

RUDARSKI GLASNIK  
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ  
**3**  
1981

# RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES  
BULLETIN DES MINES  
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л  
BERGBAUZEITSCHRIFT

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2  
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA  
ŠTAMPA: BIRO ZA GRAFIČKU DELATNOST INSTITUTA ZA VODOPRIVREDU »JAROSLAV  
ČERNI« – BEOGRAD

RUDARSKI GLASNIK  
YU ISSN 0035 - 9637

BROJ  
**3**  
1981

# RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES  
BULLETIN DES MINES  
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ  
BERGBAUZEITSCHRIFT

**GLAVNI UREDNIK**

**BLAŽEK dipl.ing. ALEKSANDAR, v.savetnik, Beograd**

**ČLANOVI REDAKCIJONOG ODBORA**

AHČAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana  
BRALIĆ mr ing. JEFTO, Rudarski institut, Beograd  
CAVIROVSKI dipl.ing. VELJAN, Rudarski institut, Skopje  
ĆURČIĆ dr ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd  
DRAŠKIĆ prof. dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd  
DUŠI prof. ing. MINIR, Rudarsko-metallurški fakultet, Kosovska Mitrovica  
GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd  
GRBOVIĆ dipl.ing. MILOLJUB, Rudarski institut, Beograd  
IVANKOVIĆ dr ing. DRAGORAD, Rudarski institut, Beograd  
JUJIĆ mr inq. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd  
MIHAJLOVIĆ dipl.ing. MARIJA, Rudarski institut, Beograd  
NOVAKOVIĆ dr ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd  
PEJČINOVIĆ mr ing. JOVĀN, Rudarski institut, Beograd  
PERIŠIĆ prof. dr ing. MIRKO, Rudarski institut, Beograd  
PERKOVIĆ mr ing. BORISLAV, Rudarski institut, Beograd  
PRIBIĆEVIĆ dipl.ing. MÎLOŠ, Rudarski institut, Beograd  
RADENKOVIĆ dipl.ing. ĆEDOMIR, Rudarski institut, Beograd  
STOKOVIĆ mr ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd  
TASEVSKI dipl.ing. APOSTOL, Rudarski institut, Skopje  
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd  
VESELINOVIC dipl.inž. RADOSLAV, Rudarski institut, Beograd

**U finansiranju izdavanja časopisa učestvuje Republička zajednica  
za naučni rad – Beograd**

## SADRŽAJ

### Eksploracija mineralnih sirovina

Prof. inž. NIKOLA NAJDANOVIĆ – dr inž. RADMILO OBRADOVIĆ

Nosivost višeslojnog tla . . . . .	5
Summary . . . . .	13
Zusammenfassung . . . . .	13
Rezjume . . . . .	13

Mr inž. DRAGOLJUB ĆIRIĆ

Prikaz i ocena rezultata opažanja procesa rezanja na nekim rotornim bagerima . . . . .	14
Summary . . . . .	22
Zusammenfassung . . . . .	23
Rezjume . . . . .	23

Dipl.inž. DOBRIVOJE TANASIJEVIĆ

Kapacitet bagera kašikara kod jednostranog utovara u ciklična transportna sredstva . . . . .	24
Summary . . . . .	27
Zusammenfassung . . . . .	28
Rezjume . . . . .	28

Mr inž. VUKAJLO RAKONJAC

Pouzdanost sistema u rudarskoj tehnici . . . . .	29
Summary . . . . .	35
Zusammenfassung . . . . .	35
Rezjume . . . . .	35

### Priprema mineralnih sirovina

Dipl.inž. MIRA MITROVIĆ – mr inž. DRAGAN PETKOVIĆ

Karakterizacija procesnih tokova u „Fleissner“ postrojenju za sušenje lignita Kosovo . . . . .	36
Summary . . . . .	44
Zusammenfassung . . . . .	44
Rezjume . . . . .	45

Dipl.inž. MIOMIR ČEH – dipl.inž. BRANISLAV MIHAJOVIĆ

Utvrđivanje mogućnosti koncentracije ceruzitne rude ležišta Tisovik kod Ljubovije . . . . .	46
Summary . . . . .	49
Zusammenfassung . . . . .	49
Rezjume . . . . .	50

### Termotekhnika

Mr inž. VOJISLAV VULETIĆ

Promena protoka u jamskoj ventilačionoj mreži sa dijagonalnom vezom grana usled promena aerodinamičkih otpora u prelaznim režimima . . . . .	51
Summary . . . . .	57
Zusammenfassung . . . . .	57
Rezjume . . . . .	58

## **Informatika i ekonomika**

Dipl.inž. PETAR UROŠEVIĆ – dipl.inž. VLADIMIR SLAVKOVIĆ – dipl.inž. PETAR TANASKOVIĆ – dipl.mat.	
LJILJANA ANDRIĆ	
Primena računara u razvijanju informacionih sistema na površinskim otkopima uglja . . . . .	59
Summary . . . . .	69
Zusammenfassung . . . . .	69
Rezume . . . . .	69

Prof.dr inž. MIRKO PERIŠIĆ – dipl.mat. LJILJANA ANDRIĆ	
Doprinos povećanju pouzdanosti u investicionim i pripremnim radovima u podzemnom rudarstvu . . . . .	70
Summary . . . . .	74
Zusammenfassung . . . . .	75
Rezume . . . . .	76

## **Istorija rudarstva**

Prof. inž. MILOVAN ANTUNOVIĆ KOBLIŠKA	
Alat i mašine rudara kasnog srednjeg i ranog novog veka srednje Evrope po Georgius Agrikoli (III deo) . . . . .	76
Nova oprema i nova tehnička dostignuća . . . . .	86
Kongresi i savetovanja . . . . .	90
Prikazi iz literature . . . . .	93
Bibliografija . . . . .	94

## NOSIVOST VIŠESLOJNOG TLA

(sa 4 slike)

Prof. inž. Nikola Najdanović – dr inž. Radmilo Obradović

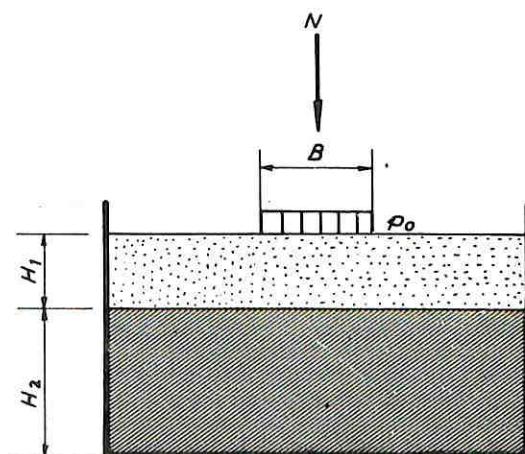
U prirodi se koherentno i nekoherentno tlo retko nalaze u jednom površinskom sloju sa većom debljinom, već su to najčešće slojevi različitog sastava i nejednakih debljina, a nosivost pojedinih slojeva je vrlo različita. S obzirom na to, kod određivanja dubine i načina fundiranja objekata u koherentnom i nekoherentnom tlu, najčešće se postavlja problem nosivosti tla površinskog sloja i uticaja nosivosti nižih slojeva.

Ukoliko površinski sloj ima veću debljinu i sastoji se iz jedne određene vrste koherentnog ili nekoherentnog tla, problem se naizgled lako rešava, jer nosivost tla raste sa dubinom fundiranja. Međutim, dubina fundiranja je samo jedan od faktora koji utiču na nosivost tla; između ostalih, najvažnije su njegove fizičko-mehaničke karakteristike, koje se i kod tla jedne vrste menjaju sa dubinom, pri čemu je od naročitog uticaja vlažnost koherentnog i sitnozrnog nekoherentnog tla. Različita je struktura iste vrste tla na delu iznad najvišeg nivoa podzemne vode, zatim na delu između najvišeg i najnižeg, a isto tako i ispod najnižeg. Zbog toga se, kod jedne vrste tla sa većom debljinom sloja, pod opterećenjem temelja određuje granična nosivost lamela debljine 2–3 m, sa fizičko-mehaničkim karakteristikama tla svake pojedine lamele, da bi se na osnovu toga odredili način fundiranja i dozvoljeno opterećenje tla.

Kod dvoslojnog i višeslojnog tla problem nosivosti temeljnog tla je još složeniji, zbog različitog sastava nižih slojeva, čije fizičko-mehaničke karakteristike i debljine pojedinih slojeva i proslojaka mogu biti vrlo promenljive i znatno uticati na dubinu fundiranja objekta. Iz literature je poznato, da je više stručnjaka proučavalo ovaj problem

teorijski i eksperimentalno i objavilo svoja rešenja za pojedine slučajevе slojevitosti sastava tla (1), (3), (5). Ovde će se izložiti modelska ispitivanja Y. Tchenga (5), vršena u Parizu.

Modelska ispitivanja vršena su u maloj razmeri i sastojala su se u tome, da se u donji deo suda pravougaonog oblika sa providnim stranama stavi sloj masti u stanju tvrde konsistencije sa karakteristikama  $\phi = 0$ ,  $c=1-2 \text{ kN/m}^2$ , a iznad njega sloj peska sa karakteristikama  $\phi > 0$ ;  $c = 0$ , koji se mehaničkom presom opterećuje ravnomernim opterećenjem ploče u obliku trake sa širinom  $B$ .



Sl. 1 – Modelska ispitivanje nosivosti dvo-slojnog tla sa dinamometarskim prstenom i komparatorom za merenje napona pritiska.

Vršeni su opiti u serijama sa različitim debljinama  $H_1$  sloja peska i  $H_2$  sloja masti u

sudovima različite širine, kako bi se ispitao i eventualni uticaj bočnih strana suda. Na osnovu rezultata opita utvrđeno je sledeće:

— opterećenje samog sloja masti dobija se za  $\phi = 0$  faktor nosivosti  $N_c = 2 + 3,14 = 5,14$

— za odnos  $\frac{H_1}{B} < 1,5$  relativne debljine sloja peska, tlo se ponaša kao koherentna masa sa povećanom kohezijom, ali pod dejstvom opterećenja temelja lom tla nastaje probijanjem gornjeg sloja peska u donji sloj masti u vidu klina, potiskujući materijal sa obe strane opterećene trake. Za odnos  $\frac{H_1}{B} < 1,5$ , kada je debljina gornjeg sloja sa većom nosivošću manja od  $1,5 B$ , nosivost gornjeg sloja ne uzima se u obzir, već se usvaja kao homogeno tlo sa karakteristikama donjeg sloja.

— za vrednost  $\frac{H_1}{B} > 3,5$  lom tla nastaje u gornjem sloju kada opterećenje temelja prekorači nosivost gornjeg sloja. Kada je debljina gornjeg sloja sa većom nosivošću veća od  $3,5 B$ , uzima se veća nosivost gornjeg sloja, ne uzimajući u obzir manju nosivost donjeg sloja  $H_1$ .

— za odnos  $1,5 < \frac{H_1}{B} < 3,5$  smatra se, da nosivost dvoslojnog tla varira između graničnih vrednosti donjeg sloja manje nosivosti na dubini  $3,5 B$  i gornjeg sloja veće nosivosti na dubini  $1,5 B$ , te da u ovoj zoni relativne debljine sloja peska ne postoji opšte pravilo za određivanje nosivosti dvoslojnog tla. U tom slučaju preporučuje se određivanje nosivosti tla gornjeg dela donjeg sloja manje nosivosti, a dobijena vrednost dozvoljenog opterećenja treba da se uporedi sa veličinom napona u tlu na istoj dubini pod dejstvom opterećenja temelja.

Mada se u slučaju  $1,5 < \frac{H_1}{B} < 3,5$  ne uzima u obzir veličina udela nosivosti gornjeg sloja u nosivosti dvoslojnog tla, kao što je slučaj sa ispitivanjima A. Myslivca, modelski opiti Y. Tchenga daju dva karakteristična podatka, kada je u pitanju veća nosivost gornjeg sloja od donjeg i to:

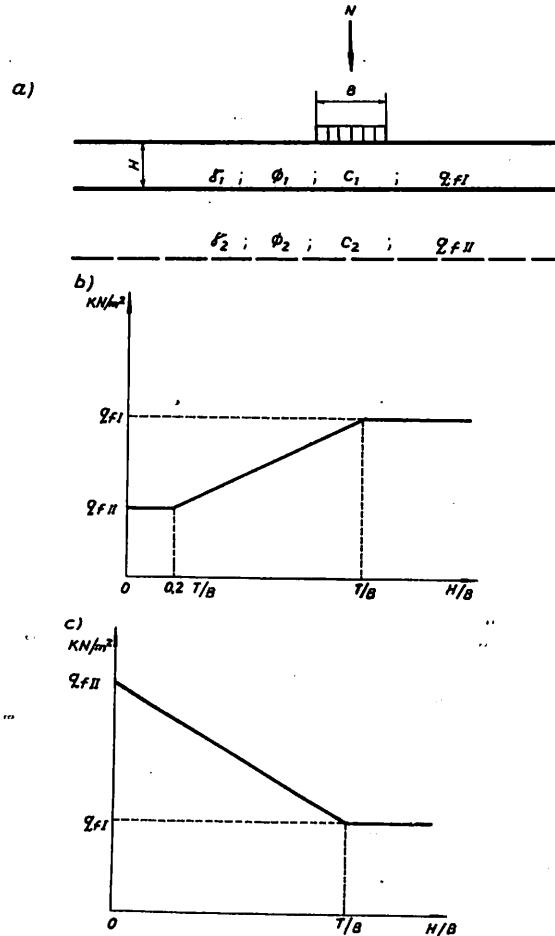
— u slučaju  $\frac{H_1}{B} < 1,5$  ne može se računati sa povećanom nosivošću dvoslojnog tla, zbog opasnosti loma usled probijanja gornjeg sloja u donji, do kojeg ne bi došlo, ako bi se računalo bez uzimanja u obzir veće nosivosti gornjeg sloja;

— u slučaju  $\frac{H_1}{B} > 3,5$  može se praktično računati sa nosivošću gornjeg sloja, ne uzimajući u obzir manju nosivost donjeg sloja

Myslivc (2) je proučavao teorijski i eksperimentalno nosivost višeslojnog tla i dobijeni rezultati se mogu odnositi kako na prirodno

uslojeno tlo, tako i na primenu tamponskog sloja za poboljšanje nosivosti temeljnog tla.

Myslivc je vršio laboratorijska ispitivanja tla sastavljenog iz više slojeva nekoherentnog i koherentnog materijala, pod dejstvom opterećenja temelja u obliku trake. U toku opita pojedine vrste tla su se sabile, dok su se druge vrste konsolidovale. Opiti su pokazali, da se donjim slojem obezbeđuje skoro linearan uticaj na graničnu nosivost temelja na gornjem sloju. Pošto je taj uticaj bio kontinualan, bilo je moguće zameniti grupe slojeva različitog sastava u dva sloja različite nosivosti  $q_{fI}$  i  $q_{fII}$ , sa karakteristikama  $\gamma_1, \phi_1, c_1$  i  $\gamma_2, \phi_2, c_2$  (sl. 2a), pri čemu je određena debljina  $H$  gornjeg sloja



Sl. 2 — Granična nosivost višeslojnog tla ispod temeljnog dna.

Uticaj nosivosti gornjeg sloja na nosivost višeslojnog tla pri dejstvu opterećenja temelja ima dubinu  $T$  rasprširanja opterećenja temelja u

gornjem sloju ispod temeljnog dna. Odnos dubine  $T$  rasprostiranja opterećenja prema širini  $B$  temelja u obliku trake zavisi od ugla  $\phi$  otpornosti tla na smicanje i od ugla  $\beta$  nagiba rezultante opterećenja temelja prema vertikali. Myslivec je mernjem utvrdio vrednosti  $T/B$ , u zavisnosti od ugla  $\phi_1$  gornjeg sloja ispod temelja i od ugla  $\beta$  nagiba rezultante delujućih sila u osovini temelja, date u tablici 1.

**Vrednosti odnosa  $T/B$  kao funkcije ugla  $\phi_1$  otpornosti na smicanje tla gornjeg sloja i ugla  $\beta$  nagiba rezultante sila u osovini temelja**

Tablica 1

$\beta$	T/B za $\phi$				
	0	10	20	30	40
0	0,70	0,80	0,95	1,10	1,25
10	—	—	0,60	0,80	1,00
20	—	—	—	0,40	0,70
30	—	—	—	—	0,35

Prema tablici 1 za  $\beta = 0$  i  $\phi_1 = 21^{\circ}33'$  je  $T/B = 1$ , što odgovara uglu rasprostiranja pritiska u tlu  $\alpha = 45^\circ$ .

Ispitivanja Mysliveca su pokazala, da gornji sloj veće nosivosti  $q_{fI} > q_{fII}$  a male debljine  $H < 0,2T$ , tj. odnos  $T/H < 0,2$ , ne utiče na povećanje nosivosti temeljnog tla, već da se sa povećanjem nosivosti višeslojnog tla može računati samo ako je debljina gornjeg sloja veće nosivosti  $H > 0,2T$ , odnosno ako se približno usvoji  $T = B$ ,  $H > 0,2B$ . Sa porastom debljine gornjeg sloja veće nosivosti, povećava se nosivost slojevitog tla sve do debljine  $H = B$ , tj. do odnosa  $T/B = 1$ , kada se može računati sa većom nosivošću  $q_{fI}$  gornjeg sloja u punoj meri, bez uzimanja u obzir manje nosivosti  $q_{fII}$  donjeg sloja (sl. 2b).

Kada je gornji sloj ispod temelja manje nosivosti od nosivosti donjeg sloja,  $q_{fI} < q_{fII}$ , uticaj manje nosivosti  $q_{fI}$  na nosivost višeslojnog tla opada sa dubinom  $T$  do  $T = B$ , tj. do odnosa  $T/B = 1$ , iza koje se uticaj manje nosivosti gornjeg sloja više ne primećuje (sl. 2c).

Postupak za proračun granične nosivosti  $q_f$  grupa slojeva pod opterećenjem temelja sastoji se u tome, da se odredi najpre granična nosivost tla  $q_{fI}$  gornjeg sloja, zatim za opterećenje istog temelja granična nosivost  $q_{fII}$  donjeg sloja, te se na osnovu dobijenih podataka proračun  $q_f$  vrši na sledeći način (sl. 2b):

Ako je  $q_{fI} > q_{fII}$

za  $H \leq 0,2T$  je  $q_f = q_{fII}$

za  $0,2T < H \leq T$  je

$$q_f = q_{fII} + \frac{q_{fI} - q_{fII}}{0,8} \left( \frac{H}{T} - 0,2 \right)$$

za  $H \leq T$  je  $q_f = q_{fI}$ .

Ako je  $q_{fI} < q_{fII}$

za  $T \leq H$  je

$$q_f = q_{fII} - \frac{q_{fII} - q_{fI}}{T} H$$

za  $T < H$  je  $q_f = q_{fI}$ .

Granična nosivost  $q_{fI}$  i  $q_{fII}$  računa se prema Pravilniku o tehničkim normativima za projektovanje i izvođenje radova br. 1273/1974, ili po obrascima Terzaghi ili Brinch Hansena. Ukoliko je tlo ispod nivoa podzemne vode, treba uzeti u obzir zapreminsку težinu i karakteristike tla potopljenog u vodu. Praktično se sopstvena težina tla ispod nivoa podzemne vode smanjuje za  $10 \text{ kN/m}^3$ , dok se ugao unutrašnjeg trenja tla  $\phi$  nekoherentnog tla smanjuje za oko  $10^\circ$ . Za koherentno tlo se usvajaju fizičko-mehaničke karakteristike tla dobijene opatom smicanja uzoraka u prisustvu vode. Za slučaj kada je nivo podzemne vode na dubini  $h'$  ispod temelja, Myslivec preporučuje alternativno usvajanje zapreminske težine tla  $\gamma$  za  $h' \leq B$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + (h'/B) (\gamma - \gamma')$$

gde je:

$\gamma'$  — zapreminska težina tla potopljenog u vodu

$h'$  — dubina nivoa vode ispod temelja

$B$  — širina temeljne stope

$\gamma$  — zapreminska težina tla iznad NPV.

Za određivanje granične nosivosti višeslojnog tla poljski standardi PN — 59/B — 03020 daju dva aproksimativna postupka, od kojih se navodi prvi kao interesantan za praktičnu primenu.

U slučaju kada je sloj tla manje nosivosti neposredno ispod temelja, a niži slojevi imaju veću nosivost,  $q_{fI} < q_{fII}$ , granična nosivost gornjeg sloja određuje se kao da je tlo homogeno, bez obzira na veću nosivost tla nižih slojeva, te se usvaja  $q_f = q_{fI}$ .

U slučaju kada je sloj neposredno ispod temelja veće nosivosti, a niži slojevi imaju manju i različitu nosivost, određuje se granična nosivost za svaku pojedinu vrstu tla do dubine jednake širini  $B$  temeljne stope. Rezultujuća granična nosivost tla  $q_f$  dobija se na osnovu obrasca

$$q_f = \sum q_{fi} \cdot H_i / \sum H_i$$

gde je:

$q_{fi}$  — granična nosivost svake pojedine vrste tla

$H_i$  — debljina svakog sloja ispod temelja

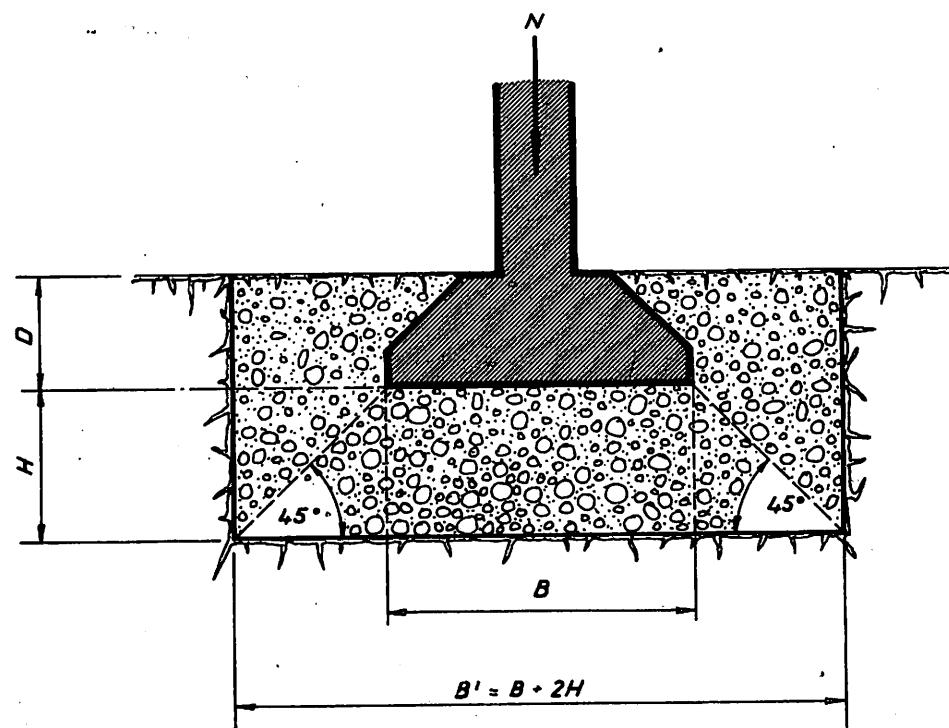
$$\sum H_i = B$$

Međutim, dalja proučavanja nosivosti višeslojnog tla pokazala su, da se zamenom površinskog sloja tla male nosivosti tamponskim slojem šljunka ili drobljenog kamenja, koji prima neposredno opterećenje temelja i prenosi ga na niži sloj, može znatno povećati nosivost tla i u mnogim slučajevima uspešno i ekonomično rešiti problem fundiranja u tlu male nosivosti. Poznato je da šljunak i drobljen kamen, kao materijal temeljnog tla, pod opterećenjem objekta imaju veliku nosi-

vost, a pokazuju malo sleganje, te su vrlo pogodni kao zamena površinskog sloja tla nepovoljnog za fundiranje. Uticaj širine i debljine tamponskog sloja, dubine fundiranja temelja, kao i vrste materijala i zbijenosti tamponskog sloja proučavao je na osnovu laboratorijskih i terenskih opita K. Szečhy (4), te je došao do sledećih zaključaka:

#### Uticaj širine tamponskog sloja

Za širinu tamponskog sloja  $B' = B + 2H$ , gde je  $B$  širina temeljne stope, a  $H$  debљina tamponskog sloja, uticaj tamponskog sloja je isti kao i zamenjujućeg sloja od istog materijala beskrajnjog bočnog prostiranja. Pri tome se za širinu tamponskog sloja u tlu usvaja širina između linija povučenih od donjih ivica temeljne stope pod uglom nagiba  $\alpha = 45^\circ$  (sl. 3), koja treba da bude obezbeđena tako, da tamponski sloj na obema stranama ima po jedno proširenje jednako debljini  $H$  tamponskog sloja i da se tamponski sloj nešto produži iznad temeljnog dna, za debljinu  $t$ , najmanje za  $t = 50$  cm. Na sl. 3 je zbog male razlike usvojeno  $t = D$ .



Sl. 3 – Uticaj širine tamponskog sloja na povećanje nosivosti temeljnog tla.

### Uticaj debljine tamponskog sloja

Sa porastom debljine  $H$  tamponskog sloja povećava se i nosivost tla, ali ovo povećanje zavisi ne samo od debljine tamponskog sloja, već i od vrste materijala tamponskog sloja i njegove zbijenosti. Međutim, za praktičnu delotvornu debljinu tamponskog sloja od nekoherenentnog materijala kao što je šljunak u dobro zbijenom stanju, može se usvojiti vrednost između  $B$  i  $2B$ , tj. između jedne i dvostrukе širine temeljne trake. Za širinu tamponskog sloja od takvog materijala je granična linija prostiranja tamponskog sloja pod uglom nagiba  $\alpha = 45^\circ$ .

Po ovoj metodi, debljina  $H$  tamponskog sloja šljunka može se odrediti na osnovu uprošćene teorije raspršivanja napona pritiska u dubini, po kojoj su površine dijagrama napona pritiska u svim horizontalnim ravnima paralelnim optereće-

noj ravni temeljne stope iste:

$$\sigma_0 B = \sigma_z (B + 2H)$$

gde je:

$\sigma_0$  — napon pritiska od opterećenja u temeljnem dnu

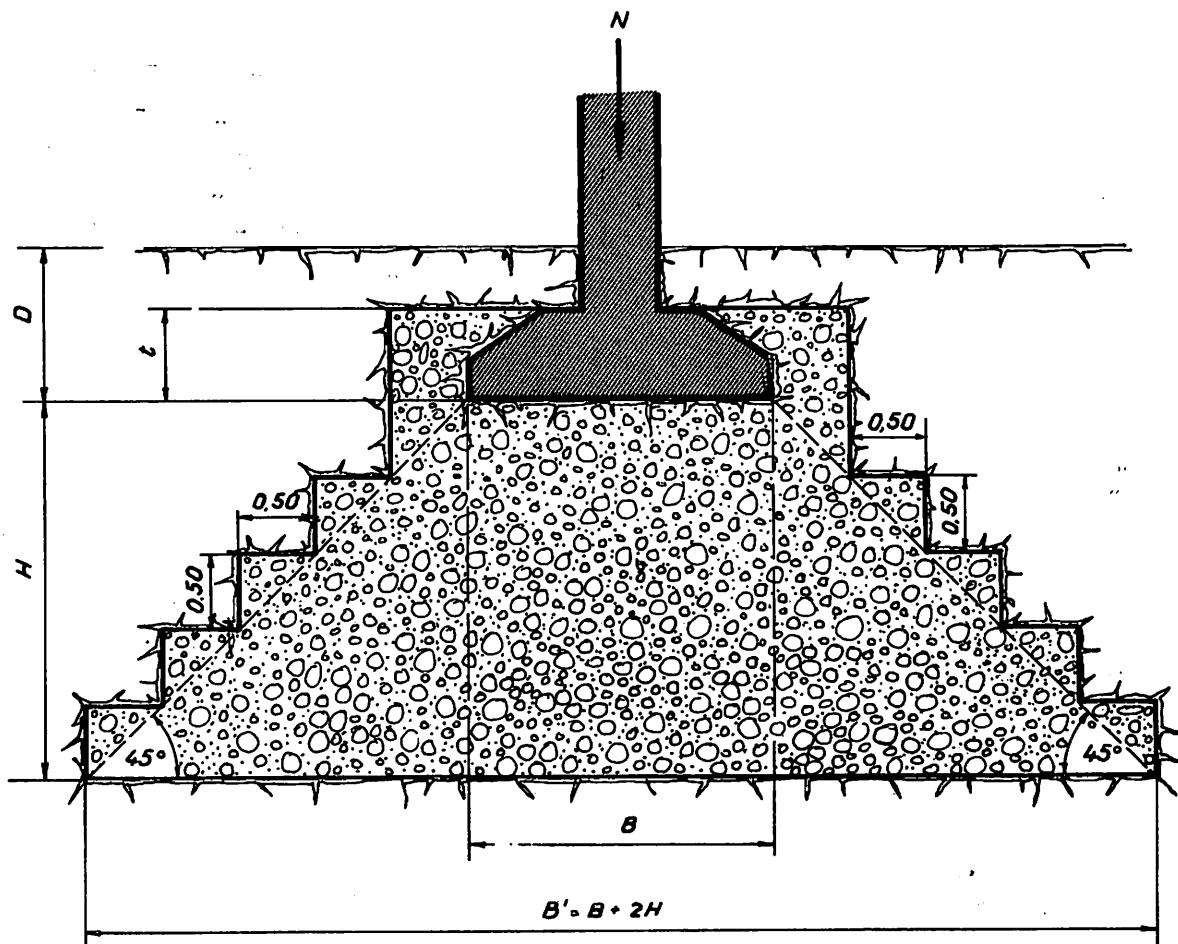
$\sigma_z$  — napon pritiska u tlu na dubini  $H = z$  pod opterećenjem temelja.

Iz ove jednačine dobija se debljina  $H$  tamponskog sloja

$$H = \frac{B (\sigma_0 - \sigma_z)}{2 \sigma_z}$$

### Uticaj dubine fundiranja

Povećanjem dubine fundiranja  $D$  (sl. 4)



Sl. 4 — Uticaj debljine tamponskog sloja na povećanje nosivosti temeljnog tla.

povećava se dejstvo tamponskog sloja na nosivost temeljnog tla.

Ispitivanja vršena laboratorijskim opitim opterećenjem betonskim blokovima površine  $6,5 \cdot 10 = 65 \text{ cm}^2$  tamponskog sloja šljunka sa peskom na muljevitom tlu pokazala su, da se za fundiranje na površini tamponskog sloja,  $D/B = 0$ , sa opterećenjem relativne debljine tamponskog sloja  $H/B$  nosivost temeljnog tla povećava samo do  $H/B = 1,2$  za oko 50%, a da je za dalje povećanje debljine tamponskog sloja nosivost ostala konstantna. Međutim, za relativnu dubinu fundiranja  $D/B = 4,8$  sa povećanjem debljine tamponskog sloja nosivost temeljnog tla povećava se do 500%.

Dalji laboratorijski opiti sa istim blokovima pokazali su, da uticaj dubine fundiranja teži određenoj vrednosti granične nosivosti tla, koja se može dostići, ako se sa povećanjem relativne dubine  $D/B$  povećava i relativna debljina tampona  $H/B$ . Tako je za relativnu dubinu fundiranja  $D/B = 2,31$  postignuta granična vrednost nosivosti tla za istu vrednost relativne debljine tamponskog sloja  $H/B = 2,31$ . Međutim, uticaj povećanja relativne dubine  $H/B$  tamponskog sloja na povećanje granične nosivosti tla postao je samo do vrednosti  $H/B = 0,8$ , za koju je i vrednost  $D/B' = 0,8$ . Pri daljem povećanju dubine fundiranja  $D$  nije se osećao uticaj daljeg porasta debljine  $H$  tamponskog sloja na povećanje granične nosivosti tla, već samo uticaj porasta dubine fundiranja  $D$ .

#### *Uticaj vrste materijala i zbijenost tamponskog sloja*

Terenski opiti, vršeni u temeljnoj jami veličine  $3,0 \times 4,0 \text{ m}$ , dubine  $2,8 \text{ m}$  opterećenjem betonskim blokovima površine  $40 \times 80 \text{ cm}$  tamponskog sloja šljunka sa peskom debljine  $B = 40 \text{ cm}$ ,  $2B = 80 \text{ cm}$  i  $3B = 120 \text{ cm}$  u rastresitom i zbijenom stanju na muljevitom tlu, pokazala su znatna povećanja granične nosivosti sa porastom debljine tamponskog sloja do  $H = 3B$ , rastresitog 150%, zbijenog do 372%.

Terenski opiti vršeni na isti način opterećenjem tamponskog sloja bazalne drobine na pesku pokazala su povećanje granične nosivosti rastresite do 250%, zbijene do 500% i više.

#### *Primer*

Projektoni je predviđeno fundiranje objekta

bez podrumskih prostorija na temeljima u obliku trake sa širinom  $B = 3,00 \text{ m}$  i specifičnim opterećenjem tla  $p_0 = 195,0 \text{ kN/m}^2$ . Odrediti način i dubinu fundiranja.

Istražnim terenskim radovima je utvrđeno, da se tlo na lokaciji objekta sastoji iz površinskog pokrivača od zaglinjenog peska i nasutog zemljanih materijala debljine 0,50–0,80 m, ispod kojeg se nalaze slojevi tla različitog sastava nejednake debljine i to prašinaste gline sa proslojcima peska i glinovitog peska sa prisustvom organskih materija do dubine 8,00 m, zatim, dalje, do dubine 15,00 m srednjozrni pesak, srednjozrni šljunak sa peskom i na kraju šljunak sa većom debljinom sloja. U svim sondama pojavila se podzemna voda na dubinama 5,50; 6,80 i 7,00 m, koja je posle 24 časa obrazovala ustaljeni nivo na dubinama 2,00, 2,90 i 3,40 m.

Laboratorijskim geomehaničkim ispitivanjem neporemećenih uzoraka tla utvrđene su sledeće karakteristike tla:

Prirodna vlažnost  $w = 25,8\text{--}32,9\%$

Zapreminska težina u stanju prirodne vlažnosti  $\gamma = 17,9\text{--}18,2 \text{ kN/m}^3$

Indeks konsistencije  $I_c = 0,50\text{--}1,14$

Ugao unutrašnjeg trenja sitnozrnog tla  $\phi = 20^\circ 15'\text{--}22^\circ 45'$

Kohezija  $c = 11,0\text{--}18,0 \text{ kN/m}^2$

Ugao unutrašnjeg trenja šljunka za tamponski sloj  $\phi = 34^\circ$ , kohezija  $c = 0$

Modul stišljivosti  $M_v$  u edometru

za  $\sigma_1 = 100 \text{ kN/m}^2 \quad M_v = 6800 - 14900 \text{ kN/m}^2$

za  $\sigma_2 = 200 \text{ kN/m}^2 \quad M_v = 8400 - 20400 \text{ kN/m}^2$

za  $\sigma_3 = 400 \text{ kN/m}^2 \quad M_v = 13100 - 30900 \text{ kN/m}^2$

Prema klasifikaciji po Casagrandeovom dijagramu plastičnosti, sitnozrno tlo se klasificuje kao neorganska gлина srednje i visoke plastičnosti, grupe CI i CH.

Na osnovu istražnih radova zaključeno je, da je tlo nepovoljno za površinsko fundiranje zbog heterogenog sastava i nejednake konsistencije od mekano plastične do polučvrste.

S obzirom na to usvojeno je fundiranje temeljnih traka na dubini  $D_1 = 1,0 \text{ m}$ , na tamponskom sloju šljunka debljine  $H = 2,50 \text{ m}$  (sl. 4).

### Proračun dozvoljenog opterećenja tla

Za proračun dozvoljenog opterećenja tla usvajaju se sledeće fizičko-mehaničke karakteristike tla:

zapreminska težina tla površinskog sloja  $\gamma_1 = 18,0 \text{ kN/m}^3$

zapreminska težina šljunka  $\gamma_2 = 20,0 \text{ kN/m}^3$

zapreminska težina tla ispod NPV  $\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3$

ugao unutrašnjeg trenja šljunka  $\phi = 34^\circ$ , kohezija c = 0

ugao unutrašnjeg trenja ispod tamponskog sloja  $\phi = 21^\circ$

kohezija tla ispod tamponskog sloja c = 12  $\text{kN/m}^2$ .

Granična nosivost tla  $q_f$  za temelje u obliku trake je po Terzaghiu

$$q_f = 2/3 c N'_c + \gamma_1 D_1 N'_q + 0,5 \gamma_2 B N'_\gamma.$$

Za proračun dozvoljenog opterećenja tla  $q_a$  usvaja se faktor sigurnosti F = 2,5

$$q_a = \frac{q_f}{F} = \frac{q_f}{2,5}$$

### Granična nosivost tamponskog sloja $q_{fII}$

Za  $\phi = 34^\circ$  dobijaju se iz Terzaghijevih dijagrama faktori nosivosti  $N'_q = 14,0$ ;  $N'_b = 10,0$

$$q_{fI} = 18,0 \cdot 1,0 \cdot 14,0 + 0,5 \cdot 20,0 \cdot 0,3 \cdot 10,0 = 252,0 + 300,0 = 552,0 \text{ kN/m}^2.$$

Granična nosivost tla  $q_{fII}$  na dubini  $D_1 + H = 3,50 \text{ m}$

za  $\phi = 21^\circ$ ;  $c = 12,0 \text{ kN/m}^2$ ,

$$\gamma_1 = \frac{18,0 \cdot 1,0 + 20,0 \cdot 2,5}{3,5} = 19,4 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_2 = \gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3; N'_c = 12,0; N'_q = 4,0; N'_\gamma = 1,0$$

dobija se

$$q_{fIII} = 2/3 \cdot 12,0 \cdot 12,0 + 19,4 \cdot 3,5 \cdot 4,0 + 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,3 \cdot 1,0 = 96,0 + 272,2 + 15,0 = 383,0 \text{ kN/m}^2.$$

### Proračun dozvoljenog opterećenja dvoslojnog tla

#### Metoda Tchenga

Pošto je  $\frac{H}{B} = \frac{2,5}{3,0} < 1,5$  ne uzima se u obzir veća nosivost tamponskog sloja, te je granična nosivost tla na dubini D = 3,50 m  $q_f = q_{fIII} = 383,0 \text{ kN/m}^2$ . Dozvoljeno opterećenje tla je

$$q_a = \frac{383,0}{2,5} = 153 \text{ kN/m}^2.$$

Određivanje napona u tlu na dubini H = 2,50 m pod dejstvom opterećenja temelja trake sa širinom B = 3,0 m  $p_o = 196,0 \text{ kN/m}^2$  po Steinbrenneru

$$\sigma_{ZG} = 4 \left( \frac{\sigma_z}{p_o} \right) p_o.$$

Za faktor koncentracije  $v = 3,0$  (neorganske gline grupe Cl i CH),  $z = H = 2,50 \text{ m}$ ,  $b = \frac{B}{2} = \frac{3,0}{2} = 1,50 \text{ m}$ ;  $\frac{z}{b} = \frac{2,5}{1,5} = 1,67$  i  $\frac{a}{b} = \infty$  dobija se iz Steinbrennerovog dijagrama  $\frac{\sigma_z}{p_o} = 0,16$

$$\sigma_{ZG} = 4 \cdot 0,16 \cdot 153 = 98,0 \text{ kN/m}^2.$$

Napon u tlu od opterećenja temelja je u granicama dozvoljenog opterećenja tla.

#### Metoda Myšljeveca

Za B = 3,0 m H = 2,50 m i  $q_{fI} > q_{fIII} 0,2B < H < B$  je

$$q_f = 383,0 + \frac{552,0 - 383,0}{0,8} \left( \frac{2,5}{3,0} - 0,2 \right) =$$

$$383,0 + 211,0 \times 0,63 = 516,0 \text{ kN/m}^2$$

Dozvoljeno opterećenje tla je

$$q_a = \frac{516,0}{2,5} = 206,4 \text{ kN/m}^2$$

Opterećenje temelja  $p_o = 196 \text{ kN/m}^2$  je u granicama dozvoljenog opterećenja tla.

#### Metoda poljskih standarda PN-59/8-03020

Za B=3,0 m;  $H_1 = 2,50 \text{ m}$ ;  $H_2 = 0,5 \text{ m}$ ,  $q_{fI} = 552,0 \text{ kN/m}^2$  i  $q_{fIII} = 383,0 \text{ kN/m}^2$  je

$$q_f = \frac{552,0 \cdot 2,5 + 383,0 \cdot 0,5}{2,5 + 0,5} = \frac{1380,0 + 192,0}{3,0} = 524,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_a = 210,0 \text{ kN/m}^2$$

#### Metoda Szechya

Napon pritiska u temeljnom dnu  $\sigma_o = 196 \text{ kN/m}^2$

Napon pritiska  $\sigma_z$  na dubini  $H = 2,50 \text{ m}$  po uprošenoj teoriji je

$$\begin{aligned}\sigma_z &= \frac{\rho_o B}{B + 2 \cdot H} = \frac{196,0 \cdot 3,0}{3,0 + 2 \cdot 2,5} = \frac{588,0}{8,0} \\ &= 73,5 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Dozvoljeni napon tla pod opterećenjem temelja je

$$q_a = \frac{383,0}{2,5} = 153,0 \text{ kN/m}^2$$

Dobijeni rezultat pokazuje veliku razliku između napona u dubini  $\sigma_z = 73,5 \text{ kN/m}^2$  i dozvoljenog opterećenja  $q_a = 153,0 \text{ kN/m}^2$ , što znatno odstupa od ostalih prethodnih metoda. Uzrok tome je usvajanje uprošene teorije rasprostiranja napona pritiska u dubini, koja se u ovom slučaju ne može prihvati, jer su u stvarnosti ovi naponi u osnovi temelja veći i moraju biti u granicama dozvoljenog opterećenja tla. Takav slučaj je razmatran u primeru po metodi Tchenga, te je dobijen napon pritiska u osnovi  $\sigma_{zG} = 98,0 \text{ kN/m}^2$ .

#### Tablični pregled dobijenih rezultata

Za specifično opterećenje  $p_o = 196 \text{ kN/m}^2$  temeljne stope u obliku trake sa širinom  $B = 3,0 \text{ m}$ , fundirane na tamponskom sloju debljine  $H = 2,5 \text{ m}$ , na dubini fundiranja  $D = 3,0 \text{ m}$  od površine terena dobijeni su rezultati dati u tablici 2.

#### Zaključak

Kod proučavanja nosivosti višeslojnog tla sve metode zasnivaju se na određivanju debljine površinskog sloja, njegovih fizičko-mehaničkih karakteristika i granične nosivosti, a zatim na karakteristikama i nosivosti nižih slojeva. Od karakteristika i debljine površinskog sloja zavisi način i dubina fundiranja za dato opterećenje objekta.

S obzirom da se površinski sloj sastoji često od raznorodnog tla, treba geomehanički ispitati uzorce iz svake pojedine vrste tla, kako bi se pravilno izdvojio prvi površinski sloj po svojim karakteristikama i mogao utvrditi njegov uticaj na nosivost nižih slojeva, uključujući i stanje podzemne vode.

Pošto se za kriterijum granične nosivosti tla ne usvaja naponsko stanje u tlu pod dejstvom opterećenja temelja, već se on zasniva na teoriji plastičnosti, tj. na plastičnom lomu tla pod dejstvom aktivnog pritiska tla ispod temelja, kojem se suprotstavlja pasivni pritisak tla na bočnim stranama temelja, to se metode T ch e n g a i S z e c h y a ne mogu prihvati kao opšte pravilo za određivanje granične nosivosti višeslojnog tla. S obzirom da je metoda poljskih standarda zasnovana na aproksimativnim matematičkim postupcima, a metoda M y s l i v e c na modelskim ispitivanjima, ova poslednja se može usvojiti za određivanje nosivosti višeslojnog koherentnog i nekoherentnog tla u svim slučajevima.

Kod primene tamponskog sloja za povećanje nosivosti tla pod opterećenjem objekta može se usvojiti, da je uticaj tampona isti kao i sloja od istog materijala beskrajnog prostranstva, ukoliko su ispunjeni uslovi kod određivanja širine i debljine tamponskog sloja, kao i uslov da opterećenje temelja ne prekorači dozvoljeno opterećenje tla.

