenog uviđaja, izbušena je na istom mjestu gdje je bila B 90 slijedeća bušotina B 91 na kojoj se dobilo 14 l/m tek na sedmom metru. Druge dvije bušotine dale su normalne količine prašine sve do 7 m dubine. Na taj način se saznalo da je zona maksimalnog pritiska prilikom gorskog udara premještena dublje u ugljenu cjelinu, što je smanjilo ugroženost radišta.

Bušotina B 122

Dne 17. 2. 1971. g. oko 15 sati, bušeno je u gornjem dijelu čela (sl. 1). Do 4. m su dobivene normalne količine prašine, a na 5. m je došlo do djelomične zaglave svrdla nakon čega su trojica radnika jedva zadržavala svrdlo od upadanja u bušotinu. Na petom metru se dobilo 38 l/m, a na šestom 64 l/m krupnozrnate prašine žućkasto-smeđe boje. Upozoreni su nadzornici da treba očekivati gorski udar i zaista nakon 28 sati

izazvan je miniranjem jaki gorski udar. Bio je on u gornjem dijelu čela i zatrpao je ventilacioni prolaz.

Bušotine B 138, B 139 i B 140

Ove bušotine su izbušene 5. 3. 1971. g. između 14,30 i 16,30 čas. (sl. 1). Na B 139 je dobiveno na 5 m 16 l/m prašine i svrdlo se zaglavilo. Na B 138 je na 5 m dobiveno 16 l/m, a na B 140 sve do 8 m je količina prašine bila normalna. Nakon 30 sati došlo je do gorskog udara srednje jačine izazvanog miniranjem.

Na sl. 6 prikazano je daljnjih pet primjera testiranja poslije kojih je također došlo do gorskog udara.

Iz ovo nekoliko primjera jasno se vidi koliko se može metodom testirnog bušenja povećati sigurnost zaposlenih radnika. Ova metoda omogućava da se pravovremeno otkrije položaj maksimalnog otkopnog pritiska i objektivno ocjeni vrijeme mogućeg gorskog udara, pa da se primjene odgovarajuće mjere zaštite. U rudniku Zenica se već sedam godina redovno primjenjuje provokativno miniranje kao posebna mjera izazivanja gorskih udara, pri čemu se radnici sklanjaju na neugroženo mjesto. Koliko je u tome koristilo testirno bušenje govore slijedeći podaci:

U polju P₁ gdje se još nije primjenjivala metoda testirnog bušenja, uspjelo je miniranjem izazvati 47% od svih gorskih udara, a u P₂ uz primjenu ove metode izazvano je 62%. Pri tome je u vrijeme najintenzivnijeg testiranja u fazi zaokretanja širokog čela (sl. 1) uspjelo miniranjem izazvati i 80% gorskih udara. Veći procenat miniranjem izazvanih udara je posljedica boljeg poznavanja ugroženosti, a to se postiglo testirajućim bušenjem.

Troškovi testiranja

Materijalni troškovi za testiranje su bili:

— dvije garniture svrdlova 2 × 4 m	256 din.
— limene posude	50 din.
— dvoja klješta	200 din.
— opravka svrdlova	200 din.
Ukupno materijal	706 din.

Lični dohoci za radnu snagu na bušenju u tri produžena sata rada iznose 132,30 din., pa 61 serija bušenja, odn. 157 bušotina, te rete ove izdatke sa din. 8.070,30. Iz toga proizlaze ukupni troškovi bušenja din. 8.776,30, tako da jedna bušotina staje din. 55,70, a 1 metar bušenja oko din. 10.

Najintenzivnije bušenje je vršeno prilikom likvidacije polja P₂, kojom prilikom je izbušeno 71 bušotina. Troškovi testirnog bušenja su bili oko din. 4.000, tako da je kod proizvedenih 58.000 tona testiranje teretilo svaku tonu samo sa din. 0,07 odn. sedam starih dinara. Prema tome, troškovi ne bi smjeli biti nikakova smetnja za još intenzivniju primjenu ove metode.

Zaključci

Opisana metoda i do sada postignuti rezultati već omogućuju izvođenje zaključaka koji treba da budu za rudnik Zenicu obavezni, a mogu da se koriste i u drugim rudnicima gdje se pojavljuju ili se očekuju gorski udari. To su:

— Na svakom radilištu na kojem se po iskustvu ili na osnovu testirnog bušenja utvrdi da postoji ugroženost od gorskih udara, treba obavezno vršiti redovno testiranje metodom koja je ovdje opisana.

— Na širokim čelima gdje su gorski udari redovna pojava, testiranje treba vršiti svakodnevno. Rezultate koristiti za tekuću konstrukciju linije najvećeg pritiska na ažuriranoj karti otkopnog polja, i na osnovu toga praviti prognozu ugroženosti od gorskih udara za svaku radnu smjenu pa s time upoznavati tehničko vodstvo pogona i nadzorno osoblje.

— Bušenje vršiti tako da uvijek bude poznato stanje pritisaka u cjelini ispred radilišta do dubine 3 M. Tome treba prilagoditi bušaći pribor i snagu bušalice.

— Utvrđenu neposrednu ugroženost radilišta treba odstraniti isprobanom metodom provokativnog miniranja, a istovremeno raditi na pronalaženju i isprobavanju novih metoda korištenjem domaćih i stranih naučnih dostignuća i iskustava.

ZUSAMMENFASSUNG

Erkennen der Gebirgsschlaggefahr in der Grube Zenica

Dipl. Ing. V. Kovačević — Dipl. Ing. P. Bazina

Es wird eine sehr zugängliche Betriebsmethode des frühzeitigen Erkennens der Zone mit maximalem Abbadruck im Kohlerflöz vor dem Strebstoss zwecks rechtzeitiger Erkundung des Bestehens einer Gebirgsschlaggefahr beschrieben. Diese Methode wurde in einigen Gruben des Ruhrgebiets und Oberschlessiens noch vor vielen Jahren erfolgreich eingeführt.

In der Grube Zenica wurde diese Methode im Jahre 1968 versuchsweise und etwas später regelmässig eingeführt. Dank dem frühen Erkennen der Lage des grössten Abbaudruckes im Kohlenstoss gelang es bis zu 80% aller Gebirgsschläge durch Erschütterungsschiessen hervorzurufen, was sich sehr günstig auf die Verminderung der Verletzunggefahr auswirkte.

* Dipl. ing. Vjekoslav Kovačević, Projektni biro SBR Sarajevo — dipl. ing. Pavo Bazina, Rudnik mrkog uglja Zenica.

Literatura

1. Jacobi, O., 1960: Der Druck auf Flöz und Versatz. Glückauf — H. 6
2. Jahns, H., 1965: Erkennen und Beseitigen gefährlicher Spannungen im Kohlenstoss einer Abbaustrecke des gebirgsschlaggefährdeten Flözes Sonnenschein. Glückauf — H. 3.
3. Neyman, B., Szecowka, Z., 1967: Baniami poprzez wiercenie otworów maloniamj poprzez wiercenie otworów malosrednicowych. Katowice. — GIG Kom. 432.
4. Kovačević, V., Ivanović, V., 1968: Projekat otkopnih metoda za Staru jamu u Zenici. Projektni biro SBR Sarajevo.
5. Jahns, H., 1969: Ergebnisse der Gebirgsschlagforschung in den Jahren 1965 — 1968. Glückauf — H. 19.
6. Bräuner, G., 1969: Die Beurteilung des Gebirgsdruckes nach Bohrungen in Flöz. Glückauf — H. 21.
7. Milanović, P., 1969: Rezultati ispitivanja u vezi pojave gorskih udara u rudniku Zenica. — »Sigurnost u rudnicima« br. 2 — Rudarski institut, Beograd.
8. Kovačević, V., Ivanović, V., Vučetić, V.,: Gorski udari u rudniku Zenica. Referat za IV poljsko-jugoslovenski simpozijum u maju 1971. u Jašovcu.
9. Kovačević, V., 1971: Uticaj neotkopanih djelova ugljenog sloja na opasnost od gorskih udara u rudniku Zenica. »Sigurnost u rudnicima« br. 4 — Rudarski institut, Beograd.
10. Kovačević, V., Ivanović, V., 1972: Likvidacija otkopnog polja ugroženog od gorskih udara u Staroj jami rudnika Zenica. »Sigurnost u rudnicima«, br. 1 — Rudarski institut, Beograd.

Prilog proučavanju uticaja geometrijskih parametara otkopne jedinice na povređivanje radnika

(sa 3 slike)

Dr ing. Gvozden Jovanović

Korišćenje podzemnog blaga treba da je čoveku korist, a ne njegova nedaća.

Uvod

Povrede na radu u rudnicima, i pored napora koji se čine da se njihov broj smanji, još uvek imaju zabrinjavajući značaj i javljaju se sa učestalošću koja nije odraz savremenih mogućnosti obezbeđenja povoljnog komfora rada u rudnicima. Ovo stanje i dalje je posebno karakteristično za rudnike uglja (tablica 1). Uzroci tome su različiti, ali do danas nisu sistematski razjašnjeni da bi se, kako po vrsti, tako i po težini mogli da diferenciraju na naučnoj osnovi. Svakako, deluju udruženo i najverovatnije istovremeno. Njihovo naučno sagledavanje i saznanje oštine nastupanja u mnogome bi olakšalo kako pripremu tehnološkog procesa (projektovanje), tako i njegovo izvođenje, u uslovima, u kojima će on u najmanjoj mogućoj meri biti izvor povreda na radu.

Dokazano je da geometrijski parametri otkopne jedinice imaju značajan uticaj na ostvarivane tehnološko-proizvodne efekte rudarske proizvodnje. Ovo je u pogledu proizvodne izdašnosti otkopa, produktivnosti i cene koštanja obrazloženo brojnim teoretskim radovima i analizama praktičnih iskustava [2, 3 i dr.].

Uticaj geometrije otkopa na bilans povređivanja radnika u istraživačkoj praksi neuporedivo je manje izučavan, a u pogonskim uslovima ovaj problem obično ima sporadičan, uglavnom evidentan karakter.

Polazeći od konkretnih rudarsko-geoloških uslova i konkretnog tehnološkog slučaja, u okviru ovog rada, daje se prikaz usvojenog načina istraživanja ovog uticaja, kao jednog od mogućih puteva za naučno rasvetljavanje događaja u praksi.

Tablica 1

Kretanje intenziteta povređivanja u rudnicima uglja za period 1966—1970. godine

Godina	Ostvarena proizvodnja, P · 10 ³ [5]	Izrađeni broj radnika N · 10 ⁵ [5]	Ukupan broj povreda svih kategorija [5]	W ₀	W ₁
1966.	29.292	162,70	16.159	0,56	99,82
1967.	26.467	143,80	13.048	0,49	90,56
1968.	26.732	138,00	12.948	0,48	93,50
1969.	26.497	128,50	12.856	0,49	100,02
1970.	28.422	116,70	12.013	0,43	102,31

Definicija osnovnih pojmova i izraza

U okviru ovog rada korišćeni specifični pojmovi i izrazi imaju sledeće značenje (crtež 1):

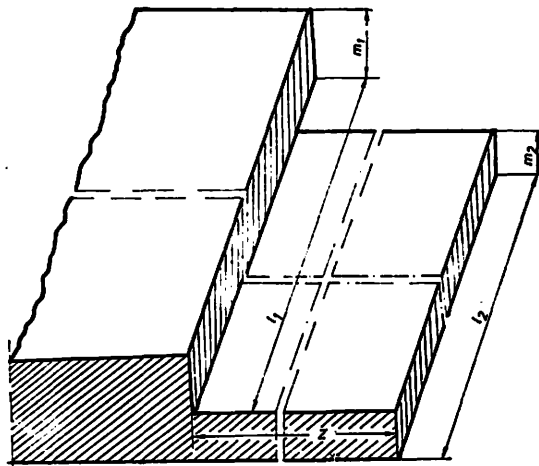
- Sistem otkopavanja pomoću spregnutih širokih čela označava otkopavanje srednje-moćnih i moćnih ugljenih slojeva u dva ili više pojasa sa širokim čelima u istovremenom radu i otkopavanjem sloja odozgo na dole sa zarušavanjem krovine.
- Otkopni blok označava otkopnu jedinicu, sastavljenu iz dva spregnuta široka čela.
- Geometrijski parametri otkopnog bloka podrazumevaju dužinu otkopnog bloka (l_n), otkopnu visinu u otkopnom bloku (h_o), brzinu napredovanja otkopnog fronta u otkopnom bloku (s_n) i odstojanje između širokih čela spregnutih u bloku (z).
- Intenzitet povređivanja (W_n) označava broj povreda svih kategorija izražen na usvojenu jedinicu:
 - a) na 1000 tona proizvodnje (W_o)
 - b) na 100.000 izrađenih radnika-dana (W_1)

Oznake l_n (m'), s_n (m'/dan) i z (m') u usvojenoj matematičkoj osnovi istraživanja imaju karakter nezavisno promenljivih veličina x , a kao zavisno promenljivih veličina y usvojen je pokazatelj W_o (broj povreda na 1.000 tona proizvodnje).

Tehničko-tehnološki uslovi i područje istraživanja

Otkopna jedinica u okviru koje su vršena istraživanja čiji je šematski prikaz dat na crtežu 1, sastojala se iz dva široka čela. Otkopna visina odgovarala je ukupnoj moćnosti otkopavanog ugljenog sloja. Rudarsko-geološki uslovi otkopavanja, opis metode otkopavanja, njena tehnička opremljenost i organizacija rada u otkopnom bloku detaljno su opisani u literaturi [1, 2].

Sprovedena kompleksna istraživanja obuhvatala su izučavanje uticaja navedenih geometrijskih parametara na sledeće proizvodno-ekonomske efekte:



Sl. 1 — Šematski prikaz otkopnog bloka sa dva spregnuta široka čela.

Fig. 1 — Schéma d'un chantier d'abattage avec deux tailles accouplées.

- proizvodnu izdašnost otkopne jedinice i otkopnog polja,
- produktivnost rada u otkopnoj jedinici i otkopnom polju,
- cenu koštanja jedinice proizvoda u otkopnoj jedinici i otkopnom polju,
- intenzitet povređivanja radnika u otkopnoj jedinici, što je predmet ovog rada.

Istraživanja su vršena na otkopnim jedinicama u dva otkopna polja sa različitim rudarsko-geološkim uslovima eksploatacije, a u okviru sledećih srednjih mesečnih vrednosti geometrijskih parametara:

$$\begin{aligned} 100 < l_n < 200 \text{ (m)} \\ 4,00 < m_n < 5,50 \text{ (m)} \\ 0,75 < s_n < 1,75 \text{ (m/dan)} \\ 18,0 < z < 65,0 \text{ (m)} \end{aligned}$$

Srednje mesečne vrednosti geometrijskih parametara izračunate su sa standardnim odstupanjima dnevnih vrednosti, koja su izazivala maksimalnu vrednost greške $\pm 2,00\%$.

Tablica 2

Dnevna proizvodnja je registrovana pomoću automatske vage sa maksimalnom greškom merenja $\pm 2,5\%$.

U analizi su korišćeni statistički podaci istraživanja snimljeni u okviru 2.035 proizvodnih smena, u kojima je proizvedeno 1.163.720 tona uglja i izrađeno 141.556 nadnica u otkopnim blokovima, odnosno 200.773 u otkopnim poljima.

U tablici 2 data je masa statističkih podataka, korišćenih u analizi u okviru ovog rada. Navedeni podaci predstavljaju srednje mesečne vrednosti izračunate metodom teorije najmanjih kvadrata. Kao povrede radnika evidentirane su povrede svih kategorija (lake, srednje teške, teške i smrtno). S obzirom da je u ispitivanom slučaju dnevna proizvodnja otkopnog bloka iznosila 98—99% proizvodnje otkopnog polja, to je usvojeno da je proizvodnja otkopnog bloka jednaka proizvodnji otkopnog polja.

Matematička osnova istraživanja

Jedna od osnovnih metoda istraživanja pojava koje se javljaju u proizvodnom procesu je statističko-matematička analiza.

Polazni materijal za analizu predstavlja odgovarajuća količina informacija o posmatranom procesu, sakupljena na osnovu podataka istovremenog statističkog opažanja vrednosti pojedinih nezavisno promenljivih x i zavisno promenljive y u različitim uslovima.

Iz niza postupaka kojima se koristi statističko-matematička metoda istraživanja korišćeni su:

- a) Korelacijska analiza, u okviru koje je pomoću proračuna koeficijenata korelacije (ρ) i njihove analize istraživan intenzitet veze između zavisno promenljive y i nezavisno promenljivih x, i
- b) analiza jednačine linearne regresije pomoću koje je, na osnovu statističkih podataka uzetih iz istovremenog opažanja zavisno promenljive y i nezavisno promenljivih x , moguće izraziti funkcijski oblik zavisnosti u opštem obliku:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_n x_n \quad (1)$$

Podaci o statističkoj masi korišćenoj u analizi

Broj mesečnih opažanja	ln	s_n	m_n	z	W_0
1	100,0	1,43	4,82	20,6	0,24
2	103,8	1,30	4,00	27,6	0,16
3	197,0	1,44	4,63	22,3	0,26
4	109,5	1,22	4,10	31,8	0,41
5	110,5	1,06	4,80	63,5	1,65
6	111,0	1,45	4,10	21,0	0,04
7	112,0	1,35	4,20	24,1	0,28
8	112,3	1,38	4,20	18,2	0,65
9	112,5	1,18	4,20	37,5	0,53
10	113,2	1,30	4,20	38,2	0,52
11	114,0	1,33	4,10	29,1	0,30
12	114,0	1,48	4,20	24,5	0,32
13	115,3	1,08	4,20	46,9	0,82
14	117,0	1,23	4,54	56,2	0,83
15	118,0	1,39	4,48	19,7	0,80
16	121,0	1,24	4,97	54,0	0,76
17	121,0	1,35	4,78	25,2	0,21
18	122,0	1,20	4,81	48,0	0,57
19	128,5	1,33	4,78	26,0	0,03
20	130,5	1,39	4,80	22,8	0,26
21	137,0	1,09	5,05	42,3	0,70
22	140,0	1,50	4,80	26,7	0,30
23	149,0	1,31	4,80	24,0	0,21
24	150,0	1,28	4,82	26,1	0,49
25	151,0	1,35	4,76	24,4	0,31
26	151,3	1,34	4,80	29,4	0,29
27	160,0	0,91	4,80	44,3	0,87
28	162,0	1,15	4,80	31,8	0,57
29	162,0	1,15	4,93	28,3	0,41
30	163,5	1,10	4,72	41,0	0,52
31	175,5	1,01	4,80	40,6	0,65
32	176,5	1,26	4,75	24,6	0,31
33	182,5	1,26	4,82	25,0	0,45
34	188,7	1,27	4,60	37,2	0,47
35	190,0	0,87	4,80	47,8	0,96
36	191,5	1,13	4,55	25,4	0,56
37	193,0	1,19	4,84	28,0	0,40
38	193,5	1,11	4,80	32,0	0,50
39	194,0	1,16	4,79	30,7	0,47
40	194,0	1,17	4,70	37,8	0,54
41	197,0	1,08	4,80	36,5	0,67
Srednja vrednost	143,8	1,24	4,62	32,7	0,49

Korelacijska veza među promenljivim x i y , postoji, ako iz niza obavljenih opažanja proizilazi da svakoj nezavisno promenljivoj veličini x odgovara niz vrednosti zavisno promenljive y , i ako uz to svakoj promeni vrednosti nezavisno promenljive x odgovara promena vrednosti zavisno promenljive y koju je moguće definisati određenim stepenom tačnosti.

Apsolutna vrednost koeficijenta korelacije kreće se u granicama od -1 do $+1$.

Algebarski znak koeficijenta definiše smer zavisnosti između dve pojave tj. da li je zavisnost negativna ili pozitivna, a njegova brojčana vrednost snagu, odnosno intenzitet te zavisnosti.

Osnovni obrazac za proračun koeficijenta korelacije ima oblik [4].

$$r_{oxy} = \frac{m \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{m \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{m \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \quad (2)$$

u kome su x_i i y_i vrednosti opažanih promenljivih, a m — broj opažanja.

Istraživanje korelacijske veze (2) zasnovano je na delu opšte populacije. Radi toga su izračunati koeficijenti korelacije proveravani na stepen tačnosti pomoću tablice Fischer-a, u zavisnosti od broja stepena slobode i za stepene tačnosti $\alpha = 0,05$ i $\alpha_1 = 0,01$.

Definisanje jednačine linearne regresije koja treba da karakteriše funkcijski oblik korelacijske zavisnosti je izvedeno na osnovu sledeće šeme proračunavanja:

Usvojen je zbir empirijskih podataka koji grade sistem linearnih jednačina tipa (1):

$$a_0 + a_1 \cdot x_{11} + a_2 \cdot x_{21} + \dots + a_k \cdot x_{k1} + \dots + a_n \cdot x_{n1} = y_1$$

$$a_0 + a_1 \cdot x_{12} + a_2 \cdot x_{22} + \dots + a_k \cdot x_{k2} + \dots + a_n \cdot x_{n2} = y_2$$

$$a_0 + a_1 x_{1k} + a_2 x_{2k} + \dots + a_k x_{kk} + \dots + a_n x_{nk} = y_k$$

$$a_0 + a_1 x_{1m} + a_2 x_{2m} + \dots + a_k x_{km} + \dots + a_n x_{nm} = y_m \quad (3)$$

u kojoj je:

n — broj nezavisno promenljivih

m — broj opažanja $> n$

x_1, x_2, \dots, x_n — nezavisno promenljive u i -tom opažanju

y_1, y_2, \dots, y_m — zavisno promenljive u i -tom opažanju

Rešavanje jednačina u izrazu (3) se svodi na iznalaženje koeficijenta regresije $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$, koji na najbolje mogući način, u smislu teorije najmanjih kvadrata, upotpunjuju taj izraz tj. takvih vrednosti za koje funkcija:

$$\varphi(a_0, a_1, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^m \left[y_i - (a_0 + a_1 x_{i1} + \dots + a_n x_{in}) \right]^2 \quad (4)$$

dostiže minimum, tj. za koje

$$\frac{\partial \varphi}{\partial a_0} = \frac{\partial \varphi}{\partial a_1} = \dots = \frac{\partial \varphi}{\partial a_n} = 0$$

Svođenjem se dobija sistem sa $(a + 1)$ linearnih jednačina i sa $(n + 1)$ nepoznatih. To je tzv. sistem normalnih jednačina Gauss-a, čije samo jedno rešenje može da bude tačno.

Radi prilagođavanja pripremljenom programu za proračun na elektronskom računaru ODRA 1003, jednačine (4) i (5) su prevedene na oblik:

$$a_0 + a_1 \sum_1^m x_1 + a_2 \sum_1^m x_2 + \dots + a_k \sum_1^m x_k + \dots + a_n \sum_1^m x_n = \sum_1^m y$$

$$a_0 \cdot \sum_1^m x_1 + a_1 \sum_1^m x_1^2 + a_2 \sum_1^m x_2 \cdot x_1 + \dots + a_k \sum_1^m x_k \cdot x_1 \dots + a_n \sum_1^m x_n \cdot x_1 = \sum_1^m y \cdot x_1$$

$$a_0 \cdot \sum_1^m x_2 + a_1 \sum_1^m x_2 \cdot x_1 + a_2 \sum_1^m x_2^2 + \dots + a_k \sum_1^m x_k \cdot x_2 + \dots + a_n \sum_1^m x_n \cdot x_2 = \sum_1^m y x_2$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$a_0 \sum_1^m x_k + a_1 \sum_1^m x_k \cdot x_1 + a_2 \sum_1^m x_k \cdot x_2 + \dots + a_k \sum_1^m x_k^2 + \dots + a_n \sum_1^m x_n \cdot x_k = \sum_1^m y x_k$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$a_0 \sum_1^m x_n + a_1 \sum_1^m x_n \cdot x_1 + a_2 \sum_1^m x_n \cdot x_2 + \dots + a_k \sum_1^m x_k \cdot x_n + \dots + a_n \sum_1^m x_n^2 = \sum_1^m y x_n \quad (6)$$

Provera postojanja stvarne funkcijske zavisnosti između zavisno promenljive veličine ($y = W_0$) i nezavisno promenljivih veličina ($x_n = l_n, s_n, m_n, z$) zasnovana je na upoređenju standardnog odnosa F_t [4, tablica F] sa izračunatim F_0 , pri čemu je F_0 odnos varijacije \bar{y}_n za $(m-1)$ stepeni slobode, prema opštoj varijaciji za $(m-n-1)$ stepeni slobode, tj. prema [4]:

$$F_0 = \frac{S_{y_n}^2}{S^2} = \frac{\text{veća varijacija}}{\text{manja varijacija}} \quad (7)$$

Standardno odstupanje, kao mera prilagodnosti (tačnosti) matematički definisane korelacijske funkcije datom empirijskom zbiru, računato je prema obrascu:

$$B = \sqrt{S^2} \quad (8)$$

u kome je:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m [y - (a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_n x_n)]^2}{(m-n-1)}} \quad (9)$$

Vrednost relativne greške K (%) računata je prema obrascu:

$$K = \frac{B}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad (10)$$

gde je K — % učešće B u \bar{y} .

Proračun koeficijenta korelacije i definisanje jednačine linearne regresije

Rezultati proračuna koeficijenata korelacije izvedeni pomoću matematičkog mo-

dela izloženog u poglavlju 4, prikazani su u tablici 3. S obzirom da granična vrednost koeficijenta korelacije (r_F) za zadani broj stepeni slobode $(m-1) = 40$ i zadani stepen tačnosti $\alpha = 0,05$, iznosi $(r_F) = 0,304$, svi izračunati koeficijenti usvojeni su kao verodostojni.

Tablica 3

Vrednosti koeficijenata korelacije

Oznaka koeficijenta korelacije (r_{yx})	Izračunata vredn. koeficijenta korelacije (r_{yx})	Gran. vredn. koef. korelacije (r_F) za $(m-1) = 40$ i $\alpha = 0,05$	$ r_{yx} > r_F$
$r_{W_0 l}$	-0,312	0,304	+
$r_{W_0 s}$	-0,452	0,304	+
$r_{W_0 m}$	+0,367	0,304	+
$r_{W_0 z}$	+0,784	0,304	+

Proračun koeficijenata koji figuriraju u linearnoj zavisnosti (1) izveden je pomoću modela takođe opisanog u poglavlju 4. Empirijski (brojčani) oblik te zavisnosti je:

$$W_0 (\pm 0,32) = 0,982 - 0,003 l_n - 0,808 s_n + 0,119 m_n + 0,017 z \quad (11)$$

Svedena na neposredne geometrijske parametre otkopne jedinice (l_n, m_n, z), pomoću posebno utvrđenog odnosa:

$$s_n = 1,529 - 0,009 z \quad (12)$$

ova zavisnost dobija oblik:

$$W_0 (\pm 0,32) = 0,253 - 0,003 l_n + 0,119 m_n + 0,024 z \quad (13)$$

Tablica 4

Pokazatelji provere postojanja linearne zavisnosti (11)

Srednja vrednost $\bar{y} = \bar{W}_0$	Varijacija y za $(m-1)$ stepeni slobode S_y	Opšta varijacija za $(m-n-1)$ stepeni slobode S^2	Proračunata vrednost F_0	Vrednost F_t prema tablici Fischera*	Pokazatelj postojanja zavisn.* $(F_0 - F_t) > 0$
0,49	-0,080	-0,030	2,67	1,74 2,28	+0,93 +0,39

* Gornja brojčana vrednost odnosi se na stepen tačnosti $\alpha = 0,05$ a donja na $\alpha_1 = 0,01$.

Rezultati provere stvarnog postojanja zavisnosti izražene jednačinom linearne regresije (11) prikazani su u tablici 4, a provera tačnosti ove jednačine u tablici 5.

Tablica 5

Pokazatelji provere tačnosti linearne zavisnosti (11)

Srednja vrednost $\bar{y} = W_0$	Opšta varijacija za $(m-n-1)$ stepeni slobode S^2	Standardno odstupanje B	Učešće standardnog odstupanja B u srednjoj vrednosti \bar{y} K (%)
0,49	— 0,030	0,14	28,6

Analiza oštine i karaktera zavisnosti između intenziteta povređivanja i geometrijskih parametara otkopne jedinice

Iz rezultata istraživanja, sažeto prikazanih u poglavlju 5, vidi se, da u ispitivanim uslovima postoji uočljiva zavisnost između intenziteta povređivanja radnika i geometrijskih veličina otkopne jedinice.

Proračunati koeficijenti korelacije (tablica 3) i grafičke interpretacije jednačina (11) i (13), prikazane na crtežima 2 i 3, ukazuju da na veličinu vrednosti W_0 , naročito utiče razmak između etaža z ($r_{W_0z} = + 0,784$). U istraživanom području $z = 18,0 - 65,0$ m ovaj uticaj je pozitivan, tj. sa povećanjem razmaka z , povećava se i pokazatelj W_0 ($r_{W_0z} = + 0,784$).

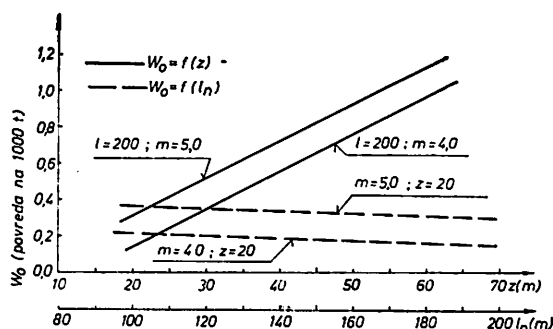
Pri konstantnoj dužini otkopne jedinice (l_n) i konstantnoj moćnosti otkopavanja (m_n), najmanja vrednost W_0 postiže se pri donjoj graničnoj vrednosti ispitivane oblasti z .

Brzina dnevnog napredovanja otkopnog fronta (s_n), a naročito moćnost otkopavanja (m_n) i dužina otkopnog fronta (l_n), u okviru istraživanih područja:

$$s_n = 0,75 - 1,75 \text{ m/dan}$$

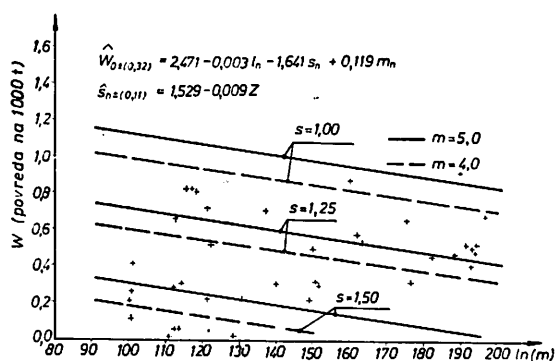
$$m_n = 4,00 - 5,50 \text{ m}$$

$$l_n = 100,0 - 200,0 \text{ m}$$



Sl. 2 — Grafički prikaz zavisnosti pokazatelja W_0 od dužine (l_n), visine (m_n) i dnevnog napredovanja (s_n) otkopne jedinice.

Fig. 2 — Diagramme de variation d'indicateur W_0 en fonction de longueur (l_n), de la hauteur (m) et de l'avancement journalier (s_n) du front d'abattage.



Sl. 3 — Grafički prikaz zavisnosti pokazatelja W_0 .

Fig. 3 — Diagramme de variation d'indicateur W_0 .

imaju, kako istraživanja pokazuju, manji uticaj na veličinu pokazatelja povređivanja. Pri tome, uticaj moćnosti otkopavanja ima pozitivan, a uticaj dužine otkopnog fronta i dnevnog napredovanja negativan karakter ($r_{W_0m} = + 0,367$; $r_{W_0l} = - 312$; $r_{W_0s} = - 0,452$).

Pri konstantnoj visini otkopavanja, konstantnom razmaku između etaža i konstantnoj brzini dnevnog napredovanja otkopnog fronta, najmanja vrednost W_0 se postiže pri gornjoj graničnoj vrednosti ispitivane oblasti l_n .

Slična konstatacija vredi i za uticaj brzine napredovanja (s_n) pri konstantnim vrednostima l_n , m_n i z .

Što se tiče moćnosti otkopavanja, najmanja vrednost pokazatelja W_0 (pri l_n , s_n , $z = \text{const}$) postiže se pri donjoj graničnoj vrednosti ispitivane oblasti m_n .

Iz brojevanih vrednosti i grafičkih prikaza vidi se da je u ispitivanom području uticaj moćnosti otkopavanja i dužine otkopne jedinice tako neznatan, da se u praktičnim potrebama može zanemariti.

Analizirajući zajednički uticaj geometrijskih parametara na pokazatelj W_0 iz dijagrama na crtežima 2 i 3, vidi se, da se u ispitivanoj oblasti najmanji pokazatelj povređivanja postiže kod otkopne jedinice dužine $l = 200$ m, moćnosti otkopavanja $m = 4,0$ m i minimalnog razmaka između otkopnih etaža $z = 18,0$ m, odnosno pri ovim veličinama odgovarajućem dnevnom napredovanju otkopnog fronta $s = 1,34$ m/dan. Narочito izražen uticaj razmaka između otkopnih etaža na učestalost povređivanja je posledica pogoršanja rudarskih uslova eksploatacije u otkopnom bloku, koje je utoliko intenzivnije ukoliko je razmak etaža veći (u ispitivanom području $z = 18,0 - 65,0$ m). Uzroci pogoršanja eksploatacionih uslova detaljno su opisani u literaturi [1, 2], a uglavnom se ispoljavaju u otkopnoj etaži ispod

veštačkog stropa i u pristupnim hodnicima ovom širokom čelu. Pogoršani uslovi eksploatacije kod većih razmaka između otkopnih etaža ne samo da povećavaju broj izvora povređivanja, već i angažuju veći broj radnika, povećavajući i na taj način potencijalne mogućnosti povređivanja.

Zaključak

Obavljena istraživanja omogućavaju izvođenje sledećih bitnih zaključaka:

1. Istraživanja, sprovedena na konkretnom otkopnom sistemu, pokazuju da geometrijski parametri otkopne metode mogu da imaju uticaj na broj povređivanja radnika.

2. U području istraživanja ($l_n = 100-200$ m, $m_n = 4,0-5,5$ m, $s_n = 0,75-1,75$ m/dan, $z = 18,0-65,0$ m) i u opisanim geološko-rudarskim i rudarsko-tehnološkim uslovima, najveći uticaj na broj povreda na radu imaju razmak između otkopnih etaža i brzina napredovanja otkopnog fronta. Sa povećanjem razmaka broj povreda raste, a sa povećanjem napredovanja broj povreda opada.

3. Metode matematičko-statističke analize mogu, kako konkretan primer pokazuje, da se vrlo uspešno primenjuju u ostvarenju istraživačkog cilja postavljenog u uvodnom delu ovog rada. Opisani slučaj samo je primer mogućnosti i potrebe sagledavanja određenih zavisnosti, uticajnih kako na projektovanje nove tehnologije podzemne eksploatacije, tako i na korigovanje primenjene. Cilj u oba slučaja je smanjenje broja povreda radnika, a da načini njegovog ostvarenja ne izazivaju značajnije dodatne troškove eksploatacije.

RÉSUMÉ

Contribution à l'étude de l'influence des paramètres géométriques d'une taille d'abattage sur les accidents de travail des ouvriers des mines

Dr G. Jovanović, Ingenieur civil des mines*)

En profitant des expériences acquises sur le terrain l'auteur démontre qu'il y a une relation entre les paramètres géométriques d'une taille d'abattage et le nombre d'accidents de travail des ouvriers des mines.

*) Dr ing. Gvozden Jovanović, vanredni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

Sur un exemple réel de taille d'abattage d'une couche puissante de houille, par le système de fronts de taille accouplés et par foudroyage, la plus grande influence sur le nombre d'accidents de travail d'ouvriers présente la distance des étages d'abattage accouplés dans un chantier d'abattage.

L'éclaircissement du problème est fondé sur les méthodes de mathématique statistique. Le modèle mathématique pour la recherche de cette relation est adapté avec la possibilité opératoire de la calculatrice électronique ODRA 1003.

Literatura

1. Jovanović, G., 1963: Otkopavanje srednje moćnog sloja u rudniku Breza primenom kompleksne mehanizacije na dobijanju. RI — Beograd.
2. Jovanović, G., 1968: Wyznaczenie wpliwu geometrycznych wielkości ścian z zawalem na techniczno-produkcyjne efekty wybierania grubych, pokładów w swietle przeprowadzonych badań. Doktorska disertacija, Polytechnika Śląska, Gliwice.
3. Rymarski, W., 1966: Wplyw geometrycznych parametrów ścian z podszadzka hydrauliczna na efektywność produkcji. Wyd. »Ślask«, Katowice.
4. Pawłowski, Z., 1965: Wstep do statystyki matematycznej, Warszawa.
5. Godišnjak o radu rudnika uglja, RI — Beograd, 1971. god.

Prilog proučavanju metoda antikorozivne zaštite kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa

I DEO

(sa 12 slika)

Dipl. ing. Velibor Rosić — dipl. ing. Dragutin Uzelac*

U prvom delu članka (uslediće još dva dela) autori daju opšti pristup uzrocima i pojavama oštećenja opreme i uređaja dejstvom korozije pri tekućoj tehnologiji proizvodnje nafte i gasa na području Kikinde i to s posebnim osvrtom na dejstvo korozije na opremu u bušotini, a posebno na uređaje i opremu na površini.

Uvod

Kao stalno prisutan tehno-ekonomski problem ukupne privrede, u svetskim razmerama, korozija je uticala na razvoj posebnih naučnih i tehničkih disciplina u analizi njenih uzroka, preventive, i otklanjanju posledica. Specifičnost tehnologije proizvodnje nafte i gasa angažuje obimna materijalna sredstva u vidu ugrađene opreme i uređaja u izrazito agresivnim sredinama. Raznorodnost sredine uz specifičnost tehnologije ne dozvoljava da se i ovim radom obuhvate sve te specifičnosti. Naša zapažanja biće koncentrisana na problemima uzroka i pojava korozije pri tekućoj tehnologiji proizvodnje nafte i gasa na području Kikinde, gde joj posebni uslovi sredine daju i određene specifičnosti.

Na osnovama analize uzroka i posledica daće se i pravci razrešavanja uočenih problema, u skladu sa najnovijim naučnim i tehničkim dostignućima.

U ovom, prvom delu, daje se opšti pristup uzrocima i pojavama korozije na opremi i uređajima, sa dokumentovanim zapažanjima. U drugom delu rada biće razmatrana tehno-ekonomska strana uočenih problema i pravci njihovih razrešenja, i na kraju, u trećem delu, mere i organizacija stano-

vitog praćenja, istraživanja, praktičnih zahvata sa zaključcima.

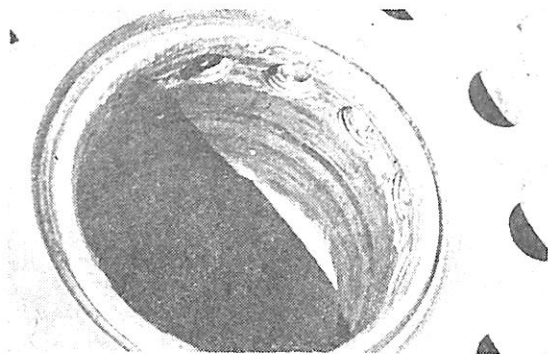
Obimnost materije ne dozvoljava ulaženje u detalje teorije i prakse. Usmeravanje osnovne niti rada upravo ima u vidu karakter časopisa »Sigurnost u rudnicima«, te se i ovim radom problemi korozije pretežno razmatraju sa aspekta sigurnosti, pri čemu, dodirni problemi, makar i manjeg obima, nisu mogli da budu zapostavljeni.

Uzroci i pojave oštećenja opreme i uređaja dejstvom korozije

U uvodu unet pojam »uslovi sredine« upravo je imao u vidu klasifikaciju intenziteta korozije u funkciji uzročnih pojava. U tehnologiji proizvodnje nafte i gasa radi se o izrazito agresivnoj sredini, u kojoj se manifestuje širok spektar uzroka, koji joj daju takvu karakteristiku (visok stepen mineralizacije podzemnih voda, raznorodnost litologije terena, prisustvo CO₂ i H₂S u protočnim fluidima, visoki pritisci i temperature, termodinamičke promene, hidrodinamički režimi i dr.). U odnosu na ugrađenu opremu i uređaje od dna bušotine do krajnje tačke primenjene tehnologije, neke od uzročnih pojava su stalno prisutne (prisustvo agresivnih komponentata u protočnom fluidu), neke

tek nastaju u delu opreme i uređaja na površini (atmosferska korozija), a postoji i stalno prisustvo kombinacije određenih komponenata.

Saglasno tome, redosledom tehnološkog procesa u daljem izlaganju biće razmatrani konkretni uzroci i pojave. (sl. 1).



Sl. 1 — Prikaz oštećenja opreme (glavne prirubnice) na ustima bušotine dejstvom korozije.

Fig. 1 — View of equipment damage (main flange) at bore hole collar owing to corrosion.

Dejstvo korozije na opremu u bušotini

Na opremu u bušotini dejstvuje korozija u svim svojim oblicima i u međusobnim ukrštenim dejstvima inače različitih agenasa korozije, zbog toga što se u suštini tehnološki proces eksploatacije odvija u uslovima jako agresivnih sredina (sl. 2 tehnički profil bušotine).

Posebno izrazita dejstva, zapravo posebna agresivnost korozivnih agenasa, uočava se kod procesa eksploatacije gasa u uslovima izdvajanja vode u gasnim i gasokondenzatnim bušotinama. Prisustvo vode u intervalu koji je predmet eksploatacije, a pod uslovima temperature i pritiska, pojava zasićenosti vodenom parom, pojava stalnih termodinamičkih oscilacija, smanjivanja pritiska i temperature u procesu eksploatacije, tj. u procesu kretanja fluida kanalom bušotine ka sabirnom sistemu na površini, uslovljavaju jako veliku agresivnost korozivnih agenasa.

U procesu eksploatacije, kako gasnih tako i gasokondenzatnih bušotina, neminovno dolazi do kondenzovanja vodene pare i težih ugljovodonika smanjenjem pritiska, izmenom

toplote sa okolnom sredinom, a pri separiranju fluida vrši se izdvajanje određenih količina tečnosti. Voda sadrži relativno visoku koncentraciju rastvorenih soli i agresivnih gasova H_2S i CO_2 , što još više potencira agresivnost korozivnih dejstava na opremu i instalacije procesa proizvodnje. Pored toga, u slučaju nedovoljne hermetičnosti kolone i njene cementne obloge, u prostor bušotine može prodirati i voda iz drugih horizontalata koji nisu predmet eksploatacije. Količina svih tečnosti u bušotini u funkciji je od količine protoka gasa, uz odnos, da kod manje produktivnih bušotina dolazi do većih sakupljanja tečnosti.

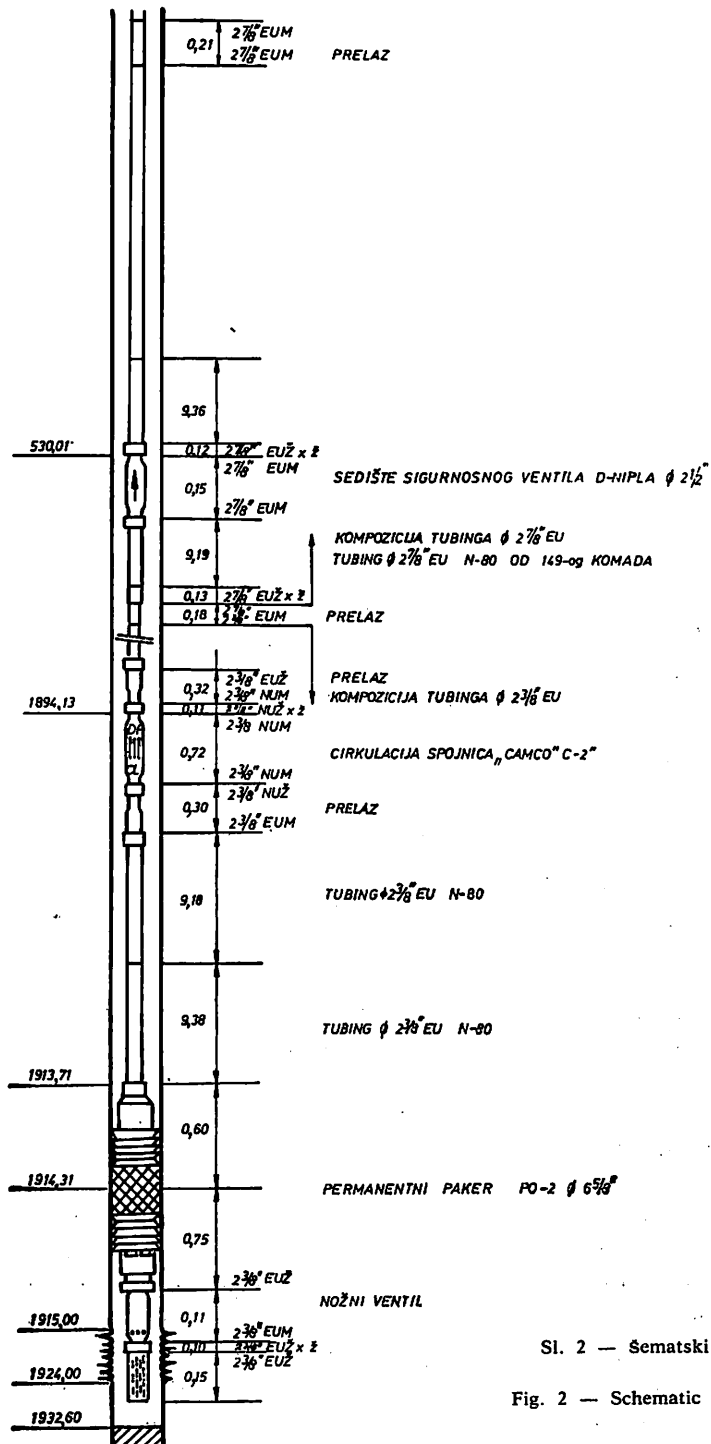
Treba ukazati na jedan poseban moment, koji je uslovljen procesom proizvodnje ugljovodonika, a javlja se u vidu uvećavanja količina tečnih faza (a samim tim povećavanjem uslova njenih agresivnih dejstava), i to počev od dna bušotine ka ustima, uz smanjivanje pritiska i temperature po preseku bušotine.

Fluid nosi sobom i određenu količinu čvrstih čestica direktno iz sloja koji je predmet eksploatacije, a takođe nosi i delove čvrstih čestica nakupljene abrazijom struje gasa o zidove bušotinske opreme, što takođe ubrzava procese korozije.

Ako posmatramo dijagram kondenzacije vodene pare po preseku profila bušotine, onda možemo uočiti da početna kondenzacija nastaje već na dubini od cca 1.200 m. Tako stvoreni kondenzat u fazi kretanja ka ustima bušotine ostvaruje kontakt sa vodom iz sloja, rastvara H_2S i CO_2 iz gasa, te tako stvara uslove da pH vrednost bude niska, čime omogućuje stvaranje još povoljnijih uslova za nastanak i dalji razvoj agresivnog procesa korozije.

