

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637
UDK: 622

broj
1 - 4
1993

RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
B E R G B A U Z E I T S C H R I F T

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637
UDK: 622

broj
1 - 4
1993

RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
B E R G B A U Z E I T S C H R I F T

Izdavač:

RUDARSKI INSTITUT - BEOGRAD

11080 Zemun, Batajnički put br.2

Redakcija:

11080 Zemun, Batajnički put br. 2

Glavni i odgovorni urednik:

dr inž. Mileta Simić

Redakcioni odbor:

dr inž. Živorad Lazarević

dr inž. Radmilo Obradović

dr inž. Dragoljub Ćirić

dr inž. Borislav Perković

dr inž. Ljubomir Spasojević

dr inž. Dragoljub Urošević

Redakcija:

Petar Zec, dipl. fil., Rudarski institut Beograd

U finansiranju časopisa učestvuje Ministarstvo za nauku i tehnologiju Republike Srbije

Izdavač: Rudarski institut, Beograd (Zemun), Batajnički put br.2

Editor: Institute of Mines, Batajnički put 2, Beograd (Zemun), Yugoslavija

**Grafička obrada
i štampa**



SADRŽAJ

MILIVOJE MAKAR - NENAD MAKAR

Principi selektivnog rada na površinskom kopu u cilju ujednačavanja kvaliteta uglja za termoelektrane.....5

ZORAN ROSIĆ

Bageri kašikari - uporedni osvrt na hidraulične bagere i bagere sa užadima14

MILIVOJE MAKAR

Rotorni bager za podvodno otkopavanje uglja - metode testiranja bagera22

ZORAN ROSIĆ

Koncepcijski pristup u projektovanju glinokopa s posebnim prikazom troškova eksploatacije29

STEVO VUKOVIĆ - DUŠAN STOJNIĆ

Iskorišćenje kapaciteta bagera kašikara na površinskim kopovima mrkog uglja34

NEBOJŠA MAKSIMOVIĆ - ZORAN TEODOROVIĆ

Određivanje uglova kružnog kretanja katarke radnog točka kojim se formira bočna kosina uz korišćenje računara39

RADMILO OBRADOVIĆ

Problematika stabilnosti kosina površinskih kopova uglja45

MIODRAG LJUBINOVIĆ

Uticaj odlaganja jalovine sa PK "Petrov Do" na zaštitu životne sredine52

SPASOJE MIČIĆ

Otkopavanje sigurnosnog stuba u rudniku "Lece"57

DRAGOLJUB UROŠEVIĆ

Primena zakonskih propisa Republike Srbije pri izradi
elaborata o zaštiti životne sredine64

BORISLAV PERKOVIĆ

Uticaj sniženja temperature napojne vode na karakteristike
kotlovskih postrojenja sa i bez naknadnog pregrevanja pare68

MARIJA IVANOVIĆ - VLADIMIR IVANOVIĆ - OBREN KOPRIVICA

Kategorizacija ležišta lignita "Tamnava I" po stepenu potencijalne
opasnosti od agresivne mineralne prašine74

JOVAN VUJIĆ

Proračun polja pijezometarskih pritisaka i provirne linije za slučaj u
ravni ili osno-simetričan slučaj metodom konačnih elemenata81

Principi selektivnog rada na površinskom kopu u cilju ujednačavanja kvaliteta uglja za termo elektrane (sa 10 slika)

Milivoje Makar - Nenad Makar

Rezime

U cilju ujednačavanja kvaliteta uglja za potrebe termoenergetskih kapaciteta potrebno je otkopavati uglj selektivno. Ovakvim radom se može postići prosečna toplotna moć koja je optimalna ili približna optimalnoj.

Uvod

Termoenergetska postrojenja građena na bazi uglja (lignita) kao goriva imaju kotlovska postrojenja koja rade optimalno samo za određen raspon (od T_{min} do T_{max}) u toplotnoj moći. Taj raspon iznosi oko 800 - 1.000 kJ/kg. Pad toplotne moći ispod dozvoljene minimalne granice, radi održavanja normalnog režima rada postrojenja, zahteva dodavanje mazuta što poskupljuje proizvodnju. Prekoračenje gornje dozvoljene granice toplotne moći može izazvati ne samo ozbiljne poteškoće u radu već i havarije. Zbog ovog rezultata je veoma bitno da variranje toplotne moći uglja ne pređe dozvoljenu granicu - odnosno oko 1.000 kJ/kg

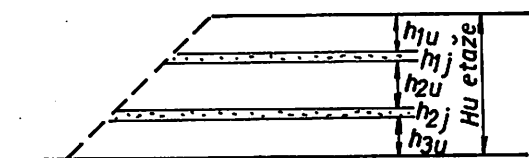
Ujednačavanje kvaliteta uglja se može postići selektivnim radom na samom površinskom kopu. Ukoliko se na ovaj način ne postigne dozvoljena ujednačenost kvaliteta dalja homogenizacija se vrši na deponiji uglja ispod T.E.

Selektivno otkopavanje

Selektivno otkopavanje se može vršiti na ugljenom sloju (A) u površinskom kopu (B). U ugljenom sloju se vrši u sledećim slučajevim:

A-1. U ugljenom sloju se pojavljuje miter-slojna jalovina takve mogućnosti da bez selektivne eksploatacije toplotna moć otkopane mešavine pada ispod dozvoljenog minimuma.

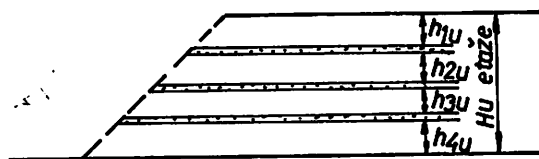
* Ovaj članak je rezultat rada autora na istraživačko razvojnom projektu "Ugalj Republike Srbije - osnovna energetska sirovina u perspektivi do 2005. i dalje do 2020. godine



Sl. 1

Sem toga, tako otkopana jalovina izmešana sa ugljem predstavlja teškoće npr. u odšljakivanju i druge. Ovde je selektivna eksploatacija obavezna.

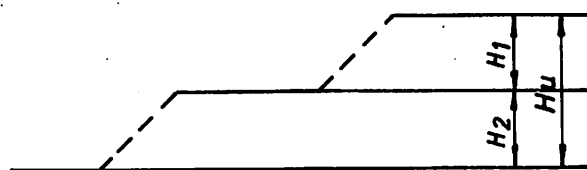
A-2. U ugljenom sloju se javljaju tanki proslojci ugljevite gline niske toplotne vrednosti (3.000 - 4.000 kJ/kg). Otkopavanjem uglja bez selekcije prosečna toplotna vrednost se snižava, ali je još uvek iznad dozvoljenog minimuma.



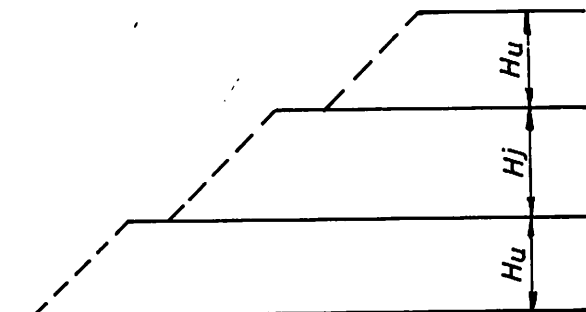
Sl. 2

A-3. Ugljeni sloj je velike moćnosti i podeljen je u dve ili više etaža. Podinske partije sloja su po pravilu lošijeg kvaliteta i mogu biti ispod dozvoljenog toplotnog minimuma, dok gornji delovi sloja kvalitetom spadaju u gornju i iznad gornje toplotne granice.

U površinskom kopu selektivno otkopavanje radi ujednačavanja kvaliteta se vrši u sledećim slučajevima:



Sl. 3



Sl. 4

B-1. Površinski kop eksploatiše dva ili više ugljenih slojeva različitog kvaliteta odvojenih međuslojnom jalovinom koja se ne javlja u visini jedne etaže.

B-2. Površinski kop eksploatiše dva ili više ugljenih slojeva odvojenih međuslojnom jalovinom koja se javlja u visini jedne etaže.

Za slučaj selektivnog otkopavanja opisanog pod A₁ (Sl. 1) selektivna eksploatacija se može vršiti ostavljanjem zaštitnog sloja uglja h_z u povlati i podini jalovog proslojka. Na ovaj način se dobija čist ugalj, ali se deo uglja gubi u zaštitnom sloju. Prema slici 6 gubitak ugljene supstance iznosi

$$G_u(\%) = \frac{\sum h_z}{H} \cdot 100$$

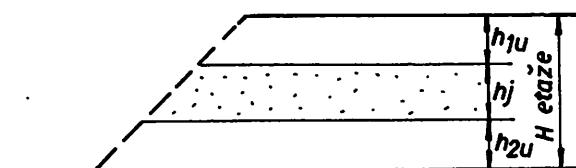
odnosno iskorišćenje ugljenog sloja je

$$J_u(\%) = \frac{H - \sum h_z}{H} \cdot 100$$

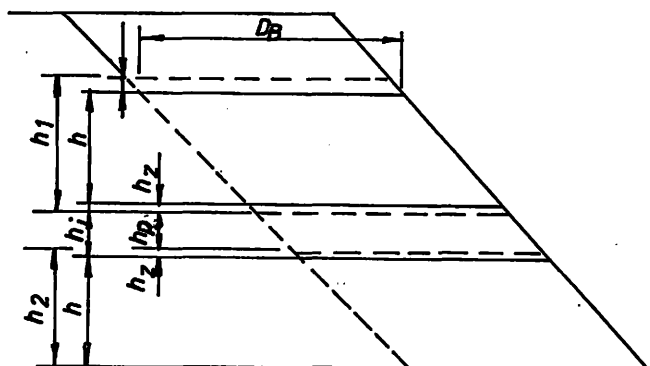
gde je:

h_z - visina zaštitnog sloja uglja (m)

h_p - moćnost proslojka jalovine (m)



Sl. 5



Sl. 6

$h_{1,2}$ - ukupna moćnost sloja za selektivno otkopavanje (m)

H - ukupna moćnost uglja ($h_1 + h_2$) (m)

h - visina uglja koja se otkopava (m)

Ukoliko se teži potpunom iskorišćenju ugljene supstance, a kvalitet uglja ne pada ispod dozvoljene vrednosti h_z se može uzeti u jalovom proslojku. U tom slučaju onečišćenje uglja se uzima u istom procentu kao gubitak ugljene supstance, a toplotna vrednost rovnog uglja se izračunava:

$$T_m (\%) = \frac{M_u \cdot Y_u - M_j \cdot T_j}{M_u} \text{ (kJ / kg)}$$

Kako je u ovom slučaju količina jalovine koja ulazi u ugalj jednaka gubitku ugljene supstance za prethodni slučaj odnosno:

$$M_j = \frac{\sum h_z}{H} \cdot M_u$$

$$T_m = T_u - \frac{\sum h_z}{H} \cdot T_j \text{ (kJ / kg)}$$

ili gubitak u toploti iznosi

$$G_T (\%) = 100 - \frac{T_u - \frac{\sum h_z}{H} \cdot T_j}{T_u} \cdot 100$$

gde je:

M_u - masa uglja (kg)

T_u - toplotna vrednost uglja (kJ/kg)

M_j - masa jalovine (kg)

T_j - toplota koja se utroši na sagorevanje jalovine (kJ/kg)

T_m - toplotna vrednost dobijenog rovnog uglja

Visina zaštitnog sloja kada se selektivno otkopava rotornim bagerima zavisi od prečnika radnog točka i iznosi:

$$h_z = 0,07 D \approx 0,10 D$$

Veće vrednosti se uzimaju za veće prečnike. Institut iz Kijeva preporučuje da se ukupna visina zaštitnog sloja uzima:

$$\sum h_z = 2,5 h$$

h_z - visina rezne ivice noža

Kod čistog smanjivanja slojeva uglja i jalovine ili ugljevite gline preporučuje se upotreba bagera sa mogućnošću visoke selektivnosti kao što je npr. Wirtgen SM. U tom slučaju zaštitni sloj može biti od $1 \approx 5$ cm, u zavisnosti od veličine mešavine.

Selektivno otkopavanje (slučaj A₂) sl. 2. najjednostavnije se rešava izborom mehanizacije. Pošto je prosečna toplotna moć celog sloja odnosno etaže u dozvoljenim granicama, ako se etaža otkopava bagerom vedričarem ili dreglajnom svaki zahvat kašike predstavlja mašavinu uglja i proslojka (ugljevita glina) sa približno prosečnom toplotnom vrednošću. Na površinskom kopu "Tamnava Istok" - Kolubara i "Drmno" - Kostolac donji delovi sloja sa sitnim proslojcima interslojne jalovine (ugljevita glina) se otkopavaju vedričarima - delom i iz tog razloga.

Ukoliko se, u ovom slučaju, etaža otkopava rotornim bagerima treba nastojati da svaki sloj etaže, visine reza, ima toplotnu vrednost iznad minimalno dozvoljene.

Matematička metoda određivanja visine sloja zadane toplotne vrednosti sastoji se u sledećem:

Ako se sa Δ_i označe moćnosti sloja na kojima su vršene hemijske analize (čist ugalj), a sa T_i odgovarajuće toplotne vrednosti onda je visina sloja (ili podetaže) jednaka:

$$h_i = \sum \Delta + X$$

gde je X deo visine potrebne da se zadovolji uslov minimalne visine $h_1 + D/2$. Prema tome

$$\Sigma(\Delta_i T_i) + T_x X \geq T_o \Sigma \Delta_i + X$$

T_o - minimalno dozvoljena toplotna vrednost

T_x - toplotna vrednost dela visine h_1 označene sa X

odatle je

$$\Sigma(\Delta_i T_i) - T_o \Sigma \Delta_i \geq T_o X - T_x X$$

odnosno visina X mora biti

$$X = \frac{\Sigma \Delta_i (T_i - T_o)}{T_o - T_x} (\text{m})$$

Ukoliko svaki sloj otkopavan rotornim bagerom zadovolji uslove date u prethodnim nejednačinama biće i zadovoljen uslov ujednačavanja toplotne vrednosti uglja za T.E.

Ukoliko se prilikom podele etaže na slojeve dođe do visine sloja ispod $D/2$ dolazi do pada kapaciteta bagera.

U slučaju prikazanom na slici 3 (opis A-3) imamo klasičan primer kakav se skoro redovno javlja kod jako moćnih slojeva (Kosovo).

Ako kvalitet u celom sloju ne pada ispod minimalno dozvoljene vrednosti - odnosno variranje kvaliteta se kreće u granicama tolerancije, oko 1.000 kJ/kg, visina pojedinih etaža se određuje tako da godišnje napredovanje svake etaže bude približno isto, odnosno sa odstupanjima koja se mogu tehnološki tolerisati. Visina svake etaže se određuje na osnovu rudarsko - geoloških uslova eksploatacije odnosno izabrane mehanizacije. Radi što boljeg mešanja uglja sa etaža poželjno je predvideti jednu glavnu zbirnu traku do drobilnog postrojenja.

Ukoliko je kvalitet sloja toliko neujednačen do gornje partije uglja prelaze dozvoljenu gornju toplotnu vrednost, a podinske partije su ispod donje toplotne vrednosti, podela na etaže se mora izvršiti u funkciji ujednačavanja kvaliteta prema

dozvoljenim granicama, odnosno u granicama tolerancije za kotlovska postrojenja.

Ako je ukupna moćnost ugljonošnog sloja H_o a variranje kvaliteta između krovinskih i podinskih delova iznosi više od granica tolerancije (10% - 15%) podela na etaže radi homogenizacije mora da zadovolji sledeće uslove:

$H_k \cdot T_k + H_p \cdot T_p = H_o \cdot T_o$ gde je:

H_k - visina krovinskog dela sloja (m)

T_k - toplotna moć krovinskog dela sloja (kJ/kg)

H_p - visina podinskog dela sloja (m)

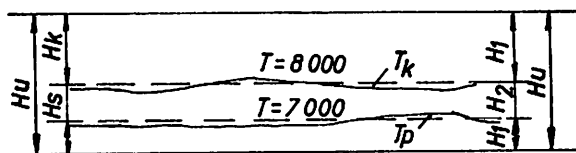
T_p - toplotna moć podinskog dela sloja (m)

H_o - deo sloja $H_o = (H_k + H_p)$

T_o - toplotna vrednost visine sloja H_o

Da bi se došlo do vrednosti H_k i H_p potrebno je u ugljenom sloju označiti linije jednake toplotne moći (gornje i donje). Za naše uslove gornja toplotna moć se može uzeti oko $T_k = 8.000$ kJ/kg, a donja u tom slučaju $T_p = 7.000$ kJ/kg. Sve iznad T_p do krovine je H_k , a ispod T_p do podine sloja je H_p .

Ako je pad kvaliteta ravnomeran sa dubinom zaleganja onda se u visini sloja H_o nalazi ugulj kvaliteta 7.000 - 8.000 (kJ/kg), kako je prikazano na slici 7.



Sl. 7

Na slici 7. crtkastom linijom je data podela na etaže. Pošto je sloj po vertikali podeljen na etaže sračuna se prosečna toplotna vrednost za ugulj sa etaže H_1 (H_k) i H_2 (H_p) za određeni vremenski period odnosno korak napredovanja (mesec dana, godinu dana i sl.) K_n . Prosečna vrednost, T_{pkrp} se izračunava i treba za opisan slučaj da iznosi:

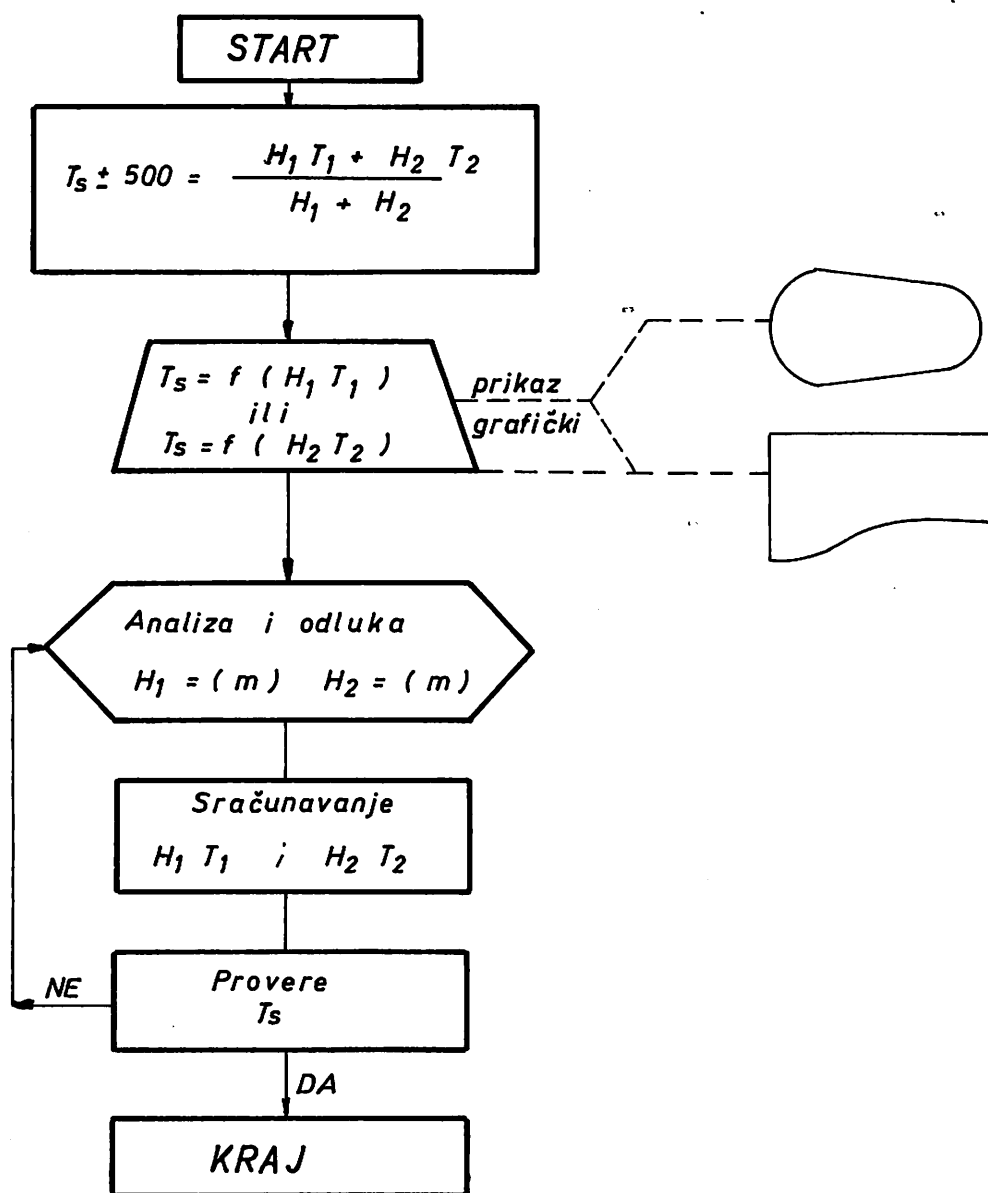
$$\frac{(H_k \cdot L_k \cdot K_n) \cdot T_{pr.k.} + (H_p \cdot L_p \cdot K_n) \cdot T_{prp}}{H_k \cdot L_k \cdot K_n + H_p \cdot L_p \cdot K_n} = T_{pkrp}$$

$$= 7.500 \pm 500 [\text{kJ/kg}]$$

$L_{(p)}$ = dužina etaže

Takođe se proverava i etaža H_2 (H_3) i ako se njena sračunata toplotna vrednost kreće između 7.000 i 8.000 kJ/kg smatra se dobro odabranom.

Ukoliko se T_{pkrp} nalazi u granicama 7.000 - 8.000 kJ/kg etaže su dobro odabrane. Ako je vrednost ispod 7.000 kJ/kg povećava se visina H_1 na račun H_2 i obratno ako je preko 8.000 kJ/kg, povećava se visina H_3 na račun H_2 . (Predpostavlja se da je najveća visina etaže H_2).



Sa tehnološkog aspekta se proveravaju etaže tako što moraju da zadovolje uslove racionalnog otkopavanja standardnom opremom. Visina etaže ne treba da bude manja od

$$H_e \geq 1,5 D \text{ (m)} \text{ (} D = \text{prečnik radnog točka)}$$

što omogućava otkopavanje etaže u tri sloja (reza). Visina etaže mora biti u skladu sa geometrijskim karakteristikama bagera.

Mešanjem uglja sa etaže H_1 i H_3 se vrši na zajedničkom glavnom izvoznom transporteru, dok etaža H_2 ima sopstveni glavni izvozni transporter.

Treba napomenuti da vrednosti za T_k i T_p mogu biti drugačije nego ovde pretpostavljene koje se na našim površinskim kopovima najčešće javljaju. Da bi ove vrednosti bile odabrane optimalno neophodno je izraditi kartu kvaliteta sa linijama jednake toplotne vrednosti sa rastojanjem 1.000 kJ/kg.

Ovaj način podele na etaže je primenljiv za visine ugljenog sloja $H_a > 50$ m. Kod moćnosti uglja $H_a < 50$ m iz tehnoloških razloga ugajl se obično deli na dve etaže. U tom slučaju visina etaže se određuje tako da njih ova mešavina, odnosno rovni ugajl, zadovoljava uslove kvaliteta za T.E. Ako sa T_e obeležimo srednju toplotnu vrednost propisanu za kotlovsko postrojenje onda imamo:

$$\frac{H_1 \cdot L_1 \cdot T_1 + H_2 \cdot L_2 \cdot T_2}{H_1 \cdot L_1 + H_2 \cdot L_2} \cdot T_e \pm 500 [\text{kJ/kg}]$$

pošto su dužine etaže L_1 i L_2 približno iste možemo napisati

$$\frac{H_1 \cdot T_1 + H_2 \cdot T_2}{H_1 + H_2} \cdot T_e \pm 500 [\text{kJ/kg}]$$

Pošto imamo jednu jednačinu sa više nepoznatih rešava se iterativnim putem.

Selektivno otkopavanje u površinskom kopu

Kada se otkopava dva ili više slojeva različitog kvaliteta na jednom površinskom kopu (zajednički usek otkopavanja) slučaj prikazan na sl. 4 (opis B-1) mora, pre svega, biti zadovoljen osnovni tehnološki uslov da godišnje napredovanje etaže na svim slojevima bude približno isto.

Ako se ugajl otkopava za T.E. koja je u pogonu i ima već odabrane karakteristike, neophodno je da se isporučuje mešavina rovnog uglja koja zadovoljava uslove kotlovskog postrojenja.

Ukoliko mešavina ne zadovoljava, ako se svi slojevi otkopavaju od krovine do podine treba za svaki sloj odrediti eksploatacionu krovinu i podinu, vodeći pri tome računa o maksimalnom iskorišćenju ugljene serije, na principu kako je to opisano u prethodnom slučaju.

U slučaju da će se ugajl otkopavati za buduću T.E. određuje se gornja i donja toplotna moć mešavine, uz maksimalno korišćenje rezervi, za ceo vek trajanja T.E.

Kada površinski kop eksploatiše dva ili više ugljenih slojeva, a međuslojna jalovina se javlja u visini etaže (P.K. "Ćirikovac" - Kostolac) podrazumeva se da je smensko napredovanje bloka i etaže i svakog pojasa (reza) potpuno isto. Ovo se ne dozvoljava pri potpunoj eksploataciji sloja - na jednoj etaži vršiti homogenizaciju. Ona je moguća samo ukoliko ima dve ili više takvih etaža. Homogenizacija na jednoj etaži se može vršiti samo na principu opisanom pod A_1 slika 1.

Kapacitet bagera pri selektivnom radu

Na našim površinskim kopovima rade uglavnom rotorni bageri i na uglju i jalovini. Ovi bageri u odnosu na ostale standardne bagere imaju najveću mogućnost selektivnog rada.

Teoretski kapacitet rotornog bagera se računa:

$$Q_t = 60 h S V_b \text{ (m}^3\text{/h)}$$

gde je:

h - visina reza

S - horizontalna debljina reza

V_b - brzina okretanja katarke oko vertikalne ose (m/min)

iz čega proizilazi da kapacitet zavisi od površine jednog odreska i brzine okretanja katarke radnog točka oko vertikalne ose. Minimalno dozvoljena visina reza h je polovina prečnika radnog točka $D/2$. Kod selektivnog rada uglavnom dolazi do smanjenja visine h , a time i do pada kapaciteta. Smanjenje visine h se, radi održanja iste površine poprečnog preseka, može delimično nadoknaditi povećanje horizontalne debljine odreska i povećanjem brzine V_b .

Oba ova elementa su ograničena konstruktivnim - odnosno kinematičkim karakteristikama bagera.

Minimalna visina odreska ne treba da bude manja

$$h_e = \frac{D}{2} - \frac{D_1}{2}$$

za taj slučaj

$$S_{max} = \sqrt{\frac{D^2}{2} - \frac{(D_1)^2}{2}}$$

gde je S_{max} maksimalna debljina reza.

Maksimalna širina odreska za S_{max} i na koje $h_1 = h_e$ $D/2$ se računa

$$b_{max} = \frac{V_{bmax}}{Z n_p} \text{ (m)}$$

odnosno gde je

$$b_{max} = \frac{V_{bmax}}{N_p}$$

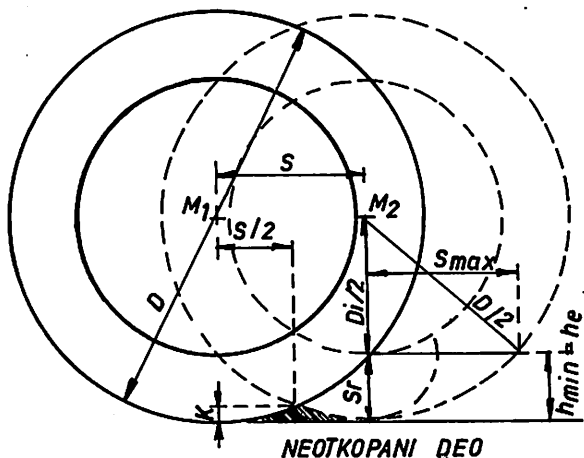
gde je:

V_{bmax} - maksimalna brzina okretanja katarke radnog točka (m/min)

Z - broj vedrica

n_p - broj obrtaja radnog točka u minuti

N_p - broj pražnjenja u minuti



Sl. 8

Radi određivanja procentualnog pada kapaciteta zbog selektivnog otkopavanja služimo se upoređivanjem nominalne zapremine vedrice i zapremine odreska pomnožene sa koeficijentom rastresitosti.

$$K_q (\%) = \frac{Q_{sd}}{Q_t} \cdot 100$$

odnosno

$$K_q (\%) = \frac{S_{sel} \cdot b_{sel} \cdot h_1 \cdot K_r}{q} \cdot 100 = \frac{V_o}{q} \cdot 100$$

gde je:

V_o - zapremina odreska

q - računaska zapremina vedrice

za uslov da

$$S_{sd} \leq \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_1}{2}\right)^2}$$

i

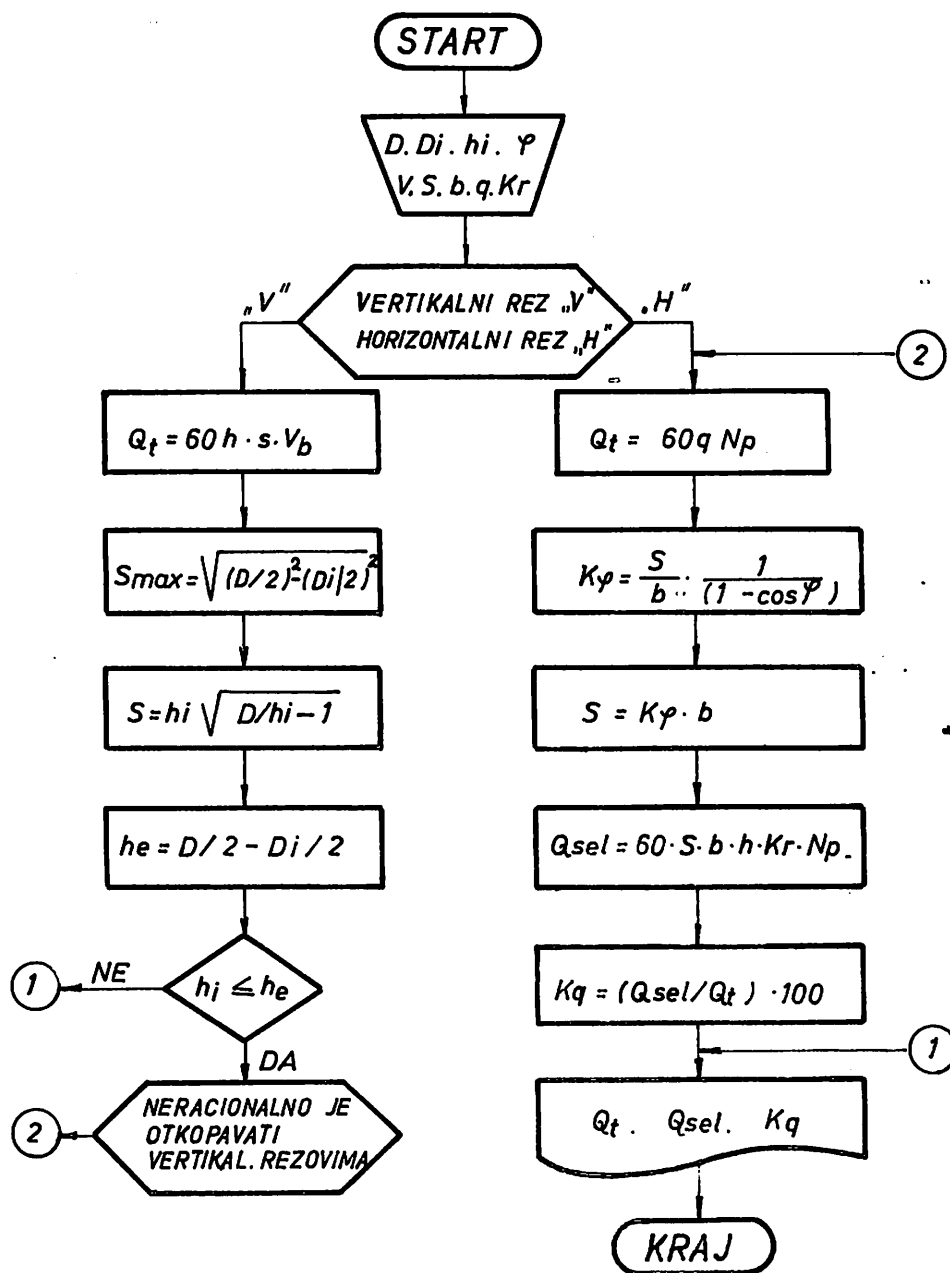
$$b_{sel} \leq \frac{V_{bmax}}{N_p}$$

Algoritamski tok analize kapaciteta pri selektivnom radu dat je na slici 10.