Dozvoljeno opterećenje tla, određeno na osnovu proračuna nosivosti višeslojnog tla, može

Tablica 2

Metoda	Napon na dubini $z = 2,5 \text{ m}$	Granična nosivost tamponskog sloja $q_f \text{ kN/m}^2$	Granična nosivost tla ispod tamponskog sloja $q_{fI} \text{ kN/m}^2$	Dozvoljeno opterećenje tla $q_a \text{ kN/m}^2$
Tcheng	98,0	552,0	383,0	153,0
Myslivec	—	552,0	383,0	206,0
Poljski standardi	—	552,0	383,0	210,0
Szechy	73,5	552,0	383,0	153,0

se usvojiti samo ukoliko se proračunom sleganja utvrdi, da je sleganje u granicama dozvoljenog za dati objekat. Ako bi se dobilo veće sleganje od dozvoljenog, treba izmeniti način i dubinu fundiranja tako, da opterećenje i sleganje temelja budu u granicama dozvoljenih.

Napominje se, da u navedenom primeru određivanja načina i dubine fundiranja proračunom dobijeno sleganje iznosi 4,4 cm, što je u granicama dozvoljenog od 5 cm za dati objekat, ali da se do toga rezultata došlo posle nekoliko proba sa različitim debljinama tamponskog sloja.

## SUMMARY

### Multilayer Soil Load Bearing Capacity

The problem of foundation soil load bearing capacity in the case of multilayer soil is very complex due to varying compositions of lower layers, the physico-mechanical properties and thicknesses of which may be highly variable, having a significant effect of structure foundation depth. The paper analyses the procedures and methods of calculation after Tcheng, Myslivec, Szechy and Polish Standards. The analysis indicated that Myslivec method may be accepted for determination of the load bearing capacity of multilayer coherent and non-coherent soil in all cases.

Allowable soil load determined by calculation of multilayer soil may be accepted only if subsidence calculation proves that the subsidence is within the limits of allowable subsidence for the given structure.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Die Tragfähigkeit von mehrschichtigem Boden

Das Tragfähigkeitsproblem des Grundbodens beim mehrschichtigen Boden ist sehr zusammengesetzt und Mächtigkeiten der einzelnen Schichten können sehr veränderlich sein und können die Gründungstiefe der Objekte sehr beeinflussen. In der Arbeit wurden die Verfahren und Methoden der Berechnungen nach Tchong, Myslivec, Szechy sowie nach polnischen Standarden berechnet. Durch die Analyse wurde festgestellt, dass die Methode von Myslivec für die Bestimmung der Tragfähigkeit eines mehrschichtigen bindigen und nichtbindigen Bodens angenommen werden kann.

Die zulässige Bodenbelastung, bestimmt auf Grund der Berechnungen von mehrschichtigen Böden, kann angenommen werden, wenn bestimmt wird, dass die Senkungsberechnung in der zulässigen Senkungsgrenze für das gegebene Objekt liegt.

## РЕЗЮМЕ

### Несущая способность слоистой почвы

Проблема определения несущей способности почвы для заложения фундаментов в случае многослойной почвы является весьма сложным вопросом, вследствие разнообразного состава нижних слоев, физико-механические характеристики и мощности которых могут быть очень изменчивы и в большой степени влияют на глубину фундирования объектов.

В статье проведён анализ процессов и методов расчёта по Ченгу, Мысливецу, Чехию, а также по польским стандартам.

Анализ показал, что метод Мысливеца можно принять для определения несущей способности многослойной ногерентной и некогерентной почвы во сех случаях:

Допускаемую несущую способность почвы, рассчитанную для многослойной почвы, можно принять и утвердить только в случае, если расчётом оседания удет установлено что полученное значение оседания допускается для данного объекта.

se usvojiti samo ukoliko se proračunom sleganje utvrdi, da je sleganje u granicama dozvoljenog za dati objekat. Ako bi se dobilo veće sleganje od dozvoljenog, treba izmeniti način i dubinu fundiranja tako, da opterećenje i sleganje temelja budu u granicama dozvoljenih.

Napominje se, da u navedenom primeru određivanja načina i dubine fundiranja proračunom dobijeno sleganje iznosi 4,4 cm, što je u granicama dozvoljenog od 5 cm za dati objekat, ali da se do toga rezultata došlo posle nekoliko proba sa različitim debjinama tamponskog sloja.

#### SUMMARY

#### Multilayer Soil Load Bearing Capacity

The problem of foundation soil load bearing capacity in the case of multilayer soil is very complex due to varying compositions of lower layers, the physico-mechanical properties and thicknesses of which may be highly variable, having a significant effect of structure foundation depth. The paper analyses the procedures and methods of calculation after Tcheng, Myslivec, Szechy and Polish Standards. The analysis indicated that Myslivec method may be accepted for determination of the load bearing capacity of multilayer coherent and non-coherent soil in all cases.

Allowable soil load determined by calculation of multilayer soil may be accepted only if subsidence calculation proves that the subsidence is within the limits of allowable subsidence for the given structure.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Die Tragfähigkeit von mehrschichtigem Boden

Das Tragfähigkeitsproblem des Grundbodens beim mehrschichtigen Boden ist sehr zusammengesetzt und Mächtigkeiten der einzelnen Schichten können sehr veränderlich sein und können die Gründungstiefe der Objekte sehr beeinflussen. In der Arbeit wurden die Verfahren und Methoden der Berechnungen nach Tchong, Myslivec, Szechy sowie nach polnischen Standarden berechnet. Durch die Analyse wurde festgestellt, dass die Methode von Myslivec für die Bestimmung der Tragfähigkeit eines mehrschichtigen bindigen und nichtbindigen Bodens angenommen werden kann.

Die zulässige Bodenbelastung, bestimmt auf Grund der Berechnungen von mehrschichtigen Böden, kann angenommen werden, wenn bestimmt wird, dass die Senkungsberechnung in der zulässigen Senkungsgrenze für das gegebene Objekt liegt.

#### РЕЗЮМЕ

#### Несущая способность слоистой почвы

Проблема определения несущей способности почвы для заложения фундаментов в случае многослойной почвы является весьма сложным вопросом, вследствие разнообразного состава нижних слоев, физико-механические характеристики которых могут быть очень изменчивы и в большой степени влияют на глубину фундирования объектов.

В статье проведён анализ процессов и методов расчёта по Ченгу, Мысливецу, Чехию, а также по польским стандартам.

Анализ показал, что метод Мысливеца можно принять для определения несущей способности многослойной когерентной и некогерентной почвы во сех случаях.

Допускаемую несущую способность почвы, рассчитанную для многослойной почвы, можно принять и утвердить только в случае, если расчётом оседания удет установлено что полученное значение оседания допускается для данного объекта.

L i t e r a t u r a

1. Myslivec A. 1972: Granična nosivost dvoslojnog tla. — Izgradnja, Beograd
2. Myslivec A., Kysela Z., 1978: The Bearing Capacity of building Foundations. — Developments in Geotechnical Engineering 21.
3. Reddy A. S., Srinivasan R. J. 1967: Bearing Capacity of Footings and Layered Clays. — Proceedings of the American Society of Civil Engineers, New York, Vol. 93, SM2, str. 83—99.
4. Szechy K., 1971: Uticaj zamene tla i prethodnog zbijanja na sleganje i nosivost trakastih temelja. — Kosovoprojekt, Beograd.
5. Tcheng, Y. 1975: Fondations superficielles en milieu stratifié. — Cours pratique de mécanique des sols. Tome 2, par J. Costet et G. Sanglerot, Dunad, Paris, str. 175—177.

Autori: prof. inž. Nikola Najdanović, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd i dr. inž. Radmilo Obradović, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: mr inž. J. Bralić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 10. 7. 1981, prihvaćen 21. 7. 1981. god.

## PRIKAZ I OCENA REZULTATA OPAŽANJA PROCESA REZANJA NA NEKIM ROTORNIM BAGERIMA

(sa 1 slikom i 4 grafikona)

Mr inž. Dragoljub Ćirić

U okviru snimanja vremenskih i kapacitativnih parametara na površinskim otkopima u Kosovu i pov. otkopu Suvodol, koja je izvodio Rudarski institut – Beograd u periodu 1979–1980.god., vršena su i opažanja procesa rezanja na rotornim bagerima SRs 470-i SRs 2000.

Cilj ovih opažanja bio je utvrđivanje načina odabiranja parametara reza (špana), načina postavljanja i realizovanja parametara reza, kao i u kojoj se meri ostvaruju ti parametri.

Opažanja su vršena samo sa aspekta geometrijskih parametara reza i uslova pod kojima se ostvaruju ti parametri, a što znači za geometriju reza i geometriju bloka kakva je poстојala.

Za izvođenje opažanja sačinjena je metodologija kojom je definisano šta se sve, kada i kako opaže, kao i način prikupljanja informacija.

Bageri na kojima su vršena opažanja odabrani su slučajno i postavljeni na tri različita površinska otkopa. Bager 1 pretežno je radio na uglju. Bager 2 otkopavao je glinovite vrlo heterogene materijale, a bager 3 bio je postavljen u slabo vezanim materijalima. Specifični otpori kopanja imali su različite vrednosti i to na uglju 500–600 N/cm, u glinovitim materijalima 500–700 N/cm i u slabo vezanim materijalima 200–400 N/cm. Otkopavani materijal kod bagera 1 i 2 karakteriše sklonost kormadanju, a kod bagera 3 izrazita abrazivnost.

U ovom radu je dat izvod iz teoretskih osnova procesa rezanja, rezultati opažanja i ocena rezultata opažanja.

### Izvod iz teoretskih osnova procesa rezanja

Ostvarivanje procesa rezanja kod rotornih bagera se vrši kombinacijom okretanja radnog točka sa vedricama u vertikalnoj i kružnim kretanjem katarke radnog točka u horizontalnoj ravni. Karakteristika ovog procesa rezanja je da se između dva uzastopna pomeranja (stajanja) bagera formira presek reza (špana) srpastog oblika u vertikalnoj ravni obrtanja radnog točka (vertikalni rez), kao i površina preseka srpastog oblika u horizontalnoj ravni (horizontalni srp) prouzrokovana kružnim kretanjem katarke radnog točka. Ovi formirani preseci imaju srpast oblik; međutim, površine tih preseka se izrazito razlikuju, tako da je površina preseka u horizontalnoj ravni (horizontalni srp) neuporedivo veća. Posledice toga su, da se u procesu rezanja trenutne vrednosti radijalne deblijine kako vertikalnog reza tako i horizontalnog srpa menjaju. Minimalna vrednost radijalne deblijine (ravna nuli) ostvaruje se na početku srpa kod vertikalnog reza, a na kraju srpa kod horizontalnog reza. Kod horizontalnog srpa minimalna vrednost radijalne deblijine se postiže na kraju srpa. Maksimalne vrednosti radijalne deblijine vertikalnog i horizontalnog reza se postižu u visini osovine radnog točka i pri položaju katarke radnog točka u osovini trase transporta bagera. Kod horizontal-

nog srpa maksimalna vrednost radijalne deblijine se postiže u osovinu trase transporta bagera.

Na osnovu iznetog proizlazi da fizičku suštinu procesa rezanja karakteriše promenljiva vrednost količine protoka materijala koja predstavlja slučajnu veličinu.

Pošto je količina protoka materijala, izrežana radnim točkom sa vedricama, u nekoj jedinici vremena određena produktom površine preseka vertikalnog reza (u vertikalnoj ravni) sa brzinom pomeranja težišta tog preseka u horizontalnoj ravni (brzina kružnog kretanja katarke radnog točka), može se napisati relacija

$$Q_{pm} = F_{rez}^v \cdot V_{kkr} \cdot 60 \quad (1)$$

gde je:

$F_{rez}^v$  — površina preseka vertikalnog reza u vertikalnoj ravni. Ova površina je određena kako se vidi iz slike 1 produktom deblijine reza „ $S_r$ “ i visine reza „ $h$ “, to jest

$$F_{rez}^v = S_r \cdot h \quad (2)$$

$V_{kkr}$  — brzina kružnog kretanja katarke radnog točka.

Tako se može napisati da količina protoka materijala iznosi:

$$Q_{pm} = S_r \cdot h \cdot V_{kkr} \cdot 60 \quad (3)$$

S obzirom da se brzina kružnog kretanja katarke radnog točka može izraziti kao produkt širine reza „ $b$ “ i broja istresanja vedrica „ $n_{iv}$ “, to se relacija (3) može napisati u obliku

$$Q_{pm} = S_r \cdot h \cdot b \cdot n_{iv} \cdot 60 \quad (4)$$

Ako se uzme da zapremina materijala izrezanog jednom vedricom iznosi:

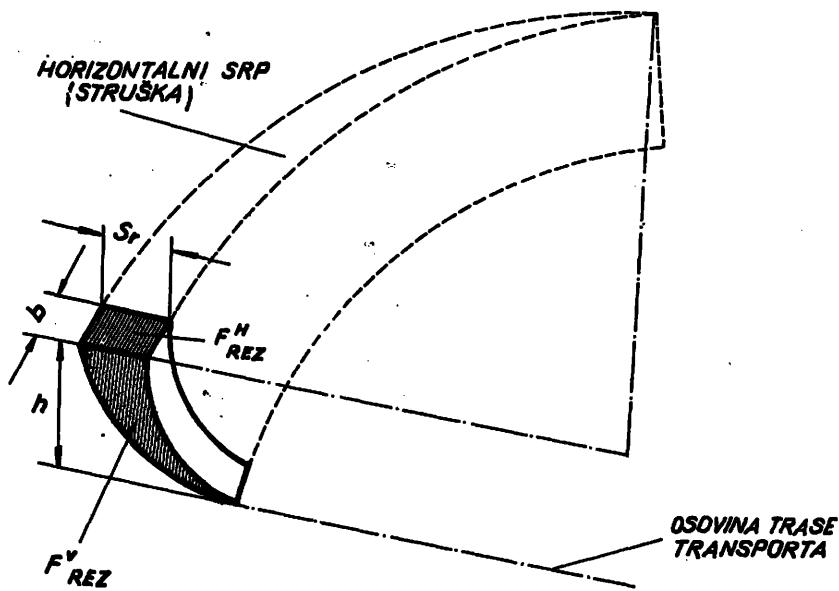
$$q_{im} = F_{rez}^v \cdot b \quad (5)$$

i zameni u relaciji (4) može se napisati da je količina protoka materijala

$$Q_{pm} = q_{im} \cdot n_{iv} \cdot 60 \quad (6)$$

Ovde valja napomenuti da je vrednost zapremine materijala izrezanog jednom vedricom tekuća veličina, radi čega je i promenljiva te se ne sme mešati sa nominalnom zapreminom vedrice „ $q_v$ “.

Upoređenjem parametara datih u relacijama (3) i (6) se vidi, da je sa aspekta fizičke suštine procesa rezanja relacija (3) određenija, radi toga što se u njoj nalaze parametri koji se zadaju, odnosno programiraju ili ih sam rukovalac bagera može fiksirati, dok zapreminu materijala



Slika 1

izrezanog samo jednom vedricom rukovalac bagera ne može fiksirati, a bilo bi vrlo složeno tu zapreminu materijala registrovati nekim uređajem. Pored toga, iz relacije (3) se vidi da se promena količine protoka materijala može ostvariti promenom jednog od navedenih parametara, odnosno da trenutni kapacitet, u procesu rezanja, ne zavisi od broja obrtaja radnog točka i broja istresanja vedrica već je nedvosmisleno određen produkтом debljine, visine i brzine kružnog kretanja.

Kako se u procesu rezanja jednog horizontalnog srpa zadati parametri vertikalnog reza „ $S_r$ “ i „ $h$ “ ne mogu menjati bez zaustavljanja procesa rezanja, iz relacije (3) proizlazi, da se može menjati samo brzina kružnog kretanja, tj. širina reza. Promena brzine kružnog kretanja je neminovna, jer se konstantna količina protoka materijala može postići samo na taj način. Za osiguranje konstantne količine protoka materijala promena brzine kružnog kretanja se vrši po zakonu recipročne vrednosti kosinusa ugla kružnog kretanja. Kada bi brzina kružnog kretanja bila konstantna preko čelog horizontalnog srpa, količina protoka materijala bi se menjala i smanjivala sa povećanjem ugla kružnog kretanja. Ovom je uzrok površina preseka vertikalnog reza ( $F_{rez}^V$ ) u vertikalnoj ravni, koja se smanjuje sa povećanjem ugla kružnog kretanja katarke radnog točka u odnosu na osovnu trase transporta bagera.

U slučaju kada se želi osigurati postizanje teoretskog kapaciteta bagera, za određenu visinu reza „ $h$ “, mora se svakom vedricom izrezati tolika količina materijala „ $q_{im}$ “ odnosno postići zapremina reza koja odgovara geometrijskoj (nominalnoj) zapremini vedrice „ $q_v$ “, to jest  $q_{im} = q_v$ . Kada su poznate visine reza i zapremina materijala koja mora biti izrezana jednom vedricom za postizanje teoretskog kapaciteta, potrebna horizontalna površina preseka vertikalnog reza  $F_{rez}^H$ , merena u visini osovine radnog točka, može se dobiti iz relacije

$$F_{rez}^H = \frac{q_{im}}{h} \quad (7)$$

gde je:

$F_{rez}^H$  – površina preseka vertikalnog reza u horizontalnoj ravni (sl. 1). Ova površina je određena produkтом debljine reza „ $S_r$ “ i širine reza „ $b$ “, to jest

$$F_{rez}^H = S_r \cdot b \quad (8)$$

Kako se vidi iz relacije (8) određena zahtevana horizontalna površina preseka vertikalnog reza  $F_{rez}^H$  može se dobiti iz mnogo kombinacija debljine reza „ $S_r$ “ i širine reza „ $b$ “. Međutim, potrebno je odabrati takvu kombinaciju koja pored udovoljenja postavljenog zahteva ( $q_{im} = q_v$ ) odgovara i najmanje potrebnoj snazi kopanja za odvajanje reza od celine. Ako se akceptira postavka da je specifični otpor kopanja proporcionalan režućoj dužini noža vedrice, odabrana debljina i širina reza moraju garantovati najmanji zbir aktivnih režućih dužina noža vedrice u datom trenutku. Ovo znači, da optimalna debljina i optimalna širina reza moraju odgovarati sledećim uslovima:

- pri zadatoj visini reza „ $h$ “, rez mora imati zapreminu koja odgovara nominalnoj (geometrijskoj) zapremini vedrice
- površina odvajanja reza od celine mora biti tako mala kako je to moguće.

Prema datom izvodu teoretskih osnova procesa rezanja lako je shvatljivo kolika je važnost, prvo, pravilnog određivanja geometrijskih parametara reza, a zatim valjanog realizovanja tih parametara.

#### Ostvareni rezultati opažanja

U tablici 1 prikazane su izmerene vrednosti parametara reza i to samo one, koje su karakteristične za sva obavljena merenja.

Vrednosti za debljinu reza se odnose na osovnu trase transporta bagera i visinu osovine radnog točka.

Brzina kružnog kretanja katarke radnog točka se odnosi na vrh noža vedrice.

Količina protoka materijala sračunata je bez korekcije, jer ima samo uporedni smisao.

U kolonama za visinu i debljinu reza vrednosti date u zagradama su prema oceni rukovaoca bagera.

U koloni „način postavljanja parametara“ – potkolona „ $V$ “ označava način postavljanja visine reza, „ $D$ “ debljine reza i „ $B$ “ brzine kružnog kretanja. „ $R$ “ označava ručno postavljanje parametara, „ $PA$ “ poluautomatsko, a „ $A$ “ automatsko.

Tablica 1

Broj bagera	Broj pod stale	Broj srpa	Visina reza h (m)	Debljina rezna s (m)	Brinsa kružnog kretanja v (m/min)	Količina protoka materijala Q pa m <sup>3</sup> /min	Vrata. reza	Način postavljanja parametara		Ručo- valac bagera	Smene
								V	D		
1	1	2,8(3,5)	0,15	14,0	5,8	vertik.	R	R	A	I	I
	2	2,8	0,20(0,30)	14,0	7,8	"	R	R	A	I	I
	3	2,8	0,16	14,0	6,0	"	R	R	A	I	I
	4	2,8	0,10(0,10)	14,0	5,0	"	R	R	A	I	I
	1	3,0(4,0)	0,22(0,15)	12,0	7,9	horizon.	R	R	B	II	II
	2	3,0	0,15	14,0	6,3	"	R	R	B	II	II
2	3	3,0	0,13(0,20)	14,0	5,4	"	R	R	B	II	II
	4	3,0	0,20	14,0	6,4	"	R	R	B	II	II
	3	2,5(3,5)	1,0	13,0	3,2	vertik.	R	R	C	III	III
	4	2,5	0,18(0,10)	16,0	7,2	"	R	R	C	III	III
	5	2,5	0,11	14,0	7,8	"	R	R	C	III	III
	6	2,5	0,20	14,0	7,0	"	R	R	C	III	III
3	1	4,0(5,0)	0,30	23,1	27,7	vertik.	R	R	E	III	III
	2	4,0	0,32	24,0	30,7	"	R	R	E	III	III
	3	4,0	0,32	24,5	31,3	"	R	R	E	III	III
	4	4,0	0,32	23,2	31,5	"	R	R	F	III	III
	5	4,0	0,32	23,2	31,5	"	R	R	F	III	III
	6	3,2(4,0)	0,26	28,1	23,3	vertik.	R	R	F	III	III
4	7	3,2	0,26	27,3	22,7	"	R	R	G	I	I
	8	3,2	0,28	28,4	25,4	"	R	R	G	I	I
	9	3,2	0,24	29,1	22,3	"	R	R	G	I	I
	10	3,2	0,24	29,1	22,3	"	R	R	G	I	I
	11	4,2(5,0)	0,30	30,2	38,0	vertik.	R	R	E	III	III
	12	4,2	0,30	34,0	40,3	"	R	R	E	III	III
5	1	3,5(4,5)	0,25	22,4	19,6	vertik.	R	R	F	III	III
	2	3,5(4,5)	0,25	22,4	18,7	"	R	R	F	III	III
	3	3,5	0,25	21,0	19,2	"	R	R	F	III	III
	4	3,5	0,25	22,0	19,2	"	R	R	F	III	III
	5	3,5	0,25	22,0	19,2	"	R	R	F	III	III
	6	3,5	0,25	22,0	19,2	"	R	R	F	III	III
6	1	7,7	0,60	16,0	73,9	vertik.	A	A	H	I	I
	2	7,7	0,60	16,0	73,9	"	A	A	H	I	I
	3	7,7	0,60	16,0	73,9	"	A	A	H	I	I
	4	7,7	0,60	16,0	73,9	"	A	A	H	I	I
	5	6,2	0,40	28,0	70,5	vertik.	A	A	J	II	II
	6	6,2	0,40	28,0	70,5	"	A	A	J	II	II
7	1	4,3(5,0)	0,45	21,0	40,6	vertik.	R	R	K	II	II
	2	4,3	0,42	24,0	43,3	"	R	R	K	II	II
	3	4,3	0,46	22,0	43,5	"	R	R	K	II	II

Uslove pod kojima su ostvareni parametri reza, prikazani u tablici 1, karakteriše sledeće.

Otkopavani materijal na bageru 1, po svome sastavu i osobinama, približno je isti po horizontali i vertikali. Na bageru 2 otkopavani materijal bio je ujednačen izuzev na četvrtoj podetaži, gde je otpor kopanja nešto veći. Kod bagera 3 materijal je, po svome sastavu i osobinama, bio vrlo sličan.

Na bageru 1 nije bilo nikakvih uređaja i naprava za postavljanje, realizovanje i kontrolu parametara reza. Na bageru 2 postojao je uređaj za poluautomatsko regulisanje brzine kružnog kretanja i naprava za kontrolu debljine reza. Postavljanje i realizovanje parametara na bageru 3 vršeno je automatski i bila je moguća kontrola svih postavljenih parametara.

Rukovaoci na bageru 1, označeni sa „A“ i „C“, su obučeni i sa iskustvom, rukovalac označen sa „B“ bio je srednje osposobljen. Na bageru 2 sva tri rukovaoca su obučena i sa iskustvom. Rukovaoci na bageru 3 su sa vrlo kratkim iskustvom.

Vremenski i drugi faktori koji bi imali bitan uticaj na geometriju rezanja nisu bili prisutni.

Podaci, vezani za geometriju reza, o bagerima na kojima su vršena opažanja, dati su u tablici 2.

### Ocena rezultata opažanja

Ocena ostvarenih vrednosti parametara reza izvršiće se najpre sa aspekta načina odabiranja, postavljanja, realizovanja i kontrole postavljenih parametara reza. Nakon toga uporediće se ostvarene vrednosti parametara reza, na pojedinim bagerima, sa maksimalno mogućim ostvarljivim vrednostima parametara reza za uslove u kojima su vršena opažanja.

Način odabiranja parametara reza na bageru 1 vršen je prema osećaju, a na takozvani iskustven način. Postavljanje i realizovanje parametara obavljano je ručno. To znači, rukovaoci bagera sami su cenili potrebnu visinu i debljinu reza i brzinu kružnog kretanja za postojeće geometrijske parametre bloka, osobine i sklonosti otkopavanog materijala. Posledice toga, kako se vidi iz tablice 1, su sledeće:

— značajne razlike ostvarenih debljina reza između pojedinih srpova, umesto da budu približno iste

— razlike između izmerenih i ocenjenih vrednosti visine i debljine reza od strane rukovaoca bagera

— konstantna brzina kružnog kretanja katarkse radnog točka za svaki srp, bez obzira na različite debljine pojedinih srpova.

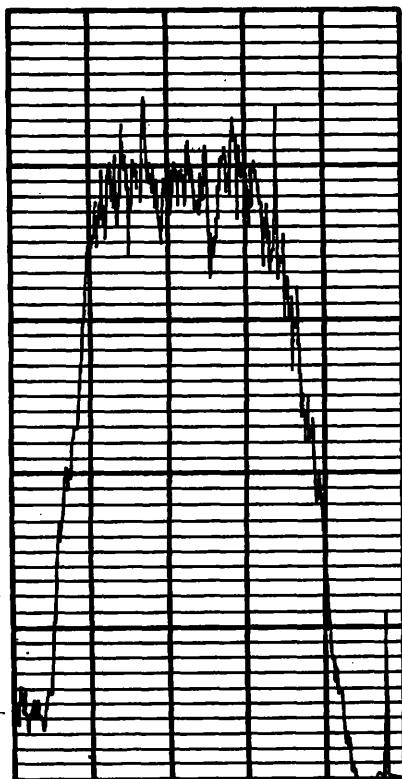
Odabiranje parametara reza na bageru 2 vršeno je na isti način kao kod bagera 1. Postavljanje i realizovanje parametara reza za visinu i debljinu reza ostvarivano je ručno. Realizovanje brzine kružnog kretanja izvođeno je poluautomatskim uređajem. Za kontrolisanje postavljenih parametara, debljine reza i brzine kružnog kretanja postojali su uređaji. Prema ostvarenim vrednostima iz tablice 1, za ovaj bager, vidi se da su velike razlike između izmerenih visina reza i visina koje je ocenio rukovalac.

Na bageru 3 odabiranje parametara reza vršila je tehnološka priprema, i to visinu i debljinu reza. Postavljanje i realizovanje odabranih parametara bilo je automatsko. Rukovalac bagera je parametre zadao programskom uređaju za ceo blok i proces rezanja se odvijao automatski. Na postopečem displeju vršena je kontrola svih parametara. Kako se vidi iz tablice 1 kod ovog bagera razlike ostvarenih vrednosti svih parametara između pojedinih srpova su minimalne. Radi poređenja, u kojoj su meri ostvarene vrednosti parametara reza (tabli-

Tablica 2

Broj bagera	Precnik radnog točka (m)	Širina otvora vedrice (m)	Bočna visina vedrice (m)	Broj istresanja vedrica $\text{min}^{-1}$	Brzina kružnog kretanja m/min	Način postavljanja parametara
1	6,7	0,700	0,500	60	10 – 28	ručno
2	9,0	1,00	0,700	91	10 – 45	ručno i poluautomatski
3	11	1,069	0,800	150	13 – 40	automatski

ca 1) prema maksimalno mogućim ostvarljivim vrednostima parametara reza, u tablici 3 su prikazani maksimalno mogući parametri za visine reza 0,3; 0,5; 0,6 i 0,7 prečnika radnog točka.

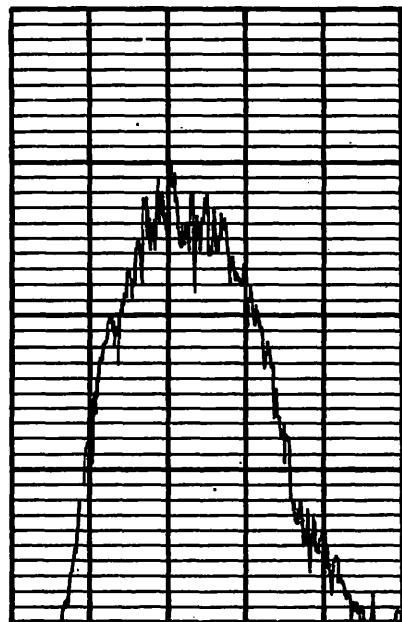


Grafikon 1

Vrednosti reza-visine od 0,3 prečnika radnog točka, date u tablici 3, su granične, jer bi se za ugao kružnog kretanja oko  $60^\circ$  vrednosti brzine kružnog kretanja morale udvostručiti.

Upoređenjem ostvarenih vrednosti u tablici 1 sa vrednostima, za približno iste visine reza, u tablici 3, proizlazi da maksimalne ostvarljive vrednosti parametara reza nisu ostvarene ni na jednom bageru. Najveća je razlika ovih vrednosti na bageru 1, zatim bageru 2. Na bageru 3 ove razlike su vrlo male. Osnovni razlog za ovo je nefunkcionisanje tehnološke pripreme i neopremljenost bagera 1 i 2 svim napravama i uređajima za postavljanje i kontrolu postavljenih parametara.

Analizirajući ostvarene odnose deblijine reza prema širini odnosno brzini kružnog kretanja, u tablici 1, uočljivo je da ti ostvareni odnosi ne omogućuju racionalno korišćenje raspoložive brzi-



Grafikon 2

Tablica 3

Broj bagera	Visina reza (m)	Optimalan odnos deblijine reza prema širini	Debljina reza (m)	Brzina kružnog kretanja m/min	Količina protoka $m^3/mm$
1	0,6 D	4,0	0,342	14,64	20,0
	0,5 D	3,35	0,381	15,66	20,0
	0,3 D	2,0	0,523	19,14	20,0
2	0,7 D	6,3	0,260	28,9	47,4
	0,5 D	4,5	0,320	32,9	47,4
	0,3 D	2,7	0,484	36,3	47,4
3	0,7 D	7,7	0,385	25,9	76,9
	0,5 D	5,5	0,473	29,5	76,9
	0,3 D	3,3	0,647	35,9	76,9

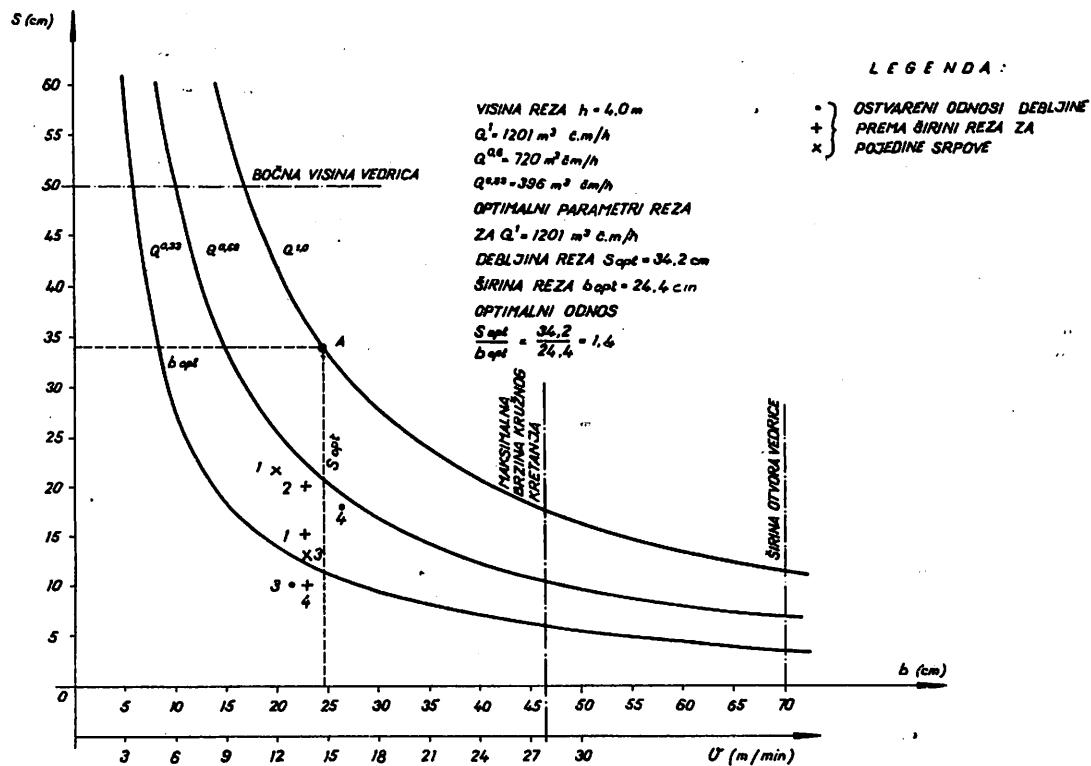
ne kružnog kretanja, to jest ne osiguravaju konstantnu količinu protoka preko celog srpa. Radi ilustracije, na grafikonu 1, prikazan je snimljeni dijagram protoka materijala pri otkopavanju jednog srpa bagerom 2. Na ovom grafikonu je pokazan slučaj kada se vrši racionalno korišćenje raspoložive brzine kružnog kretanja, a čime se postiže približno konstantna količina protoka materijala preko celog srpa. Grafikon 2 pokazuje dijagram protoka materijala kada se raspoloživa brzina kružnog kretanja ne koristi racionalno i količina protoka materijala je promenljiva preko celog srpa. Pored toga, proizvoljno postavljanje odnosa debljine reza prema širini uzrokuje loše korišćenje raspoložive specifične sile rezanja na radnom točku i doprinosi povećanju komadatosti, a naročito u materijalima sklonim komadanju.

Kakvi su sve mogući odnosi debljine reza prema širini, odnosno kombinacije tih parametara, čijom realizacijom se u procesu rezanja može ostvariti racionalno korišćenje bagera, mogu se očitati sa grafikona 3 i to konkretno za bager 1. Na ovom grafikonu je prikazan optimalni odnos debljine reza prema širini (tačka A) za maksimalno

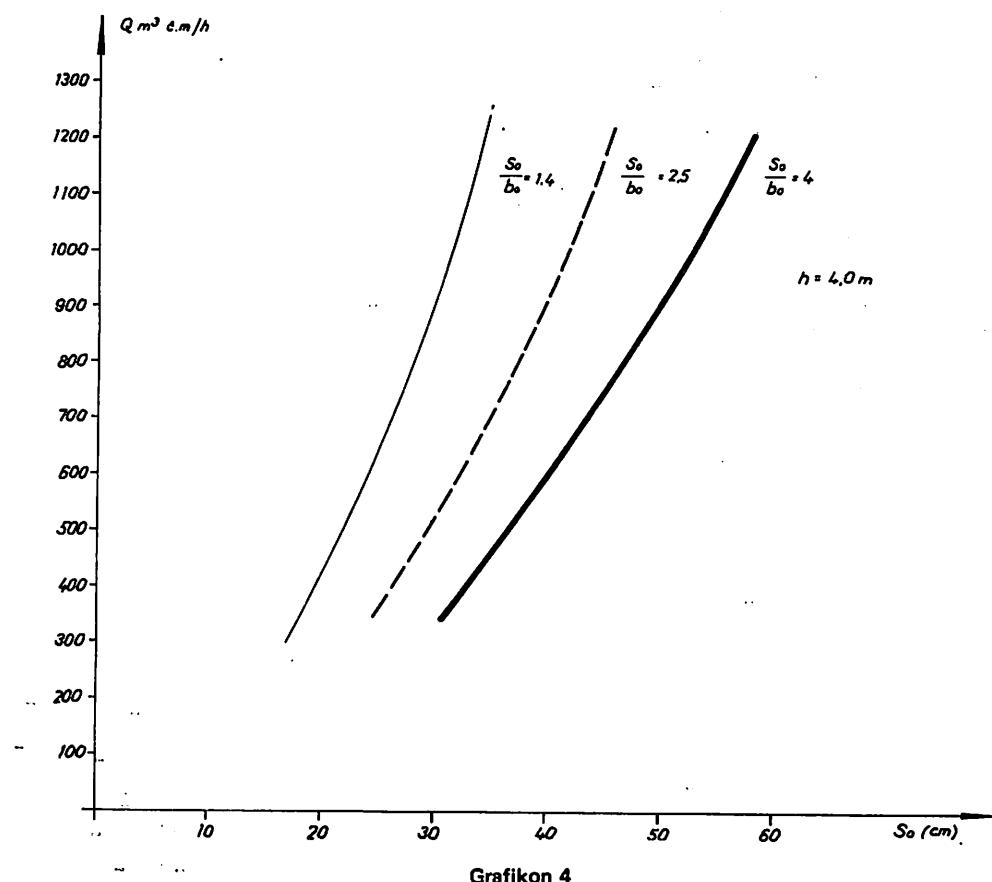
moguće ostvarljive parametre reza. Prikazani su i neki ostvareni odnosi debljine reza prema širini i označeni za prvu podetažu znakom „+“ i rednim brojem srpa, za drugu podetažu znakom „x“ i treću podetažu „.“. Grafikon 3 konstruisan je za visinu reza 4 m, a pored krive za maksimalno mogući kapacitet  $Q^1$  date su i krive za 60% kapaciteta  $Q^{0.6}$  i 30% kapaciteta  $Q^{0.3}$  u odnosu na maksimalno mogući.

Način na koji se može odrediti debljina reza prema zahtevanom kapacitetu i odnosu debljine reza prema širini prikazan je na grafikonu 4 koji je takođe konstruisan za bager 1. Sa ovog grafikona može se očitati vrednost debljine reza za optimalan odnos parametara debljine prema širini reza (1,4), i za odabrane odnose debljine prema širini reza 2,5 i 4,0, kao i za visinu reza od 4,0 m.

Prema izvršenoj oceni ostvarenih rezultata proizlazi da na bagerima 1 i 2 parametri reza nisu odabrani i realizovani na način koji omogućava njihovo bolje korišćenje.



Grafikon 3



Grafikon 4

### Zaključak

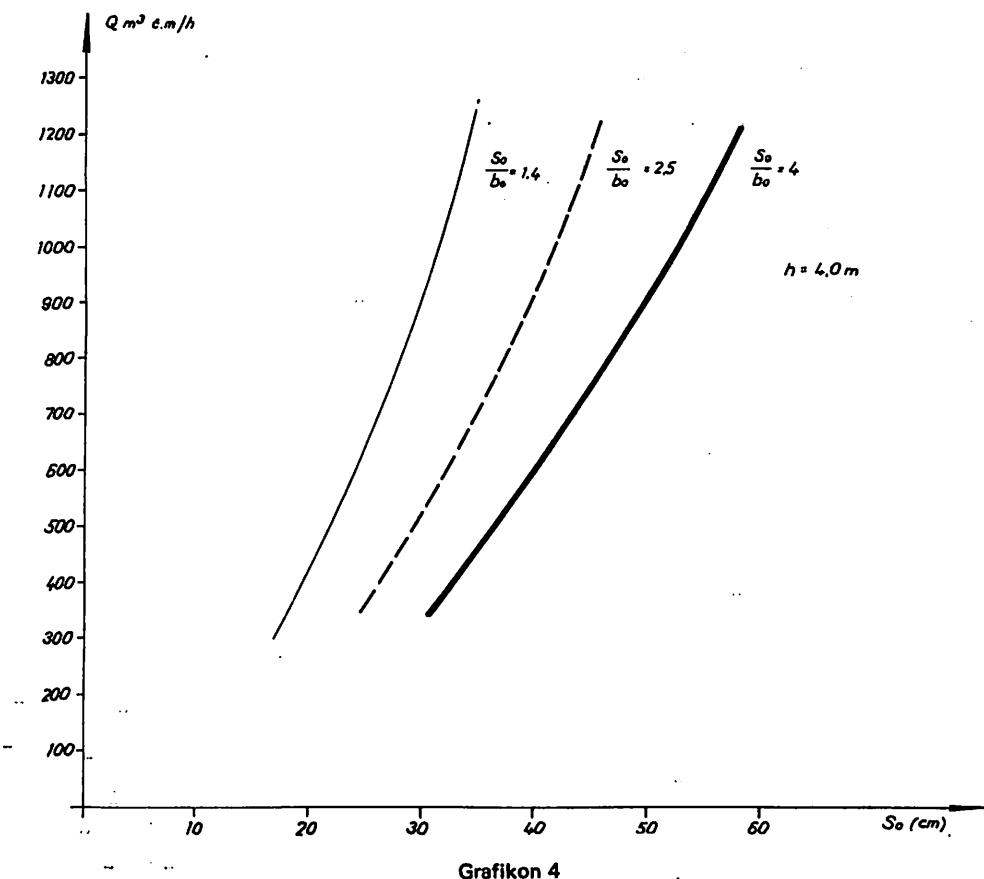
Iz datog prikaza rezultata i njihove ocene vidi se, da, u procesu rezanja formirana količina protoka materijala odnosno iskorišćenje kapaciteta bagera, a time i celog sistema zavisi od umešnosti izbora, postavljanja i realizovanja parametara reza. Na osnovu toga, nedvosmisleno proizlazi da se za racionalno korišćenje bagera mora učiniti sledeće:

- osigurati tehnološku pripremu koja stalno odabira parametre reza za konkretnе uslove i prati ostvarenje tih parametara
- opremiti bagere uređajima i napravama za kontrolu i postavljanje parametara reza i
- redovno vršiti obuku i upoznavanje rukovalaca bagera i nadzorno-tehničkog osoblja sa procesom rezanja.

### SUMMARY

#### Outline and Evaluation of the Results of Cutting Process Observations On Some Bucketwheel Excavators

Outlined is the method of selection, determination and realization of cut parameters, as well as achieved values of the parameters and conditions under which the presented values were achieved on three different bucketwheel excavators. The achieved values were compared with calculated ones achievable under the conditions of observation, and on this basis causes were determined for unachievement of achievable values of cut parameters. In addition, a graph is presented affording readings of all possible relations between cut width and thickness whose realization in the cutting process secures rational excavator utilization.



#### Zaključak

Iz datog prikaza rezultata i njihove ocene vidi se, da, u procesu rezanja formirana količina protoka materijala odnosno iskorišćenje kapaciteta bagera, a time i celog sistema zavisi od umešnosti izbora, postavljanja i realizovanja parametara reza. Na osnovu toga, nedvosmisleno proizlazi da se za racionalno korišćenje bagera mora učiniti sledeće:

- osigurati tehnološku pripremu koja stalno odabira parametre reza za konkretne uslove i prati ostvarenje tih parametara
- opremiti bagere uređajima i napravama za kontrolu i postavljanje parametara reza i
- redovno vršiti obuku i upoznavanje rukovalaca bagera i nadzorno-tehničkog osoblja sa procesom rezanja.

#### SUMMARY

#### Outline and Evaluation of the Results of Cutting Process Observations On Some Bucketwheel Excavators

Outlined is the method of selection, determination and realization of cut parameters, as well as achieved values of the parameters and conditions under which the presented values were achieved on three different bucketwheel excavators. The achieved values were compared with calculated ones achievable under the conditions of observation, and on this basis causes were determined for unachievement of achievable values of cut parameters. In addition, a graph is presented affording readings of all possible relations between cut width and thickness whose realization in the cutting process secures rational excavator utilization.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Darstellung und Bewertung der Ergebnisse von Beobachtungen beim Schnittprozess an einigen Schaufelradbaggern

Es wurde die Wahl-, Ansatz- und Verwirklichungsweise der Schnittparameter, derzielte Werte dieser Parameter und Bedingungen unter welchen die gezeigten Werte mit drei verschiedenen Schaufelradbaggern erzielt wurden, dargestellt. Die erzielten Werte wurden mit den auf dem Rechnungsweg erhaltenen Werten verglichen, realisierbar unter den Bedingungen unter den auch die Beobachtungen durchgeführt wurden und auf Grund dessen wurden Ursachen zur Nichterzielung der verwirklichbaren Schnittparameterwerte festgestellt. Außerdem wurde ein Graphik dargestellt, von welchem jedes mögliche Verhältnis der Schnittbreite zu —stärke abgelesen werden kann und durch dessen Ausführung im Schnittprozess rationelle Baggernutzung erzielt werden kann.