Dejstvo korozivnih agenasa na bušotinsku opremu manifestuje se pojavom dubokih rupa — pitinga, a u zoni kondenzacije spojnice izlaznih cevi korodiraju brže od glatkih površina zbog zadržavanja vode i agresivnih agenasa, što je naročito slučaj kod svih horizontalnih cevni materijala u nadzemnoj opremi sistema za sabiranje fluida u naftnom rudarstvu.

Posmatrajući agresivna dejstva korozije na opremi za eksploataciju fluida u naftnoj



Sl. 2 — Šematski prikaz ugrađene opreme »Camco« u bušotini.

Fig. 2 — Schematic view of »Camco« equipment installed in the borehole.

industriji, došli smo do zaključka da na istu deluju dve vrste korozije, koje se u procesu mogu definisati kao:

- elektrohemijska
- galvanska
- elektrolitička
- kontaktna
- naponska korozija
- eroziona korozija
- korozija dejstvom H₂S i CO₂
- mikrobiološka korozija
- korozija cementne obloge.

Usled elektronske provodljivosti u metalima opreme i jonske provodljivosti u rastvorima, omogućena su elektrohemijska (anodna i katodna) dejstva procesa, i to posebno i odvojeno na raznim površinama ugrađene opreme (sl. 4 šema korozionog elementa).

Dejstvo ove vrste korozije stoji u funkciji sastava tečnosti i gasa u procesu proizvodnje. Količina vode, sastav vode, vrsta i količina rastvorenih gasova i soli, pritisci i temperature su osnovni promenljivi faktori i imaju odlučujući uticaj na manji ili veći intenzitet korozije. Kao posledica štetnog dejstva pojavljuje se sloj produkata korozije koji se erozijom skida sa zidova cevnog materijala, a time dalji proces korozije se na-

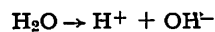
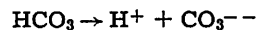
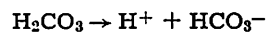
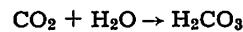
stavlja na mestima skinutog ranijeg korozionog produkta, što dovodi do takvih dubinskih oštećenja opreme, pa oprema za relativno kratko vreme postaje nesigurna u odnosu na zaštitu na radu i stepen sigurnosti.

Prema praktičnim podacima sastav produkata korozije je sledeći:

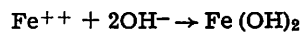
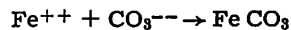
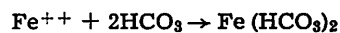


Kod razmatranja dejstva CO₂ korozije treba napomenuti da je pritisak u bušotini osnovni faktor koji određuje rastvorljivost ovog agensa a samim tim i brzinu korozije.

Mehanizam korozije može se prikazati na sledeći način:



Pri ovome je moguće obrazovanje taloga u vidu tankog filma jednog ili svih sledećih sastava:

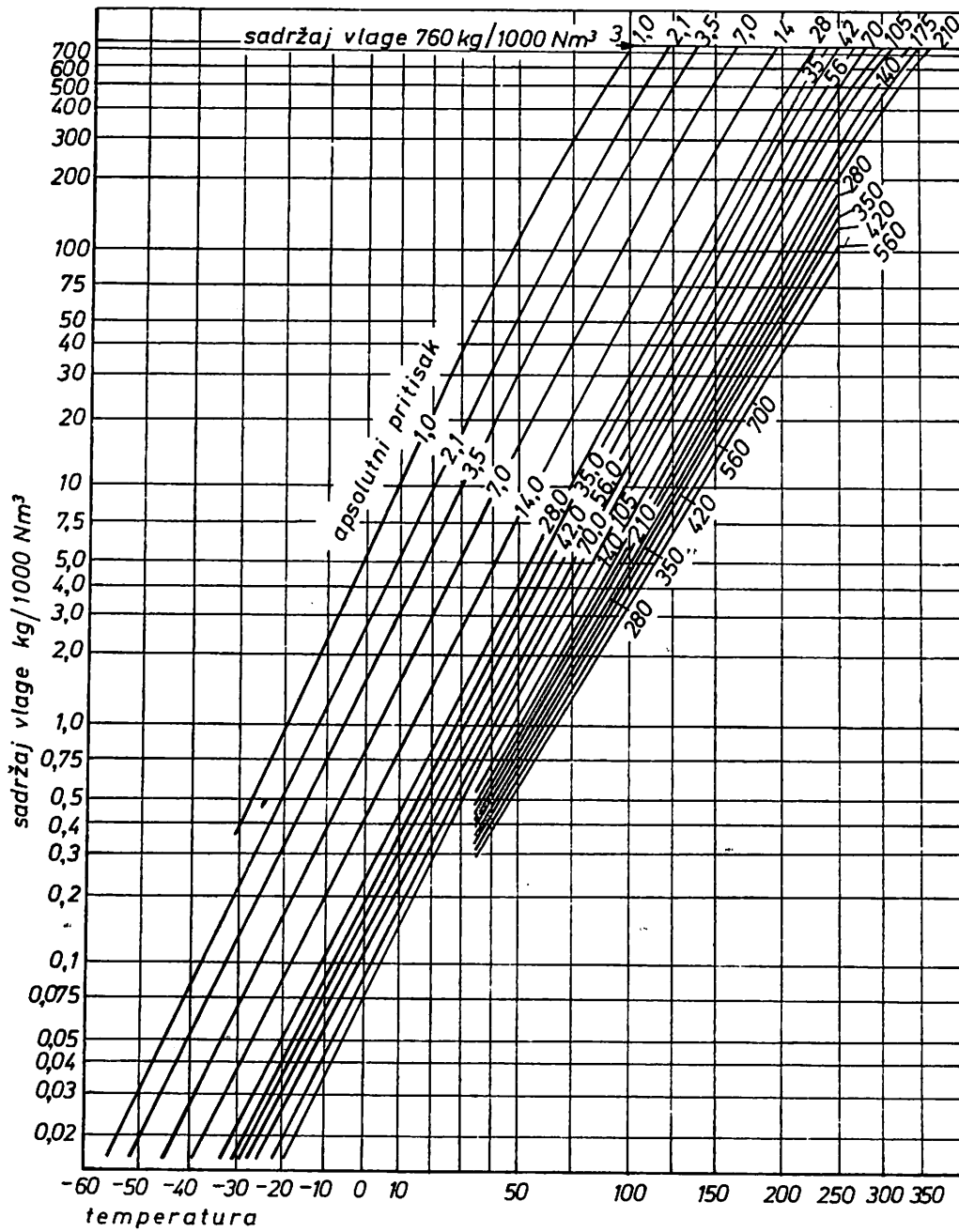


Izdvajanje vode iz gasa po profilu tubinga u bušotini

Tablica 1

Dubina m.	Temperatura oC	Količina vodene pare koju gas sadrži na raznim pritiscima i temperaturama u kg/1000 Nm ³											Izdvojena voda u kg/1000 Nm ³	Parcijalni pritisak CO ₂ , PSI-a			
		Pritisci atm.															
		160	157	153	149	145	142	138	135	131	127	124,5			120,3		
2.150	124	15															65,99
2.000	120		14														64,76
1.800	115			12,5													63,11
1.600	110				110												61,67
1.400	104,5					7,5											60,02
1.200	99,5						6,5										58,60
1.000	94,5							6									57,75
800	89,5								5,5								57,13
600	84,5									5,2							55,75
400	80										5,0						54,05
200	75											4,8					51,14
0	70												4,5				49,49

Sadržaj CO₂ u gasu 2,90%.



Sl. 3 — Sadržaj vlage u prirodnom gasu u ravnoteži sa vodom.

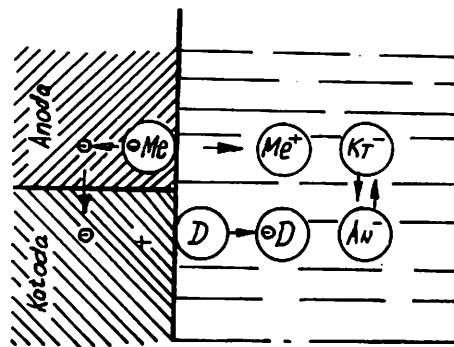
Fig. 3 — Moisture content in natural gas in balance with water.

Kao mera korozione aktivnosti ovog tipa može se uzeti parcijalni pritisak H_2S i CO_2 , te se može zaključiti da u bušotinama gde je on ispod $0,7 \text{ kp/cm}^2$ pojava korozije uopšte nema. Ako je parcijalni pritisak do $2,5 \text{ kp/cm}^2$, korozija je prisutna i intenzivna, a ako je iznad $2,5$ tada je korozija veoma agresivna. Agresivnost ne daje CO_2 sam po sebi, već njegov spoj sa prisutnim količinama tečnosti u bušotinskoj zoni, pa se zato smatra kao glavni korozioni agens u izazivanju oštećenja u vidu dubokih rupa u opremi (pitting korozija), za razliku od tzv. ravnomerne opšte korozije kao posledice dejstva agresivnosti organskih kiselina.

Kod razmatranja korozionih dejstava sumpornih jedinjenja može se utvrditi da je H_2S najagresivniji, što dovodi do opšte korozije metala u rastvoru, do gubitka debljine i čvrstine u materijalu ugrađene opreme, i do obrazovanja tačkastih kaverni koje imaju tendenciju daljeg širenja, te do pojava obrazovanja pukotina u materijalu. Stvaranje sulfida gvožđa u bušotinskim vodovima u dubini, zatim u magistralnim cevovodima, separatorima i dehidratorima na površini, omogućuje pojavu korozionih galvanskih elemenata čime se u suštini proces razaranja zidova cevnog materijala stalno ubrzava.

Na brzinu odvijanja procesa korozije cevnog materijala za eksploataciju ugljovodnika, takođe deluju oblik i stanje unutrašnje površine istih. Prisustvom taloga soli ili produkata korozije postaju novi galvanski elementi između pojedinih tačaka cevnog materijala opreme za eksploataciju ugljovodnika. Produkti korozije zbog osobine da imaju veću zapreminu od metala od koga su nastali, stvaraju mogućnost veće kapilarne koncentracije vode na zidovima cevnog materijala što takođe pojačava razaranje, a njegova akumulacija u nižim delovima opreme gasovodnih instalacija omogućava znatno povećanje elektroprovodnosti sredine a time i povećanje agresivnosti korozije.

Eksploataciona i zaštitna kolona su tako postavljene u profilu bušotine da uvek stoje u kontaktu sa stenama i mineralima raznih vrsta, zatim sa zasićenim vodenim rastvorima različitog sastava i različitih koncentracija gasova, kiselina, baza i soli, te je dejstvo korozije posledica uzajamnog dejstva



Sl. 4 —Principijelna šema korozionog elementa.

Fig. 4 — In principle scheme of corrosion element.

metalnih konstrukcija opreme i okolne sredine. Procese propadanja usled korozije na spoljnoj površini kolone možemo razvrstati u dva dela. Prvi je uslovljen stanjem metalne konstrukcije kolone i odnosa okolne sredine, a drugi, međusobnim odnosom kolone i bušotinske opreme u koloni, uređaja na površini i priključnih vodova i nadzemnih instalacija. Kod prve grupe dejstvuju korozioni procesi aktivnošću terena sa kojim je kolona u kontaktu, fizičko-hemijskim odnosima i procesima koji se javljaju i odvijaju u stenama kroz koje kolona prolazi, zatim strukturnom mikroheterogenošću površine metala kolone i uzajamnim aktivnostima metala i okolnih stena.

Kod druge grupe konstatujemo procese koji nastaju i na koloni i na ostalim cevovodima istovremeno, zbog različitog stepena aeracije spoljnih površina kolone i sa kolonom spojenih drugih cevovoda, zbog različitih temperaturnih uslova i sastava sredine u kojoj se nalaze kolona i priključni naftovodi, gasovodi i druge instalacije, i zbog dejstava spoljnog električnog polja u zemlji, lutajućih struja i drugih faktora čijim dejstvima se na delovima opreme stvaraju mikrokorozioni elementi izazvani razlikama potencijala.

Svi ovi faktori zajedno utiču na intenzivno dejstvo korozije u razaranju eksploatacionih zaštitnih kolona.

Dejstvo korozije na uređaje i opremu na površini

Rezervoarski sistemi, koji kod eksploatacije ugljovodnika služe za uskladištenje proizvedenog fluida, izloženi su kombinovanom dejstvu nekoliko vidova korozije.

Posle uskladištenja fluida obavlja se proces odvajanja i ispuštanja voda iz nafte. Na taj način, u određenim intervalima vremenskog iskorišćenja rezervoarskog prostora, stalno deluju na unutrašnjost rezervoara agresivni korozioni agensi H_2S , CO_2 i soli rastvorene u vodi, uz intenzifikaciju aktivnosti prisustvom kiseonika.

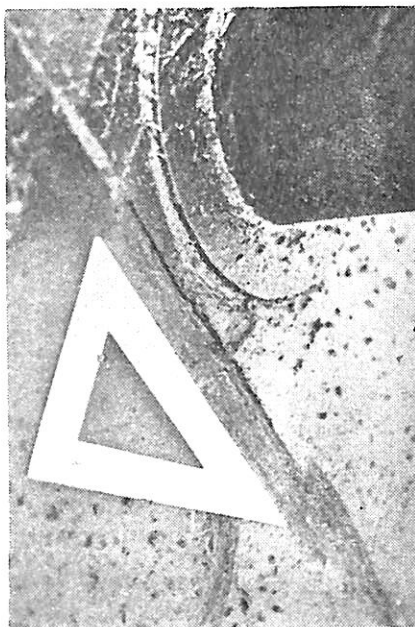
Na bazi ugroženosti, tj. na osnovu stepena korozivne agresivnosti agenasa iz uskladištene nafte u rezervoarima, možemo smatrati da zone ugroženosti kod rezervoarskog sistema mogu biti označene, od najjačih ka najslabijim dejstvima, sledećim redom:

1. — Krovna konstrukcija rezervoarskog sistema,
2. — Gornji pojas plašta rezervoara (koji nije u kontaktu sa naftom već sa gasnim frakcijama),
3. — Srednji pojas plašta rezervoara (koji je u zoni vazdušno-gasne sredine i povremenog kvašenja naftom),
4. — Donji plašt rezervoara (u stalnom kontaktu sa fluidom — naftom) i
5. — Donji pojas i dno rezervoara (u stalnom kontaktu sa mineraliziranim slojnom vodom gravitaciono izdvojenom iz nafte u vremenu uskladištenja).

Iz napred iznetog uočava se, kako je rečeno, stalno kombinovanje i višestruko dejstvo raznih vidova agresivnih korozivnih agenasa i to različito po raznim zonama rezervoara u funkciji od toga da li je zona u procesu proizvodnje u kontaktu sa naftom, vodom ili gaso-vazдушnim sredinama, a u direktnoj proporciji sa vremenskim intervalima kvašenja zidova rezervoara vodom i naftom.

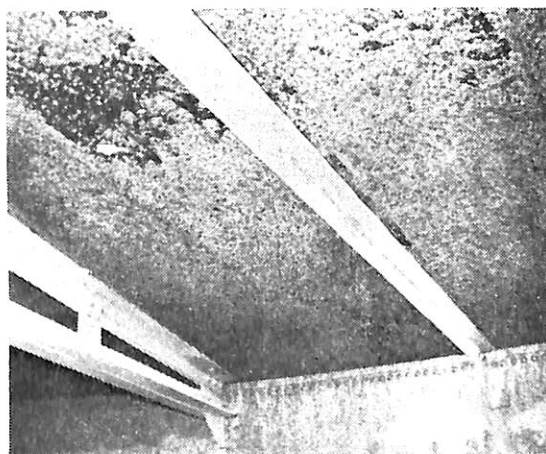
U praksi se mogu naći slučajevi da za relativno kratko vreme eksploatacije rezervoarskog sistema dolazi do oštećenja, naro-

čito na unutrašnjosti krovne konstrukcije i na gornjem pojasu prve zone, i do dubine od 2—3 mm, sa debljinom poroznih produkata korozije i do 8 mm. Kod donjeg pojasa rezervoara, koji je u kontaktu sa slojnom vodom izdvojenom iz nafte u procesu uskladištenja, možemo u praksi naići i na oštećenja većih dubina (i do 4 mm), i sa većim površinama i debljinama poroznih produkata korozije (vidi sl. 5, 6, 7).



Sl. 5 — Oštećenje unutrašnjeg dela krovne konstrukcije rezervoara dejstvom korozije.

Fig. 5 — Damage of tank roof construction inner section by corrosion action.



Sl. 6 — Oštećenje unutrašnje strane plafona rezervoara za naftu.

Fig. 6 — Damage of oil tank ceiling inner side.

Treba naglasiti da su i svi spojevi (na primer dna i plašta rezervoara), takođe kao i zakivci oštećeni i to ponekad i do dubine do 2 mm. Takođe treba naglasiti da ubrzavanje korozionog procesa u unutrašnjosti rezervoarskog sistema pospešuje ne samo agresivno dejstvo nafte i deemulgovane iz nje slane vode, već i kondenzacija vodenih para i lakih ugljovodonika koji zajedno sa H₂S i kiseonikom stalno ispunjavaju »gasnu kapu« u gornjem delu svakog rezervoarskog sistema.

Treba naglasiti i činjenicu veće brzine korozionih procesa u tankim slojevima, tako da se i za deset puta ubrzava korozija metala u agresivnim sredinama, što je uslovljeno različitim brzinama difuzije kiseonika i H₂S do površine metala. U tankom sloju elektrolita glavni depolarizatori procesa korozije (kiseonik i H₂S), mešanje i rastvaranje (međusobno) odvija se mnogo lakše, zbog čega se korozioni proces razaranja metala razvija povećanom brzinom. Iz slike 8 mogu se uočiti iz krive rasporeda brzine korozije po visini rezervoara, brzina korozije, dubina prodiranja (data u mm/godina), i vrednost korozije u zoni koja se najčešće kvasi naftom.

Na slici 9 može se uočiti brzina korozije u funkciji od vremena kontakta unutrašnjeg zida plašta rezervoara sa gasom ili naftom.

Razornom dejstvu agenasa atmosfere korozije izložene su i sve spoljne površine nadzemnih instalacija. Dejstvo atmosfere korozije javlja se u formi elektrohemijske korozije, te na površini metala, ispod tankog sloja elektrolita, odvija se proces koji nastaje apsorpcijom vlage kondenzacijom vodenih para i akumulacijom atmosferskih padavina. Tanki sloj elektrolita nije prepreka prodoru kiseonika do površine metala, te se vrlo brzo stvaraju jako povoljni uslovi za intenzivan razvoj dejstva agresivnih agenasa ovog oblika korozije.

U procesu dejstva, a zbog apsorpcije i drugih agenasa (CO₂, HCl, raznih oksida, azota i dr.) vlaga u kontaktu sa površinom metala postaje kisela, povećava se elektraprovodljivost a time i proces korozije ubr-



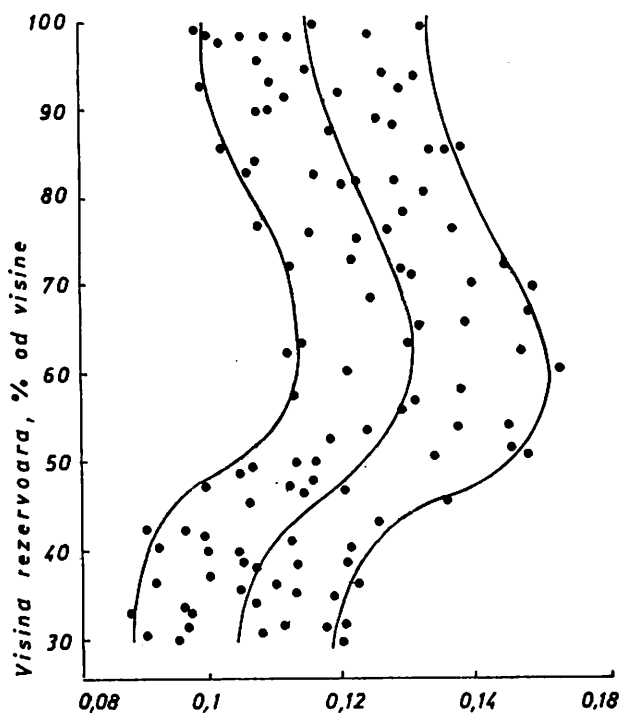
Sl. 7 — Oštećenje unutrašnje strane gornjeg dela zida rezervoara za naftu.

Fig. 7 — Damage of oil tank wall top section inner side.

zava. Ovde treba istaći da na ubrzanje procesa korozije deluju i posebni faktori kao: vlažnost vazduha, stepen zagađenosti, sadržaj i vrsta nečistoća u vazduhu, temperatura vazduha, blizina drugih industrijskih objekata (tj. »industrijske specifične atmosfere posebne zagađenosti«) itd. Apsorbujući gaseve iz atmosfere, vlaga na površini metalnih delova uređaja i instalacija postaje provodnik, a time još više ubrzava razarajući proces korozije metala.

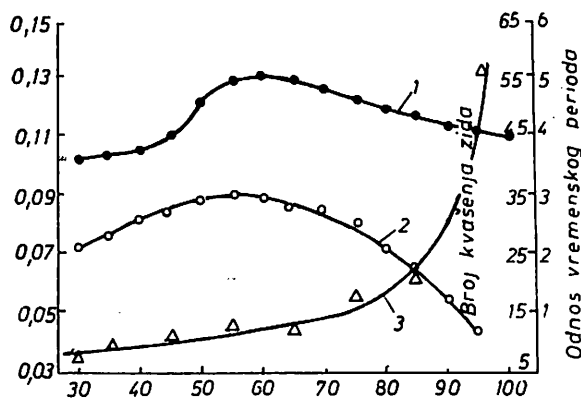
Zaštićenost metalnih delova instalacija proizvodnje upotrebom premaza, efikasno odgađa razarajuće dejstvo korozije. Ali, postoji dosta faktora koji omogućavaju dejstvo korozije pod premazima, usled sledećih osnovnih uzroka: loše vremenske prilike u momentu nanošenja zaštitnog premaza, poroznost samog zaštitnog premaza koja dozvoljava difuziju vode do metala, nedovoljna količina premaza, loše ili nikakvo uklanjanje produkata korozije pre nanošenja premaza itd, itd.

Veći deo opreme za proizvodnju nafte i gasa instaliran je kao podzemna oprema. Pored toga, a što je jako važno sa aspekta dejstva korozije, jeste velika dužina raznog cevnog materijala u sistemu eksploatacije



Sl. 8 — Dubina korozije, mm/god.

Fig. 8 — Corrosion depth (mm/ann).



Sl. 9 — Visina rezervoara, % od opšte visine
1 — promena brzine korozije rezervoara po visini (u mm/god.); 2 — promena broja kvašenja unutrašnje površine sa visinom; 3 — odnos vremenskog perioda zida rezervoara u gasnoj i naftnoj sredini.

Fig. 9 — Tank height, % of total height.

sabirne sisteme sa otpremljenim kod nafte i kompresorskih sistema kod kaptažnog gasa, magistralni naftovodi i gasovodi, gradski (»gasni prsteni« — gradski gasovodi) prolazi kroz terene različitog sastava i različite osobina, različite vlažnosti i različite aeracije. Ovakav položaj cevnog materijala omogućuje da nastanu razlike potencijala među pojedinim delovima podzemnih instalacija, a pošto su cevovodi elektroprovodljivi, to se lako obrazuju makrogalvanski elementi koji mogu imati dužinu 5,10 pa čak i 100 metara.

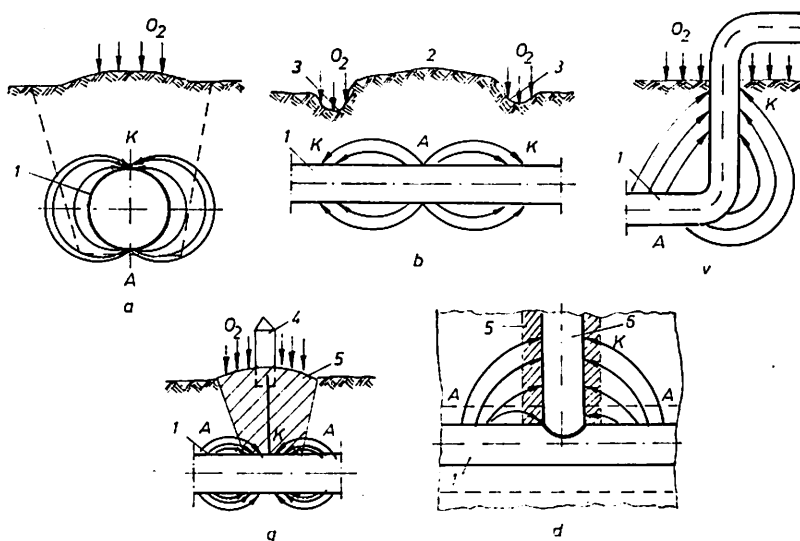
Dejstvom korozivnih agenasa u podzemnim cevnim instalacijama dolazi do stvaranja kavernoznih oštećenja, te fluid nekontrolisano izbija, natapa okolni teren i probija se na površinu. Stvaranju kavernoznih oštećenja doprinosi i relativno visok pritisak u podzemnim cevima instalacijama, jer se delovi metala koji su izloženi mehaničkom natezanju brže rastvaraju dejstvom korozivnih agenasa.

nafte i gasa. Zbog toga veći deo podzemne opreme (priključni naftovodi i gasovodi koji spajaju bušotine i sabirne sisteme, priključni naftovodi i gasovodi koji spajaju

Sl. 10 — Obrazovanje korozivnih elemenata diferencijalne aeracije na cevovodu.

a — na obimu cevi; b — na prelazu ispod puta; v — na ulazu cevovoda na površinu; g — pri zatrpavanju rova bez nabijanja; d — na mestu priključka rova zatrpan bez nabijanja.

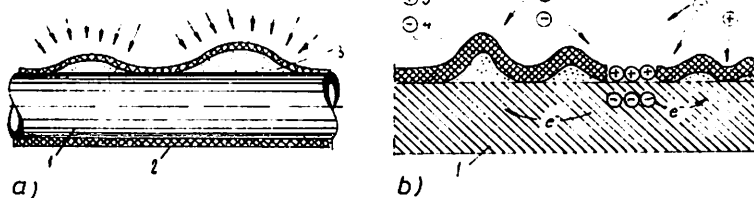
Fig. 10 — Forming of differential aeration corrosion elements in the pipe line.



Sl. 11 — Sema razaranja izolacije cevovoda.

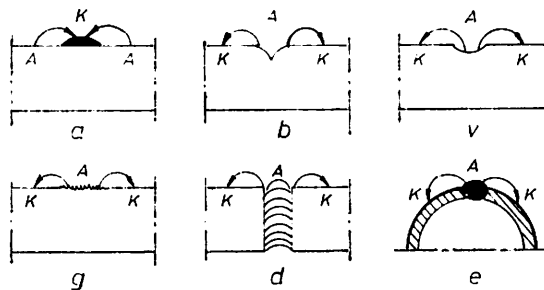
a — kao rezultat dejstva osmoze: 1 — cevovod, 2 — izolacija, 3 — rastvorene soli; b — pod uticajem elektroosmoze: 1 — cevovod, 2 — izolacija, 3 — pozitivno naelektrisani joni, 4 — negativno naelektrisani joni, e — elektron.

Fig. 11 — Schematic of pipeline insulation destruction.



Ističe se velika važnost proučavanja procesa podzemne korozije, proučavanjem svih mogućih faktora koji utiču, ili bi mogli da utiču na korozionu agresivnost terena. Tako, na primer, mnoge fizičko-hemijske karakteristike terena mogu biti uzroci razornom dejstvu korozije u podzemlju. Vlažnost terena, aeracija, temperatura, specifični otpor terena, pH vrednost, itd. sigurno su posredni ili neposredni faktori koji stvaraju korozionu agresivnost. Treba istaći da svakako specifični otpor terena predstavlja sigurno jedan od najglavnijih faktora (sl. 10 — Diferencijalna aeracija na cevovodu).

Pored toga, uobičajena dubina na kojoj se postavljaju podzemne instalacije, je takva, da stalno postoji konstantna vlažnost koja pospešuje proces korozije. Povećavanje vlažnosti terena smanjuje omski otpor, povećava veličinu nastalih korozivnih elemenata te ubrzava proces korozije. Ako se uzme u obzir dejstvo aeracije nastale pri-



Sl. 12 — Korozivni elementi strukturne nejednorodnosti metala cevovoda. a — gvozdena šljaka, b — ogrebotina, v — ulubljenje, g — nakivljanje, d — poprečni stvarni šav, e — uzdužni stvarni šav, A — anoda, K — katoda.

Fig. 12 — Corrosion elements of pipeline metal structure non-uniformity.

sustvom vazduha u porama terena kroz koji je prokopan rov za polaganje podzemnih cevni instalacija za protok ugljovodonika, zatim činjenica da je vazduh u terenu zasićeniji sa CO₂, u kombinaciji sa dejstvom vlažnosti onda nastaje povećanje brzine dejstva korozije.

Specifični otpor terena je duž trase magistralnih podzemnih vodova različit usled promene sastava terena, a u funkciji je od specifičnog otpora prisutnih minerala u terenu, od veličine i oblika čestica, od temperature, od hemijskog sastava i od koncentracije elektrolita. Na osnovu istraživanja mogu se izvući određeni zaključci o neposrednoj uzročnoj vezi između specifičnog električnog otpora terena i korozivnosti terena. Upravo, pri istim ostalim uslovima u

terenima sa manjim specifičnim električnim otporom, korozija je po pravilu intenzivnija i obrnuto.

Treba naglasiti da je specifičan otpor terena promenljivi faktor i menja se u zavisnosti od atmosferskih i drugih uslova.

Jedna od karakteristika za dejstvo korozije je i heterogenost metala ukopanih cevovoda. Ona može nastati kao rezultat heterogenosti metala nastalog konstruktivnim procesima, a u procesu eksploatacije, zbog razlike električnih potencijala može nastati mikrogalvanski element, kao i u slučaju konstruktivne heterogenosti kada može nastati makrokoroziivni element. Rezultat je razaranje metala koji u oba slučaja ima negativniji električni potencijal. (sl. 11 i sl. 12.).

NAPOMENA AUTORA

U sledećim brojevima časopisa »Sigurnost u rudnicima« autori će objaviti II i III deo ovog rada, u kojima će biti tretirana materija iz oblasti metoda zaštite od agresivnog dejstva korozije, zatim ekonomsko-tehnički pokazatelji opravdanosti pojedinih primenjenih metoda, kao i metodologije organizacije za borbu protiv korozije, sa posebnim osvrtom na posledice po zaposleno osoblje i društvenu imovinu i mere zaštite sa aspekta postizanja maksimalno mogućeg stepena sigurnosti u naftnom rudarstvu.

Literatura

1. Nedeljković, V., 1963: Eksploatacija naftnih i gasnih ležišta I i II deo, izdavač »Naftagas« Novi Sad.
2. Mladenović, S., Milenković, M. i dr., 1966: »Korozija i zaštita« — Beograd — Tehnička knjiga.
3. Arandjelović, D., 1965: »Ispitivanje korozivnosti tla trase gasovoda Kikinda — Pančevo« — Beograd — izdavač »Geozavod« SR Srbije.
4. Rosić, V., Uzelac, D., 1971: »Prilog proučavanju problematike korozije u naftnoj industriji« — knjiga, 80 strana, izdavač »Naftagas« RJ »Severni Banat«.
5. Fond dokumentacije Naftne industrije »Naftagas«, Novi Sad.

*) Dipl. ing. Velibor Rosić — dipl. ing. Dragutin Uzelac, »Naftagas« — Kikinda.

Neke mogućnosti primene geofizičkih metoda radi određivanja elemenata koji uslovljavaju uslove rada u rudarstvu

Dr Dragoljub Stefanović*)

(sa 7 slika)

Primerima geofizičkih ispitivanja hidrotehničkih objekata ekvivalentnih rudarskim radovima ilustrovane su neke mogućnosti primene geofizičkih metoda u cilju ocene ili prognoziranja uslova koji će se javiti u procesu izvođenja rudarskih radova.

Savremena tehnička sredstva i njihov razvoj u mnogo slučajeva već i danas omogućavaju da se nađu rešenja za bezbedan rad i pri veoma teškim uslovima. Primenom odgovarajućih sistema ventilacije, odvodnjavanja, podgrađivanja i dr. moguće je obezbediti visoki stepen sigurnosti i povoljnost za rad i kada prirodni uslovi (visoka temperatura, gasovi, voda, pritisci i dr.) nisu povoljni, pa čak kada su i veoma nepovoljni. U samoj suštini ekonomski prihvatljiva rešenja moguće je naći ako se poznaju uslovi pod kojima treba raditi. Nesigurnost je u tehnici sinonim za nepoznavanje, tj. za nepredviđanje uslova koji mogu nastati ili koji latentno postoje, a koji su bili zanemareni u određenim rešenjima. Mnoge relevantne parametre možemo odrediti primenom savremenih metoda, a često možemo i pratiti njihove promene u vremenu ili prostoru i time dobiti elemente za određivanje (prognoziranje) efekata koje mogu da izazovu. Jedan od naročito dobro poznatih geofizičkih fenomena je potencijalna izloženost uticaju zemljotresa. Područja potencijalno podložna snažnim i razornim zemljotresima odavno su poznata, pa ipak to nije bilo dovoljno da se i u takvim područjima neadekvatno gradi. Čak i u nekim slučajevima kada se vodilo računa o osnovnom stepenu seizmičnosti za dato područje, potpu-

no je ignorisano moguće manifestovanje potresa na različitim delovima terena, odnosno nije vršena ili uvažavana seizmička mikrorejonzacija.

Primena geofizičkih metoda našla je široko polje u fazama raznih geoloških istraživanja. Primeri uspešne primene geofizičkih metoda pri istraživanju naftonosnih struktura opšte su poznati i danas su istraživanja nafte nezamisliva bez primene geofizičkih metoda. Manje je, međutim, poznato da se primena geofizičkih metoda ne iscrpljuje lociranjem bušotine. Naprotiv, u fazama bušenja i osvajanja bušotine dolazi do specifične primene geofizičkih metoda (poznate kao geofizički karotaž) kojima se određuju veoma važni parametri, kao što su debljina produktivnog sloja, poroznost, zasićenost i karakter fluida u sloju, pritisak u sloju i dr. Uspehi na ovome polju proizašli su iz saznanja da se o probušenim slojevima dobija samo mali broj podataka u toku procesa bušenja, a da su dodatna ulaganja u dopunska ispitivanja samo skroman deo ukupnih troškova. Pri savremenim istraživanjima ekonomski doprinos primene geofizičkog karotaža nesrazmeran je troškovima ispitivanja, pa je praktično nezamislivo početi sa procesom osvajanja bušotine bez prethodnog izvođenja geofizičkog karotaža.

Gornjim primerom ističemo da su dugoročna, sistematska ulaganja doprinela razvoju određenih metodoloških postupaka koji, formalno gledano, povećavaju troškove jednih operacija (recimo bušenja i ispitivanja bušotina), ali u suštini obezbeđuju bolje poznavanje mnogih (ako ne i svih) podataka relevantnih za uslove rada.

Primena geofizičkih metoda na ograničenom prostoru u kome rade rudari još uvek nema ni približan obim koji bi mogla imati. Postoje brojni razlozi koji realno otežavaju primenu geofizičkih metoda (sami rudarski radovi, električni i drugi vodovi, ograničeni prostor i dr.) pa je i prirodno što su i primeri takvih istraživanja zaista malobrojni. Postoje, međutim, brojni primeri geofizičkih ispitivanja na objektima (vrlo često hidrotehničkim) koji mogu naći svoje ekvivalente pri uslovima rada u rudarstvu. Mi ćemo se poslužiti i takvim primerima kao ilustracijama nekih mogućnosti primene geofizičkih metoda.

Uslovi za primenu geofizičkih metoda

Metode geofizičkih ispitivanja u svojoj osnovi proizašle su iz prilagođavanja raznih metoda ispitivanja (električnih, hemijskih, termičkih, seizmoloških, radioaktivnih i sl.) specifičnim uslovima geološke sredine. Najvažnije prilagođavanje zapravo je u tome što je poznate metodološke postupke trebalo prilagoditi za istraživanja u teorijski beskonačnom prostoru ili poluprostoru. Upravo iz toga i proizlazi da se geofizičke metode mogu primeniti ako postoji razlika u fizičkim osobinama između objekta koji se istražuje i prostora u kome se on nalazi. Od toga, koja je razlika fizičkih svojstava u pitanju, zavisi i metoda koja će se primeniti. Metodološki postupak, međutim, zavisiće od mnogih drugih faktora, kao što su volumen istraživanog prostora, odnosno objekta istraživanja i njegova udaljenost od prostora na kome se istraživanja mogu izvoditi.

Treba naglasiti da se adekvatnom primenom bilo koje geofizičke metode mogu konstatovati zakonitosti promene proučavanog parametra i time utvrditi postojanje eventualnih razlika. Na osnovu podataka jednih merenja nije uvek moguće dati odgovor o uzročniku. Tako, npr., ako u proučavanom prostoru očekujemo postojanje

rudne žice dobre električne provodljivosti, ona može dati i efekat kao rasedna zona ispunjena glinom. S druge strane, jedna te ista petrološka sredina, recimo sloj šljunka, može se ponašati i kao dobar i kao loš električni provodnik, tj. sa geofizičkog stanovišta jedan te isti sloj može se ponašati kao »dve sredine« zavisno od toga da li je ceo ili samo jednim svojim delom zasićen vodom.

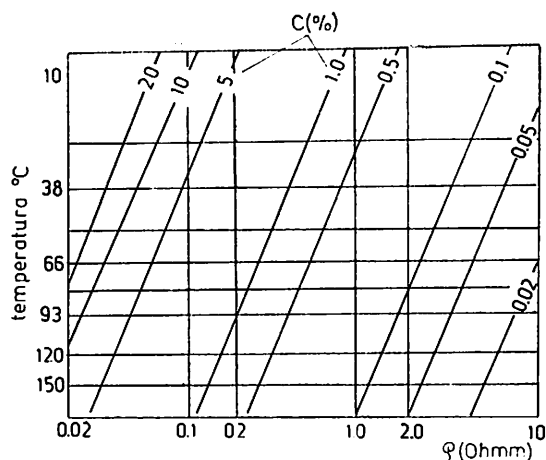
Da bi se opisane višeznačnosti otklonile, potrebna je i neophodna primena više geofizičkih metoda. Razlog ovome leži u činjenici da dva »objekta istraživanja« mogu imati, recimo, slične električne a različite magnetske osobine. Prema tome, geoelektrični efekti (uticaji) biće im slični, ali će im geomagnetski efekti (uticaji) biti različiti. Upravo iz tih razloga nije pravilno problem rešavati primenom jedne geofizičke metode, već primenom i grupe geofizičkih metoda u sklopu metodoloških postupaka primenjenih s ciljem da se problem reši. U tom svetlu, primena geofizičkih metoda ne može i ne treba da se shvati kao zamena nekih drugih metodoloških postupaka, već kao grupa metoda čija primena treba da doprinese pravilnijoj orijentaciji drugih (uglavnom i skupljih, dugotrajnijih i sl.) postupaka. Ovakvim pristupom geofizičar se javlja kao odgovorni saradnik u toku cele faze proučavanja problema, jer se time može postići najoptimalniji efekat istraživanja.

Problematika geofizičkih ispitivanja vode

U prostoru u kome rade rudari, bez obzira da li je to površinsko rudarenje ili podzemni rad, susrećemo se sa vodom kao medijumom. Postojanje vode može biti od značaja sa tehničkog aspekta (odvodnjavanje, korozija i sl.) ali i sa sigurnosnog aspekta: nagli prodori vode, promena fizičkih osobina zbog povećanja ili smanjenja vlažnosti, agresivnost vode, gubljenje vode iz akumulacije i sl. Prema tome, problemi vezani za proučavanje vode su mnogobrojni pa je i primena geofizičkih metoda našla široko polje rada na rešavanju problema kao što su: postojanje i karakter vodonosnog horizonta, poroznost vodonosnog sloja, pritisak vode u sloju, pravac toka podzemnih voda, karakter fluida i dr.

Osnovni fizički parametar koji i omogućava primenu geoelektričnih metoda je elek-

trična provodljivost vode koja zavisi od količine rastvorenih soli, vrste soli i temperature. Dijagram zavisnosti specifičnog električnog otpora od koncentracije natrijum hlorida i temperature prikazan je na sl. 1. Na osnovu poznavanja mogućih koncentracija soli u vodi sa kojom se susrećemo u rudarstvu, znamo da se specifični električni otpor vode može kretati u granicama od reda veličine 0,1 (Ohmm) pa do reda veličine 10 (Ohmm), respektivno kod rudničkih voda i voda u aluvionima. Ovako širok di-



Sl. 1 — Zavisnost specifičnog električnog otpora (Ohmm) fluida od temperature (°C) i koncentracije soli u procentima.

Fig. 1 — Dependence of fluid specific electric resistance (Ohmm) of temperature (°C) and salt concentration in per cents.

japazon promene specifičnog električnog otpora vode ukazuje da se pod pojmom »voda« mora podrazumevati fluid odgovarajućeg specifičnog električnog otpora.

Određivanje specifičnog električnog otpora, odnosno električne provodljivosti fluida, može se vršiti laboratorijskim ili terenskim priborima (O. Milošević, 1971) koji se često nazivaju i »konduktivimetrima«. Kod nekih pribora skala može biti prikazana i kao »ukupna koncentracija soli u vodi«, što se zapravo odnosi na ekvivalentnu količinu rastvorenog natrijum hlorida u vodi i može poslužiti samo kao orijentaciona vrednost čije značenje može biti jasno samo ako se zna o kojim jonima je reč u datom fluidu. Električna provodljivost fluida može biti i od značaja da se na osnovu nje može suditi ili o upotrebljivosti te vode kao vode za piće sa aspekta ukupne mineralizacije u toj vodi, ili o tehničkim karakteristikama tog fluida, recimo sa aspekta korozivnosti i sl.

Najčešće se kao problem postavlja ispitivanje postojanja vodonosnog sloja i određivanje karakteristika takvoga sloja ako postoji. Radi rešavanja takvoga zadatka veliku primenu našla je metoda geoelektričnog sondiranja. Mogućnost primene ove metode leži u tome što porozni slojevi (peskovi) zasićeni vodom, koja u geološkoj sredini po pravilu ima dobru električnu provodljivost, i sami postaju dobro provodljive sredine iako su sastavljeni od petrogenih minerala koji su električni neprovodnici. Napominjemo, kao primer, da u slučaju kada sloj ima poroznost od 30%, onda ukupna električna provodljivost takvoga sloja praktično zavisi samo od električne provodljivosti fluida koji ispunjava pore kada je sloj zasićen datim fluidom. Da bi takav sloj mogao biti detektovan primenom geoelektričnog sondiranja, potrebno je da u bitnome budu ispunjena dva uslova: debljina sloja mora biti istoga reda veličine kao i debljina povlatne serije, a električna provodljivost povlatne i podinske serije mora biti različita (manja ili veća) od električne provodljivosti sloja koji se ispituje. U slučaju da podinski sloj ima sličnu električnu provodljivost kao i sloj koji se ispituje, onda je moguće odrediti samo dubinu do proučavanog sloja. Ovakav fenomen je vrlo čest kada se u podini vodonosnog sloja nalaze gline koje imaju vrlo dobru električnu provodljivost. Primeri primene geoelektričnih metoda radi istraživanja vodonosnih slojeva su mnogobrojni (D. Arandelović, 1969/70) i ovde ih nećemo navoditi.

U slučaju kada je debljina vodonosnog sloja mala i čak vrlo mala (do jednog metra pa i manje), a nalazi se na velikoj dubini, onda se proučavanje osobina takvog sloja može postići samo primenom geofizičkog karotaža. U tom slučaju karakteristike takvoga sloja (poroznost, zasićenost fluidom, karakter fluida, pritisak u sloju i dr.) moguće je odrediti ako se u bušotini izvrše kompleksna geofizička ispitivanja. Za određivanje pomenutih parametara smatra se da je najpogodnija primena geofizičkih metoda koje obuhvataju geoelektrična, akustična i radioaktivna (prirodna radioaktivnost, gama-gama i neutron-gama) merenja. Primenom pogodno izabranih sistema geofizičkog karotaža moguće je sve pomenute

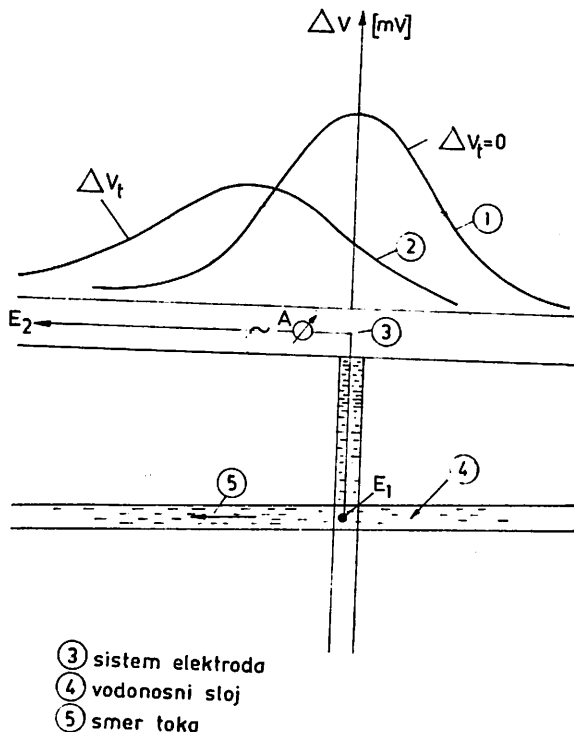
parametre odrediti sa visokom tačnošću. Savremene metode geofizičkog karotaža omogućavaju da se debljine slojeva i proslojaka mogu odrediti i kada imaju desimetarske dimenzije, a određivanje poroznosti »in situ« na osnovu interpretacije podataka dobijenih primenom geofizičkog karotaža praktično se ne razlikuju od vrednosti koje se dobijaju određivanjem tih parametara laboratorijskim ispitivanjima primeraka. Zahvaljujući takvoj tehnici ispitivanja bušotina, jezgrovanje se može svesti na minimalnu meru, a često ga je moguće sasvim zameniti uzimanjem bočnih jezgara, dok se svi relevantni parametri mogu odrediti primenom geofizičkog karotaža.

Veoma često postavlja se problem određivanja pravca i brzine toka podzemnih voda kroz vodonosni horizont. Pod povoljnim uslovima (ukoliko vodonosni sloj nije na velikoj dubini) ovaj se problem može rešiti primenom specifičnog vida metode »naelek-

trisanog tela«. Radi primene ove metode neophodno je da se raspolaze jednom bušotinom pogodnog prečnika, da se kroz nju u sloj može spustiti jedna strujna elektroda (predajna elektroda) i da se kroz bušotinu može u sloj sipati rastvor elektrolita — obično je to zasićeni rastvor natrijum hlorida. Kroz sistem predajnih elektroda (sl. 2) od kojih je jedna veoma udaljena, propušta se struja konstantne jačine, dok se sistemom prijemnih elektroda meri raspored potencijala na pogodno izabranim profilima. Na početku merenja maksimalna vrednost električnog potencijala biće tačno iznad usta bušotine (kriva 1 na sl. 2) ali će se usled protoka vode taj maksimum pomeriti u smeru toka fluida i nalaziće se približno iznad središnjeg dela »naelektrisane mase fluida« (kriva 2 na sl. 2) koji će se usled velike električne provodljivosti ponašati približno kao jedinstveno telo. U slučaju kada se radi ovakve vrste ispitivanja mogu koristiti više bušotina, onda opisana metoda ispitivanja može dati mnogo tačnije podatke.