Napomena: Sve oznake na slici 10 i algoritamski tok uzete su iz knjige pod /1/

Zaključak

U članku se daju mogući slučajevi kada je potrebno selektivno otkopavanje uglja radi ujednačavanja kvaliteta za potrebe T.E. i principi rešavanja. Posebno se obrađuje kapacitet rotornog bagera za slučaj selektivnog otkopavanja.



Sl. 10

Summary:

**SELECTIVE OPERATING PRINCIPLES ON OPEN PIT MINES
INTRODUCED IN ORDER TO OBTAIN UNIFORM COAL QUALITY FOR
THERMAL POWER PLANTS**

Thermal power plants conceived on coal (lignite) as basic fuel, are provided with boiler rooms which operate with optimal results only at certain range of heat values (from T_{min} to T_{max}). This range is approximately 800 - 1000 kJ/kg. The fall of heat value under the allowed minimal limit, as to maintain the regular plant operating regime, requires the addition of fuel oil, thus increasing the production costs. On the other hand, if the upper allowed heat value limit is exceeded, serious difficulties in operation, even damages, can occur. For this reason, it is very important to keep the alternations of coal heat values within the allowed limits, namely approx. 1000 kJ/kg.

A uniform coal quality can be obtained by introducing selective operation methods on the very open pit mine. If satisfactory results are not achieved in this way, further homogeneity is obtained on the coal disposal site next to the thermal power plant.

Literatura:

1. Makar, M.: RI - 1990. god., Teorija bagerovanja rotornim bagerima.
2. Makar, M., i dr.: RI - 1973. god., Selektivno otkopavanje ugljenih slojeva lignita na površinskim kopovima. Studija.
3. Aksenov, V.P.: Metodika opredelenija poter i razuboživanja uglja pri selektivnoj viemke rotornim ekskavatorom - Kiev.

Bageri kašikari - uporedni osvrt na hidraulične bagere i bagere sa užadima (sa 10 slika)

Zoran Rosić

Rezime

Članak prikazuje specifičnosti u tehnologiji rada bagera kašikara: hidrauličnog (HB) i bagera sa užadima (BS). Predočavaju se tehničko-konstruktivne odlike dva bagera i upoređuju njihove tehnološke sposobnosti. Bez obzira na znatno veće tehnološke mogućnosti hidrauličnog bagera u odnosu na bager sa užadima, jedna šira metodologija ocenjivanja potrebne opreme, koja uključuje niz specifičnih, konkretnih uslova na rudniku i sposobnost mašine da im se prilagodi, uslovi nabavke i slično, odlučuju o definitivnom izboru ove ili one vrste bagera.

Uvod

Početak sedamdesetih godina uočljiva je tendencija razvoja i postavljanja hidrauličnih bagera kašikara na površinskim kopovima, kako na otkrivci, tako i na dobijanju korisne supstance. Istovremeno, oseća se zaostajanje u proizvodnji klasičnih bagera kašikara sa užadima, kao mašine koja je već dostigla svoj razvojni, tehničko-tehnološki vrhunac. Pored

postizanja bolje ekonomičnosti i povećanja kapaciteta u odnosu na težinu konstrukcije, kod hidrauličnog bagera kašikara prisutna je i stalna težnja za povećanjem zapremine njegove kašike, čime se on približava najizrazitijoj dosadašnjoj prednosti bagera sa užadima. Veći fond časova rada i manji troškovi održavanja kao i mogućnost postavljanja hidrauličnih bagera i kod loših geomehaničkih

uslova - većih nagiba radnih planuma i uvećanog otpora kopanju, bitno utiču na opredeljenje za ove bagere. Međutim-cena, amortizacija, vek trajanja, radna izdržljivost (robusnost), potrošnja energije i, još, uvek, veća kapacitativnost..., su oblasti u kojima bager sa užadima, u poređenju sa hidrauličnim bagerom, vraća ravnotežu koja na tehnološkom planu, inače preteže u korist hidrauličnog bagera.

Bageri kašikari-po razlikama u odnosu na međusobnu konstrukciju i tehnička svojstva, dele se na hidraulične bagere (HB) i bagere sa užadima (sajlaše) (BS). Odatle proističu osnovne razlike u njihovim radnim sposobnostima, detaljima tehnologije rada, u primenljivosti i prilagodljivosti datim uslovima radne sredine.

A-PREDISPOZICIJE

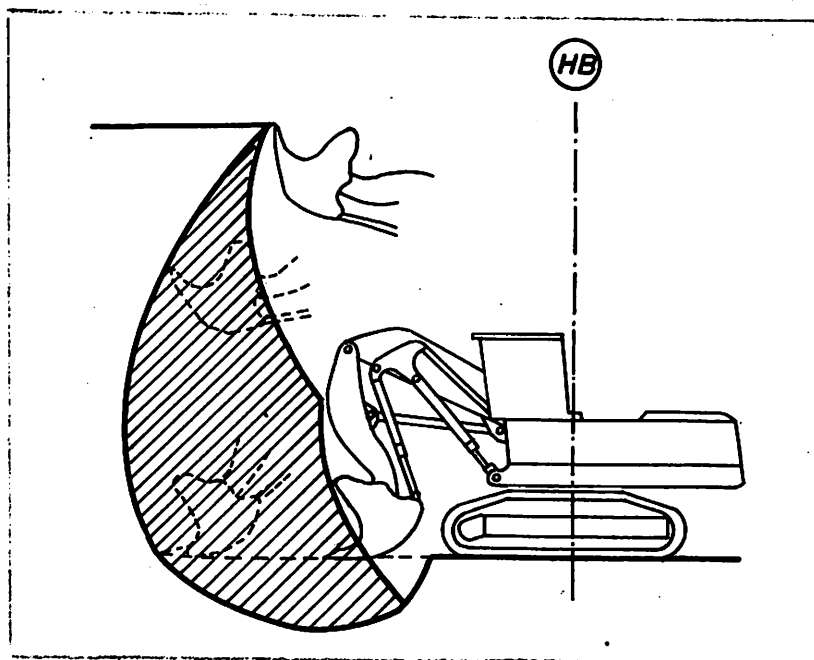
Konstrukcija

HB: konstrukcija radnog priključka omogućava, u okviru dohvata, "napad" na bilo koju odabranu tačku na etaži. Konstrukcija same mašine omogućava rukovaocu postavljanje kašike u direktan kontakt s materijalom na nivou, ispod ili iznad nivoa stanjanja. Korišćenje pune sile kopanja moguće je u celoj zoni - šrafirano na slici 1.

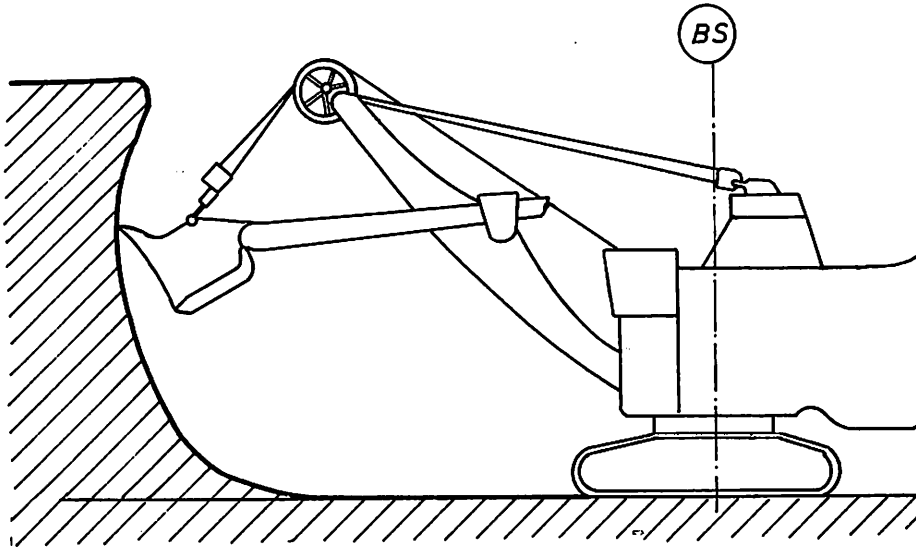
BS: konstrukcija radnog priključka omogućava "napad" na etažu duž lučnog oblika krive. Konstrukciono rešenje mašine omogućava rukovaocu da praktično izvodi pokrete kopanja i drži kontakt s-materijalom, sa najvećom silom kopanja samo duž pomenute krive, kao na slici 2.

Radne operacije

HB: postiže hidrauličnim putem. Sve radne manevre: dizanje-spuštanje strele;



Slika 1.



Slika 2.

izvlačenje-uvlačenje ruke; otvaranje-zatvaranje kašike izvodi pod punim opterećenjem (karakteristika: POWER-LOAD)

BS: radne operacije izvodi užetnim momentom, pod punim opterećenjem, od kontakta sa sredinom za vreme izdizanja radnog elementa

Manevarske sposobnosti

HB: donji (hodni) stroj, u konstruktivnom pogledu, isti je kao kod buldozera, sa istim karakteristikama, te ima odlična manevarska svojstva i prilagodljivost:

- izrazita brzina transporta
- visok odnos vučne sile prema težini mašine (0,5-0,68)
- savladavanje uspona do 30% (40)%
- okretanje u mestu
- veliki "klirens" (od najniže tačke na šasiji do tla)
- dobro prijanjanje za tlo

BS: donji (hodni) stroj, tradicionalne je konstrukcije; manevarske sposobnosti su mu stoga nešto manje:

- manja brzina transporta (za 30% od HB)
- odnos vučne sile prema težini 0,3-0,5
- sposobnost savladavanja uspona do 15%
- mehanički prenos (kvačilo i kočnice u mehanizmu za transport)
- mali "klirens" (niža šasija za 20-30% od HB)
- manja mogućnost da mašina "grabi" (papuče lanca su bez duplih "ripni")

B - TEHNOLOŠKI POKAZATELJI

Tačka "napada" (1)

HB: sposobnošću kombinovanja pokreta kašike, ruke i strele etaža se može "napasti" u najpovoljnijoj tački, gore ili dole, levo ili desno, u okviru dohvata mašine

BS: varirajući samo debljinu reza, kašika se mora progurati kroz celu etažu - od dna naviše; bira se jedino najpovoljnija kriva kopanja, levo ili desno u opsegu dohvata

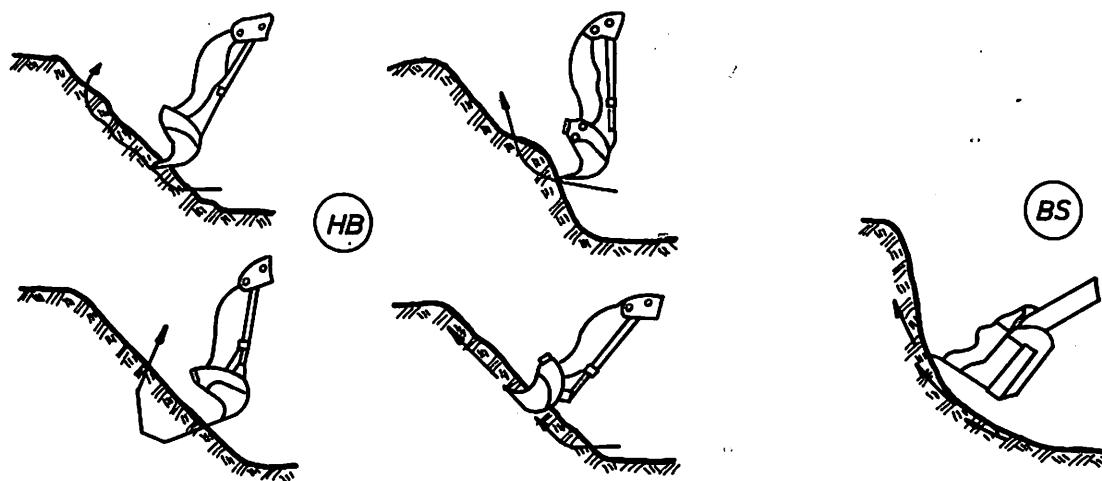
Selektivni rad; uticaji na kapacitet (2)

HB: može da skida sloj po sloj materijala, radeći od vrha ka dnu etaže bez smanjivanja kapaciteta i - u mnogim slučajevima - bez miniranja

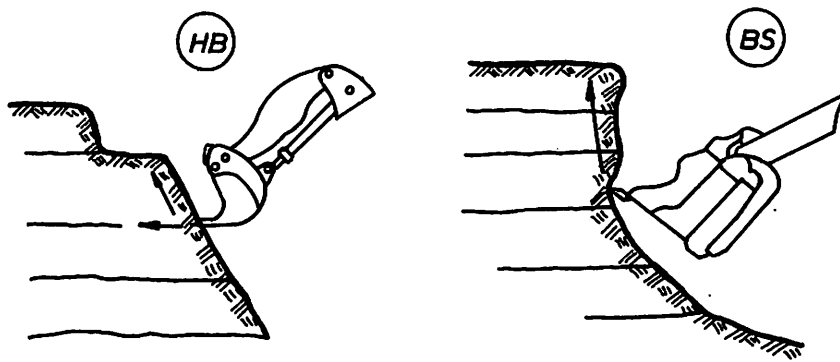
Ova tehnika kopanja slojeva na bilo kojoj visini u okviru radnog dohvata, primenjava

isključivo sa HB, od velikog je značaja za selektivno iskopavanje

BS: u istim uslovima zahteva miniran materijal, kopajući samo po lučno oblikovanoj krivi, u smeru naviše, savladavajući pri tome svu težinu materijala u etaži iznad zuba



Slika 3.



Slika 4.

Prilagodljivost geometriji uslojenosti (3)

HB: sa tri nezavisna pokreta radnog priključka u stanju je da, bez teškoća, prati tanke slojeve materijala i da pri tome postiže dobar faktor punjenja kašike

BS: praktično nije u mogućnosti da ovo ostvari

Formiranje kosog stajališta (4)

HB: bez teškoća kopa ispod nivoa na kome stoji. Isecanje klinova kod strmo uslojenog materijala pravljenja nagiba zbog drenaže ili

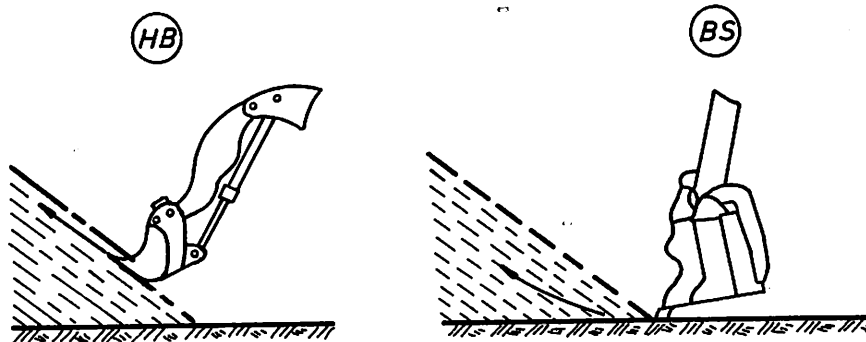
pripremanje rampe za silazak na nižu etažu, za HB je normalan postupak

BS: zbog ograničenja u delovanju radnog priključka, ne može da obavi sličan posao

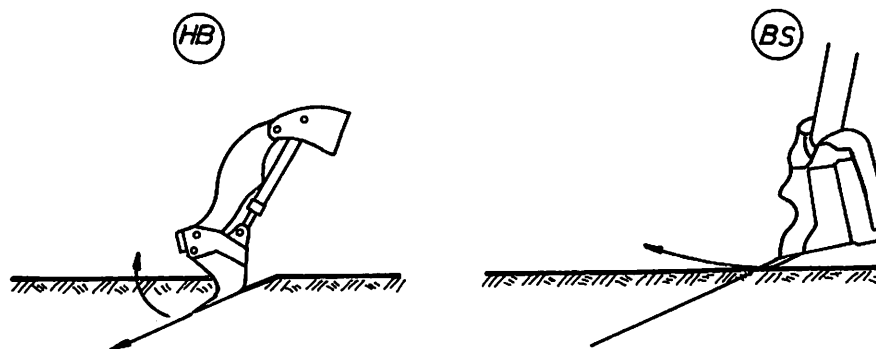
Vađenje "samaca" iz etaže (5)

HB: kombinovanjem nezavisnih pokreta kašike, ruke i strele, u mogućnosti je da se oslobodi izolovanih "samaca" koji, visoko u etaži, predstavljaju opasnost pri radu

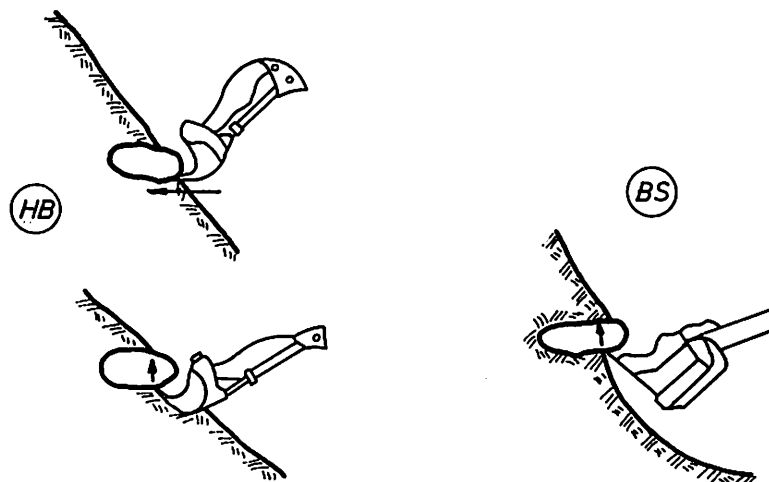
BS: nailazak na "samce" u materijalu, zbog ograničenja u manevrisanju radnog priključka najčešće dovodi bagerski pogon do proklizavanja, odnosno do zastoja u proizvod-



Slika 5.



Slika 6.



Slika 7.

nom ciklusu, te uvećanja troškova zbog potrebe za dodatnim usitnjavanjem

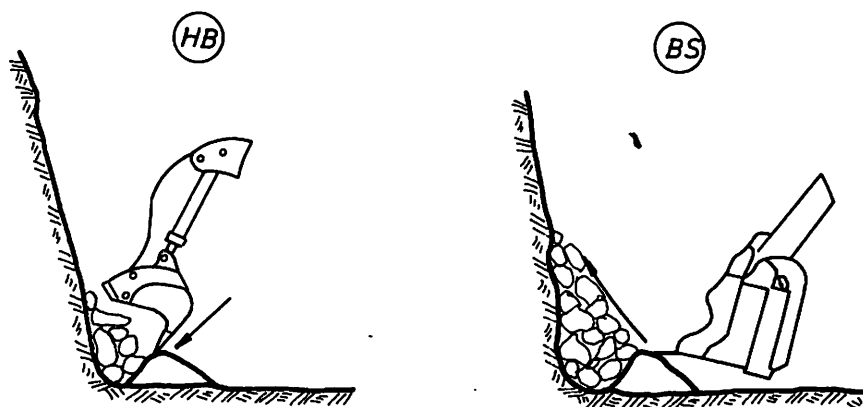
Prepreke na nivou stajanja (6), (7)

HB: može u normalnom radu da vadi materijal iza prepreka, kako u slučajevima pojave samaca, tako i pri radu u tvrdom materijalu pojavom "nogu", nakon slabo miniranih blokova

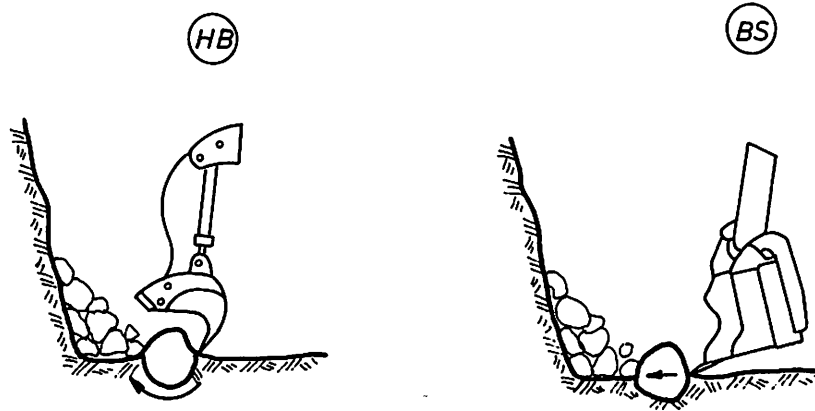
BS: ne može nastaviti normalan rad pre nego što se takve prepreke ne uklone

Niske etaže i čišćenje platoa (8)

HB: postiže dobar faktor punjenja kašike čak i na vrlo niskim etažama ili deponijama. Takođe, sa lakoćom čisti prosuti materijal u zoni utovara, eliminišući moguća oštećenja guma dampera.



Slika 8.



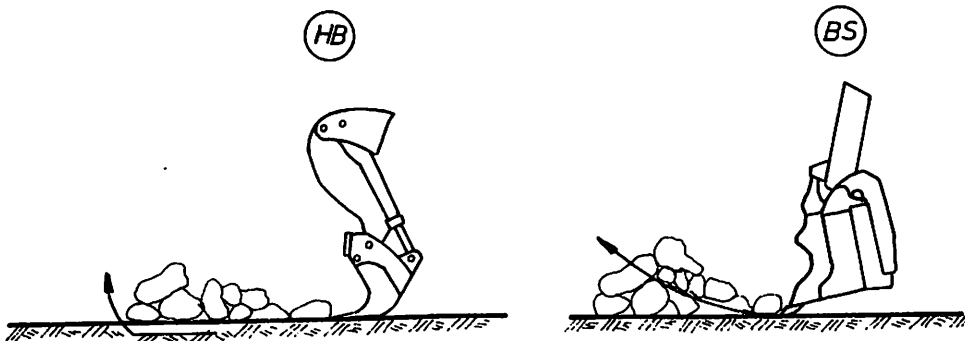
Slika 9.

BS: ostvaruje znatno skromniji kapacitet kada je reč o niskoj etaži, materijalu u gomilama ili čišćenju radne platforme. U takvim situacijama zahteva dodatno angažovanje pomoćne mehanizacije

C - JOŠ NEKI POKAZATELJI

- Zbog hidraulike HB ostvaruje najbolju moguću kontrolu otvaranja dna kašike, što rezultira manjim trošenjem korpe dampera. Kašika kod BS otvara se mehanički, odmah i u celosti, bez dobre kontrole pražnjenja;

- Kompaktna konstrukcija i nisko težište HB obezbeđuje dobro ponašanje mašine pri radu u prostorima skućenim i pod nagibom;
- Delovanjem radnog priključka HB je u mogućnosti da sebe odigne sa tla, što je velika pomoć prilikom intervencija i opravki;
- Snaga kopanja HB nikad ne može premašiti snagu ugrađenih motora, za razliku od BS koji u toku ciklusa kopanja ima vršna opterećenja te za posledicu: strujna preopterećenja, prekomerno grejanje; predimenzionisanje transformatora.



Slika 10.

ZAKLJUČAK

Pri izboru jedne vrste bagera za svoj rudnik, budući korisnik, razume se, poseduje odgovarajuća znanja kako u pogledu samog tehnološkog procesa jednako i u pogledu metodologije ocenjivanja opreme koja mu se nudi. Korisnik, u skladu sa stvarnom prirodom ovog uvek osetljivog problema, mora biti u stanju da raspozna svaku razliku između procesnih postupaka, između konstrukcionih potreba, između sposobnosti prilagodavanja ove ili one vrste bagera za

izvršavanje tehnološkog procesa u datim uslovima radne sredine.

Predmet ovog rada - uporeenje dva bagera iste zapremine kašine isključivo u domenu njihovih tehnoloških sposobnosti - ima za cilj da korisniku posluži kao korisna dodatna informacija.

Ovde su korišćena iskustva jugoslovenskih površinskih kopova sa diskontinuelnom mehanizacijom, zapažanja i dokumentacija o učincima sa rudnika "Omarska", "Tajmište", iz "Beočina" i nekoliko kamenoloma.

Summary:

SHOVEL EXCAVATORS - PARALLEL REVIEW OFF HIDRAULIC EXCAVATORS AND EXCAVATORS WITH ROPES

The subject of this article is mainly informative and it's aim to present specific characteristics of the shovel excavator operating process.

The properties and technological of the hydraulic excavator and of the excavator with ropes are pointed out and illustrated.

The technical and constructional properties of these two mentioned excavators are compared and the considerable advantages of the hydraulic excavator are emphasized.

Literatura:

Ćirić, D., (1983): "Hidraulični bageri i njihova primena", Časopis "REMH", br. 1-2, Caterpillar performance handbook Savetovanje o hidrauličnim bagerima; Vrnjačka Banja, 1989.

Rotorni bager za podvodno otkopavanje uglja - metode testiranja bagera

(sa 2 slike)

Milivoje Makar

Rezime

U članku su prikazani testovi koji su neophodni za dokazivanje tehnoekonomske opravdanosti otkopavanja uglja podvodnim putem.

Preporučuje se šta treba uraditi posle završene eksploatacije na eksperimentalnom kopu.

Uvod

Otkopavanje uglja ispod vode plovnim rotornim bagerima je nova tehnologija, ne samo kod nas, već i u svetu. Do sada su ovom tehnologijom otkopavana, uglavnom, rasuta ležišta dragocenih metala, dijamanata i slično. Karakteristika ovih ležišta da je korisna mineralna supstanca nepravilno i neravnomerno raspoređena. Otkopava se kompletno ležište, a ruda se odvaja u seperaciji, flotaciji ili na sličan način. Kada je u pitanju ugalj moraju se

primeniti metode koje se koriste u eksploataciji površinskim kopovima.

Zbog toga je potrebno da bager zadovolji određene uslove selektivne eksploatacije, a pošto se radi o prirodnim i neobnovljivim resursima iskorišćenje ležišta mora biti na nivou tehnologija koje su sada u upotrebi. Pored svega eksploatacija mora biti pouzdana i ekonomična.

Opšti uslovi testiranja

S obzirom da je podvodni kop Kovin eksperiment u prirodnim uslovima testiranje treba da zadovolji dva osnovna uslova:

* Ovaj članak je rezultat rada autora na istraživačko razvojnom projektu "Nove tehnologije eksploatacije i pripreme uglja u Republici Srbiji".

1. Da dokaže da je bager sposoban da ispunji tehničko-tehnološke uslove koji se od njega traže.

2. Da se prikupe relevantni podaci za dalja projektovanja. Dosadašnje projektovanje (Investicioni program podvodnog kopa Kovin - Hidroprojekt Novi Sad) je bazirano delom na iskustvima sa bagerima "refulerima", a delom na teoretskim pretpostavkama.

Iz ovih razloga predviđene su dve vrste testova, koji se vrše na svim litološkim članovima (pesak, šljunak, ugalj - dva sloja):

1. Eliminatorski (performans) testovi
2. Neeliminatorski testovi

Eliminatorski testovi

Eliminatorskim testovima treba da se provere ugovorom garantovane tehničko-tehnološke karakteristike bagera, a to su:

- kapacitet
- vremensko iskorišćenje
- iskorišćenje ležišta
- pozicioniranje bagera i preciznost vođenja radnog točka prema zadatim koordinatama x, y, z

Samo ispunjenje svih ovih testova u zadatim tolerancijama dokazuje da je bager sposoban za otkopavanje uglja ispod vode. U slučaju neispunjenja testova kupac ne mora preuzeti bager.

Svi eliminatorski testovi treba da se izvrše za najmanje šest meseci, a najviše godinu dana.

Da bi se izvršili svi potrebni testovi potrebno je iskopati najmanje 200.000, a najviše 600.000 m³ uglja uz odgovarajuću količinu jalovine koja se otkopava istim bagerom.

Test kapaciteta

Test kapaciteta ima za cilj da utvrdi sposobnost sistema da ostvari garantovani kapacitet u određenim radnim sredinama:

- u šljunku 1.300 m³/h rm
vreme trajanja testa 5 dana

- u pesku 2.300 m³/h rm
vreme trajanja testa 3 dana
- u uglju 600 t/h
vreme trajanja testa 10 dana

Pre početka testiranja, na situacionoj karti i profilima, određuju se lokacije na kojima će se vršiti testiranje kapaciteta - za svaki litološki sloj posebno. Ove lokacije moraju ispuniti sledeće uslove:

1. najmanja količina materijala koja se mora nalaziti u predviđenom bloku iznosi 100.000 m³/m.
2. najmanja moćnost sloja mora biti 2/3 D gde je D prečnik radnog točka.
3. najveća dubina sloja može biti 45 m.

Dan se računa 24 sata, odnosno radi se neprekidno, a kao radni dani za vreme testiranja računaju se i subota i nedelja.

Časovni kapacitet će se dobiti tako što se ukupna zapremina otkopanog materijala u čvrstom stanju deli sa čistim vremenom bagerovanja

Ukupna zapremina otkopanog materijala u čvrstom stanju dobiće se na sledeći način:

1. Pre početka testiranja snima se ceo blok profilima - na rastojanju od 10 m. Snimanje se vrši specijalnim aparaturama za ovu svrhu. Posle završenog testiranja po istim profilima se vrši ponovno snimanje i sa tako dobijenih profila obračunava se kubatura.