## РЕЗЮМЕ

### Описание и оценка результатов наблюдения за процессом резания для некоторых типов роторных экскаваторов

Описывается способ выбора, постановки и осуществления параметров резания, значения в практике полученных параметров и условия в которых они получены для трёх различных роторных экскаваторов.

Полученные значения сопоставляются со значениями полученными расчётом для условий в которых проводились наблюдения, и на основании этого установлены причины неосуществления значений параметров, которые ожидались.

Кроме того, дан график всех возможных соотношений толщины стружки к её ширине, так как осуществлением правильного отношения в процессе разработки можно осуществить рациональное использование экскаваторов.

## Literatura

1. Šenderov, A. J., Emeljinov, O. A., i - Odin J. M.: Sigurnost i kapacitet rudarske transportne opreme
2. Elaborati o snimanju vremenskih i kapacitativnih parametara rotornih bagera na PO Kosovo i PO Suvodol u periodu 1979–1980. god.

Autor: mr inž. Dragoljub Ćirić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. J. Kun, Beograd

Članak primljen 10. 7. 1981, prihvacen 21. 7. 1981. god.

UDK 621.86.064.004.15  
Primenjeno—istraživački rad

## KAPACITET BAGERA KAŠIKARA KOD JEDNOSTRANOG UTOVARA U CIKLIČNA TRANSPORTNA SREDSTVA

(sa 2 slike)

Dipl.inž. Dobrivoje Tanasijević

### Uvod

Cilj korišćenja bagera, slično kao i drugih radnih mašina, je izvršenje predviđenih proizvodnih zadataka, a njihova mogućnost brojčano se određuje pomoću proizvodne sposobnosti. Pod proizvodnom sposobnošću podrazumeva se tehnički dokazaњa veličina efekta rada bagera u određenom periodu vremena, izražena u zapreminskim ili težinskim jedinicama otkopanih i utovarenih stenskih masa. Utvrđivanje proizvodne sposobnosti mašina je jedan od najbitnijih, a istovremeno i najtežih, problema rudarske tehnologije, povezanih kako sa projektovanjem novih rudnika, tako i sa radom rudnika koji su u stadijumu pune eksploatacije, jer tačnost prognoziranja proizvodne sposobnosti pojedinih mašina uslovjava ritmičnost toka celog proizvodnog procesa rudnika.

Kapacitet bagera kašikara u istim rudarsko-geološkim uslovima zavisi od konstruktivnih karakteristika bagera i organizacije posla. Na poboljšanje tehničkih karakteristika bagera ne može se mnogo uticati, izuzev da se izabere najpovoljnija veličina bagerske kašike za konkretne rudarsko-geološke uslove rada, jer proizvođači za isti bager daju različite veličine utovarne kašike.

Iskorišćenje opreme na utovaru zavisi od načina odstranjivanja materijala posle istresanja iz bagerske kašike. Ukoliko je odvoz materijala kontinuiran, on ne utiče na smanjenje kapaciteta bagera, a ako je odvoz cikličan, dolazi do smanjenja kapaciteta bagera, zbog zastoja pri izmeni

transportnih sredstava.

Sadašnji način obračuna kapaciteta bagera ne uzima u obzir izmenu transportnih sredstava kod cikličnog načina transporta masa, što ima za posledicu da bageri ne postižu računski kapacitet. Kod obračuna kapaciteta kamionskog transporta zastoj za izmenu kamiona se uzima u obračun, te bi trebalo isti princip primeniti i kod utovara, tim pre, što je uticaj ovog zastaja utoliko veći, ukoliko je potreban manji broj ciklusa za utovar kamiona. Članak ima cilj da razjasni ovu činjenicu i doprine se realnijem sagledavanju potrebne opreme na utovaru pri cikličnom odvozu masa, s obzirom na to, da smanjenje kapaciteta bagera, zbog zastaja radi izmene kamiona, iznosi 3,6% – 5,6% kod najpovoljnijeg odnosa sanduka transportnog sredstva prema kašici bagera (5–7).

### Kapacitet bagera

Pod pojmom kapaciteta podrazumeva se efekat rada bagera izražen u kubnim metrima ili tonama za jedan čas rada bagera i isti može biti određen računskim putem, pomoću obrazaca u koji se sadrže razni koeficijenti bagera i radilišta, zatim vremenska opažanja rada bagera, kao i ustanovljene norme. Razlikuju se tri vrste kapaciteta: teoretski, tehnički i eksploatacioni, a u zavisnosti od toga koji je od navedenih parametara uzet za obračun.

### Teoretski kapacitet

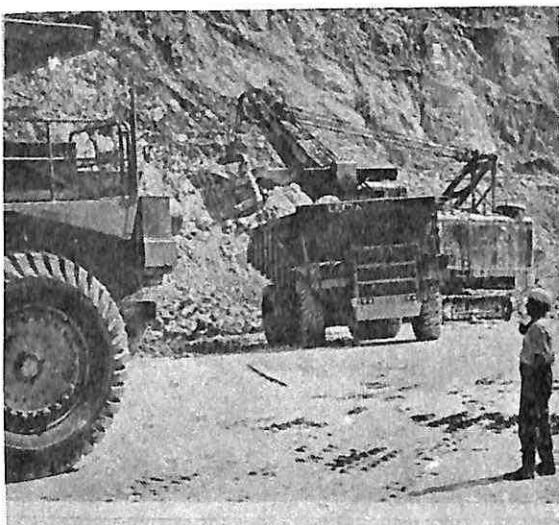
Ovaj kapacitet predstavlja uslovnu veličinu koja omogućuje poređenje raznih bagera, jer odražava konstruktivne karakteristike mašine i računa se po formuli:

$$Q_t = \frac{3600}{t_c} \cdot E \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

gde je:

$E$  – zapremina kašike bagera ( $\text{m}^3$ )

$t_c$  – teoretsko vreme trajanja ciklusa (s)



Sl. 1 – Bager kašikar

Teoretsko vreme trajanja ciklusa računa se za ugao okretanja bagera od  $90^\circ$ . Visina kopanja bagera je jednaka visini odlaganja otkopane mase pri računskim brzinama i opterećenjima. Ovo vreme kreće se u granicama od  $15 - 50$  s. Povećanjem ugla okretanja bagera za  $10^\circ$  povećava se vreme ciklusa za 1 s.

Teoretsko vreme ciklusa bagera daje proizvođač u uputstvu uz bager.

### Tehnički kapacitet

Ovaj kapacitet određuje najbolji mogući učinak bagera pri datim uslovima rada (fizičko-mehaničke osobine stena, oblik i dimenzija radilišta) i daje mogućnost da se odredi stepen stvarnog iskorišćenja bagera, a računa se po formuli:

$$Q_{teh} = \frac{3600}{\frac{t_c}{f_v}} \cdot E \cdot \frac{K_p}{K_r} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

gde je:

$K_p$  – koeficijent punjenja bagerske kašike koji pokazuje stepen punjenja kašike rastresitim materijalom i jednak je odnosu zapreminе materijala i kašike

$K_r$  – koeficijent rastresitosti materijala u kašici jednak odnosu zapremina rastresite i čvrste stene

$f_v$  – faktor popravke vremena ciklusa bagera koji zavisi od vrste stene, obučenosti rukovaoca za postavljanje kašike bagera iznad sanduka transportnog sredstva, kao i od ispravnosti i zastarlosti bagera.

U tablici 1 daje se koeficijent punjenja bagerske kašike za razne vrste stena i koeficijent rastresitosti za isti materijal.

Tablica 1

Materijal	$K_p$	$K_r$
Suv pesak, šljunak i dobro isitnjeni materijal	0,95 – 1,02	1,05 – 1,16
Vlažan pesak i krupan pesak	1,15 – 1,12	1,24 – 1,30
Glinasta zemlja	1,05 – 1,12	1,24 – 1,30
Gлина средње сува	1,08 – 1,18	1,28 – 1,37
Loše isitnjeni, mineralni materijal	0,75 – 0,85	1,20 – 2,00

U tablici 2 data je vrednost koeficijenta rastresitosti za minirani materijal u zavisnosti od sadržaja krupnih komada u ukupnoj masi.

D. Mitrović daje tablicu koeficijenta rastresitosti za krupnoću do  $800$  mm, iz koje se, takođe, vidi da sa povećanjem sadržaja krupnih komada, raste i koeficijent rastresitosti.

Faktor popravke  $f_v$  iznosi  $0,6 - 0,9$  (na osnovu dužeg snimanja u Borskom rudniku). D o m b r o v s k i je utvrdio brojne vrednosti za ovaj koeficijent i po njemu on iznosi  $0,07$  za bagere sa visinskom kašicom, a  $0,15$  za bagere sa povlačnom kašicom.

Vreme ciklusa bagera u zavisnosti od vrste stena dato je u tablici 3. Iz tablice se vidi da ciklus bagera raste sa čvrstinom stene i da je taj uticaj veći kod bagera sa manjom zapreminskom kašicom.

Tablica 2

Krupnoća komada (mm)	do 400	do 600	do 800	do 1000	do 1200	do 1500	do 1700	do 2000
Sadržaj krupnih frakcija u rastres. masi %	20–25	20–25	20–25	10–15	20–25	20–40	40–45	do 60
Koeficijent rastresitosti	1,2	1,3	1,5	1,45	1,55	1,6	1,7–1,8	2,0

Tablica 3

Zapremina bagerske kašike m <sup>3</sup>	S t e n a			
	Meka	Srednje čvrsta	Čvrsta	Vrlo čvrsta
1,15	15	17	21	25
1,53	16	18	22	26
1,91	17	19	23	26
2,68	18	20	24	27
3,44	20	23	26	30
3,82	20	23	27	31
4,59	21	24	27	33
6,12	22	24	28	33
7,65	24	26	30	35
9,18	26	28	32	37
11,47	30	32	36	42

**Eksploracioni kapacitet**

Eksploracioni kapacitet bagera određuje rad bagera u datim uslovima radilišta, uključujući stepen iskorišćenja radnog vremena i organizaciju rada.

Proračun eksploracionog kapaciteta vrši se tako što se tehnički kapacitet umanji za koeficijent iskorišćenja vremena  $K_v$

$$Q_e = Q_t \cdot K_v$$

Koeficijent iskorišćenja vremena može biti časovni, smenski ili godišnji.

Smenski koeficijent iskorišćenja radnog vremena računa se po obrascu:

$$K_v = \frac{T_{su} - t_{pz} - t_{pr}}{T_{sm}}$$

gde je:

- $T_{su}$  – vreme trajanja smene
- $t_{pz}$  – vreme primopredaje i sl.
- $t_{pr}$  – vreme planiranja prekida.

Časovno iskorišćenje radnog vremena obično se računa sa koeficijentom 0,83, tj. radni sat se računa sa 50 minuta.

Koeficijent iskorišćenja kalendarskog vremena u toku godine kreće se od 0,35 – 0,65.

Koeficijent iskorišćenja vremena sadrži niz elemenata kao što su: pomeranje bagera, servisi, smenjivanje posade, nepripremljenost radilišta, premeštanje bagera sa etaže na etažu, remonti i drugi zastoji.

Kod zastoja nije uzeto u obzir vreme koje bager izgubi čekajući zamenu kamiona kod jednostranog utovara, koji je, uglavnom, na svim našim površinskim otkopima. Vreme zamene punog kamiona praznim iznosi oko 0,5 min. Nije izgubljeno sve ovo vreme, već samo deo koji predstavlja razliku između vremena zamene kamiona i vremena punjenja bagerske kašike i postavljanja iste u položaj za pražnjenje.

Vreme utovara kamiona računa se po formuli:

$$t_u = \frac{A}{Q} \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{/h)}$$

i zamenom za vrednost Q dobija se izraz

$$t_u = \frac{60 \cdot A \cdot t_c}{E \cdot K_p \cdot f_v} \text{ (min)}$$

gde je A – zapremina korpe kamiona.

Ovako sračunato vreme daje veći kapacitet bagera, jer u sebi ne sadrži vreme koje je potrebno za izmenu kamiona. Za vreme izmene kamiona bager napuni kašiku i čeka na postavljanje novog kamiona, čime skraćuje prvi ciklus.

Grujić je našao da je koeficijent skraćenja prvog ciklusa jednak odnosu srednje vrednosti prvog ciklusa prema srednjoj vrednosti ostalih ciklusa.

$$C = \frac{\mu_1}{\mu_2} .$$

Vremena ciklusa dobijaju se eksperimentalnim merenjem.

Zastoj bagera na čekanju je neprekidna veličina. Kod izračunavanja kapaciteta bagera potrebno je ovo vreme zastoja rasporediti na sve bagerske cikluse koji su potrebni za utovar kamiona.

Potreban broj ciklusa za utovar kamiona je:

$$n = \frac{A}{E \cdot K_p}$$

Ako se vreme čekanja bagera označi sa  $t_d$ , korekcija ciklusa bagera pri utovaru u kamion iznosi:

$$K_d = \frac{t_d}{n} = \frac{t_d}{\frac{A}{E \cdot K_p}} = \frac{t_d \cdot E \cdot K_p}{A} \text{ (s)}$$

Vreme čekanja bagera  $t_d$  na osnovu snimljenih podataka iznosi 10 – 20 s. Korekcija vremena ciklusa bagera dobija se na ciklus bagera, pa formula za eksplikacioni kapacitet izgleda ovako:

$$Q = \frac{3600}{\frac{t_c}{f_v} + K_d} \cdot E \cdot \frac{K_p}{K_r} \cdot K_v \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Zamenom vrednosti za  $K_d$  koji je u funkciji veličine bagerske kašike i korpe kamiona, dobija se konačni oblik formule:

$$Q = \frac{3600}{\frac{t_c}{f_v} + \frac{t_d \cdot E \cdot K_p}{A}} \cdot E \cdot \frac{K_p}{K_r} \cdot K_v \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Ovako dobijen kapacitet asimptotski se

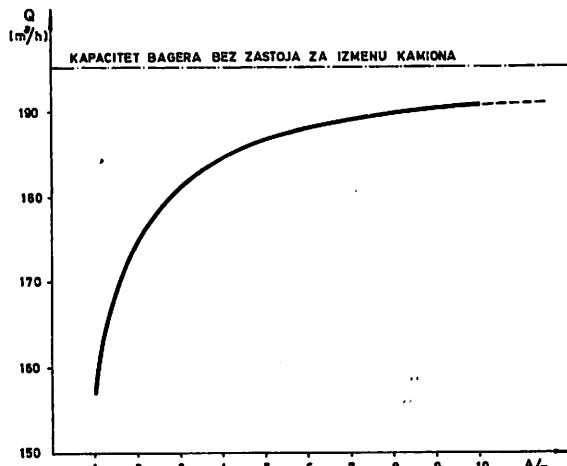
približava računskom kapacitetu koji u sebi ne sadrži zastoj zbog izmene kamiona.

Na slici 2 vidi se uticaj izmene kamiona na kapacitet bagera. Dijagram daje zavisnost kapaciteta bagera od broja ciklusa za utovar kamiona pri uračunatom zastoju zbog izmene kamiona.

### Zaključak

Kapacitet bagera kašikara pri jednostranom utovaru u ciklična transportna sredstva predstavlja razlomljenu funkciju. Funkcionalna zavisnost je takva da, pri svim ostalim istim uslovima, što je odnos zapremine korpe kamiona i zapremine kašike bagera veći, to je i časovni kapacitet bagera veći.

Uticaj vremena izmene kamiona na kapacitet bagera je takav da se isti smanjuje do 5,6% pri najpovoljnijim odnosima bager—kamion.



Sl. 2 – Zavisnost kapaciteta bagera od broja kašika utovarenih u kamion.

### SUMMARY

#### Shovel Excavator Capacity During One-Sided Loading Into Cyclic Haulage Means

Excavator capacity under identical mining conditions is dependent on the method of material removal after discharge from the excavator shovel. At one-sided loading into cyclic haulage means excavator capacity is reduced due to means exchange. This capacity reduction at most favorable relation between the shovel and truck box totals 5,6 per cent and this must be taken into consideration in designing new mines or purchase of new equipment for the purpose of capacity expansion.

Excavator capacity during loading into cyclic means asymptotically approaches its true capacity during continuous material haulage.

Grujić je našao da je koeficijent skraćenja prvog ciklusa jednak odnosu srednje vrednosti prvog ciklusa prema srednjoj vrednosti ostalih ciklusa.

$$C = \frac{\mu_1}{\mu_2}$$

Vremena ciklusa dobijaju se eksperimentalnim merenjem.

Zastoj bagera na čekanju je neprekidna veličina. Kod izračunavanja kapaciteta bagera potrebno je ovo vreme zastoja rasporediti na sve bagerske cikluse koji su potrebni za utovar kamiona.

Potreban broj ciklusa za utovar kamiona je:

$$n = \frac{A}{E \cdot K_p}$$

Ako se vreme čekanja bagera označi sa  $t_d$ , korekcija ciklusa bagera pri utovaru u kamion iznosi:

$$k_d = \frac{t_d}{n} = \frac{t_d}{\frac{A}{E \cdot K_p}} = \frac{t_d \cdot E \cdot K_p}{A} \text{ (s)}$$

Vreme čekanja bagera  $t_d$  na osnovu snimljenih podataka iznosi 10 – 20 s. Korekcija vremena ciklusa bagera dobija se na ciklus bagera, pa formula za eksploracioni kapacitet izgleda ovako:

$$Q = \frac{3600}{\frac{t_c}{f_v} + K_d} \cdot E \cdot \frac{K_p}{K_r} \cdot K_v \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Zamenom vrednosti za  $K_d$  koji je u funkciji veličine bagerske kašike i korpe kamiona, dobija se konačni oblik formule:

$$Q = \frac{3600}{\frac{t_c}{f_v} + \frac{t_d \cdot E \cdot K_p}{A}} \cdot E \cdot \frac{K_p}{K_r} \cdot K_v \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Ovako dobijen kapacitet asimptotski se

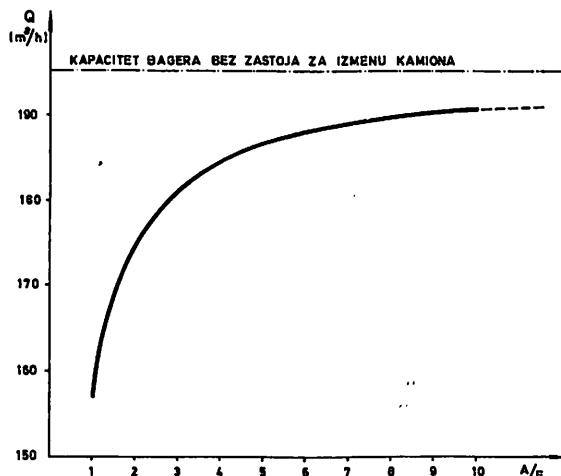
približava računskom kapacitetu koji u sebi ne sadrži zastoj zbog izmene kamiona.

Na slici 2 vidi se uticaj izmene kamiona na kapacitet bagera. Dijagram daje zavisnost kapaciteta bagera od broja ciklusa za utovar kamiona pri uračunatom zastolu zbog izmene kamiona.

### Zaključak

Kapacitet bagera kašikara pri jednostranom utovaru u ciklična transportna sredstva predstavlja razlomljenu funkciju. Funkcionalna zavisnost je takva da, pri svim ostalim istim uslovima, što je odnos zapremine korpe kamiona i zapremine kašike bagera veći, to je i časovni kapacitet bagera veći.

Uticaj vremena izmene kamiona na kapacitet bagera je takav da se isti smanjuje do 5,6% pri najpovoljnijim odnosima bager–kamion.



Sl. 2 – Zavisnost kapaciteta bagera od broja kašika utovarenih u kamion.

### SUMMARY

#### Shovel Excavator Capacity During One-Sided Loading Into Cyclic Haulage Means

Excavator capacity under identical mining conditions is dependent on the method of material removal after discharge from the excavator shovel. At one-sided loading into cyclic haulage means excavator capacity is reduced due to means exchange. This capacity reduction at most favorable relation between the shovel and truck box totals 5,6 per cent and this must be taken into consideration in designing new mines or purchase of new equipment for the purpose of capacity expansion.

Excavator capacity during loading into cyclic means asymptotically approaches its true capacity during continuous material haulage.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Löffelbaggerleistungsfähigkeit bei einseitiger Beladung in zyklisch ankommende Transportmittel

Baggerleistungsfähigkeit unter denselben bergbautechnischen Bedingungen ist von der Beseitigungart des Förderguts nach der Schüttung aus dem Baggerlöffel abhängig. Bei einseitiger Beladung in die zyklisch fahrenden Transportmittel kommt es zur Herabsetzung der Leistungsfähigkeit der Bagger wegen Transportmittelwechsel. Diese Herabsetzung der Leistungsfähigkeit beträgt beim günstigsten Verhältnis des Baggerlöffels zum LKW-Kasten 5,6%, mit welcher Zahl bei der Projektierung neuer Bergwerke oder Anschaffung neuer Ausrüstung zur Kapazitätserhöhung zu rechnen ist.

Die Baggerleistungsfähigkeit nähert sich bei der zyklischen Transportmittelbeladung asymptotisch der Baggerleistungsfähigkeit bei der kontinuierlichen Massenabförderung.

## РЕЗЮМЕ

### Производительность одновешевого экскаватора при односторонней погрузке в циклической системе транспорта

Производительность экскаватора, при одинаковых прочих условиях, зависит так же и от способа откатки породы после её выхода из ковша. При односторонней погрузке в средства циклической системы транспорта снижается производительность экскаваторов при смене этих средств. Такое снижение производительности, в случае самого благоприятного соотношения экскаваторного ковша к кузову самосвала, составляет 5,6%, с чем необходимо считаться при проектировании новых рудников или при приобретении нового оборудования при увеличении производительности рудника.

Производительность экскаватора при погрузке в средства циклической системы транспорта асимптотически приближается к производительности того же экскаватора при непрерывной системе откатки масс.

## Literatura

1. Simonović, M., 1967: Bageri, odlagači i transportni mostovi na površinskim otkopima, Beograd.
2. Popović, N., 1975: Naučne osnove projektovanja površinskih kopova, Sarajevo.
3. Mustafina, A. M., 1966: Soveršenstvovanie tehnologii gornyh rabot. — Nauka, Moskva.
4. Milenković, N. V., 1974: Kratkijspravočnik po ot-krytym gornym rabotam. — Nedra, Moskva.
5. Kolkiewicz, V., 1974: Zastosowanie maszyn podstawowych w gornictwie odkrywkowym. — Ślask.
6. Simonović, M., 1972: Sredstva železničkog i automobilskog transporta na površinskim otkopima, Beograd.
7. Mitrović, D., 1968: Uticaj bušačko-minerskih rada na iskorišćenje kapaciteta bagera kašikara na površinskim otkopima. — Rudarski glasnik br. 4/68, Beograd.
8. Grujić, M., 1978: Primena metode kvadratnih koeficijenata kod usvajanja parametara kamionskog transporta na površinskim kopovima. — III jugoslovenski simpozijum o eksploataciji mineralnih sirovina površinskim kopovima, Varaždin.

Autor: dipl.inž. Dobrivoje Tanasićević, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. J. Kun, Beograd

Članak primljen 10.7. 1981, prihvaćen 21. 7. 1981.god.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Löffelbaggerleistungsfähigkeit bei einseitiger Beladung in zyklisch ankommende Transportmittel

Baggerleistungsfähigkeit unter denselben bergbautechnischen Bedingungen ist von der Beseitigungart des Förderguts nach der Schüttung aus dem Baggerlöffel abhängig. Bei einseitiger Beladung in die zyklisch fahrenden Transportmittel kommt es zur Herabsetzung der Leistungsfähigkeit der Bagger wegen Transportmittelwechsel. Diese Herabsetzung der Leistungsfähigkeit beträgt beim günstigsten Verhältnis des Baggerlöffels zum LKW-Kasten 5,6%, mit welcher Zahl bei der Projektierung neuer Bergwerke oder Anschaffung neuer Ausrüstung zur Kapazitätserhöhung zu rechnen ist.

Die Baggerleistungsfähigkeit nähert sich bei der zyklischen Transportmittelbeladung asymptotisch der Baggerleistungsfähigkeit bei der kontinuierlichen Massenabförderung.

## РЕЗЮМЕ

### Производительность одноковшевого экскаватора при односторонней погрузке в циклической системе транспорта

Производительность экскаватора, при одинаковых прочих условиях, зависит так же и от способа откатки породы после её выхода из ковша. При односторонней погрузке в средства циклической системы транспорта снижается производительность экскаваторов при смене этих средств. Такое снижение производительности, в случае самого благоприятного соотношения экскаваторного ковша и кузову самосвала, составляет 5,6 %, с чем необходимо считаться при проектировании новых рудников или при приобретении нового оборудования при увеличении производительности рудника.

Производительность экскаватора при погрузке в средства циклической системы транспорта асимптотически приближается к производительности того же экскаватора при непрерывной системе откатки масс.

## Literatura

1. S imonović, M., 1967: Bageri, odlagači i transportni mostovi na površinskim otkopima, Beograd.
2. P opović, N., 1975: Naučne osnove projektovanja površinskih kopova, Sarajevo.
3. M ustafina, A. M., 1966: Soveršenstvovanie tehnologii gornyh rabot. — Nauka, Moskva.
4. M ilenkov, N. V., 1974: Kratkijspravočnik po otkrytym gornym rabotam. — Nedra, Moskva.
5. K olkiewicz, V., 1974: Zastosowanie maszyn podstawowych w górnictwie odkrywkowym. — Ślask.
6. S imonović, M., 1972: Sredstva železničkog i automobilskog transporta na površinskim otkopima, Beograd.
7. M itrović, D., 1968: Uticaj bušačko-minerskih radova na iskoršćenje kapaciteta bagera kašikara na površinskim otkopima. — Rudarski glasnik br. 4/68, Beograd.
8. G rujić, M., 1978: Primena metode kvadratnih koeficijenata kod usvajanja parametara kamionskog transporta na površinskim kopovima. — III jugoslovenski simpozijum o eksploataciji mineralnih sirovina površinskim kopovima, Varaždin.

Autor: dipl.inž. Dobrivoje Tanašijević, Zavod za eksploraciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. J. Kun, Beograd

Članak primljen 10.7. 1981, prihvatan 21. 7. 1981.god.

## POUZDANOST SISTEMA U RUDARSKOJ TEHNICI

(sa 3 slike)

Mr inž. Vukajlo Rakonjac

### Opšta razmatranja

U terminološkoj teoriji pozdanosti pod sistemom se podrazumeva ma kakav uređaj koji se sastoji iz delova — elemenata. U rudarstvu, u površinskoj eksploataciji primenjuju se veliki kompleksi mašina radi proizvodnje i transporta najrazličitijih dobara, koji se sastoje od mnogih pojedinačnih oruđa i transportnih uređaja. Ponašanje tih postrojenjā, okarakterisano brojnim uzajamnim odnosima između njihovih pojedinih delova, može se samo tada dovoljno egzaktno obuhvatiti, ako se postrojenja tretiraju kao dinamički sistemi. Sistemi mogu imati mnogo oblika i različiti su. Pod pojmom sistem (mačinski ili transportni) podrazumeva se celina elemenata i celina relacija, koje postoje između tih elemenata. Element je najmanji osnovni sastavni deo posmatranog sistema, koji se ne treba ili ne može dalje razlagati. To znači da su pojmovi „sistem” i „element” relativni pojmovi. Okolinom sistema je namerno određen zbir elemenata, koji nisu elementi datog sistema, a koji imaju veze sa sistemom, bitne za realizaciju određenog cilja. Sprega sistema je uzajamna zavisnost, koja se javlja među elementima ili njihovim zbirovima, bitna za realizaciju cilja.

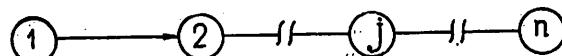
Sistemi koji imaju granične elemente zovu se otvoreni sistemi; oni „korespondiraju” sa svojom okolinom. Svi ostali su zatvoreni sistemi.

Suma postojećih relacija između elemenata nekog sistema zove se struktura sistema. Struktura sistema je vrlo različita. Često, pak, postoje bitne sličnosti u strukturi sistema, koje je vredno ispitivati.

U narednom razmatranju pretpostaviće se, da elementi otkazuju nezavisno jedan od drugog, tj. otkazivanje bilo koje grupe elemenata ne menja pouzdanost drugih elemenata. U izlaganju treba da se utvrde zavisnosti koje su potrebne za određivanje osnovnih pokazatelia pouzdanosti sistema pri određenim pokazateljima pouzdanosti elemenata koji ga čine.

### Istraživanje pouzdanosti sistema čija je struktura elemenata serijska

Serijska struktura elemenata sistema je stanje u kome otkaz bilo kog elementa izaziva otkaz čitavog sistema. Šematski prikaz elemenata sistema dat je na slici 1.



Sli. 1 — Strukturalna šema sistema čija je struktura elemenata serijska.

Sistem koji se razmatra može se izraziti i matematičkim odnosom kao:

$$T_R = T_{Rj}; T_O = \sum^n T_{Oj}$$

gde je:

n — broj elemenata u sistemu, koji čine sistem

$T_{Rj}$ ,  $T_{Oj}$  — ukupna vremena rada i otklanjanja otkaza j-og elementa

$T_R$  — ukupno čisto vreme rada sistema

$T_O$  — ukupno vreme otklanjanja otkaza svih elemenata sistema.

Izražene relacije za sisteme mogu se prikazati na sledeći način:

$$T = T_R : m; T_O = \frac{\sum_{j=1}^n T_{Oj}}{m} = \frac{T_O}{m}$$

gde je  $m$  – broj otkaza svih elemenata sistema.

Ako su poznata navedena vremena, koeficijent spremnosti sistema izražava se na sledeći način:

$$K_{ss} = \frac{T_R}{T_R + T_O} . \quad (1)$$

U sistemu (lancu) se svaki element sistema karakteriše svojim koeficijentom spremnosti, pa je

$$K_{sj} = \frac{T_{Rj}}{T_{Rj} + T_{Oj}} .$$

Vreme otklanjanja otkaza  $j$ -og elementa može se, prema tome, odrediti na sledeći način

$$T_{Oj} = \frac{T_R (1 - K_{sj})}{K_{sj}} .$$

Tada je

$$T_O = \sum_{j=1}^n \frac{T_R (1 - K_{sj})}{K_{sj}} = T_R \sum_{j=1}^n \frac{1 - K_{sj}}{K_{sj}} .$$

Ako se ovi izrazi uvrste u izraz (1) dobija se

$$K_{ss} = \frac{T_R}{T_R + T_R \sum_{j=1}^n \frac{1 - K_{sj}}{K_{sj}}} = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^n \frac{1 - K_{sj}}{K_{sj}}} .$$

Posle matematičkih transformacija dobija se zavisnost koeficijenta spremnosti u nizu povezanih elemenata, koji čine sistem

$$K_{ss} = \left[ \sum_{j=1}^n \frac{1}{K_{sj}} - (n - 1) \right]^{-1} \quad (2)$$

Ako su koeficijenti spremnosti određenih elemenata sistema isti i ravn  $K_{se}$ , tada je koeficijent spremnosti sistema, a zavisno izrazu (2),

$$K_{ss} = \left[ \frac{n}{K_{se}} - (n - 1) \right]^{-1} \quad (3)$$

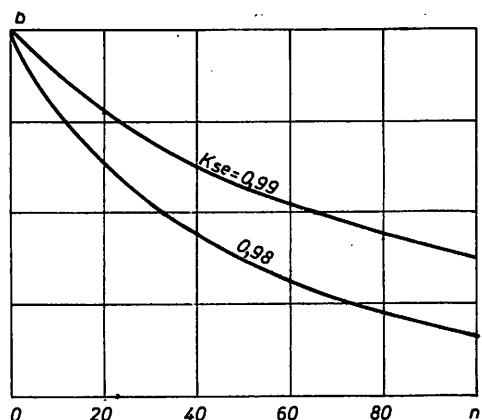
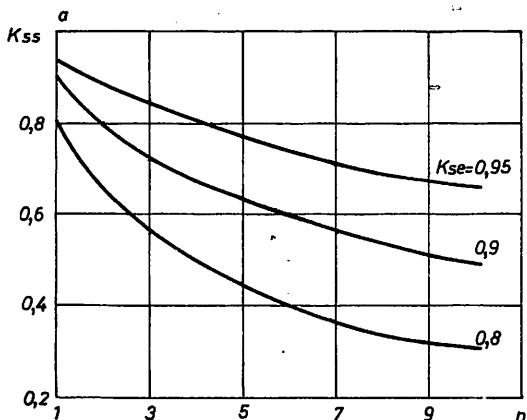
Za sistem čiji su elementi serijski povezani vreme tehničkog opsluživanja određuje se produžetkom vremena opsluživanja određenog elementa. Zato se za takav sistem primenjuje pojam koeficijenta tehničkog iskorišćenja kao pokazatalj pouzdanosti koji ima određeni fizički smisao za sve sisteme u celini, a gubi svoj smisao za određene elemente.

Koeficijent tehničkog iskorišćenja serijskog sistema može da se odredi iz izraza

$$K_t = K_s \frac{K_{op} + K_{or} - 1}{K_{or}}$$

gde je:

$K_s$  – koeficijent spremnosti



Sl. 2 – Grafikon zavisnosti koeficijenta spremnosti sistema sastavljenog od elemenata postavljenih u seriji  
a – za mašine, b – za sklopove i delove.

$K_{op}$  – koeficijent tehničkog opsluživanja i  
 $K_{or}$  – koeficijent organizacionog iskorišćenja

i izraza (2), pa je

$$K_{ts} = \frac{K_{op} + K_{or} - 1}{K_{or} \left[ \sum_{j=1}^n \frac{1}{K_{sj}} - (n-1) \right]} \quad (4)$$

Prema tome, iz izloženih zavisnosti se vidi, da pouzdanost rada sistema u znatnoj meri zavisi ne samo od pouzdanosti određenih elemenata, već i od broja elemenata u sistemu. Pri velikom broju elemenata u lancu dobijaju se male pouzdanosti sistema i pored dovoljno visoke pouzdanosti određenih elemenata.

Na slici 2 date su zavisnosti koeficijenta spremnosti sistema od broja elemenata u lancu, koji se sastoji od određenih mašina, i za mašine, koje se sastoje od određenih sklopova i delova.

Da bi se odredile osnovne jednačine rada sistema čiji su elementi u lancu postavljeni serijski, treba da se pođe od jednačine proizvodnje za određeni deo kalendarskog vremena, pa je

$$V_K = \prod_{i=1}^n Q_{ti} T_{Ri} \quad \text{ili} \quad V_K = Q_t T_K K_t K_{ti} K_{or}$$

gde je:

$Q_{ti}$  – tehnički kapacitet elementa

$K_{ti}$  – koeficijent tehnološkog iskorišćenja

a jednačina rada mašine je:

$$V_K = Q_t T_K K_{ti} K_s (K_{op} + K_{or} - 1).$$

Na osnovu datih odnosa mogu se izraziti osnovne jednačine rada sistema, pa su

$$V_{ks} = Q_t T_K K_{ts} K_{or} K_{ti} \quad (5)$$

ili

$$V_{ks} = Q_t T_K K_{ti} K_{ss} (K_{op} + K_{or} - 1) \quad (6)$$

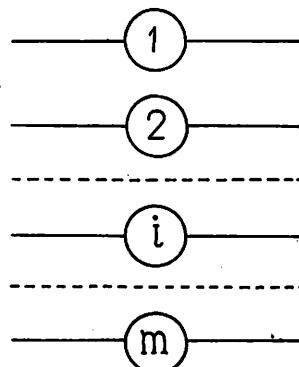
gde je:

$Q_t$  – tehnički kapacitet elementa, koji određuje kapacitet celog sistema

### Istraživanje pouzdanosti sistema čija je struktura elemenata paralelna

Paralelni sistem elemenata je struktura u kojoj su elementi postavljeni paralelno i nemaju međusobnog uticaja. To znači, otkaz jednog ili više elemenata ne utiče na druge elemente u sistemu, ili otkaz sistema nastupiće onda, kada otkažu svi elementi u sistemu.

Pri otkazu jednog od paralelno postavljenih elemenata (mašina) funkcija sistema ne ostaje nepromenjena, iako ne nastupa potpun otkaz sistema. Tada se menjaju proizvodne mogućnosti sistema – menja se radno stanje. To znači, paralelni raspored elemenata (slika 3) je sistem (lanac) u kojem otkaz jednog ili nekoliko elemenata ne dovode do otkaza celog sistema, a samo se menja njegovo radno stanje. Potpuni otkaz sistema nastupa pri otkazu svih njegovih elemenata.



Sli. 3 – Strukturna šema čija je struktura elemenata paralelna.

Ako se razmatra paralelni sistem elemenata, zapaža se da nalaženje svakog elementa u radnom ili neradnom stanju (događaj  $A_k$ ) ne zavisi od toga, u kakovom stanju u datom momentu se nalazi drugi paralelni moment (događaj  $A_l$ ). Takvi događaji u teoriji verovatnoće nazivaju se nezavisnim.

Prema rečenom, stanje sistema paralelnih elemenata u svakom vremenskom intervalu karakteriše se stvaranjem događaja (stanja) svakog elementa. Verovatnoća stanja sistema u kome se on nalazi, kao verovatnoća izazivanja nezavisnih događaja, jednaka je stvaranju verovatnoće tih događaja

$$p\left(\prod_{i=1}^m A_i\right) = \prod_{i=1}^m p(A_i)$$

gde je  $\Pi$  – indeks proizvoda.

Izloženo razmatranje objašnjava se prostim primerom – razmatra se sistem koji se sastoji iz dva paralelna elementa.

Stanje svakog elementa u datom vremenskom intervalu karakteriše se ili njegovim radom (dogadjaj  $A_i$ ) ili odsustvom rada (dogadjaj  $\bar{A}_i$ ). Ako se verovatnoća elementa koji radi izrazi sa  $p(T_{Ri})$ , tada je verovatnoća elementa koji nije u radu  $1 - p(T_{Ri})$ .

Razmatrani sistem, u datom vremenskom momentu, može da se nađe u jednom od sledeća četiri stanja:

*Oba elementa su u radu*

U tom slučaju radna stanja elemenata (dogadaja: )  $A_1$  i  $A_2$  se međusobno ne isključuju, što znači da će se oni istovremeno zbiti. Teorija verovatnoće kaže, da elementarni dogadjaji koji istovremeno realizuju događaje  $A_1$  i  $A_2$ , dakle događaj  $A_1 \cap A_2$ , nalaze se u preseku odgovarajućih skupova. Ukratko, događaju  $A_1 \cap A_2$  pridružuje se verovatnost koja pripada proseku skupova komponentnih događaja  $A_1$  i  $A_2$ .

Ako se opšte stanje sistema u tom slučaju označi sa  $A_{s1}$ , tada je ono jednako proizvodu radnih stanja  $A_1$  i  $A_2$  pa, je

$$A_{s1} = A_1 A_2$$

a njegova verovatnoća je

$$p(T_{Rs})_1 = p(T_{R1}) p(T_{R2})$$

*Prvi element radi, drugi element se nalazi u neradnom stanju*

Kaže se, da se dva elementa (događaja)  $A$  i  $B$  međusobno isključuju, ako istovremeno ne mogu nastupiti oba. Analogno, više događaja se međusobno isključuju, ako se uvek može pojaviti samo jedan od njih, a ne dva ili više. Za skupove događaja  $A$  i  $B$  koji se ne presecaju, tj. nemaju zajedničkih tačaka, kaže se da su disjunktni.

Na bazi izloženog, opšte stanje sistema je

$$A_{s2} = A_1 \bar{A}_2$$

a njegova verovatnoća je

$$p(T_{Rs})_2 = p(T_{R1}) [1 - p(T_{R2})]$$

*Prvi element je u neradnom stanju, drugi element radi*

Teorija razmatranja ovog stanja je analogna prethodnom stanju, pa je

$$p(T_{Rs})_3 = [1 - p(T_{R1})] p(T_{R2})$$

*Oba elementa nalaze se u stanju nerada*

Opšte stanje verovatnoće sistema je

$$A_{s4} = \bar{A}_1 \bar{A}_2$$

a verovatnoća sistema u takvom stanju, koristeći zakone verovatnoće, je

$$p(T_{Rs})_4 = [1 - p(T_{R1})][1 - p(T_{R2})]$$

Uopšte govoreći, za sisteme koji se sastoje iz m paralelnih elemenata, verovatnoća dolaženja u stanje k, kada se u radu nalazi s elemenata, izražava se

$$p(T_{Rs})_k = \prod_1^s p(T_{Ri}) \prod_{s+1}^m [1 - p(T_{Ri})] \quad (7)$$

Broj svih mogućih stanja sistema je jednak je broju svih sastavljenih od m elemenata plus jedno stanje, kada svi elementi nisu u radu.

$$r = (2^m - 1) + 1 = 2^m \quad (8)$$

Može se zapaziti da ako r slučajeva obuhvata puno stanje sistema, može da se izrazi

$$\sum_1^r p(T_{Rs})_k = 1.$$

Ako se podje od pretpostavke da se poznaju međusobni odnosi kalendarskog vremena i njihova iskorišćenja za mašine u radu, onda se može postaviti odnos

$$\frac{T_R}{T_K} = K_t + K_{ti} + K_{or}$$

ili

$$\frac{T_R}{T_K} = K_{ti} K_s (K_{op} + K_{ori} - 1).$$

Odnos  $T_R : T_K$  je verovatnoća da se element nalazi u radnom stanju u toku razmatranog dela kalendarskog vremena. Tada je verovatnoća rada

$$p(T_{Ri}) = K_{ti} K_{tii} + K_{ori} = K_{tii} K_{si} (K_{opi} + K_{ori} - 1) \quad (9)$$

Tehnički kapacitet sistema u k-om stanju, kada se u radnom stanju nalazi s elemenata je

$$Q_{tsk} = \sum_i^s Q_{ti}. \quad (10)$$

Jednačina proizvodnje sistema, postignuta u toku stanja datog dela kalendarskog vremena  $T_K$ , je

$$V_{Kk} = Q_{tsk} T_K \cdot p(T_{Rs}) k \quad (11)$$

Skupna proizvodnja sistema za razmatrano vreme je

$$V_{Ks} = \sum_k V_{Kk}$$

ili

$$V_{Ks} = T_k \sum_i^s Q_{tsk} p(T_{Rs}) \cdot k \quad (12)$$

ili ako se uopšteno izrazi

$$V_{Ks} = T_K \sum_1^m Q_{ti} p(T_{Ri}) \quad (13)$$

Za sisteme koje čine jednaki elementi tehničkog kapaciteta  $Q_{te}$  i verovatnoća rada  $p(T_R)$  opšti oblik jednačine rada (proizvodnje) je

$$V_{Ks} = m Q_{te} T_K p(T_{Re}) \quad (14)$$

U narednom izlaganju odrediće se osnovni pokazatelji pouzdanosti za paralelno spregnute elemente u sistemu.

Koefficijent spremnosti sistema je

$$K_{ss} = \frac{T}{T+T_O}$$

gde je:

$$T = \frac{\sum_1^m (T_{ri} + T_{pi})}{\sum_1^m ni} \quad a T_O = \frac{\sum_1^m T_{oi}}{\sum_1^m ni}$$

gde je  $ni$  – broj otkaza i-tog elementa za razmatrani kalendarski deo vremena.

Tada je

$$K_{ss} = \frac{\sum_1^m (T_{ri} + T_{pi})}{\sum_1^m (T_{ri} + T_{pi}) + \sum_1^m T_{oi}} \quad (15)$$

a za svaki element

$$K_{si} = \frac{T_{ri} + T_{pi}}{T_{ri} + T_{pi} + T_{oi}}$$

pa je vreme utvrđivanja i otklanjanja kvarova za svaki element

$$T_{oi} = \frac{(T_{ri} + T_{pi}) (1 - K_{si})}{K_{si}}$$

a vreme rada sistema je

$$T_{Re} = T_K K_{si} (K_{opi} + K_{ori} - 1)$$

Preobražajima koefficijent spremnosti sistema je

$$K_{ss} = \frac{\sum_1^m (K_{opi} + K_{ori} - 1) K_{si}}{\sum_1^m (K_{op} + K_{ori} - 1)}. \quad (16)$$

Tako se dobija zavisnost za određivanje koefficijenta spremnosti sistema od koefficijenta spremnosti i odgovarajućih vremenskih veličina, koje ulaze u taj sistem elemenata.