U literaturi je opisan (A. Ogilvi i dr. 1969) lep primer podzemnog oticanja vode iz akumulacije. Na slici 3 prikazan je primer primene geofizičkih metoda radi određivanja mesta gubljenja vode iz akumulacije, kao i pravca gubljenja vode. Akumulacija je stvorena izgradnjom brane, ali je ubrzo konstatovano da je količina vode koja se gubi iz akumulacije nesrazmerna mogućem isparavanju, pa je pretpostavljeno da se deo vode može gubiti i podzemnim isticanjem. Ispitivanjem potencijala filtracije utvrđene su zone (1. i 2. na sl. 3) povećanih vrednosti potencijala filtracije koji su iznosili i do -50 mV, pa je bilo moguće tačno odrediti prostore kroz koje dolazi do filtracionog isticanja vode iz akumulacije. Pored toga bilo je moguće na osnovu istih ispitivanja odrediti i moguće pravce toka (3. na sl. 3) vode kroz porozne slojeve.

Metoda specifičnog električnog otpora našla je široku primenu pri utvrđivanju položaja granica različitih sredina (D. Stefanović, 1958. i D. Aranđelović, 1969/70) pri čemu se primenjuje ili geoelektrično sondiranje ili geoelektrično kartiranje. Kako je primena te metodologije dobro poznata kao metodologija pri istraživanju, smatramo da ovde nije potrebno posebno prikazivati takve primere. Potrebno je, međutim, ukazati



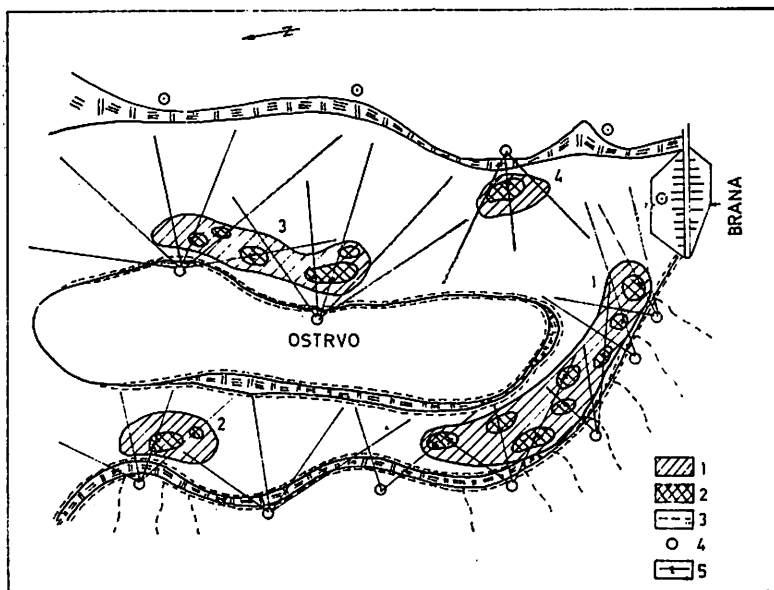
Sl. 2 — Raspored električnog potencijala oko elektrode u bušotini pre ulivanja rastvora (1) i neko vreme posle ulivanja (2) elektrolita u bušotinu.

Fig. 2 — Distribution of electric potential around the electrode in borehole prior to solution pouring (1) and some time after the electrolyte was poured into the borehole (2).

na jedan vid korišćenja rezultata geoelektričnih ispitivanja koji se nedovoljno koristi. Naime, pri geoelektričnim ispitivanjima određuje se prividni specifični električni otpor kao sumarna vrednost uticaja sredina zahvaćenim datim rasporedom elektroda. Interpretacijom tih podataka moguće je odrediti dubinu, debljine i električnu provodljivost sloja koji ima najbolju električnu provodljivost. Određivanje takvog sloja može biti od izuzetne koristi radi izbora mesta uzemljenja uređaja, mašina i stubova dalekovoda. Primenjeni metodološki postupak u suštini se svodi na geoelektrično sondiranje

ugrađuju se u tlo ili se nalaze u sredini koja pogoduje razvijanju korozivnih procesa. Metodologija zaštite od korozije nije predmet razmatranja na ovome mestu, ali želimo da ukažemo na neke činioce koji mogu doprineti smanjenju razvoja korozije. Na ovom mestu zadržaćemo se samo na pitanju uticaja tla na razvijanje korozivnih procesa.

Treba naglasiti da za koroziju metala u tlu još uvek nema razrađene teorije, ali se na osnovu eksperimentalnih proučavanja došlo do nekih zaključaka koji upućuju na to da se korozivnost tla može dovesti u vezu



Sl. 3 — Određivanje mesta filtracionog gubljenja vode iz akumulacije (prema A. A. Ogilviu).

- 1 — zona gubljenja vode
- 2 — zone intenzivnog gubljenja vode
- 3 — putevi isticanja vode iz akumulacije
- 4 — mesta sa kojih su vršena ispitivanja
- 5 — izolinije anomalija sopstvenog potencijala

Fig. 3 — Determination of filtration water loss point from the accumulation (according to A. A. Ogilvi).

ili kartiranje. Pri ovakvim ispitivanjima dubina zahvaćenog prostora relativno je mala i često nije potrebno da iznosi više od nekoliko metara u dubinu, a nekoliko desetina metara od mesta predviđenog za uređaj koji treba uzemljiti. Nepotrebno je isticati važnost valjanosti uzemljenja, a ono, pre svega, zavisi od električne provodljivosti tla u kome se uzemljivanje vrši. Obimna sistematska ispitivanja radi izbora mesta uzemljenja izvedena su duž trasa nekih dalekovoda. (D. Arandelović, 1963/64) i mogu poslužiti kao primer za primenu slične metodologije.

Ispitivanje korozivnosti tla

Veliki broj konstrukcija u rudarstvu izgrađen je od metala podložnih koroziji, a

sa specifičnim električnim otporom sredine, pH-vrednošću tla, ukupnom vlažnošću, aeracijom i temperaturom. Pošto električna provodljivost tla zavisi od niza faktora koji se mogu dovesti u vezu sa razvijanjem procesa korozije, to se vrlo često čine pokušaji da se uspostavi veza između električne provodljivosti i korozivnosti. Takva vrsta ispitivanja našla su široku primenu pri ispitivanju trasa cevovoda (naftovoda, gasovoda, vodovoda i sl.) pa postoje i neki iskustveno usvojeni parametri. Tako su u tablici 1 dati neki podaci koji se u Sovjetskom Savezu koriste kao kriterijum za određivanje korozivnosti tla, kao i podaci procenjivanja moguće korozivnosti tla duž projektovanog gasovoda Kikinda — Pančevo (D. Arandelović, 1963/64) u dužini od 67,7 km.

Na osnovu podataka datih u tablici 1, vidi se da se tlo čiji je specifični električni otpor manji od 5 Ohmm-a može smatrati kao vrlo visoko korozivno tlo, jer se u takvome tlu nalazilo više od 50% svih konstatovanih havarija nastalih dejstvom korozije duž cevovoda koji je u Sovjetskom Savezu bio ukopan u tlo 14 godina pre izvedenih ispitivanja. Na osnovu takvog kriterijuma pretpostavlja se da se na oko 30% proučavane trase gasovoda Kikinda — Pančevo može očekivati visoka i vrlo visoka korozivnost. Poznavanje takvih parametara može da posluži za preduzimanje odgovarajućih mera tehničke zaštite od korozije.

Tablica 1

Električne otpornosti tla i moguća korozivnost

Spec. el. otpor tla u Ohmm	Stepen korozivnosti	Broj korozivnih havarija u %*	Dužina dela trase u km	Dužina dela trase u %
Kikinda — Pančevo				
veća od 100	nizak	1,4	—	—
100 — 20	srednji	0,3	7,6	11,3
20 — 10	povišen	9,6	39,7	58,6
10 — 5	visok	20,5	18,5	27,3
manje od 5	vrlo vis.	50,2	1,9	2,8

* Podaci ispitivanja duž jednog naftovoda u SSSR-u.

Slična ispitivanja kompleksnog karaktera mogu se preduzimati kako pre izgradnje

objekata tako i u fazi njihove eksploatacije kada procesi korozije uslovljavaju stvaranje električnih polja koja se mogu proučavati i na osnovu kojih se može doći do zaključaka o razvoju procesa korozije.

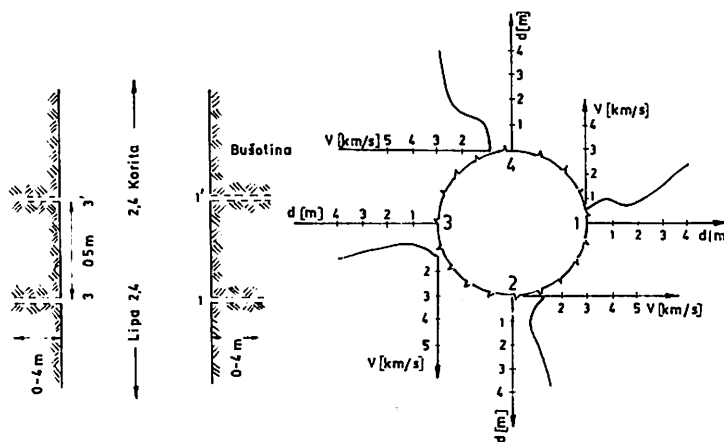
Promena prirodnog stanja usled uslova rada

U toku procesa rudarenja mogu nastupiti i nastupaju razne promene prirodnih (normalnih) uslova koji su u osnovi dvojakog karaktera: u prve bismo mogli da ubrojimo one koji su trajnijeg karaktera, tj. one koji ostavljaju trajne posledice na prirodnu sredinu. Takvi procesi nastaju usled pomeranja masa, pa samim tim uslovljavaju proučavanje se metoda ultrazvučnih ispitivanja, pri čemu se impuls stvara udarom specijalnog »čekića«, a registrovanje nailaska talasa vrši se preko prijemnog transduktora. Postojećim uređajima moguće je meriti vreme putovanja talasa reda mikrosekunde, pa je na taj način moguće ispitivanja izvoditi i kada je rastojanje između predajnika i prijemnika vrlo malo. Postupak ispitivanja sastoji se u tome da se u zidu tunela radialno izbuši 4 do 8 bušotina u dve ravni koje su međusobno udaljene 0,5 do 1,5 m. Ispitivanja se izvode predavanjem signala na raznim dubinama izbušenih rupa, a prijem talasa vrši se na odgovarajućim udaljenostima u paralelno postavljenim rupama.

Rezultat takve vrste ispitivanja prikazan je na slici 4. Ispitivanja su izvedena u tunelu koji je projektovan da se njime voda iz ovom mestu zadržaćemo se na nekim specifičnim vidovima gde primena geofizičkih

Sl. 4 — Promena brzine prostiranja longitudinalnih talasa oko iskopa (Prema S. Slimak).

Fig. 4 — Change of longitudinal waves spread velocity around the excavation (according to S. Slimak).



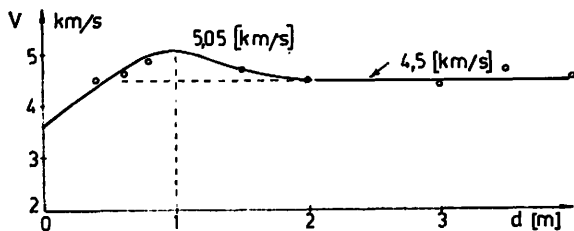
metoda može doprineti upoznavanju uslova koji vladaju u toku izvođenja nekih operacija.

Prilikom izbijanja tunela menja se naponsko stanje u prostoru oko tunela pa usled toga dolazi i do promena fizičkih osobina toga prostora. Često se postavlja problem da se odredi debljina »dekomprimirane« zone oko izbijenog tunela, kao i da se odredi brzina prostiranja elastičnih talasa u prostoru oko tunela (komore i sl.), a time uz poznavanje gustine stena, odredi i moduo elastičnosti prostora u kome je tunel izbijen.

Da bi se takva ispitivanja izvela primenene naponskog stanja, klizanja nestabilnih masa, promene nivoa vode i sl. U druge bismo mogli da uvrstimo trenutne poremećaje čije je vremensko trajanje ograničeno. U ovakve fenomene svakako treba uvrstiti uticaje koji se javljaju pri paljenju eksploziva, radu mašina i sl. Ovakvi fenomeni mogu usloviti nepoželjne promene, a i izazvati štete.

Pomenute pojave bile su i još uvek su predmet brojnih geofizičkih proučavanja, mada se po mnogim svojim specifičnostima i ne ubrajaju u klasiku primene geofizičkih metoda, zbog čega se ponajčešće nazivaju i inženjerskom geofizikom.

Problematika proučavanja klizišta primenom geofizičkih metoda bila je predmet mnogih radova (D. Stefanović, i R. Mužijević, 1971; D. Arandelović, 1969/70. i dr.) pa čitaoca upućujemo na tu literaturu. Na akumulacionog jezera Lipa dovodi do hidrocentrale Orlovac blizu Splita. U datom primeru ukupno je bilo izbušeno osam rupa u dvema paralelnim ravnima koje su jedna od druge bile udaljene 0,5 metara. Ispitivanja su izvedena do dubine od 4 metra. Na radijalnim dijagramima (sl. 4)

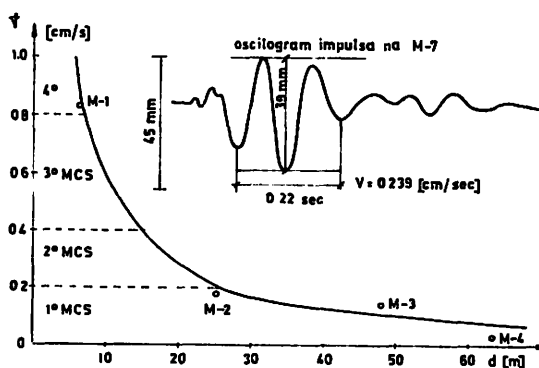


Sl. 5 — Zakonitost promene brzine kao srednje vrednosti iz osam radijalnih merenja na 13. metru komore »Suhı potok« HE »Rama« (Prema N. Grujiću).

Fig. 5 — Regularity of velocity change as a mean value from eight radial measurements at the 13-th meter of HE »Rama« chamber »Suhı potok« (according to N. Grujić).

prikazane su brzine prostiranja longitudinalnih talasa. Na hodohronama se vidi da je neposredno blizu zidova tunela brzina prostiranja longitudinalnih talasa smanjena, a da postupno raste udaljavajući se ka masi stene. Obimnija ispitivanja sličnog karaktera izvršena su pri ispitivanju tunela za HE »Rama« u probnoj komori »Suhı potok«. Na osnovu ispitivanja u osam bušotina dobijena je zakonitost prikazana na slici 5. Na osnovu datog dijagrama, kao i srednje vrednosti iz osmatranja duž osam pravaca, došlo se do zaključka da do dubine od 0,5 m vlada »dekomprimirana« zona u kojoj je došlo do porasta sekundarne poroznosti usled miniranja, pa je usled toga brzina prostiranja longitudinalnih talasa manja od 4,5 km/sec. U prostoru od 0,5 do 1,8 m vlada komprimirana zona, ili noseći prsten. U tom prostoru došlo je i do smanjenja poroznosti, pa je i brzina porasla do 5,3 km/sec. Zona udaljena više od 1,8 m od otvora nalazi se van uticaja iskopa i u njoj nema poremećaja poroznosti. Očevidno je da poznavanje opisanih uslova obezbeđuje elemente za projektovanje obloge tunela.

Rad pojedinih mašina može izazvati znatne oscilacije koje mogu, u nizu slučajeva, izazvati smetnje pa i štete ukoliko dođe do pojave rezonancije. Na slici 6 prikazan je primer ispitivanja rada udarnog mehaničkog čekića (D. Arandelović, op. cit.) u krugu Mašinske industrije IMPA—Zemun. Merenja brzine oscilovanja izvedena su na osam mesta. Sva ispitivanja bila su izvede-



Sl. 6 — Dijagram promene brzine oscilovanja tla u funkciji rastojanja od izvora udara (Prema N. Grujiću).

Fig. 6 — Diagram of soil oscillation velocity change as a function of impact source distance (according to N. Grujić).

na pri radu čekića pod pritiskom od 5,5 atm. Merenjima je konstatovano da je brzina oscilovanja čestica bila najveća na mestu No. 1, i iznosila je 0,833 cm/sec, što odgovara brzinama oscilovanja koje se javljaju pri seizmičkim potresima IV stepena prema skali Mercalli—Cancani—Sieberg. Na ostalim mernim mestima brzine oscilovanja tla bile su manje, ali je tek na udaljenostima većim od 27 m brzina oscilovanja čestica bila manja od 0,2 cm/sec, što odgovara oscilovanjima koja se javljaju pri seizmičkom potresu prvog stepena po pomenutoj skali.

Seizmičko dejstvo miniranja

Pri savremenom rudarenju upotreba eksploziva postaje sve intenzivnija i nije redak slučaj da se pri određenim uslovima vrše paljenja i količina koje prelaze više hiljada kilograma, pa i više desetina hiljada kilograma eksploziva. Iako se paljenja takvih količina eksploziva retko vrše trenutno (uobičajeno je da se vrše milisekundna paljenja), ipak je efekat takvih eksplozija na građevinske objekte i mašine ponekad znatan. Svakako je, međutim, potrebno poznavati moguće dejstvo svakog paljenja i preduzeti potrebne mere da se sigurnost i bezbednost uslova rada dovede u sklad sa ekonomskim ciljevima koji se žele postići primenjenom metodom rada. Kako će se paljenje eksploziva manifestovati na datom prostoru i/ili objektima zavisi od količine eksploziva, udaljenosti od mesta eksplozije, načina paljenja, osobina tla u kome se vrši paljenje i osobina tla na mestu posmatranja. Radi uspostavljanja veze između brzine oscilovanja tla (v — m/sec) i stepena seizmičnosti izraženog u stepenima skale Mercalli—Cancani—Sieberg (MCS) koriste se podaci iz tablice 2 koje je predložio S. Medvedev (S. Medvedev, 1962).

Brzina oscilovanja čestica, a samim tim i stepen seizmičnosti izazvan eksplozijom, moguće je izraziti eksperimentalno dobijenom relacijom

$$v = K_v \frac{r}{\sqrt{C}}$$

gde je:

- K_v — konstanta
- r — rastojanje od tačke posmatranja do mesta miniranja
- C — količina eksploziva.

Veoma često gornja relacija daje se i u formi

$$v = K_v \cdot R^{-n}$$

gde je:

- n — eksponent koji treba eksperimentalno odrediti

$$R = \frac{r}{C}$$

se naziva redukovano rastojanje.

Tablica 2

Seizmičko dejstvo miniranja

Brzina v (cm/sec)	Stepen i opis seizmičkog dejstva MCS
0,2	I Potres se oseća samo instrumentima
0,2—0,4	II Potres se ponekad oseća pri potpunoj tišini
0,4—0,8	III Potres oseća mali broj ljudi i oni koji znaju za to miniranje
0,8—1,5	IV Potres osećaju mnogi ljudi; čuje se zvuk stakla
1,5—3,0	V Osipanje kreča, oštećenja na zgradama u slabom stanju
3,0—6,0	VI Fine prsline u malteru, oštećenja na zgradama koje već imaju deformacije
6,0—12,0	VII Oštećenja na zgradama u dobrom stanju, pukotine u malteru; delovi maltera otpadaju, fine prsline u zidovima, pukotine u zidanim pećima i dimnjacima
12,0—24,0	VIII Znatna oštećenja zgrada: pukotine kod nosećih konstrukcija u nosećim zidovima; zjapeče pukotine u pregradnim zidovima, rušenje dimnjaka; padaju veliki delovi maltera
24,0—48,0	IX Rušenje zgrada, raslojavanje opeke, velike pukotine u zidovima, rušenje delova zgrada

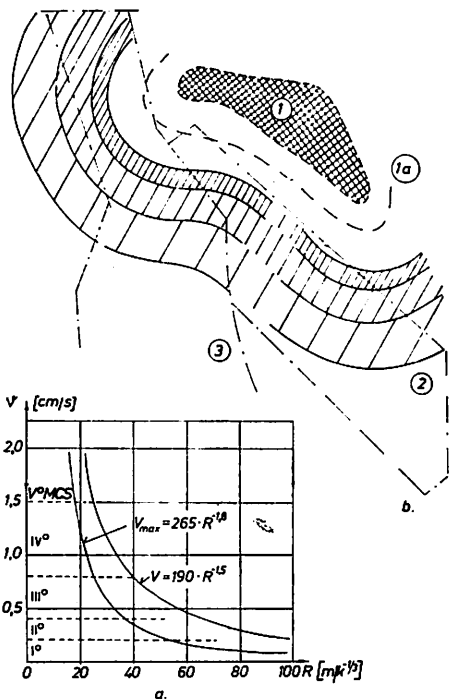
Na osnovu niza eksperimentalnih opažanja potrebnih parametara, kao što su brzina prostiranja longitudinalnih talasa, sopstvene periode oscilovanja tla i periode osci-

lovanja tla pri eksploziji, kao i gustina stena, moguće je odrediti relevantne parametre.

Ispitivanja uticaja paljenja eksploziva na prostor oko rudnika izvršena su na mnogim mestima, a na slici 7 prikazan je deo rezultata ispitivanja izvršenih u okolini Bora. Na osnovu brojnih merenja, pri kojima je vršeno paljenje eksploziva od 200 do 2.300 kp, i na osnovu merenja izvršenih na udaljenostima od mesta eksplozije od oko 700 do 2.000 m (redukovana rastojanja bila su od 75 do 160 $(mkp^{-1/3})$), bilo je moguće da se izradi kriva zavisnosti brzine oscilovanja tla v (m/sec) od redukovanog rastojanja R , kako se to i vidi na sl. 7a, i izvrši rejonizacija zona u kojima se mogu očekivati određene manifestacije pod pretpostavkom da se vrši paljenje količina od 2.000 kp eksploziva. Očividno je da slične karte treba izraditi i pod drugim pretpostavkama (druge količine eksploziva, način paljenja, vrste objekata) zavisno od problema koji se želi proučavati.

Na osnovu primera iz Bora lako je moguće sagledati da uticaji izazvani paljenjem velikih količina eksploziva mogu biti znatni i van prosotora u kome se vrši eksploatacija, a svakako su ti efekti mnogo znatniji neposredno blizu područja koje se eksploatiše. Odgovarajuće analize mogu znatno doprineti da se uslovi rada prilagode realnom stanju koje se uvek menja u toku sukcesivnih eksplozija.

Prikazanim primerima želelo se da ukaže na neke aspekte moguće primene geofizičkih metoda i rezultate već izvršenih geofizičkih ispitivanja, kako bi ovi primeri mogli stimulirati slična ispitivanja kojima bi se došlo do podataka koji mogu doprineti boljim uslovima rada u procesu eksploatacije korisnih komponenti.



Sl. 7a — Promene brzine oscilovanja tla (v) u zavisnosti od redukovanog rastojanja.

Fig. 7a — Change of soil oscillation velocity (v) in dependence of reduced distance.

Sl. 7b — Seizmičko dejstvo miniranja trenutnim paljenjem 2000 kp eksploziva.

Fig. 7b — Seismic action of blasting by instantaneous firing 2000 kp of explosive.

Zona i vrste zgrada:	Mogućnost oštećenja	
	Lakih	Težih
A. Trošne, stare zgrade	570 m	380 m
B. Zgrade od solidnog materijala sa tragovima ranijih deformacija	380 m	230 m
C. Zgrade od solidnog materijala bez tragova ranijih oštećenja	230 m	150 m
Stepen po skali MCS	V—VI	VI—VII

SUMMARY

Some Possibilities of Applying Geophysical Methods for Determining Elements that Cause Working Conditions in Mining

Dr. D. Stefanović*)

The application of geophysical found a wide field in exploring mineral materials, but its use in mining is relatively low. The article elaborates in more detail the principles of application of geophysical methods, and indicates some mining areas where this application could be very useful.

*) Dr Dragoljub Stefanović, vanredni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

Because water is a significant parameter in all mining operating processes, an analysis is made showing how water, as a medium, brings about the use of geophysical methods, and examples are used to demonstrate how its existence and movement can be defined (filtration or flow) under natural conditions.

As corrosion processes are in close connection with water and soil properties, presented examples demonstrate the geophysical investigation experience on possible soil corrosiveness along some pipelines, as well as investigation experience in Yugoslavia compared with the results of similar investigations in USSR.

Mining operations disturb natural stress states existing in the area where mining operations are carried out, so their knowledge is of particular importance. Having in view that the experience of Yugoslav geophysicians is of great significance when investigations on excavations for underground structures are in question (hydro power generating plants, tunnels under pressure, etc.) numerous examples are given showing how it is possible to determine reliably stress changes in the area surrounding the excavation. The selected examples are equivalent with relations prevailing in most mining operations.

Modern civil engineering activities and intense mining emphasized the need for paying due considerations to the effects of seismic shocks on civil engineering structures, and by this also to blasting effects. By examples of investigations on blasting effects in Bor opencast mine we demonstrate the effect of blasting on civil engineering structures, as well as the determination of safe zones.

Literatura

1. Arandjelović, D., 1963/64-a: »Ispitivanja korozivnosti tla duž trase gasovoda Kikinda—Pančevo« — VESNIK Zavoda za geološka i geofizička istraživanja (Beograd), Knjiga IV/V, Serija C, str. 251—265.
2. Arandjelović, D., 1963/64-b: »Merenje specifičnog električnog otpora duž trase 220 kV dalekovoda HE Grnčarevo — RS Trebinje — HE Dubrovnik« — VESNIK Zavoda za geološka i geofizička istraživanja (Beograd), Knjiga IV/V, Serija C, str. 267—273.
3. Arandjelović, D., 1969/70: »Geofizika u građevinarstvu« — VESNIK Zavoda za geološka i geofizička istraživanja (Beograd), Knjiga X/XI, Serija C, str. 135—347.
4. Medvedev, S. V., 1962: Inženjerska seizmologija — »Tehnička knjiga« (Beograd).
5. Milošević, O., 1971: »Portabilni uređaj za geoelektrična ispitivanja u inženjerskoj geologiji i hidrogeologiji« — Zbornik radova 1. jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji (Beograd), knjiga 1. Hidrogeologija, str. 165—168.
6. Ogilvi, A. A., i dr., 1969: »Geophysical Study of Water Leakages from Reservoirs« — Geophysical Prospecting (The Hague), Vol. XVII, No. 1, str. 36—62.
7. Pirson, J. S., 1963: Handbook of Well Log Analysis — Pretence-Hall, INC., (London).
8. Stefanović, D., 1958: »Geoelektrična ispitivanja preko vertikalne granice primenom Wenerovog rasporeda elektroda« — Zbornik Rudarsko-geološkog fakulteta (Beograd), Sv. 5, str. 91—101.
9. Stefanović, D., i R. S. Mužijević, 1971: »Problematika geofizičkih ispitivanja klizišta« — Zbornik radova 1. jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji (Beograd), knjiga 2. Inženjerska geologija, geofizika i seizmologija, str. 205—214.
10. Stefanović, D., i Š. Slimak, 1972: »Role of Geophysics in Dam Construction« — Zapisnici 24th International Geological Congress (Toronto, Canada), u štampi.

Bezbedna lokacija podzemnih magacina eksplozivnih sredstava

(sa 13 slika)

Dipl. ing. Jevto Bralić

Osvrćući se kritički na postojeći Pravilnik o merama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu, autor ukazuje na potrebu donošenja tehničkih propisa koji bi regulisali lociranje magacina, uzimajući u obzir veličinu magacina, količinu i vrstu eksplozivnih materija koje se skladište, osetljivost susednih objekata na seizmičko i razorno dejstvo eksplozije, osobine stena u kojima je magacin izgrađen i stena u kojima su ili na kojima su izgrađeni susedni objekti.

Uvod

Razvoj tehnologije dobijanja i prerade mineralnih sirovina od drugog svetskog rata na ovamo, znatno je izmenio shvatanja o primeni eksplozivnih materija, kao sredstva koje se koristi u rudarstvu. Naime, opsežnim teoretskim i praktičnim radovima na izučavanju dejstva eksploziva na stenu kao nosioca mineralne supstance, utvrđeno je da je iz širokog spektra komercijalnih eksploziva moguće izabrati takve, koji će uz određenu tehnologiju bušenja i iniciranja za datu stenu dati najbolje tehničko-ekonomske efekte, kako u pogledu kapaciteta, tako i u pogledu granulometrijskog sastava. Ova proučavanja dovela su dalje do razvoja tehnike bušenja minskih rupa i komercijalne proizvodnje takvih uređaja za bušenje za radove na površini i pod zemljom, koji brzo i sa visokim učincima daju željeni prečnik, dubinu i pravac bušotina. Povećanjem prečnika bušotina, omogućeno je korišćenje vrlo jeftinih eksplozivnih materija, mehaničko punjenje minskih rupa eksplozivom i masovno miniranje kod podzemne, a naročito površinske eksploatacije, što, dalje, omogućuje naglo povećanje proizvodnih kapaciteta, naravno, uz povećanje u-

kupnih količina eksplozivnih materija koje se svakodnevno koriste.

Nažalost, a to je često slučaj i u drugim privrednim granama, zakonodavstvo ne prati razvoj tehnologije. Takav je slučaj i sa zakonskim normativima koji regulišu rukovanje eksplozivnim sredstvima u rudarstvu, za koje se, mada su poslednji put redigovani pre četiri godine, može konstatovati da su u pojedinim svojim delovima ili zastareli ili kontradiktorni ili, pak, nepotpuni.

Kritika jedne opsežne zakonske materije, kao što je Pravilnik o merama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu, nije dostupna jednom čoveku, već timu užih specijalista, pošto tretira jednu širu naučno-stručnu disciplinu, počev od osoblja za rad sa eksplozivnim sredstvima, pa preko eksplozivnih sredstava, transporta i njihovog smeštaja do dopunskih odredbi za miniranje vazduhom ili gasovima pod visokim pritiskom. Zato je ovim radom obrađen samo deo koji tretira lociranje podzemnih magacina eksploziva u odnosu na susedne objekte, a iz sledećih razloga:

- podzemna rudnička skladišta eksplozivnih materija predstavljaju, bez obzira na sigurnosna svojstva savreme-

nih eksploziva, latentnu opasnost za sve zaposlene u jami, te je magacin potrebno locirati tako da se mogućnost direktnog ili indirektnog unesrećenja zaposlenih svede na minimum;

- lokacija glavnih magacina treba da je takva da omogući izgradnju i većih magacina, odnosno da u slučaju povećane potrošnje omogući proširenje magacina, kako bi se doprema eksplozivnih materija svela isključivo na neradne dane;
- lokacija glavnih podzemnih magacina treba da omogući u sklopu celokupne tehnologije eksploatacije, brzo i sigurno snabdevanje priručnih magacina, odnosno radilišta;
- važećim propisima pitanju lociranja podzemnih magacina nije poklonjena dovoljna pažnja, tako da je ovaj deo ranije citiranog Pravilnika nepotpun.

Osnovni principi projektovanja podzemnih magacina eksploziva

Tehnički uslovi za lociranje podzemnih magacina eksploziva

Lociranje podzemnih magacina eksploziva u rudnicima, propisano je članovima 58 i 59 Pravilnika o merama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu. Sa ova dva člana praktično su određena minimalna rastojanja između jamskih objekata koji se štite i podzemnih magacina eksplozivnih materija i ventilacione veze magacina sa ulaznom i izlaznom vazdušnom strujom.

Pored ova dva navedena člana, na lokaciju magacina indirektno utiču članovi 54 i 55 koji regulišu dozvoljene količine eksplozivnih materija koje se skladište; članovi 60 i 63 koji propisuju minimalne veličine pojedinih objekata u sklopu magacina i član 65 koji propisuje smeštaj eksplozivnih materija u komorama, odnosno u nišama.

Svi članovi tako su formulisani, da je moguće vrlo lako projektovati podzemne magacine eksploziva i svaki iskusan rudarski inženjer, kome je poznato dimenzioniranje obloge jamskih objekata, u stanju je da za

kratko vreme izradi projekat na koji se nemogu staviti primedbe, pod uslovom da poštuje propisane norme.

Kritički osvrt na deo Pravilnika koji reguliše lociranje podzemnih magacina eksploziva

Lokaciji jamskih magacina eksploziva u Pravilniku o merama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu, posvećena su, kao što je ranije rečeno, dva člana: članovi 58 i 59. Član 58, koji reguliše najmanju udaljenost magacina od susednih objekata, glasi:

»Najmanja udaljenost jamskog magacina od niže navedenih glavnih puteva i objekata u jami mora biti:

Objekat	Najmanja dozvoljena udaljenost najbližih ćelija, odnosno komora jamskog magacina u metrima	
	u vidu ćelija (niša)	u vidu komora
Glavni ventilator	60	100
Ventilaciona vrata, koja obezbeđuju ventilaciju cele jame ili celog jednog odeljenja jame	60	100
Otpremni hodnici, koji služe za redovni izlazak i prolazak, i glavni vetreni hodnici	20	25
Okna, komore, sisaljke, elektro-rasklopne stanice i trafostanice	60	100
Glavna izvozna okna, okna za izvoz ljudstva, ulazi i izlazi potkopa i niskopa za ulazak ljudi u jamu, odnosno izlazak iz nje	100	100
Ostali hodnici i jamske gradnje	15	15

Ove udaljenosti mogu biti i manje ako se odobrenim projektom, odnosno proračunom na osnovu otpornosti stena prema udarnim talasima, određene ispitivanjem stena, ili prema posebnoj konstrukciji magacina

utvrdi da je dovoljna i manja udaljenost, a da time nisu ugroženi životi ljudi. U tom slučaju u zaštićenom objektu ne treba da se nalazi više od 5 radnika, osim ako su objekti na horizontima ispod ili iznad horizonta magacina i računom se dokaže da visinska razlika horizonata i čvrstoća stena obezbeđuju dovoljnu sigurnost u tim objektima».

Član 59. reguliše položaj magacina u odnosu na ventilaciju jame. On glasi:

»Ulaz u prilaznu prostoriju magacina ne sme biti u hodniku glavne ulazne vazdušne struje, nego u njenom ogranku. Magacine treba smeštati tako da budu u neposrednoj vezi sa izlaznom vazdušnom strujom. Najpovoljnije je da ulaz u prilaznu prostoriju magacina bude na strani izlazne vazdušne struje i da magacin bude najkraćim putem spojen sa bližim ogrankom sveže vazdušne struje putem bušotine ili suženog hodnika, koji se mogu automatski ili sa sigurnog mesta zatvoriti u slučaju eksplozije. Profil hodnika magacina u pravcu izlazne vazdušne struje, mora biti bar za 20% veći od profila hodnika iz pravca ulazne struje.

Suženje u hodniku iz ogranka sveže vazdušne struje mora biti izvedeno u dužini od najmanje 5 m, a površina suženog profila ne sme biti veća od 2 m².

Prilazni hodnik magacina treba da je najmanje dva puta lomljen pod pravim uglom, a za magacine sa više od dve komore — najmanje tri puta lomljen pod pravim uglom, s tim da na prelomima hodnika postoje 3 m duboka odbojna udubljenja profila hodnika za prigušivanje udarca u slučaju eksplozije.

Ako je veza magacina sa svežom vazdušnom strujom preko bušotine prečnika do 300 mm dovoljno je da bušotina stoji pod pravim uglom na osovini magacinskog pristupnog hodnika.

Rudarski organ može, izuzetno, odobriti odstupanja od stava 1. ovog člana, ako se pri izgradnji magacina ne mogu nikako ispuniti samo pojedini uslovi iz tog stava, i to samo ako se projektom dokaže da u slučaju eksplozije neće biti smanjen stepen sigurnosti, ni u pogledu rušenja ni od otrovnih gasova nastalih prilikom eksplozije».

Analiziraćemo svaki od navedena dva člana posebno.

Kod člana 58. prvo pada u oči da određuje minimalna rastojanja samo između magacina i susednih jamskih objekata i uopšte ne uzima u obzir površinske objekte, mada je jasno da se lako može doći u situaciju (naročito kod plitkih rudnika) da površinski objekti budu ugroženiji od jamskih. Minimalna udaljenost između magacina i jamskih objekata, uslovljena je, sa jedne strane, važnošću objekta koji se štiti, a sa druge strane, načinom smeštaja eksploziva u komore ili niše. Međutim, interesantno je da nije uzet u obzir merodavniji kriterijum, kao što je količina eksplozivne materije koja se skladišti, s obzirom na širok dijapazon dozvoljenih količina eksploziva koje se smeju smeštati u jedan magacin, a koje se kreću od 1.000 do 28.000 kg (članovi 54. i 55). Istina, svojim trećim stavom član 58. dozvoljava i manja rastojanja ako se odgovarajućim proračunom utvrdi da »otpornost stena prema udarnim talasima dozvoljava i manju udaljenost«. Međutim, ovako formulisani treći stav člana 58. je nejasno definisan iz dva razloga. Prvi je što ne propisuje koje se količine eksploziva uzimaju u proračun kod magacina izrađenog od više komora i drugi, što nije definisano na koji se efekat eksplozije proračun vrši. Dejstvo udarnog talasa je različito posmatrajući njegov efekat na stenu i susedne objekte i kako se transformiše idući od centra eksplozije u polje. Prvo imamo zonu razaranja, zatim zonu pukotina, da bi se s obzirom na štetnost po susedne objekte nadovezala seizmička zona, čiji intenzitet relativno brzo opada sa udaljenjem.

Uticaoj osobina stenske mase u kojoj je izrađen magacin i objekat koji se štiti ne nalazi takođe svoje mesto u propisima, mada je jasno da kod istih količina eksploziva nije svejedno da li se radi o lignitu, a u drugom slučaju o krečnjaku.

Pored navedenog, navešćemo još jedan vrlo važan nedostatak člana 58. U njemu određena minimalna rastojanja obuhvatila su samo objekte koji su već po svojoj konstrukciji uglavnom otporni na seizmičko dejstvo eksplozije. Međutim, u njemu nema ni reči o zaštiti opreme, postrojenja i objekata, zbog čijih oštećenja mogu da budu indirektno ugroženi životi radnika (npr. tornjevi izvoznih postrojenja, zgrade izvoznih postrojenja, izvozne mašine itd.). Takođe, pod isti stepen

opasnosti stavljeni su ventilatori i ventilaciona okna (min. rastojanje 100 m), mada je ventilaciono postrojenje, naročito kod velikih jedinica, neuporedivo osetljivije od ventilacionog okna podgrađenog betonom.

Član 59. svojim prvim stavom uslovio je lokaciju magacina direktnom vezom sa izlaznom vazdušnom strujom i na isti se ne mogu staviti nikakve primedbe, kao ni na drugi stav kojim se uslovljava izrada suženja na ogranku sveže vazdušne struje. Treći stav, pak, ovako kako je formulisan, ne pruža sigurnost da će u slučaju eksplozije većih količina uskladištenih eksplozivnih materija, vazdušni udarni talas biti prigušen i da neće ugroziti živote zaposlenih koji se nalaze u susjednim prostorijama. Naime, nije propisano da se udarni vazdušni talas mora prigušiti na jednu maksimalno dozvoljenu veličinu na spoju susjednog objekta i prilaznog hodnika magacina (npr. 0,25 kp/cm² koliko je propisano sovjetskim normama) koristeći odgovarajuća tehnička rešenja.

Kriterijumi merodavni za određivanje bezbednog rastojanja između podzemnih magacina eksplozivnih materija i susjednih objekata

Da bi usvojili kriterijume na osnovu kojih će se odrediti bezbedno rastojanje između podzemnih magacina eksplozivnih materija i susjednih objekata, potrebno je prvo proanalizirati dejstvo slučajne eksplozije u magacinu na okolnu stenu i na susjedne objekte. Poznato je da se dejstvo eksplozije manifestuje na okolinu u više kvalitativno različitih vidova, kao i da susjedni objekti u zavisnosti od svoje konstrukcije različito reaguju i pokazuju različite otpornosti, te je neophodno u ovoj analizi obuhvatiti i osobine objekta. Na kraju, potrebno je proanalizirati i dejstvo eksplozije na ljude koji se nalaze u objektima koji su blizu mesta eksplozije, a sami nisu mehanički oštećeni.

Dejstva slučajne eksplozije u podzemnom magacinu eksplozivnih materija

Slučajnim iniciranjem eksplozivne materije u podzemnom magacinu eksplozivnih materija doći će do eksplozije, čiji se efekti mogu, donekle, poistovetiti sa efektima komornog morskog punjenja iste količine eksploziva. Kažem, donekle, pošto se zbog od-

sustva čepa i nepotpune ispunjenosti komore magacina eksplozivom, pojedini efekti razlikuju u svom intenzitetu. Tako, na primer, dejstvo vazdušnog udarnog talasa biće snažnije kod eksplozije u magacinu, a razorno dejstvo biće veće kod komornog punjenja itd.

Sigurnost zaposlenog osoblja u jami, direktno ili indirektno, ugrožavaju sledeća dejstva eksplozije u magacinu:

- a) dejstvo vazdušnog udarnog talasa;
- b) razorno dejstvo eksplozije;
- c) seizmičko dejstvo eksplozije;
- d) stvaranje gasovitih, a otrovnih ili za-
gušljivih produkata eksplozije;
- e) toplotno dejstvo eksplozije.

Od navedenih dejstava eksplozije, za određivanje optimalnog bezbednog rastojanja između magacina i susjednih objekata, dolaze u obzir dejstva navedena pod a), b) i c) i svako od njih će se posebno razmotriti.

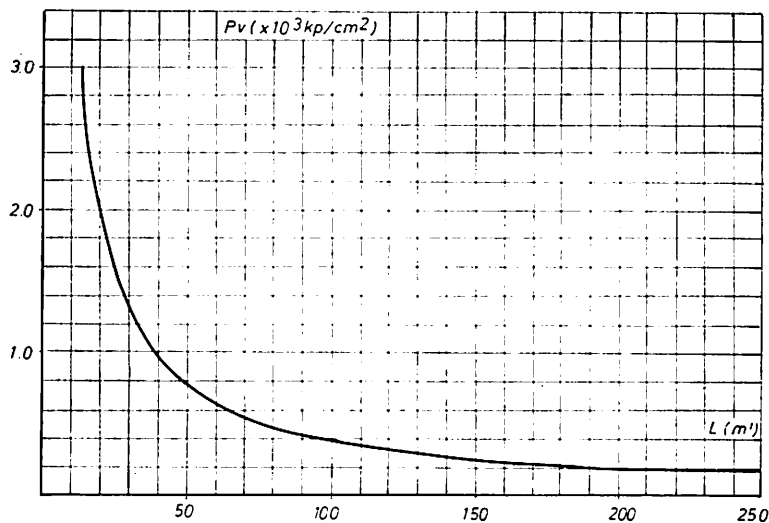
Dejstvo vazdušnog udarnog talasa

Vazdušni udarni talas, čiji pritisak na mestu eksplozije iznosi više desetina hiljada atmosfera, naglo opada sa rastojanjem. Gašenje pritiska na frontu udarnog vazdušnog talasa zavisi od poprečnog preseka prostorija kroz koje se kreće i njihovog specifičnog otpora, pređenog puta i veštački stvorenih otpora u vidu lomljenja prostorija pod pravim uglom, odbojnih udubljenja i naglih promena preseka prostorija. Na svom putu kroz jamske prostorije, posle eksplozije u magacinu, vazdušni udarni talas ruši ispred sebe sve prepreke na koje nailazi, pošto se radi o jako visokim pritiscima, čija se veličina može videti na sl. 1, na kojoj je prikazan pad pritiska kroz pravolinijski hodnik površine poprečnog preseka 4 m² i eksplozije 5.000 kg ojačanog amonala.

Ako znamo da je prema sovjetskim propisima (2) gornja granica dozvoljenog pritiska vazdušnog udarnog talasa na spoju prilaznog hodnika jamskog magacina i susjedne jamske prostorije kroz koju se kreću ljudi 0,25 kp/cm², tada je jasno da je potrebno prilazne i komunikacione prostorije magacina tako dimenzionisati i konstruisati da se pomoću zaštitnih vrata, koja bi se postavila na početku prilaznog hodnika, pritisak

Sl. 1 — Pad pritiska vazdušnog udarnog talasa u pravolinijskom hodniku površine poprečnog preseka 4 m² kod eksplozije 5000 kg ojačanog amonala.

Fig. 1 — Air impact wave pressure drop in a straight drive with a cross section surface of 4 m² during the explosion of 5000 kg of reinforced Ammonal.



vazdušnog udarnog talasa sveo na dozvoljenu veličinu. Znači, po dobijanju projektnog zadatka, potrebno je prvo proračunati i dimenzionisati pojedinačne objekte koji sačinjavaju magacin (komore, komunikacione hodnike, prilazni hodnik, odbojna udubljenja, proširenja i zaštitna vrata), a zatim izraditi dispozicionu skicu celog magacina. Ovo je neophodno da bi se dobila slika magacina u celini i njegova veličina, kako bi se kod izbora lokacije mogli smestiti svi objekti i dobiti podaci koji će služiti za proveru lokacije.

Razorno dejstvo eksplozije

Razorno dejstvo eksplozije manifestuje se u steni stvaranjem dve zone:

- zone drobljenja i
- zone pukotina.

U zavisnosti od dubine prostorije u kojoj je došlo do eksplozije, razorno dejstvo se može, a i ne mora, odraziti na površini iznad magacina. Ukoliko su prostorije magacina na takvoj dubini da se vrednost koeficijenta, koji ćemo označiti sa »n«, kreće između 1 i 3, zona drobljenja tako snažno zahvata površinu da će doći do razletanja komada stene. Koeficijent »n« određuje se pomoću izraza:

$$n = \frac{1}{H} \sqrt[3]{\frac{1,7 Q}{q}} \quad (1)$$

$$n = \frac{1}{H} \sqrt[3]{\frac{8,3 Q}{q \sqrt{H}}} \quad (2)$$

Izraz (1) koristi se kada je dubina magacina ispod površine manja od 25 metara, a izraz (2) kada je dubina veća od 25 metara. U izrazima (1) i (2) upotrebljeni simboli predstavljaju:

- Q — količinu eksploziva u magacinu u kg,
- H — dubinu magacina od površine u metrima,
- q — koeficijent koji zavisi od vrste stene u kojoj je magacin izrađen, a čije vrednosti su date u tablici 1.

Tablica 1

Vrednosti koeficijenta »q« za izraz (1) i (2)

Vrsta stene	Čvrstoća stene na pritisak (jednoak-sijalni) kp/cm ²	q
Humus, les	—	1,2
Pesak, peskovita glina	—	1,5
Čvrste stene	do 800	1,8
	800—1200	2,0
	1200—1600	2,2
	preko 1600	2,5
Suve čvrste gline	—	3,0

U slučaju da se korišćenjem izraza (1) ili (2) utvrdi da usled eksplozije može doći do razletanja komada (koeficijent »n« ima vrednosti između 1 i 3), potrebno je odrediti bezbedno rastojanje između magacina eksploziva i spoljnih objekata koji mogu biti oštećeni-korišćenjem tablice 2. Rastojanja u toj tablici mere se od projekcije magacina (tačnije komore ili niše) na površinu, a utvrđena su sovjetskim propisima (2).