Da bi plovni objekat sa mernim instrumentima pri oba merenja snimao precizno po istim profilima, pozicioniranje p. o. za snimanje, kao i bagera, se vrši pomoću instrumentata sa laserskim zracima koji daju preciznost od 5 cm.

Vreme bagerovanja se tretira prema obrascu (br. 1) za test kapaciteta i vremenskog iskorišćenja koji se vodi po sledećim događajima (upisuje se početak i kraj svakog merenja i trajanje u minutima):

- kvar na bageru
- kvar na cevovodu

Obrazac br. 1

List br.

Test kapaciteta i vremenskog iskorišćenja

Merač: _____

Datum: _____

Smena: _____

Red. broj	Poč. merenja	Kraj merenja	Vreme min.	Opis događaja
-----------	--------------	--------------	------------	---------------

Kvar	Tehnološki zastoj	Zastoji	č.v. bag.	Primedba
bag. cev	bag. cev. odl	org. vreme		

Obrazac br. 2

List br.

Test kapaciteta

Klimatski uslovi: _____

temperatura _____

vetar _____

radna sredina _____

način rada _____

Datum: _____

Smena: _____

Bagerista: _____

Red. broj	Visina reza	Debljina odreska bagera	Ugao obrtanja odreska	Vreme otk.	Vreme prelaza iz reza u rez	Primedba
		Levo Desno				

Snimio,

Kontrolisao,

- tehnološki zastoji koji mogu biti prouzrokovani:
 - bagerom
 - cevovodom
 - odlagalištem
- organizacioni zastoji
- zastoji usled vremenskih uslova
- čisto vreme bagerovanja

Kao čisto vreme bagerovanja se računa ono vreme kada se radni točak okreće, a kroz cevovod prolazi mešavina vode i otkopane mase.

Istovremeno sa testiranjem kapaciteta vrši se i test vremenskog iskorišćenja bagera, test pozicioniranja bagera i preciznost vođenja radnog točka prema zadatim koordinatama - x, y, z.

Pored terenskih snimanja popunjavaju se obrasci br. 1 i br. 2. Obrazac br. 1 se vodi neprekidno za sve vreme testiranja i služi, ne samo za test kapaciteta, već i za test vremenskog iskorišćenja. Obrazac br. 2 služi samo za test kapaciteta i po njemu se snima povremeno - prema nahodanju rukovodioca operative i služi kao osnova za projektovanje tehnologije rada, a ne kao dokaz ispunjenja garantovanog kapaciteta.

Početak rada na testu i vreme njegovog trajanja je unapred dogovoreno uz prethodno obrađenu dokumentaciju kojom raspolažu nadzorni organ, investitor i isporučioč opreme.

U slučaju neprekidnog prekida rada dužeg od 8 sati - zbog bagera odnosno cevovoda - test se prekida i smatra neuspelim.

Test vremenskog iskorišćenja

Vremensko iskorišćenje bagera - odnosno sistema se kontroliše da bi se utvrdila tehnološka funkcionalnost sistema, prilagođenost radnim uslovima i radnoj sredini, kvalitet konstrukcije bagera pumpi i cevovoda.

Računanja vremenskog iskorišćenja se vrši na sledeći način:

Vodi se evidencija o vremenu čistog bagerovanja po obrascu br. 1 testa kapaciteta.

Vremensko iskorišćenje se računa po formuli:

$$K_v = \frac{T_B}{T_K} \cdot 100$$

gde je:

T_B - vreme čistog bagerovanja

T_K - kalendarsko vreme

Za određivanje vremena čistog bagerovanja i kalendarskog vremena će služiti obrazac br. 1 koji je zajednički za test kapaciteta i test vremenskog iskorišćenja.

Zastoji koji se jave, a nisu prouzrokovani isporučenom opremom i njenom neprilagodenošću uslovima rada već greškom kućca (organizacioni zastoji) ili lošim vremenskim uslovima (brzina vetra veća od 22 m/sek.) odbijaju se od kalendarskog vremena pri izračunavanju procenta vremenskog iskorišćenja.

Zastoji sistema zbog odlagališta (premeštanje cevovoda, pomoćni radovi na odlagalištu), dok su bager i hidraulični transport sposobnosti za rad, takođe se odbija od kalendarskog vremena.

Ukoliko se pomoćni radovi na odlagalištu vrše u vreme zastoja zbog bagera ili cevovoda onda se u obrazac br. 1 ne upisuje zastoj zbog odlagališta, već zbog bagera odnosno cevovoda.

Test iskorišćenja ležišta

Testom iskorišćenja ležišta ne samo da će se dobiti procenat otkopanog uglja u odnosu na masu koja se nalazi u ležištu, već se na taj način vrši i indirektna kontrola pozicioniranja bagera i radnog točka. Ukoliko je preciznost pozicioniranja veća, utoliko će biti veće iskorišćenje ležišta. Iskorišćenje ležišta se proverava samo za ugalj.

Test iskorišćenja ležišta se vrši istovremeno sa testom kapaciteta na uglju. Pošto se

odredi blok uglja (oko 100.000 m³ zapremine) izvršiće se snimanje profila kako je to opisano u testu kapaciteta. Snimljeni profili će se uporediti sa zadatim profilima.

Ovo upoređenje služi za ocenu preciznosti vođenja radnog točka prema zadatim koordinatama. Od preciznosti interpretacije povlate ugljenog sloja i od preciznosti vođenja radnog točka zavisiće koliko je uglja otkopano sa jalovinom - odnosno koliko je jalovine ostalo i biće otkopano sa ugljem.

Pošto je otkopan predviđeni blok, po istim profilskim linijama po kojima je izvršena interpretacija sloja i snimanje izvedene povlate, snima se izvedena podina.

Na osnovu projektovanih i izvedenih profila sračunava se zapremina:

V_p = projektovana zapremina

V_i = izvedena (otkopana zapremina)

Koeficijent iskorišćenja ležišta je

$$K_i = \frac{V_i - \Delta V}{V_p} \cdot 100 \quad (\%)$$

gde je:

V - zapremina jalovine koja se dobije upoređenjem projektovanih i izvedenih profila (površine zasenčene na slici 1)

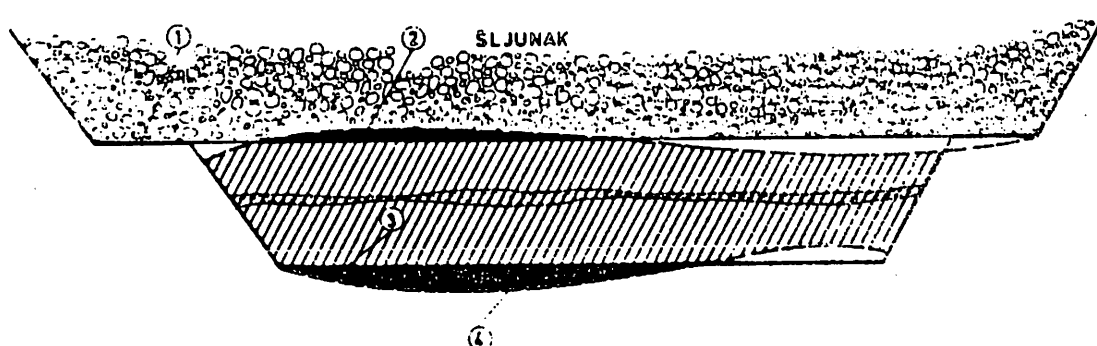
Kod površinske eksploatacije uglja iskorišćenje ležišta - u eksploabilnim granicama - se kreće od 95 - 100%. Kod podvodnog otkopavanja, gde se pozicioniranje točka vrši na osnovu koordinata dobijenih interpolacijom vrednosti dobijenih istražnim bušenjima, ne može se postići iskorišćenje ležišta kao kod površinske eksploatacije. Tome doprinose i razlike u interpretiranoj i stvarnoj povlati i podini, kao i odstupanje radnog točka od zadate pozicije.

Iz ovih razloga se zahteva iskorišćenje ležišta uglja u granicama određenim za eksploataciju - 90%. To znači na 100 x 10⁶ tona uglja.

Test iskorišćenja ležišta radi se istovremeno sa testovima kapaciteta i vremenskog iskorišćenja. Snimanja koja se vrše za potrebe jednog od testova koriste se i za ostale testove. Organizacija i osoblje koje se koristi za testove kapaciteta i vremenskog iskorišćenja radi i na kontroli testa iskorišćenja ležišta.

Test pozicioniranja bagera i preciznost vođenja radnog točka prema zadatim koordinatama - x, y, z

Ovim testom se utvrđuje tačnost pozicioniranja bagera i radnog točka u odnosu na za-



Slika 1.

1 - projektovana povlata uglja

2 - izvedena povlata uglja

3 - projektovana podina uglja

4 - izvedena podina uglja

date koordinate. Od preciznosti pozicioniranja zavisi iskorišćenje ležišta i selektivnost rada.

Snimanje profila, koje se vrši radi kontrole testa iskorišćenja ležišta, koristiće se i za test pozicioniranja bagera i preciznosti vođenja radnog točka. Stalne tačke postavljene na terenu radi testa iskorišćenja ležišta služe istovremeno i za ovaj test.

Kontrola se vrši na sledeći način:

U toku izvođenja testova povremeno se vrši geodetska kontrola položaja bagera po X i Y osi, a radnog točka i po Z osi. Radi kontrole na bageru je fiksirana tačka po kojoj se vrši kontrola.

Iste kontrole se vrše u vreme rada bagera i kada se ne izvode testovi.

Isti test može se vršiti na svakom litološkom sloju najviše dva puta.

Redosled izvođenja eliminatormih testova dat je na dijagramu - slika 2.

Neeliminatorski testovi

Neeliminatorski testovi nemaju uticaja na dokaz gore navedenih performansi bagera, već služe za prikupljanje podataka za dalja projektovanja. Testovi su sledeći:

1. Test utvrđivanja količine jalovine u uglju

Od rezultata ovog testa zavisi da li će se graditi i kolika treba da bude separacija. Procenat jalovine na deponiji može se dobiti na dva načina:

- Računskim putem na osnovu geoloških profila i profila snimljenim kontrolnim plovnim objektima. Opis ove metode dat je u projektima.
- Uzimanje velike probe na deponiji (po završetku radova), separisanju tog uglja na nekoj od postojećih separacija gde bi se izdvojila jalovina, a ugalj klasirao po krupnoći.

Izvršenjem ovog testa dobiće se realan procenat jalovine u uglju i svi potrebni podaci za projektovanje separacije.

2. Test hidrauličnog transporta

Ovim testom biće obuhvaćena sledeća merenja:

- gustina pulpe
- pritisak u cevovodu
- habanje cevovoda i vitalnih elemenata pumpi
- zaptivenost cevovoda
- ponašanje cevovoda pri transportu svih sedimenta
- ponašanje cevovoda u odnosu na vremenske uslove.

3. Test pražnjenja cevovoda

Ovim testom se utvrđuje šta se dešava u slučaju iznenadnog prekida transporta usled nestanka struje, havarije ili drugih uzroka. Test se radi za svaki litološki sastav najmanje dva puta.

Posle zaustavljanja transporta i smirivanja protoka ($V = 0$) vrši se ponovo pokretanje i sva potrebna merenja radi određivanja normativa za dalja projektovanja.

4. Test radne tehnologije

U okviru ovog testa vrši se na adekvatan način kontrola mikro i makro parametara projektovanih tehnološkom šemom. Na osnovu upoređenja projektovanih i izvedenih parametara donose se zaključci o elementima za izradu tehnologije rada.

5. Test stabilnosti bagera

Zbog veoma jakih i čestih vetrova (košave) neophodno je proveriti kako vetar utiče na stabilnost bagera i kakav je uticaj stabilnosti na precizno vođenje radnog točka. Na osnovu tih merenja donosi se odluka do koje brzine vetra bager može da radi i kada treba prekinuti rad, odnosno kako eliminisati uticaj vetra na precizno vođenje radnog točka.

6. Test granulometrijskog sastava uglja

Granulometrijski sastav uglja utvrdiće se prilikom separisanja velike probe uzete sa deponije.

Kada je u pitanju granulacija uglja veoma je bitno da se utvrdi količina uglja koja će biti odnešena iz deponije u taložnik. To su sitne čestice uglja - nastale degradacijom prilikom hidrauličnog transporta - krupnoće 1 mm. Po završenom eksperimentu će biti ispitana laboratorijskim metodama mogućnosti njihovog izdvajanja. Ukoliko izdvajanje ne bude ekonomično ta količina se mora računati, kao gubitak ugljene supstance.

Zaključak

Posle završenih analiza podataka dobijenih na eksperimentalnom kopu Kovin i određivanja parametara za projektovanje, potrebno je uraditi dva investiciona programa za rudnik Kovin i to za:

- Varijantu površinskog kopa (suve varijante)
- Varijantu podvodnog kopa

Tehnoekonomsko i ekološko upoređenje ove dve varijante treba da odluči po kojoj koncepciji treba otvarati rudnik.

Ne treba zanemariti ni mogućnost kombinovanja ove dve varijante. Prvih 50 - 60 m otkopavati površinskim kopom, a ispod toga podvodnim kopom. Na ovaj način bili bi eliminisani neki nedostaci suve varijante (manja dubina ekrana i bunara za odvodnjavanje) i podvodne varijante (manje površina za spoljno odlagalište, manja separacija, lakši bageri).

Summary:

BUCKET WHEEL EXCAVATOR FOR UNDER WATER COAL MINING - EXPERIMENTAL STAGE

In this paper the author presents the tests necessarily performed in order to prove the feasibility of coal mining under water. The actions that should be carried out after the completion of the mining operations on the experimental pit, are also suggested hereby.

Literatura:

1. Makar M. - Teorija bagerovanja rotornim bagerima - (Beograd 1990.g). Rudarski institut

Koncepcijski pristup u projektovanju glinokopa s posebnim prikazom troškova eksploatacije

(sa 1 slikom)

Zoran Rosić

Rezime

Prevashodna namera ovog članka je da prikaže specifičnosti radnih uslova koji karakterišu ležišta glina i specifičan koncepcijski pristup u njihovom projektovanju, koji se odnosi na faze tehnološkog procesa, radnu opremu, organizaciju rada, itd. Dati prikaz troškova rada opreme na glini, osim korisnog podatka o njihovoj visini, daje mogućnost upoređenja sa kopovima drugih nemetalčnih ili metalčnih sirovina čiji tehnološki postupak uključuje i druge neophodne operacije.

Uvod

Nekoliko desetina većih ili manjih preduzeća u Jugoslaviji bavi se danas eksploatacijom i preradom glina. Široka lepeza primenljivosti ove sirovine zahteva da ležišta gline budu tretirana kao značajni segment u našem rudarstvu. Počev od istraživanja, unapređenja tehnologije dobijanja i praćenja projektnom dokumentacijom, do prerade i plasmana proizvoda na tržištu.

Značajnija ležišta - "Košarno" u Stojniku kod Mladenovca, ili "Potisje" u Kanjiži - već imaju za sobom dugo eksplotaciono iskustvo i uspešnost u poslovanju koja se iskazuje zahvaljujući, između ostalog, i detaljnoj projektnoj dokumentaciji klasičnog rudarstva, sa svojim posebnostima, kako u pogledu na radne uslove tako i na samu koncepciju eksploatacije.

Za ovaj rad poslužio je model ležišta "Košarno".

Glina: karakteristike i primena

Glina iz "Košarnog" je keramička, visoko-plastična sivo-bela, golubije siva do ljubičasta, zelena i žutokaolinska glina ($\gamma = 18$ KN/m³; $\phi = 12^\circ$; $C = 7 - 16^\circ$; poroznost 33 - 42 %). Primena: Vatrostalni materijali, keramički proizvodi, industrija građevinskog materijala - kanizacione cevi, dimne cevi, kolektorske ploče, korube i vučeni materijal...

Specifičnosti glinokopa

1. Konstrukcija kopa

Uticajni činioci na konstrukciju površinskog kopa, s posebnostima vezanim za glinu, jesu:

- prostorno geometrijski elementi ležišta: glina se pojavljuje u sloju moćnosti 3 - 20 m, približan koeficijent otkrivke 0,8 m³/t;
- promenljivost kvaliteta sirovine u ležištu: i relativno ujednačen kvalitet, mogućnost upotrebe tzv. "jalovih" glina - iz otkrivke - za izradu kvalitetnih opekarskih proizvoda;
- konfiguracija terena: približno horizontalan ili blago nagnut, u pravcu daljeg razvoja kopa, što ide u prilog rešavanja problema odvodnjavanja;
- geomehaničke karakteristike radne sredine: analize stabilnosti kosina, sa uobičajenom sigurnošću ($F = 1,3$), daju ugao završnih kosina od $\beta = 40^\circ$ za $H = 20$ m, do $\beta = 20^\circ$ za $H = 40$ m; ugao radne kosine ($\beta = 70^\circ$) prilagođava se radnim parametrima mehanizacije;
- stanje radova na ležištu: nova konstrukcija kopa teži da se uklopi u postojeće nazivne kote etaža;
- vek eksploatacije ležišta: s obzirom na stogodišnje rezerve sirovine, segmentni zahvat kopa dovoljan je za budući period od 20 - 30 godina;
- lokacija odlagališta, sagledavanje optimalne tačke otvaranja, itd.

Na osnovu iznetih uticajnih činilaca, kao i činjenica da se kod glina radi o maloj

proizvodnji masa i malim geometrijskim dimenzijama, te niskoj kapacitativnosti radne opreme, uobičajeni konstruktivni parametri kopa su: visina etaže oko 4 - 5 m; etažna ravan oko 8 m. Iskustva pokazuju, za ovakvu sredinu gde postoji mogućnost klizanja za vreme kiša i mraza, da je najbolji radni ugao od oko $\beta = 40 - 50^\circ$, a ugao završne kosine od oko 20° .

2. Jalovište

Formira se na klasičan način, kamionskim odlaganjem, u optimalnoj visini etaža (5 - 10 m), pri čemu se ima na umu povećanje stabilnosti čestim prolaskom vozila s jedne strane, a s druge, u obrnutoj proporcionalnosti, povećanje troškova oko rada pomoćne mehanizacije na preguravanju masa i uredjenju platforma etaža. Parametri jalovišta, s obzirom da se radi uglavnom, o zaglinjenom materijalu, važe kao za glinu; $\beta = 15^\circ$ za $H \geq 30$ m. Nešto veći prostor jalovišta od potrebnog, omogućuje da se kombinuje sa mestom deponovanja jalovine.

3. Tačka otvaranja

Odluka o mestu otvaranja, kao za svaki površinski kop, vrlo je važna ne samo radi potrebe da se uz što manja ulaganja u investicionu otkrivku obezbede dovoljne zalihe gline za zahtev proizvodnje u svakom trenutku, već i da dalji razvoj kopa predstavlja samo proširenje otkopa u otvaranju i sledenje započetog pravca napredovanja.

4. Deponija za glinu

Za razliku od drugih nemetaličnih ili metalnih sirovina, u tehnološkom postupku dobijanja gline neizostavno se mora računati sa fazom njenog odležavanja. Otkopana glina iz ležišta treba izvesno vreme (bar 6 meseci) da odleži na vazduhu radi dozrevanja; što duže to bolje po njen ulazni kvalitet za preradu. (Čuvena porculanska glina, poznato je, u Kini odležava i preko 100 godina). Deponovanje je, razume se, skopčano s povećanjem

troškova, odmah u investicijama: sa odabranog mesta za depo, skida se humus, izrađuje pristupni put, i sl. Svemu tome treba dodati jednu tehnološku operaciju više: pretovar.

5. Dopunska istraživanja

Programiranje eventualnih dopunskih istraživanja radi pronalaženja boljeg kvaliteta gline - to je ujedno želja za postizanjem visokokvalitetnog porculanskog proizvoda za tržište.

6. Tehnološki proces

Fizičko - mehaničke osobine gline kao radne sredine (računajući i jalovinu, uglavnom sličnih svojstava), omogućavaju direktno odvajanje masa iz celine. Relativno mala proizvodnja gline, dakle male dimenzije radilišta, mali obim masa, na žalost - uglavnom isključuju kontinuiranu tehnologiju rada, svakako najpovoljniju i najekonomičniju, iz prostog razloga što tako sitne mehanizacije za ovu tehnologiju nema.

Sitna diskontinualna mehanizacija, što je važno - domaće proizvodnje, koristi se za eksploataciju glina i to za sledeće operacije tehnološkog procesa:

Kopanje i utovar: Dosadašnja iskustva u radu ukazuju na odlične rezultate hidrauličnih bagera s dubinskom kašikom na kopovima glina. Otkidane gline iz masiva ovom opremom moguće je bez ikakve prethodne pripreme, što pojednostavljuje proces kopanja i utovara; ne dolazi do deformacija u masivu koje bi zahtevale dodatan rad. Hidraulični bager se sa podjednakom efikasnošću istovremeno koristi za otkopavanje jalovine. Uobičajena veličina bagera je $q = 1 \text{ m}^3$, a normativ potrošnje osnovnog energetskeg materijala, nafte, za Ko ono $1 \text{ m}^3/\text{t}$, iznosi $n \approx 1,1 - 1,2 \text{ lit/t}$ gline. Bager ostvaruje kapacitet do 135 t/h .

Transport: Za transport se koristi kamion - kiper, zapremine sanduka koja odgovara utovarnom sredstvu, dakle treba da primi 3 - 7

bagerskih kašika. Razume se, kamion se koristi i za transport jalovine do odlagališta i za transport gline, najpre do depoa gline, a potom od depoa do prerađivačkih postrojenja u fabrici. Samim tim, kamion mora zadovoljiti uslove javnog saobraćaja. Kamion na glini, zbog dobrih fizičko - mehaničkih svojstava tog materijala, ostvaruje dobro zapreminsko i težinsko iskorišćenje (oko 95 %). Pravi časovni kapaciteti kamiona, računajući transport gline do prerade (za "Košarno": 15 km, do Mladenovca), teško je izraziti egzaktno - u našem slučaju on iznosi oko 11 t/h , a normativ potrošnje nafte ide do $n = 2,4 \text{ lit/t}$, gline prevezene do fabrike. (Radi orijentacije, za proizvodnju 65.000 t gline i oko 50.000 m^3 jalovine u "Košarnom", pored tri kamiona za radove unutrašnjeg, potrebno je dodatnih 6 jedinica za spoljašnji transport.)

Odlaganje (deponovanje masa): Jalovina se odlaže na prostoru najpovoljnijem za odlagalište, glina se deponuje na prostoru depoa, kako je već rečeno.

Pretovar gline na depou: Iskustvo pokazuje da je za ove poslove najpogodniji utovarivač na pneumaticima. Veća raspoloživost mašine od rada potrebnog isključivo za pretovar gline u kamione radi odvoza do fabrike, omogućuje da se ona koristi i za mnoge pomoćne poslove na rudniku. Utovarivač veličine $q = 1,6 \text{ m}^3$ kašike, ostvaruje kapacitet do 130 t/h .

Pomoćni poslovi: Oni poslovi koji olakšavaju i pojednostavljuju osnovne operacije tehnološkog procesa na kopu i odlagalištu, uključujući izradu i održavanje puteva, čišćenje i održavanje radnog kruga i objekata, itd. Za kopove gline uvek je povećano angažovanje pomoćne mehanizacije (buldozer) na održavanju puteva s obzirom na činjenicu da zima i kiša na njih deluje izrazito nepovoljno.

7. Organizacija rada

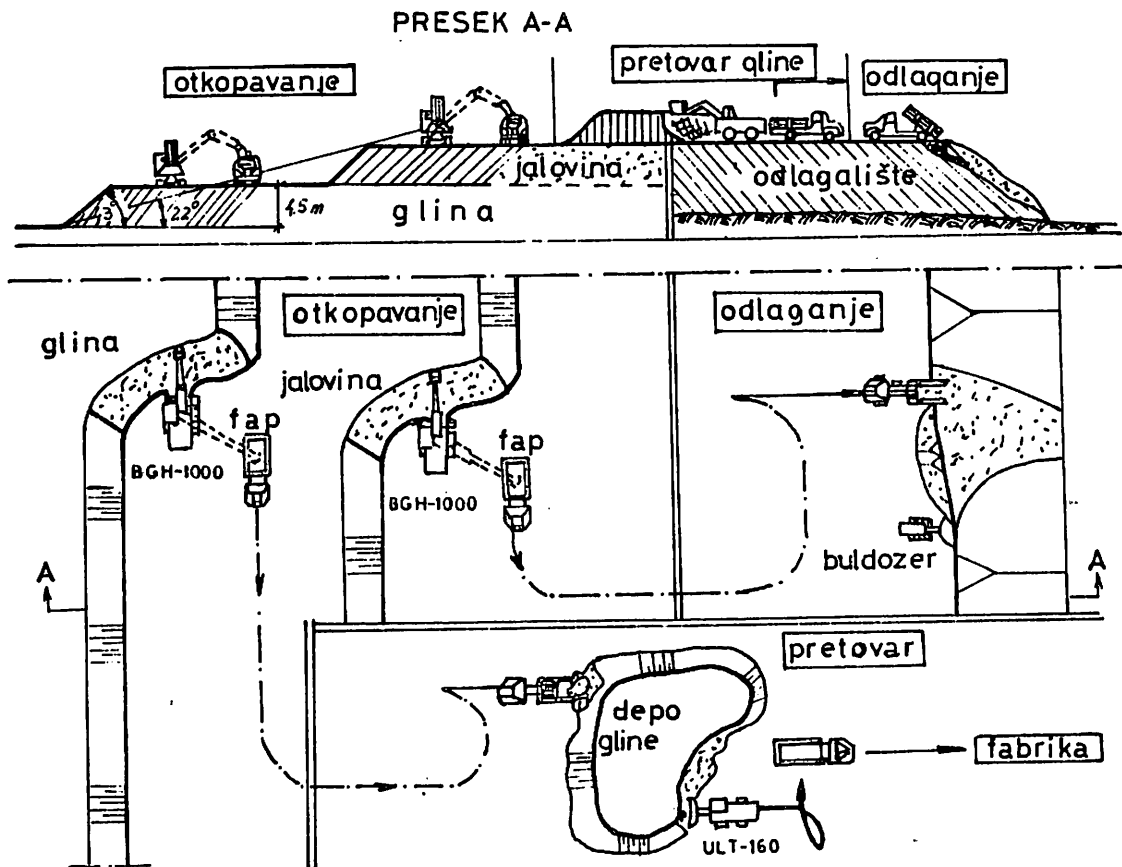
Organizacija rada koncipira se prema osnovnoj delatnosti, a to je rudarstvo. Osnovna stvar je obezbediti iskop gline za utvrđenu redovnu proizvodnju. Radna mesta se normiraju prema fazama tehnološkog procesa proizvodnje (1), zatim dolazi održavanje (2), na praćenje proizvodnje (3) - evidencija i administracija. Za kopove gline uobičajeni period rada iznosi 8 meseci, bez 4 zimska meseca, a u najmanje, 9 meseci obavlja se transport gline sa depoa do fabrike, odnosno oko 2400 h godišnje. Godišnji fond časova u proizvodnji, za uobičajene 2 smene po 6 sati ef., iznosi

oko 1600 h efektivno, izuzimajući periode servisa i redovnog održavanja.

Interesantno je zapažanje o odnosu broja radnika u direktnoj proizvodnji (1), prema ukupnom broju potrebnih radnih mesta na površinskom kopu gline - 10 (16) : 40 (53).

8. Ostalo

Jedna projektna koncepcija mora, na kraju, obuhvatiti u svom sagledavanju izradu pratećih objekata: rudničkog kruga, infrastrukture, odvodnjavanja, kao i tehničke mere zaštite s posebnim merama na radu u uslovi- ma glinokopa, najzad uticaj zagađenosti na



Slika 1 - Tehnološka šema rada

Tablica 1.

Troškovi/Oprema	Hidraulični bager (1-1,2) m ³	Utovarivač (1,6 m ³)	Kamion (8 t)	Buldozer (120 kW)
cena opreme (000\$)	300	160	70	170
radni vek (h)	24.000	12.000	24.000	15.000
fiksni troškovi	20,40	17,1	4,6	16,1
održavanje	16,6	15,6	3,5	20,9
potroš. energ. i mater.	12,4	23,4	7,5	21,1
operativni troškovi	29,0	39,0	11,0	42,0
rad	7,6	7,6	7,6	7,6
ukupno (\$/h)	57	63,7	23,2	65,7
časovni kapacitet (t/h)	135	130	11	120
Ukupno (\$/t)	0,42	0,49	2,12	0,54

okolinu i okvirni program rekultivacije degradiranog prostora po završenoj eksploataciji.

Prikaz troškova rada opreme na glini

Rezultati u tablici dobijeni su na osnovu proračuna koji obuhvata specifične troškove primene mašina, amortizacija se računa po Straight line write off metodi do vrednosti opreme O, troškovi kapitala po stopi 14 % na prosečne investicije, ekonomični radni vek mašina računa se prema praksi u rudarstvu:

Iskusnom rudarskom inženjeru neće promaći visoki troškovi transporta, što je

rezultat, u većini slučajeva, udaljenosti fabrike od površinskog kopa.

Pregled ne obuhvata troškove investicija u objekte, investicionu otkrivku i druga ulaganja koja, u odgovarajućoj srazmeri, važe i za površinske kopove ostalih metaličnih i nemetaličnih sirovina.

S druge strane, ovaj pregled jasno pokazuje da kod površinskih kopova glina nema troškova rada vezanih za procese pripreme sirovine za utovar: miniranje, ripovanje ili doziranje, dopunsko usitnjavanje, drobljenje i slično, što kod ovih drugih, u znatnoj meri povećava ukupne troškove po toni sirovine.

Summary:

SPECIFIC OPERATING CONDITIONS AND DESIGN CONCEPT CHARACTERISTIC FOR CLAY OPEN PIT MINING

The main purpose of this article is to indicate the specific operating conditions which are characteristic for clay deposits, and the need of a particular concept that should be established during the designing process. This mainly concerns the phases of the technological process, the working equipment, organization of the mining operations etc. The supplied data referring to the equipment operational, besides of being useful, also enable the comparison with other metallic and non-metallic deposits where the technological process includes other necessary operations

Literatura:

1. Rudarski institut, 1983.: "Glavni projekat eksploatacije ležišta gline "Košarno" u Stojniku"

Iskorišćenje kapaciteta bagera kašikara na površinskim kopovima mrkog uglja (sa 5 slika)

Stevo Vuković - Dušan Stojnić

Rezime

Analizirani su i upoređivani godišnji efektivni časovi i kapacitet bagera kašikara zapremine kašike od 8...9,2 m³, u radu na površinskom kopu mrkog uglja, za period od 22 godine rada. Utvrđena je mera opadanja godišnjeg kapaciteta i uočena kontinuirana razlika nivoa kapaciteta tri različite grupe bagera.