Analognim proračunom određuje se izraz za određivanje koefficijenta tehničkog iskorišćenja sistema, pa je

$$K_{Ts} = \frac{\sum_1^m K_{ti} K_{ori}}{\sum_1^m K_{ori}} \quad (17)$$

Koefficijent organizacionog iskorišćenja sistema čiji elementi rade paralelno je

$$K_{ors} = \frac{\sum_1^m T_K - \sum_1^m T_{ori}}{\sum T_K} \quad (18)$$

a koefficijent opsluživanja

$$K_{ops} = \frac{\sum_1^m T_K \sum_1^m T_{opi}}{\sum_1^m T_K} \quad (19)$$

Za potpunije razmatranje parametara pouzdanosti rada sistema razjašnjava se pojam datog tehničkog kapaciteta sistema  $Q_{tpr}$ . Njime treba da se odredi funkcionisanje mašine u radu, u određenoj radnoj sredini, a samim tim i jednačina rada mašina, pa je

$$V_K = Q_{tpr} T_K K_{ts} K_{tis} K_{ors} \quad (20)$$

odnosno jednačina rada sistema je

$$V_{Ks} = T_K \sum_1^m Q_{ti} K_{ti} K_{tii} K_{ori}. \quad (21)$$

Ako se dobijeni izrazi izjednače, a potom srede, dobija se

$$Q_{tpr} = \frac{\sum_1^m Q_{ti} K_{ti} K_{tii} K_{ori}}{\sum_1^m K_{ti} K_{tii} K_{ori}} \quad (22)$$

Sada će se razmotriti u praksi čest slučaj, kada se sistem sastoji iz niza elemenata paralelno postavljenih u sistemu: oni imaju jednake pokazatelje kapaciteta i pouzdanosti, a označiće se indeksom E.

Za sistem, koji se sastoji iz m elemenata, odgovarajući parametri dati su u tablici 1.

Na taj način, sistem, koji se sastoji od jednakih elemenata koji rade paralelno, ima pokazatelje pouzdanosti, jednake odgovarajućim pokazateljima koji čine sistem elemenata, a njegov tehnički kapacitet jednak je zbirnom tehničkom kapacitetu svih elemenata sistema.

Jednačina rada takvog sistema (jednačina proizvodnje) je

$$V_{Ks} = m Q_{te} T_K K_{te} K_{tie} K_{ore}. \quad (23)$$

Može se zaključiti da pokazatelji pouzdanosti takvog sistema ne zavise od broja paralelno postavljenih elemenata.

Određeni parametri paralelnog sistema

Tablica 1

Redni broj	Naziv parametra	Veličina parametra	Napomena
1	Koefficijent spremnosti	$K_{ss} = K_{te}$	
2	Koefficijent tehničkog iskorišćenja	$K_{ts} = K_{te}$	
3	Koefficijent organizacionog iskorišćenja	$K_{ors} = K_{ore}$	
4	Koefficijent tehnološkog iskorišćenja	$K_{tis} = K_{tie}$	
5	Tehnički kapacitet	$Q_{tpr} = m Q_{te}$	

#### SUMMARY

#### Systems Reliability in Mining Technique

The paper presents the most essential terms in the area of consideration of reliability theory in mining technique. Reliability parameters in systems with serial and parallel element structure are considered in detail. Their interrelationships and interdependences are also given.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Systemzuverlässigkeit in der Bergbautechnik

In dieser Arbeit wurden wesentliche Begriffe auf dem Gebiet der Bewertung der Zuverlässigkeitstheorie in der Bergbautechnik gegeben. Eingehend wurden Zuverlässigkeitsparameter dieses Systems untersucht, deren Struktur der Elemente reihenmäßig oder parallel ist.

#### РЕЗЮМЕ

#### Надёжность системы в горной технике

В статье приводятся основные понятия из области теории надёжности в горной технике. Подробно рассматриваются параметры надёжности для систем, у которых структура элементов серийная и параллельная. Даны их взаимные соотношения и зависимости.

#### Literatura

1. Pavlić, I., 1965: Statistička teorija i primjena, Zagreb.
2. Sajkiewicz, J., 1977: Osnovi teorije mašinskih sistema u rudarstvu, Tuzla.
3. Grupa autora, 1976: Nadežnost' i proizvoditel'nost' kompleksov gornotransportnogo oborudovaniya, Moskva.
4. Rižov, P.A., 1973: Matematičeskaja statistika v gornom del'e, Moskva.
5. Rakonjac, V., 1975: Pouzdanost mašina u sistemu bager – trake – odlagač na površinskom otkopu Šiški Brod u basenu Kreka. — „Rudarski glasnik“ 4/75, Beograd.
6. Rakonjac, V., 1980: Opšti pokazateli pouzdanosti mašina u radu i njihova primena u praksi. — Tehnika, Beograd.

Autor: mr inž. Vukajlo Rakonjac, RZ za istraživačko razvojne poslove REIK Kolubara, Vreoci

Recenzent: dipl.inž. M.Makar, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 11.3.81, prihvaćen 21.7.81.

## Karakterizacija procesnih tokova u „Fleissner“ postrojenju za sušenje lignita Kosovo

(sa 1 slikom)

Dipl.inž. Mira Mitrović – mr.inž. Dragan Petković

U svetu se danas sve više koriste ugljevi nižeg kvaliteta pri čemu, u većini slučajeva kod mlađih ugljeva, sadržaj vlage pored ostalih komponenata, znatno snižava topotnu moć.

S obzirom na mogućnost određenog poboljšanja kvaliteta uglja – smanjenje balasta, samo sušenjem, i postupci sušenja uglja zauzimaju u tehnološkoj preradi uglja značajno mesto.

Postupak sušenja „Fleissner“ je jedan od postupaka, koji je danas primenjen na lignitima u komercijalnim postrojenjima, a odlikuje se specifičnim kvalitetom sušenog uglja. Iz tih razloga lignit sušen po ovom postupku ima i posebnu primenu.

Povoljna perspektiva primene „Fleissner“ sušenja ukazuje na potrebu sagledavanja i zagađivanja okoline iz ovih pogona.

### Sušenje lignita Kosovo po postupku „Fleissner“

Sušenje lignita se obavlja u objektima Sušara I i Sušara II (slika 1).

Postrojenja za sušenje lignita Kosovo izgradila je firma „Alpine“, Zeltweg, Austrija i pustila u probni rad u toku 1966. i 1970. godine. Kapacitet postrojenja je  $2 \times 600.000$  t sušenog uglja godišnje. Postrojenja su namenjena proizvodnji sušenog uglja za gasifikaciju pod pritiskom i danas su u radu.

Postrojenja imaju po 12 autiklava sa po 12 priključnih sudova, raspoređenih po 4 u jednu grupu. Ciklus sušenja traje 160 minuta. Pritisak radne pare (zasićene) iznosi oko 30 bara ( $t = 235^{\circ}\text{C}$ ). Dosušivanje lignita se izvodi u specijalnim bunkerima pomoću toplog vazduha.

Reverzibilnim pokretnim trakama rovni odsejani ugalj klase – 150 + 30 mm dovodi se u bunkere (1).

Iz bunkera ugalj dospeva u autoklave (2). Svaka 4 autoklava čine tehnološku jedinicu. Po dolasku u autoklav, ugalj se preliva toplom vodom iz odgovarajućeg susednog autoklava, pri tome se predgreva i *delimično čisti uz ispiranje glinovitih čestica*. Nečista voda od ovog ispiranja odvodi se kroz bidon (8) u rezervoar za muljinu vodu.

Na to se nadovezuje drugo predgrevanje koje se izvodi parom ispuštenom iz susednog autoklava u kome je završen proces tretriranja svežom parom. Ugalj se pri tome zagreva od  $80^{\circ}$  na  $160^{\circ}\text{C}$  i počinje kod ove temperature da izlučuje svoju *koloidalno vezanu vodu* i *ugljendioksid*. Pritisak u autoklavu na kraju drugog predgrevanja iznosi oko 4–6 bara.

Posle završetka faze predgrevanja uvodi se zasićena para sa pritiskom od oko 30 bara i temperaturom  $235^{\circ}\text{C}$ . Ugalj se dalje zagreva i proces *istiksivanja vode* i *ispuštanja CO<sub>2</sub>* i drugih hemijskih jedinjenja dolazi do punog izražaja. *Izdvojena voda* sakuplja se u priključnoj posudi

## Priprema mineralnih sirovina

UDK 622.794:622.33 „Fleissner“  
Naučno–istraživački rad

### KARAKTERIZACIJA PROCESNIH TOKOVA U „FLEISSNER“ POSTROJENJU ZA SUŠENJE LIGNITA KOSOVO

(sa 1 slikom)

Dipl.inž. Mira Mitrović – mr inž. Dragan Petković

U svetu se danas sve više koriste ugljevi nižeg kvaliteta pri čemu, u većini slučajeva kod mlađih ugljeva, sadržaj vlage pored ostalih komponenata, znatno snižava toplotnu moć.

S obzirom na mogućnost određenog poboljšanja kvaliteta uglja – smanjenje balasta, samo sušenjem, i postupci sušenja uglja zauzimaju u tehnološkoj preradi uglja značajno mesto.

Postupak sušenja „Fleissner“ je jedan od postupaka, koji je danas primjenjen na lignitima u komercijalnim postrojenjima, a odlikuje se specifičnim kvalitetom sušenog uglja. Iz tih razloga lignit sušen po ovom postupku ima i posebnu primenu.

Povoljna perspektiva primene „Fleissner“ sušenja ukazuje na potrebu sagledavanja i zagađivanja okoline iz ovih pogona.

#### Sušenje lignita Kosovo po postupku „Fleissner“

Sušenje lignita se obavlja u objektima Sušara I i Sušara II (slika 1).

Postrojenja za sušenje lignita Kosovo izgradila je firma „Alpine“, Zeltweg, Austrija i pustila u probni rad u toku 1966. i 1970. godine. Kapacitet postrojenja je  $2 \times 600.000$  t sušenog uglja godišnje. Postrojenja su namenjena proizvodnji sušenog uglja za gasifikaciju pod pritiskom i danas su u radu.

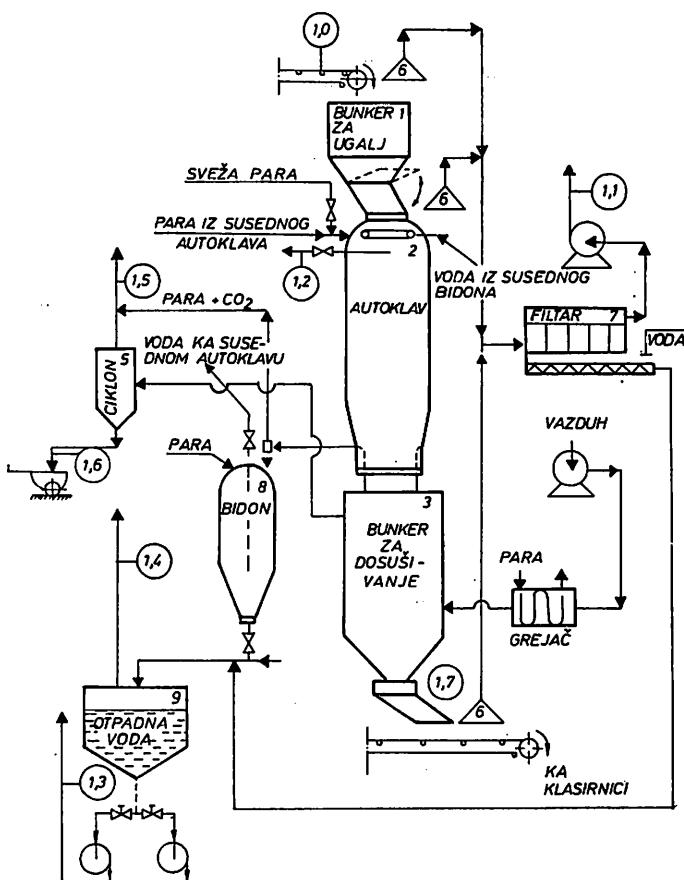
Postrojenja imaju po 12 autiklava sa po 12 priključnih sudova, raspoređenih po 4 u jednu grupu. Ciklus sušenja traje 160 minuta. Pritisak radne pare (zasićene) iznosi oko 30 bara ( $t = 235^{\circ}\text{C}$ ). Dosušivanje lignita se izvodi u specijalnim bunkerima pomoću toplog vazduha.

Reverzibilnim pokretnim trakama rovni odsejani ugalj klase – 150 + 30 mm dovodi se u bunkere (1).

Iz bunkera ugalj dospeva u autoklave (2). Svaka 4 autoklava čine tehnološku jedinicu. Po dolasku u autoklav, ugalj se preliva toplom vodom iz odgovarajućeg susednog autoklava, pri tome se predgrevanje i delimično čisti uz ispiranje glinovitih čestica. Nečista voda od ovog ispiranja odvodi se kroz bidon (8) u rezervoar za muljnu vodu.

Na to se nadovezuje drugo predgrevanje koje se izvodi parom ispuštenom iz susednog autoklava u kome je završen proces tretriranja svežom parom. Ugalj se pri tome zagревa od  $80^{\circ}$  na  $160^{\circ}\text{C}$  i počinje kod ove temperature da izlučuje svoju koloidalno vezanu vodu i ugljendioksid. Pritisak u autoklavu na kraju drugog predgrevanja iznosi oko 4–6 bara.

Posle završetka faze predgrevanja uvodi se zasićena para sa pritiskom od oko 30 bara i temperaturom  $235^{\circ}\text{C}$ . Ugalj se dalje zagревa i proces istiskivanja vode i ispuštanja  $\text{CO}_2$  i drugih hemijskih jedinjenja dolazi do punog izražaja. Izdvojena voda sakuplja se u priključnoj posudi



SI. 1 – Principijelna šema tokova masa i mernih mesta zagađivanja okoline

(bidon 8), a ugljendioksid i ostali oslobođeni gasovi se nakon prolaska kroz ciklon (5) izbacuju u atmosferu kroz odušku na krovu. Faza dejstva sveže pare završava se zatvaranjem ventila za dotok pare i otvaranjem ventila za izlivanje, tako da se vrši izjednačenje pritiska na oko 4–6 bara. Kod ovog otpuštanja, zavisno od odgovarajuće razlike temperature, odstranjuje se najveći deo preostale vode iz uglja.

Faza koja sledi predstavlja drugo otpuštanje, pri čemu se topla voda, sakupljena u priključnoj posudi, odvodi u drugi susedni autoklav, koji je upravo napunjen ugljem.

Neznatan pritisak u autoklavu na kraju ove faze otklanja se kroz ventile za izdvavanje u atmosferu, a otpadna voda, zaostala u priključnoj posudi, odvodi u rezervoar za muljinu vodu.

Prelaženjem osušenog uglja iz autoklava u

bunker za dosušivanje (3) završava se proces sušenja uglja pomoću pare.

U bunkeru (3) se ugalj podvrgava procesu dosušivanja koji se sprovodi uduvavanjem toplog vazduha (100°C). Otpadne pare, koje nastaju pri tome izdvavaju se kroz odušku na krovu.

Otpadna voda iz uglja i od kondenzata pare odvodi se prema projektu muljnom pumpom u spoljne rezervoare za otpadnu vodu, odakle voda dalje odlazi u postrojenja za prečišćavanje.

Vreme trajanja pojedinih faza iznosi:

- 10' se puni autoklav komadnim rovnim ugljem
- 20' traje prvo pregrevanje uglja; ovo se izvodi prelivanjem lignita topлом vodom iz susednog autoklava
- 20' traje drugo pregrevanje uglja; ovo se izvodi parom koja se ispušta iz autoklava u kome je

**završen proces**

- 60' traje tretiranje uglja svežom parom koja ima pritisak oko 30 bara  
 20' traje prvo otpuštanje pare; na kraju ove faze topla voda iz priključne posude se odvodi u susedni autoklav za zagrevanje rovnog uglja  
 20' traje drugo otpuštanje pare; na kraju ove faze zaostala otpadna voda se odvodi iz priključne posude u rezervoar za muljnu vodu  
 10' se prazni sušeni ugalj iz autoklava

**Ukupno 160' (2 h 40')**

**Dosušivanje lignita traje 2h.**

Vreme dosušivanja (60') se ne računa u ciklus sušenja, s obzirom da se sprovodi istovremeno sa tretiranjem uglja u autoklavu.

Iz bunkera se dosušeni ugalj ispušta na gumene transportere, kojima odlazi u klasirnicu, odnosno u bunker sušenog uglja.

Otprašivanje se obavlja, preko usisnih korpi (6) na pozicijama dopreme uglja, punjenja autoklava i pražnjenja bunkera za ugalj, u vrećastom filtru (7).

Ciklon (5) se čisti povremeno izbacivanjem mulja, jednom nedeljno.

Nakon završenog dosušivanja lignit se odvodi na klasiranje gde se dobijaju sledeći proizvodi: + 60 mm, - 60 + 6 mm i - 6 + 0 mm.

**S a s t a v g l a v n i h i o t p a d n i h s t r u j n i h t o k o v a**

U tablici 1 prikazani su podaci o glavnim i otpadnim strujnim tokovima sušara „Fleissner“ za lignit Kosovo.

**Rovni ugalj (strujni tok 1.0)**

**Vlažan ugalj — glavni strujni tok**

U tablicama 2, 3, 4 i 5 dati su podaci o osobinama sirovog krupnog lignita Kosovo koji se suši po postupku „Fleissner“

**Imedijatna i elementarna analiza sirovog krupnog lignita Kosovo koji se suši po procesu „Fleissner“, klasa — 150 + 30 mm**

Tablica 2

Elementi %	Ukupna vлага	Bez vlage	Čista goriva materija
Vлага	48,00	—	—
Pepeo	12,28	23,98	—
Sumpor ukupan	0,74	1,46	—
Sumpor u pepelu	0,62	1,23	—
Sumpor sagorljiv	0,12	0,23	0,30
Koks	28,15	54,97	40,77
C-fix	15,87	30,99	40,77
Isparljive materije	23,05	45,03	59,23
Sagorljive materije	38,92	76,02	100,00
Toplotna vrednost:			
gornja kJ/kg	9660	18865	24805
donja kJ/kg	7905	17860	23490
Ugljenik	25,56	49,92	65,67
Vodonik	2,28	4,47	5,88
Azot+kiseonik	10,96	21,40	28,15
Ter	3,33	6,5	8,55
Bitumen			
(montan vosak)	1,39	2,71	3,56
Ligninska supstanca	25,19	49,20	64,72
Celuloza	1,23	2,41	3,17
Huminske kiseline	11,11	21,70	28,54

**Glavni i otpadni strujni tokovi sušare „FLEISSNER“ za lignit Kosovo**

Tablica 1

Broj toka	Opis toka	Tip toka	Protok na 100 t/h sušenog uglja	Primedba
1.0	„Vlažan“ ugalj iz rudnika	Č	167 t/h (r)	
1.1	Oduška „Beth“ filtra	Č, G	58064 m <sup>3</sup> /h (p)	
1.2	Oduška autoklava	Gx	286 m <sup>3</sup> /h (m)	
1.3	„Fleissner“ kondenzat	T, Č	74 m <sup>3</sup> /h (p)	
1.4	Oduška rezervoara za kondenzat	G	306 m <sup>3</sup> /h (r)	
1.5	Oduška otpadnog gasa	G	78387 m <sup>3</sup> /h (p)	
1.6.	Ciklonski prah	Č		
1.7.	Sušeni lignit	Č	100 t/h (r)	

G = gasovi; T = tečnost; Č = čestice

p = projektovano; r = računato, m = mereno

x = projektovano 134 m<sup>3</sup>/h na 100 t/h sušenog uglja

Hemijačka analiza pepela iz sirovog krupnog lignita Kosovo koji se suši po procesu „Fleissner”, klasa – 150 + 30 mm

Tablica 3

Sastojeći	%
SiO <sub>2</sub>	28,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,59
CaO	37,67
MgO	4,75
SO <sub>3</sub>	10,86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,25
TiO <sub>2</sub>	0,56
Na <sub>2</sub> O	0,82
K <sub>2</sub> O	0,38
Reakcija	slabo bazna

$$\text{Odnos kis/baz.} = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{alkal.}} = 0,77$$

Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera):

Početak sinterovanja	1000 °C
Tačka omešavanja	1220 °C
Tačka polulopte	1360 °C
Tačka razlivanja	1380 °C

### Sušeni ugalj (strujni tok 1.7)

Sušeni ugalj – glavni strujni tok

U tablicama 6, 7, 8 i 9 dati su podaci o osobinama lignita Kosovo sušenog po postupku „Fleissner”

### Granulometrijski sastav i kvalitet sušenog lignita Kosovo po assortimanima

Tablica 6

Asortiman	Veličina zrna u mm	Udeo %	Pepeo (105°C)	Kvalitet uglja					
				Vлага	Pepeo	Sumpor (ukupan) 105°C	Ispar. mat.	Donja topl. moć kJ/kg	
Komad	+ 60	11	15,9	22,7	12,3	1,26	36	16075	
Kocka	- 60 + 30	40	15,9	23,1	12,3	1,30	36	15698	
Orah	- 30 + 6	33	19,9	23,7	15,2	1,33	35	14756	
Sitan	- 6 + 0	16	33,3	16,0	28,0	1,04	36	11930	
		100	20,0	22,12	15,58	1,26	35,67	14872	

### Imedijatna i elementarna analiza sušenog lignita Kosovo – proces „Fleissner”

Tablica 7

	klasa + 60 mm				klasa – 60 + 30 mm			
Vлага, %	29,90	22,76	—	—	29,80	23,16	—	—
Pepeo, %	11,17	12,31	15,94	—	11,21	12,27	15,97	—
Sumpor ukupni, %	0,89	0,98	1,26	—	0,91	1,00	1,30	—
Sumpor u pepelu, %	0,71	0,78	1,01	—	0,74	0,81	1,05	—
Koks, %	37,67	41,51	53,74	44,97	37,39	40,93	53,27	44,39
C-fix %	26,50	29,20	37,81	44,97	26,18	28,66	37,30	44,39
Isparljivo, %	32,43	35,73	46,26	55,03	32,81	35,91	46,73	55,61
Sagorljivo, %	58,93	64,93	84,07	100,00	58,99	64,57	84,03	100,00
Toplotna moć: gornja kJ/kg	15600	17190	22250	26480	15560	17025	22170	26395
donja kJ/kg	14095	16060	21165	25180	14140	15685	21185	25220
Ugljendioksid, %	1,19	1,32	1,70	2,03	1,56	1,71	2,22	2,64
Ugljenik, %	40,57	44,70	57,87	68,84	40,28	44,09	57,38	68,28
Vodonik, %	3,34	3,68	4,76	5,66	3,07	3,37	4,38	5,21
Sumpor sagorljiv, %	0,18	0,20	0,25	0,31	0,17	0,19	0,25	0,29
Azot + kiseonik, %	14,84	16,35	21,18	25,19	15,47	16,92	22,02	26,22

— slabo kvašljiv; visoko reaktivno

**Hemijska analiza pepela iz sirovog krupnog lignita Kosovo koji se suši po procesu „Fleissner”, klasa – 150 + 30 mm**

Tablica 3

Sastojci	%
SiO <sub>2</sub>	28,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,59
CaO	37,67
MgO	4,75
SO <sub>3</sub>	10,86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,25
TiO <sub>2</sub>	0,56
Na <sub>2</sub> O	0,82
K <sub>2</sub> O	0,38
Reakcija	slabo bazna
Odnos kis/baz. =	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{alkal.}} = 0,77$

Topljivost pepela (oksidaciona atmosfera):

Početak sinterovanja	1000 °C
Tačka omešavanja	1220 °C
Tačka polulopte	1360 °C
Tačka razlivanja	1380 °C

**Sušeni ugalj (strujni tok 1.7)**

**Sušeni ugalj – glavni strujni tok**

U tablicama 6, 7, 8 i 9 dati su podaci o osobinama lignita Kosovo sušenog po postupku „Fleissner”

**Granulometrijski sastav sirovog krupnog lignita Kosovo Klasa – 150 + 30 mm**

Tablica 4

Udeo %	Veličina zrna mm	Usipna masa kg/m <sup>3</sup>
5,0	– 150 + 120	
59,6	– 120 + 60	
30,5	– 60 + 30	
4,9	– 30 + 0	
100,0		660

**„Micum“ – test sirovog krupnog lignita Kosovo, klasa – 150 + 30 mm**

Tablica 5

	Veličina zrna mm	Udeo %
Klasa – 150 + 120 mm	– 150 + 120	35,6
	– 120 + 0	64,4
		100,0
Klasa – 120 + 60 mm	– 120 + 60	72,0
	– 60 + 0	28,0
		100,00
Klasa – 60 + 30 mm	– 60 + 30	80,5
	– 30 + 0	19,5
		100,0

**Granulometrijski sastav i kvalitet sušenog lignita Kosovo po assortimanima**

Tablica 6

Asortiman	Veličina zrna u mm	Udeo %	Pepeo % (105°C)	Kvalitet uglja				
				Vлага %	Pepeo %	Sumpor % (ukupan) 105°C	Ispar. mat. %	Donja top. moć kJ/kg
Komad	+ 60	11	15,9	22,7	12,3	1,26	36	16075
Kocka	– 60 + 30	40	15,9	23,1	12,3	1,30	36	15698
Orah	– 30 + 6	33	19,9	23,7	15,2	1,33	35	14756
Sitan	– 6 + 0	16	33,3	16,0	28,0	1,04	36	11930
		100	20,0	22,12	15,58	1,26	35,67	14872

**Imedijatna i elementarna analiza sušenog lignita Kosovo – proces „Fleissner“**

Tablica 7

	klasa + 60 mm				klasa – 60 + 30 mm			
Vлага, %	29,90	22,76	—	—	29,80	23,16	—	—
Pepeo, %	11,17	12,31	15,94	—	11,21	12,27	15,97	—
Sumpor ukupni, %	0,89	0,98	1,26	—	0,91	1,00	1,30	—
Sumpor u pepelu, %	0,71	0,78	1,01	—	0,74	0,81	1,05	—
Koks, %	37,67	41,51	53,74	44,97	37,39	40,93	53,27	44,39
C-fix %	26,50	29,20	37,81	44,97	26,18	28,66	37,30	44,39
Isparljivo, %	32,43	35,73	46,26	55,03	32,81	35,91	46,73	55,61
Sagorljivo, %	58,93	64,93	84,07	100,00	58,99	64,57	84,03	100,00
Toplotna moć:								
gornja kJ/kg	15600	17190	22250	26480	15560	17025	22170	26395
donja kJ/kg	14095	16060	21165	25180	14140	15685	21185	25220
Ugljeniodksiđ, %	1,19	1,32	1,70	2,03	1,56	1,71	2,22	2,64
Ugljenik, %	40,57	44,70	57,87	68,84	40,28	44,09	57,38	68,28
Vodonik, %	3,34	3,68	4,76	5,66	3,07	3,37	4,38	5,21
Sumpor sagorljiv, %	0,18	0,20	0,25	0,31	0,17	0,19	0,25	0,29
Azot + kiseonik, %	14,84	16,35	21,18	25,19	15,47	16,92	22,02	26,22

— slabo kvašljiv; visoko reaktivno

Imedijatna i elementarna analiza sušenog lignita Kosovo – proces „Fleissner“

Tablica 8

	klasa – 30 + 6 mm				klasa – 6 + 0 mm			
Vлага, %	29,80	23,67	—	—	25,10	16,00	—	—
Pepeo, %	13,98	15,20	19,91	—	24,94	27,97	33,29	—
Sumpor ukupni, %	0,94	1,02	1,33	—	0,78	0,87	1,04	—
Sumpor u pepelu, %	0,74	0,80	1,04	—	0,68	0,76	0,91	—
Koks, %	38,10	41,43	54,28	42,91	42,85	48,05	57,22	35,86
C-fix, %	24,12	26,23	34,36	42,91	17,92	20,08	23,92	35,86
Isparljivo, %	32,10	34,90	45,72	57,09	32,04	35,95	42,79	67,14
Sagorljivo, %	56,22	61,13	80,08	100,00	49,96	56,03	66,71	100,00
Toplotna vrednost:								
gornja kJ/kg	14810	16105	21100	26350	11480	12880	15330	22985
donja kJ/kg	13365	14745	20100	25100	10330	11920	14620	21920
Ugljenadioksid, %	2,48	2,70	3,53	4,41	7,97	8,93	10,65	15,97
Ugljenik, %	38,42	41,77	54,72	68,33	31,47	35,29	42,01	62,98
Vodonik, %	3,09	3,36	4,40	5,49	2,35	2,63	3,14	4,71
Sumpor sagorljiv, %	0,20	0,22	0,29	0,36	0,10	0,11	0,13	0,19
Azot+kiseonik, %	14,51	15,78	20,68	25,82	16,04	17,99	21,43	32,12

— slabo kvašljiv; visoko reaktiv; Micum test (+6 mm) = 76,78%

Hemiska analiza pepela sušenog lignita Kosovo

Tablica 9

Proces „Fleissner“	Klasa +60 mm	Klasa -60+30 mm	Klasa -30+6 mm	Klasa -6+0 mm
Sastojci	%	%	%	%
SiO <sub>2</sub>	30,32	22,66	26,81	28,13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,28	7,98	6,99	6,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,28	5,08	6,18	3,57
CaO	36,23	39,88	40,48	49,84
MgO	4,88	5,25	4,20	3,43
SO <sub>3</sub>	15,84	16,43	13,06	6,84
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,08	0,10	0,18
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,26	0,13	0,16
Na <sub>2</sub> O	1,80	1,85	1,45	1,05
K <sub>2</sub> O	0,20	0,30	0,30	0,28
Odnos kis/baz =				
= ( $\frac{Al_2O_3 + SiO_2 + TiO_2}{Fe_2O_3 + CaO + MgO + alkal.}$ ) =	0,66	0,51	0,62	0,52
Reakcija	bazna	bazna	bazna	bazna
Topljivost pepela: (oksidaciona atmosfera)				
Početak sinterovanja	960°C	940°C	960°C	920°C
Tačka omešavanja	1140°C	1130°C	1170°C	1170°C
Tačka polulopte	1290°C	1360°C	1330°C	1380°C
Tačka razlivanja	1310°C	1370°C	1350°C	1400°C

**Otpadni gasovi (strujni tokovi: 1.1; 1.2; 1.4; 1.5)**

Oduška autoklava – otpadni strujni tok

U tablici 10 dat je sastav otpadnih gasova iz procesa sušenja lignita Kosovo iz oduške autoklava.

**Otpadna voda (strujni tok 1.3)**

Kondenzat – otpadni strujni tok (voda)

U tablici 11 dati su podaci o osobinama i sastavu otpadne vode.

Sastav otpadnih gasova iz oduške autoklava – proces „Fleissner“

Tablica 10

Protok	20 m <sup>3</sup> N/h	po autoklavu	u radu
Para	–	–	–
Vlaga %	76,4	–	–
CO <sub>2</sub> vol.-%	29,3	47,22	–
CH <sub>4</sub> vol.-%	3	trag	–
H <sub>2</sub> vol.-%	–	–	–
CO vol.-%	13,72	10,17	–
O <sub>2</sub> vol.-%	55,84	30,57	–
N <sub>2</sub> vol.-%	113	539	–
H <sub>2</sub> S g/100 m <sup>3</sup> N (suv) – (hemijaska metoda)	539	833	–
H <sub>2</sub> S g/100 m <sup>3</sup> N (suv) – (gasna hromat.)	576	887	–
Metil merkaptan g/100 m <sup>3</sup> N (suv.)	479	678	–
(gasna hromat.)	–	–	–
Etil merkaptan g/100 m <sup>3</sup> N (suv.)	–	–	–
(gasna hromat.)	–	–	–
Ugljovodonici vol. – %	–	–	–
Etilen	–	–	–
Etan	trag	trag	trag = < 0,001
C <sub>3</sub>	0,01	0,04	–
C <sub>4</sub>	0,001	0,005	–
C <sub>5</sub>	–	–	–
C <sub>6</sub>	0,196	0,387	–
Aromatični ugljovodonici (ppmv)	0,0093	0,15	402
C <sub>1</sub> – C <sub>9</sub>	4,5	16,8	trag
Benzol	2,5	6,8	–
Toluol	0,5	2,3	–
Etil benzol	1,2	1,7	–
m, p ksilol	2,5	17,5	–
o ksilol	–	–	–
Vsi aromatični ugljovodonici (naftalin)	–	–	–

Osobinе i sastav otpadne vode iz procesa sušenja lignita  
Kosovo po postupku „Fleissner“

Tablica 11

Boja	tamno smeđa
Mutnота	neprozirna
Miris	neprijatan i karakterističan za vodu koja nastaje u procesu „Fleissner“
Temperatura	88°C
pH	7,5
Sadržaj čvrstih materija (105 °C)	14 g/l
Sadržaj papela u čvrstim materijama (105 °C)%	42%
Suvi ostatak nastao uparavnjem filtrata (1050 °C) mg/l	3500
Sadržaj kationa i aniona mg/l	–
Ca	75
SO <sub>4</sub>	114
Mg	18
Cl	165
Na	162
HCO <sub>3</sub>	272
Ukupni fenoli, mg/l	350
Isparijivi fenoli, mg/l	135
H <sub>2</sub> S mg/l	125
CO <sub>2</sub> ukupni, mg/l	210
Isparijivi amonijak, mg/l	25
Huminskiе kiseline, mg/l	380
Katran, mg/l	410
Uљe, mg/l	30
Aldehidi, mg/l	48
Ketoni (acetoni) mg/l	38
Utrošak KMnO <sub>4</sub> , mg/l	67
Rastvoren kiseonik mg O <sub>2</sub> /l	7500
nema	–

**Prašina (strujni tok: 1.0; 1.1; 1.6; 1.7)****Ciklonski prah — otpadni strujni tok**

Karakteristike prašine zavise od osobinâ lignita koji se podvrgava procesu sušenja. Uočene su dve vrste prašine i to: sa niskim i visokim sadržajem pepela. U tablici 12 izloženi su podaci o osobinama ovih čvrstih otpadaka.

**Ocena kvaliteta i količina pojedinih strujnih tokova**

Izložene karakteristike strujnih tokova iz procesa sušenja (rovni lignit, sušeni lignit, otpadni gasovi, otpadna voda, prašina) ukazuju na to da se u procesu „Fleissner“ vrši određena razgradnja ugljene materije. Sušeni lignit, u odnosu na rovni, ima izmenjene osobine.

Otpadna voda sadrži sastojke koji su pod uticajem pritiska (oko 30 bara) i temperature zasićene pare (236°C) izdvojeni iz ugljene materije (fenoli, katran, ulje, H<sub>2</sub>S i dr.) i koji predstavljaju toksične zagađivače radne i životne sredine. Ovakav kvalitet otpadnih voda ne sme se, shodno našim zakonskim propisima, ispuštati u vodotokove.

**Imedijatna analiza i granulometrijski sastav prašine iz procesa sušenja lignita Kosovo — postupak „Fleissner“**

Tablica 12

Elementi %	Sadržaj pepela		
	visok	nizak	
Vлага	20,73	—	23,80
Pepeo	33,08	41,73	13,19
Koks	46,08	58,13	40,02
C fix	13,00	16,40	26,83
Isparljive mat.	33,19	41,87	36,18
Sagorljive mat.	46,19	58,27	63,01
Ugljendioksid	13,97	17,62	2,86
		—	3,75
		eksplozivna	eksplozivna pri manjoj
		samozapaljiva	konzentraciji; samoza-
		nekvašljiva	pajljiva pri manjoj kon-
			centraciji; nekvašljiva
<b>Granulometrijski sastav</b>			
Veličina zrna (10 <sup>-6</sup> m)	Udeo %	Udeo %	
— 500 + 200	35,0	28,7	
— 200 + 125	10,4	15,5	
— 125 + 63	21,2	15,3	
— 63	33,4	40,5	
— 500 + 0	100,0	100,0	

krupna klasa — 150 + 120 mm (54,4%), a najmanje klase — 60 + 30 mm (19,5%). Sušenjem rovnog lignita po procesu „Fleissner” njegov kvalitet se znatno poboljšava.

Poređenjem rezultata analiza rovnog i sušenog lignita Kosovo, tj. glavnih strujnih tokova (1.0 i 1.7) uočavaju se usled sušenja sledeće promene u ugljenoj supstanci:

- smanjuje se sadržaj vlage od 48,0 % na 29 — 22%
- menja se sadržaj pepela od 23,98% (105°C) na 15,9—19,9% (105°C)
- menja se sadržaj ukupnog sumpora od 1,46% (105°C) na 1,33—1,26% (105°C)
- menja se sadržaj isparljivih materija od 59,23% (b.v.p<sup>x</sup>) na 55,03 — 57,09% (bez vlage, bez pepela)
- povećava se sadržaj sagorljivih materija od 38,92% na 64,93—61,13% i donja topotna moć od 7905 kJ/kg na 16060—14745 kJ/kg
- menja se sadržaj ugljenika u čistoj ugljenoj supstanci od 65,67% na 68,84—68,28%
- smanjuje se sadržaj vodonika od 5,88% na 5,66—5,21% u čistoj ugljenoj supstanci
- smanjuje se sadržaj azota i kiseonika u čistoj ugljenoj supstanci od 28,15% na 25,19—26,22% (iz ovih razmatranja isključena je klasa — 6 + 0 mm sušenog lignita jer ima visok sadržaj pepela 33,29% na 105°C)
- menja se hemijski sastav pepela; sadržaj SiO<sub>2</sub> opada, sadržaj CaO opada i raste, sadržaj MgO raste, sadržaj SO<sub>3</sub> raste, sadržaj P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> opada, sadržaj TiO<sub>2</sub> opada, sadržaj Na<sub>2</sub>O raste, sadržaj K<sub>2</sub>O opada
- menja se topljivost pepela u oksidacionoj atmosferi, opadaju temperature sinterovanja, omešavanja, topljenja i razlivanja
- karakteristike sušenog lignita (visoka reaktivnost, hidrofobnost, Micum-test), do kojih se dolazi sušenjem po postupku „Fleissner”, omogućuju njegovu široku primenu u industriji
- od sirovog lignita, krupnije — 150 + 30 mm dobija se po procesu „Fleissner” 50—60 % sušenog proizvoda.

#### Otpadni strujni tokovi

Rezultati analiza otpadnih strujnih tokova (1.2; 1.3; 1.6) pokazuju da otpadni strujni tokovi

(oduška autoklava, otpadna voda, cilonska prašina) imaju dosta štetnih sastojaka.

*Otpadni gas* (merno mesto 1.2 — oduška autoklava) sadrži:

- 113—833 g sumporvodonika na 100 m<sup>3</sup> N suvog gasa, odnosno 32—238 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 567—887 g metil merkaptana na 100 m<sup>3</sup> N suvog gasa, odnosno 165—253 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 479—678 g etil merkaptana na 100 m<sup>3</sup> N suvog gasa, odnosno 137—194 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 29,3 — 47,22 vol.—% ugljenioksida, odnosno 84—135 m<sup>3</sup> N na 100 t/h sušenog lignita
- 0,207 do 0,432 vol.—% alifatičnih ugljovodonika, odnosno 0,593—1,234 m<sup>3</sup> na 100 t/h sušenog lignita
- 0,0093—0,15 ppmv aromatičnih ugljovodonika (C<sub>1</sub>—C<sub>9</sub>), odnosno 0,0—0,4 · 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> na 100 t/h sušenog lignita
- 4,5—16,8 ppmv benzola, odnosno 0,001—0,005 m<sup>3</sup> na 100 t/h sušenog lignita
- 2,5—6,8 ppmv toluola, odnosno 0,0007—0,002 m<sup>3</sup> na 100 t/h sušenog lignita
- 0,5—2,3 ppmv etil benzola, odnosno 0,0001—0,0007 m<sup>3</sup> na 100 t/h sušenog lignita
- 1,2—1,7 ppmv m.p. ksilola, odnosno 0,0003—0,0005 m<sup>3</sup> na 100 t/h sušenog lignita
- 2,5—17,5 ppmv o. ksilola, odnosno 0,0007—0,005 m<sup>3</sup> na 100 t/h sušenog lignita.

Merenja nisu obavljena na mernom mestu 1.5 (oduška otpadnog gasa).

Treba istaći, da se na ovom mestu u najvećoj meri očekuje vodena para i da je koncentracija zagađivača niska, ali, s obzirom na visok protok, zagađivanje je najveće.

*U otpadnoj vodi* (merno mesto 1.3 kondenzat), čiji pH iznosi 7,5, (temperatura 88°C), se nalazi oko:

- 14 g/l suspendovanih materija, odnosno 1036 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 3500 mg/l suvog ostatka (nastao uparavanjem filtrata), odnosno 259 kg na 100 t/h sušenog lignita
- nema rastvorenog kiseonika
- 38 mg/l aldehida, odnosno 2,81 kg na 100 t/h sušenog lignita

<sup>x</sup>b.v.p = bez vlage i pepela

- 135 mg/l isparljivih fenola, odnosno 10 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 350 mg/l ukupnih fenola, odnosno 25,9 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 125 mg/l sumporvodonika, odnosno 9,25 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 67 mg/l acetona, odnosno 4,96 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 25 mg/l isparljivog amonijaka, odnosno 1,85 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 380 mg/l isparljivih organskih kiselina, odnosno 28,12 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 410 mg/l huminskih kiselina, odnosno 30,34 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 30 mg/l katrana, odnosno 2,22 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 48 mg/l ulja, odnosno 3,55 kg na 100 t/h sušenog lignita.

**Prašina** — ciklonska prašina (merno mesto 1.6) sadrži pepela od 17,3 do 41,73% na 105°C, a ugljendioksida od 3,75% do 17,62% na 105°C.

U toku jednog dana nataloži se u radnoj prostoriji prašina u iznosu od 490—1400 g/m<sup>2</sup> po jednoj smeni, zavisno od efikasnosti rada uređaja za otpaćivanje.

**N a p o m e n a.** — Ispitivanje oduške autoklava (otpadni strujni tok 1.2) je izvršeno na osnovu ugovora o naučno-tehnološkoj saradnji između vlada SFR Jugoslavije i SAD, odnosno istraživačkog projekta № JF—2—570—5 koji je realizovan sa Agencijom za zaštitu životne sredine iz Sev. Karoline (EPA).

Gornja granična krupnoća čestica prašine iznosi 10<sup>-6</sup> m. Prašina je teško kvašljiva, a ukoliko sadrži niži sadržaj pepela vrlo je reaktivna, eksplozivna i samozapaljiva. Poseban problem predstavlja transport prašine i odlaganje na deponiju. Hemijski sastav ove prašine je sličan hemijskom sastavu pepela iz lignita Kosovo koji ima visok sadržaj karbonatnih mineralnih materija.

#### SUMMARY

#### Characterization of Process Streams in „Fleissner” Kosovo Lignite Drying Plant

The Fleissner drying process is one of the procedures used in commercial plants for drying younger coals and is characterized by a specific quality of dried coal. Application requires due consideration of environmental pollution of the plant area.

A description is given of the technological process of „Fleissner” Drying Plant in Obilić, where Kosovo lignite is dried.

Presented are the qualities of main and waste streams in line with their evaluation.

The data indicate that gaseous pollutants and waste waters from the Fleissner Drying Plant deserve increased attention in the future, and that this procedure should be used only for drying clean coal classes of specified size.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Charakterisierung der Prozess-Abläufe in der „Fleissner” Anlagen zur Braunkohrentrocknung Kosovo

Der Trocknungs-Prozess nach Fleissner ist eins der Verfahren, das auch in den handelsüblichen Anlagen zur Trocknung der bestehenden jüngeren Kohlen Verwendung findet und sich durch spezifische Qualitäten der Trockenkohle auszeichnet. Beim Betrieb muss auf die Verschmutzung der Umgebung aus diesen Betrieben geachtet werden.

Es wurde auch die Beschreibung des Prozesses der Fleissner-Trockenanlage in Obilić, in der die Brankohle von Kosovo getrocknet wird, gegeben.

Es wurden auch die Qualitäten der Hauptabläufe und Abwässer dargelegt und deren Bewertung gegeben.

Aus den Anlagen kommt hervor, dass den Gasverschmutzern Abwässern aus der Fleissner-Trockenanlage eine grössere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss und dass nach diesem System nur reine Kohlenklassen bestimmter Grösse getrocknet werden sollen.