Tablica 2

Sigurna rastojanja u metrima za slučaj razletanja komada posle eksplozije u magacinu eksploziva

Dubina magacina od površine H (metara)	Otvoreni tereni i mesta za javne skupove, otvorena radilišta			
	n = 1	n = 1,5	n = 2	n = 3
1,5	—	300	350	400
2,0	200	400	500	600
4,0	300	500	700	800
6,0	300	600	800	1000
8,0	400	600	800	1000
10,0	500	700	900	1000
12,0	500	700	900	1200
15,0	600	800	1000	1200
20,0	700	800	1200	1500
25,0	800	1000	1500	1800
30,0	800	1000	1700	2000
40,0	900	1200	2100	2600
50,0	1000	1400	2600	3000

Vodovi visokog napona, razvodna postrojenja, trafostanice, otvoreni ventilacioni uređaji

1,5	—	150	250	300
2,0	100	200	350	400
4,0	150	250	500	550
6,0	150	300	550	650
8,0	200	300	600	700
10,0	250	400	600	700
12,0	250	400	700	800
15,0	300	400	700	800
20,0	350	400	800	1000
25,0	400	500	1000	1000
30,0	400	500	1000	1200
40,0	500	600	1200	1400
50,0	600	700	1400	1700

Kod podzemnih magacina koji se nalaze na većoj dubini, neće doći do vidljivih manifestacija razornog dejstva na površinu. U slučaju da imamo cilindrično eksplozivno punjenje kod koga postoji intiman kontakt između stene i eksploziva, zona drobljenja i zona pukotina predstavljene su u vidu koncentričnih krugova prečnika R_d i R_p .

U ovom slučaju moguće je i bez nekih detaljnijih ispitivanja, poznavajući samo težinu punjenja u kg (Q) i čvrstoću stene na razaranje (σ_r kp/cm²), sa priličnom tačnošću odrediti prečnike zona drobljenja i pukotina pomoću izraza:

$$R_d \approx 7 \sqrt[3]{\frac{Q}{\sigma_r}} \quad (3)$$

$$R_p \approx 2,65 R_d \quad (4)$$

Ukoliko za datu stenu poznajemo još modul deformacija stene (E kp/m²), zapreminsku težinu stene (γ kg/m³), specifičnu energiju eksploziva (U_1 kp·m/kg), a σ_r uzmemo sa dimenzijama kp/m², prečnik zone drobljenja može se odrediti sa većom tačnošću pomoću izraza:

$$R_d = 2 \sqrt[3]{\frac{3Q}{4\pi\sigma_r}} \sqrt[6]{\frac{2E \cdot U_1}{\gamma}} \quad (5)$$

U podzemnim magacinima, međutim, eksplozivna materija ne ispunjava komoru i ne nalazi se u intimnom kontaktu sa stenom. Uzmemo li granične uslove propisane za smeštaj eksplozivnih materija u komorama podzemnih magacina (član 65), dobijamo da odnos površina poprečnih preseka eksploziva i komore ide od 1:3,3 do 1:3,5 (vidi sl. 3).

Međutim, u praksi ovaj odnos je uvek veći i retko je kad ispod 1:4, te se može računati da je svega 20 do 25% preseka komore ispunjeno eksplozivom.

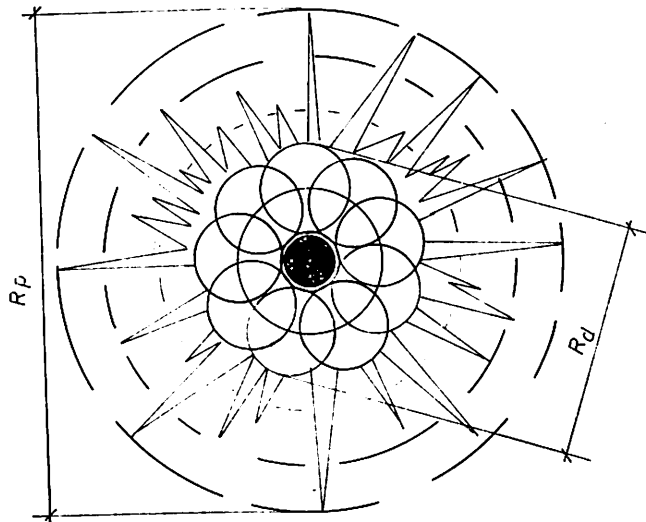
Da »eksplozivno punjenje« u magacinima eksploziva ne možemo poistovetiti sa ranije opisanim minskim punjenjem, pored već navedene razlike o ispunjenosti eksplozivom, imamo još dve bitne razlike:

- oblik složenog eksploziva u magacinu u vidu prizme prema cilindričnom obliku minskog punjenja;
- nezačepljenost komore magacina prema minskom punjenju koje ima čep.

Ove tri osnovne razlike dovode nas do zaključka da se ranije navedeni izrazi (3 do 5) ne mogu koristiti za određivanje zone drobljenja i zone pukotina kod podzemnih magacina eksploziva, i da će ove zone biti znatno manje.

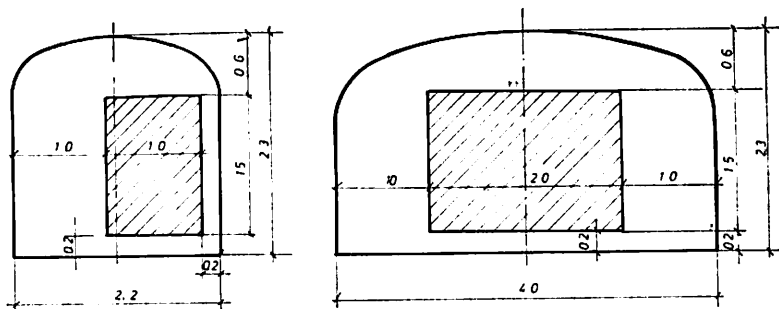
Sl. 2 — Zona drobljenja i zona pukotina oko cilindričnog punjenja.

Fig. 2 — Crushing zone and crack zone around the cylindrical charge.



Sl. 3 — Poprečni presek komore i smeštenog eksploziva.

Fig. 3 — Chamber and charged explosive cross section.



Preciznije određivanje zone drobljenja i zone pukotina moguće je odrediti korišćenjem izraza:

$$R_d = a \sqrt[3]{Q} \quad (6)$$

gde je:

a — koeficijent koji nosi u sebi karakteristike stene u kojoj je magacin izgrađen, karakteristike uskladištenog eksploziva i karakteristike »punjenja« (neispunjenost komore, nezačepljenost, oblik itd), a koji se određuje eksperimentalno.

Q — količina eksplozivne materije koja se skladišti u kg.

O eksperimentalnom određivanju koeficijenta »a« govoriće se u posebnom poglavlju.

Izneta razmatranja o razornom dejstvu eksplozije, vode nas na sledeće zaključke:

1. Kada se podzemni magacin nalazi na maloj dubini od površine, može doći, u slučaju eksplozije, do razletanja komada, koji mogu oštetiti važne spoljne objekte i ugroziti živote ljudi koji se nalaze u zoni razletanja. Ovde, na prvom mestu, mislimo na:

- trafostanice i razvodna postrojenja,
- vazdušne vodove visokog napona,
- otvorene ventilacione uređaje.

Kod lociranja takvih magacina, mora se voditi računa da bezbedno rastojanje između magacina i navedenih objekata ne bude manje od rastojanja datih u tablici 2.

Posebno je potrebno voditi računa o tome da podzemni magacini nisu blizu:

- mesta i terena za javne skupove (igrališta, bioskopi, pozorišta, železničke i autobuske stanice, bolnice, škole)
- otvorenih radilišta na kojima je zaposleno više od 10 radnika.

2. Kod lociranja podzemnih magacina eksploziva, koji se nalaze dovoljno duboko ispod površine i ne može doći do razletanja komada, potrebno je proveriti, prema zoni drobljenja i zoni pukotina, rastojanja između pojedinih komora magacina i između komora i najbližih susednih objekata.

Kod lociranja magacina, potrebno je prema ovom kriterijumu obratiti posebnu pažnju na objekte koji se nalaze iznad magacina (na višem horizontu, na primer). Posle utvrđivanja zona razaranja, potrebno je uzeti u obzir, u zavisnosti od osobina stenske mase, mogućnost samodržanja novog otvorenog prostora. Naime, po eventualnoj eksploziji može doći do zarušavanja ispucale zone i stvaranja otvora, koji mogu zahvatiti i viši horizont.

3. Tačno određivanje zona drobljenja i pukotina je neizvodljivo bez prethodnih eksperimentalnih radova na određivanju koeficijenta »a« koji figurira u izrazu 6. Da li se ovaj koeficijent mogao odrediti, uslov je da je rudnik otvoren, kako bi se na lokaciji magacina izvršili potrebni opiti. Međutim, potrebno je naglasiti da u fazi idejnog projektovanja, kada rudnik još nije otvoren i kada nije moguće izvršiti eksperimentalno određivanje koeficijenta »a«, treba zonu drobljenja orijentaciono odrediti pomoću izraza (3) ili (5), računajući sa tim da će stvarne zone biti samo manje.

Seizmičko dejstvo eksplozije

Opšte o fenomenu seizmičkog dejstva

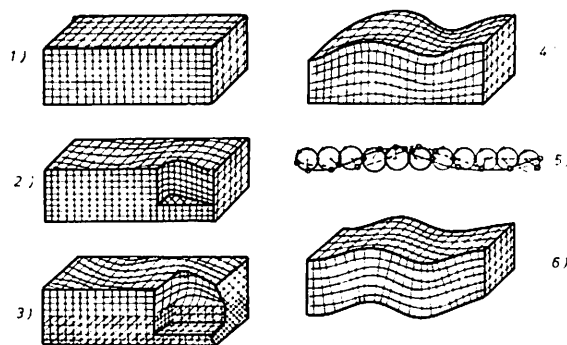
Pored drobljenja sredine i stvaranja pukotina u steni u neposrednoj blizini eksplozije, odnosno na relativno malom rastojanju, na većoj udaljenosti energija eksploziva izaziva talasanje sredine.

U osnovi razlikujemo dve kategorije seizmičkih talasa: prostorne i površinske. Prostorni talasi mogu biti longitudinalni (ili P talasi) i transversalni (ili S talasi). Pod dejstvom longitudinalnih talasa čestice sredine kreću se napred i nazad, te se materijal sredine naizmenično sabija i rasteže, zbog čega se longitudinalni talasi nazivaju i talasima pritiska — istezanja. Pri rasprostiranju poprečnih talasa, čestice sredine se kreću u pravcu koji je upravan na pravac prostiranja izazivajući smičuće napone, te

se poprečni talasi nazivaju i smičućim talasima.

Površinski talasi se prostiru u površinskim slojevima i zahvataju debljinu jednaku njihovoj talasnoj dužini. U odnosu na pravac kretanja čestica prema prostiranju, razlikujemo »R« talas ili Reylijev talas kod koga se čestice materije na njegovom putu kreću po eliptičnim putanjama, zatim »Q« talas, kod koga se čestice kreću normalno na njegov pravac i na kraju njihove kombinacije »C« i »H« talase.

Šematski prikaz deformacija sredine pri rasprostiranju seizmičkih talasa, dat je na slici 4.



Sl. 4 — Šematski prikaz deformacije materijala pri rasprostiranju seizmičkih talasa. 1 — uzdužni talas, 2 — poprečni talas, 3 — Q talas, 4 — R talas, 5 — pravac pomeranja čestica pod dejstvom R talasa, 6 — talas savijanja.

Fig. 4 — Schematic display of deformed material during seismic waves spreading.

Na seizmičke talase može se primeniti opšta teorija o talasnom kretanju, i kod njih razlikujemo sledeće uzajamno vezane veličine:

- brzinu — V
- amplitudu — A
- frekvenciju — F
- talasnu dužinu — T_1

Brzina prostornih talasa zavisi isključivo od osobina stene kroz koju se kreću i to od elastičnih osobina stena (modula elastičnosti E i koeficijenta Puasona (η), zapreminske težine (γ) i ubrzanja zemljine teže:

Za uzdužne talase

$$V_p = \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}} \text{ cm/sec} \quad (7)$$

Za poprečne talase

$$V_s = \sqrt{\frac{Eg}{2\gamma(1+\eta)}} \text{ cm/sec} \quad (8)$$

Iz izraza (7) i (8) vidi se da je brzina poprečnih talasa manja i kod većeg broja čvrstih stena odnos brzina »P« i »S« talasa je blizu veličine $\sqrt{3}$. Dijapazon brzina prostiranja uzdužnih talasa kreće se od 0,2 do 6,0 km/sec.

Površinski »R« talasi imaju brzinu koja je približno jednaka brzini »S« talasa i iznosi:

$$V_R \approx 0,9 V_s \quad (9)$$

Kod ostalih površinskih talasa nije u pogledu brzine prostiranja utvrđena ovako jednostavna zavisnost, i u mernu tačku obično stižu ovim redom: najpre »C«, zatim »H« i »Q« i na kraju »R« talasi.

Seizmički talasi, izazvani eksplozijom hemijskih eksplozivnih materija, dovode do oscilacija okolnu stenu i objekte koji se nalaze na površini ili su izgrađeni u steni, koje su slične oscilacijama usled zemljotresa, tako da objekti koji se nalaze u blizini mesta eksplozije, mogu biti oštećeni a u težim slučajevima i uništeni. Međutim, između oscilacija izazvanih eksplozivnim materijama i oscilacija izazvanih zemljotresom, postoji fizička razlika koja se u osnovi sastoji od većeg učešća visokih frekvenci u spektru energije seizmičkih oscilacija, a sa druge strane, u kraćem trajanju oscilacija.

Seizmičko dejstvo na površinske objekte

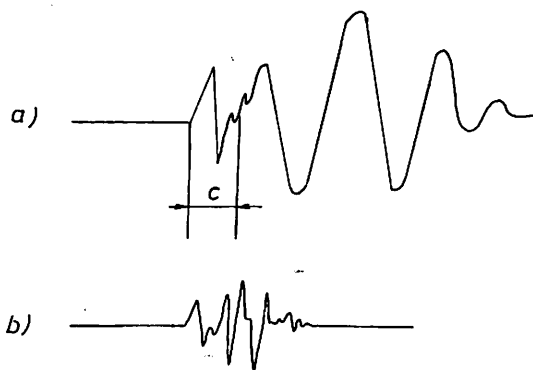
Za određivanje uticaja potresa na susedne objekte pod dejstvom eksplozije, postoje dva kriterijuma:

- U SAD kriterijum je energetski nivo seizmičkog talasa
- U SSSR-u je kriterijum brzina oscilovanja čestica pod dejstvom eksplozije.

Za površinske objekte, prema sovjetskim propisima, bezbedna brzina oscilacija kreće se između 3 do 12 cm/sec. Prema američkim normama, ako se energetski nivo prevede u brzinu oscilovanja, bezopasna brzina

se kreće između 8 i 12 cm/sec, znači u nešto užim granicama, a što pokazuje da se oba kriterijuma u suštini kvantitativno ne razlikuju.

Instrumentalna seizmička opažanja pri eksploziji pokazuju da se u zoni bliskoj mestu eksplozije, oscilacije stene mogu podeliti u dve faze, koje se uslovno zovu prethodna i glavna faza. Bez dalje deobe prema fizičkim osobinama, ovakva podela sasvim je moguća pri posmatranju seizmičkih uticaja na objekte. Nailazak seizmičkog talasa karakteriše se malom trajnošću, a isto tako malim amplitudama i niskim periodama. U glavnoj fazi proces oscilovanja odlikuje se dužim periodama i većim amplitudama, a periode zavise od karakteristike stene. Amplitude imaju veće vrednosti u vodonosnim stenama, a manje u čvrstim stenama.



Sl. 5 — Dijagram seizmičkih oscilacija. a — vodonosna nevezana stena, b — čvrsta stena, c — deo koji odgovara prethodnoj fazi.

Fig. 5 — Diagram of seismic oscillations.

Brzina oscilovanja »U« i amplituda »A« kod određenih karakteristika stene zavise od težine eksplozivne materije koja je dovedena do eksplozije i rastojanja između tačke opažanja i mesta eksplozije.

$$Q_r = \frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \quad (10)$$

$$U = k_v (Q_r)^{\eta} \quad (11)$$

Tablica 4

Skala intenziteta seizmičkih oscilacija uzrokovanih eksplozijom

Intenzitet stepen	Opis oscilacija	U	U _{max}	R _r
1	Oscilacije se mogu konstatovati samo instrumentima	< 0,2	< 0,2	> 100
2	U pojedinim slučajevima oscilacije se oseće pri mirovanju	0,2— 0,4	0,3— 0,6	63 —100
3	Oscilacije osećaju pojedinci ili oni koji znaju za eksploziju	0,4— 0,8	0,6— 1,2	40 — 60
4	Oscilacije primećuju mnogi ljudi, zveket stakla na prozorima	0,8— 1,5	1,2— 2,5	25 — 40
5	Ljuspanje krečnog premaza; oštećenje trošnih zgrada	1,5— 3,0	2,5— 5,0	16 — 25
6	Pukotine u malteru; oštećenje deformisanih zgrada	3,0— 6,0	5,0—10,0	10 — 16
7	Oštećenje dobrih zgrada, pukotine u malteru i otpadanje maltera, tanke pukotine u zidovima, pećima i dimnjacima	6,0—12,0	10,0—20,0	6,3— 10
8	Veće štete na zgradama, pukotine u nosačima i zidovima, veće pukotine u pregradnim zidovima, lom dimnjaka	12,0—24,0	20 —40,0	4,0— 6,3
9	Razaranje zgrada, velike pukotine u zidovima, cepanje zidova, zarušavanje delova zida	24,0—48,0	40,0—80,0	2,5— 4
10	Velika razaranja i rušenja zgrada	> 48	> 80	< 2,5

Uticao seizmičkih oscilacija na zgrade pri eksploziji određuje se intenzitetom seizmičkih oscilacija temelja i stanjem zgrade. U starim zgradama nastaju štete već kod 5-tog stepena seizmičke skale. Pošto se ne sme dopustiti oštećenje zgrade, dopušteni intenzitet potresa za različita stanja zgrada dat je u tablici 5.

Tablica 5

Dopušteni intenzitet potresa na zgrade

Stanje zgrada	Stepen skale	K _z
dobro	6	1,0
zgrada sa deformacijama	5	1,6
stare zgrade	4	2,5

Koeficijent »K_z« pokazuje koliko se povećava prečnik seizmičke opasne zone za zgrade koje su već deformisane, ili su stare u poređenju sa zgradama koje se nalaze u dobrom stanju.

Sedmi i osmi stepen dozvoljava se za izuzetno otporne zgrade građene tako, da bez oštećenja izdrže brzine oscilovanja od 20, odnosno 40 cm/sec.

Iz tablice 4 se vidi da 6-om stepenu odgovara komponenta brzine oscilovanja od 3—6 cm/sec, 5-om od 1,5—3,0 cm/sec i 4-om od 0,8—1,5 cm/sec. Međutim, pri instrumentalnim merenjima i pri prognoziranju seizmičke opasnosti na osnovu rezultata tih merenja, neophodno je uzeti u obzir disperziju merenih podataka, te treba prihvatiti verovatne srednje ili granične vrednosti brzine.

Redukovana rastojanja, u zavisnosti od toga da li kod eksplozije dolazi ili ne do odbacivanja komada, data su u tablici 6, gde se veličine R_r odnose na podzemne eksplozije bez odbacivanja, a R_r' za slučaj podzemnih eksplozija sa odbacivanjem sten-skog materijala. Vrednost K_y predstavlja odnos između R_r i R_r' .

Tablica 6

Vrednosti R_r i R_r' za različite stepene seizmičke skale

Stepen seizm. skale	R_r	R_r'
1	100	91
2	63 — 100	58 — 91
3	40 — 63	37 — 58
4	25 — 40	23 — 37
5	16 — 25	15 — 23
6	10 — 16	9 — 15
7	6,3 — 10	5,8 — 9
8	4,0 — 6,3	3,7 — 5,8
9	2,5 — 4,0	2,3 — 3,7
10—12	2,5	2,3
K_y	1,0	0,91

Na intenzitet potresa utiču i osobine stene, koju karakteriše koeficijent K_s . U zavisnosti od redukovano rastojanja, on ima vrednosti date u tablici 7.

Tablica 7

Vrednosti koeficijenta K_s

Karakteristike stene	K_s
Čvrste kompaktne stene	0,5
Čvrste raspucale stene	0,7
Laporci, peščari, gips	0,8
Šljunkoviti čvrsti peščari	0,9
Peskovita i glinovita tla sa podzemnim vodama na dubini većoj od 10 m	1,0
Peskovita i glinovita tla sa podzemnom vodom na dubini od 5 — 10 m	1,2
Peskovita i glinovita tla sa podzemnom vodom na dubini do 5 m	1,4
Močvarna tla i tresetišta	1,8

Na osnovu navedenih koeficijenata: K_z , K_y i K_s dobijamo redukovano rastojanje koje se odnosi na nove uslove:

$$R_r^0 = K_z \cdot K_y \cdot K_s \cdot R_r \quad (16)$$

Na osnovu jednačina 15 i 16 dobijamo bezbedno rastojanje:

$$R = K_z \cdot K_y \cdot K_s \cdot R_r \sqrt[3]{Q} \quad (17)$$

gde je:

- Q — težina eksploziva u kg
- R_r — vrednost iz tablice 4
- K_z — vrednost iz tablice 5
- K_y — vrednost iz tablice 6
- K_s — vrednost iz tablice 7

Prema sovjetskim propisima (2) bezbedno rastojanje podzemnih magacina od površinskih objekata određuje se pomoću uprošćenog izraza:

$$R = 1,2 k \sqrt[3]{Q} \quad (20)$$

Vrednosti za koeficijent »k« date su u sledećoj tablici:

Tablica 8

Vrednosti koeficijenta »k« za određivanje bezbednog rastojanja pomoću izraza 20

Vrsta stene	k
Čvrste stene bez pukotina	3
Čvrste ispucale stene	5
Šljunak i šljunkovito tlo	7
Pesak i peskovito tlo	8
Gline i glinovito tlo	9
Nasuto tlo	15

Seizmički bezbedna rastojanja, izračunata pomoću izraza 20, povećavaju se za dva puta, ako se podzemna voda nalazi na dubini manjoj od 10 metara ispod površine tla.

Upoređivanjem izraza (17) i (20) vidimo da se proračunom pomoću izraza (17) dobijaju nešto manja bezbedna rastojanja, što je i logično pošto u njemu figurira više elemenata, tako da postoji mogućnost da se i bezbedno rastojanje preciznije odredi.

Za slučaj da je magacin izrađen iz više komora u kojima se skladište eksplozivne materije, umesto ukupne količine eksploziva »Q«, koja bi predstavljala zbir pojedinačnih količina u pojedinim komorama, uzima se ekvivalentna količina »Q_e« koja se određuje izrazima:

$$Q_e = Q_1 \left(\frac{D_e}{D_1} \right)^3 + Q_2 \left(\frac{D_e}{D_2} \right)^3 + \dots + Q_n \left(\frac{D_e}{D_n} \right)^3 \quad (18)$$

$$D_e = \frac{D_1 \sqrt[3]{Q_1} + D_2 \sqrt[3]{Q_2} + \dots + D_n \sqrt[3]{Q_n}}{\sqrt[3]{Q_1} + \sqrt[3]{Q_2} + \dots + \sqrt[3]{Q_n}} \quad (19)$$

U kojima je:

- Q_1 do Q_n — količine eksploziva u pojedinim komorama (kg)
 D_1 do D_n — rastojanja pojedinih komora do objekta koji se štiti (m).

Ekvivalentna količina primenjuje se i u izrazu (17) i u izrazu (20).

Na osnovu do sada iznetog uz pomoć izraza (17), odnosno (20), možemo odrediti bezbedno rastojanje između površinskih objekata i jamskih magacina eksploziva. Međutim, na opisani postupak se može staviti primedba da je razrađen na bazi ispitivanja seizmičkog dejstva kod miniranja, a ne kod uslova smeštaja eksplozivnih materija u komorama magacina, te će se kod istih usvojenih dozvoljenih brzina oscilovanja dobiti veća bezbedna rastojanja. Da je ova tvrdnja tačna, pokazuju radovi saradnika Permskog politehničkog instituta (3), koji su ispitivali zavisnost između amplitude oscilovanja i različitih odnosa prečnika minske rupe i minskog punjenja. Ova zavisnost je data u vidu dijagrama i prikazana je na sl. 6.

Sl. 6 — Zavisnost amplitude oscilovanja od odnosa prečnika bušotine i eksplozivnog punjenja.

Fig. 6 — Dependence of oscillation amplitude on the ratio between borehole diameter and explosive charge.

Matematička zavisnost ispitivanja data je izrazima:

Za krivu 1:

$$A = 1,5 - 0,504 \frac{D_b}{D_p} \quad (21)$$

Za krivu 2:

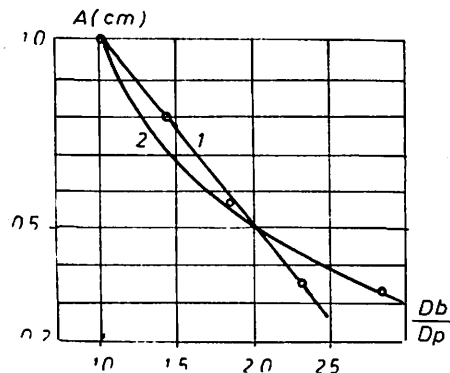
$$A = \frac{1,117}{D_b} D_p - 0,0624 \quad (22)$$

Prema izloženom u glavi »Razno dejstvo eksplozije«, utvrdili smo da se odnos površina poprečnog preseka eksploziva smeštenog u komori magacina odnosi prema površini poprečnog preseka komore kao 1:3,3 do 1:4. Ako ove površine aproksimiramo kružnim, dobijamo da prečnik eksploziva prema prečniku komore stoji u odnosu 1:2 do 1:2,3. Pretpostavimo da je za jedan površinski objekat kod određivanja sigurnog rastojanja usvojena bezbedna brzina oscilovanja od 6 cm/sec. Koristeći relaciju datu izrazom (12), kod periode $T = 0,15$ sec, dobijamo dozvoljenu amplitudu oscilovanja:

$$A = \frac{0,15 \times 60}{2 \times 3,14} = 1,4 \text{ mm}$$

Za odnos redukovanih prečnika eksploziva i komore od 1:2 pomoću izraza 21, dobijamo amplitudu:

$$A = 1,5 - 0,504 \frac{2}{1} = 0,49 \text{ mm} \approx 0,5 \text{ mm}$$



Ovoj amplitudi odgovara brzina oscilovanja:

$$U = \frac{2 \times 3,14}{0,15} \times 0,05 = 2,1 \text{ cm/sec}$$

koja dolazi u 5. stepen seizmičke skale. Znači, ukoliko bezbedno rastojanje određujemo pomoću izraza (17), odnosno (20), dobićemo veće rastojanje, pošto će u slučaju eksplozije objekat biti opterećen sa svega 2,1 cm/sec, umesto 6 cm/sec, koliko se išlo kod proračuna. Jasno je da se odnosi dati izrazima (21) i (22) odnose na određenu vrstu stene (u našem slučaju anhidrit) i da se ne mogu uopšteno primenjivati. Ipak, ovo nas upućuje na zaključak da se mesto empiričkog određivanja sigurnog rastojanja pomoću izraza (17) ili (20) više orijentišemo na izraz (11) i eksperimentalno određivanje koeficijenta »K_v« i eksponenta »η« kod čijeg određivanja treba voditi računa o uslovima smeštaja eksploziva u komore magacina.

Seizmičko dejstvo eksplozije na ljude

Dejstvo mehaničkih oscilacija na ljude, predmet je proučavanja svih industrijski razvijenih zemalja. Ovim proučavanjima došlo se do zaključka da oscilacije utiču štetno na ljudsko zdravlje, naročito kod dugotrajnog izlaganja oscilacijama i da u fenomenu štetnog dejstva treba kao merodavne veličine razlikovati, u zavisnosti od frekvence oscilovanja: pomeranje (amplitudu), brzinu oscilovanja i ubrzanje. Dozvoljene vrednosti amplitude, ubrzanja i brzine oscilovanja kod izlaganja ljudi mehaničkim oscilacijama, prema sovjetskim sanitarno-higijenskim propisima, date su u tablici 9.

Nastavak tablice 9

F (Hz)	60	80	100
A (mm)	0,019	0,014	0,009
U (mm/sec)	6,9	6,9	5,7
a (mm/sec ²)	2640	3480	3550

Dozvoljene vrednosti date u tablici 9 moraju se smanjiti za tri puta, ukoliko je čovek dnevno, u toku radnog vremena, izložen oscilacijama duže od 1 čas.

Karakter dejstva oscilacija na ljude dat je u sledećoj tablici:

Tablica 10
Karakter dejstva oscilacija na ljude

	U (mm/sec)	a (mm/sec ²)
	10 < F < 100 Hz	1 < F 10 Hz
Ne oseća	0,16	10
Slabo oseća	0,16—0,64	10—40
Dobro oseća	2,10—6,40	126—400
Štetan pri dugotrajnom harmonijskom osciliranju	16	1000
Dozvoljen pri dejstvu oscilacija od eksplozija	16	1000

Tablica 10 nam pokazuje da je za određivanje štetnog dejstva oscilacija uzrokovanih eksplozijom na ljude, merodavno ubrzanje za frekvence do 10 Hz, a brzina oscilovanja za frekvence od 10 — 100 Hz. Treba naglasiti da se veličine date u tablici 9 odnose na svakodnevnne višekratne eksplozije.

Prema ispitivanjima vršenim u cilju izgradnje podzemnih skloništa od dejstva nuklearne bombe, utvrđeno je da se gornja

Tablica 9

Dozvoljene vrednosti oscilacija prouzrokovanih mehaničkim putem na ljude

F (Hz)	do 3	5	8	10	20	40
A (mm)	1,8— 1,2	0,45	0,15	0,13	0,07	0,024
U (mm/sec)	34 — 23	14,1	7,5	8,4	8,7	6,0
a (mm/sec ²)	645 —420	450	390	520	1080	1500

dozvoljena granica brzine oscilovanja na ljude kod jednokratne eksplozije kreće do 150 cm/sec, a kod brzine prostiranja talasa od 100 m/sec (5). Kod nuklearne eksplozije oscilacije su niže frekvence i približavaju se onim kod zemljotresa i retko prelaze 2—5 Hz. Pošto kod eksplozija hemijskih sredstava, frekventna oblast je najčešće između 10 i 20 Hz, gornja dozvoljena granica brzine oscilovanja nalazila bi se između 30 i 50 cm/sec.

Seizmičko dejstvo na uređaje i mašine

Dejstvo oscilacija izazvanih eksplozijom na mašine i uređaje ispitivano je kod podzemnih nuklearnih eksplozija i eksplozija velikih količina klasičnih eksploziva (pojedine eksplozije do 145.000 kg TNT). Ovim ispitivanjima je utvrđeno (5,10):

»Kod nuklearne eksplozije »Bilby« utvrđena su oštećenja na instalacijama. Do ovih oštećenja je došlo iz različitih razloga; neke mašine su odbačene prema zidovima ili radiatorima, kod drugih su lomljena ugao-na gvožđa kojima su motori pričvršćeni na instalacijama, tako da su zbog pada mašina uzrokovana oštećenja; opet u drugim slučajevima pukli su liveni delovi mašina. Do oštećenja je dolazilo kod brzina oscilovanja od 50 do 150 cm/sec i pomeranja između 5 i 15 cm.

Tipično je da kod drumskih vozila, kao što su prikolice i na kojima su montirani uređaji za bušenje, ne dolazi do oštećenja ni kod brzina oscilovanja od 300 cm/sec i pomeranja od 40 cm. Čelični rezervoari izdržali su brzine od 560 cm/sec i pomeranja od 170 cm. Rezervoari starijih konstrukcija procurili su kod brzina oscilovanja od 80 cm/sec i pomeranja od 7 cm...«

U istom izlaganju se još kaže: »Kod instalacija (pomoćni agregati za el. struju, ventilatori, filtri za vazduh, električni uređaji, kompresori) isporučilac se mora izjasniti da li je njegov agregat siguran za očekivana ubrzanja, brzine oscilovanja i pomeranja.«

Od rudničkih mašina i uređaja koji mogu biti ugroženi oscilacijama usled eksplozije u podzemnom magacinu, treba izdvojiti sve one uređaje sa velikim inercijalnim masama kao što su: izvozne mašine, glavni ven-

tilatori, mlinovi u postrojenjima za preradu i stabilni kompresori. Mada svi ovi uređaji, s obzirom na svoju robusnost i predimenzioniranost, mogu izdržati i veća opterećenja, zbog njihove važnosti ne bi trebalo dozvoliti veće brzine oscilovanja kod jednokratne eksplozije od 3,0 cm/sec (5. stepen seizmičke skale). Od ove preporuke može se odstupati u slučaju da isporučilac opreme garantuje da u toku rada mašine ista može da prihvati i veće brzine oscilovanja i navede koje su to brzine u zavisnosti od frekvence.

Seizmičko dejstvo na podzemne objekte

Podzemne prostorije mogu u većini slučajeva da prihvate, bez oštećenja, veća opterećenja usled oscilovanja od površinskih objekata. Ovde valja razlikovati sledeće slučajeve:

a) Podgrada objekta je od armiranog betona. U tim slučajevima dozvoljava se kod jednokratne eksplozije brzina oscilovanja do 130 cm/sec.

b) Podgrada objekta je od masivnog betona marke iznad 220. Dozvoljene brzine oscilovanja kod jednokratne eksplozije su do 100 cm/sec.

c) Podgrada objekta je od masivnog betona marke 160 do 220. Dozvoljene brzine oscilovanja do 80 cm/sec.

d) Objekat je izrađen u čvrstim stenama, a nepodgrađen je. Za ovakav slučaj, bez ispitivanja, teško je dati odgovor o dozvoljenim brzinama oscilovanja, a da bi se sprečilo ispadanje komada stena. Prema ispitivanjima Rudarskog instituta, Beograd, u automobilskom tunelu kod Jelendola, na putu Čačak — Titovo Užice, utvrđeno je da kod višekratnih miniranja dolazi do sitnih obrušavanja u tunelu kod brzine oscilovanja od 2 — 3 cm/sec, što bi dozvolilo kod jednokratne eksplozije brzinu od oko 8 cm/sec.

e) Isti je slučaj sa objektima koji su podgrađeni drvetom ili čelikom. Naime, na dozvoljene brzine oscilovanja utiče niz faktora koje je praktično nemoguće odrediti bez ispitivanja. Tu dolazi, na prvom mestu, sposobnost stene za samodržanje otvorenog prostora, gustina i kvalitet podgrade itd.

Za slučaj da se ispitivanja nisu vršila, treba računati da dozvoljene brzine oscilo-

vanja kod jednokratnih eksplozija ne smeju preći kod objekata pod d) i e) 9 cm/sec. Takođe je potrebno naglasiti da se date preporuke odnose na rudničke jamske prostore kod površine poprečnog preseka do 12 m². Kod nepodgrađenih, ili drvetom podgrađenih prostorija većih preseka, ispitivanje je neophodno.

Zaključci o seizmičkom dejstvu eksplozije

Na osnovu napred iznetog može se zaključiti sledeće: seizmički efekat eksplozije na susedne objekte mora se uzeti u obzir kod lociranja podzemnih magacina eksploziva. Kod toga je neophodno izvršiti proveru seizmičkog dejstva eksplozije na ljude i ugrađenu opremu. Kod provere dejstva na ljude, treba voditi računa da se provera vrši u odnosu na objekte u kojima se u pojedinim trenucima nalazi više od 5 ljudi (čl. 58. Pravilnika). Najčešće su ti objekti: navozišta izvoznih okana, glavni izvozni hodnici, izvozna okna, izvozni potkopi i niskopi itd.

— Pomoću izraza (17) moguće je odrediti bezbedno rastojanje između podzemnog magacina i susednih objekata, bez obzira da li se radi o površinskim ili podzemnim objektima, opremi ili ljudima. Jasno je da se kod podzemnih objekata neće uzimati u obzir svi koeficijenti i za podzemne objekte izraz (17) imaće oblik

$$R = K_v \cdot K_s \cdot R_r \sqrt[3]{Q} \quad (23)$$

Za ugrađenu opremu i ljude koristiće se jedan od dva navedena izraza (17 ili 23) u zavisnosti od toga da li se radi o površinskim ili podzemnim objektima u kojima se nalazi oprema i ljudi.

— Bezbedno rastojanje između magacina i susednih objekata određeno pomoću izraza (17), odnosno (20), biće u svakom slučaju veće od rastojanja koje bi se dobilo ispitivanjem. Ukoliko se radi o jednorodnoj stenskoj masi, ova razlika nije naročito značajna. Međutim, ukoliko su geološke prilike ležišta složene, ili se između magacina i ob-

jekta koji se štiti nalazi više geoloških serija različitih po svojim fizičko-mehaničkim osobinama, tada će se dobiti znatno veće sigurno rastojanje, ako se ono određuje empirijski. Ovo zato što se vrednost za koeficijent »K_s«, odnosno »k« mora uzeti za seizmički najnepovoljniju seriju.

— Optimalno određivanje bezbednog rastojanja, s obzirom na seizmički efekat, moguće je izvršiti jedino korišćenjem izraza (11) koji, u stvari, predstavlja zakon brzine oscilovanja za date ulazne parametre (geometrija eksploziva i komore, geološka građa stena između magacina i susednih objekata, osobine eksploziva koji se skladišti), uz eksperimentalno određivanje koeficijenta »k_v« i eksponenta »n«.

Sistematizacija parametara koji ulaze u proračun sa analizom njihovih težina

U poglavlju »Osnovni principi projektovanja podzemnih magacina eksploziva« utvrdili smo da bezbedno rastojanje između podzemnih magacina i susednih objekata određujemo na:

- razorno dejstvo eksplozije
- seizmičko dejstvo eksplozije.

Prvu, najgrublju sistematizaciju, izvršićemo prema dejstvu eksplozije (vidi tablicu 11).

Tada imamo:

Na osnovu sistematizacije date u tablici 11, moguće je parametre podeliti na:

- parametre koji zavise od projektog zadatka (A)
- parametre date u vidu tabličnih pregleda u cilju korišćenja empiričkih izraza (B)
- parametre koji se određuju standardnim laboratorijskim metodama (C)
- parametre koji se određuju posebnim ispitivanjima (D)

Ovakvu podelu takođe je moguće tablično predstaviti, što je i učinjeno u tablici 12.

Sistematizacija parametara prema dejstvu eksplozije na susedne objekte

Tablica 11

		P a r a m e t a r		
Dejstvo eksplozije	N a z i v	Simbol	Izraz u kome se koristi	
Razorno	Koeficijent dubine	n	1, 2	
	Količina eksploziva	Q	1, 2, 3, 5, 6	
	Dubina magacina od površine	H	1, 2	
	Koeficijent »čvrstoće«*	q	1, 2	
	Čvrstoća stene na razaranje	σ_r	3, 5	
	Modul elastičnosti stene	E	5	
	Zapreminska težina stene	γ	5	
	Specifična energija eksploziva	U_1	5	
	Jednoaksijalna čvrstoća stene na pritisak	σ_c	3, 5	
	Koeficijent zone razaranja	a	6	
Seizmičko	Količina eksploziva	Q	10, 15, 17, 18, 19, 20, 23	
	Brzina oscilovanja	U	11, 12, 13	
	Koeficijent brzine oscilovanja zavisano od stene	k_v	11	
	EkspONENT brzine oscilovanja zavisano od karakteristika eksploziva, uslova i karakteristika stene			
	Period oscilovanja	T_1	12	
	Amplituda oscilovanja	A	12	
	Komponente brzine oscilovanja	U_1 U_v U_p	13	
	Koeficijent karakteristika stene	k_r	14	
	Redukovano rastojanje	R_r	10, 15, 16, 17, 23	
	Koeficijent dopuštenog intenziteta oscilovanja za zgrade	k_z	16, 17,	
	Koeficijent dejstva eksplozije sa odbacivanjem i bez odbacivanja komada	k_y	16, 17, 23	
	Koeficijent karakteristika stene	K_s	16, 17, 23	
	Koeficijent karakteristika stene	k	20	

Tablica 12

Dejstvo eksplozije	A	B	C	D
Razorno dejstvo	H	q	σ_c	a
	Q		E	
	U_1		γ	
	n		σ_r	
Seizmičko dejstvo	Q	k_z		U_1
	R_r	k_y		U_v
		k_s		U_p
		k		A
				T_1
		k_r		k_v η U

U tablici 12 vidimo jednu interesantnu činjenicu, da se kod određivanja bezbednog

rastojanja između podzemnog magacina eksploziva i susednih objekata, s obzirom na razorno dejstvo eksplozije, koristimo bilo laboratorijskim bilo posebnim ispitivanjima, dok kod određivanja seizmički bezbednog rastojanja, imamo mogućnost da se koristimo samo empiričkim podacima ili podacima na osnovu posebnih ispitivanja.

U prethodnoj glavi napomenuto je da se optimalno bezbedno rastojanje, kako na razorno, tako i na seizmičko dejstvo eksplozije, može odrediti isključivo na osnovu posebnih ispitivanja i da empirički proračuni daju uvek veća sigurna rastojanja, koja primenom različitih izraza daju različite veličine. U ovo se možemo uveriti preko sledećeg jednostavnog primera.

* Koeficijent koji zavisi od čvrstoće stena i nije isti sa koeficijentom Protodakonova.

Uzmimo da je potrebno odrediti bezbedno rastojanje između podzemnog magacina eksploziva i susednih objekata, za slučaj da je magacin lociran u krečnjaku. Bezbedno rastojanje treba odrediti na razorno i seizmičko dejstvo za susedne jamske objekte, a samo na seizmičko dejstvo za površinski objekat lociran na nasutom tlu. Susedni jamski objekti su nepodgrađeni, a površinski objekat je projektovan za šesti stepen seizmičke skale.

Krečnjak, na osnovu laboratorijskih ispitivanja, ima sledeće osobine:

$$\sigma_r = 2,7 \cdot 10^5 \text{ kp/m}^2$$

$$E = 5 \cdot 10^9 \text{ kp/m}^2$$

$$\gamma = 2500 \text{ kp/m}^3$$

$$\sigma_c = 1400 \text{ kp/cm}^2$$

Magacin se nalazi na dubini od 80 m, a projektovan je da primi 5.000 kg ojačanog amonala specifične energije $429 \cdot 10^3 \text{ kp} \cdot \text{m/kg}$.

Pošto je magacin na dubini od 80 m, nema potrebe za proverom sigurnog rastojanja na odbacivanje komada.

Koristeći izraz (3) i (5) dobijamo sledeće prečnike razorne zone:

$$R_d = 7 \sqrt[3]{\frac{5000}{27}} = 18,5 \text{ m} \text{ — pomoću izraza (3)}$$

$$R_d = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 5 \cdot 10^3}{4 \cdot 3,14 \cdot 2,7 \cdot 10^5}}$$

$$\cdot \sqrt[6]{\frac{2 \cdot 5 \cdot 10^9 \cdot 4,29 \cdot 10^5}{2,5 \cdot 10^3}} =$$

$$= 18 \text{ m} \text{ — pomoću izraza (5)}$$

Prečnici zona rasprostiranja pukotina su:

$$R_p \approx 2,65 \cdot 18,5 \approx 49 \text{ m}$$

$$R_p \approx 2,65 \cdot 18 \approx 47,5 \text{ m}$$

Kao što vidimo, u oba slučaja dobili smo približno iste vrednosti. Očito je da do ove sličnosti dolazi zbog toga što se radi o eksplozivu čija je specifična energija oko $400 \cdot 10^3 \text{ kp} \cdot \text{m/kg}$ i da bi se kod skladištenja eksploziva, čija se specifična energija znatno razlikuje od ove, povećala i razlika između rezultata dobijenih izrazima (3) i (5).

Seizmički bezbedna udaljenost podzemnih objekata iznosila bi, poštujući preporuke iz poglavlja »Seizmičko dejstvo na podzemne objekte« od:

$$R = 1 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \sqrt[3]{5000} = 86 \text{ m}$$

do:

$$R = 1 \cdot 0,5 \cdot 6,3 \cdot \sqrt[3]{5000} = 54 \text{ m}$$

u zavisnosti od toga koja je vrednost uzeta za R_r .

Seizmički bezbednu udaljenost površinskih objekata možemo odrediti pomoću izraza (17) ili (20). Pomoću izraza (17), koristeći podatke iz tablice 4 do 6, dobijamo seizmički bezbednu udaljenost od:

$$R = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10 \sqrt[3]{5000} = 171 \text{ metar}$$

do:

$$R = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16 \sqrt[3]{5000} = 274 \text{ metra}$$

Pomoću izraza (20) i tablice 8 dobijamo:

$$R = 1,2 \cdot 15 \sqrt[3]{5000} = 308 \text{ metara}$$

Kao što vidimo, seizmički bezbedna udaljenost za iste uslove, određena empirički iznosi od 171 do 308 metara.

Na osnovu izvršenih eksperimentalnih radova, utvrđeno je:

— za projektovani smeštaj 5000 kg amonala u komoru određenih dimenzija i projektovane uslove smeštaja, vrednost koeficijenta »a« iz izraza (6) iznosi 0,304;

— zakon brzine oscilovanja u pravcu susednih jamskih objekata ima izraz:

$$U = 42,8 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1,43}$$

a u pravcu površinskih objekata:

$$U = 69,1 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1,24}$$

Stvarne potrebne udaljenosti između magacina i susednih objekata iznose:

s obzirom na razorno dejstvo:

$$R_d = 0,304 \sqrt[3]{5000} = 5,2 \text{ m}$$

$$R_p \approx 2,65 \cdot 5,2 \approx 13,8 \text{ m}$$

s obzirom na seizmičko dejstvo na susedne jamske objekte:

$$U = 9 \text{ cm/sec}$$

$$9 = 42,8 \left(\frac{\sqrt[3]{5000}}{R} \right)^{1,43}$$

$$R = 50 \text{ m}$$

s obzirom na seizmičko dejstvo na susedne površinske objekte:

$$U = 4,5 \text{ cm/sec}$$

$$4,5 = 69,1 \left(\frac{\sqrt[3]{5000}}{R} \right)^{1,24}$$

$$R = 155 \text{ m}$$

Iz navedenog primera vidi se očita prednost određivanja bezbedne udaljenosti podzemnih magacina od susednih objekata na osnovu posebnih ispitivanja, te je moguće dati i »težinu« pojedinih parametara koji ulaze u proračun.