Uvod

Tehnološki kriterijumi, kao što su ostvareni efektivni časovi rada mašina, otkopane količine otkrivke i uglja i ostvareni godišnji kapaciteti na površinskom kopu mrkog uglja, nesumnjivo odslikavaju i ekonomske kriterijume. Obradeni su ti pokazatelji, za 22 godine rada, odgovarajućim statističkim metodama, kako bi se došlo do spoznaje o strukturi i dinamici korišćenja mašina i efikasnosti njihovog rada.

Cilj je bio da:

- se utvrde zakonomernosti opadanja efektivnih časova rada i kapaciteta osnovnih mašina, bagera i kamiona, po srodnim grupama, tokom rada u istim i različitim vremenima i stalno promenljivim uslovima;
- se procene i prognoziraju buduća kretanja tih pojava, uzimajući dobijene zakonomernosti, kao najverovatniju pretpostavku;
- se identifikuje problem kao pojava koja bi se nastavkom istraživanja mogla formulirati modelom optimizacije.

Metodom analize vremenskih nizova istraženo je i upoređeno godišnje vreme i kapacitet rada osam bagera kašikara. Bageri su približno istih konstruktivno - tehnoloških karakteristika, pa i približnog teoretskog kapaciteta. To su bageri američke proizvodnje PH 1900, sa zapreminom kašike $8,3 \text{ m}^3$, i PH 1900 AL ($9,2 \text{ m}^3$), i bageri ruske proizvodnje EKG 8i ($8,0 \text{ m}^3$).

Struktura kompleksa mehanizacije površinskog kopa

Izbor strukture kompleksa mehanizacije

Strukturu kompleksa mehanizacije rudarskih radova na površinskom kopu mrkog uglja, kapaciteta cca $2 \cdot 10^6 \text{ t}$ uglja i $12 - 17 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ čm otkrivke, čine kompleti osnovnih mašina bagera kašikara i bagera dreglajna, kamiona, bušilica i pomoćne opreme, međusobno vezanih kapaciteta koji obezbeđuju planiranu otkrivku i dobijanje uvek sa više površinskih kopova. Izbor strukture kompleksa mehanizacije izvršen je pri projektovanju površinskih kopova koji su otvarani jedan za drugim u razmaku od više godina, pa i koju deceniju. Taj izbor je uvek bio uslovljen već postojećim kompletima, naročito bagera, a potom i postojećih kamiona. Kako se u procesu rada kapacitet pojedinog kamiona stalno smanjivao, pa se time menjao i kapacitet kompleta kamiona, zamenjivani su amortizovani kamioni. Zamenjena, po pravilu, nije bila u skladu sa principima tehnološkog usklađivanja kompleksa bager - kamioni, niti se održavala poželjna tipizacija kamiona u kompletu, niti je optimalno rešenje traženo primenom "problema zamene" u linearnom programiranju. (1).

Oscilacije usklađenosti kompleksa bager - kamioni

Do sada još nisu vršena istraživanja u danim uslovima eksploatacije kojima bi se utvrdila potpuna tehnološka usklađenost kompleksa bager - kamioni. Na to upućuje i čin-

jenica da su se tokom poslednje dve decenije eksploatacije koristili kompleksi bager - kamioni sa vrlo širokim rasponom vrednosti zapreminskog modula. Operativno formiranje kompleksa vršeno je intuitivno, bez proračuna udela transportne funkcije izražene faktorom kretanja i vremena posluživanja, a zapreminski modul kompleksa nije bio ujednačen. (2).

Po svojoj funkcionalnoj prirodi kamioni su ubrzanije starili i gubili na kapacitetu. Popuna kompleta novim kamionima obavljena je u intervalima od tri do pet godina i u tim periodima je kapacitet kompleta bagera bio je manje varijabilan. Blaže je opadao, a popunjavanje kompleta novim bagerima vršeno je u intervalima od šest do devet godina.

Očigledno je da se kompleks bager - kamioni nije mogao stalno održavati u normalnom funkcionisanju, tj. usklađenosti kojom bi se optimalno koristili kapaciteti oba kompleta mašina. Ili je u određenom periodu zbir kapaciteta jednog, a potom drugog kompleta mašina, bio predimenzionisan (jednom kamion, drugi put bager) ili je zbirni kapacitet kompleta kamiona uvek bio neravnomerno (nekada više, nekada manje) poddimenzionisan.

Zapreminski modul kompleksa bager - kamioni vremenom se povećavao, ali se stalno radilo i s različitim modulom. U prvom i dužem delu analiziranog perioda zapreminski modul je iznosio 2,8 (bager PH 1900 AL, $E = 9,2 \text{ m}^3$ - kamion H - 65 B, $V = 26 \text{ m}^3$) i 3,1 (bager PH 1900, $E = 8,3 \text{ m}^3$ - kamion H - 65 B, $V = 26 \text{ m}^3$), a po uključanju u rad kamiona LH - M 120 ($V = 42 \text{ m}^3$), i njihovom radu sa istim bagerima, on je bio 4,6, odnosno 5,1. Tada se zapreminski modul kretao u rasponu za koji se u literaturi navodi da će, pri usklađenom kapacitetu utovarnog sredstva i kamiona, odnosno zapremine kašike utovarnog sredstva i sanduka kamiona biti pravilan, ako se kamion napuni sa 3 - 6 kašika. (5).

U poslednjoj trećini analiziranog perioda, nabavkom kamiona M - 36 ($V = 83,3 \text{ m}^3$) i

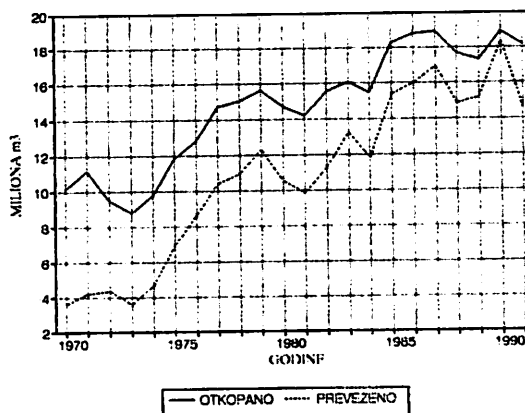
kamiona W - 170 ($V = 84 \text{ m}^3$), i bagera EKG - 8i ($E = 8 \text{ m}^3$), zapreminski modul je znatno porastao i iznosio je 9...10,4. No i tada se nalazio u oblasti racionalnog odnosa navedenog u literaturi. Ta oblast se nalazi u granicama 4..6 za kraća rastojanja (1 km) i 6...10 za veća rastojanja transporta. (2,3).

Međutim, to ne znači da je formiranje, popunjavanje i usklađivanje kompleksa bager - kamioni bilo optimalno, s obzirom da su proračuni parametara kompleksa obavljani determinističkim pristupom. Precizniji i pouzdaniji rezultati koji bi služili za donošenje kvalitetnijih odluka o usklađivanju kompleksa bager - kamioni dobiće se onda kada se u proračune uzmu uticaji slučajnog karaktera utovarno - transportnog procesa. Biće to onda kada se taj proces bude pratio statističkim ocenama vrednosti njegovih parametara - matematičkim očekivanjem elemenata ciklusa, koeficijentom varijacije, zakonima raspodele slučajnih veličina i kada se na osnovu toga bude vršila optimizacija tog procesa. (2,1).

Osnovni podaci o nivou proizvodnje

O razvoju, dostignutom nivou i faktorima proizvodnje i organizacije rada na površinskom kopu na kojem su radili analizirani bageri pisano je ranije. (6).

Poslednje dvadeset i dve godine površinske eksploatacije karakteriše blago ujednačeno i kolebljivo povećanje proizvodnje uglja i skokovito povećanje, sa znatnim oscilacijama, otkrivke po godinama rada. Grafički prikaz rezultata radnih procesa bagerovanja i transporta, mehanizacijom koja je povećana i zamenjivana, predočava dinamiku stalnog porasta, pri čemu se učešće direktno odložene otkrivke smanjivalo (slika 1).



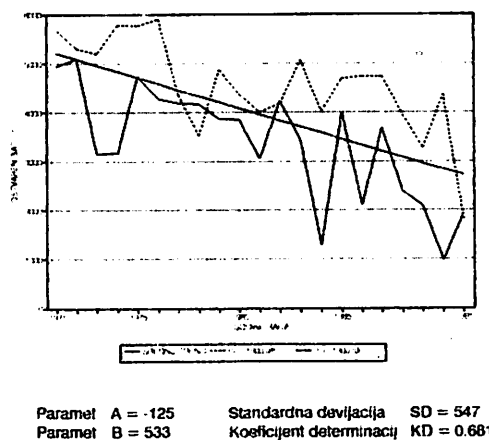
Slika 1. Dijagram otkopanih i prevezenih masa otkrivke i uglja

Rezultati istraživanja vremena proizvodnog rada bagera kašikara

Analizom godišnjih sati efektivnog rada bagera dobijeni su podaci o meri varijabilnosti i trendu tih pokazatelja i mogućnost upoređivanja ovog obeležja za različite modele bagera.

Prosečno opadanje broja efektivnih časova rada za jednu godinu kod grupa bagera kašikara je u dosta uskom rasponu i iznosi 125 - 140 h (sl. 2). To je manje od 3 - 5% od prosečne aritmetičke sredine godišnjih efektivnih časova rada.

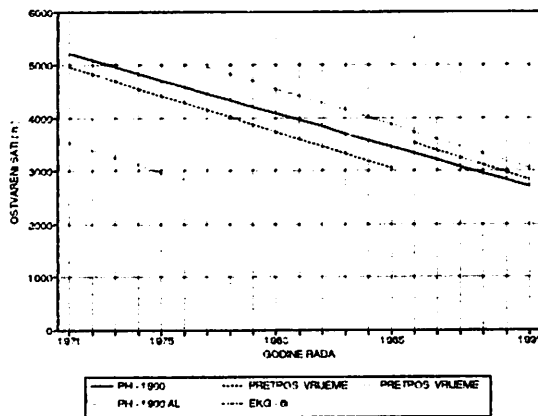
Radi upoređivanja linije trenda dveju mlađih grupa bagera dovedene su u položaj



Slika 2. Linearni trend ostvarenih sati rada bagera PH-1900

početne godine rada prve grupe bagera (slika 3).

Svedeno na prve godine rada, dve starije grupe bagera (jedna starija 15, a druga 9 godina) imaju приметно (preko 1000 h) veći broj efektivnih časova rada od treće i najmlađe grupe bagera. U stvarnom vremenu rada bageri PH - 1900 AL imaju najbolje iskorišćenje (sl. 3).



Slika 3. Trend ostvarenih sati rada bagera kašikara

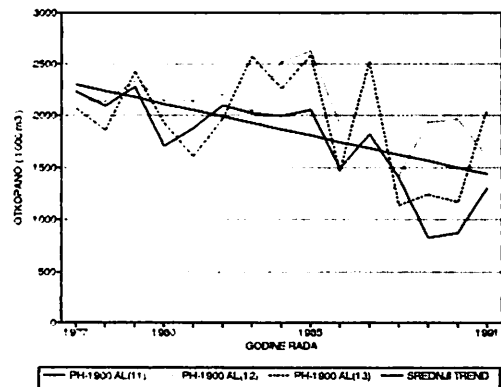
Rezultati istraživanja korišćenja kapaciteta bagera kašikara

Po istom matematičko - statističkom metodu, kao i efektivni časovi rada, analizirani su i podaci o otkopanim masama. Dobijeni rezultati ilustruju zakonomernosti i asociraju na uzajamnu vezu godišnjih efektivnih časova rada i kapaciteta, (sl. 4 i 5).

Zaključak

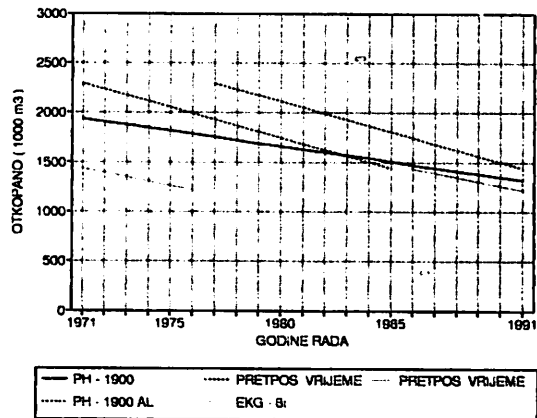
Dobijeni pokazatelji o vremenskom i kapacitivnom iskorišćenju bagera kašikara mogu se, u operativnom smislu, koristiti za uočavanje elemenata sistema u tehnološkom procesu na koje treba usmeriti pažnju i utvrđivanje zadataka poslovnih lica po pogonima, radionicama i službama.

Ovo su orijentacioni pokazatelji koji bi služili za formulisanje modela optimizacije za



Paramet A = - 61 Standardna devijacij SD = 285
Paramet B = 235 Koeficijent determinacije KD = 0.50

Slika 4. Linearni trend otkopanih masa bagerima PH-1900 AL



Slika 5. Trend otkopanih masa bagerima kašikarima

ekonomsku analizu koja bi ukazala kada primena analiziranih bagera, s obzirom na opadanje broja efektivnih časova i kapaciteta, s jedne strane, i povećanje troškova rada i održavanja bagera, s druge strane, prestaje biti ekonomična. Pa time, i kada se očekuje trenutak zamene bagera, da bi se izvršile neophodne pripreme za to.

Za opredeljenje pri budućem izboru i kupovini opreme ne mogu se prenebreći orijentiri iz ove analize koji ukazuju na razlike u nivoima godišnjih efektivnih časova rada i kapaciteta.

Rezultati ove analize, i analiza o radu drugih osnovnih mašina, su jedna od osnova za procenu kapitalne vrednosti opreme i rudnika na kojem bageri rade, kao i vrednosti eventualne prodaje koncesija.

Utvrđene zakonitosti i pravilnosti koje postoje između protoka vremena i godišnjih efektivnih časova rada i kapaciteta rada bagera izražene su najjednostavnijim oblikom veza među pojavama. To je linearna veza čiji je grafički oblik (prava) najprikladniji, jer pokazuje za koliko se primenom vremena za jedinicu (godinu) smanjuje broj efektivnih časova rada, odnosno godišnji kapacitet bagera, za određen jednak iznos.

Mada dobijeni rezultati pokazuju da linearna veza nije dovoljno precizna, jer su dobijeni koeficijenti determinacije mali, nude se na uvid. Za uzvrat, traže se krivolinijski oblici veza koji precizno pokazuju smer, jakost i oblik veza između analiziranih pojava. One imaju polinomski izraz koji svojim maksimumima verovatno pokazuje periode boljeg rada bagera, nakon srednjih i velikih opravki, a minimumima rada u međuperiodima opravki. Time se naišlo na trag istraživanja koja bi trebalo izvršiti do dobijanja kvalitetnih rezultata neophodnih za donošenje efikasnih poslovnih odluka.

Summary:

USAGE OF SHOVEL EXCAVATOR CAPACITY ON BROWN COAL OPEN PIT MINES

The annual data concerning the shovel excavator's effective hours and capacity being the volume of the shovel B...9,2m³, during a period of 22 years of operation on a brown coal open pit mine were analyzed and compared. The decrease level of the annual capacity is established and a continual difference of capacity levels between three different groups of excavators is noticed.

Literatura:

1. Perišić M.: Linearni modeli optimizacije i odlučivanja u rudarstvu. Rudarski institut Beograd, 1986.
2. Popović N.: Naučne osnove projektovanja površinskih kopova; "Zajednica" - "Oslobođenje", Sarajevo 1984.
3. Shovel and truck selection; Bucyrus - Erie Company, 1979.
4. Shovel/truck productivity and costs; Bucyrus - Erie Company, 1979.
5. Kun J.: Površinska eksploatacija lignita, II knjiga, Rudarski institut Beograd, 1982.
6. Vuković S.: Varijabilnost rudarske proizvodnje u Rudnicima mrkog uglja "Tito" u Banovićima. Tehnika br. 6, RGM, Beograd 1986. Tehnika br. 5 - 6, RGM, Beograd 1987.

Određivanje uglova kružnog kretanja katarke radnog točka kojim se formira bočna kosina uz korišćenje računara (sa 1 slikom)

Nebojša Maksimović - Zoran Teodorović

Rezime

Na osnovu svega iznetog zaključuje se da, uz korektne polazne podatke, dobijamo parametre rada rotornog bagera čije su veličine konkretne, ali u određenom dijapazonu.

Programom "Mikro" u mogućnosti smo da, uz promenu određenih ulaznih podataka, dobijemo optimalne radne parametre za konkretni bager, što je veoma interesantno za površinske kopove kako u SRJ tako i van nje.

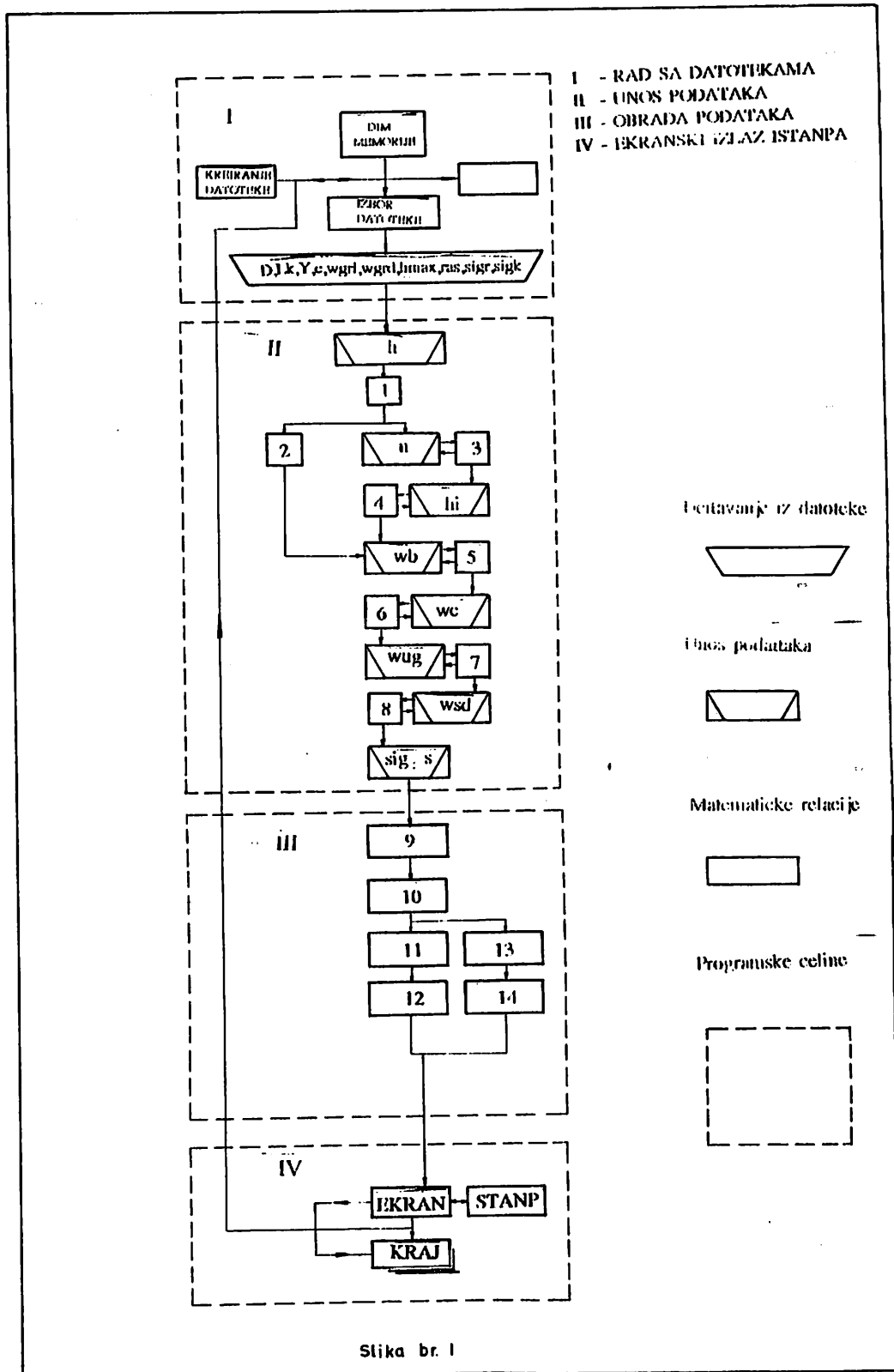
Uvod

Za sadašnje stanje na većini površinskih kopova, karakteristično je da se određivanju i izvođenju uglova kružnog kretanja ne posvećuje odgovarajuća važnost. Razlog za ovo je neopremljenost bagera računarskom tehnikom.

Posledice netačnog proračuna uglova kružnog kretanja i nekorektno formiranog dozvoljenog ugla nagiba bočne kosine direktno se odražavaju na siguran rad bagera i nje-

govo kapacitativno i vremensko iskorišćenje. Stabilnost bočne kosine, pored geotehničkih faktora, zavisi i od korektnog formiranja bočne kosine. Za formiranje bočne kosine dozvoljenog ugla nagiba i visine neophodno je najpre, za svaku podetažu u bloku, odrediti potrebne uglove kružnog kretanja katarke radnog točka i korektno ostvariti te uglove.

U cilju doprinosa rešenju iznetog problema, sačinjen je matematički model* i algoritam, a na bazi toga program za računar.



* Autor matematičkog modela i algoritma na osnovu kojeg je napravljen program je dr. Dragoljub Ćirić, viši naučni saradnik, Rudarski Institut - Beograd

Tablica 1.

red. br	Jednačina
1	$0 < h \leq h_{max}$
2	sadrži više relacija koje će se dati u daljem tekstu
3	$0 < n \leq \{ h / (0.7 * d) \}$
4	sum = h sum = h1 + h2 +hn
5	wbgr <= wb wbgr = arctan $\{ (hrg - hrd) / (Rkg - lgr) \}$
6	wcgr <= wc wcgr = arctan $\{ (hrg - hrd) / (Rkg - lgr) \}$
7	wug <= 90
8	$0 \leq wsd \leq 50$
9	sb = $\{ Rkg * \sin(wug) - Rkd * \sin(wsd) \} - \{ (hrg - hrd) * \cotan(wb) \}$
10	sbs = sb - (Rkg * sin(wug))
11	$\mu u = \arcsin \{ \{ Rkg - dhri * \cotan(wb) \} / Rki \}$
12	$\mu s = \arcsin \{ \{ sbs + dhri * \cotan(wb) \} / Rki \}$
13	$\mu u' = \arcsin \{ \{ lgr + dhri * \cotan(wb) \} / Rki \}$
14	$\mu s' = \arcsin \{ \{ ls - dhri * \cotan(wb) \} / Rki \}$

U ovom radu daje se skraćeni opis programa "Mikro" za računar i njegova primena, na jednom rešenom primeru.

Program se sastoji iz četiri celine

1. Datoteke podataka
2. Unos podataka o bloku
3. Obrada podataka
4. Izlaz podataka

Šematski prikaz algoritma programa sa njegovim osnovnim celinama dat je na slici 1.

Na slici su brojevima od 1 do 14 označene jednačine. Ove jednačine su osnov za formiranje programskog algoritma i date su u tablici 1.

1. Datoteke podataka

Ovaj program sadrži više datoteka i to: broj. dat, bageri. dat, bageri(x), (pri čemu se x ide od 0 do broj. datoteka broja čuva broj. Datoteka bageri.dat čuva imena (oznake)

Tablica 2.

PODACI	OZNAKA
Prečnik rotora	D
Visina vešanja katarke	Y
Rastojanje ose vešanja katarke	e
Levi granični ugao dodira	μ_{grl}
Desni granični ugao dodira	μ_{grd}
Maksimalna visina	hmax
Rastojanje gusenica od pop. ose bagera	ras
Rastojanje najniže tačke reduktora od radnog planuma	sigr
Rastojanje ose katarke od donje ivice konstrukcije katarke	sigk
Dužina katarke	Lk

bagera. Datoteka (x) čuva podatke o bageru koji su dati u tablici 2.

Izborom datoteke opredeljujemo se za neki bager i, za izabrani bager, učitalamo podatke iz datoteke. Svakom podatku o bageru dodeljujemo promenljivu oznake kao u tablici 1. Na ovaj način smo učitali podatke iz datoteke podataka o bageru, i sa tim podacima ušli u dalji tok programa.

2. Unos podataka o bloku

U ovom delu programa unose se podaci o bloku za koje ćemo računati uglove kružnog kretanja rotornog bagera. Iz šematskog prikaza programa se vidi da pri unosu svakog podatka o bloku postoje ograničavajući faktori koji korisnika programa primoravaju da uneseni podaci budu u dozvoljenom području rada bagera (DBR). Pri unosu podataka ako je podatak korektan, programski tok ide na sledeće opredeljenje, a ako podatak nije korektan vraća se na ponovan upis podataka. Ovaj princip važi za svaki uneseni podatak. Radi preglednosti daje se tablica 3 sa jednačinama ograničenja.

Posle unosa podataka za visinu bloka, program daje predlog za visinu i broj podetaža. Naravno, korisnik može ali i ne mora da se opredeli za ponuđeni predlog. Predlog se

računa na osnovu relacija koje su u tablici 1. date pod rednim brojem 2.

$$x = h - \{(0.7*d) + \text{sigr}\}$$

$$xl = x / (0.7*d)$$

$$xl = \text{int}(xl + 1)$$

Zaokruživanje na veći celobrojni broj

$$n = xl + 2$$

$$hl = 0.7*d$$

$$hn = \text{sigr}$$

$$hi = x / (n-2)$$

Visina predloženih podetaža

Ovaj deo je samo segment iz programa koji govori o složenosti programskog algoritma.

3. Obrada podataka

U ovom delu se, na osnovu unetih podataka, računaju uglovi kružnog kretanja rotornog bagera. Međutim program pored uglova kružnog kretanja daje i:

- dubinu bloka
- rastojanje ose bagera od nožice etaže
- radijus kopanja za svaku podetažu
- širinu bloka

Provera datog proračuna se vrši preko proračuna širine bloka za svaku podetažu. Iz glavne šeme algoritma programa se vidi da se ove veličine računaju na osnovu jednačina (9 do 14) koje su date u tablici 1.

Tablica 3.

Podatak o bloku	Oznaka podatka	Broj jednačine sa slike br. 1
Visina bloka	h	1
Broj podetaža	n	3
Visina podetaža	h(i)	4
Ugao bočne kosine	wb	5
Ugao čeonice kosine	wc	6
Unutrašnji gornji ugao kružnog kretanja	wug	7
Spoljašnji donji ugao kružnog kretanja	wsd	8
Siguronosno rastojanje čeonice ivice gusenica od donje ivice kosine	sig	$0 < \text{sig} < 3$
Siguronosno rastojanje od donje ivice konstrukcije katarke do bloka	s	$0 < s < 3$

4. Izlaz podataka

Programski je rešen ekranski izlaz traženih podataka. Pritiskom na taster (Prč scree) sadržaj ekrana se štampa. Ceo postupak odnosno proračun traženih veličina možemo ponoviti povratkom u osnovni meni programa.

Radi ilustracije data su dva rešena primera primenom programa Mikro za rotorni bager SRs 2000 28/3. Primeri su dati u prilogu. Polazni podaci su uzeti na osnovu tehničko - tehnoloških mogućnosti rotornog bagera kao i geomehaničkih uslova stabilnosti kosina.

Bager:SRs 1200 * 24/4 + Vr

POLAZNI PODACI

Visina etaže	22.3
Bočni ugao kosine	55
Čeoni ugao kosine	60
Gornji unutrašnji ugao	90
Donji spoljašnji ugao	45

PRORAČUNATI PODACI

Dubina bloka	2.7
Rastojanje ose bagera od nožice etaže	23.5

Visina podetaže	5.74	4.77	4.77	4.77	2.25
Radijus kopanja	35.1	36.1	36.5	36.2	35.8
Unutrašnji ugao kruž. kretanja	90	61.5	51.2	43.9	41
Spoljašnji ugao kruž. kretanja	23	28.2	34	41	45
Provera širine bloka	48.9	48.9	48.9	48.9	48.9

Bager:SRs 2000 28/3

POLAZNI PODACI

Visina etaže	21
Bočni ugao kosine	41
Čeoni ugao kosine	45
Gornji unutrašnji ugao	90
Donji spoljašnji ugao	37

PRORAČUNATI PODACI

Dubina bloka	11.4
Rastojanje ose bagera od nožice etaže	25.6

Visina podetaže	5.77	5.77	5.77	3.7
Radijus kopanja	43.2	43.9	43.9	43.4
Unutrašnji ugao kruž. kretanja	90	56.3	43	36.2
Spoljašnji ugao kruž. kretanja	11.5	20.3	29.9	37
Provera širine bloka	51.8	51.8	51.8	51.8

Summary:

**DETERMINATION OF THE CONDITIONS REQUIRED FOR THE
CIRCULAR MOVEMENT OF THE OPERATING BOOM WHEEL USED FOR
THE FORMATION OF SIDE SLOPES - COMPUTER APPLICATION**

In this paper the authors elaborate the possibility of obtaining the operating parameters of a particular bucket wheel excavator, on condition that correct input data is provided.

With the program "Mikro" we are in the position to obtain optimal operating parameters for each particular bucket wheel excavator, just by changing the specific input data. This possibility is very interesting and convenient for the open pit mines in the FRY and abroad.

Literatura:

1. Ćirić, D.: Primena RKS metodologije na konkretnom primeru, Jugoslovenski simpozijum o pov. ekspl., Tuzla, 1988.

Problematika stabilnosti kosina površinskih kopova uglja (sa 1 slikom)

Radmilo Obradović

Rezime

U ovom radu data je ocena uzroka nestabilnosti završnih kosina površinskih kopova uglja u zavisnosti od trajne čvrstoće glina, kao i sa aspekta pojave bubrenja glina u kontaktnim zonama litoloških sredina. Izložen je postupak određivanja kontaktne čvrstoće laboratorijskim opitima po šemi - nekonsolidovanog i konsolidovanog nedreniranog smicanja, kao i način analize rezultata ispitivanja. Prikazani su i rezultati izvršenih merenja na pojedinim našim površinskim kopovima. Predložen je postupak utvrđivanja kontaktne čvrstoće u fazi istraživanja ležišta za neporemećene i poremećene kontakte. Analizirani su i rezultati ispitivanja kontaktne čvrstoće na velikom aparatu površine preseka $A = 1000 \text{ cm}^2$ pri čemu je utvrđena dobra korelaciona veza između čvrstoće smicanja, vlažnosti i opterećenja.

Uvod

Promenljiv geološki sastav povlatnih i podinskih sedimenata, u području površinskih kopova ugljenih basena lignita na teritoriji

bivše Jugoslavije, utiče na stabilnost bočnih, završnih pa i radnih kosina i stvara velike probleme.

Od mnogih spomenućemo samo probleme stabilnosti bočnih kosina površinskih kopova

* Ovaj članak je rezultat rada autora na istraživačko razvojnom projektu "Ugalj Republike Srbije - osnovna energetska sirovina u perspektivi do 2005. i dalje do 2020. godine

sa slojevima pod nagibom, što su severna kosina Površinskog kopa Suvodol, severna i zapadna kosina Površinskog kopa Kosovo na poljima Belačevac i Dobro Selo, kao i severna kosina na Površinskom kopu Šikulje.