- 135 mg/l isparljivih fenola, odnosno 10 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 350 mg/l ukupnih fenola, odnosno 25,9 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 125 mg/l sumporvodonika, odnosno 9,25 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 67 mg/l acetona, odnosno 4,96 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 25 mg/l isparljivog amonijaka, odnosno 1,85 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 380 mg/l isparljivih organskih kiselina, odnosno 28,12 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 410 mg/l huminskih kiselina, odnosno 30,34 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 30 mg/l katrana, odnosno 2,22 kg na 100 t/h sušenog lignita
- 48 mg/l ulja, odnosno 3,55 kg na 100 t/h sušenog lignita.

**Prašina** — ciklonska prašina (merno mesto 1.6) sadrži pepela od 17,3 do 41,73% na 105°C, a ugljendioksida od 3,75% do 17,62% na 105°C.

U toku jednog dana nataloži se u radnoj prostoriji prašina u iznosu od 490–1400 g/m<sup>2</sup> po jednoj smeni, zavisno od efikasnosti rada uređaja za otpaćivanje.

**N a p o m e n a.** — Ispitivanje oduške autoklava (otpadni strujni tok 1.2) je izvršeno na osnovu ugovora o naučno-tehnološkoj saradnji između vlada SFR Jugoslavije i SAD, odnosno istraživačkog projekta № JF-2-570-5 koji je realizovan sa Agencijom za zaštitu životne sredine iz Sev. Karoline (EPA).

Gornja granična krupnoća čestica prašine iznosi 10<sup>-6</sup> m. Prašina je teško kvašljiva, a ukoliko sadrži niži sadržaj pepela vrlo je reaktivna, eksplozivna i samozapaljiva. Poseban problem predstavlja transport prašine i odlaganje na deponiju. Hemski sastav ove prašine je sličan hemijskom sastavu pepela iz lignita Kosovo koji ima visok sadržaj karbonatnih mineralnih materija.

#### SUMMARY

#### Characterization of Process Streams in „Fleissner” Kosovo Lignite Drying Plant

The Fleissner drying process is one of the procedures used in commercial plants for drying younger coals and is characterized by a specific quality of dried coal. Application requires due consideration of environmental pollution of the plant area.

A description is given of the technological process of „Fleissner” Drying Plant in Obilić, where Kosovo lignite is dried.

Presented are the qualities of main and waste streams in line with their evaluation.

The data indicate that gaseous pollutants and waste waters from the Fleissner Drying Plant deserve increased attention in the future, and that this procedure should be used only for drying clean coal classes of specified size.

#### ZUSAMMENFASSUNG

#### Charakterisierung der Prozess-Abläufe in der „Fleissner” Anlagen zur Braunkohrentrocknung Kosovo

Der Trocknungs-Prozess nach Fleissner ist eins der Verfahren, das auch in den handelsüblichen Anlagen zur Trocknung der bestehenden jüngeren Kohlen Verwendung findet und sich durch spezifische Qualitäten der Trockenkohle auszeichnet. Beim Betrieb muss auf die Verschmutzung der Umgebung aus diesen Betrieben geachtet werden.

Es wurde auch die Beschreibung des Prozesses der Fleissner-Trockenanlage in Obilić, in der die Brankohle von Kosovo getrocknet wird, gegeben.

Es wurden auch die Qualitäten der Hauptabläufe und Abwässer dargelegt und deren Bewertung gegeben.

Aus den Anlagen kommt hervor, dass den Gasverschmutzern Abwässern aus der Fleissner-Trockenanlage eine grössere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss und dass nach diesem System nur reine Kohlenklassen bestimmter Grösse getrocknet werden sollen.

## РЕЗЮМЕ

### Характеристика протекания процессов в установке „Флайснер” для просушивания лигнита из носовских разработок

Процесс сушки по методу Флайснера используется в коммерческих сооружениях для сушки молодых углей и отличается специфическим качеством сушёного угля. При применении этого метода необходимо обратить внимание на предупреждение загрязнения окрестностей.

Дано описание технологического процесса „Флайснер” применяемого в установке для сушки в Обиличе, где проводится сушка лигнита Косово.

Дано представление о главных и отходных токах масс и их оценка.

На основании приведённых данных можно заключить, что газообразным загрязнителям и сточным водам из установки для сушки по системе „Флайснер” необходимо уделить большое внимание в будущем, а также то, что этим методом можно сушить только чистые сорта угля определённой крупности.

## Literatura

1. Bainbridge R.J., Satchwell Keith, 1950: Experiments in Fleissner Drying Victorian Brown Coal, Fuel in Science and Practice, vol. XXVI, № 2
2. Dulhunty A.J., 1950: Relations of Rank to inherent Moisture of Vitrain and permanent Moisture reduction on drying, Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, Vol. LXXXII, pp 286–293, Sydney
3. Mitchell R.D. 1950: Coal Preparation. — American Institute of Mining & Metallurgical Engineers, New York
4. Terres E., 1952: Über die Enwässerung und Veredlung von Rohtorf und Braunkohle, Brennstoff-Chemie, Bd. 33, Heft 1/2
5. Crljenjak, M., 1954: Opremenjivanje lignita Hrvatskog Zagorja. — Rudarstvo i metalurgija br. 1, Beograd
6. Kovatsik, I., 1959: Die Beseitigung der Abwasser aus der neuen Kohlentrocknungsanlage in Bärnbach, Montan Rundschau 5, Wien
7. Meyer H., Hagen D.W., 1960: Aufbereitung der Steinkohle, erster Teil. — Steinkohlenbergbauverein, Essen.
8. Janush A., Kaufmann W., 1967: Fortschritte in der Technik der Braunkohlen-trocknung nach der Methode „Fleissner“, Internationaler Bergbaukongress, Österreich
9. Evans G.D and others, 1970: Dewatering of brown coal before combustion. — Journal of the Institute of Coal, 413 X
10. Leininger, D., 1973: Die Entwicklung in der Steinkohlenaufbereitung in den USA in der Vergangenheit und in der Zukunft, Energie und Technik 25, H 10 Essen.

Autori: dipl.inž. Mira Mitrović i mr inž. Dragan Petković, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. S. Tomašić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 13.7.1981, prihvaćen 21.7.1981.god.

UDK 661.851.7 : 622.7  
Naučno-istraživački rad

## UTVRĐIVANJE MOGUĆNOSTI KONCENTRACIJE CERUZITNE RUDE LEŽIŠTA TISOVIK KOD LJUBOVIJE

Dipl.inž. Miomir Čeh – dipl.inž. Branislav Mihailović

### Uvod

Prateći pojave na svetskom tržištu metala, a i potrebe naših radnih organizacija koje se bave preradom ruda obojenih metala, Rudarski institut, Beograd poslednjih nekoliko godina veliku pažnju poklanja iznalaženju što efikasnijih tehnoloških procesa za koncentraciju siromašnih ruda različitih metala.

U Jugoslaviji postoji jedno značajno ležište oksidnog olova, tj. ceruzita u zapadnoj Srbiji oko Postenja i Tisovika. U ovom radu prikazuju se postupak i rezultati laboratorijskih ispitivanja mogućnosti koncentracije ove rude.

Ova preliminarna tehnološka ispitivanja primene flotacijske koncentracije imala su za cilj utvrđivanje mogućnosti dobijanja koncentrata olova.

Preliminarnim laboratorijskim opitima flotacijske koncentracije prethodila su sledeća ispitivanja:

- utvrđivanje hemijskog sastava uzorka
- određivanje granulometrijskog sastava uzorka
- parcijalne hemijske analize pojedinih klasa krupnoće iz ranije citiranog stava.

### Hemijski sastav uzorka

Na srednjem uzorku rude izvršena je kompletna hemijska analiza. Rezultati ove analize daju se u tablici 1.

Tablica 1

Element	% udeo
Pb	2,62
Zn	trag
Fe	0,64
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,72
Cu	0,090
Sb	0,016
Ag	trag
CaO	45,79
MgO	0,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,69
Sukupni	0,69
Sulfidni	0,15
As	0,11
SiO <sub>2</sub>	6,60
Specifična masa g/cm <sup>3</sup>	2,72

### Granulometrijski sastav uzorka

Granulometrijski sastav uzorka, utvrđen mokrim prosejavanjem na standardnoj seriji sita, prikazan je u tablici 2.

Tablica 2

Klasa krupnoće u mm	Maseni udeo %	ΣM % ↓	ΣM % ↑
+ 10	43,66	43,66	100,00
- 10 + 5	12,81	56,47	56,34
- 5 + 3	7,50	63,97	43,53
- 3 + 2	6,15	70,12	36,03
- 2 + 1	5,92	76,04	29,88
- 1 + 0,5	3,83	79,87	23,96
- 0,5 + 0,2	3,09	82,96	20,13
- 0,2 + 0,0	17,04	100,00	17,04
Ukupno	100,00	–	–

Analiziranjem rezultata granulometrijskog sastava, prikazanog u tablici 2, može se konstatovati sledeće:

— kod ispitivanog uzorka najveći deo sirovine nalazi se u klasama krupnoće + 1 mm, čiji maseni udeo iznosi 76,04%

— ukupno maseno učešće sitnih klasa je 23,96% od čega maseni udeo klase — 0,5 + 0,2 mm iznosi 3,09%, a maseni udeo klasa — 0,2 + 0,0 mm iznosi 17,04%.

#### Laboratorijska ispitivanja mogućnosti koncentracije

Pre izvođenja opita koncentracije ceruzitne rude Tisovik bilo je potrebno izvršiti parcijalnu hemijsku analizu izdvojenih klasa krupnoće. U tablici 3 daju se rezultati ovih ispitivanja.

Tablica 3

Klasa krupnoće u mm	Maseni udeo %	Sadržaj Pb%	Raspodela Pb%
+ 10	43,66	0,66	11,00
- 10 + 5	12,81	1,44	7,04
- 5 + 3	7,50	2,26	6,47
- 3 + 2	6,15	2,53	5,94
- 2 + 1	5,92	4,28	9,68
- 1 + 0,5	3,83	6,66	9,74
- 0,5 + 0,2	3,09	12,54	14,80
- 0,2 + 0,0	17,04	5,43	35,33
Ulez	100,00	2,62	100,00

Iz prezentiranih rezultata u tablici 3 može se videti sledeće:

— da je najveća raspodela Pb u klasama krupnoće — 0,5 + 0,0 mm i iznosi 50,13%.

Sva laboratorijska ispitivanja mogu se podeliti u dve grupe:

— prva grupa obuhvata ispitivanje uslova gravitacijske koncentracije ceruzita rude usitnjene do ggr 100 % — 0,80 mm

— druga grupa obuhvata ispitivanje uslova flotiranja ceruzita, uz prethodnu sulfidizaciju njegovih površina.

#### Prva grupa opita

Ova grupa opita imala je za cilj ispitivanje

mogućnosti primene gravitacione koncentracije sitnih klasa na uzorku usitnjrenom do ggr 0,80 mm.

Primenjeni postupak obuhvatio je tretiranje na klatnom stolu „WILFLEY”.

Uzorak za ovu grupu opita prethodno je klasiran sejanjem na situ otvora 10 mm.

Klasa krupnoće + 10 mm nije tretirana, već klasa — 10 + 0,0 mm koja je prvo usitnjena do ggr 100% — 0,80 mm a zatim podvrgnuta tretiranju na klatnom stolu.

U prvom stepenu izdvojen je grubi koncentrat olova i definitivna jalovina, a zatim je ovaj koncentrat prečišćen i na taj način dobijen definitivni koncentrat olova i međuproizvod.

Stvoreni i izdvojeni muljevi su međusobno objedinjeni.

#### Bilans koncentracije daje se u tablici 4.

Tablica 4

Proizvod	Maseni udeo %	Sadržaj PbO %	Raspodela SbO %
Koncentrat	5,57	10,36	13,19
Međuproizvod	16,33	6,99	26,08
Jalovina	54,14	3,82	47,26
Mulj	23,96	2,46	13,47
Ulez	100,00	4,376	100,00

Rezultati ukazuju da izabrani postupak ne obezbeđuje dobijanje kvalitetnog koncentrata uz prihvativivo iskoršćenje metala. Razlog za ovo verovatno treba tražiti u nedovoljnem stepenu otvaranja uzorka.

#### Druge grupe opita

Opitima flotacijske koncentracije ceruzitne rude prethodili su opiti meljivosti u cilju utvrđivanja optimalnog otvaranja mineralne sirovine.

Tokom opita flotacijske koncentracije ispitivan je uticaj sledećih parametara:

- uticaj količine sulfidizera ( $\text{Na}_2\text{S}$ )
- uticaj količine regulatora sredine ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

- uticaj količine disperzora jalovine ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )
- uticaj količine kolektora (ksantat)
- uticaj količine i vrste penušača.

Prva serija opita flotacijske koncentracije imala je za cilj utvrđivanje zavisnosti između optimalne količine sulfidizera i kvaliteta dobijenih koncentrata olova.

Tablični pregled kvaliteta i iskorišćenja koncentrata olova dobijenih u prvoj grupi laboratorijskih opita, primenom  $\text{Na}_2\text{S}$  kao sulfidizera, daje se u tablici 5.

Tablica 5

Broj opita	Maseni udio koncentrata %	Sadržaj Pb%	Iskorišćenje Pb%
1	3,39	67,27	73,65
2	3,10	54,71	67,74
3	2,82	65,12	59,26
4	3,51	52,49	53,46

Pored citiranog reagensa  $\text{Na}_2\text{S}$  u ovoj seriji upotrebljen je kao kolektor za minerale ceruzita KBX, a pored njega i sledeći reagensi:

$\text{Na}_2\text{CO}_3$	1500 g/t
$\text{Na}_2\text{SiO}_3$	200 g/t
Borovo ulje	10 g/t

Na osnovu pojedinačnih bilansa prve serije ove grupe laboratorijskih opita flotiranja može se konstatovati da postupak flotiranja minerala ceruzita nakon sulfidiziranja daje relativno kvalitetne koncentrate (sa oko 52% do 67% Pb).

Gubici korisne komponente u jalovini, proistekli usled kratkog vremena flotiranja ceruzita u osnovnom flotiranju, kreću se u granicama od 0,49% do 0,81% Pb.

Ako se uporede maseni udeli, kvaliteti i iskorišćenje grubog i definitivnog koncentrata olova uočava se neophodnost prečišćavanja grubog koncentrata.

Tablica 6

Broj opita	Grubi koncentrat			Definitivni koncentrat		
	M%	Pb%	I%Pb	M%	Pb%	I%Pb
1	25,60	10,67	88,32	3,39	67,27	73,65
2	25,67	8,19	83,97	3,10	54,71	67,74
3	13,37	17,93	77,35	2,82	65,12	59,26
4	17,60	13,48	80,23	3,51	52,49	53,46

Upoređivanjem masenih udela, kvaliteta i iskorišćenja grubog i definitivnog koncentrata olova uočava se neophodnost prečišćavanja grubog koncentrata.

Može se primetiti da je vreme grubog flotiranja od 10 minuta kratko i da ono ne daje zadovoljavajuće iskorišćenje olova, iako obezbeđuje maseno iskorišćenje koncentrata od 13,37 do 25,67%.

Stoga je neophodno napomenuti da treba nastaviti istraživanja u smeru iznalaženja optimalnog vremena sulfidiziranja, optimalnog vremena flotiranja i količine kolektora u ciklusu grubog flotiranja.

Isto tako treba ispitati uticaj pH vrednosti sredine i količina disperzora i deprimatora silikatno–karbonatne jalovine.

Druža serija opita imala je za predmet istraživanja najpogodnije uslove flotiranja ceruzita. U sklopu ove serije opita vršeno je i ispitivanje uticaja utroška sulfidizera, utroška disperzora, utroška deprimatora silikatno–karbonatne jalovine i utroška kolektora minerala ceruzita.

I u ovoj seriji opita, kao i prethodnoj, prvo je izvršena sulfidizacija površina minerala ceruzita, a zatim se pristupilo njegovom flotiranju.

Radi sagledavanja postignutih rezultata dat je pregled u tablici 7.

Tablica 7

Broj opita	Maseni udio %	Pb %	I%Pb
1	3,17	50,49	53,46
2	3,14	60,73	60,68

Maseni udeli koncentrata variraju neznatno tokom ova dva opita.

Kvalitet koncentrata olova takođe se menja od opita do opita. Njegova vrednost se kreće u granicama od 50,49% do 60,73%. Iskorišćenje je bilo relativno zadovoljavajuće s obzirom na sadržaj Pb u rovnom uzorku, i kretalo se od 53,46% do 60,68%.

Jalovine u ovoj grupi opita imale su visok sadržaj Pb reda veličine od 1,03% do 1,30%.

### Zaključak

Preliminarna laboratorijska ispitivanja koncentracije ceruzitne rude iz ležišta Tisovik kod Ljubovije obuhvatila su pored utvrđivanja hemijskog i granulometrijskog sastava, studijska ispitivanja mogućnosti koncentracije ove rude u smislu dobijanja tržišnog koncentrata olova.

Početna ispitivanja su pokazala, da se ruda može svrstati u red siromašnih olovnih ruda koja sadrži i arsena oko 0,11%. Problem odarsenjavanja olovnog koncentrata nije posebno obrađivan.

Ispitivanja koja su vršena u okviru prve grupe opita postupcima gravitacijske koncentracije nisu dala zadovoljavajuće rezultate u pogledu masenog udela koncentrata, njegovog kvaliteta i iskorišćenja olova u njemu (tablica 4).

Ispitivanja mogućnosti koncentracije mineraла ceruzita primenom flotacijskog postupka uz njegovo aktiviranje sa  $\text{Na}_2\text{S}$  omogućuju dobijanje kvalitetnih koncentrata olova i iskorišćenja olovnog koncentrata (sadržaj Pb u koncentratu 67,27%, iskorišćenje Pb, oko 74%), sa napomenom da je potrebno nastaviti tehnološka ispitivanja u cilju postizanja optimalnih rezultata koncentracije.

### SUMMARY

#### Determination of the Possibility of Concentrating Cerusite Ore from Deposit Tisovik near Ljubovija

Results are presented for laboratory investigations into the possibility of concentrating cerusite by flotation upon preliminary sulphidization of its surfaces and production of high grade lead concentrate from lowgrade cerusite containing 2.62 per cent Pb.

Determinations were made of tested ore grade, possibility of cerusite gravity concentration and technological possibility of producing high grade concentrate by flotation.

The possibility of producing lead concentrate with 67.27 per cent Pb and Pb recovery of about 74 per cent was proved.

### ZUSAMMENFASSUNG

#### Bestimmung der Konzentrationsmöglichkeit von Zerusiterz aus der Lagerstätte bei Ljubovija

Es wurden die Ergebnisse von Laboruntersuchungen der Konzentrationsmöglichkeiten von Zerusit durch Flotation mit Vorsulfidierung seiner Oberflächen und zur Gewinnung von wertvollem Bleikonzentrat aus Armerz Zerusit, das 2,62% Pb enthält, dargestellt.

Es wurde auch die Qualität des untersuchten Zerusiterzes, der Möglichkeiten einer Schwerkraftaufbereitung von Zerusit und der technologischen Möglichkeiten der Gewinnung von wertvollen Konzentrat durch Flotationsverfahren, bestimmt. Es wurde die Möglichkeit einer Gewinnung von Bleikonzentrat mit 67,27% Pb beim Ausbringen von Pb bei rd. 74%, nachgewiesen.

### РЕЗЮМЕ

#### Определение возможности обогащения церузитовой руды месторождения Тисовик близ Любовији

Приведены результаты лабораторных исследований возможности обогащения церузита путём флотирования с предварительным сульфидированием его поверхности и производства высоконачистого концентратса свинца из бедной руды церузита содержащей 2,62% свинца.

Установлено качество исследованной руды церузита, возможность обогащения по удельному весу церузита и технологическая возможность получения высоконачистого концентратса путём флотирования.

Доказана возможность производства свинцового концентратса с содержанием 67,27% свинца при извлечении свинца в 74%.

Autori: dipl.inž. Miomir Čeh i dipl.inž. Branislav Mihailović, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. D. Ivanković, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 13.7. 1981., prihvacen 21.7.1981. god.

## PROMENA PROTOKA U JAMSKOJ VENTILACIONOJ MREŽI SA DIAGONALNOM VEZOM GRANA USLED PROMENA AERODINAMIČKIH OTPORA U PRELAZNIM REŽIMIMA

(sa 8 slika)

Mr inž. Vojislav Vuletić

Ventilaciona mreža je objekt jednog multi-varijabilnog sistema automatskog upravljanja, koji se sastoji od lokalnih sistema automatske regulacije koncentracije gasovitih štetnih primesa i lokalnih sistema automatske regulacije protoka vazduha.

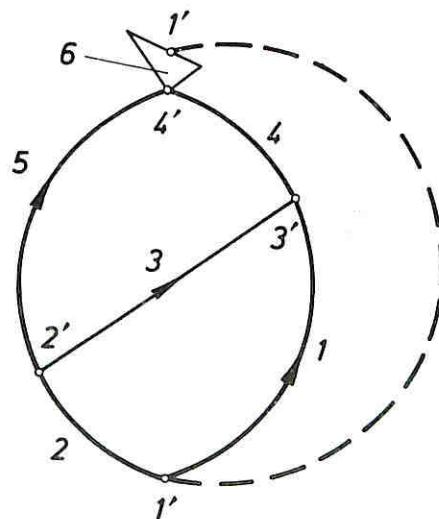
Sistem automatske regulacije koncentracije gasovitih štetnih primesa i protoka vazduha, dobi-jen na bazi neproverene prepostavke o auto-nomnosti (međusobne nezavisnosti regulisanih veli-čina), po pravilu, daje nezadovoljavajuće rezultate. Prilikom realizovanja autonomnosti [6], javljaju se greške koje su nužne zbog aproksimativnosti mate-matičkog opisa. Uticaj greške na kvalitet rada sistema može da bude veći od greške koju unosi prepostavka o apsolutnoj autonomnosti sistema, u slučaju kada međusobne zavisnosti protoka nisu velike.

### Ispitivanje intenziteta međusobnih zavisnosti protoka vazduha kod dijagonalne veze grana

Osnovne karakteristike ventilacione mreže na osnovu kojih su vršena istraživanja nalaze se u literaturi [10] i [11].

Analitičko određivanje međusobnih zavisnosti protoka vazduha je veoma složeno, pri čemu se dolazi do prenosnih funkcija visokog reda. Red prenosne funkcije zavisi od složenosti ventilacione mreže. Iz tog razloga intenzitet međusobnih zavisnosti protoka vazduha, pri promeni aerodinamič-kog otpora pojedinih grana, ispitivan je simulaci-jom na analognom računaru.

Kod dijagonalne veze grana jamske ventila-cione mreže, za opisivanje prelaznih aerodinamič-kih procesa, koristio se linearizovan matematički model. U prethodnim istraživanjima izvršena su ispitivanja greške koju unosi linearizacija. Istraživa-nja su pokazala [10] vrlo veliku približnost rezulta-ta te se iz tih razloga, za istraživanje intenzitet-a međusobnih zavisnosti promena protoka, koristio linearizovan matematički model.



Sl. 1 — Kanonska šema ventilacione mreže sa dijagonalnom vezom grana

### Osnovni podaci o ventilacionoj mreži

$$Q_{01} = 15 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}; R_{01} = 3 \text{ Ns}^2 \text{m}^{-8}; K_1 = 100 \text{ kgm}^{-4}$$

$$Q_{02} = 15 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}; R_{02} = 2 \text{ Ns}^2 \text{m}^{-8}; K_2 = 100 \text{ kgm}^{-4}$$

$$Q_{03} = 5 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}; R_{03} = 9 \text{ Ns}^2 \text{m}^{-8}; K_3 = 100 \text{ kgm}^{-4}$$

$$Q_{04} = 20 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}; R_{04} = 0,7 \text{ Ns}^2 \text{m}^{-8}; K_4 = 100 \text{ kgm}^{-4}$$

$$Q_{05} = 10 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}; R_{05} = 5,05 \text{ Ns}^2 \text{m}^{-8}; K_5 = 100 \text{ kgm}^{-4}$$

Ventilator je jednostupni, aksijalni, tip V – UPD proizvodnje iz SSSR-a, sa sledećim karakteristikama:

Precnik rotora:  $D = 1800 \text{ mm}$

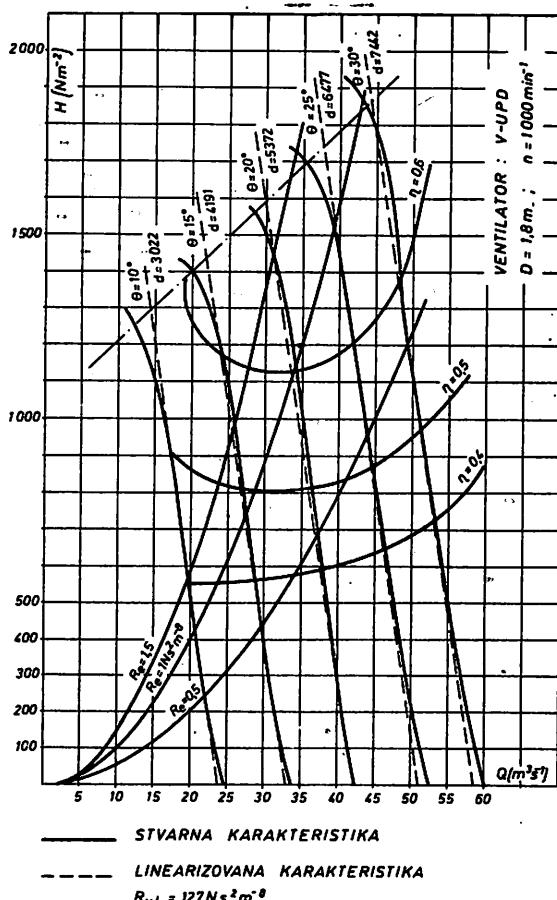
Broj obrtaja:  $n = 1000 \text{ min}^{-1}$ , sa parametrom

Režim rada:  $d = 4700 \text{ Nm}^{-2}$

#### Aerodinamički otpor ventilatora

sa linearnom karakteristikom je  $R_{v1} = 127 \text{ Ns}^2 \text{m}^{-8}$ .

Karakteristika ventilatora i razmatrane ventilacione mreže prikazana je na slici 2.



Sl. 2 – Karakteristika ventilatora i ventilacione mreže.

#### Aerodinamički procesi u ventilacionoj mreži

Prelazni aerodinamički procesi u ventilacionoj mreži, čija je konfiguracija data na slici 1, određeni su prema [1], [2], [3], [4], sistemom jednačina:

$$-H_1(t) + H_2(t) + H_3(t) = 0$$

$$H_3(t) + H_4(t) - H_5(t) = 0$$

$$H_1(t) + H_4(t) - H_m(t) = 0$$

$$Q_1(t) + Q_2(t) - Q_m(t) = 0 \quad (1)$$

$$Q_2(t) - Q_3(t) - Q_5(t) = 0$$

$$Q_1(t) + Q_3(t) - Q_4(t) = 0$$

koji se prema [10] i [11] svodi na sistem linearizovanih diferencijalnih jednačina:

$$\begin{aligned} & -\frac{T_1}{K_{(2)1}} \frac{dQ_1(t)}{dt} - \frac{1}{K_{(2)1}} Q_1(t) - \\ & -\frac{K_{(1)1}}{K_{(2)1}} R_1(t) + \frac{T_2}{K_{(2)2}} \frac{dQ_2(t)}{dt} + \\ & + \frac{1}{K_{(2)2}} Q_2(t) + \frac{K_{(1)2}}{K_{(2)2}} R_2(t) + \\ & + \frac{T_3}{K_{(2)3}} \frac{dQ_3(t)}{dt} + \frac{1}{K_{(2)3}} Q_3(t) + \\ & + \frac{K_{(1)3}}{K_{(2)3}} R_3(t) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{T_1}{K_{(2)1}} \frac{dQ_1(t)}{dt} + \frac{1}{K_{(2)1}} Q_1(t) + \\ & + \frac{K_{(1)1}}{K_{(2)1}} R_1(t) + \frac{T_4}{K_{(2)4}} \frac{dQ_4(t)}{dt} + \\ & + \frac{1}{K_{(2)4}} Q_4(t) + \frac{K_{(1)4}}{K_{(2)4}} R_4(t) - d(t) + \\ & + R_{v1} Q_m(t) = 0 \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{T_3}{K_{(2)3}} \frac{dQ_3(t)}{dt} + \frac{1}{K_{(2)3}} Q_3(t) + \\ & + \frac{K_{(1)3}}{K_{(2)3}} R_3(t) + \frac{T_4}{K_{(2)4}} \frac{dQ_4(t)}{dt} + \\ & + \frac{1}{K_{(2)4}} Q_4(t) + \frac{K_{(1)4}}{K_{(2)4}} R_4(t) - \end{aligned}$$

$$-\frac{T_5}{K_{(2)5}} \frac{dQ_5(t)}{dt} - \frac{1}{K_{(2)5}} Q_5(t) - \\ - \frac{K_{(1)5}}{K_{(2)5}} R_5(t) = 0$$

$$Q_2(t) = Q_3(t) + Q_5(t)$$

$$Q_3(t) = Q_4(t) - Q_1(t)$$

$$Q_m(t) = Q_1(t) + Q_2(t)$$

kome odgovara sistem mašinskih jednačina:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{M1}(t) &= -k_L \frac{1}{T_1} Q_{M1}(t) - k_A \frac{K_{(1)1}}{T_1} R_1(t) + \\ &+ \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{T_2}{K_{(2)2}} \dot{Q}_{M2}(t) + k_L \frac{K_{(2)1}}{K_{(2)2}} \frac{1}{T_1} Q_{M2}(t) + \\ &+ k_A \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{K_{(1)2}}{K_{(2)2}} R_2(t) + \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{T_3}{K_{(2)3}} \dot{Q}_{M3}(t) + \\ &+ k_L \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{1}{K_{(2)3}} Q_{M3}(t) + k_A \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{K_{(1)3}}{K_{(2)3}} R_3(t) \\ \dot{Q}_{M4}(t) &= -k_L \frac{1}{T_4} Q_{M4}(t) - k_A \frac{K_{(1)4}}{T_4} R_4(t) - \\ &- \frac{K_{(2)4}}{T_4} \frac{T_1}{K_{(2)1}} \dot{Q}_{M1}(t) - k_L \frac{K_{(2)4}}{T_4} \frac{1}{K_{(2)1}} Q_{M1}(t) - \\ &- k_A \frac{K_{(2)4}}{T_4} \frac{K_{(1)1}}{K_{(2)1}} R_1(t) + k_A \frac{K_{(2)4}}{T_4} d(t) - \\ &- k_L \frac{K_{(2)4}}{T_4} R_{v1} Q_{Mm}(t) \\ \dot{Q}_{M5}(t) &= -k_L \frac{1}{T_5} Q_{M5}(t) - k_A \frac{K_{(1)5}}{T_5} R_5(t) + \\ &+ \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{T_3}{K_{(2)3}} \dot{Q}_{M3}(t) + k_L \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{1}{K_{(2)3}} Q_{M3}(t) + \\ &+ k_A \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{K_{(1)3}}{K_{(2)3}} R_3(t) + \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{T_4}{K_{(2)4}} \dot{Q}_{M4}(t) + \\ &+ k_L \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{1}{K_{(2)4}} Q_{M4}(t) + k_A \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{K_{(1)4}}{K_{(2)4}} R_4(t) \end{aligned}$$

(3)

$$Q_{M2}(t) = Q_{M3}(t) + Q_{M5}(t)$$

$$Q_{M3}(t) = Q_{M4}(t) - Q_{M1}(t)$$

$$Q_{Mm}(t) = Q_{M1}(t) + Q_{M2}(t)$$

Analogna šema, formirana na osnovu sistema mašinskih jednačina (3), data je na slici 3.

Vrednosti potenciometara za simulaciju prema šemama na slici 3:

$$P_1 : k_L \frac{1}{T_1}; P_2 : k_A \frac{K_{(1)1}}{T_1} \Delta R_1; P_3 : \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{T_2}{K_{(2)2}}$$

$$P_4 : k_L \frac{K_{(2)1}}{K_{(2)2}} \frac{1}{T_1}; P_5 : k_A \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{K_{(1)2}}{K_{(2)2}} \Delta R_2;$$

$$P_6 : \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{T_3}{K_{(2)3}}; P_7 : k_A \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{1}{K_{(2)3}};$$

$$P_8 : k_A \frac{K_{(2)1}}{T_1} \frac{K_{(1)3}}{K_{(2)3}} \Delta R_3; P_9 : k_L \frac{1}{T_4};$$

$$P_{10} : k_A \frac{K_{(1)4}}{T_4} \Delta R_4; P_{11} : \frac{K_{(2)4}}{T_4} \frac{T_1}{K_{(2)1}};$$

$$P_{12} : k_L \frac{K_{(2)4}}{T_4} \frac{1}{K_{(2)1}}; P_{13} : k_A \frac{K_{(2)4}}{T_4} \frac{K_{(1)1}}{K_{(2)1}} \Delta R_1;$$

$$P_{14} : k_A \frac{K_{(2)4}}{T_4} d; P_{15} : k_L \frac{K_{(2)4}}{T_4} R_{v1}; P_{16} : k_L \frac{1}{T_5}$$

$$P_{17} : k_A \frac{K_{(1)5}}{T_5} \Delta R_5; P_{18} : \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{T_3}{K_{(2)3}};$$

$$P_{19} : k_L \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{1}{K_{(2)3}}; P_{20} : k_A \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{K_{(1)3}}{K_{(2)3}} \Delta R_3$$

$$P_{21} : \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{T_4}{K_{(2)4}}; P_{22} : k_L \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{1}{K_{(2)4}};$$

$$P_{23} : k_A \frac{K_{(2)5}}{T_5} \frac{K_{(1)4}}{K_{(2)4}} \Delta R_4$$

gde je:

$$k_A = \frac{k_Q}{\alpha_t}; k_N = \frac{k_Q}{\alpha_t k_Q^2} \quad i \quad k_L = \frac{k_Q}{\alpha_t k_Q}$$

$k_Q$  – koeficijent razmere brzine protoka vazduha

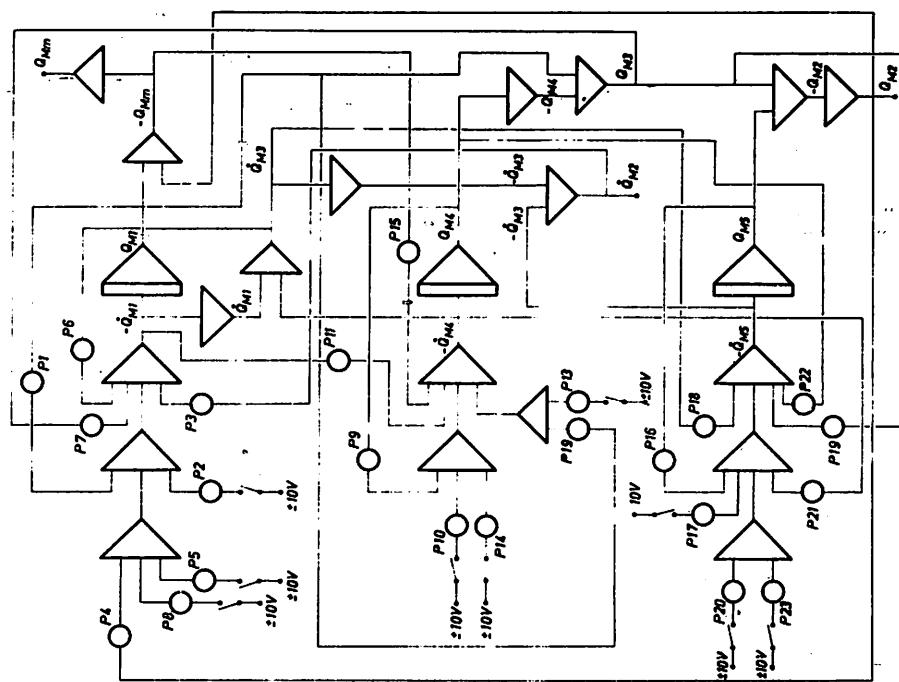
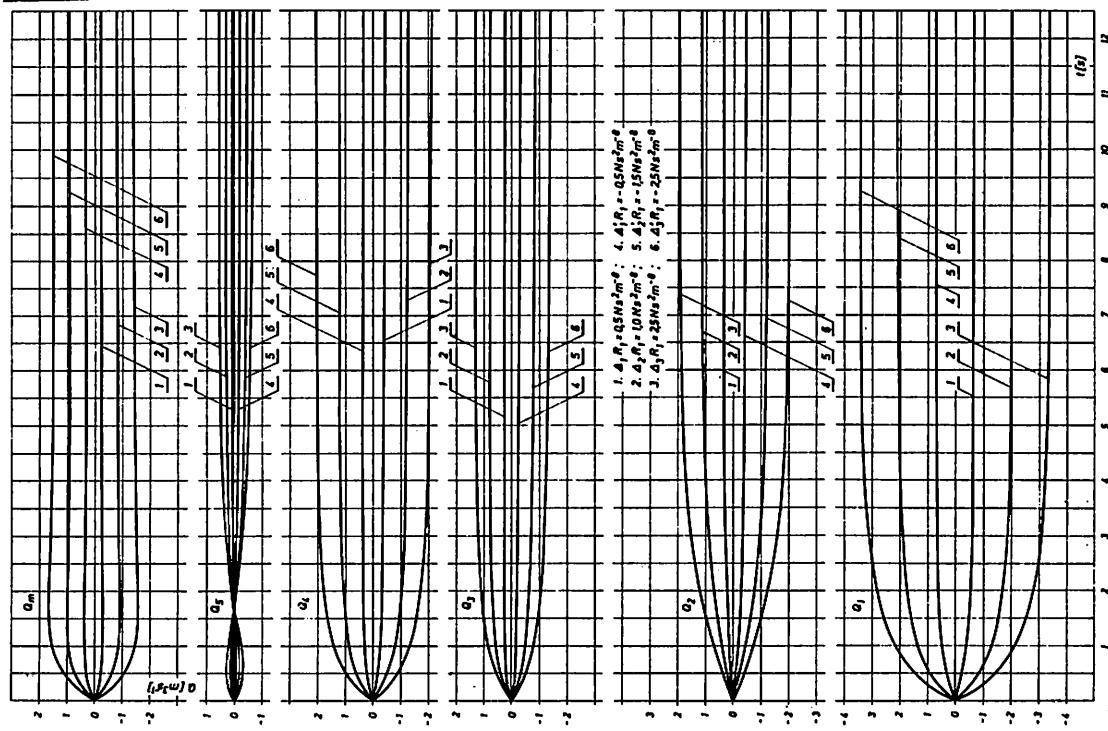
$k_Q$  – koeficijent razmere protoka vazduha

$\alpha_t$  – koeficijent razmere vremena

#### Analiza rezultata simulacije

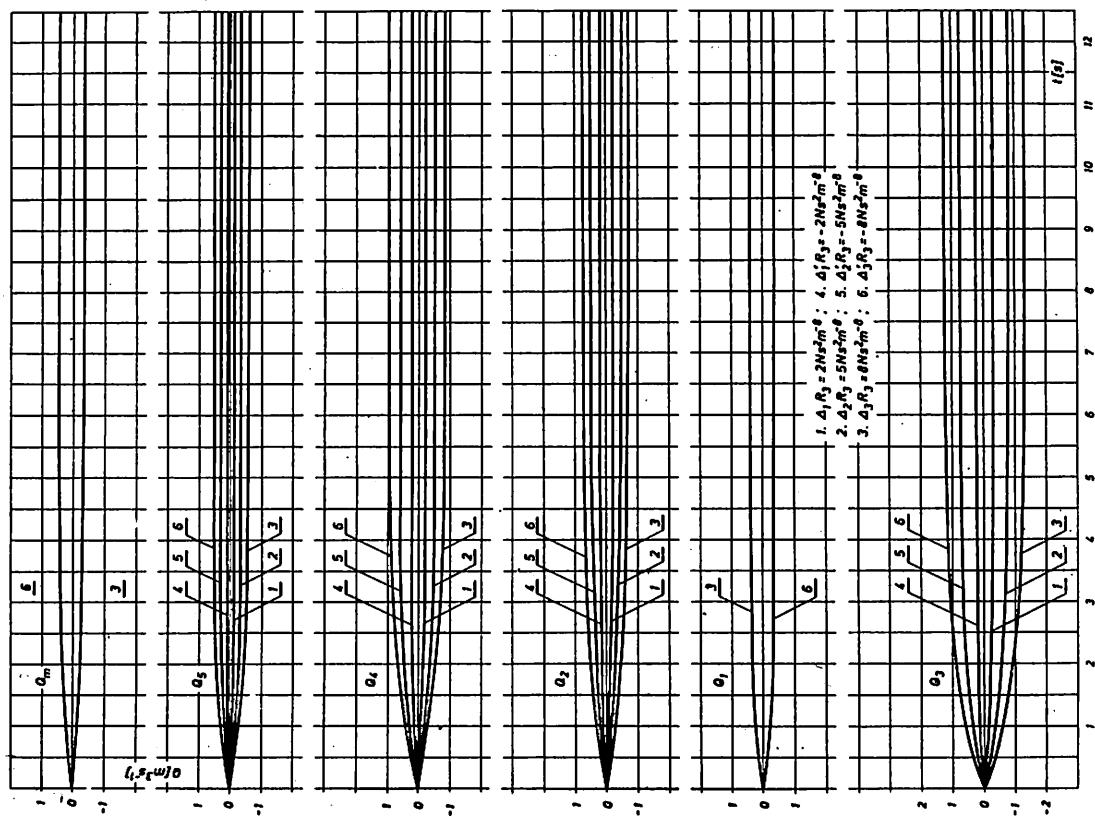
– Razlike protoka vazduha u ustaljenim režimima pri odskočnoj promeni aerodinamičkog otpora grane 1 (oznake grana su sa slike 1), najveće su u grani 1, zatim u grani 2, 4, a najmanje u grani 5 (sl. 4).

Prelazni aerodinamički procesi koji nastaju kao odziv na odskočnu promenu aerodinamičkog otpora grane 1, istog su znaka u grani 4, a suprotnog u granama 2 i 3. U grani 5 u početku

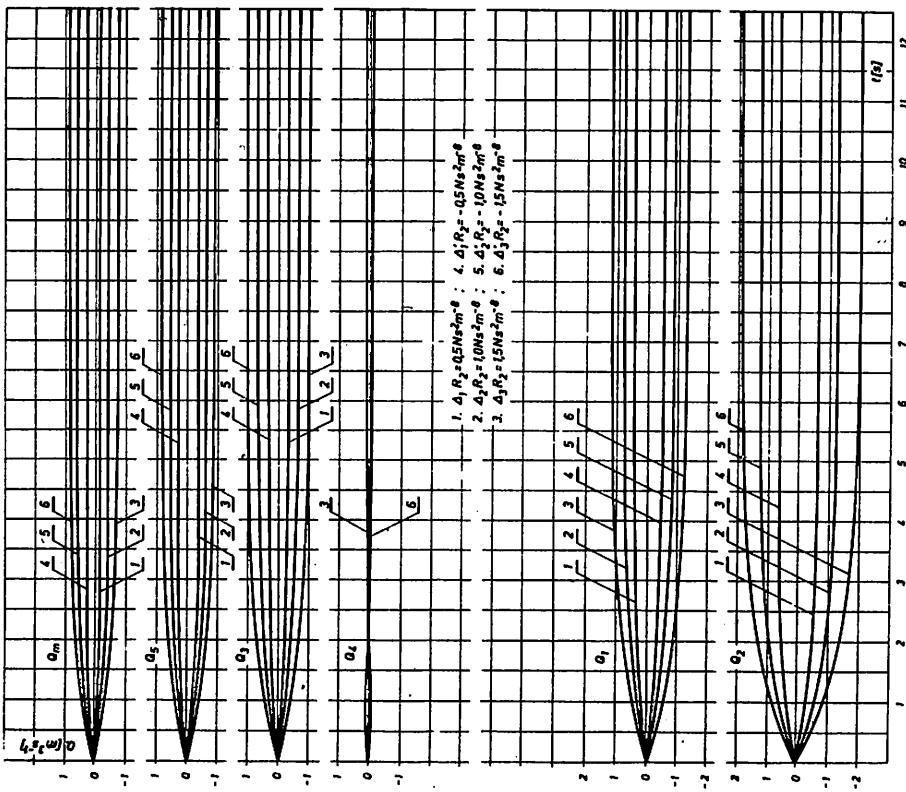


Sl. 4 – Analogna šema za simulaciju prelaznih aerodinamičkih procesa u ventilacionoj mreži sa dijagonalom vezom grana – linearizovan model.