1. grupa: Parametri određeni na osnovu posebnih ispitivanja:

$$a, U_1, U_v, U_p, A, T_1, K_v, \eta, U$$

2. grupa: Parametri određeni na osnovu laboratorijskih ispitivanja:

$$E, \sigma_c, \sigma_T, \gamma$$

3. grupa: Parametri priređeni za empiričke proračune:

$$q, K_z, K_y, K_s, k.$$

Metode određivanja onih parametara koji se mogu utvrditi samo posebnim ispitivanjima sa kritičkim osvrtom na njih sa tehničkog i ekonomskog aspekta
Parametri za određivanje bezbednog rastojanja na seizmičko dejstvo

Zakon oscilovanja u obliku:

$$U = k_v \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^\eta \quad (24; 7)$$

dobija se eksperimentalnim određivanjem koeficijenta »k_v« i eksponenta »η«. Sam postupak sastoji se u merenju brzine oscilovanja u izabranom pravcu, dovođenjem do eksplozije takvih količina eksploziva kod takvih rastojanja između mesta eksplozije i mesta opažanja, da se brzine oscilovanja dobiju u što širem dijapazonu. Za merenje brzine oscilovanja koriste se uređaji koji omogućavaju merenje sve tri komponente brzine, kako bi se dobio vektor brzine oscilovanja.

Ranije je naglašeno da se eventualna eksplozija u podzemnom magacinu eksplozivnih materija odvija pod specifičnim uslovima, pošto odsustvuje čep, a postoji nesrazmera između prostorije i u njoj smeštenog eksploziva. Da bi se ispitivanjem dobili što tačniji rezultati, potrebno je opite izvesti pod što sličnijim uslovima. Zato je potrebno prethodno izraditi idejno rešenje magacina i iz njega utvrditi sledeće odnose:

- odnos površine poprečnog preseka komore i poprečnog preseka eksploziva koji treba da se u komoru smesti;
- odnos površine poprečnog preseka eksploziva u komori i njegove dužine.

U oba slučaja radi se o efektivnim presecima eksploziva isključujući ambalažu.

Radi lakše obrade vrednosti dobijenih ispitivanjem i izrade plana ispitivanja, vraćamo se na izraz 10 i pojam redukovane težine:

$$Q_r = \frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \quad (25; 10)$$

u kom slučaju dobijamo izraz za zakon brzine oscilovanja u obliku:

$$U = k_v (Q_r)^\eta \quad (26; 11)$$

Ranije je rečeno da ispitivanja treba tako isplanirati, da se vrednosti brzine oscilovanja »U« dobiju u što širem opsegu. Ako pažljivije pogledamo izraze (25) i (26), vidimo da je to moguće učiniti, ili promenama količine eksploziva »Q« kod približno istih rastojanja »R«; promenom rastojanja kod istih količina eksploziva i na kraju kombinovanim izmenama jedne i druge veličine u određenom odnosu. Da bi kod ispitivanja troškove sveli na najmanju meru korišćenjem malih eksplozivnih punjenja, najčešće se koristi treći postupak. Određivanje potrebnih količina eksploziva i rastojanja daćemo na jednom primeru.

Uzmimo da odnos površine poprečnog preseka eksploziva prema površini preseka komore stoji u odnosu 1:4, a odnos površine preseka eksploziva prema dužini eksploziva 1:2,5. Kod primene standardnih eksploziva u valjkastim pakovanjima prečnika: 25, 28, 32, 42 mm, dobićemo sledeće veličine date u tablici 13:

Tablica 13

Prečnik patrone (mm)	25	28	32	42
Površina preseka patrone (cm ²)	4,9	6,17	8,05	13,8
Dužina punjenja (cm)	12,3	15,4	20,2	34,5
Površina preseka bušotine (cm)	19,6	24,7	32,2	55,2
Prečnik bušotine (cm)	5,0	5,75	6,4	8,4
Težina eksploziva (grama)	60	100	170	470
$\sqrt[3]{VQ}$	0,392	0,465	0,555	0,777

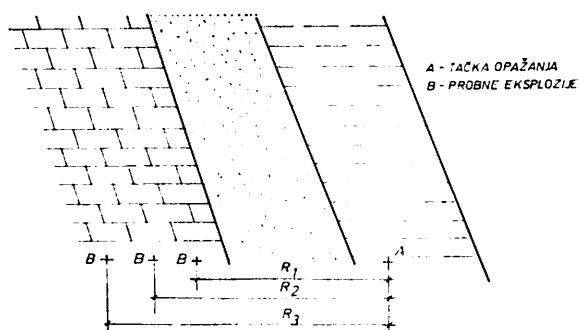
Za različite vrednosti »Q_r« od 0,01 do 0,10, dobijamo sledeća rastojanja »R« od centra punjenja do mesta opažanja:

Tablica 14

Q _r	Prečnik patrone u mm		
	25	32	42
Rastojanje »R« u metrima			
0,01	39,2	55,5	77,9
0,025	15,7	22,2	31,1
0,05	7,8	11,1	15,6
0,075	5,2	7,4	10,4
0,10	3,9	5,6	7,8

Iz tablice 14 vidimo da sa promenom mesta opažanja za svaki od odabranih prečnika eksplozivnog punjenja možemo lako da pokrijemo dovoljno širok dijapazon redukovanih težina. Jasno je da su rasponi između susednih veličina Q_r u tablici 14 veliki i u praksi kod izvođenja opita između dve susedne vrednosti mogu se ubaciti nove 2 do 3 vrednosti, tako da se broj opita može znatno povećati. Ipak, već ovde treba naglasiti da se u praksi opiti uvek izvode sa više različitih prečnika patrona (promena težine punjenja), pošto se paralelno izvode i ispitivanja koeficijenta »a«.

Ukoliko je magacin eksploziva projektovan u jednoj stenskoj sredini, a objekat koji se štiti u drugoj koja se razlikuje po svojim osobinama od prve, onda se opažanja moraju vršiti u sredini u kojoj je objekat koji se štiti, a probne eksplozije u sredini u kojoj će se graditi magacin. Ovaj slučaj je prikazan na slici 7.



Sl. 7 — Položaji merne tačke i tačaka u kojima se vrše opitne eksplozije za slučaj različitih radnih sredina.

Fig. 7 — Positions of the measuring point and points at which test explosions are carried out for cases of different working environments.

Treba napomenuti da se vrednosti za »Q_r« mogu uzeti u bilo kom dijapazonu i da je dijapazon u tablici 14 dat samo kao primer. Kod velikih rastojanja između tačaka u kojima se vrše opitne eksplozije i mesta opažanja, dobiće se, kod malih eksplozivnih punjenja kakva se primenjuju kod opita, male brzine oscilovanja, te se dijapazon za »Q_r« može uzeti i između 0,005 i 0,05 s tim što između ove dve granične vrednosti treba da bude još bar 6 do 8 vrednosti.

Kod rada na ispitivanju treba se truditi da se probne eksplozije vrše pomoću bušotina što manjeg prečnika, da bi se smanjili troškovi bušenja, i u pojedinim slučajevima, naročito kod većih rastojanja, koristiti dve do četiri bušotine koje se istovremeno iniciraju. Kod korišćenja više bušotina, one moraju biti na takvom rastojanju da ne dođe do presecanja zona drobljenja. Takođe, uzima se za »Q« ukupna količina eksploziva u svim bušotinama, a za rastojanje »R« razlikujemo dva slučaja. U prvom slučaju (sl. 8) rastojanje »R« je jednako aritmetičkoj sredini rastojanja pojedinih bušotina od mesta opažanja:

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad (27)$$

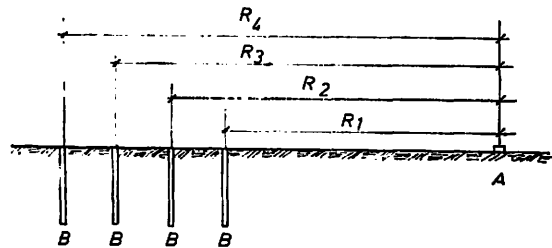
gde je »n« broj bušotina.

U drugom slučaju (slika 9) rastojanje »R« jednako je rastojanju pojedinih bušotina od mesta opažanja.

Dužina bušotina zavisi od prečnika bušotine, prečnika eksplozivnih punjenja, vrste eksploziva i fizičko-mehaničkih osobina stena. Ona se određuje eksperimentalno, sa nekoliko bušotina različitih dužina, uzimajući orijentaciono da najmanja dubina bušotine iznosi 10 do 15 prečnika bušotine. Dubina bušotine mora biti takva, da se ne stvori levak na ustima bušotine. Eksploziv se inicira trenutnim električnim upaljačima kod nezačepljene bušotine. Kod postavljanja eksploziva u bušotinu, treba obratiti pažnju da se eksploziv ne oslanja na dno bušotine.

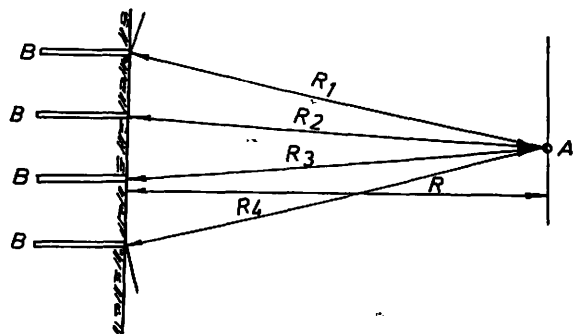
Merenje brzine oscilovanja vrši se pomoću posebnih uređaja, s tim što se istovremeno u mernoj tački mere tri komponente brzine. Da bi se broj opitnih eksplozija sveo

na što je moguće manji broj, opažanja kod jedne eksplozije vrše se u tri ili više tačaka koje su na različitim rastojanjima od mesta eksplozije, pri čemu se vodi računa da merne tačke budu približno u jednoj liniji.



Sl. 8 — Određivanje rastojanja »R« kod više bušotina — prvi slučaj.

Fig. 8 — Determination of »R« distance for several boreholes — first case.



Sl. 9 — Određivanje rastojanja »R« kod više bušotina — drugi slučaj.

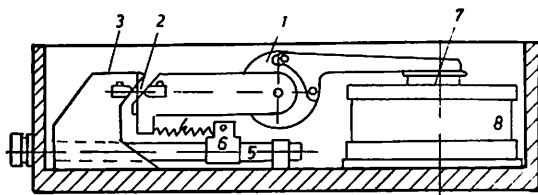
Fig. 9 — Determination of »R« distance for several boreholes — second case.

Od uređaja koji se koriste za merenje brzine oscilovanja razlikujemo dva najčešće primenjivana tipa:

- sa elektrodinamičkim davačima
- sa piezoelektričnim davačima.

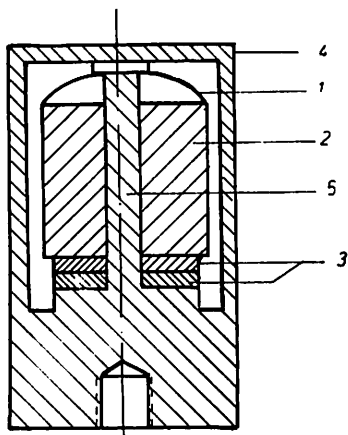
Principijelna šema elektrodinamičkih davača data je na slici 10.

Na tegu (1) nalaze se dva indukciona kalemata koji se mogu slobodno kretati kroz cilindrični otvor stalnog magneta (8). Jedan kalem služi za fiksiranje tega kod transporta, a drugi radi registrovanja pomeranja tega kod oscilovanja, te je zato vezan sa galvanometrom registrujućeg instrumenta. U



Sl. 10 — Šematski prikaz elektrodinamičkog davača za merenje brzine oscilovanja.

Fig. 10 — Schematic display of a electro-dynamic feeder for oscillation velocity measurement.



Sl. 11 — Šema piezoelektričnog davača ubrzanja.

Fig. 11 — Schematic of piezoelectric acceleration feeder.

cilju promene osetljivosti davača iz kalema su izvučena dva ili više izvoda različitog omskog otpora. Teg se kreće oko krstastog nosača koji je izrađen od čeličnih limova (2), a sopstvena frekvenca davača se reguliše pomoću opruge (4). Kod registrovanja horizontalnih oscilacija opruga (4) se isključuje. Najčešće primenjivani davači ovog tipa su: sovjetski »Vegik«, USA-Seizmograf VS-1000 firme Engineering Seizmograf i davači firme H. L. T. tip 2H i 5V; zapadnonemačke firme Hottinger tip BH-5 i IBZ-5 i drugi. Kod svih nabrajanih davača opseg merenja je od 1,5 do 200 Hz, a signal je proporcionalan brzini oscilovanja.

U drugu grupu davača dolaze piezoelektrični davači ubrzanja. Principijelna šema davača data je na slici 11.

Kretanjem tega (2) usled oscilacija dolazi do promene pritiska na piezoelektričnu pločicu (3), a time i do indukovanja napona koji je proporcionalan ubrzanju. Pošto signal od davača nije dovoljno jak, između davača, i galvanometra registrujućeg instrumenta dolazi pojačivač signala. Kod novijih konstrukcija pojačivač je integracioni tako da koristeći relacije:

$$— \text{ da je brzina } U = \int a(t)dt \quad (28)$$

$$— \text{ da je amplituda } A = \int (\int a(t)dt)dt \quad (29)$$

možemo da biramo veličinu koju želimo da registrujemo. Ovakve aparate rade firme: Bruells Kjer, RFT Messelektronik Dresden i druge. Kod izbora ovih aparata treba obratiti pažnju na donju granicu radne frekvence, koja ne treba da bude veća od 2 Hz. Gornja granica svih piezoelektričnih davača daleko je iznad potrebne (5.000 do 15.000 Hz).

Pored navedenih osnovnih i najčešće primenjivanih aparata, postoje i konstrukcije koje rade na drugim principima. Tako imamo davače koji rade pomoću elektrootpornih mernih traka, zatim pomoću linearnih diferencijalnih transformatora i druge.

No, bez obzira na princip rada, važno je naglasiti da osetljivost aparata mora biti takva, da je moguće sa greškom koja je manja od 10% očitati brzine oscilovanja od 0,005 cm/sec.

Sam postupak merenja brzine oscilovanja svodi se na sledeće:

— Na mestu opažanja pričvrste se davači za stenu pomoću gipsa, s tim što se površina prethodno poravna i očisti. Davači se orijentišu tako da je jedan od horizontalnih davača orijentisan prema mestu eksplozije, drugi horizontalni davač upravno na prvi, a treći vertikalni davač upravno na prva dva. Kod novijih konstrukcija sva tri davača su međusobom već orijentisana, tako da se kod postavljanja orijentišu samo davač koji meri uzdužnu komponentu brzine. Ukoliko je stena meka (glina, nanos, pesak), davači se ukopaju u stenu i materijal oko njih dobro nabije.

— Po vezivanju gipsa, odnosno ukopavanju davača, davači se povežu sa registrujućim instrumentom i odabere se brzina pokretanja papira, čime su pripreme praktično izvršene. Brzina papira se bira u opsegu

Proračun rezultata ispitivanja brzine oscilovanja u cilju dobijanja zakona oscilovanja za rudnik »Dobro Selo«

Merna tačka	U (cm/sec)	Q _r	X ₁	Y ₁	X ₁ ²	X ₁ Y ₁
1	1,12	0,024622	-1,60868	0,04922	2,5878513	-0,0791792
2	1,08	0,025957	-1,58575	0,03342	2,5146031	-0,0529958
3	0,52	0,021019	-1,67739	-0,28400	2,8137212	0,4763788
4	0,67	0,019151	-1,71787	-0,17393	2,9510773	0,2987891
5	0,60	0,014756	-1,83103	-0,22185	3,3526709	0,4062140
6	0,41	0,014411	-1,84131	-0,38722	3,3904225	0,7129920
			-10,26203	-0,98436	17,6103463	1,7621989

Napomena:

$$\text{Vrednosti za: } U = \sqrt{U_1^2 + U_p^2 + U_v^2}$$

$$Q_r = \frac{\sqrt[3]{Q}}{R}$$

$$\eta = 1,52038$$

$$a = 273,8$$

$$U = 273,8 (Q_r)^{1,52}$$

izračunate na posebnom obrascu.

od 40—200 mm/sec (najčešće 100 mm/sec), a što zavisi od stene. Ukoliko se radi o čvrstim stenama, uzima se veća, a kod mekih stena uzima se manja brzina papira. Sinhronizovanje trenutka aktiviranja eksplozivnog punjenja i registrujućih aparata vrši se pomoću telefona ili »Toki-Voki« primopredajnih radio stanica, pošto je važno da se registrujući aparati uključe na 3 do 5 sekundi pre eksplozije, kako bi papir postigao punu brzinu.

Po izvršenim ispitivanjima svako merenje se obradi na taj način, da se za svaku komponentu brzine odredi maksimalna brzina oscilovanja i pomoću izraza 13 izračuna vektor brzine oscilovanja »U«.

Na osnovu oscilograma moguće je odrediti frekvencu oscilovanja i pomoću izraza 12 izračunati amplitudu, ukoliko se pokaže potreba i za ovim podatkom.

Dalja obrada rezultata ispitivanja vrši se sledećim redom:

— Za svako merno mesto, u zavisnosti od rastojanja »R« i količine eksplozivnog punjenja »Q«, odredi se redukovana težina »Q_r« pomoću izraza 10.

— Na dijagramu, čija je ordinata »U« a apscisa »Q_r«, ucrtaju se tačke svih merenja. Od ucrtanih tačaka isključuje se tada sve tačke koje bitno odstupaju od snopa tačaka i podaci ovih merenja se ne uzimaju u dalji

račun. Pošto kod ispitivanja gotovo uvek pojedina merenja znatno odstupaju iz razloga koje nije moguće izbeći (npr. deo stene na koji je davač pričvršćen nije intimno vezan sa okolnom stenom), potrebno je u svakom pravcu u kome se vrše ispitivanja imati 12 do 15 podataka, kako bi se dobilo 8 do 10 verodostojnih.

Zavisnosti U = f(Q,R) dobijaju se za verodostojne tačke po sledećem matematičkom postupku, koristeći ranije utvrđene relacije:

$$U = k_v (Q_r)^\eta \quad (30; 11)$$

$$U = k_v (R_r)^{-\eta} \quad (31)$$

Pošto se radi sa logaritmovanjem, povoljniji je izraz 31:

$$\log U = \log k_v - \eta \log R_r \quad (32)$$

Zamenom:

$$\log R_r = X_1 \text{ ili } \log Q_r = X_1$$

$$\log U = Y_1$$

$$\log k_v = a$$

dobijamo:

$$Y_1 = a - \eta X_1 \text{ ili } Y_1 = a + \eta X_1 \quad (33)$$

Na osnovu teorije najmanjih kvadrata, dobija se sistem normalnih jednačina:

$$n \cdot a - \eta \sum_1^n X_i - \eta \sum_1^n Y_i = 0 \quad (34)$$

$$-a \sum_1^n X_i + \eta \sum_1^n X_i^2 + \sum_1^n X_i Y_i = 0 \quad (35)$$

Rešavanjem gornjeg sistema jednačina utvrđuju se vrednosti za k_v i η i dobijamo zakon brzine oscilovanja, koji je dat izrazom 30 ili 31, i moguće je u dijagramu »U«, »Q_r« ucrtati krivu zavisnosti.

Primer određivanja zakona brzine oscilovanja, rađen u Rudarskom institutu, Beograd, za rudnik »Dobro Selo«, dat je na tabelici 15, a dijagram »U«, »Q_r« na slici 12.

Parametri za određivanje bezbednog rastojanja na razorno dejstvo eksplozije

Poluprečnik zone drobljenja dat je izrazom (6):

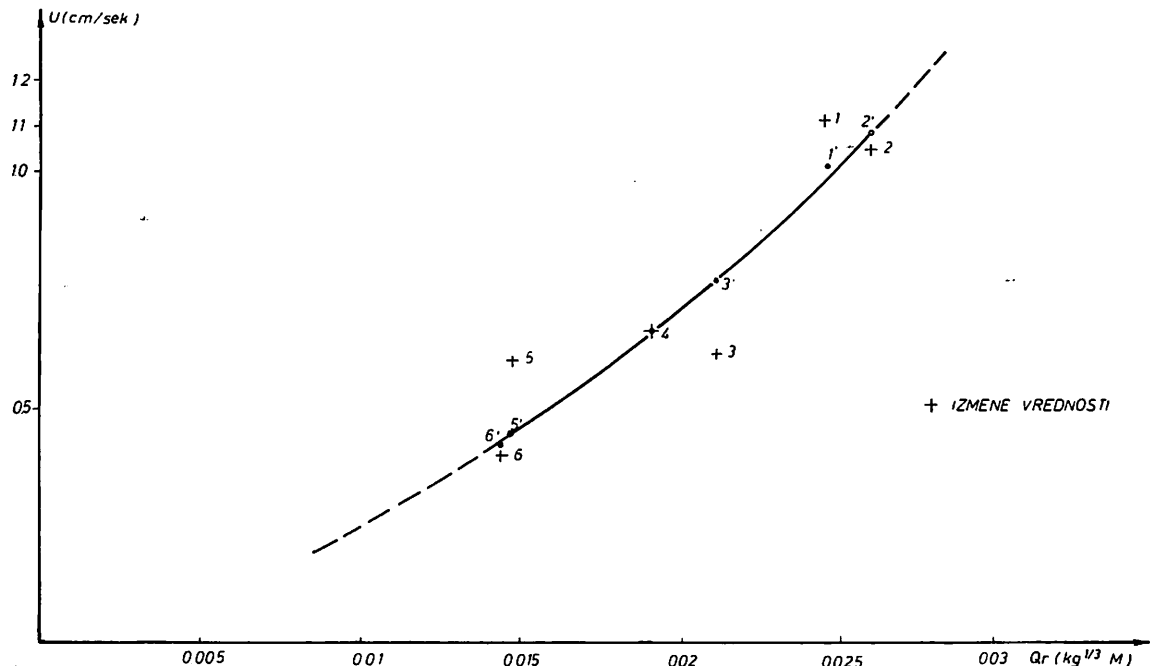
$$rd = a \sqrt[3]{Q}$$

Iz izraza se vidi da je poluprečnik proporcionalan količini eksploziva »Q« i koeficijentu »a« koji nosi u sebi karakteristike stene, karakteristike eksploziva i odnose između eksploziva i otvora u steni u koju se eksploziv smešta.

Sam postupak određivanja koeficijenta »a« sličan je ranije opisanom postupku za određivanje koeficijenata u cilju dobijanja zakona brzine oscilovanja i sastoji se od niza opitnih eksplozija, kojima se u malom simuliraju eksplozije u komori magacina eksploziva, pri čemu se meri poluprečnik zone drobljenja.

Kod opita se vodi računa o tome da elementi opitnih bušotina i eksploziva imaju proporcije opisane u glavi »Parametri za određivanje bezbednog rastojanja na seizmičko dejstvo«. Naime, potrebno je da prečnik bušotine, prečnik punjenja i dužina punjenja stoje u proporcionalnim odnosima sa korespondirajućim elementima magacina.

Potrebna broj opita je najmanje 12 do 15. Pri tome se bira 4 do 5 različitih po težini eksplozivnih punjenja, a za svako punjenje se zbog razumljive disperzije vrše po tri opita.



Sl. 12 — Dijagram zavisnosti »U«, »Q_r« za rudnik »Dobro Selo«.

Fig. 12 — Diagram of »U« and »Q_r« dependence for the Mine »Dobro Selo«.

Sa standardnim prečnicima eksplozivnih valjkastih punjenja od 25 do 50 mm dobićemo sledeće prečnike bušotina i težine punjenja (primer u poglavlju »Parametri za određivanje bezbednog rastojanja na seizmičko dejstvo«).

Iz dijagrama na slici 13 vidimo da pojedina merenja leže iznad prave koja karakteriše linearnu zavisnost. Da bi dobili veću sigurnost, potrebno je da sva merenja, sem onih koja izrazito odstupaju, leže ispod nje, te je zbog toga povučena druga prava

Tablica 16

	Prečnik eksplozivnih punjenja (mm)						
	25	28	32	38	42	45	50
Ø bušotine (mm)	50	58	64	76	84	92	98
Dužina punjenja (cm)	12,3	15,4	20	28,4	34,5	40	49
Težina punjenja (g)	60	100	170	330	470	570	790

Pošto je poluprečnik zone drobljenja veći za mekše stene, može se orijentaciono računati da se prvih pet prečnika mogu koristiti kod stena sa čvrstoćom na pritisak do 500 kp/cm², a sa povećanjem čvrstoće mora se ići na veće prečnike i veća eksplozivna punjenja.

I u ovom slučaju, kao kod opita za utvrđivanje zakona oscilovanja, iniciranje punjenja se vrši pomoću električnih upaljača kod nezačepljene bušotine.

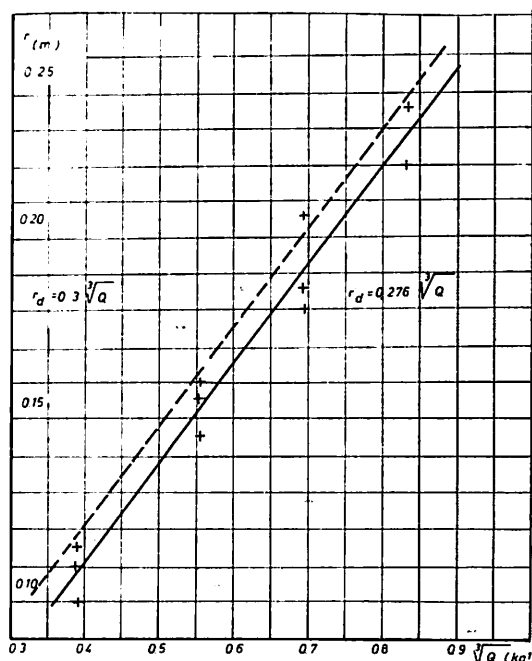
Pre opita izvrši se fiksiranje dve tačke u hodniku u neposrednoj blizini bušotine, pomoću kojih se vrši merenje najvećeg poluprečnika. Obrada zone drobljenja pre merenja i uklanjanje komada koji strče, vrši se ručnim alatom (kilavica, otkopni čekić i sl.).

Primer određivanja koeficijenta »a« dat je u tablici 17, a grafička zavisnost na slici 13.

Tablica 17

Težina punjenja Q (kg)	Izmereni poluprečnici (m)	Srednji poluprečnik (m)	$\frac{3}{\sqrt{Q}}$
0,060	0,110	0,108	0,392
	0,100		
	0,115		
0,170	0,160	0,153	0,554
	0,155		
	0,145		
0,330	0,205	0,190	0,690
	0,180		
	0,185		
0,570	0,235	0,230	0,830
	0,235		
	0,220		

a = 0,276



Sl. 13 — Zavisnost između količine eksploziva i poluprečnika razorne zone.

Fig. 13 — Dependence between the amount of explosive and destruction zone radius.

(na slici prikazana isprekidanom linijom), koja pomera vrednost koeficijenta »a« sa 0,276 na 0,30 sa kojim se ulazi u proračun.

Kritički osvrt na metode određivanja parametara sa tehničkog i ekonomskog aspekta

Sa tehničkog aspekta osnovna primedba na opisane metode utvrđivanja parametara potrebnih za određivanje bezbednog rasto-

janja na razorno i seizmičko dejstvo eksplozije je u tome da se u potpunosti ne simuliraju uslovi smeštaja eksploziva sa jedne strane, a sa druge, nisu ispunjeni svi uslovi pod kojima bi se eksplozija odigrala u magacinu.

Razlika u uslovima smeštaja se ogleda u sledećem:

— Presek komore magacina nije krug, kao kod opitne bušotine, koja kod eksperimenata zamenjuje komoru.

— Poprečni presek eksploziva u komori je pravougaon, dok je kod eksperimenata cilindričan.

Kod eventualne eksplozije u komori magacina, eksplozija bi se odigrala u sredini u kojoj je prostiranje vazdušnog udarnog talasa delimično stešnjeno i postoji mogućnost refrakcije jednog dela talasa prema komori, što nije slučaj kod eksperimenata.

Pored navedene osnovne primedbe, mogu se sa tehničkog aspekta staviti još i sledeće:

— Pre merenja poluprečnika razorne zone potrebno je izvršiti čišćenje i uklanjanje zdrobljenog materijala i komada stene koji su delimično odvojeni. Čišćenje zone i merenje poluprečnika, povlači sa sobom eventualne greške koje su subjektivne prirode. One su naročito izrazite kod mekih stena i kod jako ispucalih čvrstih stena.

— Izrada bušotina specifičnih, nestandardnih prečnika, zahteva izradu alata za bušenje po narudžbini.

— Eksperimenti zahtevaju nekoliko probnih eksplozija u cilju utvrđivanja dužine eksperimentalnih bušotina.

— Zbog disperzije podataka merenja, u nekim slučajevima dolazi do toga da se izvestan broj opažanja ne može koristiti, te se mora povećati ukupan broj opažanja, kako bi se dobio zadovoljavajući rezultat.

— Ispitivanja se ne mogu vršiti dok rudnik nije otvoren, tačnije, dok radovima otvaranja nije omogućen pristup široj lokaciji magacina. U izuzetno povoljnim geološkim uslovima, koje karakteriše jednorodnost stena, eksperimenti se mogu vršiti i iz kratkih, odnosno plitkih istražnih potkopa, niskopa, bunara, raskopa i sl.

— Eksperimenti zahtevaju posebnu, skupu opremu, tako da ih može vršiti samo specijalizovana ustanova.

— Eksperimenti se ne mogu koristiti za rešavanje tehnoloških problema.

Sa ekonomskog aspekta postavlja se samo jedna primedba, a to je relativno visoka cena eksperimenata, ukoliko se odvojeno vrše određivanja parametara na seizmičko i na razorno dejstvo. Ukoliko se eksperimenti vrše istovremeno, tako da se troškovi najviše stavke (bušenje opitnih bušotina) smanje za 30 — 40%, znatno se smanjuju i ukupni troškovi koji bi po jednom magacinu, u zavisnosti od komplikovanosti problema, iznosili od 30 do 60.000 dinara.

Međutim, troškovi ispitivanja ne mogu se upoređivati sa efektima koje donose, a od kojih ćemo nabrojati samo najvažnije:

— lokacija magacina određena na osnovu ispitivanja garantuje bezbednost susednih jamskih i površinskih objekata i opreme, što je donekle moguće i finansijski izraziti;

— zagwarantovani su životi zaposlenih, što praktično ne može finansijski da se izrazi;

— omogućuje se optimalno lociranje magacina sa tehnološkog aspekta, čime se mogu smanjiti troškovi eksploatacije.

Zaključak

Na osnovu iznetog, mogu se izvući sledeći zaključci:

1. Deo važećeg Pravilnika o merama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu koji se odnosi na lociranje podzemnih magacina, ne pruža garancije, da u slučaju eksplozije u magacinu neće doći do unesrećenja zaposlenih i oštećenja podzemnih, ili površinskih objekata i opreme. Ovo iz razloga što Pravilnik nema tehničke propise koji bi regulisali pitanje lociranja magacina, uzimajući u obzir veličinu magacina, količinu i vrstu eksploziva koji se skladišti, osetljivost susednih objekata na seizmičko dejstvo eksplozije, osobine stena u kojima je magacin izgrađen i stena u kojima su ili na kojima su izgrađeni susedni objekti.

2. Lociranje podzemnih magacina u odnosu na susedne objekte na seizmičko dejstvo eksploatacije, moguće je izvršiti korišćenjem empiričkih izraza i u tu svrhu prire-

đenih koeficijenata. Ovakav postupak po pravilu daje veća rastojanja od potrebnih.

3. Lociranje podzemnih magacina u odnosu na susedne objekte na razorno dejstvo eksplozije, moguće je izvršiti korišćenjem empiričkih obrazaca uz neophodna laboratorijska ispitivanja. Ovakav način proračuna

uvek daje znatno veća rastojanja od potrebnih.

4. Optimalno lociranje podzemnih magacina u odnosu na susedne objekte na razorno i seizmičko dejstvo, moguće je samo preko posebnih ispitivanja koja su specifična i ne mogu se koristiti u druge svrhe.

SUMMARY

Safe Location of Underground Stores of Explosive Materials

J. Bralić, min. eng.*)

One of the principle tasks during designing underground explosive stores is the proper selection of a location, which must be such that, in addition to the fulfillment of technological conditions, the adjacent underground and surface facilities must be protected against possible explosion. Having in view that the current Code does not include the technical regulations (shape and size of the store, type and amount of explosive, surrounding rocks properties, resistance of adjacent facilities to seismic action, and the like) determining the mode of calculation, the author presents a procedure for the calculation of safe distances.

In accordance with all presented, the following can be concluded:

- Safe distance of adjacent facilities from explosive store may be determined by empirical expressions and for this purpose prepared coefficients. This procedure always yields distances that exceed the required ones.
- The optimum safe distance can be determined only by separate investigations that are specific and cannot be used for other purposes.

Literatura

1. Bralić, J., 1971: Prilog projektovanju podzemnih magacina eksploziva, »Sigurnost u rudnicima«, br. 3 — Rudarski institut, Beograd.
2. Edinje pravila bezopasnosti pri vzryvnyh rabotah (1968).
3. Ljihin, P. A., Zilberšmid, V. G., 1970: Ispol'zovanie seizmičeskikh metodov issledovaniya pri konturnom vzryvanii »Šahtnoe stroitel'stvo«, No. 1.
4. Medvedov, S. V., 1964: Seizmika gornyh vzryvov.
5. Heierli, W., 1969: Das Erschütterungsproblem von Schutzbauten. — Zaviltschutz Heft 4.
6. Milanović, P., Bralić, J., Mitrović, D., 1969: Dejstvo eksplozije na podzemne zaštitne objekte.
7. Tehničke pravila vvedenia vzryvnyh rabot v energetičeskom stroitel'stve (1969).
8. Mitrović, D., Bralić, J., 1971: Tehnički propisi za izgradnju magazina eksplozivnih materija — nacrt — Jug. građ. centar.
9. Pokrovcki, G. J., Fedorov, J. S., 1957: Dejstvie udara i vzryva v deformiruemym sredah.
10. Swift, L. M., Sachs, D. C., Wells, W. M., 1959: Operation Hardtack — Seismic Studie and Cavity Studies.

*) Dipl. ing. Jevta Bralić, saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina — Rudarski institut, Beograd.

Vodenje tehničke dokumentacije o miniranju i manipulisanju eksplozivnim sredstvima

Dipl. ing. Velibor Živković

U ovom članku autor predlaže uvođenje jedinstvene evidencije o manipulaciji eksplozivnim sredstvima, kojim se udovoljava važećim propisima i kompleksno sagledava tehnološki proces miniranja na površinskim kopovima.

Ponovo se pozivaju sva rudarska preduzeća i mole svi rudarski stručnjaci da na predmetni predlog, kao i na predlog o jedinstvenoj evidenciji o radu sa eksplozivima i miniranju pri rudarskom podzemnom radu objavljen u časopisu »Sigurnost u rudnicima«, br. 4/1968. godine, dostave Redakciji časopisa »Sigurnost u rudnicima« svoje primedbe, na osnovu kojih će autori izraditi konačne obrasce jedinstvene evidencije o kretanju zaliha i utrošku eksploziva pri miniranju u rudarstvu.

Uvod

Početkom 1969. godine rudnik Banovići je preuzeo radove bušenja i miniranja na površinskom kopu od zagrebačkog poduzeća »Geotehnika« i od tada ih izvodi putem specijalizovane obračunske jedinice u sopstvenoj režiji.

Obračunska jedinica »Bušenje i miniranje« je u organizacionom smislu sastavni dio rudnika, ali je ista sve do druge polovine 1970. godine izvodila radove i za potrebe rudnika Đurđevik.

Odmah na početku 1969. godine pojavio se problem uvođenja odgovarajuće dokumentacije za bušačko-minerske radove, jer od dotadašnjeg izvođača radova nije dobijena nikakva dokumentacija, jer nije ni bila vođena.

Kroz praktičan rad se stoga morala stvarati sve pogodnija, svrsishodnija i funkcionalnija dokumentacija zahvaljujući iskustvu, zalaganjima i zapažanjima pojedinaca.

Osnovni ciljevi pri stvaranju nove dokumentacije

Osnovni ciljevi prilikom stvaranja svakog obrasca za vođenje dokumentacije bili su:

- udovoljiti odredbama važećih propisa za rad i rukovanje eksplozivnim sredstvima,
- dati što više korisnih podataka radi potpunijeg tehničkog sagledavanja tehnološkog procesa,
- izbjeći dupliranje ili multiplikaciju pojedinih podataka,
- pojednostaviti obrasce radi preglednosti, jednostavnijeg i ažurnijeg vođenja,
- povezati kroz obrasce tok kretanja eksplozivnih sredstava od prijema u skladište do potrošnje,
- omogućiti brzu i jednostavnu kontrolu stanja u svakom momentu,
- raščlaniti kretanje eksplozivnih sredstava po radilištima i smjenama, bez otvaranja suvišnih rubrika pri tome,
- raščlaniti praškaste i plastične eksplozive po raznim elementima, kao i pojedine inicijatore eksplozije,
- omogućiti putem obrasca zaduženje, odnosno razduženje pojedinih lica, koja rukuju eksplozivnim sredstvima,
- približiti knjige evidencije što više formatu A4.

Članovima 7. i 8. Pravilnika o mjerama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu određeno je da rudarska organizacija mora voditi odgovarajuću evidenciju, kontrolu i dokumentaciju o radu sa eksplozivnim sredstvima i tretiranju istih u magacinima i pomoćnim skladištima eksplozivnih sredstava. Pojedini članovi istog Pravilnika takođe obavezuju zaduženo osoblje privredne organizacije na ažurno i uredno vođenje tehničke dokumentacije o manipulisanju eksplozivnim sredstvima na minskim poljima, odnosno radilištima, kao i pri čuvanju tih sredstava u priručnim spremištima, izdavanju iz njih itd.

Osnovna dokumentacija

Da bi se ostvarile odredbe propisane pomenutim članovima (7. i 8.) potrebno je već tehničkom dokumentacijom ili glavnim projektom predvidjeti, vođenje tehničke dokumentacije o izvođenju minerskih radova. Tako bi se moralo predvidjeti obavezno vođenje slijedeće dokumentacije:

- a) godišnji plan bušenja i miniranja, usklađen sa planom proizvodnje,
- b) mjesečni plan miniranja,
- c) evidencija o uskladištenju i utrošku eksplozivnih sredstava,
- d) knjiga obavještenja o izvođenju masovnog miniranja,
- e) knjiga obračuna masa miniranog materijala sa stanjem zaliha,
- f) knjiga šmjenjskih izvještaja nadzorno-tehničkog osoblja.

a) Godišnji plan bušenja i miniranja

U ovom planu pominje se i bušenje kao nedjeljivi i sastavni dio tehnološkog procesa bušačko-minerskog rada. Plan sadrži:

- količine masa predviđene za bušenje, odnosno miniranje, ograničene na etažnim kartama,
- plan radne snage za izvođenje bušačko-minerskih radova,
- plan potrebnih kapaciteta garnitura za bušenje i ostale opreme,
- plan utroška eksplozivnog materijala, ostalog materijala i električne energije,

- plan tekućeg i investicionog održavanja opreme,
- plan obuke ljudstva,
- plan protivpožarne preventive i intervencija; u sklopu opšteg programa,
- plan zaštite na radu kao i plan obezbjeđenja javne sigurnosti,
- ekonomske pokazatelje izvođenja radova.

b) Mjesečni plan bušenja i miniranja

Sadržaj mjesečnog plana je slijedeći:

- lokacije minskih polja, ucrtane na etažnim kartama. Minska polja predviđena za miniranje u dotičnom mjesecu naznačavaju se olovkom i upisuju unutar granice zahvaćene količine masa, ovjeravaju potpisima tehničkih rukovodilaca kopa i miniranja. Na kraju mjeseca odminirana i geodetski snimljena polja se na etažnim kartama ucrtavaju tušem;
- poseban tretman pojedinih minskih polja, s obzirom na sigurnost miniranja i obezbjeđenje javne sigurnosti ukoliko su takva polja locirana u blizini objekta koji iziskuje poseban tretman.

c) Evidencija o uskladištenju i utrošku eksplozivnih sredstava

Ova evidencija se ogleda u vođenju slijedećih knjiga:

Glavna knjiga eksplozivnih sredstava (obrazac 1)

Na osnovu člana 9. st. 2. i člana 89. st. 1, 2. i 3. kao i člana 90. Pravilnika o mjerama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu (u daljem tekstu: Pravilnik), svaki pogon je dužan da ustroji glavnu knjigu eksplozivnih sredstava.

Knjigu vodi skladištar u glavnom skladištu eksplozivnih sredstava. Obrazac knjige sadrži podatke o zalihama pojedinih eksplozivnih sredstava, primljenim i izdatim količinama, fabričkim kontrolnim brojevima pojedinih pošiljki, datumima proizvodnje, brojevima naloga za prijem i izdavanje itd. Uglavnom sadrži sve što je propisima predviđeno.

Numerički broj

TITONI RUDNICI „KREKA – BANOVIĆI“ U TUZLI
 SOUR BANOVIĆI, E. J. ČUBRIĆ

DATUM 197__-__-9

GLAVNA KNJIGA EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA

VREŠTA EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA	ZEMlja I METODIČNO DANA		PRIMJENI TOBU DANA		DATUM		STANJE		EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA U GLAVNOM SKLADIŠTU										PRIMJEDBE																																																																																
	UKUPNO		S K L O II		R A V N J E		R A V N J E		R A V N J E		R A V N J E		R A V N J E		R A V N J E		R A V N J E			UKUPNO	STANJE	M																																																																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

INICIJATORI
 KAMKEX-M
 KAMKEX-S
 KAMKEX-C
 KAMKEX-L
 KAMKEX-N
 KAMKEX-O
 KAMKEX-P
 KAMKEX-Q
 KAMKEX-R
 KAMKEX-S
 KAMKEX-T
 KAMKEX-U
 KAMKEX-V
 KAMKEX-W
 KAMKEX-X
 KAMKEX-Y
 KAMKEX-Z

PROJEKCIJA
 KONTROLA IZVRŠIO
 Dne 197__-__-9

PROJEKCIJA
 KONTROLA IZVRŠIO
 Dne 197__-__-9

PROJEKCIJA
 KONTROLA IZVRŠIO
 Dne 197__-__-9

Knjiga o radu sa eksplozivnim sredstvima (obrazac 2)

Članovi 7, 19. i 90. st. 4. Pravilnika regulišu vođenje knjige o radu sa eksplozivnim sredstvima. Ista sadrži rekapitulaciju evidencije potrošnje pojedinih vrsta eksplozivnih sredstava i to za svaki površinski otkop posebno, pregled pojedinih brojeva naloga za izdavanje, podatke o prispijeću pošiljki eksplozivnih sredstava, prostor za naređenja, prostor za upisivanje nalaza prilikom kontrole itd. Obrazac nosi br. 2 i označen je kao »Evidencija rada sa eksplozivnim sredstvima«.

Sastavnim dijelom ove knjige smatra se knjiga izvještaja o masovnom miniranju o kojoj će kasnije biti riječi.

Podatke u knjigu o radu sa eksplozivnim sredstvima uvodi referent za obradu tehničkih podataka, odnosno osoba određena internim pravilnikom preduzeća.

Nalog — blokovi za izuzimanje eksplozivnih sredstava (obr. 3)

U predloženom obrascu odgovarajućim rubrikama su naznačene tražene, odobrene, izdate i eventualno vraćene sve vrste eksplozivnih sredstava koje se upotrebljavaju na površinskom kopu.

Listovi bloka su trobojni, a prva dva su sa poleđine obložena indigom i kidaju se.

Prvi list iz bloka ostaje kod skladištara eksploziva. Drugi list se predaje manipulanatu u spremištu za koje su eksplozivna sredstva izdata, ili se predaje rukovodiocu masovnog miniranja. Treći list ostaje u bloku i služi nadzorno-tehničkom rukovodstvu za kontrolu.

Na kraju dekade tehnički rukovodilac dobija sve listove od manipulanata i rukovodilaca masovnih miniranja, te na osnovu istih provodi kontrolu i preduzima odgovarajuće mjere. Rezultat kontrole upisuje u knjigu o radu sa eksplozivnim sredstvima.

Obrazac naloga je sačinjen prema članu 78. st. 2. Pravilnika.

Izvještaj o izvođenju masovnog miniranja (obrazac 4)

Ovaj izvještaj predstavlja u suštini dnevnik rukovodioca miniranja (čl. 161. Pravilnika), a sadrži:

- proračun potrebne količine svake primijenjene vrste eksploziva u pojedinim bušotinama,
- proračun potrebne količine eksploziva po vrstama u jednom redu,
- rekapitulaciju potrebnih količina eksploziva po vrstama u pojedinim redovima i ukupno za cijelo minsko polje,
- proračun ukupnih količina potrebnih inicijatora po vrstama za dotično minsko polje,
- posebne rubrike za upisivanje stvarno utrošenih eksplozivnih sredstava,
- geometriju minskog polja (prečnik bušotina, nagib, međusobna udaljenost bušotina u redu, čiste dubine pojedinih bušotina itd.),
- podatke o spravljaju udarne patrone,
- podatke o načinu iniciranja,
- eventualne podatke o posebnim uslovima miniranja,
- vrijeme početka i završetka punjenja, kao i vrijeme aktiviranja minskog polja,
- broj radnika koji su učestvovali na punjenju minskog polja.

Napominjemo, da se nakon upisanih bušotina i količina eksploziva u jednom redu, pravi rekapitulacija tog reda podvlačenjem te oformljenjem rubrike za sumu. U obrascu je podvučeno crticama za prvi red kao primjer.

Sastavni dio ovog izvještaja, odnosno dnevnika, je »blok skica minskog polja« — obrazac 5. U skici minskog polja, zavisno od dimenzija polja, odnosno izabrane razmjere, bušotine se ucrtavaju kružićima ili tačkicama, a takođe i pravci koordinata XY minskog polja i to orijentisani tako da ordinata Y uvijek zauzme pravac sjevera. U obrascu je ucrtan takav primjer i dati su pravci i rastojanja do pojedinih ugroženih objekata (prema članu 161. Pravilnika).

Takođe se sastavnim dijelom dnevnika smatra i geološki profil kroz minsko polje koji se ucrtava na mreži datoj na poleđini skice, označenoj kao obrazac 6.

Skica minskog polja i geološki profil predviđeni su članom 161. Pravilnika, a izrađuje ih referent na osnovu geodetskog ograničenja polja, a nakon nanošenja istog na detaljne geodetske listove.