Kod projektovanja za ocenu stabilnosti koristi se najčešće generalni nagib za ceo sistem kosina. Međutim, kod nepovoljnih geoloških i strukturnih uslova u ležištu, generalni nagib, koji treba pri prosečnom padu podine povlate i prosečnim osobinama litoloških članova da obezbedi određenu stabilnost sistema kosina, sada nije kompetentan iz prostog razloga što se u izdanačkoj zoni podina, pa i ugljeni sloj nalaze pod znatno strmijim nagibom nego što se to najčešće proverava pri analizi stabilnosti. Znači da se iz same veličine generalnog nagiba ne može zaključiti o sigurnosti sistema kosina, jer se pri istom generalnom nagibu kosina i istim geološkim uslovima kod različitih vrsta tla javljaju i velike razlike u pogledu stabilnosti sistema kosina.

Za napred navedene površinske kopove utvrđeno je da su oblici površine smicanja bili odlučujući faktor pri analizi uslova stabilnosti. Iz toga proizilazi da generalni nagib kosina sam za sebe nije merilo stabilnosti sistema kosina, već da uslove stabilnosti sistema kosina određuju prvenstveno strukturni odnosi u litološkim sredinama, kao i međusobni odnosi zapreminskih masa materijala. Pored toga se, kod sličnih nagiba podine i pri geološkim uslovima koji vladaju u pomenutim ugljenim basenima usled pojave podzemne vode u donjim delovima kosine, javljaju znatni hidrostatički pritisci koje treba najčešće posmatrati kao pritisak podinske vode. Količina vode pri tome ima najmanju ulogu, jer će i kod malih količina vode, ako se njihov dotok iz gornjih slojeva ne spreči, delovati negativno na stabilnost. To su na primer PK Suvodol, PK Kosovo-Belačevac i Dobro Selo.

Na pomenutim primerima došlo je do određenih iskustvenih rezultata i to:

- kada podinske gline (ili proslojci u uglju) padaju prema otvorenom kopu dolazi češće do pojave nestabilnosti. Proces taloženja je verovatno uslovio pojavu većih plastičnih deformacija u podini i proslojcima uglja, tako da svojevremeno formirane klizne površine dolaze dalje do izražaja kada se izvrši otkopavanje i rasterećenje uglja skidanjem povlatnih naslaga;
- u fazi izvođenja istražnih radova, kada bi se na to obraćala određena pažnja, mogle bi se uočiti takve klizne ravni;
- klizanja, na podinskim slojevima u padu, nastaju na kopovima zbog njihovih razmera - najčešće kao progresivan lom. Na gornjem delu kosine se mogu uočiti pojave nastajanja pukotina, kao i jača pokretanja, donji deo kosine trpi samo neznatna pomeranja tako da se lom progresivno širi odozgo prema dole.

Stabilnost završnih kosina u zavisnosti od trajne čvrstoće glina

Na uslove stabilnosti kosina kopova bitno utiču i reološki procesi u glinama koji se ispoljavaju u postepenom smanjenju prvobitne čvrstoće tokom vremena.

Za reološki način posmatranja kao osnovna postavka uzima se, da naponi ne zavise samo od deformacije, već takođe i od brzine deformacije, odnosno gradijenta brzine D. Kod reoloških razmatranja potrebno je sagledati proces puzanja, što se mora shvatiti kao zavisnost deformacije od vremena pri konstantnom opterećenju. Puzanje - kao "sporo tečenje" ostaje kod prirodnih pojava često ograničeno na slojeve-proslojke čak i neznatne debljine, koji su skloni tečenju. Tipičan primer za puzajuće klizanje na površinskim kopovima predstavljaju heterogeni slojevi povlatnih serija, na primer: postojanje trakastog glinovitog proslojka u milimetarskim dimenzijama u pontskim naslagama Kolubarskog basena.

Smanjenje čvrstoće gline uslovljeno je naponskim stanjem glina u kosini, delovanjem vode na glinu, sklonosti gline ka bubrenju i njenim reološkim svojstvima.

Uticaj bubrenja može biti bitan samo ako su prisutne mikro - pukotine u strukturnim vezama, što je karakteristično za kontaktne zone, kao i kod razaranja kohezije u procesu deformacija pukotina. Ne postoji jedinstveno gledište o trajnoj čvrstoći i uslovima ispoljavanja reoloških procesa u kosinama kopova, kao i metodama za određivanje reoloških svojstava materijala tla.

Prema Maslovu, N.N. (2) uslov trajne čvrstoće glina je vezan za postepeno smanjenje kohezije do nule uz očuvanje stalnog ugla unutrašnjeg trenja (granica trajne čvrstoće $\tau_{lim} = \sigma_n \operatorname{tg}\varphi'$).

Ova tvrdnja bazira na analizi više klizišta po kontaktima na površinskim kopovima Ukrajine gde su bile utvrđene granice trajne čvrstoće i veličine smanjenja početne čvrstoće (za kvartarne gline i peskove sa tercijarnim glinama u podini) posle 0,25 - 10 godina od momenta izrade kosina, metodom, povratnog proračuna.

Kontakti po kojima je dolazilo do klizanja bili su na 2 - 20 cm ispod litološkog kontakta gline i peskova. Utvrđeno smanjenje trajne čvrstoće dolazilo je samo na račun smanjenja kohezije do nule, uz očuvanje zavisnosti $\varphi = f(\sigma_n)$ u toku vremena, što je u skladu sa postavkama (2). Vreme u kome se postiže granica trajne čvrstoće iznosilo je 15,8 godina.

Izvršena obimna laboratorijska ispitivanja (pomoću uređaja za direktno smicanje) na glinama različitih tipova, pokazala su, da su granične vrednosti trajne čvrstoće glina različitih sastava praktično međusobno jednake i da odgovaraju trajnoj čvrstoći koja je dobijena povratnim proračunima. Eksperimenti se izvode u uslovima otvorenog sistema sa kapilarnim vlaženjem na nekonsolidovanim i prethodno konsolidovanim uzorcima, pri

čemu nije zapažena bitna razlika zavisnosti brzine relativne deformacije od sile smicanja ($\chi = f(\tau)$) u zoni "Svedoff-skog viskoziteta", kod smičućih napona koji su za 1,5 - 2,0 puta bili veći od granice trajne čvrstoće, tj. prethodna konsolidacija - bubrenje uzoraka, nije uticala na zavisnost $\chi = f(\tau)$ u intervalima bliskim τ_{lim} .

Kada se zavisnost čvrstoće smicanja od vremena prikaže u polulogoritamskom koordinatnom sistemu, moguće je kratkotrajnim ispitivanjima utvrditi zavisnost $\tau = f(t)$ - (3).

Pri ovome je utvrđeno za les i gline ponta i kvartara da se vremena postizanja granične krajnje čvrstoće kreću od 2,8 - 10 godina, preciznije za materijal lesa iznosi 2,8 godina, a za kvartarnu i peskovitu glinu 10, odnosno 8 godina.

Uticaj bubrenja glina na stabilnost završnih kosina

Analizirajući nastala klizišta na pojedinim završnim kosinama površinskih kopova uglja u Kolubarskom, Kosovskom i Kostolačkom basenu, došlo se do veoma interesantnih zaključaka u pogledu utvrđivanja i rangiranja njihovih uzoraka. Karakteristično je, za sve lomove u kosinama naših kopova uglja, da su se one pre toga - duže ili kraće vreme - nalazile u stanju ravnoteže i nisu dozvoljavale da se vizuelno primete bilo kakva kretanja tla - sve do prolaska nekog određenog vremenskog perioda kada se uočavaju prvi vidljivi znaci klizanja (naprsline u planumu kosine i dr.) kao jasni znak kretanja. To znači da se do tog vremena morala desiti određena "aktivnost" koja je posledica nekih promena u naponskom stanju ili pak, promena u osobinama čvrstoće materijala. Najčešće je slučaj da su oba procesa delovala zajedno. Naša dosadašnja praćenja stanja na kosinama nisu vršena sistematski od početka njegovog formiranja, već tek kada kretanja unutar mase tla otpočnu. Ove greške treba da se uklone formiranjem monitoring sistema, odnosno

geotehničke službe koja bi svoja opažanja počela u trenutku obrazovanja određene kosine na etaži.

U ovom članku daće se ocena uzroka pojave nestabilnosti sa aspekta pojave bubrenja glina u kontaktima ugajl - podina ili u kontaktima glinovitim prosljojaka - primer zapadne kosine PK Tamnava - Istok, u neposrednoj povlati ugljene serije.

Samo otvaranje ležišta bitno utiče, u zoni završnih kosina, na izmenu naponskog stanja i hidrogeoloških uslova, što dovodi do pojave i razvoja procesa bubrenja i puzanja, koji utiču na smanjenje polazne čvrstoće smicanja povlatnih sedimenata i kontaktnih zona i aktiviranju kliznih pojava.

Karakter smanjenja čvrstoće smicanja zavisi od naponskog stanja glina u kosini, od reoloških svojstava, od uslova i mogućnosti delovanja vode na glinu, kao i sklonosti gline prema bubrenju. Pitanja zajedničke pojave puzanja i bubrenja nedovoljno su izučene, međutim, oslonjajući se na opšta svojstva glina, može se smatrati da u završnim kosinama kopa, kod kojih je karakteristično prisustvo homogenog sloja gline, ne treba očekivati znatno smanjenje čvrstoće usled bubrenja tokom rasterećenja. Uticaj bubrenja može biti bitan samo u slučaju ako su prisutne mikro pukotine u strukturnim vezama, što je karakteristično za kontaktne zone gline sa ugljem ili gline i peskovito-prašinstih materijala koji su podložni provlaživanju.

Apsolutna veličina bubrenja i stepen smanjenja čvrstoće u granicama kontaktnih zona, zavise od nivoa rasterećenja i vremena stajanja kosine posle njenog formiranja.

Kod kontinualnog i relativno brzog pomeranja fronta radova na otkrivci, pojava bubrenja i smanjenja čvrstoće sedimenata u kosini je ograničena, dok se kod vremenski dužeg stajanja kosine, bubrenje sedimenata na kontaktima značajno manifestuje i dostiže svoju moguću graničnu vrednost. Zbog toga, je vrlo važno utvrditi vremensku karakteristiku

bubrenja koherentnih materijala u zonama kontakta, kao i pad ukupne čvrstoće glina. Međutim, ovim procesima se, u toku projektovanja i pripreme dokumentacionih podloga, ne pridaje odgovarajući značaj te se ne vrše sistematska istraživanja u tom pravcu.

Na svim našim površinskim kopovima uglja dolazi upravo do pojave deformacija i klizanja čiji su neposredni i najčešći uzrok pojave bubrenja i puzanja u glinama ili njihovim kontaktima. Tu prvenstveno spada Južna kosina PK Drmno, Zapadna i Severna kosina PK Kosovo u Belačevcu, Severna kosina u Dobrom Selu, zatim Severna kosina PK Suvodol, Severna kosina polja "B" i dr. U opštem slučaju, a na osnovu dugogodišnjeg osmatranja i opažanja, je utvrđeno da se klizna površina nastalih klizišta javlja pri kontaktnoj zoni, povlatnih glina i vodonosnih peskovito-prašinstih materijala, kontaktnoj zoni prosljojaka gline u uglju i slično.

Analizirajući inženjersko - geološke prilike klizanja u završnim kosinama navedenih površinskih kopova magla su da nastanu na račun rasterećenja kao i bubrenja glina na kontaktu glinovitim materijala i vodonosnih peskova ili kontaktu glina - ugajl, ugajl - pesak, kao i glina - glina (primer žuta glina i siva glina u Kosovskom basenu), pored postojanja privilegovanih površina oslabljena i pojave puzanja u glinama.

Smanjenje čvrstoće na kontaktima pri rasterećenju dešava se, uglavnom, na račun bubrenja glina. Stepens smanjenja čvrstoće zavisi od stepena rasterećenja, koji se izražava preko bubrenja i vremena stajanja kosine posle njenog formiranja.

Veličina pokazatelja bubrenja P_b određuje se na osnovu izraza:

$$P_b = 1 - \frac{\sigma_i}{\sigma_b}$$

gde su:

σ_i - naponi u zoni kontakta posle rasterećenja
 σ_b - pritisak bubrenja, koji se određuje na osnovu rezultata kompresionih ispitivanja

materijala iz kontaktnih zona, i to iz dela krive rasterećenja

Vrednost P_b menja se od nule, kada su u zoni kontakta normalni naponi jednaki pritisku bubrenja, do jedinice pri potpunom rasterećenju zone kontakta. Što je veća vrednost P_b koja zavisi od položaja kontakta u kosini, to su veće mogućnosti za pojavu bubrenja.

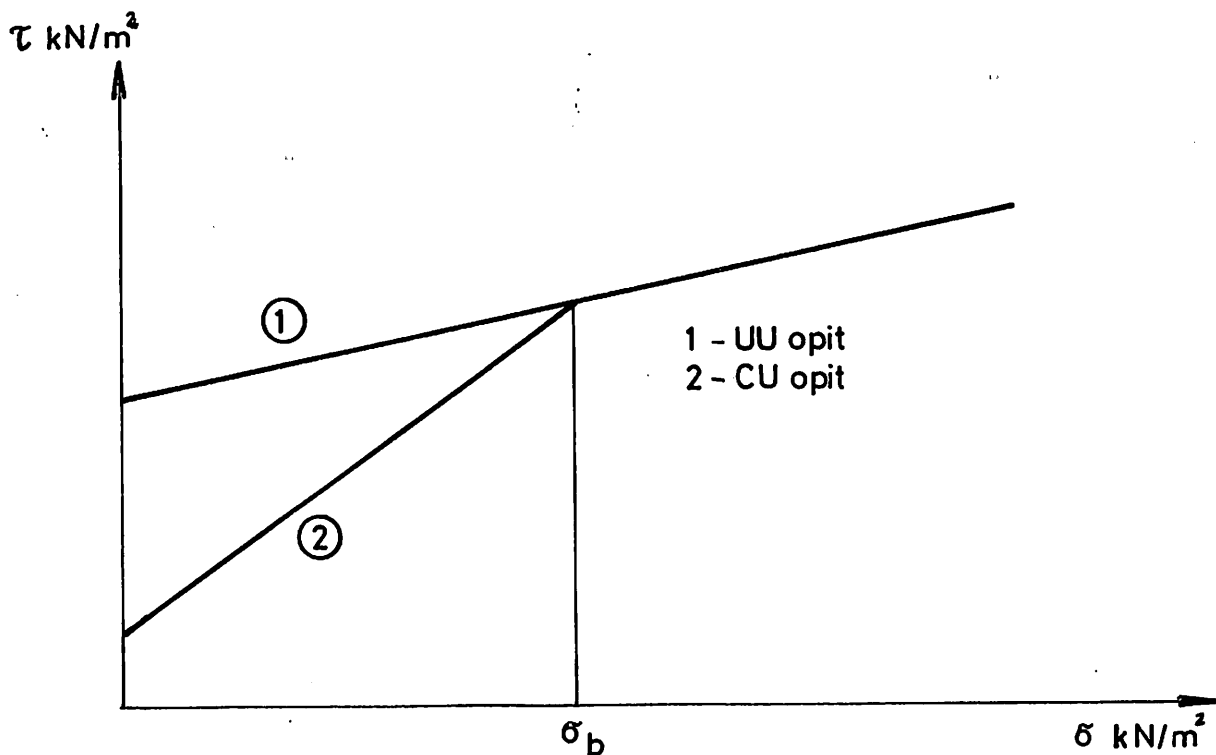
Stepen smanjenja kontaktne čvrstoće zavisi i od vremena stajanja kosine. Određivanje kontaktne čvrstoće u laboratoriji treba vršiti istovremeno po šemi - nekonsolidovanog - nedreniranog smicanja i po šemi konsolidovano - nedreniranog smicanja i to u rasponu opterećenja od 50 kN/m^2 do stvarnih - za određene uslove. Na taj način se odmah dobijaju dve krive zavisnosti između normalnih i graničnih opterećenja na smicanje, slika 1.

Dijagram 1 dobijen na osnovu prve šeme ispitivanja izražava čvrstoću smicanja u uslo-

vima u kojima nije došlo do bubrenja, tj. u uslovima prirodne vlažnosti i zbijenosti.

Dijagram 2 je dobijen na osnovu rezultata ispitivanja po šemi konsolidovano - nedreniranog smicanja i karakteriše dijagram smicanja glina koje su prethodno nabubrele pod istim normalnim opterećenjem pod kojim je vršeno smicanje. Pošto glinoviti materijal bubri samo kod opterećenja manjih od pritiska bubrenja, dijagram 2 se, kod normalnih opterećenja većih od pritiska bubrenja, poklapa sa dijagramom 1.

Smanjenje kontaktne čvrstoće smicanja kod glina zbog bubrenja u kosini može se desiti samo pri visinama koje na kontaktima stvaraju normalna opterećenja koja nisu veća od pritiska bubrenja (4). Usled delovanja tangencijalnih opterećenja u etažama se stvaraju uslovi za intenzivnije procese poremećaja strukture i porasta pritiska bubrenja.



Sl. 1 Dijagrami čvrstoće smicanja

Normalna opterećenja na kontaktima mogu da se kreću 0,3 - 0,45 MPa što bi odgovaralo uobičajenih visinama radnih etaža od 15 - 24 m na našim kopovima.

Pritisaci bubrenja kontaktnih glina mereni su samo na PK Drmno i oni se kreću od 0,25 - 0,5 MPa, dok za ostale materijale i lokalitete postoje pojedinačne vrednosti pritisaka bubrenja dobijene kontrolnim ispitivanjima i kreću se u širokim granicama od 0,3 - 0,65 MPa.

Iz toga proizilazi da su, pri postojećim kosinama etaža, gline sklone bubrenju i smanjenju čvrstoće smicanja. Pokušaj da se odredi kontaktna čvrstoća smicanja kao posledica bubrenja i vremena njegovog delovanja nije do kraja realizovana. Određena je čvrstoća smicanja, u laboratorijskim uslovima, za neporemećene materijale uzete iz kontaktne zone, kao i rasterećene gline u vremenu stajanja 10 i 30 dana, sa lokacije Južne kosine PK Drmno. Opitom direktnog smicanja uz konsolidaciju pod vertikalnim opterećenjem od 0,1; 0,2 i 0,4 MPa izvršeno je smicanje pri opterećenju $\sigma = 0,2$ MPa.

Ispitivanja su ukazala da je čvrstoća smicanja po prirodnom kontaktu za 1,6 - 2,3 puta manja od standardne čvrstoće gline.

Dosadašnja iskustva upućuju na to da čvrstoća smicanja glina opada sa vremenskim procesom bubrenja i da brzina opadanja varira od jednog do više meseci.

Vremenski period tokom koga dolazi do smanjenja čvrstoće usled bubrenja za različite materijale je različit. Zavisnost kohezije glina od vremena bubrenja, dobijena eksperimentalnim putem, može se prikazati sa dovoljnom tačnošću jednačinom.

$$\tau_t = \tau_0 [1 - A_t \beta (t)]$$

gde je:

τ_0 - granična čvrstoća za data normalna opterećenja - dobija se laboratorijskim opitom;

τ_t - čvrstoća materijala u zoni bubrenja u momentu vremena t ;

A_t, β - eksperimentalne konstante koje karakterišu sklonost materijala smanjenju čvrstoće i povećanja vlažnosti u toku bubrenja.

Osnovni parametri ove jednačine određuju se opitima.

Proces bubrenja i smanjenja čvrstoće se razvija u funkciji vremena i to, kao vremenski faktor, treba uzeti u obzir pri proračunima stabilnosti kosina. Proces bubrenja kontakata nije moguće izbeći, jer i pored korektnog odvodnjavanja vodonosnih horizonata uvek ostaju zaostali nivoi vode.

Iz iznetog sledi da je jedan od bitnih uzroka nastajanja klizišta u završnim kosinama postojanje uslova za razvoj procesa bubrenja usled rasterećenja, gde, zbog obavezne pojave vode koja se ne može potpuno odstraniti, a uz postojanje oslabljenih površina u glinovitom materijalu, dolazi do smanjenja prvobitne čvrstoće, a tim i do pojave klizanja.

Cilj ovog članka je da ukaže na značaj i uticaj pojave bubrenja usled procesa rasterećenja - otkopavanja povlatnih serija na formiranje klizišta, kao i to da se za utvrđivanje niza relevantnih parametara mora ju sprovesti određena terenska i laboratorijska ispitivanja. Sva navedena istraživanja obavljaju se, u stvari, u uslovima postojanja aktivnog površinskog kopa te zato ne treba očekivati da se, kroz različite faze projektovanja, detaljno odredi uticaj bubrenja na smanjenje parametara čvrstoće smicanja.

Navedena ispitivanja kontaktne čvrstoće, u fazi istražnih radova za kategoriju B, treba vršiti na uzorcima dobijenim iz istražnih bušotina. Ispitivanja u fazi eksploatacije ili za kategoriju A predstavljaju krajnju etapu ispitivanja ležišta. Dobijeni rezultati služe za prognoziranje i programiranje tehničkog napredovanja u geotehničkom istraživanju i izbor računskih parametara za analizu stabilnosti kosina.

Naša malobrojna ispitivanja kontaktne čvrstoće na aparatu površine preseka $A = 1000 \text{ cm}^2$ pokazala su da:

- kontaktna čvrstoća kvartarne i pontske gline opada prosečno 57% ili 2,3 puta, sa povećanjem vlažnosti od 15 - 40%. Za iste odnose pri konstantnoj vlažnosti povećava se τ sa porastom σ za 3, 4 puta,
- kontaktna čvrstoća lesa i prašinstog peska sa povećanjem vlažnosti od 15 - 40% opada 68 - 70% ili 3,1 - 3,3 puta. Nasuprot tome, pri konstantnoj vlažnosti sa povećanjem σ , kontaktna čvrstoća raste približno u istom odnosu za 3,3 - 3,6 puta, kod bilo koje vlažnosti u ispitivanom području.

Navedena ispitivanja vršena su u cilju utvrđivanja funkcionalne zavisnosti između

čvrstoće smicanja, vlažnosti i opterećenja, pri čemu postoji vrlo dobra korelaciona veza sa $r > 0,86$.

Ovi rezultati se, u prvoj aprosimaciji, mogu veoma dobro koristiti pri oceni vrednosti kontaktne čvrstoće za ispitivane materijale.

U kontaktnoj čvrstoći između različitih materijala, koji se nalaze u kosinama povlatnih sedimenata naših ugljenih basena, kao i pojave bubrenja, treba tražiti uzroke mnogobrojnim pojavama klizanja na našim površinskim kopovima uglja.

Stoga je neophodno, ne samo nastaviti, već znatno proširiti obim ispitivanja kontaktne čvrstoće.

Summary:

SLOPE STABILITY ON OPEN PIT COAL MINES

In this paper the author estimates the conditions which originate the instability of the final slopes on the open pit coal mines, considering the permanent clay strength, and taking into account the swelling property of clay in the contact zones of lithologic environments. He exposes the procedure enabling the determination of contact strength by means of laboratory experiments, according to the following scheme - unconsolidated and consolidated shearing without drainage, providing at the same time the analyzing method of the investigation results. The results of measurements performed on certain open pit mines in the country, are shown hereby. The author also suggests the procedure according to which it would be possible to determine the contact strength, for undisturbed and disturbed contacts, during the very investigation stage of the deposit. The results of contact strength investigations performed on a large device with the cross-section surface of $A = 1000 \text{ cm}^2$, were analyzed, thus establishing a correlation between the shearing strength, humidity and load.

Literatura:

1. Charles, J.A., Burford, D.: Sleganje i podzemna voda na odlagalištima površinskih kopova; IX ECSMFE, Dbin, 1978, str. 289 - 292.
2. Maslov, N.N.: Dluitnaja ustojčivost sklonov i otkosov v gidroenergetičeskom stroitelstve. M. Gosenergoizdat, 1986.
3. Najdanović, N., Obradović, R.: Mehanika tla u inženjerskoj praksi (drugo dopunjeno izdanje - Beograd, 1981. god.).
4. Pichler, E., Dykost, I.: Rešenistavby kapacitnich vysypek s naslednym využivanim jejich povrchu, UHLI, 36 (1988) N° - 2.
5. Pruhs, H., Stenzel, G. i dr.: Ispitivanje sleganja na peskovima "Keuper", Nemačko savetovanje o građevinskim temeljima u Braunschweig-u, 1982., strana 337 - 363.
6. Sobotka, Z.: Granična stanja ravnoteže tla i drugih srodnih masa, SNTL, Prag 1956.
7. Tezogli, K.: Teoretska mehanika tla - New York, 1940.
8. Obradović, R.: "Neki problemi mehanike tla na površinskim otkopima i odlagalištima" (I deo) - Rudarski glasnik - 4 (1970), i II deo - Rudarski glasnik - 1 (1971) god.

rad.

Uticaj odlaganja jalovine sa PK "Petrov Do" na zaštitu životne sredine (sa 1 slikom)

Miodrag Ljubinović

REZIME

U ovom članku je prikazano novo rešenje spoljašnjeg odlagališta za površinski kop ležišta magnezita "Petrov Do" kod Čačka, koje je prouzrokovano izmenama (pomeranjem) realizacije projektnog rešenja. Zahvaljujući ovoj promeni, umesto spoljašnjeg, formira se unutrašnje odlagalište, čime se u znatnoj meri prirodi vraća oštećeni prostor, koji je je narušen površinskom eksploatacijom na ležištu magnezita "Bare".

Uvod

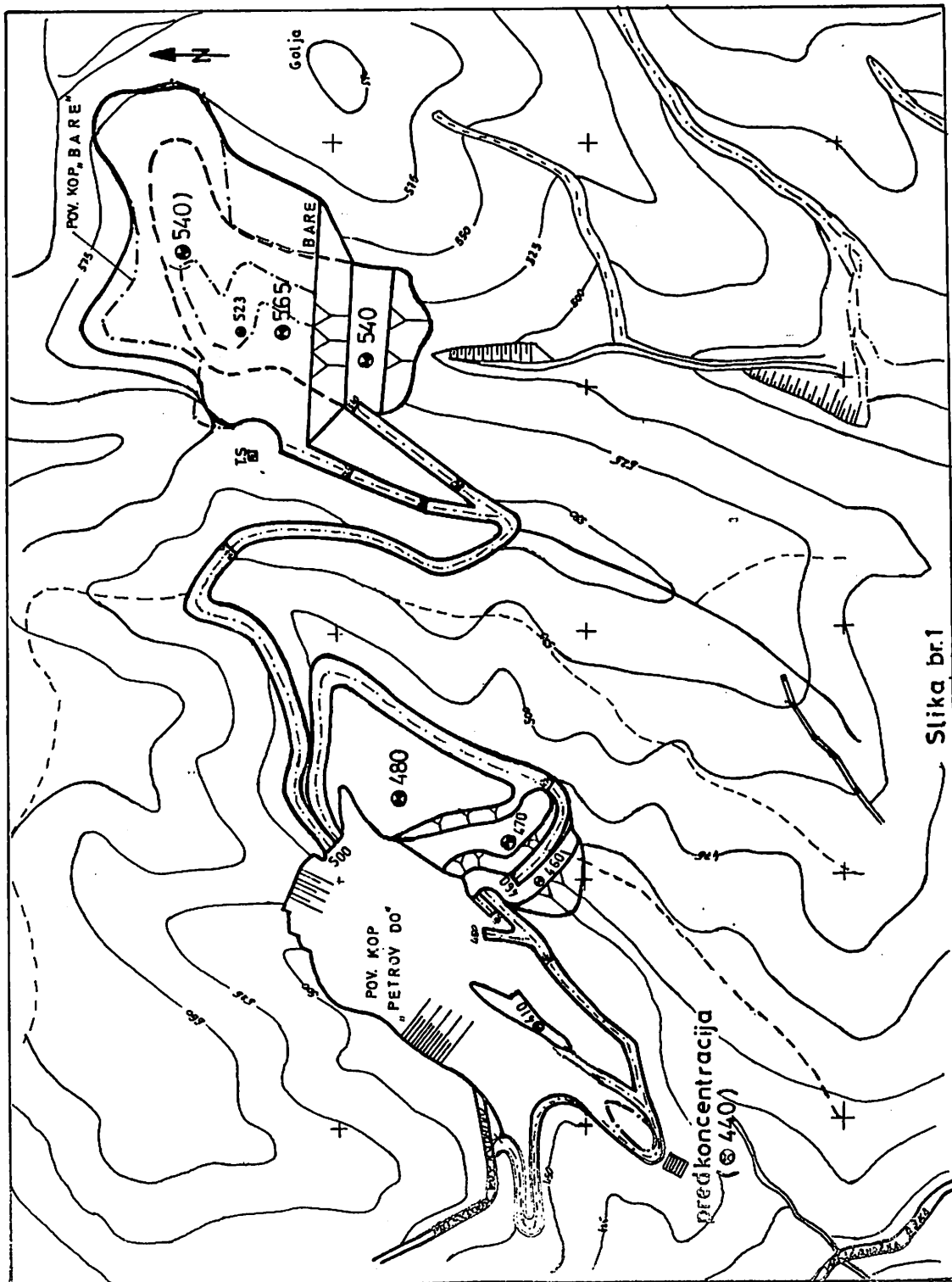
Ležište žičnih magnezita "Petrov Do" nalazi se na padinama planine Rožaj, istočno od Milićevačke reke, udaljeno oko 16 km od Čačka. Sa Čačkom je ležišta povezano asfaltnim putem.

Geološkim istražnim radovima utvrđene su rezerve A + B + C, kategorije koje iznose 472.600 t. Sadržaj osnovnih komponenti

iznosi MgO = 49,89%, CaO = 1,07%, SiO₂ = 2,38%, a gubitak žarenjem 49,69%.

Osnovnu geološku građu šire okoline čine peridotitske stene, zatim dijabaz rožnjačke formacije, trijaski krečnjaci, a nešto ređe kredni i tercijalni sedimenti.

Nosioci magnezita su peridotitske stene. Po mineraloškom sastavu najveći deo čine harburgiti dok se duniti i lertzoliti javljaju u manjem obimu.



Na otkrivenim delovima terena je uočen žuto-zeleni do tamno-zeleni serpentinit sa izraženim prslinama i pukotinama. Pronađene su druge vrste stena kao: krečnjaci, dolomiti, peščari, škriljci i dr. Samo ležište "Petrov Do" pripada žičnom i delomično štokverknom tipu ležišta. Magnezit je zapunio pukotine raznih dimenzija u serpentinskim peridotitima. Sa dubinom se kvalitet rudnih žica znatno poboljšava. Ležište se otkopava na dva načina eksploatacije - površinskim i podzemnim. Predmet površinske eksploatacije čini orudnjena zona koja se sastoji od rudnih žica krupnih dimenzija sa sitnijim žicama koje se masovno otkopavaju i podvrgavaju procesu obogaćivanja. Donji nivo otkopavanja površinskim kopom je na koti 410 m. Podzemna eksploatacija zahvata dublje delove ležišta, a to su bogatije i moćnije rudne žice. Ovaj sistem eksploatacije prethodi površinskoj eksploataciji.