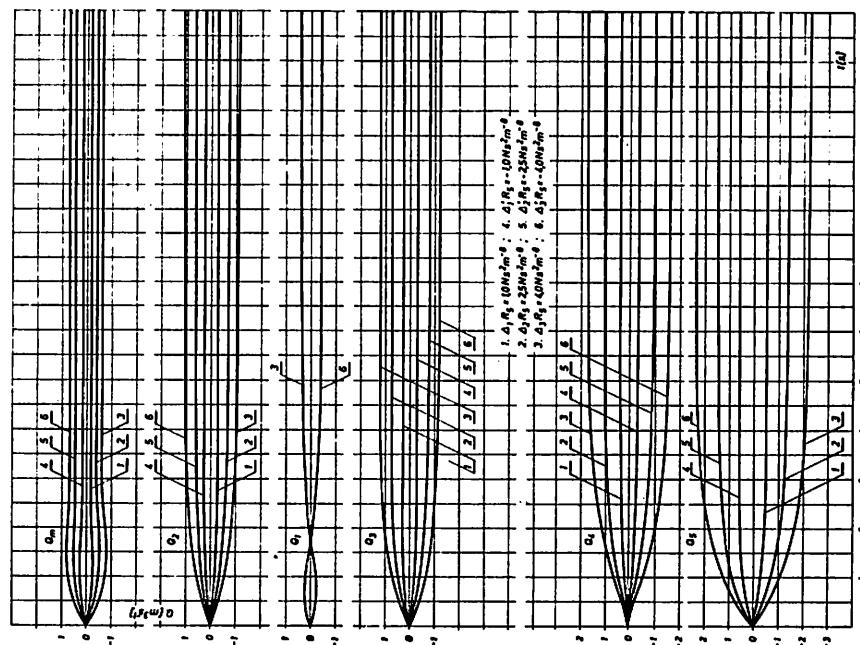
Sl. 4 – Odziv ventilacione mreže na odakčnu promenu R<sub>1</sub>



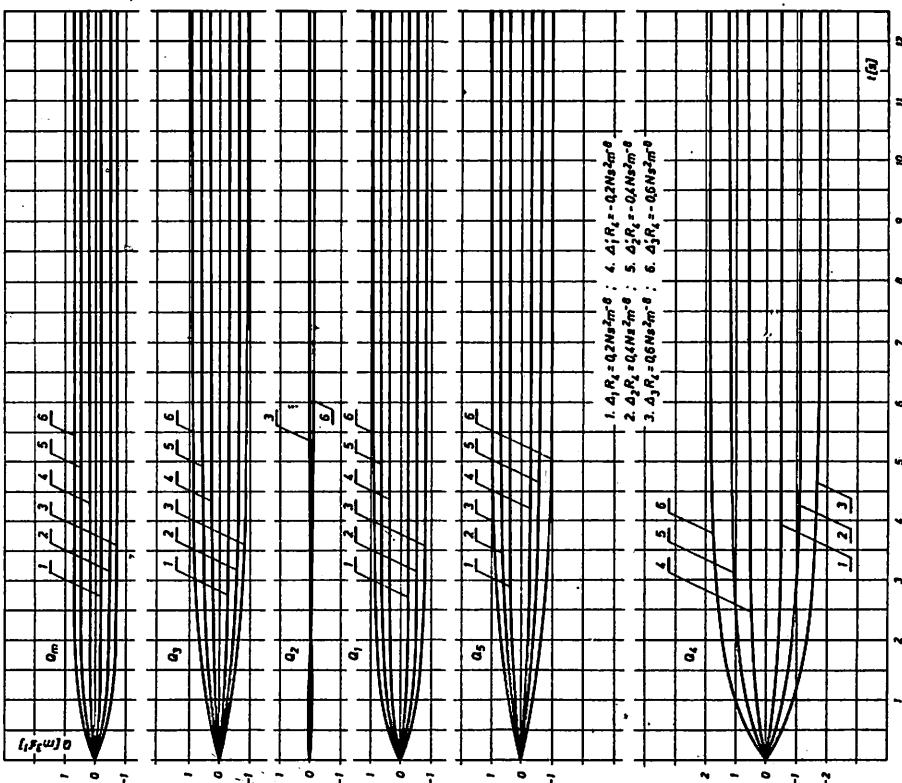
Sl. 5 — Odziv ventilacione mreže na odskočnu promenu  $R_2$



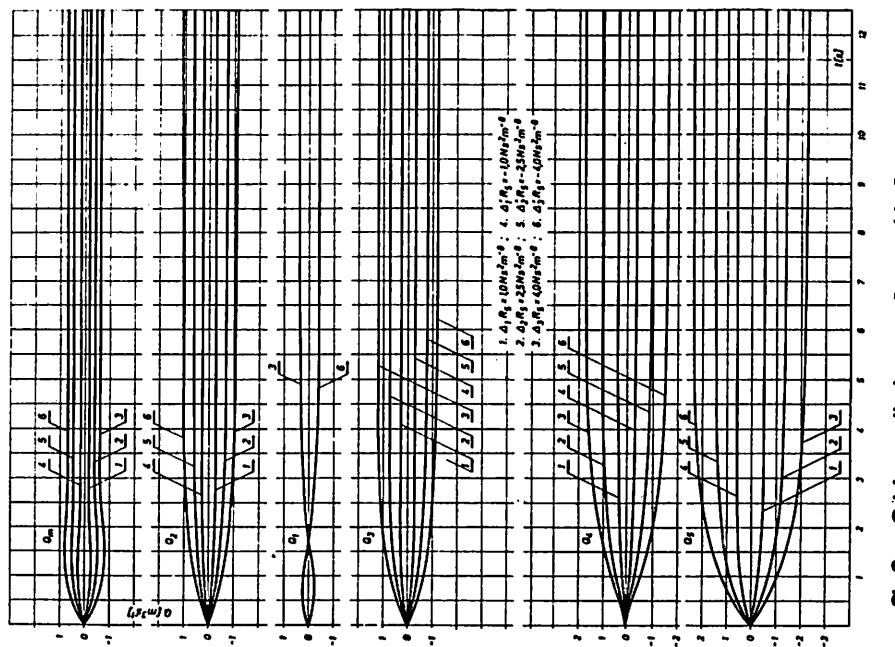
Sl. 6 — Odziv ventilacione mreže na odskočnu promenu  $R_3$



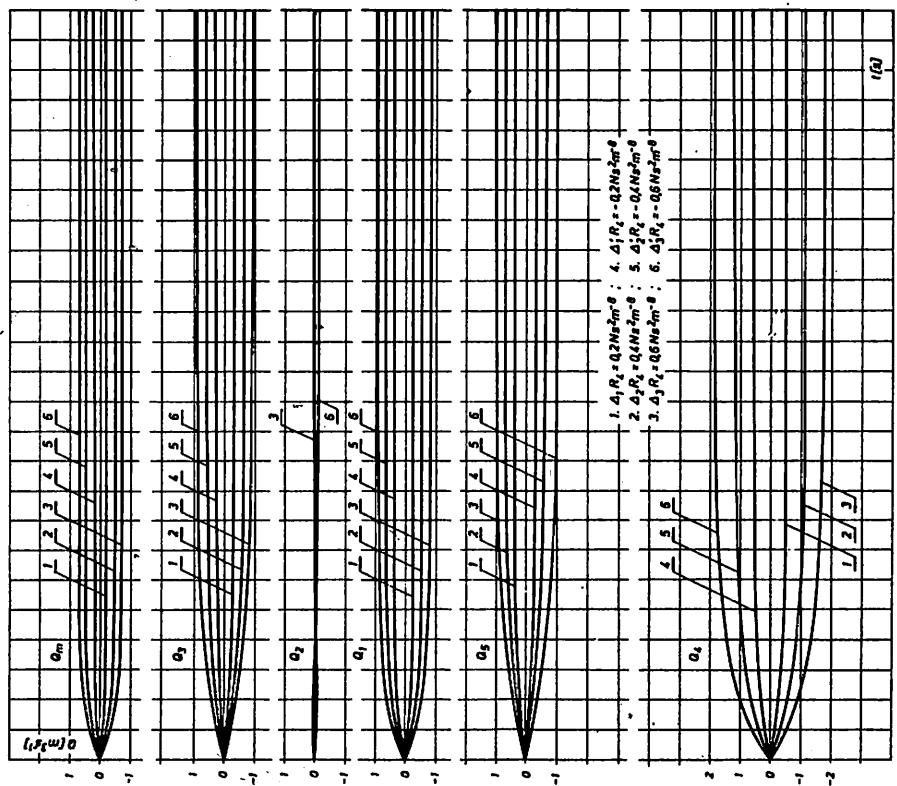
Sl. 8 – Odziv ventilacione mreže na odskočnu promenu  $R_s$



Sl. 7 – Odziv ventilacione mreže na odskočnu promenu  $R_t$



Sl. 8 – Odziv ventilacione mreže na odstojanu promenu  $R_2$



Sl. 7 – Odziv ventilacione mreže na odstojanu promenu  $R_4$

prelaznog procesa istog su znaka kao u grani 1, ali se posle kratkog vremena znak menja i ostaje isti do ustaljenog stanja (sl. 4).

— Razlike protoka vazduha u ustaljenim režimima pri odskočnoj promeni aerodinamičkog otpora grane 2, najveće su u grani 2, zatim u grani 1 pa 5, a najmanje u grani 4 (sl. 5).

Prelazni aerodinamički procesi koji nastaju kao odziv na odskočnu promenu aerodinamičkog otpora grane 2, istog su znaka u granama 3 i 5, a suprotnog u grani 1. U grani 4 u početku prelaznog procesa istog su znaka kao u grani 2, ali se posle kratkog vremena znak menja i ostaje isti do ustaljenog stanja (sl. 5).

— Uticaj promene aerodinamičkog otpora na promenu protoka vazduha najveći je u sopstvenoj grani (sl. 4 do 8).

— Prelazni aerodinamički procesi, u graničiji se aerodinamički otpor menja, sporiji su ukoliko postoji manja razlika u količinama protoka u granama. Isto važi i kod povećanja aerodinamičkog otpora, s tim što su prelazni aerodinamički procesi brži (sl. 4 do 8).

— Uticaj odskočne promene aerodinamičkog otpora u jednoj grani na promene protoka u drugim granama raspodeljuje se. Raspodela zavisi od proizvoda osnovnog protoka i osnovnog aerodinamičkog otpora grane čiji se protok menja. Za veće vrednosti proizvoda promena protoka je manja i obrnuta (sl. 4 do 8).

— Prelazni aerodinamički procesi, koji nastaju kao odziv na odskočne promene aerodinamičkih otpora grana, su čisto aperiodični (slike 4 do 8).

## SUMMARY

### Flow Change in Mine Ventilation System with Diagonal Branch Connections Due to Variations in Aerodynamic Resistances During Transient Regimes

The paper deals with investigations on parameters of ventilation systems, affecting the intensity of interdependences of flow changes due to variations in aerodynamic resistances in individual ventilation system branches. The investigations on the intensity of interdependences of flow changes due to variations of aerodynamic resistances in ventilation systems with diagonal branch connections in underground mines were completed by use of an analogous computer.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Durchflussänderungen im Grubenwetternetz mit Diagonalverzweigung infolge der Veränderungen von dynamischen Widerständen in Regime- Übergangszeiten

In dieser Arbeit wurden die Parameteruntersuchungen des Wetternetzes, die die Intensität der Zwischenabhängigkeiten der Durchflussveränderungen infolge aerodynamischer Widerstände von einzelnen Wetternetzverzweigungen beeinflussen durchgeführt. Die Untersuchung der Intensität der Zwischenabhängigkeiten des Durchflusses durch die Veränderungen der aerodynamischen Widerstände einzelner Wetternetzweige mit Diagonalverbindung in Untertagebetrieben wurden durch Simulation auf Analogrechner durchgeführt.

### РЕЗЮМЕ

**Изменение расходов в подземной вентиляционной сети с диагональным сопряжением ответвлений благодаря изменениям аэродинамических сопротивлений в переходных режимах**

В статье проводятся исследования параметров вентиляционной сети, влияющих на степень взаимной зависимости изменения расходов вследствие изменения аэродинамических сопротивлений отдельных ответвлений в вентиляционной сети.

Исследования интенсивности взаимной зависимости изменения расходов благодаря изменениям аэродинамических сопротивлений отдельных ответвлений вентиляционной сети с диагональным сопряжением ответвлений шахты, проводились при помощи аналоговой вычислительной машины симулированием.

### Literatura

1. Abramov F.A., 1972: Rudničnaja aerogazodinamika. „Nedra”, Moskva.
2. Abramov F.A., Bojko V.A. 1967: Avtomatizacija provetrvanja šaht. — „Naukova dumka”, Kiev.
3. Abramov F. A., Tjan R. B., Potemkin V. Ja., 1971: Vozduhoraspredelenie v ventilacionnyh setjach šaht. — „Naukova dumka”, Kiev.
4. Coj S., Rogov E. I. 1965: Osnovy teorii ventilacionnyh setej. — „Nauka”. Alma-Ata.
5. Feldman L. P., Svjatnyj V. A. 1966: Issledovanie dinamiki vazdušnogo potoka na analogovoj vychislitel'noj mašine. — Gornij žurnal. No 6.
6. Kocić D.D., 1975: Autonomnost lokalnih sistema automatske regulacije provetrvanja rudnika sa podzemnom eksploatacijom, disertacija, Beograd.
7. Litwinišyn J., 1951: A problem of Dynamics Flows in Conduit Networks. — Bull. Acad. Polon. Sci. et de Lettres Ser. A, Sci. Math., Vol.I, No. 3d.
8. Litwinišyn J., 1959: Flow Stability in Pipe Networks. — Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Techn., Vol.VII, No. 10.
9. Osipov S.N. i dr., 1970: Matematicheskaja model' perehodnyh aerogazodinamičeskikh procesov pri reversirovanií ventilacionnoj strui vyemočnogo učastka. — Gornij žurnal, No. 7.
10. Vuletić V., 1979: Intenzitet međusobnih zavisnosti protoka vazduha kroz pojedine grane jamske ventilacione mreže u prelaznim režimima, magistarski rad, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
11. Vuletić V., 1979: Uticaj promena aerodinamičkih otpora na protoke vazduha jamske ventilacione mreže sa paralelnom vezom grana. — Rudarski glasnik 4/79, Beograd.

Autor: mr inž. Vojislav Vuletić, Zavod za termotehniku u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: mr inž. B. Perković, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 20.7.1981, prihvaćen 21.7.1981.god.

## PRIMENA RAČUNARA U RAZVIJANJU INFORMACIONIH SISTEMA NA POVRŠINSKIM OTKOPIMA UGLJA – PODSISTEM VREMENSKOG ISKORIŠĆENJA OSNOVNE MEHANIZACIJE –

(sa 2 slike i 6 priloga)

Dipl.inž. Petar Urošević – dipl.inž. Vladimir Slavković –  
dipl.inž. Petar Tanasković – dipl.mat. Ljiljana Andrić

### Uvod

Uspešnost primena savremene tehnologije u rudarstvu i uopšte, uslovljena je stalnim iznalaženjem optimalnih rešenja u vođenju proizvodnog procesa. Savremena tehnologija rudarenja se karakteriše kompleksnim skupom različitih komponenti i postupaka, čije interakcije generišu veliki broj informacija koje čovek bez primene elektronske računske tehnike ne može blagovremeno i efikasno da obradi. To, praktično, znači, da je u procesu odlučivanja – donošenja optimalnih rešenja – potrebno da se obradi vrlo veliki broj informacija iz proizvodnog procesa da bi usvojeno rešenje bilo optimalno. Sigurno je, u tom smislu, da se uvođenje i razvoj nekog informacionog sistema, naročito u većim radnim organizacijama kao što su to površinski otkopi uglja, ne može zamisliti bez odgovarajuće računske tehnike.

Pojam informacionog sistema je dosta i sve češće u upotrebi i veliki broj autora definiše ga i interpretira na više načina, u zavisnosti na koju se oblast delatnosti odnosi. Autori ovog rada su vezani sa pojmom sistem, za koji se može reći da predstavlja skup komponenti (objekata) i relacija između sadržanih komponenti, vodeći računa i o njihovim karakteristikama. Sistem se ne tretira izolovano od sredine – okoline u kojoj egzistira, već kroz međusobno delovanje. Komponente sistema interaguju međusobno i sa svojom okolinom, i ako se to posmatra kroz razmenu

informacija, onda je to informacioni sistem.

Definiše li se upravljanje kao proces transformisanja prikupljenih informacija u odluke, lako je zaključiti da je informacioni sistem deo sistema upravljanja neke organizacione celine.

Ova konstatacija je izvedena na osnovu toga što se upravljanje može razložiti na sledeće procese:

- prenos informacija
- obrada informacija
- korišćenje informacija
- čuvanje informacija

a pri tome je informacioni sistem – sistem u kome se relacije i odnosi između komponenti ostvaruju prenosom informacija.

### Osnovne postavke informacionog sistema

Na domaćim površinskim otkopima egzistiraju informacioni sistemi, koji se razlikuju od inostranih. Odmah se može reći da se ne radi o nekom naučno-tehničkom sistemu informisanja koji je projektovan ranije, pa se kod eksploatacije uglja organizovano primenjuje. Ovde se radi o jednom informacionom sistemu koji je uglavnom nikao sam, a nametnula ga je tehnologija dobijanja uglja. Ono što karakteriše ove informacione sisteme sa aspekta dobijanja uglja je postojanje

sistema čovek – mašina – okruženje. Čovek kao nosilac informacije, neprekidnim opažanjem ili identifikacijom stvara primarne informacije. Informacije su uglavnom zapisi. One služe za transformaciju u sekundarne informacije. Informacije koje teku od primarnih do prerađenih predstavljaju tehničke informacije koje služe kao osnova za odluke koje donose inženjeri i tehničari zaduženi za vođenje tehnološkog procesa ili održavanje opreme.

Postoje površinski otkopi sa izvanredno složenim proizvodnim kompleksom, opremljeni savremenom i raznovrsnom rudarskom mehanizacijom. Tokovi planiranja i upravljanja tehničkim procesom zahtevaju brza upravljačka dejstva, doneta na osnovu velikog broja informacija. Stoga, svi primjenjeni informacioni sistemi imaju zadatak da posluže izboru veza među elementima sistema, planiranju taktike i strategije ponašanja sistema u celini i njegovih delova, analizi ponašanja sistema i oceni rezultata njegovog ponašanja.

#### Operativni podaci služe za:

- ostvarivanje tehničkog procesa eksploatacije uglja
- održavanje radne sposobnosti opreme sistema
- iskorišćavanje izvora (prirodni, ljudski, materijalni), a neosporno doprinose razvoju i boljoj organizaciji proizvodnje.

U konkretnom slučaju površinskih otkopa uglja, informacioni sistem je skup više podsistema koji se formiraju u zavisnosti od potreba korisnika i ostalih raspoloživih resursa. Kroz višegodišnji istraživački rad i praksu, u Rudarskom institutu je razvijen, sa tendencijom daljeg dinamičkog usavršavanja i proširivanja, informacioni sistem sastavljen od niza međusobno povezanih podsistema. Između ostalih, to su:

- podistem evidencije vremenskog i kaptativnog iskorišćenja osnovne mehanizacije
- podistem održavanja osnovne mehanizacije
- podistem planiranja i upravljanja zaliha ma rezervnih delova
- podistem kadrovske evidencije itd.

Obrada podataka i informacija u ovakvom sklopu omogućava da se na bazi centralnog memorisanja nužnih programskih problemskih i izvornih

podataka stacioniranih u obliku baze metoda i podataka, višestruko koriste podaci i programi. Primenom ove planski stvorene baze podataka mogu se daleko lakše, jednostavnije i preglednije oblikovati informacioni odnosi koji nastaju unutar površinskog otkopa.

Vremenski gledano projektu ovog informacionog sistema mora se pristupiti etažno, a period konkretizacije i uhodavanja ne bi trebalo da traje više od 18 meseci. Ovaj vremenski period neophodan je radi stvaranja neophodne baze podataka u kojoj se podaci i informacije iz različitih izvora i različite strukture moraju svesti na kompatibilne, što se postiže postavljenim sistemom šifriranja. Sam sistem šifriranja izrađen je tako da obezbeđuje vertikalnu i horizontalnu povezanost šifri kao elemenata celokupnog informacionog sistema.

#### Informacioni podistem vremenskog iskorišćenja osnovne mehanizacije

Osnovni zadatak pri projektovanju ovog informacionog podsistema bio je da osigura skup informacija potrebnih za analize, planove i programe, uopšte da da osnovu za donošenje budućih optimalnih odluka na svim nivoima upravljanja i rukovođenja površinskim otkopom.

Pod nivoima treba podrazumevati:

- I nivo — mašine i tehnički sistemi
- II nivo — službe i pogoni
- III nivo — površinski otkop
- IV nivo — radna organizacija

a posmatrani vremenski periodi su:

- operativni smenski, dnevni, mesečni i
- srednjoročni i dugoročni.

Delatnost obuhvaćena ovim podsistom informacija sadrži skupine informacija o:

- zbivanjima u procesu proizvodnje
- zbivanjima na mašinama i tehničkim sistemima
- aktivnostima stručnih službi i pojedinaca

koje se evidentiraju u centralnom dispečerskom mestu na površinskom otkopu.

U svrhu ovako koncipirane evidencije po-

trebno je prethodno izvršiti šifriranje svih elemenata mehanizacije i izraditi blok šemu površinskog otkopa sa ucrtanim svim elementima koji se snimanjem obuhvataju.

U baznoj koncepcijskoj postavci ovog pod-sistema osnovna je pretpostavka da sva mehanizacija kontinuirano radi u toku 24 časa dnevno, te je stoga neophodno svaki uzrok stajanja mehanizacije prijaviti i evidentirati zavisno od sistematizovane podele. Ukoliko se uzrok bilo kog stajanja ne bi evidentirao, smatra se da mašina, tehnološka linija i površinski otkop produktivno rade. Sistematiszovana podeha sadrži prvenstveno podelu kalendarskog vremena, a unutar nije podelu uzroka stajanja.

Pravilno i jedinstveno račlanjen kalendarski fond vremena za sve površinske otkope uglja je uslov da se rezultati—vremenski pokazatelji, dobijeni sa više rudnika, mogu međusobno upoređivati i koristiti za dalju obradu. Naime, u nekim slučajevima se dešavalo da se identičan događaj (zastoj ili kvar) različito tretirao i identifikovao. Sve ovo je posledica činjenice da JUS ovu problematiku nije rešio, kao što je to slučaj u zemljama sa dužom tradicijom površinske eksploatacije. Ne-postojanje standarda za ovu materiju, Rudarski institut je rešio korišćenjem standarda ostalih zemalja i za svoj model prilagodio pojednostavljenu metodologiju koja se koristi u Istočnoj Nemačkoj (TGL 100 – 5173).

Na slici 1 data je osnovna šema, primenjena na PO Čirikovac, uz napomenu da se ista uvodi i na ostalim rudnicima.

*Kalendarsko vreme* je ukupno vreme posmatranog vremenskog perioda, izraženo u časovima ( $T_k$ ).

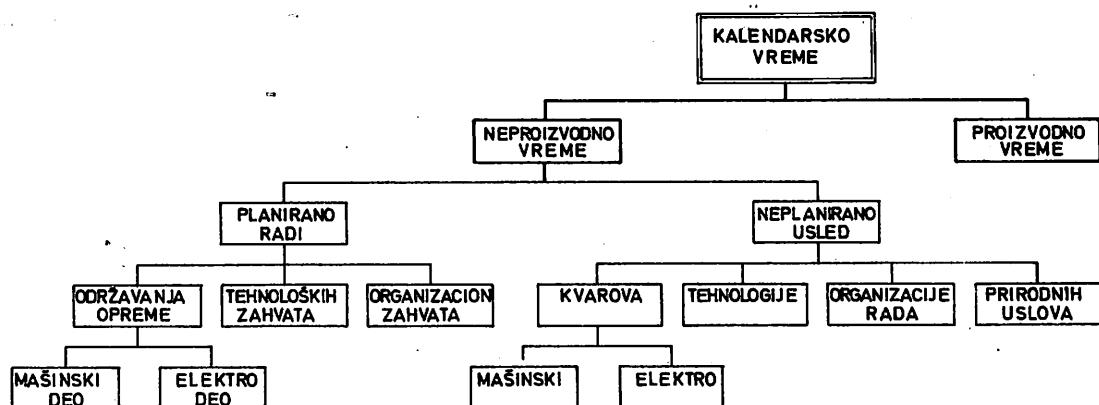
*Proizvodno vreme* sadrži vreme u kome se obavlja proizvodni proces ( $T_p$ )

*Neproizvodno vreme* predstavlja vreme mirovanja, koje može biti planirano i neplanirano ( $T_s$ )

*Planirano neproizvodno vreme* sadrži unapred planirano vreme u toku koga se ne obavlja produktivan rad, odnosno kada se ne otkopava i ne transportuju mase.

*Neplanirano neproizvodno vreme* je kada mašina nepredviđeno stoji, usled kvara ili nekog drugog uticajnog faktora, bez obzira da li je tom prilikom izazvan zastoj ostalih uslovno vezanih mašina.

Dalja podeha planiranog i neplaniranog neproizvodnog vremena obuhvata sve aktivnosti i događaje koji su šifrirani i sistematizovani prema pripadnosti i prirodi pojavljivanja. Na osnovu globalne podele (slika 1), za svaki konkretni slučaj



Slika 1

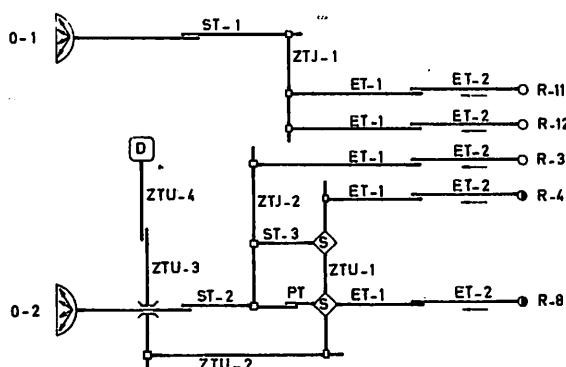
i uslove, postavlja se detaljna podela, u formi preglednog šifarnika.

Pri identifikaciji nastalog događaja vodi se računa da se evidentira šifra uzročnika koji je izazvao prekid proizvodnog procesa iz bilo kog razloga (tehnološki, mašinski, elektro, organizacioni, prirodni, uticajni faktor).

Evidencija se može sprovesti veoma precizno, a između ostalog, sistemom šifri obuhvaćena je varijanta prešifriranja nekog zastoja. Ovo je slučaj u kome se evidentira organizacioni zastoj zbog neblagovremene intervencije rudarske, mašinske ili elektro službe.

#### Diskusija matematičkog modela

Površinski otkop se može smatrati sistemom u opštem smislu, tj. skupom objekata (mašina) između kojih postoje interaktivne veze. Drugim rečima, promena na jednom objektu prenosi se na sve ili samo na neke članove posmatranog skupa. U okviru tako definisanog sistema moguće je posmatrati pojedine podskupove elemenata koji imaju neke zajedničke osobine. Tako, na primer, proizvodni sistem predstavljaju mašine za otkopavanje, mašine za transport i mašine za odlaganje otkopanog materijala. Struktura proizvodnog sistema se može menjati zavisno od toga da li bager otkopava ugalj ili jalovinu i to se menja onaj deo sistema preko koga se vrši transport i odlaganje. Zbog toga postoje specifični elementi sistema tzv. skretnice pomoću kojih se određuje da li je proizvodni sistem ugljeni ili jalovinski. Prema slici 2 proizvodni sistem bagera R-4 i R-8 mogu biti ugljeni ili



Slika 2

jalovinski, zavisno od skretnica S (ima ih dve) koje promenom svog položaja omogućuju dalji transport otkopanog materijala na odlagalište ili depozitiju – utovar.

U analizi vremenskog iskorišćenja potrebno je posmatrati upravo takve celine, jer prekid u radu jednog od elemenata može izazvati stajanje ostalih. U okviru proizvodnog sistema moguće je, dalje, izdvojiti tehnološke linije kao zasebne celine i najzad, objekte sistema, tj. same mašine.

Zavisno od toga na koje elemente sistema neposredno utiču, prekidi u radu mogu biti:

- prekidi koji izazivaju zaustavljanje svih mašina na površinskom otkopu (poplava, sneg itd.)
- prekidi koji izazivaju zaustavljanje tehnološke linije (odsustvovanje radnika, poplave itd.)
- zastoji mašina (čišćenje, zaglava itd.)
- kvarovi na mašinama (mašinski ili elektro).

Podaci o prekidima u radu evidentiraju se neposredno po nastanku, dok se vreme puštanja u rad evidentira posle otklanjanja uzroka prekida. Za svaki period potrebno je evidentirati sledeće podatke:

- šifra dela proizvodnog sistema kod koga je došlo do prekida (otkop, tehnološka linija ili mašina)
- šifra prekida (zastoja, kvara)
- vreme nastanka (čas i minut)
- vreme puštanja u rad (čas i minut).

Ukoliko se radi o mašinskom ili elektro kvaru potrebno je još evidentirati šifru sklopa ili grupe sklopova mašine na kojoj je kvar nastao. Evidentiranje se vrši u svakoj smeni rada i daju se podaci o datumu i smeni radnika. Osim toga, potrebno je dati svaku promenu stanja skretnice i vreme promene.

S obzirom na mogućnost pojavljivanja dva ili više prekida istovremeno u analizi vremenskih parametara postoje dva pristupa vremenu. Kod prvog se vreme svodi na kalendarsko, tako što se vreme preklapanja dodeljuje određenoj grupi prekida proizvodnog sistema prema zadatoj hijerarhiji, dok se kod drugog jednostavno sabiraju i grupišu prijavljeni prekidi prema utvrđenoj podeli, bez obzira da li su se dešavali istovremeno ili ne.

U prvom slučaju relevantna vremena za proizvodni sistem su:

- kalendarsko vreme
- čisto proizvodno vreme
- neproizvodno vreme.

Kada je u pitanju element sistema, onda su to:

- kalendarsko vreme
- vreme rada
- vreme stajanja u rezervi
- vreme stajanja zbog kvara ili zastoja
- vreme stajanja zbog drugih elemenata sistema.

U drugom slučaju posmatraju se vremena najnižeg nivoa prema slici 1.

Obrada ulaznih podataka bazira na analizi petominutnih intervala. Posmatraju se svi prekidi koji su se desili u posmatranom intervalu. Elementu sistema na kome se desio prekid povećava se jedno od grupisanih vremena za pet minuta, a takođe i kalendarsko vreme. Zavisno od veza među elementima sistema sa onim elementima sistema čiji rad zavisi od elementa sistema na kome se desio prekid, povećava se vreme stajanja zbog drugih elemenata sistema za pet minuta. S obzirom na položaje skretnica, neproizvodno vreme odgovarajućeg proizvodnog sistema bagera se povećava za pet minuta, a isto tako i kalendarsko vreme. Posle obrade svih petominutnih intervala moguće je izračunati čisto proizvodno vreme BTO sistema kao razliku kalendarskog i neproizvodnog vremena. Analogno tome izračunava se vreme rada elementa sistema tako što se od kalendarskog vremena oduzme vreme stajanja mašine u rezervi, vreme stajanja zbog kvara ili zastoja i vreme stajanja zbog drugih mašina.

Kao rezultat takve obrade dobijaju se za svaki element sistema i svaku smenu radnika u posmatranom periodu ukupna grupisana vremena, a isto tako i ranije pomenuta vremena koja se uklapaju u kalendarsko vreme. Iz takvih izvedenih podataka štampaju se programom predviđeni izveštaji. Posebno se obrađuju pojedinačni prekidi za svaki od elemenata sistema, a posmatra se ukupno vreme trajanja pojedinog prekida i broj pojavljivanja u posmatranom periodu.

### Primena informacionog podsistema vremenskog iskorišćenja u praksi

Informacioni podistem vremenskog iskorišćenja, kao rezultat primene u praksi, omogućava da se obradom izvornih podataka — ulaznih informacija dobije veoma veliki broj izveštaja i analiza o stanju i radu na površinskim otkopima.

#### a) Izveštaj za jedinični vremenski period (mesec) i kumulativno

U ovu grupu spadaju izveštaji koji se dobiju kao rezultati direktnе obrade na računaru (HONEYWELL 66/05), u formi štampanih listing izveštaja, ili su to grafičke dijagram interpretacije crtane na ploteru (CALCOMP 1051).

Karakteristični su sledeći mesečni i kumulativni izveštaji:

— „Vremensko iskorišćenje sistema” — prilog 1 — daje časovno ostvarenje svakog tehnološkog sistema posebno, koje bazira na globalnom raščlanjenju kalendarskog vremena.

— „Pregled rada sistema” daje u časovima i procentima, za svaku smenu (A, B, C i D), vreme rada i ukupnog stajanja. Ukupno vreme stajanja se daje zbirno i razbijeno prema šemii datoru na slici 1. I ovaj izveštaj se daje za svaki tehnološki sistem posebno, ali obuhvata i svaki njegov element, tj. tehnološku liniju i svaku mašinu posebno.

— „Pregled vremenskih gubitaka u radu” su izveštaji koji daju kvantitativni prikaz neproizvodnog vremena, u zavisnosti od uticajnog faktora, a to su plansko održavanje, kvarovi, tehnološki postupak, organizacija rada i prirodni uslovi.

U prilogu 2 dat je slučaj za uticajni faktor „plansko održavanje” i „kvarovi”.

— „Izveštaj o zastojima” — prilog 3 — sadrži odvojen prikaz svih zastoja prijavljenih — evidentiranih na otkopu, odnosno tehnološkoj liniji, što znači da su u izveštajima tretirani uzročnici stajanja mehanizacije na otkopu kao celini ili na nekoj od tehnoloških linija. Ovde je interesantan pokazatelj „broj pojava” koji se može limitirati i za slučaj da broj pojava bude veći; uz pokazatelj se štampa indeks koji „upozorava” na nenormalno stanje.

— „Izveštaj o kvarovima i zastojima na mašinama” — prilog 4 — daje pregled svih elektro i mašinskih kvarova, kao i zastoja, za svaku mašinu posebno.

— „Iskorišćenje kalendarskog fonda vreme-

na" – prilog 5 – spada u jedan od grafičkih izveštaja koji se crtaju na ploteru. Čitanje ovog izveštaja se vrši pomoću slike 1 – komparativni su.

Navedeni izveštaji su namenjeni za različite nivoe odlučivanja i po tom principu se i distribuiraju.

#### b) Detaljne analize

Na osnovu rezultata dobijenih iz prethodnih izveštaja, po potrebi, vrše se detaljne analize koje obuhvataju:

— varijansu i uticaj svih relevantnih faktora na iskorišćenje vremena

— statističku obradu pojedinih vremenskih pokazatelja i štampanje histograma raspodele (prilog 6) i

— utvrđivanje zakonitosti pojave pojedinih događaja (kvarova i zastoja).

#### c) Periodične (godišnje) analize podataka o iskorišćenju osnovne mehanizacije

Po pravilu, na kraju kalendarske godine, rezultati dobijeni iz prethodne dve grupe izveštaja,

Prilog 1

RED. NRDJ	PARAMETAR	SIMBOLOVI	OŠTVARENJE CAŠOVA				PROCENATA	
			MESEC KUMULATIV	MESEC KUMULATIV				
1	KALENDARSKI FOND	TK	720.0	2136.0	107.0	133.0		
2	PLANIRANO NEPROIZVODNO VРЕМЕ	TSP	96.4	384.8	12.0	18.0		
	PREVENTIVNO ODRŽAVANJE		16.0	24.0	2.2	1.1		
	TEHNOLOŠKI POSTUPAK		26.5	223.4	3.7	10.5		
	ORGANIZACIJA RADA		43.9	137.4	6.1	6.4		
3	RISPOLOZIVO PROIZVODNO VРЕМЕ	TR	633.5	1751.2	98.0	92.0		
4	NEPLAMIRANO NEPROIZVODNO VРЕМЕ	TSN	320.4	821.1	50.6	45.2		
	MASINSKI KVAROVI		77.3	241.8	12.3	13.8		
	ELEKTRO KVAROVI		104.0	173.8	15.4	9.9		
	TEHNOLOŠKI POSTUPAK		108.6	285.5	17.1	15.3		
	ORGANIZACIJA RADA		29.4	59.5	4.5	3.9		
	PRIRODNI FAKTORI		1.7	51.5	0.3	2.9		
5	UKUPNO NEPROIZVODNO VРЕМЕ	TS	405.8	1205.9	58.5	56.5		
6	CISTO PROIZVODNO VРЕМЕ	TE	313.2	930.1	43.5	43.5		

Prilog 2

ПРЕГЛЕД ВРЕМЕНСКИХ ГУЗИТАКАНУ РАДУ СИСТЕМА

НОВОСИЋСКИ ОКРУГ „СИРКОВАЦ“  
ЈАЛУЧИЋ: СИСТЕМ 3500/11

МЕСЕЧНИ ИЗВЕШТАЈ ЗА АПРIL 1981. ГОДИНЕ

УТИЦАЈНИ ФАКТОР СОЗРАЗУЈЕ УЧАЈИЗАЦИЈЕ И КВАРОВИ

ФАКТУРЕН СИСТЕМА	СМЕНА	ПЛАСАНСКО ОДРЖАВАЊЕ				ВАСИЋСКИ ЕЛЕКТРО				КУВАРОВИ ЕЛЕКТРО				УКУПНО	
		CAS	PROC	CFS	PRJC	CAS	PROC	CAS	PROC	CAS	PROC	CAS	PROC	CAS	PROC
ЕТАЖНА ТРКА СТЈ-111-2	A	9,0	20,0	8,0	21,9	7,5	19,6	14,8	38,6	38,3	76,1				
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	44,0	10,5	56,3	18,8	51,4				
	C	33,6	0,0	0,0	0,0	15,2	53,6	0,7	2,9	23,8	88,8				
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	32,3	3,3	17,2	19,3	60,0				
	СУМА	15,7	16,0	8,1	45,9	45,9	45,9	29,3	29,2	100,2	72,9				
ЕТАЖНА ТРКА СТЈ-111-1	A	9,0	42,7	9,0	42,7	3,8	4,4	1,9	10,2	18,3	79,2				
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	75,0	0,6	25,0	2,3	44,4				
	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	54,5	0,4	45,5	0,9	19,0				
	СУМА	9,0	36,4	9,0	36,4	8,1	14,0	2,9	13,3	22,0	64,4				
ЗЕРНА ТРКА СТ-1	A	9,0	43,0	9,0	43,0	3,9	4,0	1,9	9,7	15,5	96,5				
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	32,8	3,3	47,2	4,8	89,2				
	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	100,0	1,8	53,7				
	СУМА	9,0	31,7	9,0	31,7	7,3	9,2	6,9	27,4	25,3	73,4				
ЗЕРНА ТРКА СТ-1	A	9,0	44,4	8,0	44,4	3,3	1,9	1,7	9,3	18,0	71,1				
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	100,0	0,0	0,0	4,9	33,7				
	C	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,2	6,1	2,6	91,9	2,8	17,2			
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	100,0	0,0	0,0	1,9	15,0				
	СУМА	9,0	27,4	9,0	27,4	7,0	25,7	4,3	15,5	27,3	40,9				
СТАЦИОНАРНА ТРКА СТ-1	A	9,0	41,0	9,0	41,0	3,9	14,1	0,8	1,8	19,5	76,3				
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	100,0	0,0	0,0	10,3	66,7				
	C	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	100,0	0,0	0,0	3,5	33,0				
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
	СУМА	9,0	26,4	9,0	26,4	13,6	44,8	0,8	2,5	30,3	65,0				
СТАЦИОНАРНА ТРКА СТ-1	A	9,0	36,0	9,0	36,0	2,9	12,3	4,2	19,1	23,0	80,7				
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	67,6	1,9	52,4	1,8	17,9				
	C	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	12,2	7,2	87,9	8,2	33,0				
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	51,5	2,6	49,4	5,3	32,2				
	СУМА	9,0	27,9	9,0	27,9	7,4	19,4	14,8	38,8	38,3	48,1				
ДОЛАГАЦ НМ-1	A	9,0	21,7	9,0	21,7	6,1	11,1	16,8	65,5	36,9	76,3				
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,0	4,4	100,0	4,4	52,0				
	C	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,2	2,9	5,7	91,1	51,1				
	D	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	7,1	21,7	92,9	23,5	85,4				
	СУМА	9,0	11,3	9,0	11,3	5,9	9,4	49,6	68,9	70,5	72,7				

uz dopunu sa podacima o izvršenju fizičkog obima proizvodnje koriste se za izradu kompletne analize sa predlogom mera koje treba preduzeti u cilju postizanja povoljnijih proizvodnih i ekonomskih efekata.

Izveštaji i analize o kojima je bilo reči služe za:

- donošenje operativnih planova i ostalih odluka
- ocenu rada pojedinih organizacionih jedinica (elektro, mašinska, rudarska)
- ocenu rada grupa radnika i pojedinaca
- projektovanje i uvođenje informacionog podistema održavanja osnovne mehanizacije i ostalih informacionih podistema
- planiranje rekonstrukcije pojedinih delova i mašina.

### Zaključak

U ovom tekstu obrazloženi informacioni podsistemi vremenskog i kapacitativnog iskorišćenja mehanizacije na površinskim otkopima treba da obezbedi efikasnije funkcionisanje proizvodnih tehnoloških sistema, što je kroz dosadašnju praktičnu primenu i potvrđeno.

Pošto svaka konkretna primena opšte postavljenog informacionog podistema zahteva prilagođavanje već kroz fazu razrade tipskog modela obezbeđuje se aktivno učešće stručnog tima korisnika, sastavljenog od zainteresovanih i potrebnim posla zaduženih lica za realizaciju sa svih nivoa rukovođenja. Na taj način osigurano je kako stručno usaglašavanje, tako i hijerarhijsko nadzorno delovanje tokom faze realizacije. S obzirom da i ovaj informacioni podistem (kao i ostali navedeni u poglavljiju „Osnovne postavke informacionog sistema“) bazira na visoko pouzdanoj računskoj mašini i programima, jednostavnim proračunavanjima može se veoma brzo doći do ocene o ekonomskoj opravdanosti njegovog uvođenja i primene.