TITOVİ RUDNICI „KREKA - BANOVIĆI“ U TUZLI							Numeratorski broj:													
SOUR BANOVIĆI; E.J. ČUBRIĆ							Datum: 19													
EVIDENCIJA RADA SA EKSPLOZIVNIM SREDSTVIMA																				
Pobrsi otkop	E K S P L O Z I V							I N I C I J A T O R I					Pregled brojeva naloga za izdavanje							
	Minaočaj	VIEZIT. 20 p. 32	VIEZIT. 35 p. 32				M	odlon	štapin	špong	štapin	rud. kapele dr. B		Retardat 20 m' sek	Perf. det 40 m' sek	PD-40	PD-80	kom	kom	kom
RAVNE natporučnik Minaočaj	M																			
B. SELO natporučnik Minaočaj	M																			
Sve- ukup	M																			
Podaci o prispjehu pošiljke eksplozivnih sredstava	VRSTA	Jed. mjere	količina	Broj dostavnica	NALAZI PRILIKOM KONTROLE:															
NAREĐENJA :																				
Poslovođa:										Upravnik:										

TITOVIM RUDNICIMA «KREKA - BANOVICI» U TUZLI

SOUR BANOVICI, E.J. ČUBRIĆ

Datum _____ 197__ g

Površinski otkop _____

Smjena _____

NALOG № _____

Za izuzimanje eksplozivnih sredstava iz površinskog skladišta za
masovno miniranje

priručno spremište br. _____

radilište br. _____

proba

Za uzimanje eksplozivnih sredstava ovlašten je

_____ (Ime i prezime i dužnost koju vrši)

Vrsta ekspl sred	Jed. mjere	Traženo	Odobreno	Izdato	Vraćeno
Kamex - C	kg				
Kamex M	kg				
Nitrol 1	kg				
Vitezit 20	kg				
Vitezit 5c	kg				
Kamniklit	kg				
Pent del PD-40	kom				
Pent del PD-80	kom.				
Rud. kapište	kom.				
Retardatori	kom.				
	kom.				
Def. štapin	m'				
Sporog štapin	m'				

Tražio

Odobrio:

Izdao:

Primio:

_____ Vratio u magacin

_____ Vraćeno primio:

TITOV RUDNICI «KREKA-BANOVIĆI» U TUZLI
 SOUR. BANOVIĆI; E. J. ČUBRIĆ

Numeratorski broj -----

Lokacija polja po koordinatama

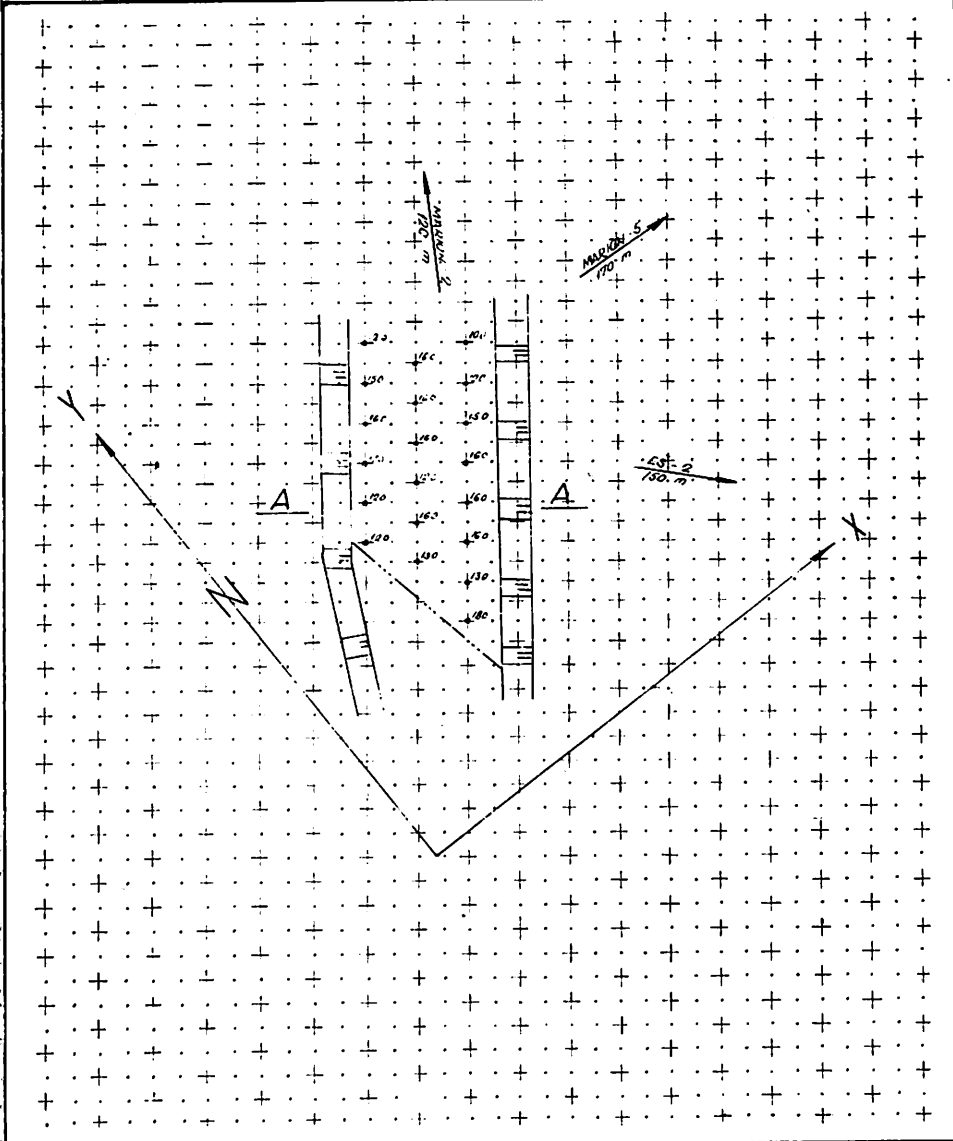
P0..... Etaza.....

X₁..... Y₁.....

Datum 19..... god.

X₂..... Y₂.....

SKICA MINSKOG POLJA

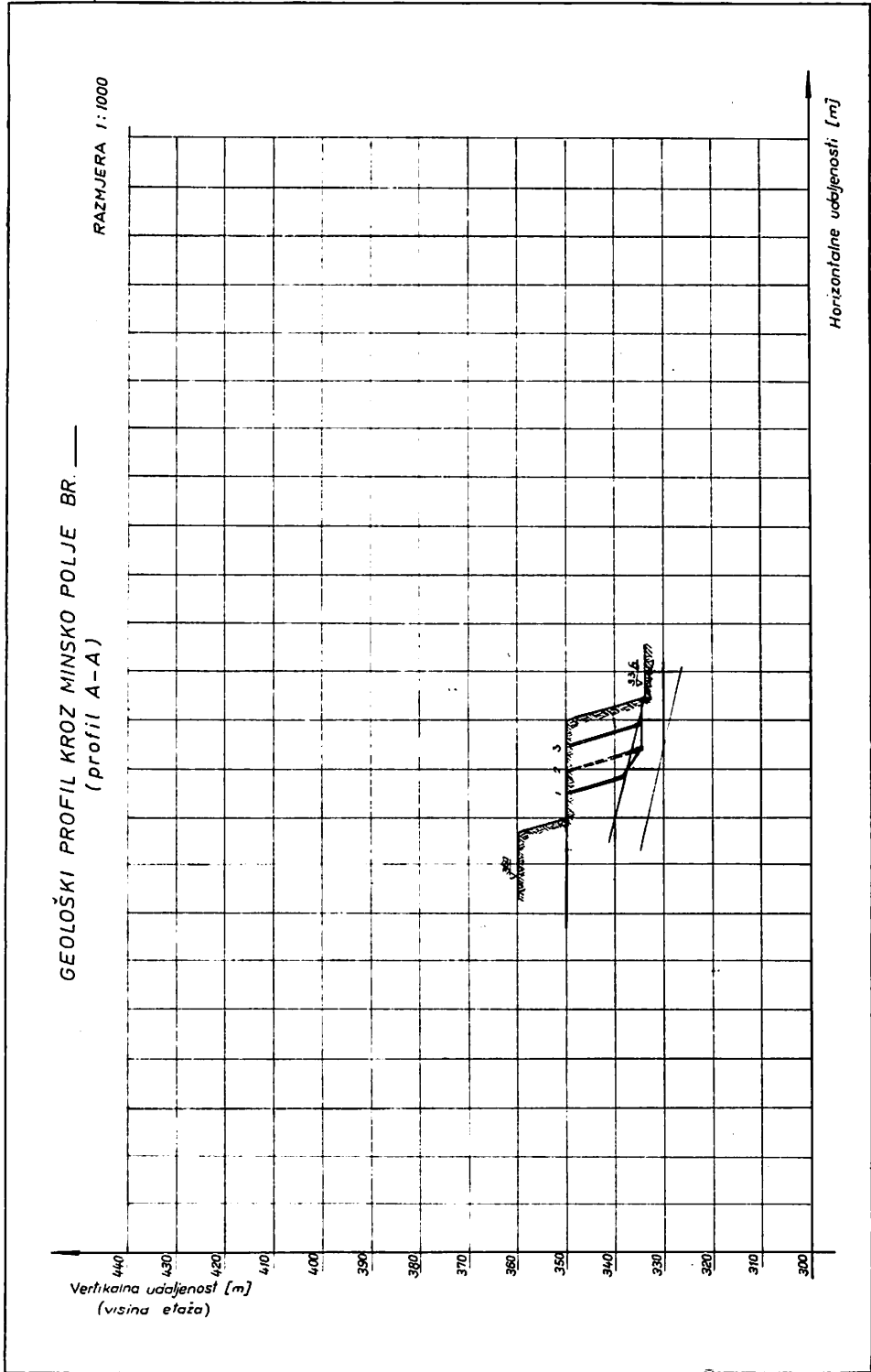


NAPOMENA:

Koordinate Y i X ucrtati tako da Y zauzima pravac
 sjevera na minskom polju.

Crtao:

Razmjera:



Obračun potrebnih i stvarnih količina eksploziva u pojedinim bušotinama, redovima i uopšte za cijelo minsko polje, vrši rukovodilac minskog polja, a na osnovu skice sa čistim dubinama bušotina, koju donosi brigadir treće smjene. Obračun se prikazuje u obrascu knjige izvještaja o masovnom miniranju.

Knjiga dnevnih utrošaka eksplozivnih sredstava (obr. 7)

Obrazac ove knjige nosi naslov: »Utrošak eksplozivnih sredstava za dan 197«. U isti se upisuje utrošak eksplozivnih sredstava po vrstama za svaki površinski otkop kao i suma za sve kopove po smjenama, kako na masovnom i naknadnom, tako i na miniranju van minskih polja. Iz upisanih podataka u obrascu se određuje ukupna potrošnja za 24 časa prethodnog dana. Predviđen je i prostor za primjedbe nadzornika i kontrolnog lica. Obrazac popunjava referent tehničke dokumentacije, a na osnovu stanja upisanog u minerskim knjižicama i na osnovu suma datih u izvještajima o masovnom miniranju. Knjiga je ustrojena na osnovu čl. 89. st. 5. Pravilnika.

Knjiga priručnog spremišta eksplozivnih sredstava (obr. 8)

Članom 86. st. 2. i 89. st. 1. predviđena je i upotreba priručnih spremišta. Obrazac evidencije kretanja eksplozivnih sredstava u spremištima izrađenim u vidu sanduka dat je pod rednim brojem 8. Ukoliko su spremišta izrađena u vidu niša, obrazac je sličan. U obrazac se, posebno za svaku smjenu, uvode slijedeći podaci:

- koliko je i koja eksplozivna sredstva manipulant smjene primio od svog prethodnika, tj. zatekao u sanducima priručnog spremišta,
- koliko je primio u spremište iz glavnog skladišta tokom smjene,
- koliko, kome i za potrebe kog radilišta, odnosno bagera, je izdato za potrošnju,
- šta je i u kojoj količini ponovo vraćeno u spremište kao neutrošeno,
- ukupan utrošak za cijelu smjenu i dotični dan,
- primjedbe palilaca mina svake smjene, nadzornih i kontrolnih lica.

Svaki list sadrži podatke za I, II i III smjenu, a sve što je neophodno evidentirati za svakih 24 časa prethodnog dana, smješteno je na lice i poledinu formata A₄.

Minerska knjižica (obrazac 9)

Ovu knjižicu posjeduje i vodi svaki palilac posebno za smjenu u kojoj radi. Obrazac knjižice je sastavljen na osnovu iskustva, kao i zahtjeva člana 14. st. 3. i 4, člana 78. st. 2. i člana 89. st. 1.

U obrazac palilac unosi podatke o prijemu i utrošku eksplozivnih sredstava za naknadno miniranje i to prema vrstama i po radilištima. Predviđene su i posebne rubrike za upisivanje eventualno zatajenih, uništenih, odnosno zaostalih mina na svakom radilištu.

Obrazac sadrži rubrike stanja eksplozivnih sredstava u spremištu nakon svakog izdavanja i na kraju smjene, zatim rubrike primjedbi palilaca i kontrolnih organa kao i potpise lica koja ovjeravaju potrošnju na datom radilištu.

Knjižica je džepnog formata, a obrazac je podijeljen po sredini vertikalnom crtom. Lijevi dio predstavlja prvu stranu, a desni poledinu lista. Jedan list služi za jednu smjenu.

Ispod oznake »eksplozivi« ili »inicijatori« treba upisati vrstu. U obrascu je, primjera radi, upisano: V_{5c} (Vitezit 5—c); V₂₀ (Vitezit 20); R_{Ks} (Rud. kapisle br. 8) itd.

Knjiga evidencije o zatajenim, neeksplozivnim minama (obrazac 10)

Obrazac knjige sadrži sve elemente predviđene članom 7. st. 2, članom 93. i članom 127. st. 2. Pravilnika. (obrazac 11)

U obrazac se unose posebno podaci o zatajenoj mini i najvažniji podaci o uništenju iste. Popunjava ga brigadir smjene u kojoj je mina zatajila, odnosno u kojoj je uništena.

Zapisnik o uništenju pokvarenih, odnosno neupotrebljivih eksplozivnih sredstava (obrazac 11)

U obrazac br. 11 se unose podaci propisani članom 34. Pravilnika kao:

TITOVJI RUDNICI „KREKA-BANOVIĆI“ U TUZLI
SOUR BANOVIĆI; PO ČUBRIĆ

Numeratorski broj _____

UTROŠAK EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA ZA DAN 197 g.

Povr. klg (cevljica)	SMJENE	BROJ MIN POLJA (BAGER)	VAGINI MIN- BANJA	EKSPLOZIVI					INICIJATORI					PRIMJEDBE	
				V-20 φ 32	V-5c φ 32				DETON. STAPIN	OPOROČ STAPIN	RUD KAPUSF 20-30	RETARDAT PENT.DET.			
				kg	kg	kg	kg	kg	m'	m'	kom	kom	20 m/sec		40 m/sec
R A V N E	I		M												
			N												
			V												
	II		M												
			N												
		V													
	III		M												
			N												
			V												
	UKUPNO		M												
			N												
			V												
			Σ												
BANOVIĆI SELO	I		M												
			N												
			V												
	II		M												
				N											
			V												
	III		M												
			N												
			V												
	UKUPNO		M												
			N												
			V												
			Σ												
SVEUKUPNI UTROŠAK SVIH KAPAVA			M												
			N												
			V												
			Σ												

M = Utrošeno na masov. min
N = Utrošeno na naknad. min
V = Utrošeno van min. polja

Podatke obradio _____

Kontrolu izvršio _____

BROJ ODOBRENJA ZA UPOTREBU SPREMIŠTA -----

ODOBRENE KOLIČINE EKSPLOZIVA

SANDUK BR.	KOLIČINE	
1 -----	70 kg	plastičnog eksploziva
2 -----	70 kg	"
3 -----	70 kg	praškastog eksploziva
4 -----	70 kg	"

RUDARSKE KAPISLE BR. 8 NALAZE SE:
(nepotrebno precrtati)

- Kad palioca mina u fišeklji.
- U fišeklji smještenoj u minskoj Torbi
- U fišeklji zaključanoj u baraci kraj spremišta

PRIMJEDBE PALIOCA MINA

I SMJENA _____

II SMJENA _____

III SMJENA _____

PRIMJEDBE KONTROLE:

KONTROLU IZVRŠIO: -----

DATUM ----- 19 ____ .god.

N A P O M E N A:

Detonirajući štapin
čuvati u sanduku br. 3,a
sporogoreći štapin u sanduku br. 4

TEHNIČKI RUKOVODILAC

TITOV RUDNICI „KREKA-BANOVIĆI“ U TUZLI
 SOUR BANOVIĆI; E.J. ČUBRIĆ

Numeratorski broj _____
 Broj spremišta _____
 POVRŠINSKI OTKOP _____ Datum _____ 197 ____ god.

EVIDENCIJA PRIRUČNOG SPREMIŠTA EKSPLOZIVNIH SREDSTAVA

SMJENA MANIPULANT		E K S P L O Z I V						Inicijatori				
		VITEZIT 20 kg		VITEZIT 50 kg		sanduk br.		sv. otvoreno kg		defon	sporog	rud
		sanduk br.	Σ	sanduk br.	Σ	sanduk br.	Σ		m	m	br	br
P R R V A	Zatekao iz prethodne smjene											
	Primio u toku smjene		I put									
			II put									
			III put									
	Radilište (bager)	Potpis palioša mina	Σ 1									
	Izdato za potrošnju											
		Ukupno izdato (Σ ₂)										
		Ostatak Σ ₁ - Σ ₂										
Vraćeno u spremište		I put										
		II put										
	Stanje na kraju smjene											
D R R U G A	Zatekao iz prethodne smjene											
	Primio u toku smjene		I put									
			II put									
			III put									
	Radilište (bager)	Potpis palioša mina	Σ 1									
	Izdato za potrošnju											
		Ukupno izdato (Σ ₂)										
		Ostatak Σ ₁ - Σ ₂										
Vraćeno u spremište		I put										
		II put										
	Stanje na kraju smjene											
T R E Ć A	Zatekao iz prethodne smjene											
	Primio u toku smjene		I put									
			II put									
			III put									
	Radilište (bager)	Potpis palioša mina	Σ 1									
	Izdato za potrošnju											
		Ukupno izdato (Σ ₂)										
		Ostatak Σ ₁ - Σ ₂										
Vraćeno u spremište		I put										
		II put										
	Stanje na kraju smjene											
UKUPNO UTROŠENO NA DAN												

TITOVI RUDNICI • KREKA - BANOVIĆI • U TUZLI

SOUR BANOVIĆI E.J. ČUBRIĆ; P.O. _____

Palioc mina

Datum _____ 197__ Smjena _____

MINERSKA KNJIŽICA (dnevni karton)

	EKSPLOZIVI			INICIJATORI			OVJERAVA SVOJIM POTPISOM	
	V-20 # 32 kg	V-5c # 32 kg		Deton. štapin m'	Sporog. štapin m'	Rud.kap. br B kom	Predao	Primio
Primio od palioca preth smjene								
Primio iz spremišta								
Uzeo od drugog palioca u toku smjene								
Ukupno primio								
Ukupno utrosio								
Predao drugom paliocu u toku smjene								
Ostalo na kraju smjene								
Predao paliocu naredne smjene								
Vratio u spremište								

Numeratorski broj _____

RADILIŠTE (Broj min polja ili bager)	POTROŠNJA PO RADILIŠTIMA									BROJ ZATAJE- NIH MINA	BROJ UNIŠTE- NIH MINA	DA SU NAVEDENE KOLICINE UTRO- ŠENE OVJERA- VA SVOJIM POTPISOM	Primjedbe palioca mina
	EKSPLOZIV				INICIJATORI			BROJ UNIŠTE- NIH MINA	BROJ ZATAJE- NIH MINA				
	WIZKIT 30 # 32 kg	WIZKIT 5c # 32 kg		UKUPNO kg	Deton štapin m'	Sporog. štapin m'	Rud. kapisig br. B kom						
Σ													
STANJE U SPREMIŠTU NAKON IZUZIMANJA	1.												
	2.												
	3.												
OSTALO ZA NARE- DNU SMJ													

Kontrolu izvršio: _____

Datum _____ 197__

Primjedba: _____

TITOVI RUDNICI KREKA-BANOVIĆI U TUZLI
 SOUR. BANOVIĆI; E.J. ČUBRIĆ

Numeratorski broj:

1. Original ostaje u knjizi
2. Kopiju dobiva gl. i odg. lice (izvrš.).
3. Kopija se šalje službi sigurnosti.

Na osnovu člana 18. i 34. Pravilnika o mjerama zaštite
 pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranj u
 rudarstvu, Sl. list SFRJ, br. 9/66. sastavljen je ovaj

Z a p i s n i k

o uništavanju pokvarenih, odnosno neupotrebljivih eksplozivnih sredstava

O D R E Đ E N A K O M I S I J A Z A I Z V R Š E N J E

Sastav komisije Podaci članova	Glavno i odgovorno lice	1. ČLAN - ovlašteno lice za miniranje - broj ovlaštenja	2. ČLAN za obezbjeđenje	3. ČLAN za obezbjeđenje	4. ČLAN za obezbjeđenje
Prezime					
Ime					
Zanimanje					
Lični potpis					

K O L I Č I N A E K S P L O Z I V N I H S R E D S T A V A

E K S P L O Z I V						I N I C I J A T O R I						
VITEZIT Sc 420	VITEZIT 20 432	VITEZIT Sc 432	VITEZIT 2x 480	VITEZIT Sc 480	Σ	delon. štapin	sparg štapin	rud. kopije br. 8	retardatori 20 m/s	40 m/s	pent. delon. PO-40	PO-80
kg	kg	kg	kg	kg	kg	m'	m'	kom.	kom.	kom.	kom.	kom.

R A Z L O G Z B O G K O G A S E V R Š I U N I Š T A V A N J E (podvuci ili upiši drugi razlog)

- Loš kvalitet eksploziva; - Ovlažen eksploziv; - Loš kvalitet upaljača;
- Loš kvalitet štapina;

N A Č I N I O P I S M J E S T A N A K O J E M Ć E S E I Z V R Š I T I U N I Š T A V A N J E KAO I DATUM I VRIJEME (određuje tehnički rukovodilac)

P O S E B N A N A R E Đ E N J A T E H N I Č K O G R U K O V O D I O Ć A O N A Č I N U, M J E S T U I M J E R A M A S I G U R N O S T I P R I U N I Š T A V A N J U

N A P O M E N A:

SVI IZVRŠIOCI SVOJIM POTPISIMA
 tvrde da su prethodno upoznati sa uputstvom
 o uništavanju pokvarenih, odnosno neupotrebljivih
 eksplozivnih sredstava.

Tehnički rukovodilac:

TITOV RUDNICI KREKA-BANOVIĆI U TUZLI

Numeratorski broj

SOUR BANOVIĆI: EJ ČUBRIĆ

OBAVJEŠTENJA O MASOVNOM MINIRANJU

REDNI BROJ	MINIRANJE ČE SE IZVRŠITI		POVRŠINSKI OTKOP	ETAŽA	MINSKO POLJE BR.	KOD BAGERA	POLJE JE BUŠILA GARNITURA	OBAVIJEŠTENI	LIČNI POTPIS	DA LI JE MINIRANJE IZVRŠENO	RUKOVODI- LAC MINIRANJA
	DANA	SATI									
								1 Poslovođa PO 2 Poslovođa mašin službe 3 Poslovođa elektro službe 4 Nadzornik smjene 5 Šef mjestništva		DA - NE	
								1. Poslovođa PO 2. Poslovođa mašin službe 3. Poslovođa elektro službe 4. Nadzornik smjene 5. Šef mjestništva		DA - NE	
								1. Poslovođa PO 2. Poslovođa mašin službe 3. Poslovođa el službe 4. Nadzornik smjene 5. Šef mjestništva		DA - NE	
								1. Poslovođa PO 2. Poslovođa mašin službe 3. Poslovođa elektro službe 4. Nadzornik smjene 5. Šef mjestništva		DA - NE	
								1. Poslovođa PO 2. Poslovođa mašin službe 3. Poslovođa elektro službe 4. Nadzornik smjene 5. Šef mjestništva		DA - NE	
								1. Poslovođa PO 2. Poslovođa mašin službe 3. Poslovođa elektro službe 4. Nadzornik smjene 5. Šef mjestništva		DA - NE	
								1. Poslovođa PO 2. Poslovođa mašin službe 3. Poslovođa elektro službe 4. Nadzornik smjene 5. Šef mjestništva		DA - NE	
								1. Poslovođa PO 2. Poslovođa mašin službe 3. Poslovođa elektro službe 4. Nadzornik smjene 5. Šef mjestništva		DA - NE	

- sastav imenovane grupe za uništenje i podaci o članovima iste,
- vrste i količine eksplozivnih sredstava koje se uništavaju,
- razlozi zbog kojih se uništavanje vrši,
- način uništenja i opis mjesta gdje će se uništenje izvesti, datum i tačno vrijeme uništavanja,
- posebna naređenja tehničkog rukovodioca, naročito u cilju sigurnosti izvođenja uništavanja.

Sve navedeno određuje i upisuje tehnički rukovodilac, a imenovani članovi svojim potpisom garantuju da su po naređenju postupili.

d) Knjiga obavještenja o izvođenju masovnih miniranja (obr. 12)

Knjiga predstavlja u suštini jedan vid koordinacije tehničkog osoblja bušačko-minerskih radova sa ostalim radnim grupama površinskog kopa, a doprinosi obezbjeđenju potrebne sigurnosti.

U obrazac se unose podaci lokacije minskih polja i tačnog vremena aktiviranja. Obrazac potpisuju prilikom jutarnjeg raporta sva odgovorna lica, te time potvrđuju da su upoznata sa mjestom i vremenom miniranja, kako bi preduzela mjere u svrhu obezbjeđenja sigurnosti radnih grupa kojima rukovode.

e) Knjiga obračuna masa miniranog materijala sa stanjem zaliha (obrazac 13)

Ova se knjiga vodi u mjerništvu pogona, a ažurira se na koncu svakog mjeseca. Ona sadrži minirane mase uglja i otkrivke na pojedinim kopovima i to posebno za mase dobivene masovnim, a posebno za količine dobivene naknadnim miniranjem.

Knjiga se svakog mjeseca podnosi na pregled i ovjeru upravniku bušenja i miniranja.

Na prednjem dijelu obrasca registruju se mase miniranog uglja, a na poleđini mase otkrivke.

f) Knjiga smjenskih izvještaja nadzorno-tehničkog osoblja (obrazac 14)

Ova knjiga je jedinstvena i služi kako za unošenje podataka za površinski kop, tako i za unošenje osnovnih podataka o bušačko-minerskim radovima sa kojima mora biti uvijek poznato nadzorno-tehničko osoblje kopa. Upoznavanje se vrši upravo putem ove knjige. U pojedine tabelarne preglede te knjige unose se najosnovniji podaci o bušenju i miniranju kao:

- rad garnitura za bušenje,
- utrošak eksplozivnih sredstava,
- eventualno nastale ozlede tokom smjena,
- podaci o zatajenim minama (član 127. st. 2. Pravilnika),
- utrošene nadnice za bušenje i miniranje,
- upoznavanje radnika sa propisima o tehničkim mjerama i zaštiti na radu,
- određivanje čuvara skladišta eksplozivnih sredstava i sl.

Na obrascu 14, koji predstavlja izvod iz knjige smjenskih izvještaja (raporna knjiga), dato je sve navedeno samo radi pregleda, odnosno da se vidi šta sve ta knjiga treba da sadrži iz oblasti bušenja i miniranja pored ostalih podataka (npr.: o radu kamiona, buldozera, lokomotiva, pumpi, grejdera itd.). Ovo je, takođe, objašnjeno u napomeni u dnu obrasca. Pojedine rubrike izvoda popunjavaju nadzornici ili brigadiri bušenja i miniranja.

g) Knjiga evidencije o paliocima mina

U radnoj organizaciji se ova knjiga vodi na osnovu člana 10. st. 6. Pravilnika. Obrazac ove knjige neće biti posebno dat, ali dajemo samo mišljenje o tome koje elemente treba da sadrži:

- ime i prezime, dan, mjesec i godinu rođenja u
- opis puta i načina sticanja kvalifikacije palioca mina,
- datum polaganja ispita za palioca, mjesto i organizator polaganja kao i broj rješenja o kvalifikaciji,

PREGLED MINIRANIH MASA TOKOM 197 god.

REVIR	R A V N E						B A N O V I Ć I " S E L O I I "						U K U P N O					
	MASOVNO NAKNAD. [t-m ²]	PROJEKTOVNO MASOVNO NAKN. [t-m ²]	UKUPNO [t-m ²]	ODGRAB [t-m ²]	MASOVNO NAKNAD. [t-m ²]	PROJEKTOVNO MASOVNO NAKN. [t-m ²]	UKUPNO [t-m ²]	ODGRAB [t-m ²]	MASOVNO NAKNAD. [t-m ²]	PROJEKTOVNO MASOVNO NAKN. [t-m ²]	UKUPNO [t-m ²]	ODGRAB [t-m ²]	MASOVNO NAKNAD. [t-m ²]	PROJEKTOVNO MASOVNO NAKN. [t-m ²]	UKUPNO [t-m ²]	ODGRAB [t-m ²]		
MJESEC	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
I																		
II																		
III																		
IV																		
V																		
VI																		
VII																		
VIII																		
IX																		
X																		
XI																		
XII																		
Σ																		

- radni staž — ukupni i staž kao palioca mina,
- radno mjesto ili zaduženje,
- naknadni ispiti za napredovanje u struci,
- pohađanje seminara (svrha, sadržaj i organizator seminara),
- polaganje kontrolnih ispita sa datumom i rezultatima,
- ljebarski pregledi sa datumom i rezultatima,
- podaci o psiho-fizičkim karakteristikama,
- podaci o moralnim karakteristikama, a eventualno podaci iz evidencije SUP-a,
- podaci o unapređenjima i pohvalama,
- podaci o kaznama i smjenjivanjima sa dužnosti palioca,
- mišljenje tehničkog rukovodioca i drugih nadzornih ili kontrolnih lica o kvalitetima i nedostacima palioca,
- nalazi prilikom kontrole rada,
- podaci o upoznavanju sa novim eksplozivnim sredstvima i novim propisima (član 17. st. 2. Pravilnika) i
- primjedbe.

Sve ove podatke treba voditi u dovoljno dimenzionisanim rubrikama u posebnoj knjizi, koja će biti dostupna samo tehničkom rukovodiocu i kontrolnim, odnosno inspekcionim organima.

Na gotovo svim obrascima su predviđene rubrike primjedbi kontrolnih i nadzorno-tehničkih lica, čime su zadovoljene odredbe člana 14 st. 3 i 4 i člana 19 Pravilnika.

Ovjere minerskih knjižica, knjige o radu sa eksplozivnim sredstvima, dnevnika o masovnom miniranju kao i pregledi naloga za izdavanje — izuzimanje u prethodnom danu, vrše se svakog jutra, prilikom održavanja raporta.

Tom prilikom pregledaju se minerske knjižice svakog palioca mina prethodnih smjena, a sume se porede sa podacima na nalozima. Utrošene količine upisane u minersku knjižicu i ovjerene od strane nadzornih lica radilišta, prepisuju se u knjigu dne-

vnog utroška, a takođe i količine utrošene na masovnom miniranju prethodnog dana.

Ponedjeljkom izjutra, brigadiri donose knjige priručnih spremišta radi pregleda i poređenja sa podacima za prethodnu sedmicu, upisanim u knjigu dnevnih utrošaka i knjigu o radu sa eksplozivnim sredstvima.

Pregled i ovjeru vrše sva nadzorno-tehnička lica na čelu sa tehničkim rukovodiocem miniranja, a onako kako to zahtijevaju odredbe člana 14 i 19 Pravilnika.

Zaključak

Priložena dokumentacija u potpunosti odgovara svrsi miniranja na površinskom kopu sa štapinskim iniciranjem. Ona se lako, prema potrebi, može prilagoditi i za električno paljenje pri masovnim miniranjima, mada je takvo paljenje rjeđe na našim kopovima zbog opasnosti od lutajućih struja. Takođe, nije predviđena dokumentacija za pomoćna skladišta iz razloga što je u potpunosti slična priloženoj.

Dati obrasci se mogu korisno upotrijebiti i za eventualno stvaranje jedinstvene dokumentacije evidencije miniranja na svim kopovima uglja koji su slični kopu u Banovićima, kao i za one kopove koji se po specifičnim prilikama bitno razlikuju od njega.

Prilikom obilaska nekih kopova u zemlji, zapazili smo heterogenost dokumentacije, koja je često nesvršishodna, komplikovana, nepregledna, neraščlanjena, opširna, sa čestim multiplikacijama i bez osnovnih pokazatelja neophodnih za kompletno sagledavanje tehnološkog procesa. Takođe smo na više kopova zapazili da dokumentaciju vodi čitava ekipa ljudi, a ipak nisu zastupljene ni osnovne odredbe važećih propisa!

Vjerujemo da će ovaj prilog doprinijeti sređivanju haotičnog stanja u vođenju dokumentacije, čak i ako se iskoristi samo kao ideja za stvaranje još funkcionalnije i kvalitetnije dokumentacije.

Kao prilog dajemo obrasce od broja 1—14.

ZUSAMMENFASSUNG

Führung der technischen Dokumentation über die Sprengung und Handhabung mit Sprengmitteln

Dipl. Ing. V. Živković*)

In diesem Aufsatz schlägt der Verfasser die Einführung der einheitlichen Evidenz über die Handhabung mit Sprengmitteln vor, womit den geltenden Vorschriften Genüge getan und der technologische Sprengprozess in den Tagebauen erfasst wird.

Literatura

- Tehnički projekat izvođenja radova bušenja i miniranja na PO Banovići Selo II.... projektanti V. Živković i M. Ikić.
- Glavni projekat izvođenja miniranja na površinskim kopovima rudnika uglja Tito-Banovići.... projektant Z. Vončina.
- Pravilnik o mjerama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu.

*) Dipl. ing. Velibor Živković, upravnik bušenja i miniranja na PO Čubrić — Banovići.

O separatom provetravanju komornih otkopnih radilišta

(sa 4 slike)

Dipl. ing. Vladimir Ivanović

U cilju rešavanja problema provetravanja komornih otkopnih radilišta u podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina dat je jedan od načina provetravanja radilišta, udaljenih od pristupnih vazdušnih veza, primenom separatom provetravanja.

U rudarskoj praksi je poznat problem provetravanja komornih radilišta u podzemnoj eksploataciji. Uspostavljanje protočnog provetravanja u komornim prostorijama ne znači da su stvoreni uslovi i za njeno uspešno provetravanje. U praksi se često dešava, u zavisnosti od geometrijskih karakteristika, da pojedini delovi otkopnog prostora ostanu van zona aktivnih vazdušnih struja. Uključivanje ovih delova otkopnog prostora u zone usmerenih vazdušnih struja zahtevalo bi velike količine vazduha, koje prevazilaze propusnu sposobnost otkopnih blokova kao ventilacionih jedinica, a posmatrano kroz njihov zbir, ukupna količina bila bi iznad realnog jamskog ventilacionog kapaciteta.

Polazeći od činjenice da se provetravanje komornih prostora ostvaruje pomoću slobodnih struja, koje nastaju pri isticanju vazduha iz prostorija manjeg profila (hodnici, uskopi) u prostorije znatno većeg preseka (komore), problem postaje teži za rešavanje kod metode krovnog otkopavanja u horizontalnim etažama odozdo na gore sa zasipavanjem, koja se često primenjuje pri eksploataciji ležišta metala u SFRJ (Stari Trg, Trepča, Novo Brdo, Kišnica, Belo Brdo i dr.). Težina problema se sagledava u pok-

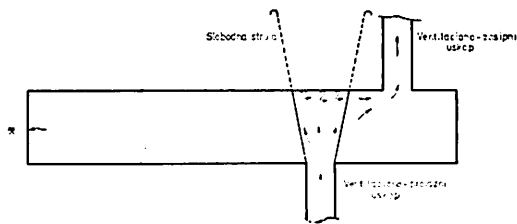
lapanju uzdužne ose pristupne ventilacione prostorije sa najmanjom dimenzijom otkopnog prostora, njegovom visinom. To znači da dužina slobodne struje formirane na izlazu iz prolazno-ventilacionog uskopa može da bude samo tolika koliko iznosi visina komore, dok su pri tom dužina i širina komore od 10 do 20 puta veće. Kao što je na sl. 1 prikazano, slobodna struja vrlo brzo udara u strop prostorije i deformiše se već kod ulaza u komoru. To znači da je i efektivnost njenog delovanja manja nego da vazduh ulazi u komoru iz horizontalne prostorije kada se osa slobodne struje poklopi sa dužim dimenzijama komore.

Jedan od načina za delimično ublaženje ovog problema i efikasno provetravanje slepih delova otkopnog prostora je primena separatom provetravanja.*

Kao što se iz crteža na sl. 2 vidi, uzdužna osa slobodne struje, formirane na otvoru ventilacione cevi, nalazi se u horizontalnoj ravni sa daljinom dometa, koja nije ograničena nekom preprekom.

Proračun potrebne količine vazduha za provetravanje komornih prostorija u odnosu na faktor zapašenosti zasniva se na jednačinama, koje su date u opštem obliku.

* Ovaj rad ne obuhvata i analizu razvođenja vazduha u odnosu na raspored vertikalnih pristupnih prostorija, koje često nisu adekvatno postavljene u odnosu na potrebe provetravanja. To je predmet za posebno razmatranje.



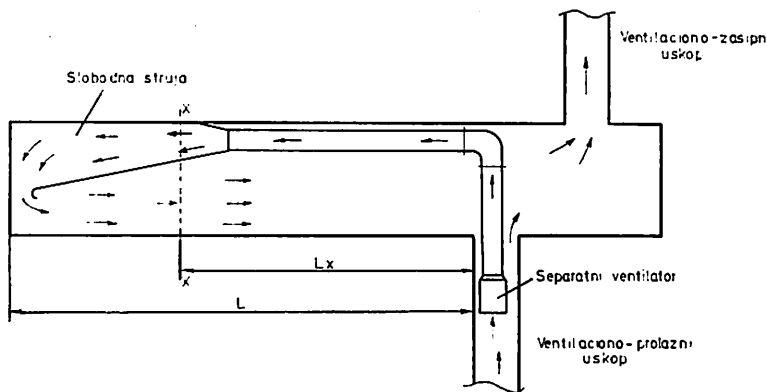
Sl. 1 — Uzdužni presek komorne otkopne prostorije sa prikazom ventilacione situacije bez primene separatnog provetranja.

Fig. 1 — Longitudinal section of a room-and-pillar stop showing the ventilation situation without the use of separate ventilation.

ktivnih vazdušnih struja u zapremini komore, a analitički određuje iz odnosa koncentracije prašine u vazduhu koji izlazi iz komore, prema srednjoj koncentraciji prašine u komori za posmatrani period vremena:

$$k = \frac{n_{izl.}}{n_{sr.}}$$

Očigledno je da će vrednost k biti veća ako je veći deo zapremine u komori obuhvaćen aktivnim vazdušnim strujama pošto



Sl. 2 — Uzdužni presek komorne otkopne prostorije sa primenjenim separatnim provetranjem.

Fig. 2 — Longitudinal section of a room-and-pillar stop with separate ventilation.

Za provetranje radilišta posle miniranja:

$$Q = \frac{V}{k \cdot t} \cdot 1_n \frac{n_o}{n} \text{ [m}^3\text{/min]}$$

- V = zapremina komore, m³
- k = koeficijent turbulentne difuzije
- t = vreme provetranja komore, min
- n_o = početna koncentracija prašine, mg/m³
- n = dozvoljena koncentracija prašine, mg/m³.

Za provetranje radilišta pri kontinualnom izdvajanju prašine (bušenje, utovar):

$$Q = \frac{N}{k \cdot n} \text{ [m}^3\text{/min]}$$

- N = prosečan intenzitet izdvajanja prašine, mg/min
- k = koeficijent turbulentne difuzije
- n = dozvoljena koncentracija prašine, mg/m³.

Određivanje količine vazduha uslovljeno je, pored ostalih veličina, i pravilnim određivanjem brojčane vrednosti koeficijenta k. Ostale veličine nisu predmet analize i uzimaju se kao konstante.

Koeficijent turbulentne difuzije se geometrijski definiše pomoću veličine zone ak-

je provetranje komore intenzivnije, iznošenje prašine bolje, a razlika u koncentracijama u izlaznoj struji i komornom prostoru manja.

Za uporedno posmatranje dva karakteristična slučaja provetranja uzet je komorni tip otkopa koji ima po jedan ventilacioni uskop za svežu i istrošenu vazdušnu struju. Uzet je najnepovoljniji slučaj da su uskopi postavljeni blizu jedan drugom. U prvom slučaju, prikazanom na sl. 1, provetranje aktivnim vazdušnim strujama se ostvaruje u maloj zapremini komore. U drugom slučaju, uključivanjem separatnog provetranja dobija se znatno povoljnija slika rasporeda aktivnih vazdušnih struja, kao što se vidi iz situacije na sl. 2.

U daljem postupku ova dva slučaja se analiziraju kroz veličinu k.

Za prvi slučaj provetranja vrednost k se može izračunati iz jednačine dobijene na osnovu teorije o slobodnim strujama (1).

$$k = 1,35 \frac{a \cdot l_k}{\sqrt{s_o}} \left(1 - 1,12 \frac{a \cdot l_k}{\sqrt{s_o}} \right)$$

- $l_k = 3 \text{ m}$ — dužina slobodne struje (u posmatranom slučaju visina komore)
- $s_o = 2,0 \text{ m}^2$ — izlazni profil prolazno-ventilacionog uskopa
- $a = 0,1$ — koeficijent strukture slobodne struje.

$$k = 1,35 \frac{0,1 \cdot 3}{\sqrt{2}} \cdot \left(1 - 1,12 \frac{0,1 \cdot 3}{\sqrt{2}}\right) = 0,22$$

U drugom slučaju polazi se od pretpostavke da je srednja koncentracija prašine u nekom preseku komore X—X jednaka koncentraciji prašine u izlaznoj struji ($n_x = n_{izl}$). Tada ranije dat izraz za K dobija sledeći izgled:

$$K = \frac{n_x}{n_{izl}}$$

gde je:

n_x = srednja koncentracija prašine u nekom preseku komore X—X, mg/m³.

n_{izl} = srednja koncentracija prašine u zapremeni komore, mg/m³.

U primeru separatnog provetravanja, datom na sl. 2, uzeto je da se izlazni otvor nalazi u preseku X—X, što znači da je $L_x = 0$. Pri tome se zanemaruje horizontalno rastojanje između ventilaciono-prolaznog i ventilaciono-zasipnog uskopa, pošto se prema ranijoj napomeni, posmatra slučaj njihove minimalne udaljenosti.

Srednja koncentracija prašine se može izračunati iz jednačine (1):

$$n_x = n_o \cdot e^{-k \cdot \frac{Q}{V} \cdot t} \cdot \frac{bk}{a \left(1 - e^{-k \cdot \frac{b}{a}}\right)} \cdot e^{-\frac{kb}{a} \cdot \frac{L_x}{L}}$$

Izraz za n_{sr} je dat u prethodnom tekstu.

Iz datog odnosa dobija se vrednost za k.

$$k = \frac{bk}{a \left(1 - e^{-k \cdot \frac{b}{a}}\right)} \cdot e^{-\frac{kb}{a} \cdot \frac{L_x}{L}}$$

U datom primeru postoji ograničavajući uslov $\frac{L_x}{L} = 0$ pošto su ulazni i izlazni otvori postavljeni sasvim blizu jedan do drugog. U tom slučaju jednačina dobija sledeći izgled:

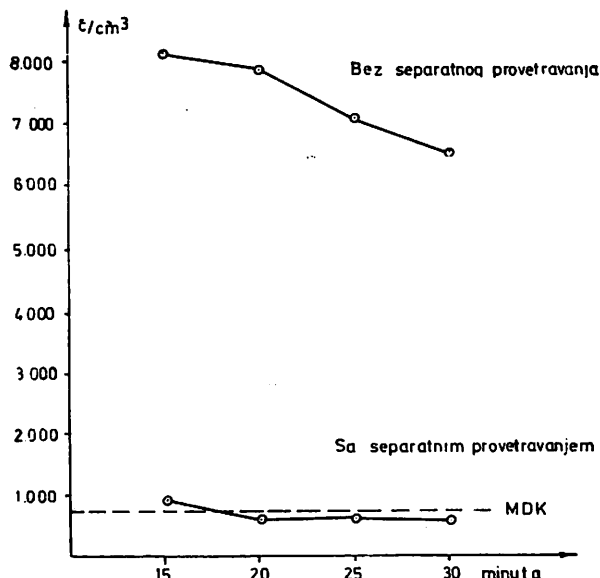
$$k = \frac{bk}{a \left(1 - e^{-k \cdot \frac{b}{a}}\right)}$$

odnosno

$$k = \frac{a}{b} \ln \frac{a}{a-b}$$

Koeficijenti a i b se mogu odrediti na osnovu teorije slobodnih struja. U konkretnom slučaju je uzeto a = 1,9 i b = 0,7 (1).

$$k = \frac{1,9}{0,7} \ln \frac{1,9}{1,0 - 0,7} = 1,24$$

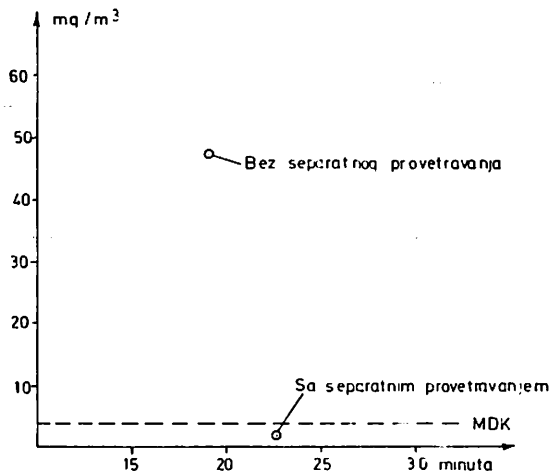


Sl. 3 — Grafički prikaz promene konimetrijske koncentracije u vremenu 15—30 minuta posle miniranja. Uzorkovanje vršeno konimetrom Cajs 110.

Fig. 3 — Graphical display of conimetric concentration change 15—30 min. after blasting. Sampling made by Zais 110 conimeter.

Kao što se iz navedenog primera vidi, razlika u veličini koeficijenta turbulentne difuzije je veoma velika za posmatrane slučajeve i ona pokazuje da je za postizanje istih efekata u provetravanju komore upotrebom separatnog provetravanja dovoljna pet puta manja količina vazduha.

Na sledećem praktičnom primeru se pokazuje efekat provetravanja slepog dela otkopa primenom separatnog provetravanja.



Sl. 4 — Grafički prikaz prosečne gravimetrijske koncentracije u vremenu 15—30 minuta posle miniranja. Uzorkovanje vršeno instrumentom Area.
Fig. 4 — Graphical display of average gravimetric concentration 15—30 min. after blasting. Sampling made by Area instrument.

Merenja su izvršena na jednom otkopu u rudniku »Stari trg« — Trepča, koji po svojim geometrijskim karakteristikama odgovara datom primeru. Analizirano radilište se nalazilo na udaljenosti 30 m od ventilacionog uskopa iz koga je u komoru ulazila količina vazduha 230 m³/min. Izvršena su uporedna merenja zapašenosti posle miniranja

za dve karakteristične ventilacione situacije, tj. pri uključenom i isključenom separatnom provetravanju. Kapacitet separatnog ventilatora je bio 120 m³/min.

Rezultati izvršenih merenja su grafički prikazani na sl. 3 i 4.