Kratak prikaz projektnog rešenja površinskog kopa "Petrov Do"

Osnovni kriterijumi za izradu glavnog rudarskog projekta su utvrđeni izradom studije i investicionog programa (1984. i 1985.), gde je definisan nivo zahvata površinskog kopa na koti 410 m i srednji koeficijent otkrivke od oko 4,0 m³/t.

Glavnim rudarskim projektom definitivno su utvrđene količine rude u zahvatu površinskog kopa od 376.550 t, sa srednjim koeficijentom otkrivke od 4,15 m³/t.

Terenske prilike, položaj rudnog tela i geomehanički uslovi stabilnosti su usloveli izgled površinskog kopa kako je prikazan na slici 1. Površinski kop je podeljen na 12 etaža visine 10 m, od kojih su prve tri jalovinske, a ostale su mešovite.

Izbor prostora za odlaganje jalovine je izvršen na osnovu raspoloživih podataka o sterilnosti prostora, terenskim prilikama, daljinama transporta, izgrađenim objektima, položajem Milićevačke reke i drugim.

Utvrđeno je, da je prostor na jugoistočnoj strani najpovoljniji za spoljašnje odlagalište.

Tehnološki proces eksploatacije obuhvata sledeće faze rada:

- a) Bušenje i miniranje: uz upotrebu bušilica za udarno - rotaciono bušenje, sa prečnikom bušenja od $\phi = 80$ mm. Miniranje se izvodi eksplozivom tipa: amonal - pojačani i vitezit;
- b) Utovar: utovaračima na točkovima sa zapreminom kašike od 3 m³;
- c) Transport: kamionima nosivosti od 15,3 t;
- d) Odlaganje i pomoćni radovi: uz upotrebu buldozera snage od 150 kW, grejdera, cisterne za gorivo i vodu itd.;
- e) Odvodnjavanje: uz pomoć pumpnog postrojenja.

Ukupan broj zaposlenih, kako u proizvodnji, tako i na održavanju opreme, sa tehničkom službom na rukovođenju proizvodnjom iznosi 58 radnika.

Realizacija projekta je trebalo da počne, prema planu razvoja radne organizacije, u toku 1988. godine.

U međuvremenu došlo je do znatnih poremećaja na tržištu tako da se smanjila potreba za ovom sirovinom, što je izazvalo odlaganje početnih radova na ovom površinskom kopu. Postojeći rudnici su zadovoljili potrebe prerađivačkih kapaciteta, tako da nova investiciona ulaganja nisu bila opravdana.

Površinski kop "Bare"

Površinski kop "Bare" se nalazi u neposrednoj blizini ležišta "Petrov Do", na njegovoj severoistočnoj strani.

Ovaj površinski kop je na višoj nadmorskoj visini (od kote 500 m do kote 570 m) u odnosu na površinski kop "Petrov Do". Rudnik je povezan sa Čačkom dobrim asfaltnim putem.

Predmet eksploatacije su rudne žice vrlo kvalitetnog magnezita.

Tehnološki proces eksploatacije obuhvata otkopavanje jalovine i rude sa sledećim fazama rada:

- a) Bušenje i miniranje: vrše se pomoću bušilica prečnika $\phi = 80$ mm, eksplozivom amonal - pojačani i vitezit;
- b) Utovar: koriste se utovarači na točkovima sa zapreminom kašike od 3,0 m³;
- c) Transport jalovine i rude: koriste se manji kamioni nosivosti od 13 t ili veći kamioni sa prikolicom nosivosti i do 30 t (za transport rude);
- e) Odlaganje i pomoćni radovi: buldozerima snage 130 kW, sa odlaganjem jalovine na spoljašnje odlagalište.

Proces koncentracije rude obavlja se dvajako:

- primarna koncentracija: direktno odabiranje krupne rovne rude klase od -400 mm do +60 mm pomoću odgovarajućih uređaja (kosa rešetka, traka za ručno odabiranje) sa direktnim transportom u fabriku "Magnohrom" - Kraljevo;
- sekundarna koncentracija: sitnijih klasa i preostale rovne rude u separaciji "Trbušni" procesom koncentracije u teškoj sredini (pliva - tone).

Opisana površinska eksploatacija na ovom kopu uspešno se obavljala sve do kraja 1992. kada je kop prestao sa radom. Ostala je degradirana površina dimenzija 320 x 120 m, sa najnižom kotom 520 m i najvišom oko 560 - 570 m. Ovako narušen prostor je ostao kao još jedan dokaz da površinska eksploatacija, pored svojih prednosti, ima i nedostatke koji se ogledaju u narušavanju (degradiranju) prirodnog prostora.

Predviđeni proces rekultivacije samo delimično popravlja ovaj prostor, s obzirom na činjenicu da su završne kosine kopa od 30 - 40°, etažne ravni relativno manjih dimenzija, unutrašnje odlaganje jalovine nije moglo da se obavlja na ovom tipu ležišta itd.

Tehnološko rešenje odlaganja jalovine sa površinskog kopa "Petrov Do"

Tehničko - tehnološko rešenje odlaganja jalovine sa površinskog kopa "Petrov Do" u otkopani prostor površinskog kopa "Bare" je proizašlo iz analize o stanju radova na oba kopa i želje da se prirodi vrati približno prvobitni izgled, odnosno da se stvori korisna površina na kojoj se može obaviti rekultivacija zemljišta. Tehnološki proces odlaganja je projektovan da se obavlja na lokalitetu površinskog kopa "Bare"-u dve faze i to:

- prva faza obuhvata formiranje etaže na koti 540 m sa 40% odloženih količina (ili 492.000 m³ čm);
- druga faza je odlaganje na koti 565 m sa oko 60% odloženih količina (ili 741.000 m³ čm).

Prethodni radovi obuhvataju izradu pristupnog puta od ležišta "Petrov Do" do površinskog kopa "Bare" u dužini od 1370 m (kota 540 m) i to za prvu fazu odlaganja. U drugoj fazi potrebno je izgraditi još oko 180 m da bi odlagalo na koti 565 m.

Put je širine 10 m sa usponom od 6 - 8 %.

Celokupna trasa puta je u zaseku prilagođena terenskim prilikama, sa što manje krivina i sa minimumom zemljanih radova.

Prednosti i nedostaci projektnog rešenja

Osnovne prednosti usvojenog rešenja odlaganja jalovine sa površinskog kopa "Petrov Do" u otkopani prostor površinskog kopa "Bare" sastoje se u sledećem:

- prirodi se vraća narušen izgled
- po završetku odlaganja otvaraju se svi uslovi da se na novoformiranoj površini od oko 60.000 m² može izvoditi biološka rekultivacija terena.
- novoformirano odlagalište je sa tri strane zaštićeno od eventualnog klizanja,
- udaljeno je od postojećih rudničkih objekata, puteva i Milićevačke reke 500 - 700 m.

- ovim rešenjem je sačuvan prostor od oko 17 ha, na kome ima nekoliko objekata (kuća) i voćnjaka, na osnovu prethodnog rešenja spoljašnjeg odlagališta.

Nedostaci ovog rešenja obuhvataju samo promene kapaciteta na transportu jalovine.

Časovni kapacitet na transportu jalovine se smanjuje od 30 m³ čm/h na 20 m³ čm/h, što uzrokuje povećanje troškova za oko 40%.

Drugi nedostatak se ogleda u potrebi investiranja u izgradnju pristupnog puta do površinskog kopa "Bare", pre početka odlaganja jalovine.

Upoređujući prednosti i nedostatke zaključeno je da opravdano prihvati predloženo rešenje, posebno sa aspekta zaštite životne sredine, odnosno to je ulaganje za budućnost koje će se mnogostruko vratiti.

Summary:

WASTE DUMPING SOLUTION ON THE OPEN PIT MINE "PETROV DO" NEAR ČAČAK AND IT'S INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT

In this paper we present the new solution for waste dumping on the open pit magnesite mine "Petrov Do", near Čačak. Alternations made during the realization of the project caused the constituting of an inside waste dump insted of an outside one. In this way the area damaged by the influence of the open pit mining on the magnesite deposit "Bare" is considerably spared and saved.

Literatura:

1. Glavni rudarski projekat eksploatacije rude magnezita u ležištu "Petrov Do" u rudniku Milićevci - R.O. "Šumadija" - Čačak Rudarski institut - Beograd, 1987.
2. Tehnički projekat likvidacije ležišta "Bare" kod Čačka, Rudarski institut - Beograd, 1987.
3. Tehnički projekat jalovišta "Bare" - površinski kop "Petrov Do" Milićevci, Rudarski institut - Beograd, 1993.god.

Otkopavanje sigurnosnog stuba u rudniku "Lece" (sa 3 slike)

Spasoje Mičić

REZIME

Ovim radom se prikazuje princip rada i rezultata otkopavanja sigurnosnog stuba SS.6-2/2-100 u rudniku "Lece". Otkopavanje je izvršeno prema Dopunskom rudarskom projektu otkopavanja sigurnosnih stubova u RT 2 između hor. -42 m -100 m u rudniku "Lece". Obaranje rude izvršeno je primenom podetažne metode otkopavanja s dubokim minskim bušotinama i masovnim miniranjem. Istakanje rude i transport vršen je kao i u primarnoj fazi otkopavanja. Način izvedenih pripremnih radova, bušenje dubokih minskih bušotina, a posebno način iniciranja i jednovremenog miniranja 3,14 t eksploziva je pozitivno iskustvo koje se može korisno primenjivati ubuduće.

Uvod

U najvećem i ekonomski najznačajnijem rudnom telu, u rudniku "Lece", u intervalu između horizonta -42 m i horizonta -100 m završena je primarna faza otkopavanja. U toj fazi primenjena je podetažna metoda otkopavanja po pružanju sa ostavljanjem otvorenih otkopa. Primenom navedene metode formira-

ju se sigurnosne ploče i sigurnosni stubovi koji se otkopavaju u sekundarnoj fazi. Za otkopavanje sigurnosnih ploča i sigurnosnih stubova urađeni su odgovarajući projekti po kojima je otkopavanje ploča izvršeno, a otkopavanje sigurnosnih stubova je u početnoj fazi. U ovom članku, daje se primer uspešnog otkopavanja jednog takvog sigurnosnog stuba.

Prikaz stanja SS.6-2/2-100

Eksploatacija rude, olova, cinka i zlata u rudniku "Lece" odvija se u dve rudne strukture i to su "Šuta-Rasovača" i "Jezerina". Rudnu strukturu "Šuta-Rasovača" čine četiri rudna tela, a među njima dominantno mesto zauzima rudno telo broj 2 u kome su do sada, izvršeni sledeći radovi:

- u intervalu od kote +95 m pa do kote -42 m otkopavanje završeno u celosti,
- u intervalu od kote -42 m pa do kote -100 m završena je primarna faza otkopavanja i otkopane su sigurnosne ploče iz sekundarne faze,
- u intervalu od kote -100 m, pa do kote -170 m primarna faza je u završnoj fazi.

Otkopavanje rude iznad horizonta -42 m je završeno i otkopani prostor je većim delom zapunjen zasipom, a manji deo zarušenim materijalom. Otkopavanjem sigurnosnih ploča, u sekundarnoj fazi eksploatacije, u intervalu između horizonta -42 m i horizonta -100 m došlo je do kretanja zasipa iz starog rada i zapunjavanja otkopa, kao što je dato na sl. 1. Sigurnosna ploča iznad otkopa O.6/2-100 je delimično oborena pa je navedeni otkop ostao prazan. I sigurnosna ploča iznad otkopa O.2/2-100 nije oborena, naime vremenom se dobrim delom zarušila i na sredini toliko zasvodila da je njeno obaranje izostalo. Tako je i otkop O.2/2-100 ostao prazan. Između ta

dva otkopa nalazi se sigurnosni stub SS.6-2/2-100 što se vidi na sl.1

Elementi stuba su sledeći:

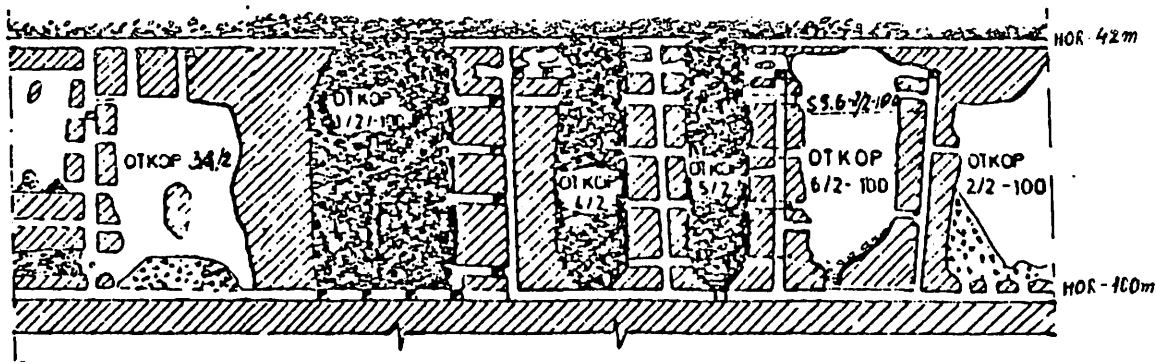
prosečna moćnost	18,50 m
prosečna širina	9,00 m
visina stuba	61,20 m
zaleganje	70°

Na osnovu navedenih parametara izvršen je proračun rudnih rezervi koje iznosi 30.300 t sa sledećim kvalitetom: Pb = 1,75 %, Zn = 4,46 %, Au = 1,74 g/t, Ag = 9,92 g/t, $\gamma = 2,80$ t/m³.

Pripremni radovi za otkopavanje

Otkopavanje stuba SS.6-2/2-100 izvršeno je, u principu, primenom metode podetažnog otkopavanja sa zarušavanjem, s tim što je obaranje rude izvršeno jednovremenim miniranjem rude u celom stubu. Oborena ruda je pala u otvoreni (ranije otkopan) prostor dva bočna otkopa. Istakanje (utovar) rude je vršen iz rudnih sipki na nivou hor. -100 m.

Pripremni radovi za otkopavanje SS.6-2/2-100 izvedeni su između horizonta -40 m i -100 m. U toku izvođenja pripremnih radova došlo je do izvesnog odstupanja od projekta, koje se ogleda u izostavljanju izrade PH-1 i SH-1 i zahvatanja jednog dela sigurnosne ploče iznad otkopa O.2/2-100 iz SH-4 kao što se vidi na sl. 2. Ovo je dovelo do znatnog



Sl.1. Presek po pružanju rudnog tela 2 nakon obaranje sigurnosnih ploča

smanjenja rudnih rezervi koje su zahvaćene ovim pripremnim radovima. Tako nova količina rude iznosi 21.400 t iz SS.6-2/2-100 i oko 4.000 t iz sigurnosne ploče, što ukupno iznosi 25.000 t. Kvalitet je ostao isti. Za pripremu podetažne metode otkopavanja sa dubokim minskim bušotinama i masovnim miniranjem urađeni su sledeći pripremnici radovi:

prolazno ventilacioni uskop - PVU -50 m
 podetažni hodnici - PH-2, PH-3 i PH-4 -30 m
 smerni hodnici - SH-2, SH-3 i SH-4 -27 m

Izradom navedenih prostorija dobijeno je oko 2.000 t rude. Tako konačna količina rude u bloku, koja je zahvaćena bušačko-minerskim radovima iznosi 23.400 t.

Bušenje minskih bušotina i miniranje

Iz smernih hodnika bušene su duboke minske bušotine sa rasporedom u vidu lepeze. Minske bušotine su bušene bušačim čekićima BBC-100 F i S-125, pri čemu je korišćeno modifikovano postolje bušaće mašine "Simba Junior". Lepeze su paralelne, na međusobnom rastojanju 1,00 m. Od toga odstupa pet kosnih lepeza u SH-4 koje su usmerene u ostatak sig-

urnosne ploče iznad otkopa O.2/2-100, što se vidi na sl. 2. Prečnik minskih bušotina je 51 mm. Ukupno je izbušena 501 bušotina, a punjenje je 429 kom.

Punjenje minskih bušotina vršeno je tako što je u svaku minsku bušotinu postavljen detonirajući štapin (duž cele bušotine) i odgovarajuća količina eksploziva. Eksploziv je pojačani amonal. Patrone su: prečnik 42 mm, težine 500 gr i dužine 350 - 380 mm. Za iniciranje eksploziva korišćeni su milisekundni električni detonatori 34-MSED-A1 sa provodnicima (2 x 4 Cu) m i maksimalnim otporom od 2,50 Ω. Nakon toga izvršeno je propisno začepljenje minske bušotine. Potrošnja eksplozivnih sredstava data je u tablici 1.

Milisekundni električni detonatori ugrađeni su tako da su prvo inicirane lepeze do slobodnih površina, a zatim redom prema sredini stuba. Potrošnja MSED po mestu i po usporenju (po seriji) označena odgovarajućim brojevima data je u tablici 2.

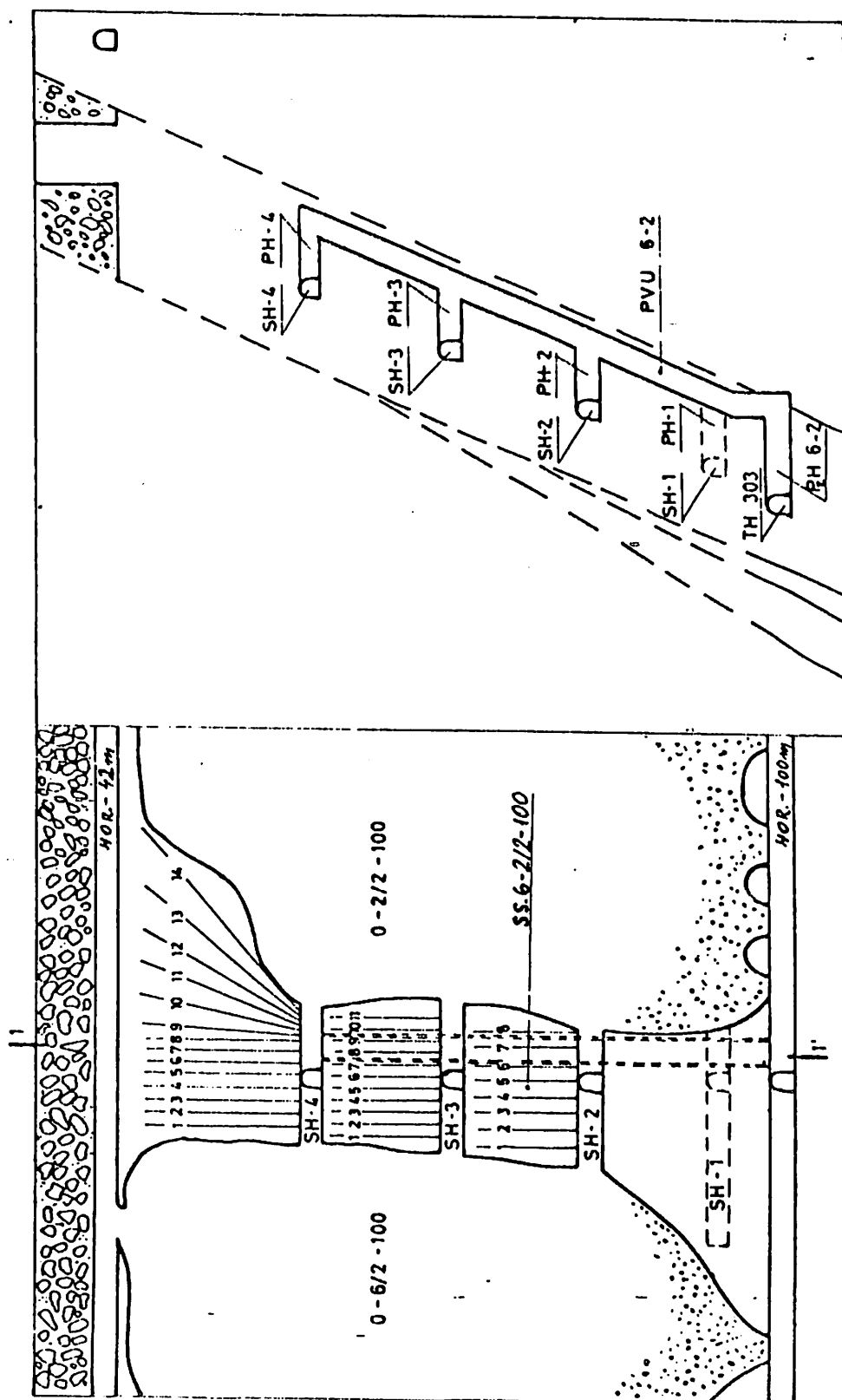
Prilikom punjenja pojedine minske bušotine su ostale prazne, tako je od ukupno izbušenih 4.441m nije moglo da se puni

Tablica 1

Mesto utroška	Broj lepeza (kom)	Dužina bušotina (m)	Količina eksploziva (kg)	Broj MSED (kom.)	Detonirajući štapin (m)
SH-4	14	2.396.50	1.633.00	197	2.095
SH-3	11	1.230.50	1.036.50	154	1.065
SH-2	8	814.00	472.00	78	630
Ukupno	33	4.441.00	3.141.50	429	3.790

Tablica 2

Mesto utroška	Milisekundni električni detonatori (kom.)								Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	
SH-4	26	31	26	28	22	31	16	17	197
SH-3	35	35	35	33	16	-	-	-	154
SH-2	14	26	23	15	-	-	-	-	78
Ukupno	75	92	84	76	38	31	16	17	429



Sl. 2. Uzdužni presek SS-6-2/2-100 sa presekom 1 - 1'.

651m. Provera milisekundnog intervala seizmičkog dejstva vršena je prema obrascu.

$$\tau = 2W \cdot \sqrt{\frac{\gamma_1}{q}} \text{ (m / sec)} =$$

$$= 2 \cdot 1,00 \cdot \sqrt{\frac{2,50}{0,375}} = 5,16 \text{ (m / sec)}$$

gde je:

$W = 1,00$ m - linija najmanjeg otpora

$\gamma_1 = 2,50$ t/m³ - zapreminska masa stena u kojima su objekti

$q_p = 0,375$ kg/m³ - specifična potrošnja eksploziva

Provera radijusa seizmički opasne zone vršena je prema obrascu:

$$r_s = k_s \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q} \text{ (m)} = 5 \cdot 1,2 \cdot \sqrt[3]{3.141,50} = 87,88 \text{ m}$$

gde je:

$k_s = 5$ - koeficijent koji zavisi od fizičko - mehaničkih osobina sredine gde se objekt nalazi

$\alpha = 1,2$ - koeficijent koji zavisi od pokazatelja dejstva eksplozije

$Q = 3.141,50$ kg - količina eksplozivnog punjenja

Svi vitalni objekti rudnika nalaze se van opasne zone.

Proračun mreže za električno paljenje

Detonatori u svakoj lepezi međusobno su vezani na red i nakon vezivanja vršena je kontrola odnosno merenje otpora u svakoj lepezi. Rezultat dobijen merenjem bio je u svakoj lepezi znatno manji od proračunatog. Zatim su sve lepeze svakog smernog hodnika međusobno međuprovodnikom vezane u paralelnu vezu. Međuprovodnik je bakarni kabl 2×10^2 dužine 35 m koji se dalje paralelnom vezom vezuje za spoljni vod koji čini bakarni kabl P/F $1 \times 16^2 \times 2$ dužine 200 m, od tačke 5" do tačke 4 na šemi magistralnog voda.

Otpor ED u svakoj lepezi računa se po obrascu:

$$R = n \cdot r \text{ (}\Omega\text{)}$$

gde je:

n - broj ED u lepezi

r - otpor svakog ED = 2,5 (Ω)

Otpor svake grane, odnosno paralelno vezanih lepeza u jednom smernom hodniku računaju se po obrascu:

$$R_s = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}} \text{ (}\Omega\text{)}$$

gde je:

R_1, \dots, R_n - otpor svake lepeze u grani ()

Otpor međuprovodnika do smernog voda, kao i otpori spojnog i magistralnog voda računa se po obrascu:

$$R_m = \rho \frac{2 \times l}{s} \Omega$$

Na osnovu navedenih obrazaca i podataka sa sl. 3, proračunom su dobijeni sledeći pojedinačni i zbirni otpori mreže (tablica 3):

Kao izvor struje za iniciranje minskih punjenja korišćena je rudnička električna mreža napona 380 V (TS u tač. 1).

Snaga struje i napona je

- za mrežu

$$I_{mv} = \frac{U}{R} = \frac{380V}{2,10\Omega} = 180,95A$$

$$\Delta U_{mv} = I_{mv} \cdot R_{mv} = 180,95A \cdot 0,81\Omega = 146,57V$$

Potrebna napon na kraju magistralnog voda, da se obezbedi garantovana struja za iniciranje lepeza sa najvećim brojem električnih detonatora (17 MSED u lepezi u SH-4) biće:

$$U = 3,15 \cdot 17 \cdot 2,50 = 133,88 V$$

gde je potrebna snaga struje za lepezu sa najvećim brojem MSED od 3,15 A.

Spasoje Mičić: Otkopavanje sigurnosnog stuba u rudniku "Lece"

Tablica 3

Opis mreže	Grana-smerni hodnici			Ukupno
	SH-4	SH-3	SH-2	
Broj lepeza min. buš. u grani	14	11	8	33
Broj MSED u grani	197	154	78	429
Ukupni otpor mreže u lepezama(Ω)	2.37	3.02	2.06	
Otpor međuprovodnika do smernog voda (Ω)	0.122	0.122	0.122	
Zbimi otpor paralelne veze grana i međuprov.	2.492	3.142	2.182	
Otpor spojnog voda tač.5 do tač.4(Ω)		0.44		
Zbimi otpor paralelne mreže od lepeza do magistralnog voda u tač.4(Ω)				1.29
Zbimi otpor magistralnog voda t.4 do t.1				0.81
Ukupni otpor mreže (Ω)				2.10
Kontrolno merenje u tač.1 (Ω)				(1.95)

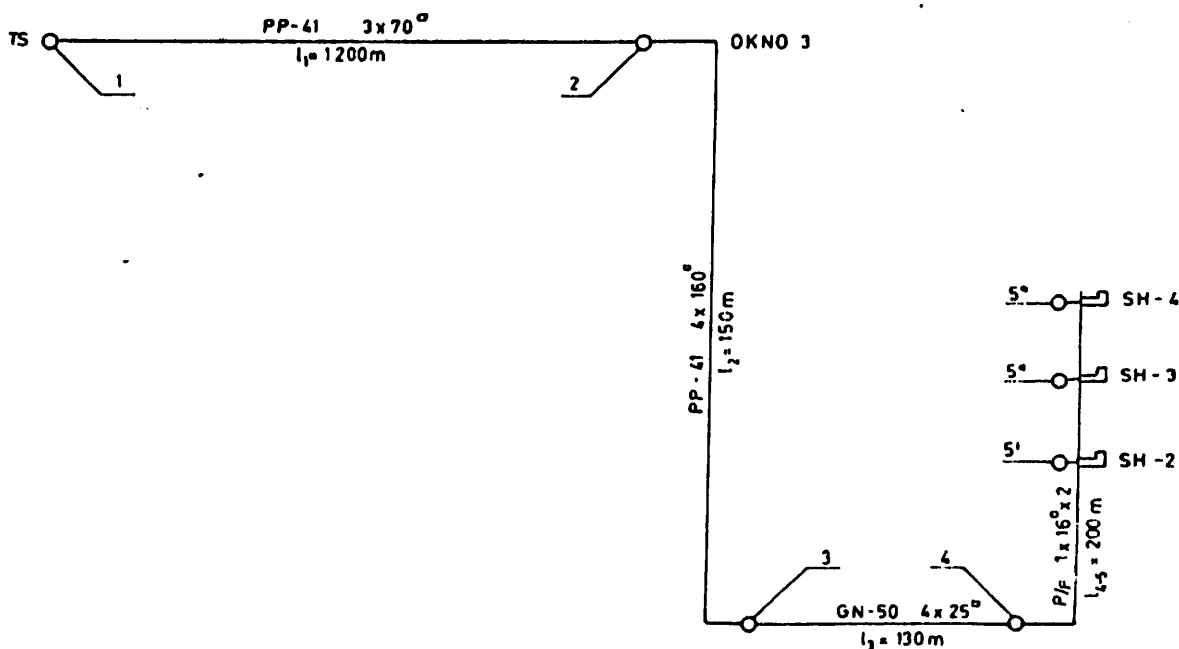
Na osnovu ovog napona izračunata je stvarna struja za sve lepeze prema broju električnih detonatora, odnosno za celu mrežu snaga struje je bila 169,30 A.

Na osnovu nominalnog napona struja je $I_{mv} = 180,95$ A, a na osnovu merenja u tački 1 otpor mreže je $1,95\Omega$, a radni napon,

neposredno pred miniranje, iznosio je 360 V iz čega se dobija

$$I_m^* = \frac{360}{1,95} = 184,62 \text{ A}$$

kako je $I_{mv} > I_m^*$ i $I_m^{**} > I_m^*$ izvršeno je miniranje.



Sl. 3. Šema magistralnog voda

Ocena uspešnosti obaranja SS.6-2/2-100

Nakon izvršenog miniranja i provetravanja jame ustanovljeno je da nije došlo do oštećenja opreme ni objekata. Pristup samom mestu miniranja nije bio moguć, jer su miniranjem bili uništeni svi pripremni objekti. Rezultat miniranja se može oceniti na osnovu dobijene rude istakanjem iz otkopa O.6/2-100 i O.2/2-100. Na osnovu evidencije, koja je u rudniku vođena, dobijeno je 18.350 t rude pri čemu je došlo do osiromašenja od oko 20%. Na osnovu podataka datih u tablicama 1 i 2, rudnih rezervi koje su zahvaćene miniranjem i dobijene količine rude ostvareni su sledeći parametri:

- koeficijent pripreme (ukupno)

$$k_p = \frac{107.000\text{mm}}{20.350\text{t}} = 5,26\text{mm / t}$$

- koeficijent iskorišćenja

$$k_i = \frac{20.350\text{t}}{31.250\text{t}} = 0,6512$$

- osiromašenje (procena) 20%

- koeficijent obaranja

$$k_o = \frac{18.350\text{t}}{4.441\text{m}} = 4,13\text{t / m'}$$

Pri otkopavanju rude ostvareni su sledeći normativi utrošenih eksplozivnih sredstava: detonirajući štapin 0,21 m/t, električni detonatori 0,023 kom/t i eksploziv 0,17 kg/t.

Na osnovu ostvarenih parametara može se oceniti da su rezultati zadovoljavajući. Posebno se može smatrati za povoljno iskustvo na dobijanju rude iz sigurnosnih stubova na kojima će se, u rudniku "Lece", u narednim godinama dosta raditi.