### Prilog 3

#### IZVESTAJ O ZASTOJIMA

POVRŠINSKI OTKOP "CIRIKOVAC"

TEHNIČKA LITNIJA RASERA DR.11

APRIL 1981. GODINE

J M E S F C U K U M J L A T I V V O

	BROJ POJAVA	CAS	PROC		BROJ POJAVA	CAS	PROC
--	----------------	-----	------	--	----------------	-----	------

UKUPNO NEPLAĆENI ZASTOJI	75	17.7	82.5	155	35.0	75.7
PLANIRANE ZASTOJI	0	0.	0.	1	0.4	0.4
SUŠNI POKLADI	20	12.7	50.1	103	75.9	58.5
NUSTALJE TEHNIČKE LINIJE U RAD	15	5.0	23.7	51	9.8	7.8
UKUPNO NEPLAĆENI ZASTOJI	3	3.0	17.5	22	25.2	23.3
KODA	1	0.5	2.2	1	0.5	0.4
ZASTOJI U DODICI ELEKTRIČNE ENERGIJE	1	1.1	5.1	7	7.3	5.5
KODA U TEHNIČKIM VREDNINA	0	0.	0.	1	1.1	1.0
NEPLAĆENI RODOCNIH MASINA	1	2.2	10.1	1	2.2	1.9
DODATNI PRAVNI POGRESKI	1	0.	0.	12	15.2	13.5
UKUPNO	32	21.4	100.0	177	112.2	100.0

Prilog 4

IZVESTAJ O KVAROVIMA I ZASTOJIMA NA MASINAMA

POVRSINSKI OTKOP 'CIRIKOVAC'

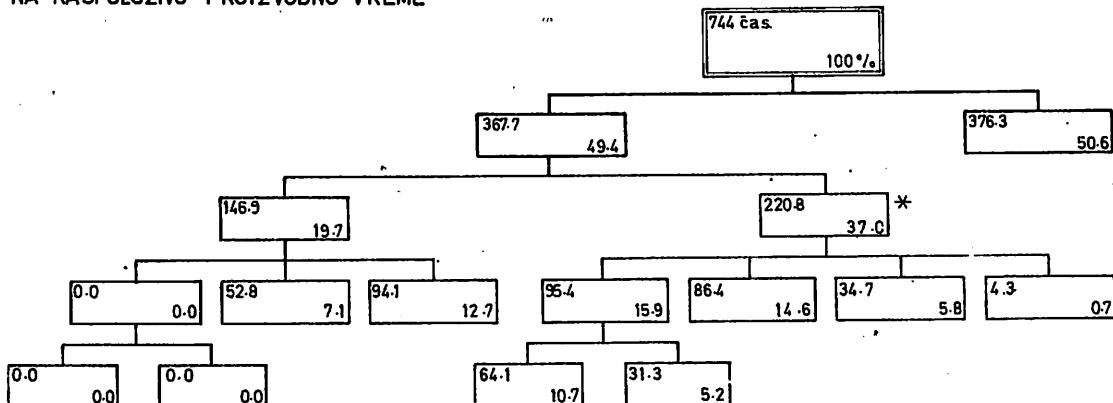
ETAŽNA TRAKA ETJ-M-2

APRIL 1981. GODINE

	J	M	E	S	C	U	K	M	U	L	T	V	V
	PROJ	POJAVA	CAS	PRO	PROJ	POJAVA	CAS	PRO	PROJ	POJAVA	CAS	PRO	V
UKUPNO VASINSKI KVAROVI	0	0.	0.	0.	3	4.2	0.3	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PREGOREVANJE	0	0.	0.	0.	1	3.0	0.2	0.	0.	0.	0.	0.	0.
MEĐJUTRANSPOSTER	0	0.	0.	0.	1	3.0	0.2	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PODUSTAMJE(SLABLJENJE)VEZE	0	0.	0.	0.	1	3.8	0.1	0.	0.	0.	0.	0.	0.
KONSTRUKCIJA	0	0.	0.	0.	1	3.8	0.1	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VASTANAK PRSKOTINE(ZACEPLJENJA)	0	0.	0.	0.	1	3.3	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
GUŠEWA TRAKA	0	0.	0.	0.	1	3.3	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UKUPNO ELEKTRÖ KVAROVI	2	1.0	0.2	0.2	13	12.3	0.8	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PREKID SPOJA	0	0.	0.	0.	1	0.4	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
KOMANDE	0	0.	0.	0.	4	1.1	0.1	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UREĐAJ ZA POGON TRAC.TRANSPI.	0	0.	0.	0.	3	1.8	0.1	0.	0.	0.	0.	0.	0.
KABLOVI	2	1.0	0.2	0.2	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
PREGOPEVANJE	0	0.	0.	0.	1	3.0	0.2	0.	0.	0.	0.	0.	0.
MEĐJUTRANSPOSTER	0	0.	0.	0.	2	4.7	0.3	0.	0.	0.	0.	0.	0.
POGON(VOTOR. I PRENOSNIK)	0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
VARNIČENJE	0	0.	0.	0.	1	1.0	0.1	0.	0.	0.	0.	0.	0.
KABLOVI	0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
BLOKADA	0	0.	0.	0.	1	0.3	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
GRUPA ELEMENTATA ZA DLOKADU	0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UKUPNO ZASTOJI	93	652.9	99.8	99.8	199	1513.1	98.9	0.	0.	0.	0.	0.	0.
POMERANJE	0	0.	0.	0.	1	0.8	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
MIROVANJE(JSKC GRLO)	0	0.	0.	0.	1	8.0	0.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TEHNOLOŠKI VISAK(REZERV)	92	651.6	99.6	99.6	189	1504.5	98.1	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CISCENJE	1	1.3	0.2	0.2	5	6.1	0.3	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ZAGLAVA	2	0.	0.	0.	2	0.3	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ORGANIZACIONA SLABOST	7	0.	0.	0.	1	0.3	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
UKUPNO	95	653.0	100.0	100.0	215	1534.5	100.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.

Prilog 5

\* PROCENTI SE RAČUNAJU U ODНОСУ  
NA RASPOLOŽIVO PROIZVODNO VРЕME



**Prilog 6**

STATISTIČKA ANALIZA VREMENA ZASTOJA  
TEHNIČKE LINIJE DROBILIKE USLED ČEKANJA VOZA ( U MIN )

HISTOGRAM EMPIRIJSKE RASPODELE 1

UCESTANOST 523179 44 32 13 16 4 4 1 1 0 0 2

SVAKA = PREDSTAVLJA 11 TACKA

SREDNJA VREDNOST 0.199255E 02  
STANDARDNA DEVIJACIJA 0.877441E 02  
STANDARDNA GRESKA 0.664319E 00  
KOEFICIJENT VARIJACIJE 0.379076E 00  
MINIMUM 0.500000E 01  
MAXIMUM 0.175000E 02  
UKUPNO: 0.1703000E 03  
GRSEG 0.18

RASPODELA UCESTANOSTI

K. DROJ INTERVALA	00	05	00	GRSEG	U PРОЦЕНТИНА
1	0.5000E 01	0.1790E 02	523	63.94	
2	0.1780E 02	0.3300E 02	179	21.88	
3	0.3000E 02	0.4340E 02	44	5.38	
4	0.4260E 02	0.5620E 02	32	3.91	
5	0.5620E 02	0.6930E 02	13	1.59	
6	0.6900E 02	0.8180E 02	14	1.71	
7	0.8180E 02	0.9440E 02	4	0.49	
8	0.9440E 02	0.1174E 03	4	0.49	
9	0.1174E 03	0.1202E 03	1	0.12	
10	0.1202E 03	0.1320E 03	1	0.12	
11	0.1330E 03	0.1453E 03	1	0.12	
12	0.1453E 03	0.1536E 03	0	0.	
13	0.1536E 03	0.1714E 03	0	0.	
14	0.1714E 03	0.1942E 03	2	0.24	

INTERVAL 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

## SUMMARY

### Computer Application in Development of Coal Openpit Mines Information Systems

Presented information subsystem or time and capacity utilization of equipment in openpit mines should secure more efficient functioning of production technological systems which, so far, has been proved.

Since application of generally established information subsystem always requires adaptation within the phase of typical model development, active participation of professional team, made of interested and people involved in accomplishment of all stages of management is provided. This is the way both advance training and hierarchy supervision is secured throughout the accomplishment. Since this information subsystem /like all other listed in section „Basic assumptions of information system“/ has been based on highly reliable computer and programs, economic appraisal of its introduction and application is easily obtainable by simple calculations.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Rechnereinsatz bei der Entwicklung von Informationssystemen in den Kohlentagebaubetrieben

Das begründete Informationssubsystem der zeit- und kapazitätsmässigen Ausnutzung der Mechanisierung in den Tagebaubetrieben hat eine wirkungsvollere Funktionierung der technologischen Produktionssysteme sicherzustellen, was durch bisherigen praktischen Einsatz auch bestätigt wurde.

Da jede konkrete Anwendung des allgemein aufgestellten Informationssubsystems eine Anpassung schon durch die Phase der Verarbeitung des typischen Modells gefordert wird, wird eine aktive Teilnahme des Fachteams von Verwendern, zusammengesetzt von interessierten und durch Aufgabenstellung verpflichteten Personen auf allen Führungsebenen sichergestellt. Auf diese Weise wurde sowohl fachliche Übereinstimmung, als auch hierarchisch Kontrollwirkung im Laufe der Verwirklichungsphase sichergestellt. Mit Rücksicht, dass auch dieses Informationssubsystem (sowie in dem Kapitel angeführten „Grundlagen des Informationssystems“) auf hoher zuverlässigen Rechnermaschine und Programmen beruht, kann durch einfache Berechnungen bis zur Bewertung über die wirtschaftliche Berechtigung seiner Einführung und Einsatzes kommen.

## РЕЗЮМЕ

### Применение ЭВМ в области развития систем информации на открытых разработках угля

Обоснованная информационная система об использовании оборудования на открытых разработках по производительности и по времени должно обеспечить более эффективное функционирование производительных технологических систем что подтвердило на практике.

Так как каждое конкретное применение информационной системы, которая разработана для общего случая, требует приспособления уже в фазе разработки типовой модели, то необходимо участие группы специалистов потребителя, составленной из заинтересованных лиц и лиц различных уровней руководства, которые будут осуществлять применение системы. Таким образом обеспечивается как приспособление системы со специалистами, так и иерархический надзор в фазе реализации. Учитывая, что эта информационная подсистема (как и остальные приведённые в отделе „Основные принципы информационной системы“) основывается на высоконадёжную вычислительную машину и программы, можно при помощи простых вычислений быстро получить оценку экономической целесообразности введения и применения этой подсистемы.

UDK 622.01.016:338.91  
Naučno-istraživački rad

## DOPRINOS POVEĆANJU POUZDANOSTI U INVESTICIONIM I PRIPREMNIM RADOVIMA U PODZEMNOM RUDARSTVU

(sa 1 slikom)

Prof. dr inž. Mirk o Perišić – dipl.mat. Ljiljana Andrić

### Uvod

Nenadani izboj plina ili prodori vode u pripremnim i investicionim radovima u rudarstvu, kao i kod izrade tunela u građevinarstvu, jedna je od komponenata nepouzdanosti u podzemnoj tehnologiji rada. Radi toga, rad u pripremi i investicijama, i pored svih predostrožnosti, prate nesretni slučajevi u kojima nije retko da ima i poginulih.

Jedna od mera predostrožnosti je sondažno bušenje bušotinama u blok određene veličine ispod fronta pripremnog (investicionog) radilišta. Tim sondažnim bušenjem se vrši uzorkovanje sredine na analiziranu pojavu ili otplinjavanje i odvodnjavanje i na taj način kontrolišu moguće pojave prodora plina i vode što povlači pouzdanost uslova rada.

### Broj bušotina u sondažnom bušenju

U rudarstvu je poznato sondažno bušenje u šemi (razmeštaju) bušotina; koja se jednom propiše i vrlo retko menja u toku rada. Takav postupak sondažnog bušenja ne predstavlja dovoljan stepen sigurnosti u radu i predmet ovog članka je utvrđivanje postupka za određivanje broja bušotina i šeme sondažnog bušenja kojima bi se povećao stepen pouzdanosti.

U pristupu rešavanja problema treba početi od sledećih pretpostavki:

— moćnost zaštitnog stuba bloka otvorenog hodnika prema „pojavi“ (plinu ili vodi pod pritiskom), „a“ (m) obračunata koeficijentom sigurnosti daje se unapred, čime se određuju dimenzije bloka sondažnog bušenja u odnosu na profil hodnika.

— Uticajni stub bušotine koji je W (2 – 5 puta) manji od zaštitnog stuba hodnika određuje na taj način veličinu miniblokova (jedinica u uzorku).

— Učešće (razlomak) te pojave u odnosu na celokupnu površinu do koje se dolazi procenom ili iz podataka sondažnog bušenja u proteklom periodu (p).

— Nivo pouzdanosti sa kojom treba vršiti obračun ( $\alpha$ )

Šema bušenja kojom je određena:

— dubina bloka pred čelom radilišta d  
— broj bušotina  $m_j$   
— dužina bušotine  $L_j$   
— korak u sondažnom bušenju bušotine „j“:  $Y_j$   
— ukupan broj bušotina  $m = \sum_j m_j$

Ako je dužina bušotine u sondažnom bušenju  $L_1, L_2, L_3 \dots$  i izvođenje bušotina sa korakom:  $Y_1, Y_2, Y_3 \dots$  a odgovarači broj bušotina:  $m_1, m_2, m_3, \dots$  onda se u bloku „d“ (m) ispred fronta hodnika nalazi:

$$(1) \quad n = \frac{L_1}{Y_1} m_1 + \frac{L_2}{Y_2} m_2 + \frac{L_3}{Y_3} m_3 + \dots$$

... (broj bušotina u bloku)

Svaka od bušotina „n“ u bloku „d“ ispred celog hodnika prolazi kroz miniblokove veličine:  $(a/W)^3$ , što znači kroz  $W(\sqrt{2} \cdot W)$  bušotine pod nagibom miniblokova, tako da se u najboljem slučaju dobije:

$$(2) \quad n_i = 1.2 W \cdot n \quad (\text{jedinica u uzorku})$$

Celokupni zaštitni stub, koji se sondažno buši, ima volumen:

$$(3) \quad (A + 2a) \cdot (B + 2a) \cdot d \quad m^3$$

u čemu je površina hodnika  $F = A \cdot B (m^2)$

To čini ukupno miniblokova:

$$N = \frac{(A + 2a)(B + 2a) \cdot d}{(a/W)^3}$$

ili

$$(4) \quad \bar{N} = W^3 \frac{d}{a} \left( \frac{A}{a} + 2 \right) \left( \frac{B}{a} + 2 \right) \quad (\text{ukupno jedinica u uzorku})$$

Relativno učešće jedinica u uzorku je prema tome:

$$(5) \quad n_i/N = \frac{1 \cdot 2^n}{W^3 \frac{d}{a} (A/a + 2) (B/a + 2)}$$

Kao što se vidi iz izraza relativan odnos jedinica u uzorku (buštinama) i populacije (zaštitnom stubu) je odnos dimenzija hodnika i zaštitnog stuba, broja bušotina u sondažnom bušenju i kvadrata koeficijenta  $W (2 \leq W \leq 5)$  kojim se smanjuje uticajni stub bušotine, a koji u ovom slučaju deluje kao koeficijent sigurnosti.

Ako bušotina prolazi kroz miniblok u kome je pojava (plina ili vode), otkriva se ta pojava, a to predstavlja isto što i izvlačenje nekog broja crnih kuglica iz posude u kojoj se nalaze crne i bele kuglice. Kako se dobijanje pojave u minibloku može smatrati uspehom, onda kod  $n_i$  miniblokova dobijanje jedne pojave  $X$  kod „p“ šanse bi bile binomne raspodele.

$$(6) \quad W(X) = \frac{n_i!}{X! (n_i - X)!} p^X q^{n_i - X} = n_i^C X p^X q^{n_i - X}$$

u čemu je  $n_i^C X$  – broj kombinacija

S obzirom na to da je „p“ šansa vrlo mala vrednost, a  $n_i$  ograničeno zbog troškova i ne veće od 100 dobije se da je:  $X = n_i \cdot p << 15$ , što znači da je pojava retka i da predstavlja asimetričnu binomnu raspodelu, tj. specijalni oblik koji se predstavlja Poissonovom raspodelom:

$$(7) \quad W(X) = \frac{\eta^X}{X!} e^{-\eta}$$

$$(8) \quad \eta = n_i p = (\sqrt{2} \cdot W \cdot n) \cdot p$$

u čemu je  $e = 2,71828$

Otuda je verovatnoća  $X$  uspeha sa  $n_i$  jedinica uzorka  $P(X)$  (pojava u miniblokovima uzorka):

$$(9) \quad P(0) = e^{-\eta} \quad P(1) = \eta \cdot e^{-\eta}$$

$$P(3) = \frac{\eta^3}{(2)(3)} \cdot e^{-\eta} \text{ itd.}$$

### Konkretan primer

U RL Velenje Zagoričnik je u studiji „Nevarnost plinskih izbruhanih u rudnik „Velenje“, utvrdio, da je u proteklih 14 godina u jami Preloge na 186,076 m jamskih prostora bilo: 0,33 plinskih prodora na 10.000 m pruge (strana 7). Ako se izuzmu hodnici u kojima se nije ni očekivao prodor plina, onda se može prihvatiti procena  $p = 0,001$ , tj. 1 prodor na 1000 m hodnika.

Drugi podatak ukazuje da je u Južnom krilu do 1979. god. bilo 7 prodora plina, te plina sa ugljem na približno 15.000 m hodnika, tj. 0,47 prodora na 1000 m. U Severnom krilu je 5 prodora na 7.000 m ili 0,714, a u Istočnom krilu 9 na 17.500 m hodnika ili 0,51 prodor na 1000 m hodnika. I ovi podaci ukazuju da je opravданo proceniti šansu pojavljivanja prodora sa  $p = 0,001$ .

U RL Velenje se buši: 3 bušotine po 15 m svakih 15 m i 6 bušotine po 3 m svaka 2 m, te je, prema tome, broj bušotina u zaštitnom stubu:

$$(10) \quad n = \frac{15}{15} \cdot 3 + \frac{6}{2} = 9 \text{ bušotina}$$

I kod odabrane vrednosti  $W = 3$  je:  $n_i = 1,2 \cdot 3 \cdot 9 = 32$  (jedinice)

Ukupan broj bušotina je:  $(A+2a)(A+2b) \cdot W^2 \approx 450$ , tako da je:  $n_i/N = 32/450 = 0.071$ . Kod ovog broja bušotina u sondažnom bušenju je pitanje pouzdanosti da neće doći do kontakta sa pojavom mogućeg prodora plina  $W(0) = P(0)$  i iznosi:

$$\eta = n_i \cdot p = 32 \cdot 0.001 = 0.032 \quad W(0) = 0.9685$$

ili šansa 97:100 da neće doći do kontakta sa izvorom prodora plina, tj. šansa samo 3:100 da će se taj kontakt ostvariti.

Povećanjem  $n_i$  za 50% dobija se:

$$\eta = 48 \cdot 0.001 = 0.048 \quad W(0) = 0.9531$$

ili šansa 95:100 da neće doći do kontakta sa izvorom prodora plina, tj. šansa 5:100 da će se taj kontakt ostvariti što je tačno 1,48 puta poboljšanje (deljeno  $(1-0,9531)$   $(1-0,9685)$ ).

Potrebno je, prema tome, da se odredi šansa (*nivo pouzdanosti* –  $\alpha$ ) sa kojom treba ostvariti kontakt sa izvorom prodora plina što određuje šansu – pouzdanost ( $= 100 - \alpha$ ) za pojavu  $X=0$  kod srednje vrednosti:  $\eta = n_i p$  iz čega se izračunava broj jedinica u uzorku  $n_i$ .

U ovom primeru je za nivo pouzdanosti  $\alpha = 0,05$  (šansa da će se ostvariti kontakt), otuda  $W(0) = P(0) = e^{-\eta} = 0,95$  i otuda  $\eta = 0,053$ , a kod poznate vrednosti  $p = 0,001$  je

$$n_i = \frac{0,053}{0,001} = 53 \text{ jedinice u uzorku, te prema tome}$$

i broj bušotina:

$$n = \frac{n_i}{1,2 W} = \frac{53}{1,2 \cdot 3} = 14,72 \approx 15 \text{ bušotina,}$$

što u istom primeru daje  $n_i/N = 50/450 = 0,11$  (povećanje za 157%).

U zavisnosti od tehnologije sondažnog bušenja (određivanje  $L_j, m_j$  i  $Y_j$  za  $j = 1, 2, \dots$ ) moguće je, koristeći formulu 1, odrediti ukupan broj bušotina:  $m_1 + m_2 + \dots + m_k$ .

#### Obavezni principi u sondažnom bušenju

Uvek isti šablon – razmeštaj – bušotina u sondažnom bušenju nije opravдан kod pojave za

koje se ne može primeniti regionalizovana varijabila, semivariogram i ostali geostatistički obračuni.

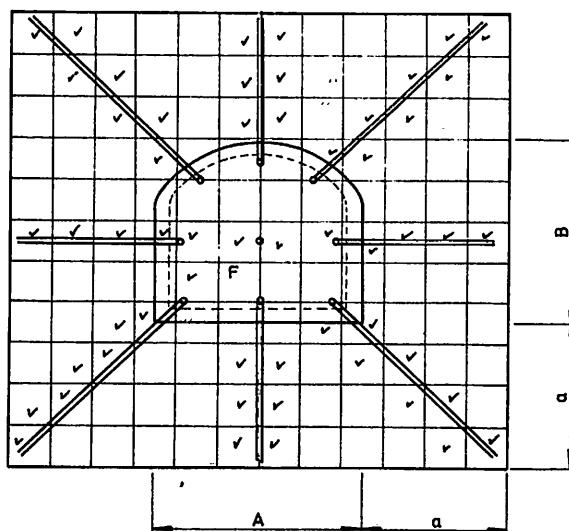
Pojava izvorišta prodora plina je nasumična varijabila kod koje ne postoji, bar do danas poznate, komponente regionalizacije u promenama. Radi toga ove pojave spadaju u domen klasične parametarske statistike.

Zbog toga, isti šablon postavljanja bušotina je osnovna greška, jer to znači da se u tom slučaju primenjuje metod koji nije u vezi sa verovatnoćom – alternativni metod – odabiranja „određenih“ jedinica. Ovim se zanemaruje osnovni plan u uzimanju uzorka koji obuhvata:

- svaki član ima unapred poznatu verovatnoću da bude uključen u uzorak
- uzorci se izvlače pomoću metoda slučajnog odabiranja, a u vezi sa tom verovatnoćom
- vodi se računa o tim verovatnoćama u odabiranju prilikom izvođenja zaključaka iz dobijenog uzorka.

U konkretnom slučaju, svaki član (jedinica) – miniblok – u zaštitnom stubu ima jednaku verovatnoću da bude izabran u uzorak, radi čega treba primeniti nasumičnost u odabiranju jedinice, a otuda i jednaku verovatnoću u izvođenju zaključaka.

Ovakva postavka odudara od današnje prakse i ilustracije radi daje se prikaz na slici 1.



Slika 1

Na slici je primer jednostavne šeme sondažnog bušenja iz profila hodnika F u zaštitni stub: (A+2a) (B+2b). Miniblokovi su rezultat odabrane veličine  $W = a/3,5$ . Na taj način je dobijeno u zaštitnom stubu ukupno:  $12 \times 11 = 132$  minibloka. Pretpostavkom da se vrši sondažno bušenje 12 miniblokova ispred čela radilišta, dobija se ukupan broj miniblokova  $N = 132 \times 12 = 1584$ .

Markiranjem svakog minibloka kroz koji prolazi bušotina (postaje član uzorka) dobija se za 9 bušotina  $n_j = 60$  miniblokova kroz koje prolaze bušotine. Svi ostali miniblokovi ne mogu nikada da budu uzorkovani (pojava u njima ne može da bude otkrivena), a to znači da ne postoji jednaka verovatnoća za miniblokove da budu izabrani za uzorak.

Ovakvo uzimanje uzoraka bi se moglo smatrati sistematski nasumično samo u slučaju, ako se pojava javlja u nekoj ravni poprečno ili približno poprečno na smer hodnika, pa se sondažnim bušenjem samo očekuje ostvarivanje kontakta sa pojmom.

U svim slučajevima kada pojave vode i plina nemaju regularnost ili nedovoljno objašnjeni način pojavljivanja, potrebno je primenjivati nasumično uzimanje jединice (članova) u uzorak. To podrazumeva da početak i kraj bušotine budu određeni nasumično za svaku bušotinu u šablonu, koji se menja kod svakog sondažnog bušenja.

Samo se takvom postupkom i kod toga primenom broja bušotina po proračunu, opisanom u prethodnom poglavju, dobija planirana pouzdanost kod predviđene učestalosti pojave (p).

#### Utvrđivanje šeme sondažnog bušenja

Potrebno je odrediti tačku u kojoj se vrši bušenje i uglove pod kojima se buši u odnosu na vertikalnu i uzdužnu osu hodnika. U tom cilju generišu se koordinate tačaka  $M_1$  i  $M_2$ . Koordinatni početak je postavljen u donji levi ugao hodnika. Tačka  $M_1$  se nalazi na površini vertikalnog preseka hodnika, a tačka  $M_2$  na pravougaoniku koji je paralelan sa presekom hodnika na zadatom rastojanju d. Dimenzije pravougaonika se dobijaju tako što se dimenzijama hodnika sa svake strane doda „a“ (npr. 2 m). Koordinate tačke  $M_1$  ( $x_1$   $y_1$ ) se određuju generisanjem slučajnih brojeva sa ravnomernom raspodelom koji zadovoljavaju uslove:

$$DX \leq x_1 \leq A - DX$$

$$DX \leq y_1 \leq b' + \sqrt{r^2 - (x - a')^2} - DX$$

gde je  $DX$  najmanje rastojanje na koje može prići bušilica zidu hodnika,  $A$  širina hodnika,  $a'$  i  $b'$  koordinate centra kruga koji opisuje kružni luk kao presek gornjeg zida hodnika, a  $r$  je poluprečnik tog kruga. Jasno je da ove relacije zavise od oblika površine vertikalnog preseka hodnika, a ograničenja se zadaju tako da tačka  $M_1$  pripada toj površini.

Zatim se generišu koordinate tačke  $M_2$  ( $x_2$ ,  $y_2$ ) tako da zadovoljavaju uslove:

$$-a \leq x_2 \leq A + a$$

$$-a \leq y_2 \leq b' + \sqrt{r^2 - (x - a')^2} + a$$

Ako se sa  $\gamma$  označi ugao između pravca bušotine i vertikalne ose hodnika, a sa  $\beta$  ugao između pravca bušotine i uzdužne ose hodnika, onda je

$$\gamma = \text{arc tg } \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$$

$$\beta = \text{arc tg } \frac{x_2 - x_1}{d}$$

Na taj način mogu se izračunati potrebni podaci za sondažna bušenja za duži vremenski period. Za svako sondažno bušenje na razmaku – koraku ( $Y_j$ ) određuju se rastojanja početne i završne ravni bušenja d (što je manje od stvarne dužine bušotine  $L_j$  koja je promenljiva veličina) i broj bušotina  $m_j$ . Kao rezultat se dobije šema prikazana u tablici 1.

#### Umesto zaključka

Do ideje da se prouči ovaj problem se došlo na traženje kolega iz Rudarskog instituta koji se bave projektovanjem i izvođenjem rudarskih investicionih objekata. Problem je analiziran za slučaj RL Velenje sa prof. dr Jože Hrastnikom, a u vezi naučnog rada, na kome on radi, o problemu prodora plina. Ovim je dat doprinos jednom od problema sondažnog bušenja sa aspekta pouzdanosti od prodora vode i plina.

Kada se jednom izložena metodologija nađe u elektronском računaru, postupak, da se za duži

period odrede šeme sondažnog bušenja, je jednostavan.

Promene u vezi tehnike bušenja ( $d$ ,  $L_j$ ,  $m_j$ ,  $y_j$ ) i povećanja sigurnosti ( $W$  i nivoa pouzdanosti –

$\alpha$ ) bez napora se unose u program.

Jednom u budućnosti će pogonski inženjer na terminalu, koristeći postojeći program, dobiti šemu bušenja, a za sada će se ona za neki duži vremenski interval proradivati u pisanoj formi.

Tablica 1

Plan probnih bušenja za 11.7.1981. godine

Broj bušotine	Koordinate probne bušotine x(M)	y(M)	Ugao probne bušotine prema vertikalnoj osi hodnika (stepeni)	Ugao probne bušotine prema uzdužnoj osi hodnika (stepeni)
1.	1.7	1.5	68.	-18.
2.	1.9	3.0	-88.	-24.
3.	2.7	2.5	-40.	-17.
4.	1.1	1.4	30.	-14.
5.	3.0	1.2	-17.	-8.
6.	3.1	0.3	-59.	-23.
7.	2.0	0.3	25.	3.
8.	3.5	2.6	-55.	-28.
9.	0.4	1.3	-23.	11.
10.	2.7	0.2	-7.	2.

Plan probnih bušenja za 12.7.1981. godine

Broj bušotine	Koordinate probne bušotine x(M)	y(M)	Ugao probne bušotine prema vertikalnoj osi hodnika (stepeni)	Ugao probne bušotine prema uzdužnoj osi hodnika (stepeni)
1.	0.4	2.8	44.	21.
2.	3.6	1.6	9.	2.
3.	2.1	1.3	75.	14.
4.	1.4	1.5	-25.	-13.
5.	2.1	3.5	71.	14.
6.	1.5	1.0	-26.	-13.
7.	3.1	3.1	88.	16.
8.	0.3	1.2	-74.	36.
9.	0.5	0.2	-8.	-5.
10.	2.3	2.6	49.	-24.

SUMMARY

**Contribution to more Effective Safety in Investment  
and Preparation Works in Underground Mining**

Preliminary drilling to eliminate gas and water in mining investment and preparation works is a measure of precaution and safety.

Pattern of preliminary drilling for the time being is not based on assumptions of probability law and consequently, the applied procedure is „arbitrary“ one. Therefore the reliability cannot be possibly measured and sometimes is insufficient.

This paper is an attempt to introduce principles of classical statistics sampling and making conclusions from such a sample, as well as to suggest a simple computerized procedure of preliminary drilling pattern /number of drills and method of drilling/ .

period odrede šeme sondažnog bušenja, je jednostavan.

Promene u vezi tehnike bušenja ( $d_i$ ,  $t_i$ ,  $m_i$ ,  $y_j$ ) i povećanja sigurnosti ( $W$  i nivoa pouzdanosti –

a) bez napora se unose u program.

Jednom u budućnosti će pogonski inženjer na terminalu, koristeći postojeći program, dobiti šemu bušenja, a za sada će se ona za neki duži vremenski interval prorađivati u pisanoj formi.

Tablica 1

**Plan probnih bušenja za 11.7.1981. godine**

Broj bušotine	Koordinate probne bušotine x(M) y(M)	Ugao probne bušotine prema vertikalnoj osi hodnika (stepeni)	Ugao probne bušotine prema uzdužnoj osi hodnika (stepeni)
1.	1.7	1.5	68.
2.	1.9	3.0	-88.
3.	2.7	2.5	-40.
4.	1.1	1.4	30.
5.	3.0	1.2	-17.
6.	3.1	0.3	-59.
7.	2.0	0.3	25.
8.	3.5	2.6	-55.
9.	0.4	1.3	-23.
10.	2.7	0.2	-7.

**Plan probnih bušenja za 12.7.1981. godine**

Broj bušotine	Koordinate probne bušotine x(M) y(M)	Ugao probne bušotine prema vertikalnoj osi hodnika (stepeni)	Ugao probne bušotine prema uzdužnoj osi hodnika (stepeni)
1.	0.4	2.8	44.
2.	3.6	1.6	9.
3.	2.1	1.3	75.
4.	1.4	1.5	-25.
5.	2.1	3.5	71.
6.	1.5	1.0	-26.
7.	3.1	3.1	88.
8.	0.3	1.2	-74.
9.	0.5	0.2	-8.
10.	2.3	2.6	49.

**SUMMARY**

**Contribution to more Effective Safety in Investment  
and Preparation Works in Underground Mining**

Preliminary drilling to eliminate gas and water in mining investment and preparation works is a measure of precaution and safety.

Pattern of preliminary drilling for the time being is not based on assumptions of probability law and consequently, the applied procedure is „arbitrary” one. Therefore the reliability cannot be possibly measured and sometimes is insufficient.

This paper is an attempt to introduce principles of classical statistics sampling and making conclusions from such a sample, as well as to suggest a simple computerized procedure of preliminary drilling pattern /number of drills and method of drilling/ .

## ZUSAMMENFASSUNG

### Beitrag zur Zuverlässigkeitsvergrößerung in den Investitionsausrichtungsarbeiten im Untertagebergbau

Die Vorbohrung zur Schaffung von Kontakt mit Gas und Wasser zwecks Vorentgasung und Entwässerung beim Beginn von Bergbauinvestitions- und Ausrichtungsarbeiten ist eine Vorsichtsmassnahme zur Arbeitssicherheit.

Die Bohrlochanzahl und Vorbohrungsschema beruhen nicht auf der gegenwärtigen Praxis mit den Ansätzen der Wahrscheinlichkeitsgesetze, deswegen wurde ein „willkürliches“ Verfahren gewählt, wodurch die Zuverlässigkeit unmessbar wird und in einigen Fällen ist diese sogar nicht zufriedenstellend.

Mit dieser Arbeit wird versucht, bei der Entscheidungsfindung über die Vorbohrung (Bohrlochanzahl und Bohrwiese) klassische Grundsätze der Statistik der Probenahme und Schlussfolgerung aus einer solchen Probe anzuwenden sowie ein einfaches Verfahren zur Bohrschemavorbereitung auf der Rechneranlage vorzuschlagen.

## РЕЗЮМЕ

### К проблеме повышения надёжности в проведении капитальных и подготовительных работ при подземном способе разработки

Предварительное бурение в целях осуществления контакта с газом и водой для предварительного осушения шахты и её дегазации в периоде проведения капитальных и подготовительных работ является мерой предосторожности и защиты труда.

Число скважин и схема предварительного бурения не засновываются в настоящее время на законах вероятностей и потому такие мероприятия являются „произвольными“ и надёжность не может быть оценена, а потому в некоторых случаях эта надёжность недостаточна.

Эта статья пытается в процессе выноса решения о предварительном бурении (число скважин и способ бурения) ввести принципы классического опробования и вывода заключений, а также предлагает простой процесс подготовки схемы предварительного бурения при помощи ЭВМ.

## ALAT I MAŠINE RUDARA KASNOG SREDNJEG I RANOOG NOVOG VEKA SREDNJE EVROPE PO GEORGIUS AGRIKOLI

— II deo —

(sa 15 slika)

Prof.inž. Milovan Antunović Kobliška

### Izvlačenje i crpenje vode

Agrikola posvećuje veliku pažnju i opremi za obezbeđenje podzemnih prostorija od priticanja podzemne vode (18 crteža u originalnom tekstu), s obzirom na važnost koju je odvodnjavanje imalo, naročito u slučaju dubljih okana.

„Voda iz okana“ počinje Agrikola ovaj deo „ili se izvlači, ili se crpe. Izvlači se vedrima ili mešinama. Obično ih izvlači mašina s točkom, koji se može okretati na obe strane. Već sam opisao pet mašina. Dok se u nekim mestima vitiom na konjsku vuču izvlače i meštine osrednje veličine, voda se izvlači i metalnim vedricama (na beskrajnom lancu) ili crpe crpkama, koje su bušne i imaju lopte. Kad je malo vode, ona se crpe vedrima i vedricama ili se izvlači pumpama; kad je mnogo vode, izvlači se mešinama ili mašinama s loptama.“

„Opisaću prvo mašine koje crpu vodu pomoću vedrica (na beskrajnem lancu). Ima ih tri vrste. Prva ima četvrtast okvir od gvozdenih šipki... U njemu se nalaze tri vodoravno postavljene gvozdene osovine... uz to četiri gvozdenatačka, od kojih su dva pogonska... Na gornjoj osovinici je bubenj... na bubenju su učvršćene trostruko savijene pijavice. Kako karike gvozdenog lanca vise o njima, ni veliki teret ne može povući mašinu unazad. Karike ovog lanca nisu prstenaste kao ostale, nego je svaka na kraju s obe strane izvijena i zahvata sledeću. Tako nastaje neka vrsta dvostru-

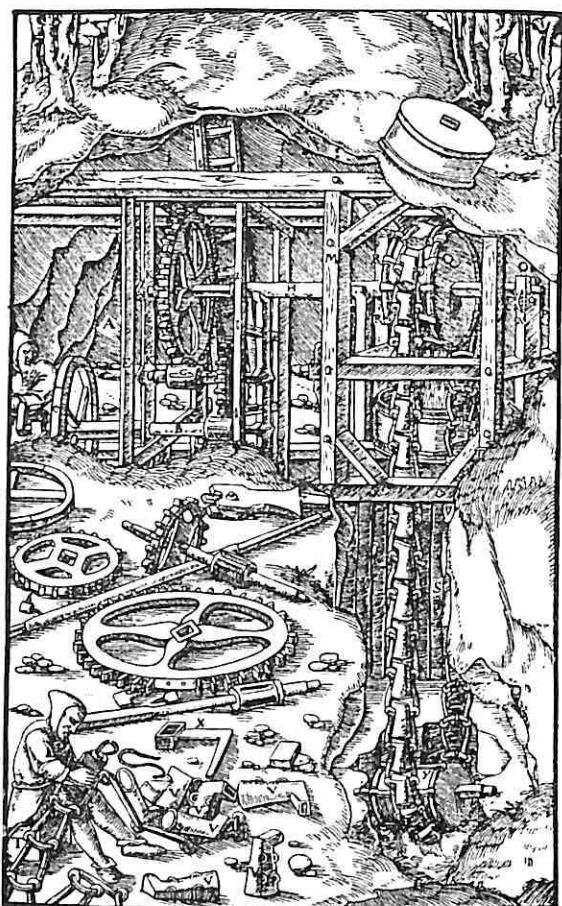
kog lanca. Na spojnim mestima učvršćene su užetom vedrice od gvozdenog ili bakarnog lima, koje zahvataju po 1/2 merice. Otvorene su sa prednje strane i imaju poklopce, da se voda ne prospē uagnutim okнима. U uspravnim okнима poklopci nisu potrebni.“

„Vitlar prikazi krivu ručicu na kraj najniže osovine i okreće je zajedno sa pogonskim uređajem, čiji točkovi sa zupcima pokreću zupčanik druge osovine. Okretanjem lancem oko bubenja vedrice crpu vodu... Uvek se po tri izvrnu... Ova mašina nije ipak mnogo korisna, jer diže malo vode, iako za izradu zahteva velike izdatke. Uz to ona radi polako, kao i sve maštine sa više zupčanika“.

Na sl. 14 prikazana je mašina sa beskrajnim lancem i metalnim vedricama za izvlačenje vode sa manje dubine na ručni pogon pomoću složenog prenosnog uređaja.

„Druga mašina ove vrste, koju je još Vitruvij<sup>x</sup>) opisao u nekoliko reči, brže izvozi vedrice koje zahvataju 1 mericu. Zato je korisnija od prve za izvlačenje vode iz okana sa većim pritokom vode. Ta mašina nema ni gvozdeni okvir ni prenos preko zupčanika, nego se na obloj osovinici od drveta nalazi gazni točak. Osovinica ne traje dugo, jer nema bubenja...“

<sup>x</sup>) Vitruvij, X, p, rimski inženjer (1. vek p.n.e.)

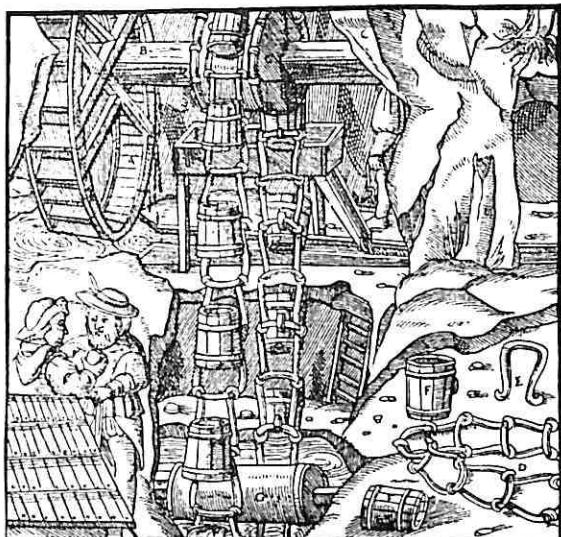


Sl. 14 — Mašina sa beskrajnim lancem i metalnim vedricama za crpenje vode. A — okvir; B — gvozdena osovina; C — točak; D — manji pogonski uređaj; E — druga osovina; F — manji zupčanik; G — veliki pogonski uređaj; H — najviša osovina; I — najveći zupčanik; K — ležište; L — široki gvozdeni prsten; M — drveni okvir; N — hrastov stub; O — gvozdeni rukavac; P — kotur; Q — gornji bubenj; R — pijavica; S — lanac; T — lančane karike; V — metalne vedrice; X — kriva ručica; Y — donji bubenj (za lanac).

„Treća mašina, koja u odnosu na prethodne dve ima mnogo prednosti, postavlja se na mestima gde se potom može skrenuti u jamu. Tada snaga vode tera točak sa lopaticama, koji služi umesto gaznog točka. Njena osovina je slična osovini druge mašine, bubenj je na osovini, lanac i donji bubenj su kao kod prve mašine. Vedrice su znatno veće od vedrica druge mašine. Kako se vedrice često lome, rudari koriste ove mašine samo retko; oni više vole, kad ima malo vode, da je izvlače pomoću pet opisanih mašina (vedrima) ili pumpama. Kad ima mnogo vode, više vole da je izvlače mašinom s loptama ili mašinom s mešinama“.

Na sl. 15 i 16. prikazane su druga mašina s

beskrajnim lancem i vedricama i treća mašina s gaznim točkom.



Sl. 15 i 16 — Mašina sa beskrajnim lancem i vedricama i mašina sa gaznim točkom.

A — gazni točak; B — osovina; C — dvostruki lanac; D — karika dvostrukog lanca; E — metalne vedrice; F — jednostavna pijavica; G — trostruko iskrivljena pijavica.



A — točak s lopaticama; B — osovina; C — bubenj sa prikovanim pijavicama; D — lanac; E — karika lanca; F — vedrice; G — donji bubenj.

.... Sad ću opisati drukčiju vrstu crpki, koje crpu vodu povučenu vazduhom pomoću klipnih kotura. Imma ih sedam vrsta... Prva pumpa x) je

x) Siphone s originalu knjige na latinskom.

ovako sagrađena: nad sabirnikom za vodu izradi se jamski okvir i na njega, sa obe strane, učvrste gvozdenim pijavicama, da bi se čvrsto držale, jedna ili dve međusobno spojene cevi koje stižu do sabirnika. Donji kraj donje cevi ubaci se u usisnu glavu visoku dve stope; ona je kao cev probušena i nalazi se na dnu sabirnika za vodu. Donji otvor joj je zapušen, ali ima bočne otvore kroz koje ulazi voda. U gornjem delu glave, ukoliko se upotrebljava samo jedna cev, nalazi se gvozđena, bakarna ili bronzana posuda bez dna, visoka 1 šaku, zatvorena okruglim ventilom da se zbog kretanja vazduha voda, povučena naviše, ne bi vratila i istekla. Kad postoje dve cevi, kutija na mestu spoja stavlja se u donju posudu. Izlivanje vode iz gornje cevi preko



Sl. 17 – Klipna pumpa sa prostim ručnim pokretanjem. A – sabirnik za vodu u oknu; B – cev; C – podgradni okvir okna; D – usisna glava; E – rupe na glavi; F – usisni ventil na prstenu; G – izlivna cev; H – klipna motka; I – držak; K – levkasti klip; L – klip sa okruglim rupama; M – klip sa duguljastim rupama; N – kožni ventil; O – radnik koji buši oblice i od njih pravi cevi; P – spiralno svrdlo; Q – kašikasto svrdlo.

rubu ili kroz ubaćenu cevčicu vrši se na visini sabirnika za vodu u potkopu. Radnik stoji na daskama nad drvenim okvirom okna, diže i spušta klipnu polugu na čijem se gornjem delu nalazi prečaga za ruke. Donji kraj cevi spojen je sa levkastim klipom – tako se zove kožni klip zbog svog oblika (sašiven je tako da je s donje strane uzan, gde se učvršćuje za klipnu polugu u cevi, a širok je gore, gde crpe vodu...)”

Na sl. 17 prikazana je jedna klipna pumpa sa prostim ručnim pokretanjem i izrada drvenih cevi bušenjem, zajedno sa ostalim delovima pumpe.

Posle ovoga dolazi opis druge i treće vrste pumpi, kod kojih je ručno pokretanje olakšano na razne načine, a zatim višestruke klipne pumpe,



Sl. 18 – Trostruka klipna pumpa. A – dizac klipne poluge; B – hvataci valjkaste osovine; C – gornji, četvrtasti deo klipne poluge; D – njen okrugli deo; E – poprečna greda; F – cev; G – izliv; H – žleb.

pumpe sa po dve cevi za usisavanje i jednom cevi za odvođenje vode i pumpe sa tri uporedne cevi s klipovima koje pokreću dva radnika ili vodenim točak s lopaticama.

„Peta vrsta pumpe nije tako prosta, jer se sastoji od dve ili tri pojedinačne pumpe. Njihove klipne poluge se dižu jednom mašinom koju ljudi pokreću, jer svaka klipna poluga ima nastavak za dizanje, koji naizmenično dižu po dve hvatalice na osovini. Osovini pokreću dva ili tri snažna čoveka.“

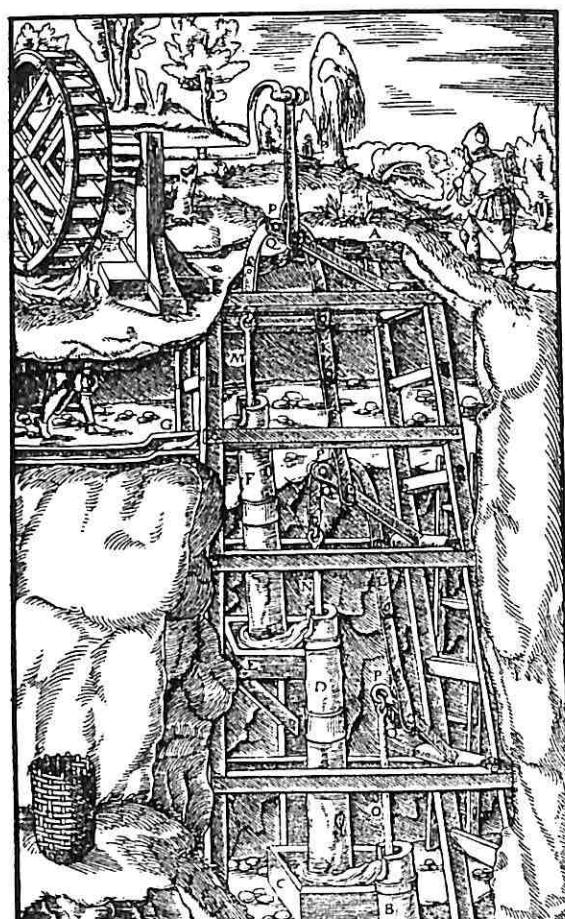
Na sl. 18 prikazana je trostruka klipna pumpa koju pokreću dva radnika pomoću krive ručice i štapova za okretanje.