Dobijeni rezultati potvrđuju teoretske postavke da je sa manjim količinama vazduha moguće postići velike efekte pri upotrebi uređaja za separatno provetravanje. Sa stanovišta ventilacionih efekata, njegova primena sasvim zadovoljava. Imajući u vidu skučenost prostora i ostale tehnološke nepogodnosti, može se postaviti pitanje praktične primene u pogonskim uslovima. Ventilator se postavlja u pristupni ventilacioni uskop na odstojanju od ulaza na otkop 2—3 metra. Na ventilator se postavljaju limene ventilacione cevi do blizu stropa otkopa. Zatim se prelazi na horizontalno vođenje cevi u otkopnom prostoru. To su elastične plastične cevi armirane sa čeličnom žicom. Na prelazu iz horizontalnog u vertikalni deo cevovoda postavlja se uređaj za kružno pomeranje u horizontalnoj ravni, sa čime se pozicija izlaznog otvora separatne cevi jednostavno prilagođava svim lokacijama radilišta u otkopnom prostoru.

Na kraju se može zaključiti da je opravdana primena separatnog provetravanja na otkopnim komornim radilištima. Sa tim postupkom se znatno povećava koeficijent turbulentne difuzije, a u saglasnosti s tim smanjuje potrebna količina vazduha za efektivno provetravanje otkopnog prostora. Pri tome se napominje neophodnost da uređaj za separatno provetravanje ispuni uslov jednostavne upotrebe sa brzim montiranjem i demontiranjem da bi se izbegle smetnje u normalnom odvijanju tehnološkog procesa.

SUMMARY

On Separate Ventilation of Room-and-Pillar Workings

V. Ivanović, mjn. eng. *)

The article considers one of the possible ways for the ventilation of workings far away from the access ventilation drives in room-and-pillar stopes in underground mineral materials mining.

*) Dipl. ing. Vladimir Ivanović, saradnik Zavoda za ventilaciju i tehničku zaštitu Rudarskog instituta — Beograd

An example of separate ventilation is presented, utilizing a tube fan located in the access ventilation drive, while the air is distributed to the stope through PVC steel wire reinforced ventilation pipes. An actual example of achieved effects in a mine is also presented.

Literatura

1. Rudničnaja aerologija i bezopasnost' truda v šahtah — Naučnye soobščeniya — Institut gornoga dela im. Skončinskogo, 1967. g.
2. Voronina, — Barginovski — Nikitin, 1962: Rasčet rudničkoj ventilacii, Moskva.
3. Stepanov — Jakovlev, 1965: O dviženii vozduha v prizabojnom prostranstve tupikovyh vyrabotkah boljšogo sečenija. Leningradskij gornyj institut, tom 50, Leningrad.
4. Komarov, Kilkeev, 1959: Rudničnaja ventiljacija, Moskva.

IZ PRAKSE

U ovoj rubrici objavljiće se iskustva naših radnika u sprovođenju zaštite na radu i prikazivati praktična rešenja i ostvarenja kojima se otklanjaju posebne opasnosti, unapređuje zaštita i povećava sigurnost pri izvođenju rudarskih radova. U kratkim prikazima objasniće se opasnosti i nepravilni postupci, zbog kojih dolazi do teških i smrtnih nesreća, i kakve se pouke iz takvih nesreća izvode da bi se sprečilo ponavljanje istih.

Osim toga, ovakvim prikazima u ovoj rubrici, časopis »Sigurnost u rudnicima« želi da upozna našu rudarsku saručnu javnost sa onim vrednim i požrtvovanim operativnim kadrovima, nadzornicima, poslovođama, rudarskim tehničarima i inženjerima, koji zaštitu sprovode na radnim mestima gde se vodi bitka za ostvarenje rednih planova i planova proizvodnje, sa onima koji se krajnjim pregalaštvom ističu u intervencijama za spasavanje rudnika i rudara prilikom velikih nesreća i u sanacijama havarija, kao i sa onima koji mnogo brige i pažnje posvećuju unapređenju zaštite vaspitavanjem i poučavanjem radnika.

GLAVNI UREDNIK

Karakteristike vibracija sedišta kamiona na površinskom kopu u Boru

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Miodrag Miljković — dipl. ing. Života Dačić

U članku su opisane primena instrumenta za merenje buke, tipa 2204 firme »BRUEL & KJAER« za merenje vibracija — karakteristike vibracija sedišta kamiona izmerene ovim instrumentom, i ukazano na postojeće razlike u karakteristikama vibracija kod pojedinih vrsta kamiona.

Uvod

Sve mašine i uređaji koji imaju pokretne delove kroz koje struje gasovi ili vazduh i vozila pri vožnji, tresu se dok su u pogonu. Te vibracije se prenose na osobe koje njima rukuju ili ih poslužuju.

Vibracije se na radnika najčešće prenose preko nogu, kada radnik stoji na vibrirajućoj podlozi, preko donjeg dela trupa kada radnik sedi, i preko ruku kada radnik rukuje vibrirajućim oruđem za rad. (1)

Vibracije zamaraju radnika, smanjuju mu radnu sposobnost i ugrožavaju mu zdravlje. Ispitivanja su pokazala da vibracije imaju kobne posledice naročito na kapacitet rada radnika čiji organizam pruža slabiji otpor, doprinose čestoj pojavi nazeba, zapaljenja kože i potkožnog tkiva, osteohondritisu kičme, bukalnim i očnim oboljenjima, kao i oboljenjima nervnog sistema i sistema krvnih sudova. (2)

Pri eksploataciji mineralnih sirovina koriste se mašine i uređaji za dobijanje i transportna sredstva kod kojih su veoma izražene vibracije. Kako je dejstvo vibracija na organizam radnika štetno, potrebno je proučiti te pojave, utvrditi njihovu štetnost i doneti odgovarajuće propise radi smanjenja štetnosti vibracija.

Da bi se ocenili opasnost i nivo vibracija potrebno je merenje vibracija vršiti instrumentima. Najčešće se meri akceleracija vibracija, a ređe amplituda i brzina, jer se

preko njene veličine može suditi o štetnosti vibracija. U članku je opisan način merenja vibracija i date su karakteristike vibracija kamiona.

Vibracije sedišta teških kamiona — izvor oboljenja vozača

U ranijoj rudarskoj tehnici uglavnom se ispitivalo dejstvo vibracija alata na pneumatski pogon na ruke radnika koji njime rukuje, zbog pojave oboljenja koje je poticalo od rada ovim alatom. (Pojava bele ruke). Mašine koje se drže u ruci sve više nestaju u modernom rudarskom pogonu, a veliki agregati za bušenje, utovar i transport se sve više primenjuju. Vibracije koje se pojavljuju kod ovih mašina deluju na celo telo operatora, koji stoji na platformi mašina ili sedi za volanom ili uređajem za upravljanje. O uticaju vibracija savremenih rudarskih mašina na celo telo radnika medicina malo zna, mada je taj uticaj proučavan kod drugih privrednih grana (2). Od strane radnika, vozača teških kamiona, ima prigovora da posle višegodišnjeg rada dobijaju oboljenje kičme, ili oštećenja na kičmenim pršljenovima, koja im umanjuju radnu sposobnost i ometaju dalji rad sa istom opremom. Bilo je čak tvrdnji i sudskog dokazivanja, da je oštećenje kičme došlo usled rada na teškim kamionima (slučaj iz Majdanpeka). Na ovakve konstatacije se ne može da da pravi odgovor, jer uticaj vibracija nije dovoljno prou-

čen i oštećenja kičme nisu predviđena spiskom profesionalnih bolesti koje socijalno osiguranje priznaje (3). Međutim, ovakvih slučajeva ima mnogo i njih, za sada, rešava sama radna organizacija upućujući radnike na druga radna mesta.

Vibracije kamiona i sedišta kamiona zavise od konstrukcije kamiona i sedišta, kvaliteta puteva, brzine vožnje i načina vožnje, opterećenja kamiona, dužine upotrebe kamiona, itd. Proizvođači kamiona, konstruktivnim rešenjima sedišta, smanjuju opasne vibracije, ali ako su putevi na površinskom kopu loši, ili ako je vožnja kamiona na putu neadekvatna, onda će se i kod dobrih konstruktivnih rešenja sedišta pojaviti opasne vibracije. Merenjem vibracija sedišta i kabina kod više vrsta kamiona mogu se dobiti podaci o podobnosti konstrukcije kamiona u pogledu vibracija, koje treba imati u vidu pri odlučivanju o kupovini kamiona.

Merenjem vibracija pri konstantnoj brzini kretanja određene vrste kamiona na putu od mesta utovara do mesta istovara može da se ukaže na kvalitet pojedinih deonica puta i da se odrede brzine vožnje u cilju smanjenja vibracija.

Ovi problemi se mogu rešiti i makroskopskim posmatranjem, ali je bolje i verodostojnije ako se za to koriste merene veličine jer su objektivnije i pružaju solidnu osnovu za upoređenje. Izmereni parametri vibracija služe takođe, za ocenu štetnosti vibracija i praćenje pojava oštećenja zdravlja radnika u zavisnosti od pomenutih uticaja za duži vremenski period. Problem postavljanja korelacione veze profesionalnih oboljenja radnika i nivoa vibracija, nije jednostavan, jer postoji veliki broj uticajnih faktora na pojavu vibracija i pojave oboljenja, ali se taj problem može rešiti stalnim praćenjem oštećenja zdravlja radnika koji voze kamione sa izraženim parametrima vibracije i onih gde su vibracije manje izražene. Za utvrđivanje korelacije, praćenje vibracija i oboljenja treba sistematski vršiti dve do tri godine.

Rudarski stručnjaci, koji se bave organizacijom transporta na površinskom kopu, koristeći podatke o parametrima vibracija, moći će uspešnije da organizuju rad na transportu i održavanju puteva u cilju smanjenja zdravstvenih oštećenja kod radnika i ha-

varija kod kamiona. Zbog toga treba da budu upoznati sa instrumentima i načinom merenja parametara vibracija.

Buka i vibracije se mogu meriti istim instrumentom uz primenu dodatnih uređaja,*) kako je to u narednom opisu izloženo.

Merenje vibracija instrumentom za merenje buke i vibracija tip 2204

»Bruel & Kjaer«

Priprema instrumenta

Instrument za merenje buke tip 2204 »Bruel & Kjaer« može se primeniti za merenje vibracija, ako se umesto mikrofona koriste integrator (ZR 0020) i akcelerometar sa produžnim kablom, koji su isporučeni sa instrumentom. Za direktno očitavanje akceleracije (ubrzanja) brzine ili amplitude, instrument treba prethodno pripremiti. Priprema instrumenta za merenje vibracija se vrši na sledeći način (5):

Sa instrumentom se poveže akcelerometar, prema sl. 1a ako se koristi integrator (ZR 0020), ili kao na slici 1b, ako se koristi adapter (JJ 2614), koji se takođe isporučuje sa instrumentom i sa njim se mogu meriti samo ubrzanja kod vibracija. Posle povezivanja pomenutih delova potrebno je zameniti skalu merača, odnosno okrenuti je tako da pokazuje vibracije (oznaka: vibracione merenje). Takođe je potrebno zameniti skalu priгуšivača u ležištu crnog koluta i ugraditi odgovarajuću skalu za merenje vibracija. Odabiranje skale se vrši na osnovu zahteva merenja. Ako se mere akceleracija, brzina ili amplituda, treba odabrati jedinice kojima će se izraziti merene veličine

Akceleracija (ubrzanje) m/sek² ili »g«
Brzina m/sek ili inč/sek
Amplituda m ili inč

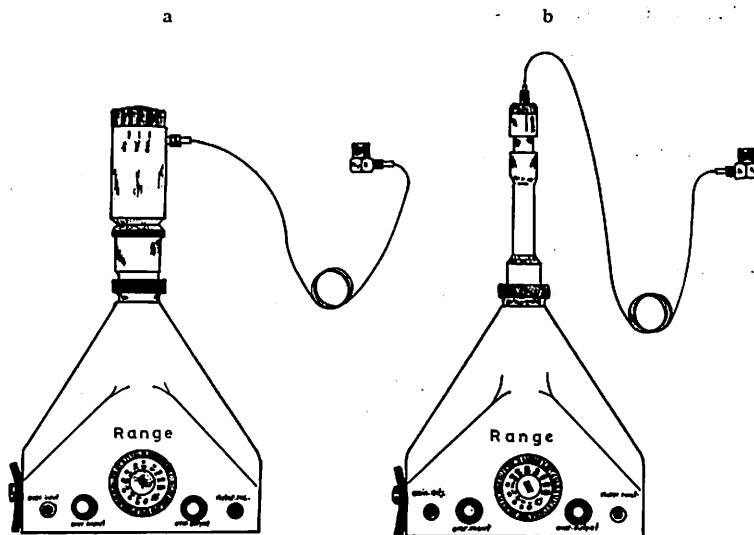
i odgovarajuće skale sa željenim jedinicama i za odgovarajući tip akcelerometra.

Na instrument se mogu ugrađivati različiti akcelerometri, ali za svaki mora biti određen faktor osetljivosti (mv/g) uključujući i kapacitativnost produžnog kabla koji se koristi (uz instrument je isporučen akce-

*) Opis instrumenta za merenje buke i način merenja buke je objavljen u časopisu »Sigurnost u rudnicima« broj 3/1972. god.

Sl. 1a i b — Povezivanje akcelerometra.

Abb. 1a und b — Die Verbindung des Beschleunigungsmessers.



lerometar tip 4332 čija je osetljivost 89 mv/g. Faktor osetljivosti se nalazi iz dijagrama u prospektu i iznosi 1 mv/g).

Dalji tok pripreme instrumenta obuhvata sledeće operacije: crni kolut prigušivača se postavi na oznaku »ref«, prekidač mreže gradiranja na »lin«, okrene se prekidač merača na »bat«, proveri stanje baterija, a potom postavi na oznaku »FAST« i podešava potencijometar »GAIN ADJ« dok kazaljka ne dođe na cifru na crvenoj skali, koja predstavlja faktor ispravke osetljivosti, koji je očitán iz dijagrama na sl. 1 b.

Merenje vibracija

Nakon opisane pripreme instrumenta pristupa se merenju vibracija na sledeći način:

Na predmet koji vibrira pričvršćuje se akcelerometar na jedan od mogućih načina

- a) na metalne površine pomoću permanentnog magneta koji se isporučuje uz akcelerometar
- b) lepljenjem na predmet pomoću parafina
- c) pričvršćivanjem zavrtnjima na podlogu itd., prema uputstvu.

Potom se uključi instrument i birač mreže gradiranja postavi na oznaku »LIN«. Instrument se drži što je moguće dalje od interferentne okoline vibracija i ostalih uticaja. Providnim kolutom prigušivača u po-

ložaju najdaljem u smeru kretanja kazaljke na satu, treba okretati crni kolut prigušivača dok se ne dobije otklon skale merača u gornje 2/3 skale. Ako ovo nije moguće, može se koristiti i providni kolut. U svim slučajevima providni kolut treba držati u položaju što je moguće dalje u smeru kretanja kazaljke na satu. U toku merenja treba obratiti pažnju da ne dođe do preopterećenja, a ako do toga dođe, upaliće se signalno svetlo. U tom slučaju crni kolut okrenuti u suprotnom pravcu od kretanja kazaljke na satu.

Merenje vibracija u kabinama kamiona

U kamionima na površinskom kopu u Boru izvršeno je merenje parametara vibracija i to: amplitude, brzine i ubrzanja za kabine u celini i sedište vozača kamiona. Akcelerometar je pričvršćivan na metalnu konstrukciju kabine pomoću permanentnog magneta, a takođe i na sedište. Sedišta kamiona su posebno vešana, pa je akcelerometar postavljan na metalnu konstrukciju gornjeg dela sedišta.

Karakteristike vibracija su različite u raznim fazama vožnje kamiona, pa su odvojeno i posmatrane zavisno od faze rada. U tablici su dati uporedni podaci za dve vrste kamiona koji se upotrebljavaju na površinskom kopu u Boru. Na bazi ovih podataka može se suditi o vibracijama kod pojedinih vrsta kamiona na istim transportnim putevima.

Vibracije konstrukcije sedišta

Tablica 1

Vrsta kamiona		Lectra houl 120 t					KW dart 105 t				
opterećenje	faza rada	brz. km/h	amplituda m	brzina m/sek	ubrzanje m/sek ²	buka dB	brz. km/h	amplituda m	brzina m/sek	ubrzanje m/sek ²	buka dB
Pun kamion	stoji (motor radi)	0	0,0018	0,05	4	82	0	0,0009	0,065	2,5	76
	vožnja uzbrdo	9	0,0045	0,06	9	90	11	0,004	0,05	3,3	89
	vožnja po horizontali	11	0,018	0,05	9	102	18	0,018	0,06	5	102
	kipanje	0	0,009	0,03	2,4	96	0	0,004	0,06	7	89
Prazan kamion	stoji (motor radi)	0	0,0018	0,03	2,4	82	0	0,009	0,04	0,018	96
	vožnja nizbrdo	12	0,03	0,03	2,1	82	20	0,02	0,07	6	102
	vožnja po horizontali	12	0,045	0,03	5	109	18	0,015	0,06	5	101
PRIMEDBA		Sedište je vešano na amortizere koji su veoma elastični, ali pri kretanju naniže vozač dobija tupe udarce. Merene su vibracije rama konstrukcije.					Sedište je kruto vezano za kamion ali je tapacirano i mekano. Merene su oscilacije rama konstrukcije.				

Vibracije konstrukcije kabine

Tablica 2

Vrsta kamiona		Lectra houl 120 t					KW dart 105 t				
opterećenje	faza rada	brz. km/h	amplituda m	brzina m/sek	ubrzanje m/sek ²	buka dB	brz. km/h	amplituda m	brzina m/sek	ubrzanje m/sek ²	buka dB
Pun kamion	stoji (motor radi)	0	0,0012	0,07	4	81	0	0,0009	0,055	2,55	76
	vožnja uzbrdo	9	0,003	0,07	4	84	11	0,004	0,050	1,20	89
	vožnja po horizontali	11	0,021	0,06	5	103	18	0,007	0,060	2,1	94
	kipanje	0	0,009	0,21	1,5	96	0	0,004	0,05	2,4	89
Prazan kamion	stoji (motor radi)	0	0,0018	0,21	1,5	82	0	0,0012	0,050	2,1	81
	vožnja nizbrdo	12	0,05	0,06	2,1	110	20	0,021	0,07	2,4	103
	vožnja po horizontali	12	0,035	0,06	5	108	18	0,012	0,06	0,9	101
PRIMEDBA		Kamion je star					Kamion je nov				

Rezultati u tablicama 1 i 2 predstavljaju prosečne konstantne parametre vibracija kabine i sedišta, dok udari, kao i posledice lošeg puta, nisu posebno istaknuti. Ubrzanja vibracija sedišta kod kamiona su veća od 0,8 m/sek² pa se mogu smatrati neugodnim za organizam radnika, mada se mogu podneti i veća ubrzanja (4). Iz tablica se takođe može videti razlika u vibracijama sedišta kod jedne i druge vrste kamiona, što svedoči o udobnosti kamiona za vožnju.

Zaključak

Kod kamiona za transport rude i jalovine su izražene vibracije sedišta i kabina i one potiču od rada motora i kretanja kamiona neravnim putevima. Zbog štetnih vibracija postoje pojave profesionalnih oboljenja, ali do sada nije utvrđena korelaciona veza između nivoa vibracija teških kamiona i pojava oboljenja kod vozača. Na rešavanju

ovog problema treba da rade rudarski i medicinski stručnjaci.

U članku je opisan način merenja vibracija instrumentom za merenje buke i vibracija tipa 2204 »Bruel & Kjaer« koji može da

se primeni za merenje vibracija u operativne svrhe. Rezultati dobijeni merenjem mogu se koristiti kod izbora kamiona i pri organizaciji transporta i održavanja puteva.

ZUSAMMENFASSUNG

Charakteristiken der LPW-Fahrersitzschwingungen auf dem Tagebau Bor

Dipl. Ing. M. Miljković — Dipl. Ing. Ž. Dačić*)

Bei den Lastkraftwagen für Erz- und Abraumtransport wurden Schwingmessungen am Fahrersitz und in Kabinen durchgeführt, sie rühren vom Motorbetrieb und LKW-Bewegung auf unebenem Gelände her. Wegen schädlicher Schwingungen sind Erscheinungen der Berufserkrankungen verzeichnet worden, bisher wurde aber kein gegenseitliches Verhältnis zwischen Schwingungshöhe der schweren LKW und Krankheitsauftreten beim Fahrer festgestellt. An der Lösung dieses Problems müssen Berg- und medizinische Fachleute arbeiten.

In dem Aufsatz wurde die Messweise mit dem Instrument für Lärm- und Schwingungsmessung Type »Bruel & Kjaer« beschrieben, das zur Schwingungsmessung für Betriebszwecke verwendet werden kann. Die gewonnenen Ergebnisse können bei der LKW-Wahl und bei Transportorganisation und Fahrstarsenerhaltung Verwendung finden.

Literatura

1. Grupa pisaca, 1969: Sigurnost na radu. — Zagreb.
2. Bazanova, Z. U., 1972: Uticaj vibracija na morbiditet. Jugoslovenska i inostrana dokumentacija zaštite na radu, Niš, br. 2.
3. Grupa pisaca, 1970: Medicina rada. — Beograd.
4. Zbirka propisa iz oblasti rudarstva.
5. Prospekt proizvođača.

*) Dipl. ing. Miodrag Miljković — dipl. ing. Života Dačić, RGMF — Fakultet u Boru.

Prikazi iz literature

Suzbijanje opasnosti od voda u rudarstvu

U Zbirci referata na Poljsko-jugoslovenskom savetovanju o problemima zaštite u rudarstvu, održanom od 17. do 22. V 1972. u Jašovcu kod Katovica od posebnog interesa za naše rudarske stručnjake, koji se bave problemima opasnosti od vode, je referat pod naslovom »Suzbijanje opasnosti od voda u rudarstvu« od Erasta Konstantinovića. U tome referatu je taj problem razmotren s obzirom na rudarstvo i naučno-istraživački rad u ovoj oblasti u Poljskoj. Referat je obrađen u pet poglavlja i opremljen je sa 5 slika.

U uvodu autor ističe značaj suzbijanja opasnosti od vode za sigurnost ljudi i sprečavanje materijalnih šteta usled provala vode i mulja, a posebno i značaj za smanjivanje gubitaka korisne mineralne supstance zbog ostavljanja stubova za zaštitu od voda. U vezi s tim, on ukazuje i na značaj racionalnosti veličine površine atmosferskih taloga na području rudarskih radova.

Polazeći od konkretnih karakteristika hidrogeoloških prilika poljskih ležišta kamenog uglja, bakarne, olovno-cinkove rude i rude gvožđa, autor ukazuje na raznolikost hidrogeoloških pojava, koje zavise od konkretnih uslova pojedinih ležišta.

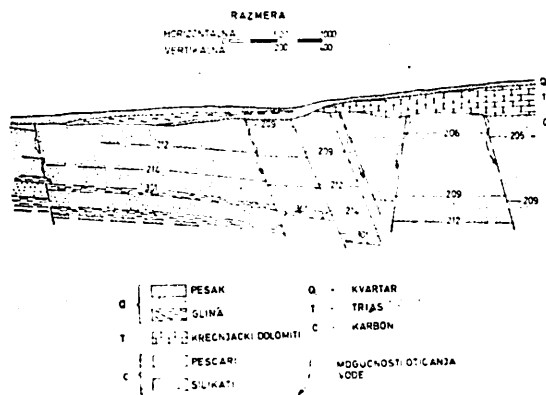
U prvom poglavlju, na osnovu sažetog opisa geološke strukture i tektonike pojedinih grupa ležišta, prikazan je uticaj hidroloških prilika na rudarske radove u Poljskoj, a posebno u uslovima različitog formiranja podzemnih voda (antiklinalne, sinklinalne, talasasto i sinklinalno formiranje), koje se u nekim ležištima pojavljuju u različitim horizontima u ovisnosti od osobina stena i redosleda vodopropusnih i nepropusnih slojeva.

U području produktivnog karbona način formiranja podzemnih voda značajno utiče na jamske pritoke i na njihov uticaj kod izvođenja horizontalnih i vertikalnih jamskih prostorija. Osim toga, u poljskim rudnicima uglja na jamske pritoke posebno još utiču i sledeći rudarsko-tehnički faktori:

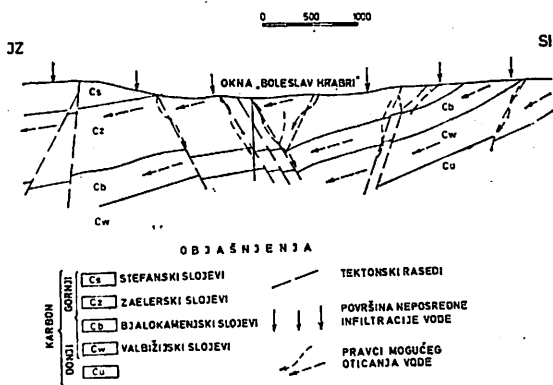
- depresioni levak, koji se formira u ovisnosti od načina i pravca eksploatacije ležišta
- propusnost stena usled pukotina i prslina do kojih može doći u vezi sa otkopnom metodom (zaštita krovine ili zarušavanje)
- dubina zaleganja i eksploataciona površina.

Naslage ugljenih bazena Poljske, koje leže na starijem karbonu, i koje se nalaze među raznoznastim peščarima, tektonski su rasednute, a kroz rasede i pukotine, prsline i porozne stene voda prodire u rudarske radove.

U Gornjošljonskom ugljenom bazenu voda dolazi iz glavnih slojeva trijasa, tercijara i kvartara, koji na karbonu nepravilno naležu u



Sl. 1 — Šematski geološki presek reiona Zawoźnjickih rudnika



Sl. 2 — Šematski geološki presek kroz formacije karbona u Valžijskom rejonu.

ukupnoj debljini od nekoliko stotina metara. Pukotine i pore se smanjuju sa dubinom, tako da na dubini oko 350 m jamski pritoci nisu znatni. Opažanjima je utvrđeno da se na jednoj trećini eksploatacionog područja podzemne vode smanjuju, i da vode na preostale dve trećine toga područja u karbonskim i nižim naslagama predstavljaju slobodne izdani na nivou ravnoteže oticanja i pritoka vode. U rudnicima sa antiklinalno formiranim podzemnim vodama, jamski pritoci nisu veliki. Kod sinklinalnog tipa (bitomska i hšanovska sinklinala) vodene rezerve su velike i pod velikim pritiskom. Kod monoklinih voda, na velikoj površini glavne sinklinalne utvrđene su veće ili manje slobodne izdani ili izdani pod pritiskom.

U karbonskoj formaciji Donješljonskog ugljenog bazena, u severozapadnom delu Poljske (severozapadno krilo sudetske sinklinalne) vodene rezerve su velike i pod velikim pritiskom, a vode pored tektonskih raseda prolaze u ležište na mestima intruzija. Vode su sinklinalnog tipa.

Karbonske stene na većem prostranstvu izlaze na površinu, pa su zato, naročito na mestima gde su kvartarne naslage male moćnosti, a s tim u vezi i filtracija površinske vode intenzivnija, jamski pritoci veći (Valbdžin — sl. 2). Rudnici Novorodijskog rejlona, međutim, karakterišu se manjim jamskim pritocima, koji su stabilniji jer na karbonskim stenama leže mlađe naslage, koje, donekle, deluju kao izolacija.

Autor se posebno osvrće na hidrogeološke prilike ležišta metaličnih mineralnih sirovina.

Permska ležišta bakarne rude u predsudetskoj monoklini Donjeg Šljonska i ležišta u Grodeckoj i Zlatorijskoj sinklinali leže na staroj paleozojskoj osnovi, i na više su mesta poremećena komplikovanim tektonskim rasedima (sl. 3). Sama ležišta rude nalaze se između permskog crvenog podinskog peščara, i dostižu dubinu 1.000 m'.

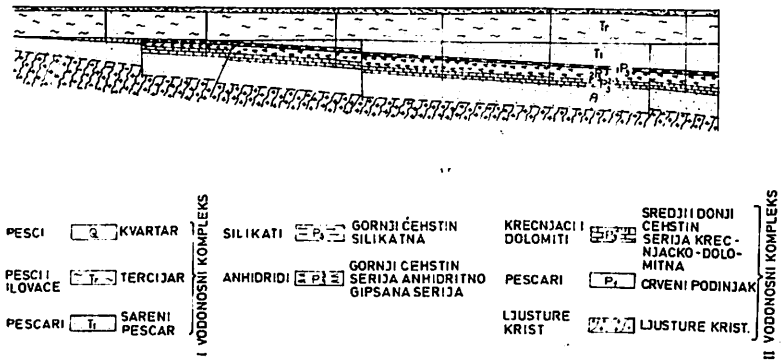
U sve tri pomenute grupe ležišta podzemne vode pojavljuju se u dva pojasa: prvi obuhvata kvartar, tercijar, trijas i gornju kedu, dok se vode donjeg pojasa nalaze u sedimentima ceštajna i crvene podine. Između ova dva pojasa,

koji se na severozapadu sastavljaju na mestu gde se podinski peščar isklinjuje prema tercijaru, nalaze se slojevi laporaca i anhidrita. Voda oba ova horizonta utiče na vertikalne rudarske radove, dok na horizontalne radove utiče voda donjeg vodonosnog horizonta u permskim slojevima.

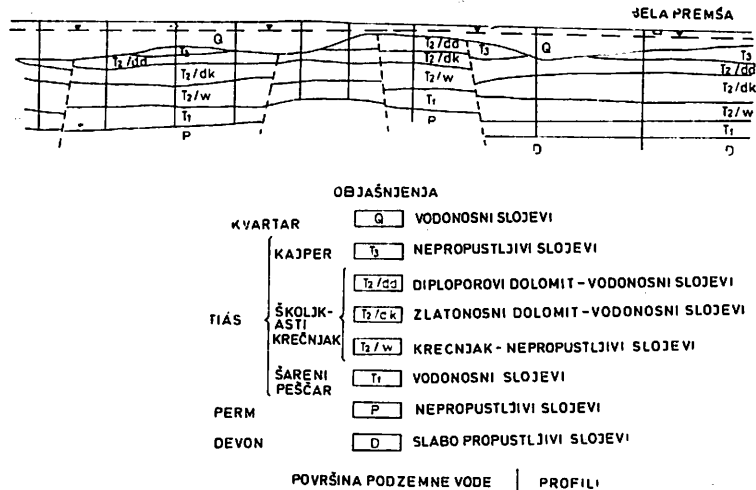
U predsudetskoj monoklini predviđaju se manji pritoci. U Grodeckoj sinklinali u prošlosti dolazilo je do više katastrofalnih provala vode (10 do 100 m³/min), usled kojih su rudnici bili delimično ili potpuno potopljeni.

U predsudetskoj monoklini do povećanog pritoka može doći na kontaktu ceštajna sa vodonosnim tercijarom, ali se sa dubinom pritoci vode smanjuju.

Kod trijaskih ležišta olovno-cinkove rude koja leže na karbonskim i permskim sedimentima, povlatu obrazuju tvorbe jurske formacije i kenozoika. Rudna tela se nalaze u školjkastom krečnjaku, koji predstavljaju zlatonosni krečnjak i diploporni dolomit. Iznad školjkastog krečnjaka sledi peskovita glina gornjeg trijasa. Mineralizacija olova i cinka vezana je za zlatonosne dolomite.



Sl. 3 — Geološki presek Predsudetske monokline.



Sl. 4 — Geološki presek Okulskog rejlona.

Najbogatije akumulacije pitke vode pojavljuju se u području slojeva olovne i cinkove rude, a vode izvire iz nekoliko desetina metara moćnih, tektonskih poremećenih, raspucanih i kavernoznih zlatonosnih dolomita. Horizontalni i vertikalni rudarski radovi ugroženi su, uglavnom, od vode pukotinskog tipa pod pritiskom. Manju opasnost predstavljaju pukotinske vode pod manjim pritiskom, jer su njihove količine manje nego u zlatonosnim dolomitima.

Do naročito opasnih provala (i do 40 m³/min) dolazilo je u istočnom području u Hšanovskom i Okulskom rejonu. Najveći se pritoci pojavljuju u fazi otvaranja rudnika i prilikom otvaranja novih partija ležišta.

Censtohovsko i Klobucko ležište gvožđa predstavlja pojas dužine 150 km, koji se od 8 m širine na jugoistoku kod Zavjerca, proširuje na 15 km na severoistoku kod Vjekunje. Geološka struktura ovog ležišta i raspored podzemnih voda prikazani su na sl. 5. Od tri vodena nivoa koji se jasno uočavaju, slobodne izdani u kvartarnim slojevima nastale od atmosferskih padavina, ne ugrožavaju rudarske radove, jer su isti od ovih voda izolovani orudnjenom ilovačem.

Drugi vodeni horizont pojavljuje se u finim peskovima i pešćarima, u tzv. slojevima »meduhorizontata«, koji se nalaze između vodonosnih ilovača. Ovaj horizont ne predstavlja opasnost od prodora vode u rudarske radove u seriji ilovača, — ali kod izrade okana stvara teškoće zbog pritoka vode od 0,5 do 1,0 m³/min.

Od posebnog je značaja treći vodonosni horizont sa napetom površinom, koji se pojavljuje u koščelijskim slojevima koji okružuju podinu ležišta, a u koje slojeve voda dolazi iz kvarternih slojeva. Filtracioni koeficijent koščelijskih slojeva kreće se u granicama od 6,4 · 10⁻⁶ do 4,3 · 10⁻⁴ m/sek. Odvodnjavanje ovih slojeva vrši se predvrtanjem i horizontalnim drenažnim hodnicima.

Prema podacima iz 1969. godine, koje autor iznosi za pojedine grupe ležišta, hidrološke prilike u poljskim rudnicima karakterišu se sledećim uporednim pokazateljima iznesenim u tablici 1.

Tablica 1
Uporedni pokazatelji stanja podzemnih voda u 1969. godini

Rudnici	Eksploataciona površina, km ²	Dubina eksploatacije, m	Prosečni prtok		
			ukupno m ³ min	m ³ min km ²	m ³ /t
Gornjošljonski ugljeni bazen	600	830	630	0,96	2,6
Donjošljonski ugljeni bazen	46,8	700	42,4	0,9	6,6
Rudnici bakra	30	40—250			
Rudnici rude gvožđa			157,1		48,09

U drugom poglavlju »Problemj opasnosti od vode na rudarskim terenima«, autor objašnjava da opasnosti od nenadnih prodora vode i tek. peskova i blata predstavljaju široku problematiku, kako sa aspekta rudarsko-geološkog, tako i sa aspekta bezbednosti i zaštite pri radu u rudnicima, pa se zato ovi problemi moraju rešavati sa oba aspekta.

U rudnicima Gornjošljonskog ugljenog bazena u periodu od 1949. do 1969. godine došlo je do 215 prodora vode i muljevitog peska, a 70 u ležištima drugih grana rudarstva. Zbog šteta usled ovih provala, gubici su iznosili nekoliko milijardi zlota.

Izvori opasnosti od voda su različiti i zavise od rudarsko-geoloških uslova od kojih zavise i kriterijumi za kvalifikaciju i kategorizaciju opasnosti od vode.

Utvrđeni izvori voda su:

- stajaće i tekuće vode na površini,
- vodonosne naslage iznad i ispod ležišta (koščelski slojevi),
- potopljeni ili vodom ispunjeni stari rudarski radovi,
- rasedi, pukotine i karsne šupljine ispunjene vodom i mineralna ležišta natopljena vodom i
- nepravilno likvidirane duboke bušotine.

U periodu od 1949. do 1959. godine bilo je više prodora vode, čiji su izvori bili prikazani u tablici 2.

Najviše prodora (122) bilo je u istočnom delu Gornjošljonskog ugljenog bazena, i to od voda koje neposredno ugrožavaju, jer se na karbonskoj formaciji nalaze vodopropusne naslage tercijara i kvartara, a kod olovno-cinkovih rudnika jer voda prodire iz trijaskih zlatonosnih dolomita.

U rudnike rude gvožđa voda prodire iz koščelijskih slojeva.

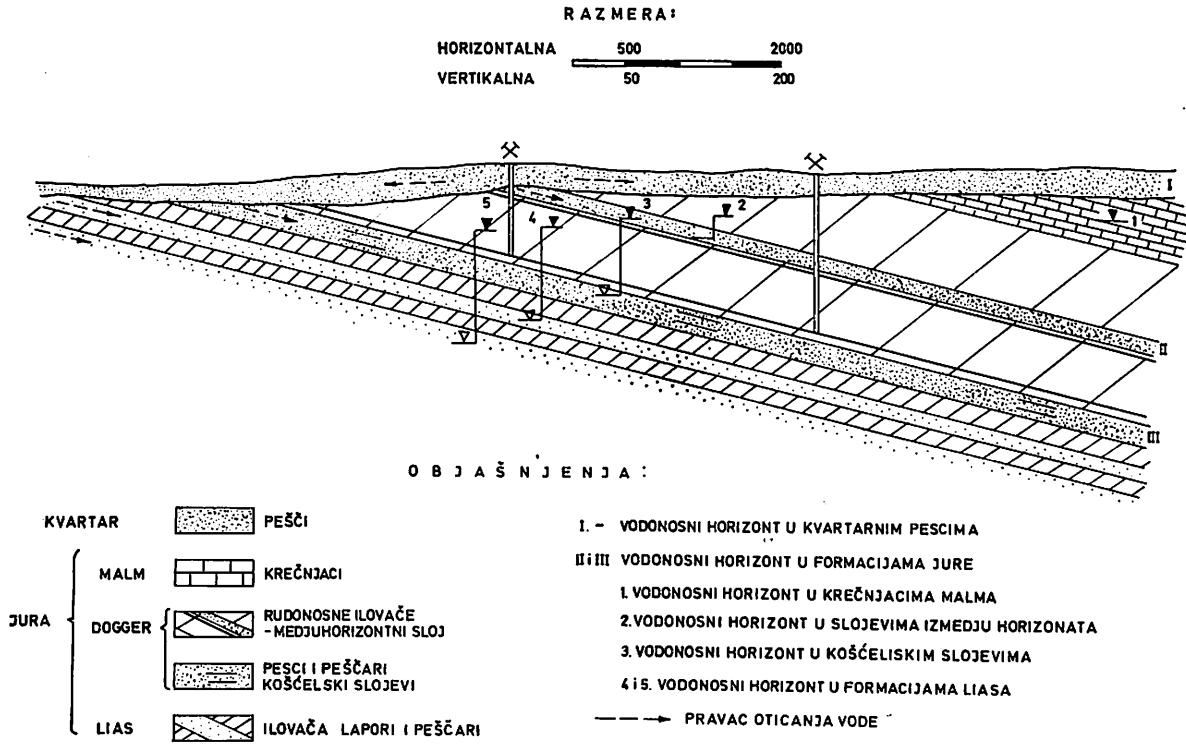
Rudarske radove mogu ugroziti i zagađene industrijske vode, koje u rudnike infiltriraju iz susednih rezervoara, odnosno terena, ili ako te vode ili mulj tečnih taloga naglo prodru u jamu. Opseg (prostranstvo) i stepen te opasnosti zavise od veličine rezervoara takve vode, dakle, od parametara koji su u industrijskim i naseljenim krajevima ograničeni. Zato otklanjanje takvih opasnosti najefikasnije se postiže solidnim održavanjem rezervoara.

Taložnici se često grade u jalovnicima zbog iskorišćenja samog terena i dobrog efekta filtracije. Izgradnja rezervoara na jalovištima iziskuje precizno poznavanje lokalnih rudarsko-geoloških prilika i mehaničkih osobina stena, kao i temeljitu obradu tehnologije gradnje i eksploatacije takvih taložnika.

Težak i do sada još neobrađen problem predstavlja određivanje kriterijuma za kategorizaciju opasnosti od voda.

U trećoj glavi razmotreno je ispitivanje, odnosno upoznavanje opasnosti od voda u cilju likvidiranja, odnosno ograničavanja te opasnosti. U vezi s tim od posebnog je značaja detaljno ispitivanje geološke strukture i hidro-

Rasedinske zone	Vodonosni karbonski slojevi	Vodonosni slojevi gornjeg karbona	Stari radovi	Površinski rezervoari	Loše likvidirane bušotine	Neidentificirano
67 (30%)	60 (27%)	49 (22%)	41 (18%)	5 (2%)	3 (1%)	1 (0,0004%)



Sl. 5 — Sematski raspored vodonosnih slojeva u Censtohovsko-Klobuckom rejonu.

geoloških prilika ležišta već pre početka rudarskih radova, jer se na osnovu rezultata takvih ispitivanja mogu i moraju primeniti odgovarajuće preventivne mere.

Ispitivanje hidrogeoloških prilika može se podeliti u uvodno (prethodno) i detaljno. Cilj uvodnog ispitivanja je da se na osnovu hidroloških podataka, koji se ustanove prilikom istraživanja ležišta, kao i specijalnim hidrološkim bušenjima, izrade specijalne hidrološke karte i određuju rejonu ugroženi vodom.

Detaljnim ispitivanjem određuju se hidrogeološki i geomehanički parametri stena, a u cilju da se sagledaju opasnosti i njihovi izvori, da bi se na osnovu istih odredile najefikasnije mere za zaštitu od provale vode. Autor navodi pojedine metode upoznavanja opasnosti od vode, pomoću kojih se dolazi do određenih elemenata po kojima se ocenjuje veličina opasnosti od vode.

Ispitivanja, s obzirom na ispucanost stena, nisu uvek tipična, jer zavise često od lokalnih rudarsko-geoloških prilika, pa zato nisu uvek svrsishodna.

Ograničenje opasnosti od vode predmet je četvrte glave. Od mera za ograničenje opasnosti od vode autor navodi: stalnu spremnost svih uređaja za odvodnjavanje sa odgovarajućim kapacitetom, izolaciju ugroženih radilišta, određivanje zaštitnih stubova odgovarajućih oblika i dimenzija, pojačanje podgrade u poremećenim zonama ugroženim od vode, zatvaranje pukotina i konsolidaciju vodonosnih i slabo vezanih stena, kao i spremnost za akciju spasavanja u slučaju provale vode.

U vezi s tim, Glavni rudarski institut u Katovicama obradio je niz prognoza veličine pritoka vode u rudnike, i time stvorio osnovu za preduzimanje preventivnih mera.

Likvidacija opasnosti od vode, a to je likvidacija njenog izvora, odnosno odvodnjavanje rezervoara vode, vode u pukotini ili vode vodonosnog sloja nije jednostavna zbog velike količine vode ili male produktivnosti, odnosno kapaciteta odvodnjavanja, kao i zbog latentne opasnosti koje u Poljskoj predstavljaju izdani sa velikim količinama vode vodonosne formacije miocena (Jejkovica, rudnik Rudultovo), muljeviti pesak u krovini karbona, trijaski zlatonosni dolomiti (u ležištima PbS—ZnS), karbonske stene (u ležištima bakra) ili košćelijski pešćari u ležištima gvozdene rude.

Autor daje pregledni prikaz načina kako se odvodnjavaju stari radovi ispunjeni vodom, zatim prikazuje sprečavanje, odnosno delimičnu likvidaciju opasnosti od vode ekranizacijom radilišta ili vodenih izdani, bilo trajnom konsolidacijom stena i zatvaranjem pukotina oko radilišta cementiranjem ili silikatizacijom, bilo privremeno, putem zamrzavanja.

GIG je izvršio ispitivanja u cilju određivanja kriterijuma za izbor hemijskih sredstava na osnovu poljskih domaćih sirovina i razradio tehonogije konsolidacije stena.

Ispitivanje stepena i opsega opasnosti rezervoara industrijske vode i metode ispitivanja fizičko-hemijskih osobina, odnosno otpornosti materijala regulisani su u poljskim »Uputstvima o principima projektovanja, izgradnje i korišćenja rezervoara vode i taložnika na terenima obuhvaćenim rudarskim radovima«, kojima su data uputstva za klasifikaciju rezervoara s obzirom na stepen i opseg opasnosti, koeficijente sigurnosti, kao i opseg i princip izvođenja istražnih radova za potrebe projektovanja rezervoara i njihovog korišćenja.

Za istraživanja koja se odnose na filtriranja vode iz taložnika, primenjuje se modelski metod.

U cilju ograničavanja opasnosti od vode, mora se voditi računa u svim fazama rudarskih radova počev od projektovanja, zatim u fazi izgradnje, kao i fazi likvidacije rudnika posle dovršene eksploatacije. Referat se osvrtno na sagledavanje osnovnih mera bezbednosti, koje se moraju preduzimati u pojedinim fazama rudarskih radova. Na kraju autor govori o postupku u slučaju pojave opasnosti od vode.

U poslednjem, petom poglavlju, date su smernice za daljnja istraživanja u ovoj oblasti, a radi usavršavanja sadašnje i uvođenja novih metoda sprečavanja opasnosti od vode. U tom cilju potrebno je da se nastave ispitivanja fizičkih, a posebno filtracionih i kolektorskih osobina stena, ispitivanja na hidrološkim modelima povezati sa analognom tehnikom i analognim računarima i dr. Osim toga, mora se nastaviti i poboljšati metod otkrivanja kontinuiranosti i nekontinuiranosti stena, podzemnih rezervoara, tektonski poremećenih zona, kao i raspucanosti i kompaktnosti stena. Isto je tako potrebno da se dalje razvijaju geofizički seizmološki metod, reelektrični metod u raznim modifikacijama i elektromagnetski metod.

U oblasti primene izotopskih metoda predviđa se razvoj istraživanja i ispitivanja sadr-

žine izotopa vodonika triciuma u prirodnim vodama i primenom stabilnih izotopa kao indikatora.

Što se tiče zatvaranja i konsolidacije stena radi suzbijanja opasnosti od vode, predviđa se daljnje usavršavanje vezivnih sredstava i proširenje oblasti njihove primene, kao i ispitivanje primene asfaltnih emulzija za ekranizaciju stena putem injektiranja.

I. T.

Bibliografija

Ivaškin, V. S. i Tokmakov, M. A.: **Obaranje prašine orošavanjem vodom i prethodnim vlaženjem stenske mase kod rada bagerom** (Pylepodavlenie putem orošenija i predvaritel'nogo uvlaženija gornoj massy pri ekskavatornyh rabotah). U sb. »Profilaktika i sniženie invalidnosti pri pnevmokoniozah, vibracion. bolezni i drugih prof. zabolev. u rabočih ugol'n. šaht«, M., 1970, str. 141—142, (rus.)

Tenjakov, G. M. i Žujkov, M. I.: **Uređaj za obaranje prašine** (Ustrojstvo dlja podavlenija pyli). Patent SSSR, kl. E 21 f 5/02, Nr. 294946, prijav. 21. 09. 66, objav. 1. 04. 71, (rus.)

Mihajlov, V. A., Beresnevič, P. V. i dr.: **Način borbe sa prašinom kod površinskog otkopavanja ležišta mineralnih sirovina** (Sposob bor'by s pyl'ju pri otkrytoj razrabotke mestoroždenij poleznyh iskopaemyh). Patent SSSR, kl. 5d, 5/00, 5b, 47/00, (E 21 f 5/00, E 21 c 47/00), Nr. 286922, prijav. 29. 09. 69, publ. 20. 01. 71.

Taranov, A. T.: **Primena pene za obaranje prašine pri transportu stenske mase vagonetima**. (Primenenie peny dlja pylepodavlenija pri transportirovke gornoj massy v vagonetkah) »Kolyma«, (1971)7, str. 40—41, (rus.)