Summary:

SAFETY PILLAR MINING IN THE MINE "LECE"

In this paper, the author presents the operating principle and the mining results of the safety pillar SS.6-2/2-100 in the mine "Lece". The mining process was realized according to the Appended Mining Design for safety pillar mining at RT 2 between the horizons -42m -100 m in the mine "Lece". The ore is blown down applying the sub-level mining method with deep blast holes and bulk blasting. Ore run out and transportation is performed in the same manner as in the primary mining phase. The methods used to carry out the development works, deep blast hole drilling, and specially the ignition method including simultaneous blasting of the 3,14t explosive, are proved to be successful, therefore this favorable experience can be usefully applied in future.

Literatura:

1. Mičić, S., Kačunković, V.: Dopunski rudarski projekat otkopavanja sigurnosnih stubova u RT 2 između hor.-40 i -100 m u rudniku "Lece", Rudarski institut Beograd, 1986.g.,
2. Mičić, S., Jokić, N., Kačunković, V.: Izučavanje otkopavanja sigurnosnih stubova u uslovima
- rudnika "Lece"; Studija u fondu dokumentacije Rudarskog instituta
3. Purčić, N.: Bušenje i miniranje, izdanje Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 1991.g.

Primena zakonskih propisa Republike Srbije pri izradi elaborata o zaštiti životne sredine (sa 1 slikom)

Dragoljub Urošević

Rezime

Članak obrađuje problematiku izrade elaborata o zaštiti životne sredine i analizu elemenata bitnih za izradu ovog elaborata. Osnovna podloga je zakonska regulativa u Republici Srbiji iz oblasti zaštite životne sredine.

Predstavljen je model za realizaciju programa - rad kojim su obuhvaćena prethodna i detaljna analiza relevantnih informacija o uticaju, kako novoprojektovanih tako i rekonstruisanih tehnologija i objekata na kvalitet životne sredine u njihovoj okolini.

1. Uvod

Analiza uticaja novoprojektovane tehnologije na kvalitet životne sredine, kao i projektovanje mera za zaštitu životne sredine, sastavi su deo investiciono tehničke dokumentacije za izgradnju novih postrojenja i rekonstrukciju postojećih. Svi elementi procene uticaja i projektovanja, prema zakonodavstvu u Republici Srbiji zasnovani su,

uglavnom, na odredbama Zakona o izgradnji investicionih objekata i Zakona o zaštiti životne sredine, kao i odgovarajućih podzakonskih akata.

Prema ovim zakonskim propisima investitor novih ili objekata, predviđenih za rekonstrukciju kao i radova, namenjenih za objekte u kojima se projektovani tehnološki proces odvija, dužan je da realizatoru tehničke doku-

mentacije obezbedi odgovarajući projektni zadatak, sa definisanim uslovima za projektovanje zaštite na radu i zaštite životne sredine. Ovi zakonski propisi, takođe obavezuju da se, uz investiciono tehničku dokumentaciju, projektuje i zaštita životne sredine u odnosu na sve faze tehnološkog procesa. To podrazumeva da se najpre, analiziraju potencijalne opasnosti prisutne u tehnološkom procesu (ili su njegova posledica), a zatim, na osnovu rezultata analize o uticaju tehnološkog procesa na životnu sredinu, definišu zadaci i uslovi za projektovanje tehnološkog procesa, postrojenja i objekata. (Ovaj aspekt je osnovni sadržaj "Elaborata o zaštiti životne sredine" od uticaja projektovane tehnologije). Rezultati ovih analiza treba da se realizuju u Glavnom projektu. Odnosno, zaštita životne sredine da se detaljno projektuje kroz tehnološka i tehnička rešenja tehnološkog procesa u tehnološkom, mašinskom, elektro i građevinskom projektu, a takođe i kroz dopunske mere zaštite.

2. Elaborat o zaštiti životne sredine

S obzirom da se korišćenje prirodnih resursa, izgradnja objekata ili izvođenja drugih radova, može odvijati samo pod uslovom da se ne izazovu trajna oštećenja ili značajne promene prirodnih oblika, zagađivanje ili na drugi način degradiranja životne sredine, svaki investitor je dužan da, analizira i kvantificira uticaje projektovane tehnologije na životnu sredinu i da planira i sprovede mere kojima se sprečava ugrožavanje životne sredine.

Lokacija, projektno rešenje i način izgradnje industrijskih objekata u kojima će se odvijati tehnološki proces, treba da su određeni odgovarajućim prostornim i tehničkim uslovima u funkciji namene i usklađeni sa zahtevima za zaštitu životne sredine. S obzirom da će izvođenjem planiranih radova na izgradnji objekata (neminovno) doći do degradacije zemljišta na izabranoj lokaciji, ove radove treba uskladiti i sa odgovarajućim merama rekultivacije.

2.1. Sadržaj elaborata o zaštiti životne sredine

Elaboratom o zaštiti životne sredine razmatra se uticaj projektovane tehnologije i građevinskih objekata na životnu sredinu i daje se "ocena" ovog uticaja.

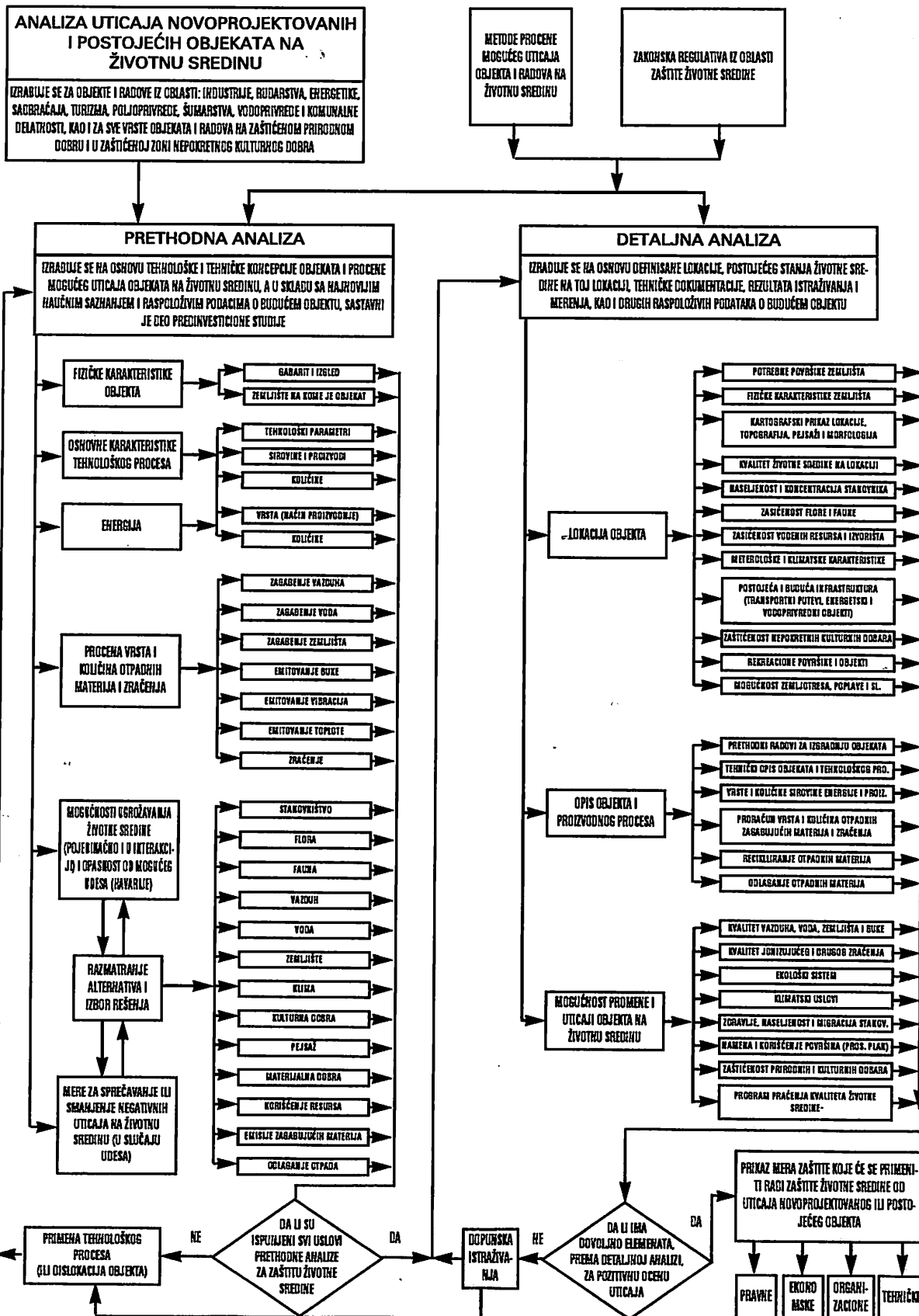
Pomenutim elaboratom je predviđeno (definisano zakonskim regulativama) i da se analiza uticaja projektovane tehnologije na životnu sredinu radi u dve faze. U prvoj fazi se, na osnovu raspoloživih podataka o tehničko - tehnološkoj koncepciji, utvrđuje mogući uticaj objekata i radova na životnu sredinu i osnovni principi primene mera zaštite životne sredine. U drugoj fazi se za konkretnu lokaciju, postojeće stanje kvaliteta životne sredine, odgovarajuću tehničku dokumentaciju i odgovarajuća istraživanja, ispitivanja i merenja, izrađuje detaljna analiza uticaja i daje prikaz mera zaštite, koje će se primeniti radi zaštite životne sredine od uticaja novoprojektovanog (ili postojećeg) objekta, odnosno tehnološkog procesa.

Na osnovu sprovedene analize daje se ocena uticaja projektovane tehnologije na životnu sredinu i ova ocena je merodavna za donošenje definitivne odluke o gradnji objekata za projektovanu tehnologiju.

2.2. Praćenje kvaliteta životne sredine

Prema Zakonu o zaštiti životne sredine sva preduzeća koja grade nove ili rekonstruišu stare objekte, dužna su da, u obavljanju svoje delatnosti, obezbede racionalno korišćenje prirodnih resursa i energije, računanje troškova zaštite životne sredine u okviru investicionih i proizvodnih troškova i praćenje uticaja proizvodnog procesa na stanje životne sredine.

Preduzeća su takođe dužna da vode podatke o vrstama i količinama opasnih i štetnih materija koje koriste u proizvodnom procesu, kao i da imaju podatke o vrstama i količinama opasnih i štetnih i otpadnih materija koje ispuštaju ili odlažu u vodu, vazduh i zemljište



(na propisan način) i da te podatke dostavljaju nadležnim organima, kao i da te podatke us-tupe projektantima investiciono tehničke dokumentacije.

2.3. Formiranje elaborata o zaštiti životne sredine

Za izradu "Elaborata o zaštiti životne sredine" neophodno je imati:

- sve relevantne informacije o novoprojektovanoj tehnologiji i
- odgovarajući program rada i analize tih relevantnih podataka.

U prikazanom blok dijagramu Sl. 1. daje se program rada za ocenu uticaja novoprojektovane tehnologije na životnu sredinu. Svi elementi ovog programa jasno su definisani, a

takođe i tok "obrađenih" informacija, te se u detaljna objašnjenja blok dijagrama neće ulaziti. Tim pre, što su to i elementi Zakona o zaštiti životne sredine Republike Srbije.

Jasno je, da izloženi postupak može da bude i skraćen, ali je to svakako rezultat dobro izabranih tehnoloških procesa, vrste objekata i lokacije.

3. Zaključak

Pridržavanje predložene "procedure" za izradu "Elaborata o zaštiti životne sredine", olakšaće ne samo izradu elaborata, već i adekvatnu primenu tehnološkog procesa, kao i odgovarajuću recenziju kako stručnih tako i inspeksijskih komisija.

Summary:

THE APPLICATION OF LAW REGULATIONS OF THE REPUBLIC OF SERBIA IN THE PROCESS OF REPORT ELABORATION RELATED TO ENVIRONMENTAL PROTECTION

This article deals with the problem of report elaboration related to environmental protection and with the analysis of substantial elements necessary for these reports. The law regulations of the Republic of Serbia concerning the environmental protection, represent the fundamental basis of this article.

We present the model according to which the operation program me is performed and it includes all the previously mentioned detailed analysis and relevant information concerning the influence of new and reconstructed technologies and plants on the quality of the environment in their surroundings.

Literatura:

1. Zakon o zaštiti životne sredine, Službeni glasnik Republike Srbije br. 66/91
2. Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumi za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka, Službeni glasnik Republike Srbije br. 54/92
3. Pravilnik o analizi uticaja objekata, odnosno radova na životnu sredinu, Službeni glasnik Republike Srbije br. 61/92

Uticaj sniženja temperature napojne vode na karakteristike kotlovskih postrojenja sa i bez naknadnog pregrevanja pare (sa 1 slikom)

Borislav Perković

REZIME

U radu su prikazane osnovne radne karakteristike za dva kotlovska postrojenja (jedno sa prirodnom cirkulacijom i bez naknadnog pregrevanja, a drugo sa prinudnom cirkulacijom i sa naknadnim pregrevanjem pare). Iz rezultata proračuna se vidi uticaj promene temperature napojne vode na radne karakteristike novoprojektovanih parnih kotlova. Dokazano je, da je za inženjersku praksu dovoljno tačan podatak da se zbog promene temperature napojne vode menja jedino temperatura izlaznih dimnih gasova i gubitak usled fizičke toplote izlaznih dimnih gasova, dok se promene ostalih gubitaka toplote parnog kotla mogu zanemariti.

Kao što je poznato, pri smanjenju snage bloka termoelektrane odnosno turbopostrojenja i pri isključenju sistema regenerativnih zagrejača visokog pritiska, dolazi do sniženja temperature napojne vode na ulazu u kotlovsko postrojenje. Pri tome dolazi do niza promena u samom postrojenju koje se odražavaju na način rada i ostale karakteris-

tike. Jedna od najznačajnijih promena pri tome je promena temperaturnih stanja u pojedinim elementima kotlovskog postrojenja.

U sklopu analize uticaja temperature napojne vode na radne karakteristike kotlovskih postrojenja razmatrana su dva karakteristična slučaja koji mogu nastati pri isključivanju regenerativnih zagrejača visokog pritiska:

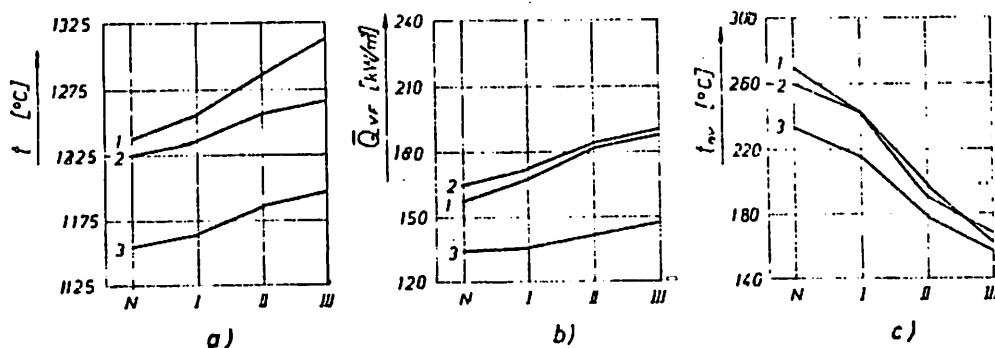
a) Ukupna toplotna produkcija parnog kotla ostaje konstantna ($Q = \text{const.}$) i

b) Količina proizvedene pare ostaje konstantna ($D_1 = \text{const.}$).

Sva ostala stanja koja se u pogonu mogu pojaviti se nalaze između ova dva granična slučaja.

Opšti oblik promene karakterističnih veličina kotlovskih postrojenja sa prirodnom i prinudnom cirkulacijom (temperatura pregre-

jane pare, količina razmenjene toplote u pojedinim grejnim površinama, stepen korisnosti kotla, pojedini gubici toplote koji prate proces transformacije energije) pri promeni temperature napojne vode, analiziran je u (1). Uticaj isključenja regenerativnih zagrejača visokog pritiska na raspored temperatura dimnih gasova duž kotlovskih grejnih površina (a time i na stepen korisnosti) za razna postrojenja je različit i zavisi od koncepcije postrojenja, a



Slika 1

N - svi zagrejači visokog pritiska su u pogonu; I - isključen jedan zagrejač visokog pritiska; II - isključena dva; III - isključena sva tri zagrejača visokog pritiska; a - promena temperature dimnih gasova na kraju ložišta; b - promena toplotnog opterećenja ložišta; c - promena temperature napojne vode; 1 - postrojenje TPP-200; 2 - TPP - 210; 3 - TP - 100

Osnovne karakteristike kotlovskog postrojenja bez naknadnog pregreivanja pare

Tablica 1

Naziv veličine	Vrednost	Jedinica
- nominalna produkcija pare	75,0	kg/s
- pritisak pregreijane pare	9,6	MPa
- temperatura pregreijane pare	535,0	$^{\circ}\text{C}$
- temperatura napojne vode	220,0	$^{\circ}\text{C}$
- donja toplotna moć uglja	13420	kJ/kg
- teorijska količina vlažnih produkata sagorevanja	4,2465	m^3/kg
- teorijski potrebna količina vazduha za sagorevanje	3,7566	m^3/kg
- grejne površine:		
- ložište	889,3	m^2
- pregrejač 1	839,2	m^2
- pregrejač 2	731,5	m^2
- pregrejač 3	1611	m^2
- zagrejač vode 1	294,4	m^2
- pregrejač 4	246,4	m^2
- zagrejač vode 2	3170	m^2
- pregrejač 5	181,6	m^2

Naziv veličine	Vrednost	Jedinica
- nominalna produkcija pare	211,1	kg/s
- pritisak pregrejane pare	17,8	MPa
- temperatura pregrejane pare	535,0	°C
- količina naknadno pregrejane pare	185,0	kg/s
- pritisak naknadno pregrejane pare	3,97	MPa
- temperatura naknadno pregrejane pare	535,5	°C
- temperatura pare za naknadno pregrevanje	331,7	°C
- temperatura napojne vode	243,0	°C
- donja toplotna moć uglja	11515	kJ/kg
- teorijska količina vlažnih produkata sagorevanja	3,4669	m ³ /kg
- teorijski potrebna količina vazduha za sagorevanje	3,1227	m ³ /kg
- grejne površine:		
- ložište	2063	m ²
- pregrejač 1	2050	m ²
- pregrejač 2	2724	m ²
- pregrejač 3	1680	m ²
- naknadni pregrejač 1	112	m ²
- pregrejač 4	532	m ²
- naknadni pregrejač 2	2334	m ²
- pregrejač 5	372	m ²
- naknadni pregrejač 3	4171	m ²
- pregrejač 6	8456	m ²
- zagrejač vode	2980	m ²
- zagrejač vazduha	46927	m ²

posebno od zagrejača vode i zagrejača vazduha.

Karakterističan tok temperatura gasova na kraju ložišta, toplotnog opterećenja ložišta i promene temperature napojne vode pri isključenju sistema zagrejača visokog pritiska prikazan je na slici 1. Kriva 1 se odnosi na kotlovsko postrojenje TPP-200, kriva 2 na postrojenje TPP-210, a kriva 3 na postrojenje TP-100. Navedena kotlovska postrojenja je izgradio Taganroški zavod (bivši SSSR) za

blokove snage 200, 300 i 800 MW, a njihove osnovne karakteristike su date u (1).

U cilju potpunijeg ispitivanja ponašanja kotlovskih postrojenja pri radu sa znatnim sniženjem temperature napojne vode, tj. pri isključenju sistema regenerativnih zagrejača visokog pritiska, izvršeni su odgovarajući toplotni proračuni. Cilj ovih proračuna je bio da se, između ostalog, sagleda kako će se novoprojektovano postrojenje ponašati pri navedenim promenama temperature napojne vode.

Borislav Perković: Uticaj sniženja temperature napojne vode...

Karakteristične veličine toplotnog proračuna kotlovskeg postrojenja bez naknadnog pregrevanja pare

Tablica 3

Naziv veličine	Vrednost za slučaj			Jedinica
	a	b	c	
- količina goriva	16,08	16,03	18,11	kg/s
- količina pregrejane pare	75,0	66,83	75,0	kg/s
- temperatura napojne vode	220,2	149,9	149,9	°C
- temperatura svežeg vazduha	30,0	30,0	35,0	°C
- temperatura zagrejanog vazduha	295,3	264,6	278,8	°C
- teorijska temperatura u ložištu	1960,2	1941,2	1949,3	°C
- stvarna temperatura u ložištu	1524,3	1507,9	1516,7	°C
- temperatura gasova na vrhu ložišta	964,7	956,8	987,5	°C
- temperatura gasova iza zagrejača I	807,8	800,4	834,9	°C
- temperatura gasova iza zagrejača II	725,5	719,1	750,7	°C
- temperatura gasova iza zagrejača III	560,1	559,7	587,8	°C
- temperatura gasova iza zagrejača vode I	517,8	514,7	542,1	°C
- temperatura vode iza zagrejača vode I	303,5	272,8	279,1	°C
- temperatura gasova iza zagrejača vode II	337,5	302,0	320,7	°C
- temperatura vode iza zagrejača vode II	294,3	259,4	265,6	°C
- temperatura gasova iza zagrejača vazduha	180,4	162,3	176,7	°C
- zapremina gasova iza zagrejača vazduha	94,98	94,06	106,14	m ³ /s
- zapremina vazduha na ulazu u zagrejač	59,13	58,54	66,13	m ³ /s
Gubici toplote:				
- usled nasagorelog u šljaci i pepelu	2,11	2,78	2,78	%
- usled fizičke toplote šljake i pepela	0,21	0,27	0,27	%
- usled hemijske nepotpunosti sagorevanja	0,50	0,50	0,50	%
- u izlaznim gasovima	9,31	8,19	8,95	%
- usled spoljnog hlađenja	0,43	0,54	0,54	%
Stepen korisnosti	87,44	87,72	86,96	%

Za proračun su odabrana dva karakteristična kotlovska postrojenja. Oba postrojenja su predviđena da rade sa ugljenim prahom. Osnovne tehničke karakteristike kotlova su prikazane u tablicama 1 i 2. Izbor kotlova za proračun je izvršen tako da bude obuhvaćeno postrojenje sa prirodnom cirkulacijom bez naknadnog pregrevanja i postrojenje sa prinudnom cirkulacijom i sa naknadnim pregrevanjem pare.

Toplotni proračun je izvršen za tri karakteristične produkcije i to:

a) Nominalna produkcija pare, pri radu sa normalno uključenim sistemom regenerativnih zagrejača visokog pritiska;

b) Snižena je temperatura napojne vode na vrednost koja vlada u napojnom rezervoaru, a ukupna toplotna produkcija je zadržana kao u slučaju "a" ($Q_1 = \text{const.}$);

c) Temperatura napojne vode iznosi kao u slučaju "b", a produkcija sveže pare iznosi kao u slučaju "a" ($D_1 = \text{const.}$).

Karakteristične veličine toplotnog proračuna kotlovskeg postrojenja sa naknadnim pregrevanjem pare

Tablica 4

Naziv veličine	Vrednost za slučaj			Jedinica
	a	b	c	
- količina goriva	58,38	56,57	68,46	kg/s
- količina pregrejane pare	211,11	180,42	211,11	kg/s
- količina naknadno pregrejane pare	185,0	180,42	211,11	kg/s
- temperatura napojne vode	243,0	149,9	149,9	°C
- temperatura svežeg vazduha	50,0	50,0	50,0	°C
- temperatura zagrejanog vazduha	360,3	345,7	365,8	°C
- teorijska temperatura u ložištu	1990,6	2018,2	1994,1	°C
- stvarna temperatura u ložištu	1724,6	1718,3	1727,6	°C
- temperatura gasova ispred pregrejača 1	1155,7	1150,2	1195,4	°C
- temperatura gasova ispred pregrejača 2	894,5	888,4	948,2	°C
- temperatura gasova ispred pregrejača 3	888,9	882,8	942,8	°C
- temperatura gasova ispred pregrejača 4	784,6	778,1	835,6	°C
- temperatura gasova iza naknadnog pregrejača 1	744,8	739,8	797,5	°C
- temperatura gasova iza naknadnog pregrejača 2	662,7	658,0	706,9	°C
- temperatura gasova iza naknadnog pregrejača 3	550,2	545,8	577,2	°C
- temperatura gasova iza pregrejača 5	447,3	454,1	475,5	°C
- temperatura gasova iza zagrejača vode	386,9	371,0	395,0	°C
- temperatura vode iza zagrejača vode	267,9	198,9	202,1	°C
- temperatura gasova iza zagrejača vazduha	192,2	185,1	196,9	°C
- zapremina gasova iza zagrejača vazduha	269,99	261,61	316,58	m ³ /s
- zapremina vazduha na ulazu u zagrejač vazduha	185,92	180,15	218,01	m ³ /s
Gubici toplote:				
- usled nesagorelog u šljaci i pepelu	1,94	1,94	1,94	%
- usled fizičke toplote šljake i pepela	2,47	2,47	2,47	%
- usled hemijske nepotpunosti sagorevanja	0,00	0,00	0,00	%
- u izlaznim gasovima	9,59	9,17	9,88	%
- usled spoljnog hlađenja	0,23	0,23	0,23	%
Stepen korisnosti	85,77	86,19	85,48	%

Za sve režime za koje je vršen proračun parametri pare su zadržani na nominalnim vrednostima.

Proračun je izvršen na računaru u Računarskom centru Instituta pri fabrici SES - Tlmače, Slovačka, a prikaz karakterističnih rezultata dat je u tablicama 3 i 4.

Iz rezultata proračuna, odnosno iz tablica 3 i 4 se vidi uticaj promene temperature napojne vode na radne karakteristike novoprojekto-

vanih parnih kotlova. Takođe je dokazano, da su opravdani i dovoljno tačni za inženjersku praksu zaključci, do kojih je autor ovog rada došao istraživanjima na postrojenjima u eksploataciji, da se zbog promene temperature napojne vode odnosno temperature izlaznih dimnih gasova menja jedino gubitak usled fizičke toplote izlaznih dimnih gasova, dok se promene ostalih gubitaka toplote mogu zanemariti.

Summary:

**THE EFFECT OF THE REDUCTION OF SUPPLY WATER TEMPERATURE
IN BOILER ROOM PLANTS WITH OR WITHOUT ADDITIONAL STEAM
HEATING**

In this paper we find presented the basic operational characteristics for two boiler room plants (one with natural circulation and without additional heating, and the other with forced circulation and with additional steam heating). The calculation results indicate the way in which the changes in temperature of supply water, affect the operating characteristics of the newly designed steam boiler rooms. It has been proved in practice, with enough precision, that due to changes in temperature of the supply water, only the temperature of the outlet flue gases is altered including the loss caused by the physical heat of the outlet flue gases, while the changes in other heat losses of the steam boiler room, can be considered as insignificant.

Literatura:

1. Perković, B.: - Radne karakteristike kotlovskih postrojenja pri promeni temperature napojne vode - Rudarski glasnik, Vol. 27 (1988) Nr. 4, Beograd
2. Tehnička dokumentacija Rudarskog instituta - Beograd - Neobjavljeno

Kategorizacija ležišta lignita "Tamnava I" po stepenu potencijalne opasnosti od agresivne mineralne prašine (sa 1 slikom)

Marija Ivanović - Vladimir Ivanović = Obren Koprivica

Rezime

Glavnim rudarskim projektom trebalo bi da budu rešena sva pitanja zaštite, kao i pitanje zaštite od agresivne mineralne prašine. Zbog toga je potrebno da se prethodnim ispitivanjima, pored ostalih podloga, utvrde agresivna svojstva mineralne prašine u odnosu na prirodna svojstva ležišta, odnosno sadržaj slobodnog SiO₂. Kako to nije urađeno u toku istraživanja, naknadno je izvršena kategorizacija potencijalne opasnosti ležišta od agresivne prašine, kao važne podloge za izradu investiciono-tehničke dokumentacije.

1. Uvod

Da bi se znalo koji uslovi treba da budu ispunjeni kako bi se stvorila bezopasna radna okolina po zdravlje čoveka, potrebno je odrediti do koje granice treba spustiti koncentraciju lebdeće udišljive prašine, tj. odrediti maksimalno dozvoljenu koncentraciju u odnosu na sastav prašine. Kod otvaranja novih rudnika za projektovanje zaštite koristi

se podatak o potencijalnoj opasnosti ležišta, kojom se pretpostavlja mogući sadržaj slobodnog SiO₂ u lebdećoj prašini kada počne eksploatacija mineralne sirovine (ležišta uopšte).

Dalja kontrola efikasnosti primenjenih mera zaštite vrši se određivanjem koncentracije lebdeće prašine koja se stvara pri radu i sadržaja slobodnog SiO₂ u njoj.

2. Potencijalna opasnost

Slobodni kristalni SiO_2 , više ili manje, prisutan je u svim ležištima ili rudnicima. Shodno tome, ukoliko ima više kristalnog SiO_2 , utoliko postoji veća opasnost od nastajanja silikoze.

Silikozu, dakle izaziva udisanje fine prašine (ispod 10 mikrometara) koja se sastoji iz kvarca, kristobalita i tridimita (5). To su tri modifikacije kristalnog silicijum-dioksida. Osnova za procenjivanje opasnosti od silikoze je poznavanje sadržaja kvarca, tridimita i kristobalita u lebdećoj prašini.

Kako se zna da samo prisustva kristalnog SiO_2 u ležištu predstavlja sigurnu opasnost od nastajanja silikoze, a kod uglja silikoantrakoze, to je neophodno unapred odrediti kolika je ta potencijalna opasnost od nastajanja silikoze; shodno tome, predvideti mere zaštite. Ona se određuje na osnovu srednjeg sadržaja slobodnog SiO_2 u ležištu, a prema vrednosti maksimalno dozvoljene koncentracije.

Kako radovi mogu biti izvođeni samo u uglju ili samo u pratećim slojevima (raskrivka), to je potrebno predvideti obe moguće potencijalne opasnosti. Na površinskom kopu Tamnava Istočno Polje rade dva paralelna sistema:

- otkrivanje uglja (BTO)
- eksploatacija uglja (BTU)

Radnici sa uglja po potrebi rade i na BTO sistemu zbog čega je potrebno odrediti neku prosečnu potencijalnu opasnost od kvarca, tj. za ležište u celini. Ovo se postiže već ustaljenom metodom (4) pomoću zapremine uglja i zapremine jalovine u ležištu i srednjeg sadržaja kristalnog SiO_2 u pojedinim litološkim članovima.

Litološki sastav ležišta

Ležište "Tamnava" locirano je u istočnoj polovini zapadnog dela Kolubarskog basena sl. 1. Ugljena formacija ležišta "Tamnava" izgrađena je od donjopliocenskih sedimenata

(ponta). Donjopontski kvarcni peskovi čine podinu, a gornjopontski sedimenti glinovito-peskovitog litološkog sastava izgrađuju krovinu ugljene serije. Iznad gornjopontskih krovinskih sedimenata leže slojevi kvartarnih nanosa.

U ugljenoj seriji, pored slojeva uglja, u izgradnji učestvuju slojevi i proslojci peskova, ugljevite gline, sivozelene gline različite debljine i prostiranja.