Mogilevskij, L. M., Gel'man, D. Z., i dr.: **Otprašivanje vazduha pri otkopavanju rude kombajnom MBL** (Obespylivanie vozduha pri vyemke rudy kombajnom MBL) »Gornyj ž.«, (1971)7, str. 74—75, (rus.)

Usavršavanje elektrostatičkih hvatača prašine (Perfontionnements aux depoussireurs electriques et electrostatiques) Franc. patent, kl. B 03 c 3/00, Nr. 2031999, prijav. 13. 02. 69, publ. 20. 11. 70.

Lihačev, L. Ja. i Gorbunov, M. M.: **Borba sa prašinom kod rada kombajna za ugulj i mehanizovanih kompleksa** (Bor'ba s pyl'ju pri rabote ugol'nyh kombajnov i mehanizovannyh kompleksov) »Bezopasnošt' truda v promšti«, (1971)7, str. 43—44, (rus.)

Burnat, B.: **Uticao vodene magle na smanjenje koncentracije prašine u vazduhu** (Wplyw rozpylania mgly wodnej na zmniejszenie stezenia pylow w powietrzu) »Przeg. gorn.«, 27 (1971)4, str. 154—157, (polj.)

Eksplozije prašine u fabrikama (Dust explosions in factories). Department of Employment and Productivity, London, 1970, str. 46, (engl.)

Vanatoru, I.: **Faktori koji odreduju metansku zaštitu dizel lokomotiva** (Factorii care determina protectia antigrizutoasa o locomotivelor Diesel). »Rev. minelor«, 22(1971)4, str. 194—199, (rum.)

Maznica, A. M.: **Uređaj za kočenje pri spuštanju ljudi konopcem** (Tormoznoe prisposoblenie dlja spuska po verevke). Avt. sv. SSSR, kl. A 63 b 29/02, Nr. 297363, prijav. 2. 08. 69, publ. 21. 04. 71, (rus.)

Izolacioni aparat za spasavanje BG 174 (Bergbau-Geschutzgegat BG 174) »Glückauf«, 107 (1971), »Bergbau—Reporter« 1971, str. 40, (nem.)

Mec, S. J. i Kolesničenko, T. L.: **Stvaranje otrovnih gasova pri paljenju granuliranih i plastičnih eksploziva u podzemnim galerijama** (Obrazovanie jadovityh gazov pri vzryvanii granulirovannyh i plastičnyh VV v podzemnyh gornyh vyrabotkah) »Gornyj ž.«, (1968) 9, str. 37—40, (rus.)

Metzner, H., Wolf, H.: **Mogućnost poboljšanja u savlađivanju požara u fabrikama briketa** (Möglichkeiten zur Verbesserung der Brandbekämpfung in Brikettfabriken) »Bergb.—Techn.«, 18(1968)7, str. 381—386, (nem.)

Bracke, J.: **Razrada hvatača prašine za čišćenje zidova jamskih hodnika** (Recherche d'un depoussiereur destine au nettoyage des parois des galeries de mines) »Bull. techni. Secur. et salubr. List nat. ind. extr.«, (1970)2, 11 str., (franc.)

Rae, D.: **Glavne karakteristike spornih eksplozija ugljene prašine i njihov doprinos eksperimentima** »Pregrada za zaustavljanje« (Les principales caracteristiques des explosions avec l'essai des aarrets-barrages) »Rev. ind. Min.«, 51 (1969) 4, str. 376—386, (franc.)

Kalimov, Ju. I. i Razvarin, D. E.: **Kompleksna proučavanja gasonosnosti ugljenih naslaga i gasoobilnosti jamskih hodnika u Pečorskom basenu** (Kompleksnye issledovanija gazonosnosti ugljenosnoj tolšči i gazoobilnosti gornyh vyrabotok v Pečorskom bassejne) »Ugol'«, (1971) 9, str. 59—62, (rus.)

Tjan, R. B. i Kordin, Ju. A.: **Uticao tehnološkog procesa proizvodnje uglja na režim izdvajanja metana na širokom čelu** (Vlijanie tehnološkog procesa dobyči uglja na režim gazovydelenija v lave) »Izv. vysš. učebn. zavedenij. Gornyj ž.«, (1971) 7, str. 64—67, (rus.)

Detektori metana (Methane detectors) »Mining J.«, 276 (1971) 7088, str. 520—521, (engl.)

Novi registrator metana za opremanje radilišta (New methane monitor for cutting machinery) »Mining Equipm. News«, 23 (1971) 5, str. 16, (engl.)

Raskin, I. A., Pak, V. V. i dr.: **Ventilator VC-7 za provetranje pripremnih hodnika velike dužine** (Ventiljator VC-7 dlja provetranija podgotovitel'nyh vyrabotok bol'soj protjaženosti) »Šahtn. str-vo«, (1971) 8, str. 15—17, (rus.)

Voss, J. i Schniters, G.: **Prognoza klimatskih uslova u jamskim hodnicima i tunelima sa lokalnim provetranjem** (Klimavorausberechnung für sonderbewetterte Grubenbaue und Tunnel) »Glückauf-Forschungsh.«, 32 (1971) 3, str. 109—121, (nem.)

Lebedev, V. N. i Megerja, V. M.: **Vodeno začepļivanje za borbu sa prašinom pri miniranju u uglju** (Vodjanaja zabojka dlja bor'by s pyl'ju pri vzryvnyh rabotah po uglju) »Ugol' Ukrainy«, (1971) 7, str. 38—39, (rus.)

Aleksandrov, V. A. i Kirkunov, G. N.: **Otkrivanje i sprečavanje endogenih požara u ranoj fazi razvoja** (Obnaruženie i predupreždenie endogenykh požarov na rannoj stadii razvitiija) U sb. »2-ja Resp. naučn. konf. po dobyče i ispol'zov. uglej Kirgizii. Tezisy dokl.«, Frunze, 1971, str. 28—29, (rus.)

Belik, I. P., Zrelyj, N. D. i dr.: **Gašenje požara u jami uz primenu CO₂** (Tušenje požara v šahte s primeneniem uglekisloga gaza) »Ugol'«, (1971) 8, str. 63—65, (rus.)

Osipov, S. N. i Romančuk, A. L.: **Sprečavanje eksplozija kod likvidacije požara u dugačkim slepim horizontalnim hodnicima metanskih jama u Donbasu** (Predotvrašćenie vzryvov pri likvidacij požarov v dljinnyh gorizontaľnyh tupikovyh vyrabotkah šaht Donbassa) »Ugol' Ukrainy«, (1971) 7, str. 41—43, (rus.)

McPherson, M. J.: **Primena međunarodnog sistema jedinica SI u jamskoj ventilaciji** (The metrication and rationalization of mine ventilation calculations) »Mining Eng.«, (1971) 131, str. 729—736, (engl.)

Hackeschmidt, M., Kellier, G. i dr.: **Upoređivanje rezultata proučavanja na modelu i u jamskim uslovima procesa gubitka vazduha kroz zasip u otkopnim radilištima** (Vergleich zwischen Modell- und Blockuntersuchungen der Schleichströmung im Versatz von Abbauhohlräumen) »Freiberg. Forschungsh.«, A (1971) 49,, str. 47—57, (nem.)

Balaganskij, P. A. i Jalymov, N. G.: **Proračun brzine vazdušnog toka koji nastaje pri zarušavanju krovine u komorama** (Raščet skorosti vozdušnogo potoka, vznikajuščego pri

obrušenii krovli kamer) U sb. »Ustojčivost' podgotovit. vyrabotok i krovli kamer«, Frunze, Ilim, 1971, str. 64—74, (rus.)

Abramov, F. L., Grecinger, B. E. i dr.: Proračun aerodinamičkih parametara pri projektovanju rudnika uglja (Račnet aerodinamičkih parametrov pri proektirovanii ugoľnyh šaht) »Šahtn. str-vo«, (1971) 7, str. 9—10, (rus.)

Wszelaczynski, A.: Modeli visokoefektivnih aksijalnih ventilatora (Modele wysokosprawnych wentylatorow osiowych) »Przegl. Gl. inst. gorn.«, (1971) 506, str. 15, (polj.)

Melekesčeva, B. I. i Berdnik, N. K.: Efektivnost primene ventilacionih cevi od pla-

stičnih masa (Effektivnost' primenenija ventilacionnyh trub iz plastmass) »Šahtn. str-vo«, (1971) 8, str. 24—27, (rus.)

Mahdi, A. A. i McPherson, M. J.: Osnovni stavovi sistema automatizacije vetrenja jama (An introduction to automatic control of mine ventilation systems) »Mining Technol.«, 53 (1971) 607, str. 8—10, (engl.)

Voskobojnikov, V.: Uslovi za individualne kapacitete ventilatora kod reverzivnih i opasnih režima provetravanja (Trebovanija k individual'nym karakteristikam ventiljatorov v reversivnom i avarijnom režimah provetrivanja) »Bezopasnost' truda v prom-sti«, 13 (1969) 11, str. 31—33, (rus.)

Colliery Guardian

je britanski mesečni tehnički časopis iz oblasti rudarske industrije uglja. Njegova izdavačka politika je pružanje potpunih i savremenih informacija o tehnikama i opremi za podzemnu eksploataciju uglja, kako u Velikoj Britaniji, tako i u prekomorskim zemljama. Pored toga, postoji i važan komercijalni odeljak, posvećen novostima iz podzemne eksploatacije uglja širom sveta.

Za proizvođače opreme koji žele da oglašavaju svoje proizvode međunarodnoj rudarskoj industriji uglja, COLLIERY GUARDIAN dospeva u četrdeset devet zemalja i zaista pokriva celokupno britansko tržište.

Pored redovnih mesečnih izdanja
GODISNJAK COLLIERY GUARDIAN-a
za rudarsku industriju uglja izlazi u septembru

Godišnja pretplata — 7.10 Od. (7.5) funti sterlinga

Za besplatan uzorni primerak i
dopunska obaveštenja obratiti se:

The Managing Director,
COLLIERY GUARDIAN
Join Adam House
17-19 John Adam Street,
London W. C. 2.

Časopis „SIGURNOST U RUDNICIMA“

Izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata:

za pojedince 70,00 ND

za ustanove i preduzeća 300,00 ND

Pozivamo sve rudarske stručnjake, saradnike naučnih ustanova i drugih organizacija na saradnju u časopisu »Sigurnost u rudnicima« po svim pitanjima iz oblasti zaštite na radu u eksploataciji mineralnih sirovina, nafte i gasa, kamena i dr.

Svi prilozi se honorišu.

Honorar po autorskom tabaku iznosi:

– za naučne i stručne članke od 350,00 do 500,00 ND

– za prikaze iz prakse
(iskustva u sprovođenju
zaštite na radu) od 250,00 do 350,00 ND

– za prikaze savetovanja,
kongresa do 250,00 ND

Stručne recenzije honorišu se od 60,00 do 120,00 ND po prvom tabaku

Oglašavajte se u našem časopisu!

Cena oglasa je 1.500,00 ND 1/1 strana strana

1.200,00 ND 1/2 strane strane

Redakcija časopisa

NARUDŽBENICA

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1972. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 300,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 300,00

Ukupno: 600,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtati

_____ (mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa _____

MP _____

NARUDŽBENICA

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1972. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 70,00
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 70,00

Ukupno: 140,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajnički put 2.

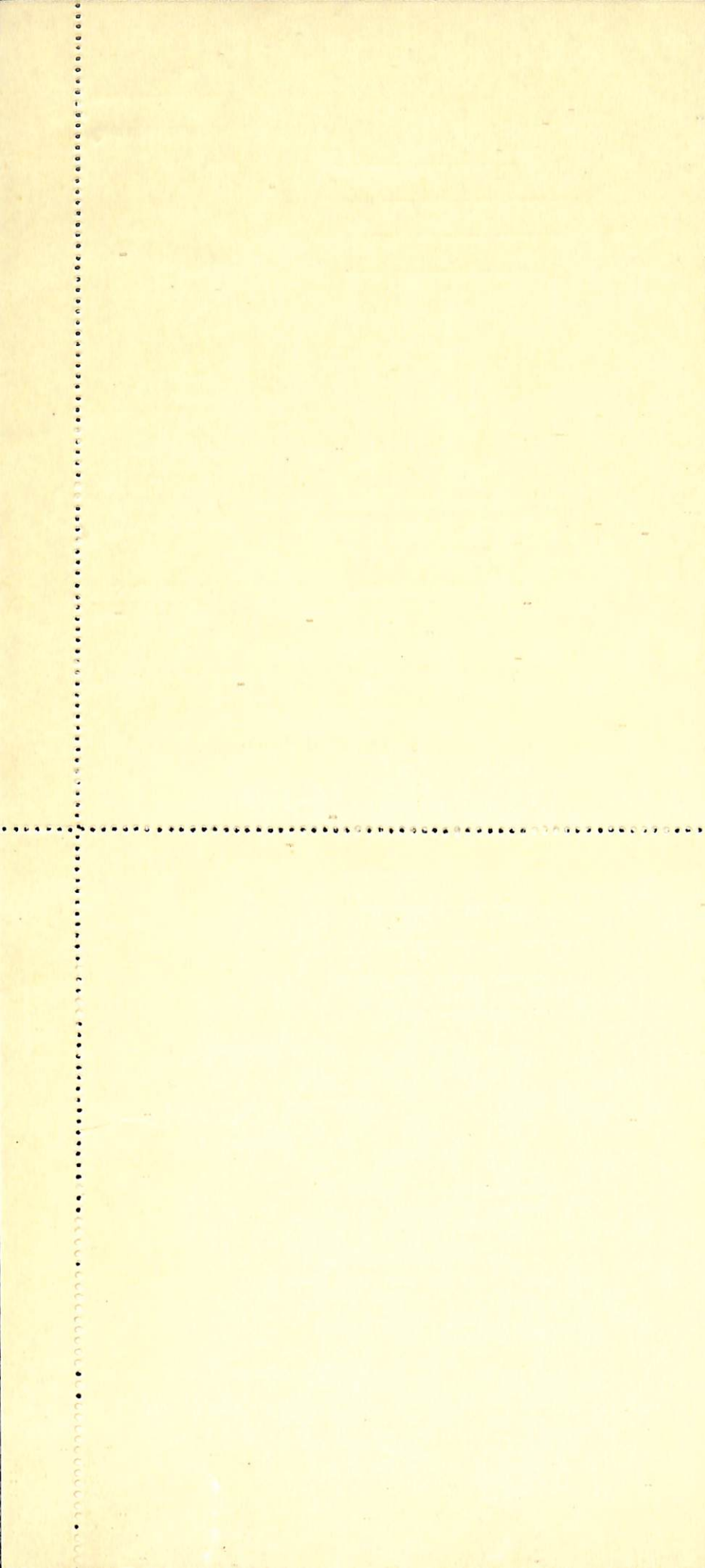
Napomena: nepotrebno precrtati

_____ (mesto i datum)

_____ (ime naručioca)

_____ (adresa)

Overava preduzeće — ustanova



NOVO!

NOVO!

NOVO!

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

U radu na rečniku učestvovali su naj eminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik ima format pogodan za upotrebu.

O-113

odlagalište, hidromonitorno visinsko

flushing dump above level
décharge (f) à chasse d'eau au
dessus du niveau
Hochspülkippe (f)
высокосмывной отвал

O-114

odlagalište, klizanje

stockpile sliding; depot sliding
glissement (m) du remblai
Kippenrutschung
отвальный оползень

O-115

odlaganje, mesto

depot position; storage position
position (f) du dépôt
Kippstelle (f)
отвальное место

O-116

odlagalište, napredovanje

advance of waste dump
avancement (m) du dépôt
Kippenfortschritt (m)
подвигание отвала

O-117

odlagalište, odbacivačko

stacker dump
dépôt (m) formé par l'engin de rejet
Absetzerkippe (f)
экскаваторный (абзетцерный) отвал

O-118

odlagalište, okrenut ka

facing the stockpile; facing the depot
face (f) vers le dépôt; face (f) vers
le remblai
kippenseitig
со стороны отвала

Cena iznosi 230,00.— dinara.

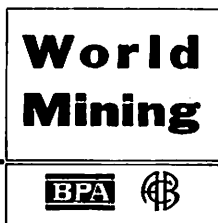


BECORIT GRUBENAUSBAU G.m.b.H.RECKLINGHAUSEN

... und wir möchten Ihnen mitteilen, dass Ihnen mit mehrsprachigem Fachwörterbuch ein ganz grosser Wurf gelungen ist. Obwohl die Bergleute in der ganzen Welt eine Sprache sprechen, die Sprache der Technik, verbunden mit den gemeinsamen Problemen und den alle Bergleute verbindenden Sorgen, ist ein derartiges Wörterbuch eine grosse Hilfe zur Überbrückung von reinen Sprachschwierigkeiten.

Wir können Ihnen zu diesem Fachwörterbuch nur gratulieren und hoffen, dass es zur weiteren Verständigung in der grossen Völkerfamilie beitragen wird.

... želeli bismo da Vam saopštimo da ste tim višejezičnim stručnim rečnikom napravili veliki potez. Mada rudari celog sveta, povezani zajedničkim problemima i brigama, govore istim jezikom — jezikom tehnike, ovaj rečnik je velika pomoć za savlađivanje čisto jezičkih teškoća. Možemo Vam na tom rečniku čestitati i nadati se da će doprineti daljem sporazumevanju u velikoj porodici naroda.



EDITED FOR THE
MINERALS MINING INDUSTRY OF THE WORLD

Thank you very much for sending me your excellent Mining Dictionary. I shall be pleased to publish a review of it in World Mining... congratulations on your publication of this very useful reference work.

Zahvaljujem se na slanju vašeg odličnog Rudarskog rečnika. Biće mi zadovoljstvo da objavim njegov prikaz u World Mining-u... primite čestitanja za publikovanje ovog veoma korisnog priručnika.

SCHWERSCHMIEDEN
BEARBEITUNGSWERKSTÄTTEN

HEUER
HAMMER

5868 LETMATHE — UNTERGRÜNE

IT SE



1893

... teilen wir Ihnen mit, dass wir das Bergbauwörterbuch, das Sie uns zugesandt haben, ausgezeichnet finden. Das grosse Stichwortverzeichnis in 5 Sprachen hat uns bisher gute Dienste geleistet und wird es auch in Zukunft tun.

... saopštavamo Vam, da nalazimo da je Vaš Rudarski rečnik koji ste nam poslali odličan. Veliki registar na pet jezika učinio nam je do sada dobre usluge, a činiće to i ubuduće.

BERGAKADEMIE FREIBERG



Die Auswahl der Begriffe erfolgte sehr zweckmässig und nach neuesten Erkenntnissen, so dass auch alle modernen Termini im Wörterbuch enthalten sind... so dass dieses Wörterbuch für Übersetzungen bergbaulicher, aufbereitungstechnischer, geophysikalischer und geologischer Arbeiten von grossem Nutzen sein wird.

Die solide Aufmachung des sehr umfangreichen Wörterbuches und der tadellose Druck werden das Werk zu einem sehr bleiben Handbuch werden lassen. Das Wörterbuch wird allen Institutionen, die sich mit fremdsprachigen Literaturauswertungen beschäftigen, zum Gebrauch empfohlen.

Izbor pojmova je izvršen vrlo celishodno i prema najnovijim saznanjima tako da su u rečniku sadržani svi moderni termini... taj se Rudarski rečnik može vrlo korisno upotrebiti za prevođenje radova iz rudarstva, PMS, geofizike i geologije.

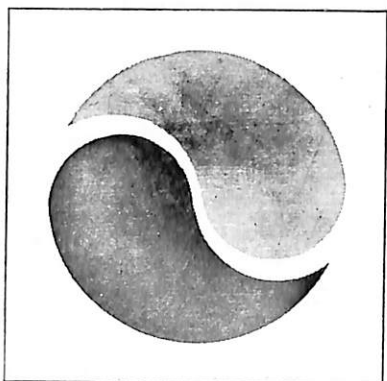
Solidna oprema vrlo obimnog rečnika i besprekorna štampa učiniće da će ova knjiga postati vrlo popularan priručnik. Rečnik se preporučuje svim institucijama koje se koriste stranom literaturom i njenim obradivanjem.

ERZMETALL

Dieses Bergbauwörterbuch ist das Ergebnis jahrelanger Arbeit. Das ansprechend hergestellte und handliche Nachschlagewerk enthält mehr als 16.500 Fachausdrücke aus dem Bergbau, dem Hüttenwesen... Das erstaunlich vollständige Fachbuch enthält Begriffe wie »Abbaufront, stempelfreie«,... Übersichtliche Sachwortregister in den vier nicht-serbo-kroatischen Sprachen führen schnell über Kennzeichen zu der jeweiligen fünfsprachigen Wortzusammenstellung. Die Übersetzungen der einzelnen Zusammenstellungen sind knapp aber gut durchgeführt. Das »Bergbauwörterbuch« darf wohl als international anspruchsvoll bezeichnet und zur Anschaffung, nicht nur für Bibliotheken und Übersetzer, empfohlen werden.

Ovaj Rudarski rečnik je rezultat dugogodišnjeg rada. Dobro izrađen i za rukovanje spretni priručnik sadrži više od 16.500 stručnih izraza iz rudarstva, metalurgije... Zadivljujuće kompletna stručna knjiga sadrži izraze kao »otkopno čelo bez podupirača«... Pregledni registri u četiri ne-srpskohrvatska jezika omogućavaju brzo pronalaženje kompletnog termina preko oznake. Za ovaj Rudarski rečnik se može reći da ima pravo na internacionalno priznanje i preporučuje se ne samo bibliotekama i prevodiocima.

naša delatnost



NAFTAGAS

NAFTNA INDUSTRIJA

NOVI SAD

P. F. 337, TELEFON 53-322 TELEX 14-196

U OBLASTI INDUSTRIJE I RUDARSTVA:

Istraživanje nafte i gasa
Bušenje na naftu i gas
Proizvodnja nafte i prirodnog gasa
Osnovna prerada nafte i prirodnog gasa
Proizvodnja i prerada petrohemijskih i hemijskih proizvoda
Istraživanje i studije u oblasti osnovnih proizvodnih delatnosti

U OBLASTI TRANSPORTA:

Transport nafte i gasa i njihovih derivata

U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA:

Izrada investiciono-tehničke dokumentacije u oblasti
proizvodnje
Transporta
Prerada nafte i gasa
Petrohemijske
Hemijske proizvodnje
Za sopstvene potrebe i potrebe drugih pravnih lica
Izvođenje građevinskih i montažnih radova

U OBLASTI ISTRAŽIVANJA:

Proizvodnje
Transporta
Prerade i distribucije
Nafte i gasa, kao i cevovoda svih vrsta za sopstvene potrebe i
treća lica

U OBLASTI SAOBRAĆAJA:

Prevoz lica motornim vozilima u drumskom saobraćaju za
sopstvene potrebe
Javni prevoz stvari motornim vozilima u slobodnom drumskom
saobraćaju
Prevoz lica i stvari sredstvima železničkog saobraćaja na svom
industrijskom koloseku

U OBLASTI TRGOVINE:

Nabavka i prodaja na malo i veliko tečnog gasa i uređaja za
tečni gas (novih i polovnih)
Uvoz za sopstvene potrebe, izvoz sopstvenih proizvoda i vršenje
investicionih radova u inostranstvu
Nabavka radi prodaje derivata nafte i prodaja derivata na ve-
liko i malo, putem sopstvene prodajne mreže
Uvoz nafte i derivata nafte za potrebe drugih privrednih orga-
nizacija
Reeksport nafte: derivata nafte (uvoz iste robe radi izvoza i
direktan reeksport)

U OBLASTI USLUGA:

Vršenje servisnih usluga specijalnim uređajima u oblasti istra-
živanja, proizvodnje i transporta nafte i gasa
Vršenje usluga i proizvodnja u remontnim i mašinskim rad'o-
nicama
Vršenje laboratorijskih usluga
Kontrola instalacija za primenu tečnih goriva i
Popravak uređaja za gas.

**Bibliografski kartoni
članak štampanih u »Sigurnost u
rudnicima« u 1972. godini.**

(Kartoni, isečeni i sređeni po decimalnoj
klasifikaciji — prema broju u levom
uglu gore — upotpuniće Vašu kartoteku).

622.67.004.64 : 614.82

Pejčinović, dipl. ing. Jovan: Prelom osovine bubnjeva izvozne
mašine uzrok kolektivne smrtno nesreće.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1972), str. 22—34

Upoznavanje rudarske javnosti sa jednim vrlo retkim nesrećnim
slučajem u rudarskoj praksi koji se desio u jami »Belo brdo«
rudnika »Kopaonik« — Lešak. Daje se opis izvozne mašine, udesa
i uzroka koji su doveli do nesreće u kojoj su stradali tri rudara,
koja su se nalazila u izvoznom košu.

622.453

Teply, prof. ing. Emir: Proračun objekata za regulaciju raspo-
djele količine zraka u rudničkoj vjetrenoj mreži.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1972), str. 5—14

U članku su obrađene metode obračuna raspodele vazduha regu-
lacijom protoka pomoću dodatnog pozitivnog i negativnog otpora
u provodnicima vazdušne struje, i dati su računski primeri po-
zitivne i negativne regulacije.

614.8.001.4

Maček, dr Olga: Humani faktor u procesu nesreća na rad.

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 13—22

U članku je dat opis radnika koji su skloni ka ozljeđivanju i
prikazana su ispitivanja bolesti i ozlede koje su najkarakteristič-
nije kao profesionalne. Date su karakteristike nesreća i faktori
koji imaju značaj za uzrok nesreće.

622.83 : 622.332

Kovačević, dipl. ing. Vjekoslav — Ivanović, dipl. ing. Vladimir:
Likvidacija otkopnog polja ugroženog od gorskih udara u Staroj
jami rudnika Zenica.

»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1972), str. 15—21

Prikazan je način razvijanja radova na otkopavanju uglja u ot-
kopnom polju ugroženom gorskim udarima u glavnom sloju rud-
nika Zenica i data je uporedna analiza nesretnih slučajeva usled
gorskih udara u raznim otkopnim poljima i u raznim fazama ot-
kopavanja.

614.8 : 622.349

Lovrić, dipl. ing. Ljubo: Problemi zaštite na radu i sigurnost na
boksitnim rudnicima u Hercegovini.

»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 23—27

Prikazani su rudarsko-geološki uslovi, tehnologija eksploatacije i
kretanja u hercegovačkim rudnicima boksita.

<p>614.8 : 622.271</p> <p>Najdanović, prof. ing. Nikola: Neka pitanja sigurnosti u rudnicima sa površinskom eksploatacijom na IV poljsko-jugoslovenskom savetovanju u Jašovjecu u Poljskoj.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 28—31</p> <p>Stabilnost kosina etaža i odlagališta kao, i nosivost planuma etaža i odlagališta predstavljaju najaktuelnije probleme savremene površinske eksploatacije ležišta uglja, koji zahtevaju neprekidan istraživački rad stručnjaka, razmenu iskustava i dogovaranja. Uspešno tehnički i ekonomski usklađeno rešeni ovi problemi omogućuju punu ekonomiku i sigurnost eksploatacije otkopa.</p>	<p>622.8.07</p> <p>Ivanović, dipl. ing. Marija: Neki novi elementi pri određivanju potencijalne opasnosti ležišta u pogledu agresivnog dejstva lebede mineralne prašine.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1972), str. 65—77</p> <p>Dat je pregled metoda određivanja potencijalne opasnosti ležišta od agresivne mineralne prašine.</p>
<p>614.8 : 622.349.9</p> <p>Kavčić, dipl. ing. Ivica: Prizadevanja za smanjivanje nevarnosti pred zastrupitvijo s Hg hlapi na jamskih delovišćih rudnika živega srebra Idrija.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 32—38</p> <p>Ukazuje se na mogućnost smanjenja koncentracije živinih para opasnih po zdravlje zaposlenih rudara. U Rudniku žive Idrija prskanjem radilišta rastvorom CO polusulfida, čime se koncentracija smanjuje za 50%. Navedena su i lična zaštitna sredstva i mere za zaštitu od opasnih živinih para u rudniku Idrija kao i kretanje oboljenja od merkurializma od 1968—1969. posle preduzetih mera zaštite.</p>	<p>614.8 : 622.341</p> <p>Begić, dipl. ing. Jozo: Stanje, problemi i pravci daljeg razvoja zaštite na radu i tehnološkog procesa u rudnicima željezne rude Ljubija.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1972), str. 78—90</p> <p>Dat je prikaz geoloških prilika ležišta i tehnološkog procesa eksploatacije željezne rude površinskim otkopima Ljubije, ukazuje se na primarne i sekundarne opasnosti u pojedinim fazama eksploatacije, uticaj pojedinih operacija dobivanja i separisanja rude na radnu sredinu. Iznose se rezultati merenja uticaja pojedinih agenasa radne sredine, a analizom povreda posebno ukazuje na postignute uspehe u smanjenju broja povreda osavremenjivanjem tehnološkog procesa.</p>
<p>622.453 : 681.142</p> <p>Stajić, mr. ing. Dejan-Cavić, mr. ing. Anka: Rešavanje ventilacionih mreža Cross-ovom metodom pomoću cifarskih računara.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 39—47</p> <p>Složene ventilacione mreže uspešno se mogu rešiti Cross-ovom metodom pomoću cifarnog elektronskog računara, kako je ovde prikazano na primeru za rudnik uglja. Uporedo su razmatrane prednosti i nedostaci digitalnog i analognog računara, čija je primena prikazana u časopisu »Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1971).</p>	<p>622.86 : 622.341</p> <p>Vukić, dipl. ing. Milutin — Kauzlarić, dipl. ing. Kazimir: Prilog proučavanju traumatizma.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1972), str. 92—105</p> <p>Razmatrani su sa više aspekta problemi povređivanja i iznesena iskustva u smanjivanju broja povreda u Rudniku i željezari Vareš.</p>

<p>628.511 : 622.75/77.006.3</p> <p>Ocepek, prof. dr ing. Drago: Neki problemi zaprašnosti u separacijama.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 5—21</p> <p>Separiranje rude metala i uglja je proces koji na različite načine utiče na vodu i vazduh ove važne elemente biološke okoline, kao i na pojedine mašinske delove, a u zavisnosti od osobina prašine i uređaja koji su izvori prašine. U članku su date opšte smernice za suzbijanje prašine u separacijama, za koje postupak počinje već u fazi projektovanja. U vezi tim prikazana su razna tehnička rešenja za otprašivanje radnog mesta, i zaštitu okoline i naselja. Osim toga, pregledno su date ekonomske i tehničke karakteristike raznih sistema otprašivanja.</p>	<p>622.235 : 628.511</p> <p>Kauzlarić, dipl. ing. Kazimir — Vukić, dipl. ing. Milutin: Neutralizacija prašine nastale miniranjem pomoću vode.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1972), str. 56—64</p> <p>Samo provetranje ne predstavlja zadovoljavajuću zaštitu protiv prašine. Zato se istovremeno primenjuje zaštita pomoću vode, kojom se sprečava izdvajanje prašine. Prikazani su rezultati suzbijanja prašine u nekim zemljama. Pregledno su razmotrena suzbijanja prašine vodom, a posebno najnovije metode putem rasprskavanja vode pod visokim pritiskom.</p>
<p>622.235.3</p> <p>Milutinović, dipl. ing. Dragutin: Primjena vode i paste (gela) kao čepa kod začepljivanja minskih bušotina.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1972), str. 35—43</p> <p>Autor objašnjava značaj primene vode i vodenih čepova za čepljenje mina u cilju smanjenja zaprašnosti vazduha kao i smanjenje zapremine štetnih gasova posle miniranja u jami. U vezi sa time prikazani su način izrade vodenih ampula i aparat za njihovo punjenje, i opisana primena vodenog čepa kao i čepa i želatinozne mase za čepljenje mina. Na kraju je dat pregled svih prednosti vodenih čepova u odnosu na glinene čepove.</p>	<p>547.211 : 628.512</p> <p>Vukić, dipl. ing. Milutin — Jakovac, dipl. ing. Ivan — Ahel, dipl. ing. Ivan: Teoretske osnove kategorizacije jame po stepenu opasnosti od metana i neka iskustva u pogledu njihove praktične primjene.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 48—59</p> <p>Prilog proučavanju slojeva uglja sa malim sadržajem metana i problemi vezani za kategorizaciju ovih jama po stepenu opasnosti. Zelja nam je da putem časopisa podstaknemo diskusiju o ovoj problematici.</p>
<p>331.811.4 : 628.511</p> <p>Ahel, dipl. ing. Ivan: Prilog postupka za regulisanje beneficiranog radnog staža rudarskih radnika ugroženih agresivnom prašinom i ostalim štetnim veličinama.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 1 (1972), str. 44—55</p> <p>Članak prikazuje međusobne funkcionalne veze i odnose rizika i prava, te predstavlja jednu od mogućih varijanti rešavanja istaknutog problema.</p>	<p>622.81</p> <p>Čurčić, dipl. ing. Aleksandar — Vukanović, dipl. hem. Branka: Opasnosti od eksplozija ugljene prašine u našim rudnicima.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 60—69</p> <p>Upoređenje laboratorijskih i poluindustrijskih ispitivanja eksplozivnih prašina rudnika uglja sa posebnim osvrtom na mogućnosti inicijalnog paljenja pod uticajem metana. Rudnicima sa pojavama metana prethodi latentna opasnost i od eksplozija prašina.</p>

<p>622.8.07</p> <p>Petrov, dipl. ing. D.: Primena metode kvašenja toplom vodom za smanjenje prašine pri minerskim radovima na pripremnim radilištima.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 70—79</p> <p>Prikazani su rezultati ispitivanja efekta smanjenja koncentracije prašine koja su prilikom bušenja minskih rupa za razne uslove izvršena u opitnoj jami Instituta S. Vladaja i u eksploatacionim uslovima u nekim bugarskim rudnicima, a kojima se došlo do zaključka, da je suzbijanje prašine toplom vodom efikasnije, nego hladnom vodom.</p>	<p>627.84 : 547.211</p> <p>Tanasković, dipl. ing. Radoš: Zaštita galerije brane HE — Zvornik od nakupljanja eksplozivno opasnih gasova.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 91—99</p> <p>Pojava eksplozivnog gasa u galerijama brana hidroelektrana je relativno retka pojava, koja pod određenim uslovima može da postane izvor havarija sa neželjenim posledicama. Određivanje stepena ugroženosti i način zaštite od ove opasnosti u galeriji brane HE — Zvornik je predmet razmatranja u ovom članku.</p>
<p>614.894</p> <p>Doležal, dipl. ing. František: Ispitivanje naleganja maske za zaštitu od prašine.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 80—82</p> <p>U članku su prikazani način i iskustva u ispitivanju hermetičnosti naleganja maski za zaštitu od štetnih prašina.</p>	<p>622.83 : 622.332</p> <p>Kovačević, dipl. ing. Vjekoslav — Bazina, dipl. ing. Pavo: Otkrivanje ugroženosti od gorskih udara u rudniku Zenica.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1972), str. 5—14</p> <p>Prikazana je metoda otkrivanja opasnih koncentracija pritiska testiranjem pomoću bušotina ugljenih slojeva, u kojima su rudari pri radu ugroženi od gorskih udara, kao i primena ove metode u Rudniku mrkog uglja u Zenici. Ovom metodom uspelo se u Zenici smanjiti i broj gorskih udara i broj nesreća usled gorskih udara.</p>
<p>622.44.004.68</p> <p>Elezović, dipl. ing. Vaso — Sučević, dipl. ing. Luka — Pejčinović, dipl. ing. Jovan: Uticaj rekonstrukcije priključka ventilatora na povećanje količine vazduha i poboljšanje ventilacionih parametara u Staroj jami rudnika Kakanj.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 2 (1972), str. 82—89</p> <p>Kod većine naših rudnika priključak ventilacionih postrojenja je tehnički nepravilno izveden i kao takav u ventilacionom sistemu jame predstavlja »usko grlo«, čiji uticaj dolazi do naročito izražaja u periodu eksploatacije najvećim dubinama i povećane proizvodnje. Pored tehničkih nedostataka to predstavlja i nepravilno povećanje troškova ventilacije.</p>	<p>622.272 : 622.86</p> <p>Jovanović, dr ing. Gvozden: Prilog proučavanju uticaja geometrijskih parametara otkopne jedinice na povređivanje radnika.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1972), str. 16—23</p> <p>Korišćenje podzemnog blaga treba da je čoveku korist, a ne njegova nedaća.</p>

<p>550.3 : 622.83</p> <p>Stefanović, dr Dragoljub: Neke mogućnosti primene geofizičkih metoda radi određivanja elemenata koji uslovljavaju uslove rada u rudarstvu.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1972), str. 35—44</p> <p>Primerima geofizičkih ispitivanja hidrotehničkih objekata ekvivalentnih rudarskim radovima ilustrovane su neke mogućnosti primene geofizičkih metoda u cilju ocene ili prognoziranja uslova koji će se javiti u procesu izvođenja rudarskih radova.</p>	<p>622.235 (083.4)</p> <p>Zivković, dipl. ing. Velibor: Vođenje tehničke dokumentacije o miniranju i manipulisanju eksplozivnim sredstvima.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1972), str. 72—92</p> <p>U ovom članku autor predlaže uvođenje jedinstvene evidencije o manipulaciji eksplozivnim sredstvima, kojim se udovoljava važećim propisima i kompleksno sagledava tehnološki proces miniranja na površinskim kopovima.</p>
<p>622.235.9</p> <p>Bralić, dipl. Jevto: Bezbedna lokacija podzemnih magacina eksplozivnih sredstava.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1972), str. 45—71</p> <p>Kritički se osvrće na postojeći Pravilnik o merama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu.</p>	<p>622.457</p> <p>Ivanović, dipl. ing. Vladimir: O separatnom provetranju komornih otkopnih radilišta.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1972), str. 93—97</p> <p>U cilju rešavanja problema provetranja komornih otkopnih radilišta u podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina dat je jedan od načina provetranja radilišta, udaljenih od pristupnih vazdušnih veza, primenom separatnog provetranja.</p>
<p>620.193 : 622.323</p> <p>Rosić, dipl. ing. Velibor — Uzelac, dipl. ing. Dragutin: Prilog proučavanju metoda antikorozivne zaštite kao mera sigurnosti u proizvodnji nafte i gasa.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1972), str. 24—34</p> <p>U prvom delu članka (uslediće još dva dela) autori daju opšti pristup uzrocima i pojavama oštećenja opreme i uređaja dejstvom korozije pri tekućoj tehnologiji proizvodnje nafte i gasa na području Kikinde i to s posebnim osvrtom na dejstvo korozije na opremu u bušotini, a posebno na uređaje i opremu na površini.</p>	<p>629.11.01 : 62—752</p> <p>Miljković, dipl. ing. Miodrag — Dačić, dipl. ing. Zivota: Karakteristike vibracija sedišta kamiona na površinskom kopu u Boru.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 4 (1972), str. 99—103</p> <p>U članku su opisane primena instrumenata za merenje buke, tipa 2204 firme »Bruel & Kjaer«. Ukazano je na postojeće razlike u karakteristikama vibracija kod pojedinih vrsta kamiona.</p>

<p>622.276 : 614.84</p> <p>Radojčin, dipl. ing. Vaso: Gašenje požara eruptirajućih naftno-gasnih bušotina.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 5—14</p> <p>Iznošenjem rezultata istraživanja gašenja požara naftno-gasnih bušotina omogućava se zainteresovanim stručnjacima da se upoznaju sa najnovijim dostignućima iz ove oblasti.</p>	<p>621.51 : 622.81</p> <p>Kačkin, Prof. dr ing. Đorđe: Mogućnost nastavka eksplozije u rudničkim vazдушnim kompresorskim postrojenjima.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 34—39</p> <p>Siguran i bezbedan pogon kompresorskih uređaja može se postići samo redovnim podmazivanjem i hlađenjem kompresora, čišćenjem vazduha pre ulaza u kompresor, ispravnim rešenjem statičkog elektriciteta i redovnim eksploatacionim ispitivanjima. Na primeru kompresorskog uređaja iz prakse prikazano je kako je do havarija došlo eksplozijom smeše prašine i pare ulja u sabijenom vazduhu.</p>
<p>622.8.07 : 547.211</p> <p>Abramović, dipl. ing. Vladimir i Pađen, dipl. ing. Vladimir: Projektovanje sigurnosnih mjera u ugljenokopima ugroženim od metana i opasne ugljene prašine.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 15—27</p> <p>Istarski ugljenokopi su, s obzirom na opasnu ugljenu prašinu i pojave metana, vršili minerske radove između radnih smjena. Opisuju se provedena unapređenja tehnike miniranja i zaštite. Razrađen je projektni elaborat kojim se traži dozvola od nadležnih rudarskih vlasti da se dozvoli miniranje u smjeni. Odobren projekt pruža mogućnost daljnjeg unapređenja rada rudnika.</p>	<p>622.235 (083.9)</p> <p>Likar, dipl. ing. Miroslav: Sodobna tehnika miniranja in naši veļjani zavedeni predpisi.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 40—45</p> <p>U uslovima naglog razvojagrađevinske delatnosti potreba za kamenom postaje sve veća. U vezi s time naglo se razvila tehnika bušačko-minerskih radova i tehnologiju novih eksploziva. Međutim, naši propisi o zaštiti pri radovima na miniranju mnogo zaostaju za savremenim dostignućima u ovoj oblasti. Pošto se na konkretnim primerima osvrnuo na nejasnosti i kontradiktornosti naših propisa, autor kratkim prikazom najnovijih propisa o zaštiti pri miniranju koji su 1971. god. doneti za 1972. godinu, ukazuje u kom pravcu treba regulisati pitanja zaštite pri miniranju sa kojima se naši stručnjaci u praksi susreću.</p>
<p>622.453</p> <p>Simeunović, Dragomir, docent i Vulićević Branko, asistent: O primeni Njutnove metode na rešavanje složenog dijagonalnog sistema u ventilaciji rudnika.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 28—33</p> <p>U radu se izlaže Njutonova metoda i njena modifikacija za približno rešavanje nelinearnih sistema algebarskih ili transcendentnih jednačina i daje primena ovih metoda kod složenog dijagonalnog sistema u ventilaciji rudnika. Pri tome se iznose uslovi pod kojima se ove metode mogu primeniti i daje ocena greške, što je za praksu od posebnog značaja.</p>	<p>159.944 : 614.87</p> <p>Stojilković, Dr med. sc. Živko: Procena zamora za vreme opterećenja radom pri povišenim termičkim uslovima spoljne sredine.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 46—52</p> <p>Autor je ispitivao zamor za vreme rada u termičkim uslovima spoljašnje sredine, koja iznosi 30° C i 35°C procenio metodom fiziološke procene radne efikasnosti u relativno stabilnom stanju organizma. Ispitivanjima je dokazano da je u najvećem broju slučajeva jedini adekvatni metod merenja zamora rektalna temperatura od 38,3 do 38,6°C.</p>

<p>622.271 : 624.131.53</p> <p>Begić, dipl. ing. Jozo: Neki faktori koji utiču na stabilnost radnih i završnih kosina površinskih otkopa Rudnika Ljubija.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 53—66</p> <p>U članku se razmatraju neki faktori koji utiču na stabilnost radnih i završnih kosina površinskih otkopa u Rudniku Ljubija. Izloženi su rezultati preliminarnih ispitivanja geomehaničkih osobina stijena na nekim ležištima Ljubije. Ukazano je na probleme konstrukcije otkopa i potrebu većeg naučno-istraživačkog zahvata u cilju izbora optimalnih parametara otkopa, koji će obezbediti odgovarajući stepen zaštite zaposlenog osoblja i mehanizacije i optimalne ekonomske efekte u procesu eksploatacije željezne rude.</p>	<p>622.35 : 614.8</p> <p>Roje Zivko: Uspjeh u eksploataciji kamena ovisan je o sigurnosti i zaštiti na radu.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 83—90</p> <p>Velike teškoće sa kojima se dalmatinski kamenolomi susreću u vezi sa njihovom lokacijom, urbanističkim i drugim problemima, kao i zbog zaostale tehnologije dobivanja kamena odražavaju se u još uvek velikom broju povređivanja radnika u kamenolomima. Na primeru kamenoloma Perun prikazano je kako se tehničkim pravilnim pripremama, uvođenjem savremenih tehnoloških procesa dobivanja i priprema kamena mogu uspešno rešiti svi ekonomski problemi i problemi sigurnosti rada u kamenolomima.</p>
<p>622.8.07</p> <p>Ivanović, dipl. ing. Marija: Savremeni pravci i shvatanja u pogledu uzorkovanja lebdeće prašine.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 67—77</p> <p>Članak tretira problematiku uzorkovanja zaprašenosti lebdeće prašine u radnoj atmosferi, uglavnom u rudnicima, i podelu instrumenata za gravimetrijsko uzorkovanje.</p>	<p>628.517.2 : 621.87</p> <p>Miljković, dipl. ing. Miodrag: Nivo buke u kabinama proizvodne mehanizacije rudnika bakra Majdanpek i primena preciznog merača buke tipa 2204 (Bruel & Kjaer).</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 91—98</p> <p>U prilogu je dat opis preciznog merača buke tipa 2204 firme Bruel & Pjaer iz Kopenhagena i izneseni su rezultati merenja buke u kabinama proizvodne mehanizacije sa ocenom nivoa buke.</p>
<p>622.28 : 622.273.23</p> <p>Kauzlarčić, dipl. ing. Kazimir i Čingel, dipl. tehn. Ivo: Podgrađivanje kod širokočelnog otkopavanja.</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 78—82</p>	<p>614.8 (083.75)</p> <p>Simonovski Zivko: Da li su nam potrebni jedinstveni normativi zaštite na radu?</p> <p>»Sigurnost u rudnicima« br. 3 (1972), str. 99—102</p> <p>Predmetnim člankom časopis »Sigurnost u rudnicima« uključuje se u opštu diskusiju o nadležnosti propisivanja normativa zaštiti na radu posle promene u funkcijama federacije i u nadležnostima njenih organa, koje proizlaze iz amandmana. U vezi s time autor iznosi mišljenje stručnjaka, kako treba ti propisi da budu regulisani za celu zemlju, i kako se u skladu s tim amandmanima ti propisi mogu oblikovati.</p>



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD — ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA
 - površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
 - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
 - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svet-ske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti..

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje dva kvartalna časopisa:

RUDARSKI GLASNIK

SIGURNOST U RUDNICIMA



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
 - open-cast and underground exploitation of mineral ores
 - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
 - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.

The Institute of Mines editorial activities include two quarterly periodicals:

RUDARSKI GLASNIK
SIGURNOST U RUDNICIMA

-
- veliki broj stručnjaka
 - visok naučni i stručni nivo
 - ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni u praksi
 - iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
 - savremena oprema
garantuju: BRZE

**SAVREMENE
KVALITETNE**

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

**POSLOVNICU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU**

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2.
Telefon 691-223 (Teleks 11830 YU RI)
Poštanski fah 116.

RI

-
- large number of experts
 - high scientific and specialized level
 - realized scientific-research results applied in practice
 - experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
 - up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

FAST

CONTEMPORARY

HIGH QUALITY

services in above activities

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE OF MINING

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2

tel. 691-223 — telex 11830 YU RI

RI