U ležištu "Tamnava" ugljena serija se odlikuje relativno jedinstvenim strukturnim elementima i oblicima i prostom tehnikom, odnosno glavne mase lignita koncentrisane su u dva ugljena sloja koji su u istočnom i severoistočnom delu ležišta spojeni u jedan jedinstveni sloj. Osim toga, u određenim delovima ležišta utvrđeno je postojanje i trećeg ugljenog sloja koji je male debljine, a leži na najvećoj dubini i ekonomski nije interesantan.

Između I i II ugljenog sloja nalazi se sloj kvarcnog peska sa liskunom, mestimično praškast, sa proslojcima sivozelene gline - tzv. međuslojni pesak debljine 4-6 m.

Iznad prvog ugljenog sloja leže sedimenti ponta i kvartara. Ovi sedimenti predstavljeni su različitim litološkim članovima; peskovima, alevrolitima, šljunkovima i glinama. U dubljim delovima ugljene serije krovinu čine gornjopontski sedimenti izgreni od alevrolita sa proslojcima glina i peska dok, u uslovima ležišta gde je ugalj bliže površini terena, neposredna krovina je izgrađena samo od aluvijalnih sedimenata mleg kvartara.

Kvartni sedimenti su razvijeni na celom području ležišta i predstavljeni su: zaglinjenim terasnim šljunkovima, aluvijalnim šljunkovima i peskovima, glinovitim peskovima i masnim i posnim glinama.

Uzorkovanje i analiza

Projektom eksploatacije predviđeno je vađenje samo glavnih ugljenih slojeva: I (debljine 10-20 m) i II (debljine 4-6 m) i jedinstvenog ugljenog sloja, za koje se i obrađuje

potencijalna opasnost od agresivne mineralne prašine.

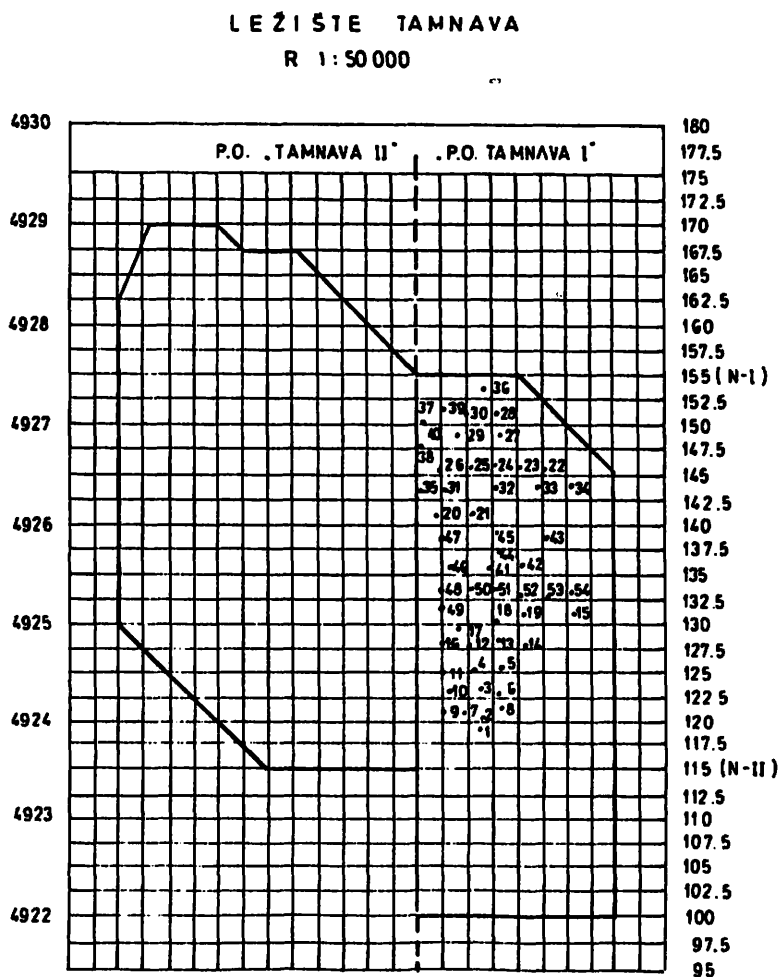
Kako je ugalj u ležištu različitog sastava i kako se prateći članovi različito pojavljuju to je za ocenu agresivnosti lebdeće prašine bilo potrebno uzimati uzorke u jednom dužem periodu, da bi se obuhvatili svi litološki članovi. Još bolje je uzorke uzimati u vreme istražnih bušenja, ali kako to nije učinjeno uzorci su uzimani na otvorenim profilima u vremenskom periodu od 7 godina i prikazani su na slici 1 od 1-54.

U periodu uzimanja uzoraka na Površinskom kopu "Tamnava-Istočno polje" otkriveni su svi litološki članovi, u kojima se,

prema projektu eksploatacije, predviđaju rudarski radovi i to:

- II ugljeni sloj,
- jedinstveni ugljeni sloj,
- međuslojni kvarcni pesak,
- I ugljeni sloj,
- alevrolit (gornji pont),
- aluvijalni šljunkovi (kvartar),
- aluvijalni peskovi (kvartar),
- kvartarne gline (posna i masna),
- plastične gline u ugljenom sloju (jalovina).

Uzorci uzeti u sedmogodišnjem periodu na otvorenim profilima obuhvatili su sve promene, kako u ugljenim slojevima, tako i u pratećim (otkrivka).



Slika 1.

Analiza uzetih uzoraka na sadržaj slobodnog kristalnog SiO₂ vršena je klasičnom rendgenskom difrakcijom. Uzorci uglja su prvo spaljivani pa onda analizirani. Preračunavanjem je određen sadržaj SiO₂ na nespaljeni ugalj. Na ostalim uzorcima, analiza je vršena direktno na nespaljenu supstancu.

Analizom su dobijeni sledeći sadržaji:

Uzorci prašine sa trake i kod bagera uzeti su samo kao probni, da bi se mogla dobiti slika o nekom budućem srednjem sadržaju pri eksploataciji uglja.

Iz analize uzoraka (tablica 1) može se uočiti promena u sadržaju kvarca od 0,9-5,2%. Kod međuslojnog Q-peska u zavisnosti da li je više ili manje zaglinjen sadržaj kvarca se kreće od 72,8-93,5%. Kod plastične i posne gline, u zavisnosti koliko je peskovita, kvarc se kreće od 12,2-56,8%. Kod aluvijalnih peskova od 35,4-63,8% u zavisnosti od stepe-

na zaglinjenosti. Kod zaglinjenog šljunka od 32,8-58,1%. Kod alevrolita od 32,0-52,5%.

Svi ovi podaci ukazuju na potrebu stalnog praćenja zaprašenosti što je i predviđeno Pravilnikom o tehničkim normativima za površinsku eksploataciju mineralnih sirovina. Ovo bi trebalo da se odnosi ne samo na eksploataciju već i na preradu uglja, kao i na velike potrošače kao što su termoelektreane i toplane koje koriste ovaj ugalj.

Određivanje srednjeg sadržaja slobodnog SiO₂ u pratećim stenama, uglja i ležišta u celini

Kod površinskih kopova radovi na otkrivanju uglja se izvode nezavisno od eksploatacije uglja, pa su i posebno tretirani kod proračuna srednjeg sadržaja. U slučajevima kada se radovi paralelno izvode u jalovini i uglju i kada postoje uzajamni uticaji prašine

Tablica 1.

Naziv uzorka	Sadržaj slobodnog kristalnog SiO ₂				
	1981.	1983.	1984.	1986.	1988.
Q-međuslojni pesak	93,2	75,5	75,6		93,5
	78,0		72,8		
I ugljeni sloj	2,5	1,3	0,9		
	1,3		1,2		
II ugljeni sloj	5,2	1,3	0,9		
	3,5		1,1		
Plastična glina	12,2	40,4	32,2	23,1	35,7
Posna glina-peskovita	56,8	39,6	50,0		25,2
			42,0		
Aluvijalni peskovi	45,0	49,8	63,8	35,4	50,4
			34,1		
Zaglinjeni šljunak	32,8	58,1	52,7	33,8	35,6
			44,2	40,0	
Alevrit	32,0	34,4	36,1	41,5	44,8
	52,5		34,4	32,3	
Jedinstveni sloj			4,9	1,2	1,4
			3,5		
			5,2		
Prašina uglja kod bagera					
Prašina za trake I i II ugljenog sloja	1,5	30,2			

važne vrednosti srednjeg sadržaja slobodnog SiO₂ u ležištu.

Kako su na kopu moguće razne situacije tako su i proračunima prosečnih vrednosti uzeti u obzir svi mogući uticaji prašine. Srednji sadržaj slobodnog SiO₂ za radove u jalovini, uglju i celom ležištu određuje se iz ponderisane sredine gde je ponder zapremina jalovine i uglja.

Na osnovu srednjeg sadržaja slobodnog SiO₂ u ležištu određuje se koja je prosečna koncentracija lebdeće prašine dozvoljene pri radu kod otvaranja i eksploatacije. Ova prosečna vrednost služi kao orijentacija za projektovanje tehničkih mera zaštite kod otvaranja ležišta. Međutim, čim otpočnu radovi treba se pridržavati vrednosti za pojedine litološke članove, sa praćenjem koncentracije lebdeće prašine.

Proračun srednjeg sadržaja slobodnog SiO₂ u ležištu, jalovini i uglju izvršen je pomoću sledeće jednačine (4):

$$P_s = \frac{P_1 \cdot V_1 + P_2 \cdot V_2 + P_3 \cdot V_3 + \dots + V_n \cdot P_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}$$

gde je:

V₁, V₂, V₃...V_n - zapremina odgovarajućih slojeva (m³)

P₁, P₂, P₃...P_n - srednji sadržaj slobodnog kristalnog SiO₂ u pojedinim slojevima (%)

Srednji sadržaj slobodnog SiO₂ za pojedine litološke članove određen je aritmetičkom sredinom.

Za I, II i jedinstveni sloj uglja urađen je zajednički prosek, jer su zapremine skupno izražene zajedno sa jalovinskim proslajcima.

Međuslojne plastične gline su uzete kod proračuna dva puta i to kod eksploatacije uglja i posebno. Kod eksploatacije ugljenih slojeva plastične gline se vade zajedno sa ugljem, kada su debljine do 1,0 m.

Srednji sadržaj slobodnog SiO₂ za kvartarne gline određen je skupno za posne i masne jer su zapreminski tako prikazane (1).

Na početku eksploatacije uglja bila su otvorena dva sloja uglja sa međuslojnim kvarcnim peskom. U kasnijoj eksploataciji došlo je do isklizavanja sloja kvarcnog peska tako da se eksploatisao samo jedinstveni sloj uglja.

Podaci za proračun srednjeg sadržaja u jalovini i ležištu dati su u tablici 2.

3. Određivanje opasnosti od agresivne mineralne prašine

Potencijalna opasnost ukazuje na očekivanu vrednost sadržaja slobodnog kristalnog SiO₂ u lebdećoj prašini za određeni deo ležišta, pri eksploataciji na površinskom kopu.

U lebdećoj prašini može biti manje ili više slobodnog SiO₂ nego što ga ima u uglju i pratećim stenama. Ta razlika zavisi od niza pogonskih veličina kao što su: brzina napre-

Tablica 2.

Litološki član	Zapreminska zastupljenost V-m ³	Sadržaj slobodnog SiO ₂ P-%
Kvartarne gline	62.870.480	35,8
Kvartarni šljunak	63.321.315	42,5
Kvartarni pesak (aluvijalni)	5.798.713	46,4
Kvarcni međuslojni pesak	3.623.500	79,0
Alevrit	59.849.160	38,0
Međuslojne gline	30.060.750	22,7
Jedinstveni sloj uglja + I i II sloj uglja	169.135.559	2,6

dovanja, stepen mehanizacije, faze rada, brzina vetrova, pravac vetrova, vremenske prilike (kiša, sneg, sunce) i dr.

Određivanje opasnosti od agresivne mineralne prašine vrši se, preko formule o maksimalno dozvoljenoj koncentraciji čija vrednost je direktno zavisna od procenta slobodnog kristalnog SiO₂. Formula za određivanje maksimalno dozvoljene koncentracije je regulisan JUS standardom ZBO-001.

Pri eksploataciji i otkrivanju uglja koncentracija prašine pri radu u pojedinim slojevima ne sme preći maksimalno dozvoljene vrednosti u tablici 3:

Analiza agresivnosti, tj. potencijalne opasnosti od agresivne prašine ukazuje na to da je prašina agresivno opasna i potrebno je zaštititi radnike odgovarajućim tehničkim merama zaštite sa obaveznim kontrolisanjem koncentracije alveolarne prašine u svim radnim okolinama, pri svim fazama rada i u svim radnim sredinama. U slučaju da su koncentracije lebdeće prašine i posle primenjenih tehničkih mera zaštite veće od maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) potrebno je predvideti i primeniti dodatne mere lične zaštite.

4. Zaključak

Izvršena ispitivanja i proračuni kategorizacije ležišta "Tamnava-Istočno Polje" po stepenu potencijalne opasnosti od agresivne mineralne prašine pokazala su da je kod izrade i usvajanja propisa (Republički pravilnik o sadržini rudarskih projekata) ispravno predviđena i propisana obaveza da se još u prethodnoj fazi, znači pre izrade investiciono-tehničke dokumentacije, pored ostalog ispituju i ova veoma bitna prirodna svojstva ležišta, što se inače u praksi, sem retkih izuzetaka, nažalost ne sprovodi. Važno je napomenuti da bi za praktičnu realizaciju ovog postupka trebalo, paralelno sa ostalim komponentama u ležištu, da se određuje i sadržaj slobodnog kristalnog SiO₂.

Sticajem okolnosti, zbog toga što su ispitivanja potencijalne opasnosti mineralne prašine - u odnosu na prirodna svojstva ležišta - obavljena u fazi podmakle eksploatacije, periodičnim ispitivanjima zapašenosti u radnim okolinama utvrđeno je, da su količine udišljive prašine u vazduhu veće od dozvoljenih graničnih vrednosti, što ukazuje na možda propuštenu mogućnost da se još u postupku izrade dokumentacije predvide i projektu mere za suzbijanje prašine.

Tablica 3.

Oznaka uzorka	Sadržaj slobodnog SiO ₂ (%)	M D K	
		mg/m ³	č/sm ³
Kvartarne gline	35,8	0,3	236
Kvartarni šljunkovi	42,5	0,2	203
Aluvijalni pesak	46,4	0,2	188
Kvarcni međuslojni pesak	79,0	0,1	114
Alevrit	38,0	0,3	224
Međuslojne plastične gline	22,7	0,4	348
Ukupno za jalovinu	37,5	0,3	227
I ugljeni sloj	1,5	2,9	1488
II ugljeni sloj	2,4	2,3	1307
Jedinstveni ugljeni sloj	2,8	2,1	1240
Ugalj u celini	2,6	2,2	1272
Ležište u celini	26,6	0,4	305

Summary:

CLASSIFICATION OF "TAMNAVA I" LIGNITE DEPOSIT ACCORDING TO THE POTENTIAL DANGER DEGREE, CAUSED BY AGGRESSIVE MINERAL DUST

The Master Mining Design should involve the solutions on all the environmental problems, including the problem of protection against the aggressive mineral dust. Consequently, besides other necessary investigations and basic data, it is essential to establish in a previous stage, the aggressive properties of the mineral dust, in reference to the natural properties of the deposit, in other words the content of free SiO₂ is to be determined. As this item was not taken into consideration during the investigation process, the deposit was classified subsequently, according to the potential danger caused by the aggressive mineral dust, regarding this as an important element of the technical documentation.

Literatura:

1. Elaborat o rezervama nemetala ležišta "Tamnava" (knjiga 1), Tamnavski kopovi, 1979. - Lazarevac.
2. Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi uglja ležišta "Tamnava" REIK - Kolubara, 1976.
3. Ivanović M.: - Elaborat o kategorizaciji ležišta "Tamnava" po stepenu potencijalne opasnosti od slobodnog SiO₂ - Rudarski institut - Beograd, 1988.
4. Ivanović M.: - Neki novi elementi pri određivanju potencijalne opasnosti ležišta u pogledu agresivnog dejstva lebdeće mineralne prašine sigurnost u rudnicima, Beograd, broj 1, 1972.
5. Breuer H., Reisner M.T.R.: The relationship between Dust Exposure and Simple Pneumococniosis and the influence of the Assessment period on the frequency of dust limits Being Exceeded Silicosebericht nordhein - Westfalen - Band 15, 1985.

**Proračun polja piježometarskih pritisaka i provirne linije za slučaj u ravni ili osno-simetričan slučaj metodom konačnih elemenata
(sa 3 slike)**

Jovan Vujčić

REZIME

U članku je dat opis rada programa za proračun polja piježometarskih pritisaka za slučaj u ravni ili osno simetričan slučaj. Kao osnovni obrazac služi Darsijev zakon, a primenjen je metod konačnih elemenata. Polje može biti anizotropno i nehomogeno, a granični uslovi mogu biti pritisci i brzina proticanja. Kao rezultat proračuna iteracionim postupkom dobija se polje piježometarskih pritisaka i polje brzina, prikazani tabelarno i grafički.

Polje piježometarskih pritisaka služi za određivanje brzine proticanja vode u pojedinim tačkama i za određivanje provirne linije. Pri proračunu koeficijenata stabilnosti takođe se uzima u obzir polje piježometarskih pritisaka.

Ranije su ovi proračuni rađeni ručno, uz odgovarajuća uprošćavanja, pa su i rezultati bili grublji. Upotrebom računara i odgovarajućeg programa omogućeno je tačnije izračunavanje polja piježometarskih pritisaka. Uz

upotrebu grafike i rezultati su pregledniji, a sa tabelom u listi daje se jasna grafička i numerička interpretacija zadatog polja sa datim graničnim uslovima.

Program služi za proračun polja piježometarskih pritisaka i provirne linije za slučaj u ravni ili osno-simetričan slučaj. Oblast mora da se ograniči i može biti nehomogena i anizotropna. Za granične uslove mogu se uzeti pritisak, piježometarska visina ili priticaj (pozitivan ili negativan). Pre

proračuna se polje izdela na konačan broj trougaonih ili četvorougaoonih elemenata i izvrši indeksacija čvorova i elemenata. Po završenom proračunu dobijaju se u listi pritisci u datim čvorovima, srednje brzine u težištima trouglova i četvorouglova, kao i odgovarajuća grafička interpretacija.

Opis rada programa

Za proračun se usvaja Darsijev zakon:

$$q = -ki$$

gde je:

q - brzina proticanja vode (m/s) (pošto se pretpostavlja da je strujanje stacionirano)

k - koeficijent propustljivosti (m/s)

i - hidraulički gradijent (m/m).

Darsijev zakon se primenjuje na elemente trougaonog oblika i konačne veličine. Proračun se vrši za dva slučaja i to za osnosimetričan slučaj (bunar) ili za slučaj u ravni (vertikalna ravan, uz pretpostavku da ne postoji komponenta toka upravna na ravan). Prvo se vrši ograničavanje oblasti uz uvođenje prirodnih ili veštačkih graničnih uslova. Sledeća faza je podela na elemente trougaonog i četvorougaoonog oblika, u saglasnosti sa nehomogenošću sredina. Broj elemenata može biti do nekoliko stotina. Ne može se eksplicitno reći tačan broj, pošto zavisi od slučaja do slučaja. Na primer, raspored $20 \times 20 = 400$ elemenata može biti prevelik, a $40 \times 10 = 400$ elemenata može da bude dovoljan i da prođe kroz proračun. Granični uslovi mogu biti pritisak, visina Z, koja se automatski u programu pretvara u pritisak, ili brzina dotoka (oticanja) na pojedinim dužinama koja se automatski redukuje na odgovarajuće čvorove. Pri proračunu, u toku procesa iteracije, uzima se da je vrednost pritiska u čvorovima provirne linije jednaka 0, a program će automatski da vrši iteracije dok se ne postigne dovoljna tačnost da koordinata Z i pritisak na provirnoj liniji budu usaglašeni. U slučaju da je sredina anizotropna, zadaje se ugao anizotropije i glavni koeficijenti propustljivosti za odgovarajuće elemente, kao i

odgovarajući ugao. Kao rezultati proračuna se dobijaju pritisci i pijezometarske visine u svakom čvoru datog polja, a za težište svakog elementa-brzina sa odgovarajućim pravcem.

Postoji mogućnost grafičkog prikaza raznih radnih crteža, a takođe i crtež izopijezometarskih visina u zadatoj horizontalnoj i vertikalnoj razmeri sa željenim priraštajem.

Ulazni podaci za program su sledeći:

- naslov objekta (70 slova)
- broj čvorova
- broj elemenata
- broj raznih materijala
- broj čvorova slobodne površine
- slučaj koji se ispituje
 - 0 osno simetričan (bunar)
 - 1 ravan problem
- broj ulaznih podataka proticanja
- referentna ravan za potencijal (u odnosu na nju se računa gubitak energije)
- ukupna denivelacija u odnosu na koju se računa gubitak energije
- činilac popravke (služi kod iteracije)
- najveći dozvoljen broj iteracije
- dozvoljena greška u procesu iteracije
- redni broj materijala i odgovarajući najveći i najmanji koeficijent filtracije
- redni broj čvorova i uslov da su u čvoru pritisak ili brzina zadati kao granični uslovi, ili nema graničnih uslova. Ako su zadati granični uslovi, zadaje se i njihova vrednost u datim čvorovima. Ujedno se sa indeksom čvora zadaju i odgovarajuće koordinate.

Indeksi moraju biti u rastućem nizu, a ako su neki ispušteni, program ih automatski interpoluje u toku rada:

- indeksi susednih čvorova i brzina priliva (oticanja) u stranici elemenata, ako postoji priliv (oticanja) na granicama pojedinih elemenata
- indeksi čvorova slobodne površine i ugao pod kojim se diže (ili spušta) zadati čvor u procesu iteracije.

Program automatski javlja (neke) greške ili prevelik broj elemenata, a u slučaju da je sve u redu, daje listu sa ulaznim podacima i generisanim čvorovima i elementima i sledeće rezultate:

- tabelu pijezometarskih visina u svakom čvoru polja, kao i procentualni udeo energije za referentnu ravan i zadatu denivelaciju koja se uzima 100%
- tabelu brzina vode u m/s u težištu svakog elementa i to: v_x, v_y i $\sqrt{v_x^2 + v_y^2} = v$, odgovarajući ugao vektora brzine, kao i ugao anizotropije za svaki element.

Program automatski upisuje:

- podatke za crtanje pijezometarskih visina (koordinate čvorova i vrednosti pijezometarskih visina u njima)
- podatke za crtanje kontrolnih crteža, a to su indeksi čvorova sa njihovim koordinatama i indeksi elemenata sa odgovarajućim indeksima čvorova i rednim brojem materijala.

Na osnovu datih podataka postoji mogućnost automatskog crtanja sledećih crteža u željenoj horizontalnoj i vertikalnoj razmeri:

- polja izopijezometarskih visina sa zadatim korakom priraštaja, koji može da se nacrt

na neki drugi odgovarajući crtež, na primer, na crtež koji služi za proračun stabilnosti kosina

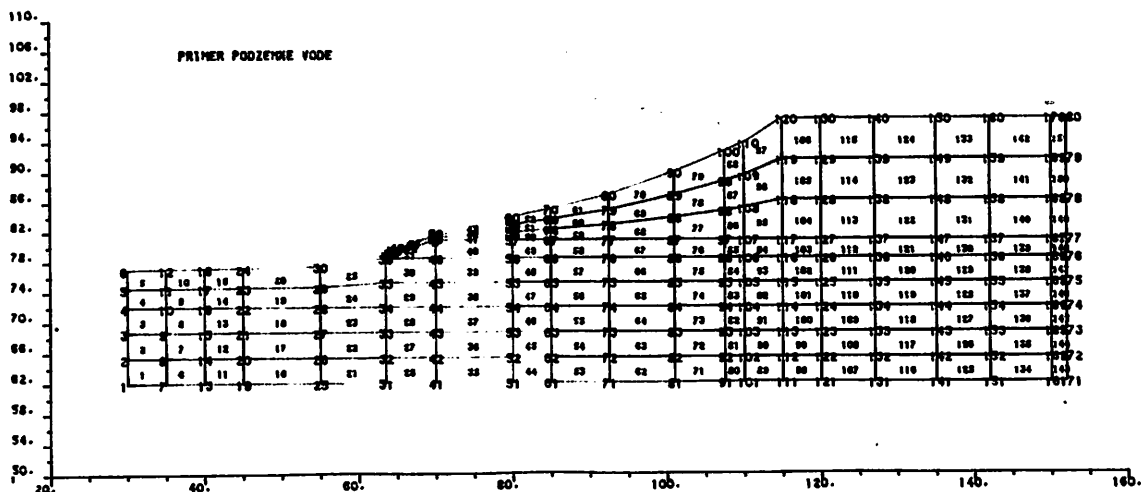
- grupe crteža koji služe za vizuelnu kontrolu ispravnosti unetih podataka, a ne moraju svi da budu zastupljeni:

1. prikaz indeksa čvorova
2. prikaz indeksa elemenata
3. prikaz indeksa elemenata i čvorova
4. prikaz indeksa materijala
5. prikaz indeksa materijala i elemenat
6. prikaz indeksa materijala, čvorova i elemenata
7. prikaz željenih kontura.

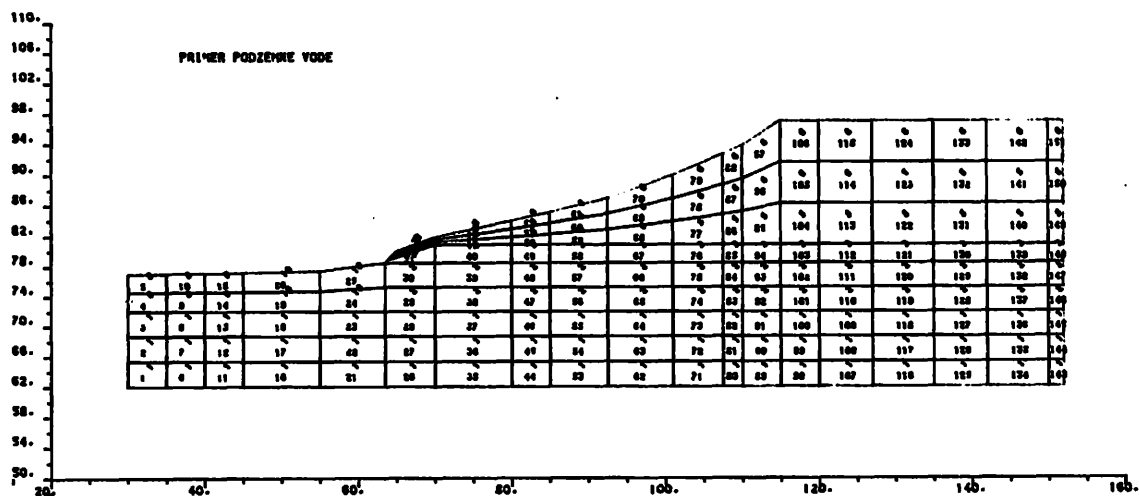
U praksi se obično koriste skice 3 i 5 za proveru ulaznih podataka, a 7 se koristi obično u kombinaciji sa crtanjem izopijezometarskih visina.

Za odgovarajuće ulazne podatke su napravljeni kontrolni crteži, i to: skica 1, koja odgovara tački 3, skica 2, koja odgovara tački 5 i skica 3, koja je kombinacija tačke 7 (naznačeni su slojevi), a preko nje su nacrtane izopijezometarske visine sa zadatim korakom (dva crteža jedan preko drugog).

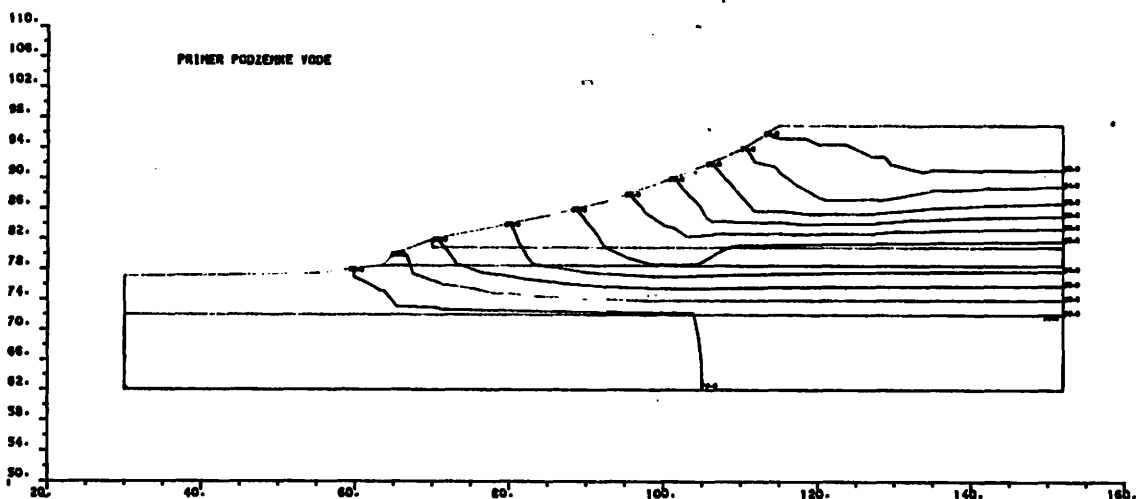
Proračun se vrši tako što inženjer odabira granične uslove (drenaže i nivo jezera). Posle dobijenih grafičkih rezultata i proračuna sta-



Slika 1.



Slika 2.



Slika 3.

bilnosti, inženjer ocenjuje da li su rezultati zadovoljavajući. U slučaju da nisu, ponovo se pristupa celokupnom proračunu, ali za nove granične uslove (drenaža na drugom mestu, dodata ili oduzeta drenaža). Ako je završni

proračun stabilnosti u redu, izrađuju se odgovarajući prilozi sa ulaznim podacima i tabele visina piježometarskih pritiska i brzine proticaja.

Summary:

CALCULATION CONCERNING THE FIELD OF PIEZOMETRIC PRESSURES AND THE PHREATIC SURFACE LINE IN CASE OF PLANE AND AXISYMETRIC STATUS, APPLYING THE FINITE ELEMENT METHOD

This article described the operation of the program conceived to calculate the field of piezometric pressures in case of plane and axisymmetric status. Darcy's law was accepted as the principal operating formula, in addition to the finite element method which was applied. The field can be anisotropic and non-homogenous, while the pressures and the flow rate may be the limiting conditions. The field of piezometric pressures and rate field, in tabular and graphic display, represent the result of the calculations completed through iteration method.

Literatura:

1. Boreli, M.,(1980): Hidraulika, Beograd.
2. Vuković, M., Soro, A.,(1984): Hidraulika podzemnih voda, Beograd.
3. Chandrakand, S., Desay, J.F.A.,(1972): Introduction to the finite element method, New York.