Posle opisa ovih pumpi Agricola sa velikim oduševljenjem prelazi na opis konstrukcije klipne pumpe, koja je u ono doba predstavljala veliku novinu u pogledu crpenja vode sa veće dubine. To je, svakako, bio izum Erenfridersdorfera iz 1540. god. u rudnicima kalaja, jer je Agricola tako naziva u Index secundus, izdanju na latinskom.

„Sedma vrsta pumpe pronađena je pre desetak godina, najdomišljatija, najtrajnija i najcelišodnija je i može se izraditi bez veće teškoće. Ona se sastoji od više pumpnih jedinica, ali koje se ne spuštaju, kao prethodne, do sabirnika za vodu (na dnu okna), kao što je to uobičajeno, nego se postavljaju jedna iznad druge. U slučaju kad postoje tri jedinice, obično najniža jedinica usisava vodu iz sabirnika u oknu i izliva je u prvi sabirni sanduk, druga crpe vodu iz njega i izliva je u drugi sabirni sanduk, a treća u vodosabirnik u potkopu. Klipne poluge svih pumpnih jedinica diže i spušta istovremeno točak s lopaticama prečnika 15 stopa, u čije lopatice bije voda dovedena kroz brdo i tako ga pokreće...“

Na sl. 19 prikazana je sedma vrsta pumpe koju je opisao Agricola.

Na kraju ovog dela o pumpama Agricola opisuje jednu naročitu vrstu pumpe i njene podvrste. U latinskom originalu nazvao je „machina quae pilis aquae haurit“ (mašina koja loptama vodu diže). Kod nemačkih rudara, na početku 16. veka, bila je poznata kao Heizenkunst („vražja pumpa“), kao Taschenkunst ili Püschelkunst po kožnim loptama (Taschen, Püschel) u sastavu pumpe, pa i kao Paternosterkunst (brojančna mašina) zbog lopti koje su podsećale na zrna brojanica.



Sl. 19 – Pumpa sa više pumpnih jedinica. A – okno; B – najniža pumpa; C – prvi sanduk za vodu; D – druga pumpa; E – drugi sanduk za vodu; F – treća pumpa; G – žleb; H – produžena osovina točka za vodu; I – prva široka šipka; K – druga široka šipka; L – treća široka šipka; M – prva klipna poluga; N – druga klipna poluga; O – treća klipna poluga; P – obrtna tačka; Q – makaze.

„Od pumpi s loptama poznato mi je šest vrsta“, produžava Agricola opis. „Prva je ovako napravljena: plitko pod zemljom ili ispod potkopa izradi se komora za točak s lopaticama i sa svih strana podgradi jakom oblom građom i daskama, da usled zarušavanja ne bi došlo do ozlede ljudi i oštećenja mašine. U tako pripremljenoj komori najpre se izradi točak sa lopaticama i učvrsti na višeuganu osovini. Gvozdeni rukavci osovine okreću se u gvozdenim poluprstenastim ležištima, koja su postavljena na jaku drvenu građu. Točak je većinom visok 24, ređe 30 stopa... Na drugoj strani osovine leži buben za lanac u kome je izrađen prstenasti žleb. U žleb je, po obimu, nabijeno više četvorostruko iskrivljenih pijavica; kako se karike

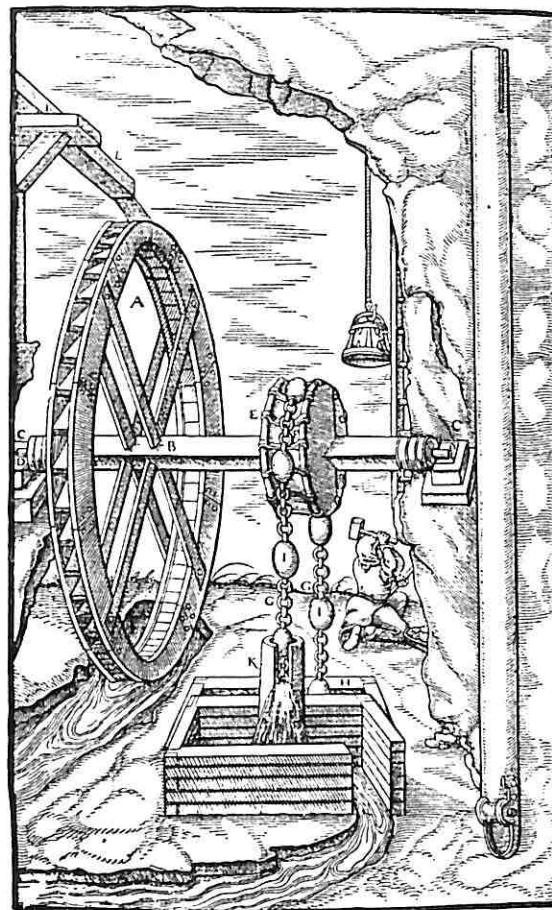
lanca hvataju za njih, vodeći lanac koji prolazi kroz cev izvlači se iz sabirnika za vodu i spušta ponovo u pregradu za vodeći valjak; gvozdeni prsten valjka leži na gvozdenoj osovini. Oba rukavca se okreće u jakim gvozdenim prstenima, učvršćenim za drvenu građu. Lanac koji ide preko bubenja diže vodu zahvaćenu loptama kroz cev... Tako se kroz cevi, nastavljene jedna za drugom, diže voda pomoću beskrajnog lanca i lopti iz sabirnika do potkopa. Tam se voda izliva u sabirnik kroz izlivni deo najviše cevi i otiče. Lopte za dizanje vode spojene su sa izvoznim lancem gvozdenim karikama. Rastojanje među loptama iznosi 6 stopa, a one su napravljene od dlake iz konjskog repa i opšivene kožom, da ih ne bi oštetile gvozdene pijavice valjka za lanac; toliko su debele da se ne mogu obuhvatiti obema šakama”.

„Kad se ova mašina stavi neposredno pod zemlju, voda potoka za pokretanje točka dovodi se kroz žleb na površini; kad je ispod potkopa – žlebom kroz zemlju. Na taj način lopatice točka pod stalnim udarom vode okreće točak, a preko njega bubenj za lanac. Tako se lanac izvlači i pomoću lopti potiskuje vodu napolje. Kad je točak visok 24 stope, mašina diže vodu iz dubine od 210 stopa, a kad je točak visok 30 stopa, on diže vodu iz dubine od 240 stopa. U poslednjem slučaju mora potokom priticati srazmerno velika količina vode.”

Na sl. 20 prikazana je podzemna mašina s loptama koju pokreće ugrađeni točak na vodu iz potoka, koji je doveden žlebom sa površine.

„Druga mašina s lopatama ima dva valjka za lanac, dva stuba sa cevima i dva izvozna lanca koji loptama dižu vodu; inače je slična prethodnoj. Ona se primjenjuje kod velikog priticanja vode u sabirnik. I ovu mašinu pokreće tekuća voda... Pošto radnici u dane praznika ne rade, a u radne dane ne rade uvek u blizini mašine, a voda joj stalno treba, to se stalnim zvonjenjem jednog zvončeta može znati da mašina radi kao i svaka druga i da joj ništa ne smeta...“

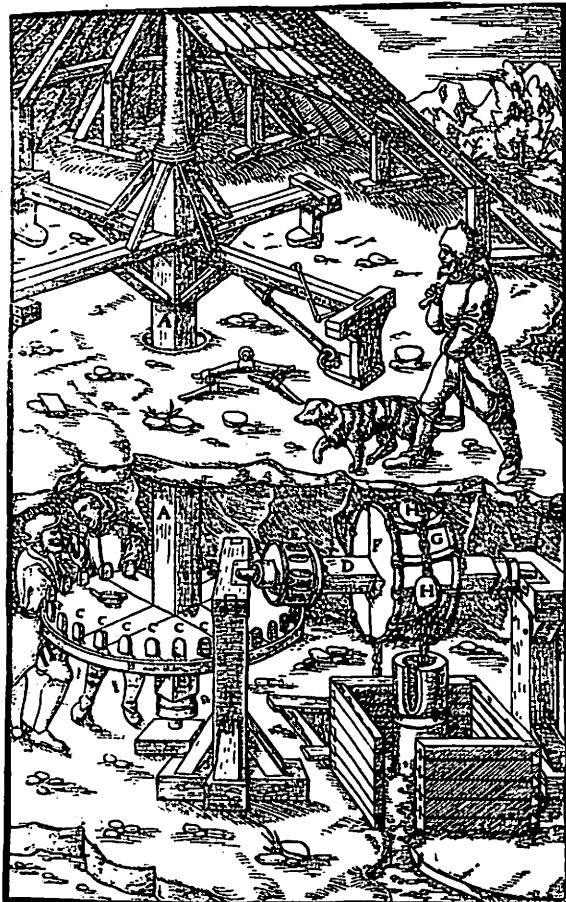
„Treću mašinu ove vrste koriste rudari kad se voda ne može dovesti do točka. Kod nje se prvo izradi mašinska prostorija i podgradi jakim drvenim gredama i daskama... Odozgo se mašinska prostorija pokriva drvenom građom, da konji koji pokreću mašinu mogu da gaze... Sredinom prostorije, kroz otvor, prolazi uspravna četvrtasta osovina. Oko donjeg ležišta je slobodan prostor od 17



Sl. 20 – Podzemna mašina sa loptama. A – točak; B – osovina; C – rukavac; D – prstenasto ležište; E – valjak za lanac; F – gvozdene pijavice; G – lanac; H – podgrada okna; I – lopte; K – cev; L – žleb za dovod vode za točak; M – strane: detalj drvene cevi.

stopa, a 1 stopu od kraja osovine je udaljen zupčanik sa 22 stope u prečniku. On pokreće osovinu na kojoj je bubenj sa četvorostruko iskrivljenim pijavicama. Za njih se prihvataju karike lanca koji diže vodu pomoću lopti...“

„Mašinu ove vrste koja diže vodu sa dubine od 240 stopa pokreće 32 konja. Od njih osam radi po četiri sata, a dvanaest se odmara, a onda isti broj dolazi na njihovo mesto. Takve mašine rade na obroncima Harc planine i u okolini. Kad prilike zahtevaju, može da se postavi više takvih pumpi u jednom rudniku i to uvek jedna ispod druge. Tri takve pumpe postavljene su na Karpatima u Šemnicu...“



Sl. 21 – Pumpe sa loptama na konjsku vuču. A – stojeća osovina; B – zupčanik; C – točak sa zupcima; D – ležeća osovina; E – prenos; F – valjak za lanac; G – izvozni lanac; H – lopte.

Na sl. 21 prikazana je jedna pumpa s loptama koju pokreću konji na površini u Šemnicu (Schemnitz), što je, u stvari, Banská Štiavnica u Slovačkoj, s velikim saskim rudarskim naseljem.

„Četvrta mašina pripada istoj grupi, a izrađena je tako, što su uspravno postavljena dva debela komada drveta u čijim se otvorima okreću rukavci oble osovine. Osovina okreće dva ili četiri snažna čoveka, jedan ili dvojica vuku krive ručice, a jedan ili dvojica pritiskuju na palice vitla i pomažu im. Naizmenično po dva ili četiri dolaze na njihovo mesto. Osovina ove mašine kao ležeća osovina drugih mašina nosi buben za lanac, za čije se gvozdene pijavice hvataju karike vučnog lanca i dižu vodu kroz cev pomoću lopti do visine od preko 48 stopa... Može biti postavljeno više mašina u rudniku i to jedna iznad druge.“



Sl. 22 – Pumpa s loptama koju pokreću ljudi. A – osovina; B – buben za lanac; C – izvozni lanac; D – lopte; E – pijavice.

Na sl. 22 prikazana je pumpa sa loptama za pokretanje ljudskom snagom.

Zatim sledi opširan opis pete i šeste mašine s loptama, pri čemu je peta mašina delimično slična drugoj i četvrtoj vrsti, ali sa prenosnim uređajem za rad s manje napora, dok je šesta u iste svrhe snabdevena velikim gaznim točkom za pokretanje, dovoljno širokim da dva radnika rade uporedno.

„Najveća od svih mašina za dizanje vode uopšte“ ističe Agricola „sagrađena je tako što se prvo gore u podgrađenoj mašinskoj prostoriji postavi rezervoar za vodu dug 18 stopa i širok 12 stopa. Voda se dovodi u rezervoar podzemnim žlebom ili jarkom. Rezervoar ima dva otvora i isto toliko zatvarača, koji su gore spojeni za polugu, tako da se kroz vođice mogu dizati i spuštati, otvarati i opet zatvarati otvore. Otvorima su priključena dva žleba od dasaka. Oni prihvataju vodu iz rezervoara i puštaju je na lopatice točka, koje pod udarom vode okreće točak. Kraći žleb dovodi vodu do lopatica, da okreće točak prema rezervoar, a duži žleb da točak okreće u suprotnom pravcu... Bubanj je postavljen na osovinu da se ne bi oštetila. Kad se upotrebom pokvari, bubanj se može zameniti bez teškoće. Sem toga, na osovini je jedan kotur, debeo 2 stope i širok 1

stopu. Kad se na njega postavi, po potrebi, kočnica, mašina staje”.

„Na mašini radi 5 ljudi. Jedan spušta zatvarače i zatvara otvore rezervoara. Kad se mašina podigne do njega, on zatvori otvor da bi zaustavio točak, a kad se voda izlije iz mašine, on otvori drugi otvor, da bi druga lopatica, pod udarom tekuće vode, pokrenula točak u drugom smeru... Dva čoveka naizmenično prazne mašine, jedan od njih стоји kod kućice mašiniste ispred okna, drugi pozadi. Kad se mašina skoro potpuno izvuče, na šta ukazuje određen zvezket lanca, radnik koji стоји kraj kućice mašiniste zakači kuku za izvrтанje (jaku povijenu gvozdenu kuku) za kariku izvoznog lanca i povuče ceo preostali deo lanca van okna na podgradu, dok drugi radnik isprazni mašinu. To se radi zato da deo izvoznog lanca, koji se spušta zajedno sa praznom mašinom, ne bi svojom težinom povukao ostali deo lanca sa osovine i sve palo u okno...“

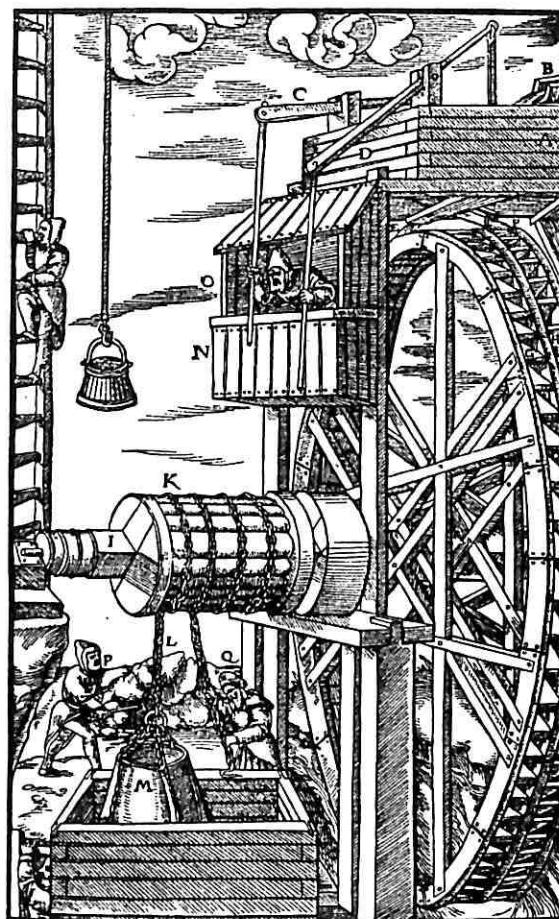
Na sl. 23 prikazana je do tada najveća mašina za izvlačenje vode iz okna pomoću velikih vreća i to korišćenjem snage tekuće vode, doveđene pod zemlju u rezervoar mašine.

#### Mašine za provetrvanje

Ovaj deo šestog poglavља Agrikola posvećuje provetrvanju podzemnih prostorija raznim uređajima razvijenim u tu svrhu.

„Dosad sam dosta govorio o izvoznim mašinama“ produžuje Agrikola „sada ću govoriti o mašinama za provetrvanje. Kad se okno toliko duboko produbi, a potkop ili radilište drugog okna još nisu blizu, ili kad je potkop vrlo dugačak a nije u vezi sa oknom, vazduh se ne može razređivati, pa on postaje za rudara tako gust, da se ne može lako disati. Katkad se, štaviše, rudari uguše, a zapaljene svetiljke ugase... Zato su potrebne mašine za provetrvanje koje omogućuju da rudar može lako disati i obavljati svoj posao.“

„Prva vrsta, koja hvata struju vetra i dovodi je u okno, obuhvata tri podvrste, od kojih je prva ovako izrađena: preko ušća okna, do koga potkop ne stiže, postave se tri gredice koje su nešto duže od širine okna. Krajevi su im probušeni, da bi se kroz rupe mogli zabititi u zemlju kočići kao kod vitla, da bi grede čvrsto stajale. Svaka gredica ima



Sl. 23 – Mašina za izvlačenje vode koju pokreće snaga tekuće vode. A – rezervoar za vodu; B – žleb za dovod vode; C – poluga; E,F – žleb pod zatvaračima; G,H – venci lopatica; I – osovina; K – bubanj za lanac; L – izvozni lanac; M – mašina za vodu; N – uzdignuta kućica mašiniste; O – mašinista; P,Q – radnici koji prazne mašine.

po tri žleba u koje se uglave tri poprečne gredice, jedna s desnog boka okna, druga u sredini i treća sa levog. Onda se i na jedne i na druge, što stoje popreko, učvrste daske i tako povežu međusobno, da imaju čvrstu nepropusnu vezu. Tako nastaju četiri ugla i među njima isto toliko otvora, pa hvataju vetar ma od kuda dolazio. Da vetar ne bi duvao nagore, već išao dole, daske su odozgo zatvorene okruglim pokrivačem, a dole su otvorene...“

Na sl. 24 prikazan je uređaj za hvatanje vetra i dovođenje u okno.



Sl. 24 – Uredaj za hvatanje veta. A – gredice; B – zašiljeni kočići; C – poprečne gredice; D – daske; E – šupljine; F – vetr; G – pokrivač; H – okno; I – uređaj bez pokrivača.

Zatim je opisana druga podvrsta za sprovođenje vetrane struje u okno pomoću cevi za provetrvanje koja je proširena i viri iz okna 3 do 4 stope. Cev ima četvrtast presek i napravljena je od dasaka sa spojnicama premazanim masnom zemljom. Za razliku od ove, treća podvrsta se sastojala od bureta s probušenim drom postavljenog na cev za provetrvanje. Bure je imalo veći otvor na boku, a na poklopcu krilce koje je pod dejstvom vetra okretalo bure u pravcu veta da bi vazduh ulazio u otvor na buretu i zatim dole kroz cev za provetrvanje u rudnik.

„Druga vrsta obuhvata mašine za provetrvanje sa lopaticama. Ima više različitih izrada, jer se lopatice postavljaju ili na valjkastu osovinu ili na tanku osovinu. Ako se postave na valjkastu osovinu, mašina se sastoji ili od okruglog bubenja, izrađenog od dva kotura i više povezanih daščica, ili od četvrtastog suda. Bubanj stoji uspravno i ima u zatvorenim bokovima dovoljno velike otvore da se kroz njih okreće osovina. Sem toga, ima dve četvrtaste rupe za vazduh, od kojih gornja prima vazduh, dok je u donju umetnuta cev koja odvodi vazduh u okno... Na jednom kraju osovine je ručica za okretanje, na drugom kraju su četiri oblice sa tegovima, da bi se pomoću njih osovina lakše pokrenula. Prema tome, kad radnik okreće osovinu pomoću ručice, lopatice... usisavaju vaz-

duh kroz jednu rupu i teraju ga kroz rupu i priključenu cev dole u okno...“

Zatim Agrikola ulazi u pojedinosti konstrukcije kao celine i sastavnih delova pojedinačno, sa posebnim crtežima na kojima je prikazana izrada lopatica ove mašine.

„Treća vrsta mašine za provetrvanje obuhvata mehove; ni oni nisu manje različiti ni manje brojni od druge vrste. Duvanjem se ne snabdeva okno i potkop samo dobrim vazduhom kroz kanal i cevi za vazduh, već se, takođe, pri razvlačenju mehova isisavaju štetni gasovi kroz otvore na njima i uduvavaju vazduh pri sklapanju mehova kroz uduvne cevi i kanale. Pokreće ih čovek, konj ili snaga vode...“



Sl. 25 – Mašina za provetrvanje podzemnih prostorija. A – bubanj; B – četvrtasti sud; C – otvor za vazduh; D – drugi otvor; E – cev za vazduh; F – osovina; G – ručica za okreće; H – zamajne šipke; detalj lopatica (bez oznake).



Sl. 26 – Mašine za provetrvanje podzemnih prostorija. A – prethodno opisana mašina; B – radnik sabija vazduh gaženjem mehova; C – mehovi bez piska; D – otvor za ispuštanje lošeg vazduha; E – cevi za vazduh; F – potkop; G – druge mašine; H – drveni buben; I – prag; K – ograda; L – okrugli otvor; M – motka; N – treća mašina; O – vertikalna osovina; P – zupčanik; Q – horizontalna osovina; R – pogon.

Na sl. 25 i 26 prikazana su dva od više crteža koje Agrikola posvećuje mašinama za provetrvanje podzemnih prostorija i to: mašinama sa lopaticama i raznim konstrukcijama mašina sa mehovima.

Ovaj deo poglavlja Agrikola završava rečima: „Upravo kao što opisane mašine mogu poboljšati težak vazduh u oknu ili potkopu, ovo se može postići i na stari načinstvaranjem promaje neprekidnim mahanjem platnom, što je već Plinije opisao. Vazduh ne postaje teži samo sa dubinom okna nego i dužinom potkopa.“



Sl. 27 – Provjetranje mahanjem platnom. A – potkop; B – platno; C – rudar na radu.

Na sl. 27 prikazan je postupak provetrvanja mahanjem platnom i rudar koji radi dletom i čekićem na čelu potkopa.

#### Uređaji za kretanje radnika

„Naprave za kretanje rudara kroz okno su leštve, koje se pričvrste za jednu stranu okna“ započinje Agrikola poslednji deo šestog poglavlja koje govori o rudarskom alatu, mašinama i drugoj opremi u rudniku. „One idu dole sve do potkopa ili dna okna. Nema potrebe da opisujem njihovu izradu, jer se svuda iste upotrebljavaju, pa ne iziskuju mnogo veštine za izradu koliko za postavljanje.“

„Rudari se ipak ne kreću samo po prečagama leštava kroz podzemne prostorije, nego se i spuštaju u rudnik sedeći na tzv. konju, tj. prečagi učvršćenoj za kraj užeta i pomoću jednog od ranije opisanih vitlova. Pošto su neka okna jako iskošena, rudari i drugi radnici se kreću na koži, što im visi o bedrima, sedeći na njoj, upravo onako kako to deca čine zimi niz padine, kad se voda smrzne. Da ne bi pali, (rudari) se drže rukom za zategnuto uže, koje je na ušću okna učvršćeno za neko drvo, a na dnu okna za kolac“.



„Na ta tri načina kreće se rudar kroz okno, a može se dodati i četvrti, kad ljudi i konji (za crpke) silaze stepenicama kroz okno, izrađeno koso poput spirale sve do podzemnih mašina i opet po njima izlaze (iz okna)“.

Slika 28 pokazuje kako su se rudari spuštali kroz okno u rudnik i kako su izlazili iz njega.

Od delova odeće srednjovekovnih rudara i rudara ranog novog veka ističe se kapuljača za zaštitu glave i „koža“, tj. okruglo izrezana kožna kecelja, zakačena za pojase, koju je rudar nosio pozadi da bi zaštitio donji deo tela i to ne samo pri spuštanju kroz koso okno, sedeći na njoj, nego i pri radu, naročito pod zemljom, u vlažnoj sredini. Inače, na mnogobrojnim crtežima kojima je Agricola ilustrovao svoje delo, mogu se zapaziti razne kape i odeća, po kojoj su se razlikovali radnici, nadzornici, suvlasniči rudnika i drugi ljudi onog vremena.

Sl. 28 — Spuštanje u okno. A — rudar koji se spušta leštvama (sa lampom na glavi); B — rudar koji se spušta u okno jašući na tzv. konju; C — rudar koji sedi na koži; D — čovek koji se spušta stepenicama urezanim u steni.

#### L iteratura

1. Agricola, G., 1561. *De re metallica*, libri XII, II izdanje, Bazel.
2. Agricola, G., 1977: *Vom Ber-und Hüttenwesen*, Deutscher Taschenbuch Verlag, Minhen.
3. Antunović Kobliška, M., 1956, Georgius Agricola. Povodom 400 godina od njegove smrti. — Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
4. Antunović Kobliška, M., 1981: Georgius Agricola, „O rudarstvu i metalurgiji“ — povodom 425 godina od prvog izdanja „*De re metallica*“. — Rudarsvo, geologija i metalurgija, Beograd.

Autor: prof.inž. Milovan Antunović Kobliška, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Recenzent: dipl.inž. A. Blažek, Beograd

Članak primljen 15.6.1981, prihvaćen 21.7.1981.god.

## Nova oprema i nova tehnička dostignuća



**MANNESMANN**  
**DEMAG**  
Baumaschinen

**Hopper Spreader u vezi sa hidrauličnim bagerima ili kompaktnim rotornim bagerima kao alternativna oprema za površinsko otkopavanje**

Hopper Spreader treba da u vezi sa jednim ili dva velika hidraulična bagera (npr. tip Demag H 241) ili sa kompaktnim rotornim bagerima (tip Demag HD 710) radi na direktnom prebacivanju otkrivke u već otkopano područje površinskog otkopa ili dovođenju preuzetog materijala do transportera, koji ga odvozi dalje.

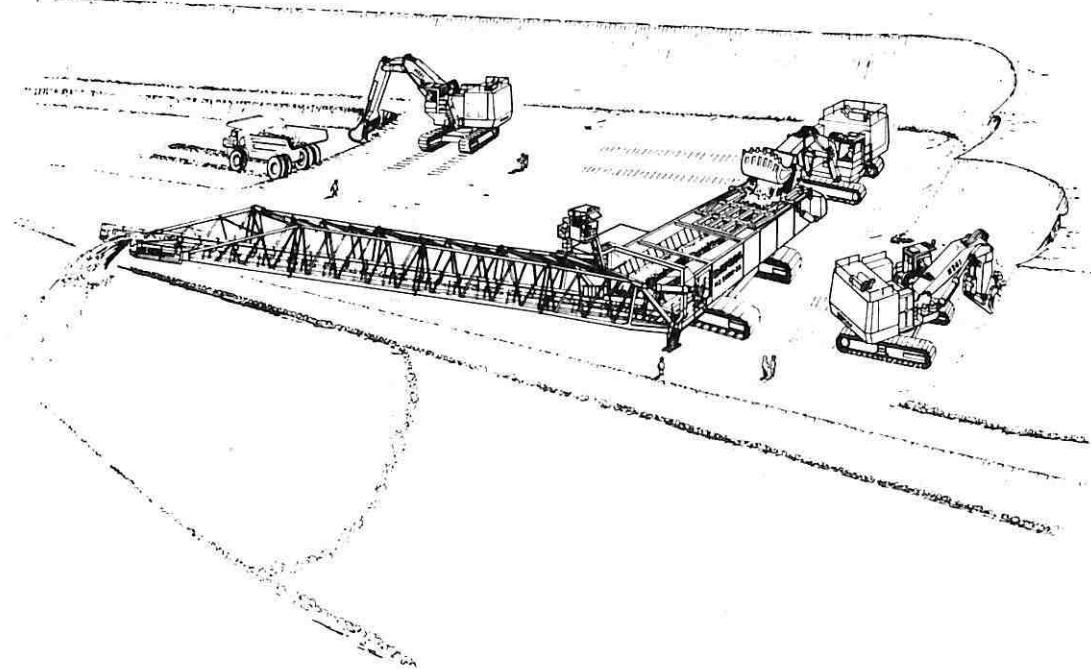
Hopper Spreader ima kapacitet od 5000 t/h (što odgovara kapacitetu 2 Demag H 241 bagera) i dužinu konzole za odbacivanje od 56 m.

Materijal, preuzet od eksploracionih oruđa, prelazi preko Grizzly—drobilice, koja zadržava klasu krupniju od 300 mm, tovari u bunker sa skliznicom, sporohodna odvozna traka ga preuzima i predaje na traku sa većom brzinom i konzolom i na taj način homogenizuje diskontinualno predati materijal u kontinualni tok. Komadi koje je zadržala Grizzly—drobilica odbacuje se s vremena na vreme sa rešetki.

Rukovalac Hopper Sprederra sedi za visoko postavljenim pultom, tako da ima dobar pregled prijema i predaje materijala.

Posebne prednosti Hopper Sprederra:

- nivelačioni uređaj omogućuje korišćenje Hopper Sprederra i na nagnutim površinama, jer sprečava bežanje trake i materijala
- laka montaža sa prefabrikovanim velikim modulima



## Nova oprema i nova tehnička dostignuća



**MANNESMANN  
DEMAG**

Baumaschinen

**Hopper Spreader u vezi sa hidrauličnim bagerima ili kompaktnim rotornim bagerima kao alternativna oprema za površinsko otkopavanje**

Hopper Spreader treba da u vezi sa jednim ili dva velika hidraulična bagera (npr. tip Demag H 241) ili sa kompaktnim rotornim bagerima (tip Demag HD 710) radi na direktnom prebacivanju otkrivke u već otkopano područje površinskog otkopa ili dovođenju preuzetog materijala do transportera, koji ga odvozi dalje.

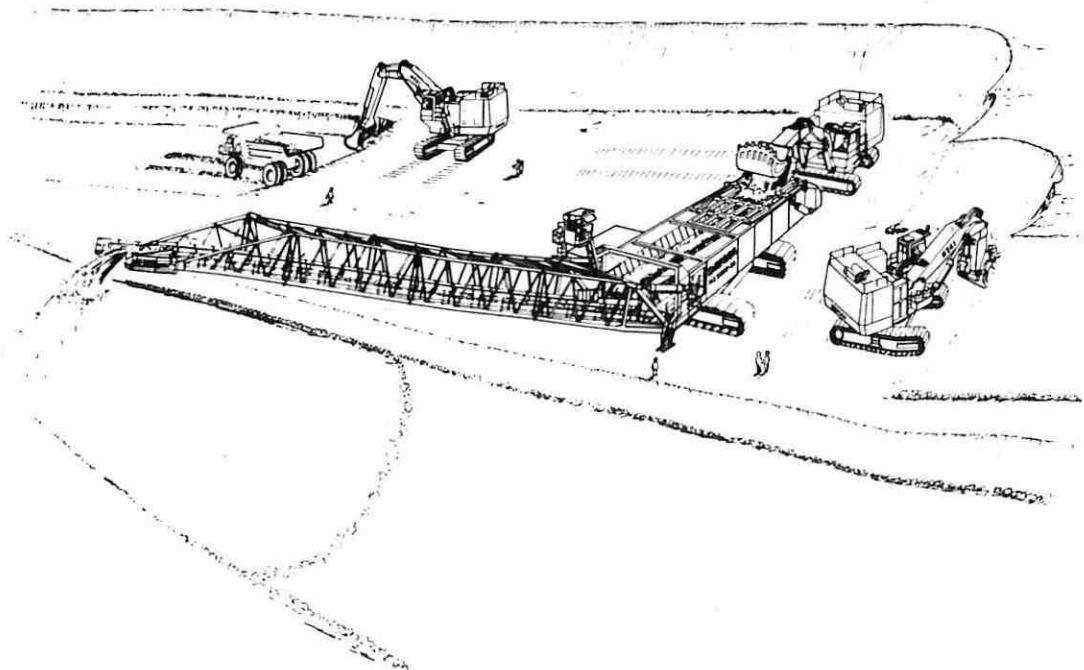
Hopper Spreader ima kapacitet od 5000 t/h (što odgovara kapacitetu 2 Demag H 241 bagera) i dužinu konzole za odbacivanje od 56 m.

Materijal, preuzet od eksploatacionih oruđa, prelazi preko Grizzly-drobilice, koja zadržava klasu krupniju od 300 mm, tovari u bunker sa skliznicom, sporohodna odvozna traka ga preuzima i predaje na traku sa većom brzinom i konzolom i na taj način homogenizuje diskontinualno predati materijal u kontinualni tok. Komadi koje je zadržala Grizzly-drobilica odbacuje se s vremena na vreme sa rešetki.

Rukovalac Hopper Spreadera sedi za visoko postavljenim pultom, tako da ima dobar pregled prijema i predaje materijala.

Posebne prednosti Hopper Spreadera:

- niveliacioni uređaj omogućuje korišćenje Hopper Spreadera i na nagnutim površinama, jer sprečava bežanje trake i materijala
- laka montaža sa prefabrikovanim velikim modulima



- nezavisno snabdevanje energijom zbog dizel-hidrauličnog pogona (može se isporučiti i elektro-hidraulična verzija)
- kreće se na gusenicama
- lako se održava; između ostalog, upotreboj jednakih konstruktivnih delova u H 241, HS 5000–56 i HD 710
- fleksibilan i u sistemu sa zamenom oruđa, operacijama parcijalnog opterećivanja i mogućim proširenjem
- moguće uvođenje transporta trakama i u područjima površinskog otkopavanja, gde to ranije, zbog načina dobijanja, nije bilo moguće.

### Nova generacija rotornih bagera za površinsko otkopavanje

Na Internacionalnoj rudarskoj izložbi, juna 1981. godine prikazao je Mannesmann-Demag – fabričat Lauchhammer – prototip novog rotornog bagera u modelu. Ova koncepcija će se preneti i na druge klase. Prikazani model predstavlja tip bagera HD 710. On je konstruisan za kapacitet do  $1500 \text{ m}^3/\text{h}$  čvrste mase i odgovara sada najviše traženim klasama.

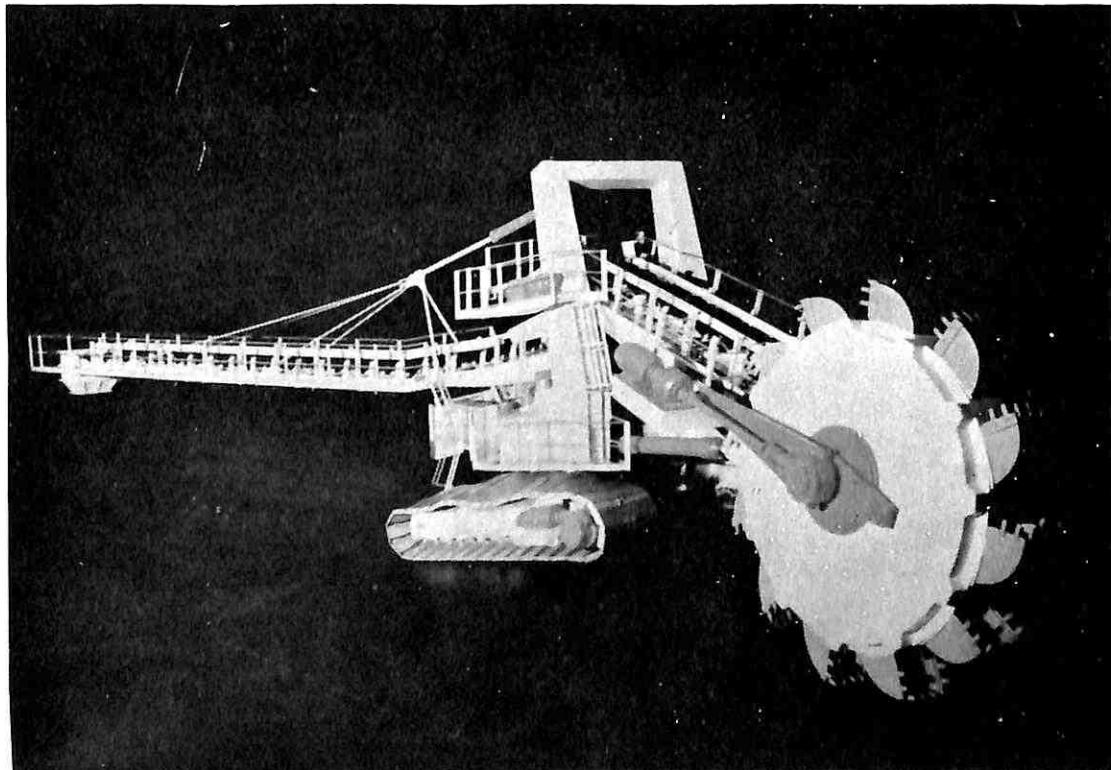
Spoljna karakteristika i najvažnija novost kompaktnog bagera je regulisani hidrodinamički pogon rotornog točka, kao i integrisani pogonski mehanizam u rotornom točku.

Hidrodinamički pogon dejstvuje tako da na nožu, odnosno zubima kašike postoji uvek ista snaga, koja je upravo potrebna. To znači da se kod nailaska na veći otpor u tlu, usled izmenjenih geoloških uslova, usporava rotaciono kretanje, a sila rezanja povećava. Posle savladavanja otpora rotorni točak se obrće automatski ponovo brže, a vreme postizanja gornje brzine je pri tome manje od 1 s. Broj obrtaja može se sa pulta rukovaoca regulisati postepeno, da bi se tok materijala mogao prilagoditi promenljivoj količini otkopanog materijala pri procesu pražnjenja.

Suštinska razlika, u odnosu na hidrostatički pogon, je u mnogo dužem veku trajanja. Nema pumpi, motora ni mehaničkih dodirnih površina. Vek trajanja odgovara trajanju preostalog dela oruđa, i kreće se prema iskustvu, preko 20 godina. Tome treba dodati, da hidrodinamički pogon rotornog točka radi mnogo elastičnije, pa tako čuva i celo oruđe. Pored dužeg veka trajanja, nema delova izloženih habanju, koji su dosad u znatnoj meri izazivali smetnje, a time ispadanje iz proizvodnje zbog ubacivanja rezervnih delova.

Elektromotori su generalno ugrađeni za pogon rotornog točka, mehanizma za vožnju, traka na konzolama i zaokretnih mehanizama.

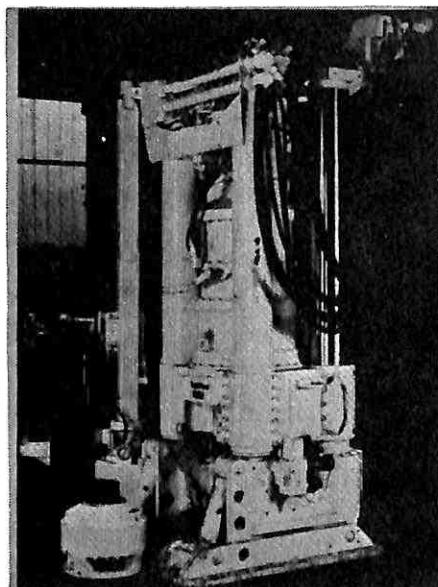
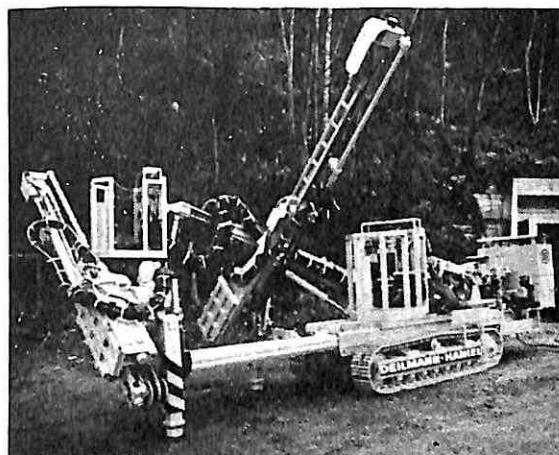
Bager ima samo jednog rukovaoca i traži izuzetno malo održavanje, siguran je u radu i u odnosu na svoje prethodnike, stabilniji u pogledu konstrukcije.



### Uskopna bušilica za otkopavanje uglja

Uskopna bušilica na elektro-hidraulički pogon 71 RH je na zahtev rudarskih organizacija prerađena za nezapaljivi fluid HSC. Mašina izrađuje bušotine duge do 300 m sa prečnikom do 3660 mm, pod uglom između 30 i 90°. Glava ima kupasti oblik i opremljena je jednorednim valjkastim rezačima dopunjениm okaljenim vodećim rezačima. Vodeće dleto buši do 311 mm i kasnije se proširuje u fazama između 1520 i 3660 mm. Prečnik šipki za bušenje iznosi 254 mm, a izrađuje ih Christensen po specifikacijama Deilmann-Haniel GmbH. U specijalne osobine šipki spadaju navojni spoj, vezne površine i termička obrada rebara šipki.

*Mining Reporter, 14*



### Džambo za sidrenje sa radnim košem

Dve firme su stupile u kooperaciju pri izradi novog džamboa za sidrenje sa radnim košem. Mašina se kreće na gusenicama SE specijalno prilagođenim za podzemne uslove. Svaka od dve katarke isturene 2,8 m nosi bušilicu i radni koš tako da se tri do četiri reda sidara može izbušiti i postaviti iz jednog položaja. Buše se bušotine i sidra ubacuju čekićima PLB 80 HSR. U sklopljenom stanju mašina ima dužinu od 8 m, širinu 1,8 m i visinu 2,7 m.

*Mining Reporter, 20*

### Mašina za izradu punog profila

Pored rada u tunelima i galerijama, mašine za izradu punog profila su sada prodle i u hodnike rudnika i dokazale svoje mogućnosti na ovom polju. Mašina sa prečnikom 6 m je u Zapadnoj Nemačkoj izbušila preko 13 km hodnika od avgusta 1973. i u nekoliko navrata je dostizala učinak i preko 450 m. Mašina treba da izbuši i daljih 11 km hodnika, počev od septembra 1980. Između maja 1977. i septembra 1978. druga mašina, sa prečnikom 6,1 m, je izradila 4300 m hodnika bez ikakvih teškoća. Još dve mašine ovog tipa su u radu u rudnicima uglja od sredine 1979. Trenutno, jedna mašina buši 4,8 m u industriji uglja Rumunije, a druga mašina je počela sa pripremom etaže u rudniku uglja Göttelborn u Saru. U maju 1981. mašina sa prečnikom 5,5 mm treba da otpočne sa izradom 20 km hodnika u rudniku uglja Haus Aden. Sve ove mašine imaju opremu za postavljanje podgrade, koja može da postavlja krutu ili elastičnu podgradu neposredno iza glave, čime se obezbeđuju najsigurniji uslovi za rad ljudi i mašina.

*Mining Reporter, 49*

### Transport rude pod računarskom kontrolom

Krajnje automatizovani transportni sistem za novi glavni transportni horizont na 775 m u rudniku LKAB u Kiruni je već u radu. Dvojni računarski sistem DS 104 kontroliše protok rude gvožđa iz oko 50 gravitacionih okana preko besposadnog železničkog transportnog sistema i drobiličnog postrojenja do utevornih rampi izvoznog postrojenja. Transportni sistem je projektovan za godišnji kapacitet od 30 miliona tona rude gvožđa i 25 proizvodnih vozova može da se kreće istovremeno. Kompozicija se sastoji od jedne 65-tonске tiristorske lokomotive i 18 vagona sa istovarom kroz dno pojedinačnog kapaciteta od 25 tona. Drobilično postrojenje ima decentralizovani kontrolni sistem izrađen oko programskih logičkih kontrolora PLC 700.

*Mining Reporter, 62*

### Automatska radio kontrola

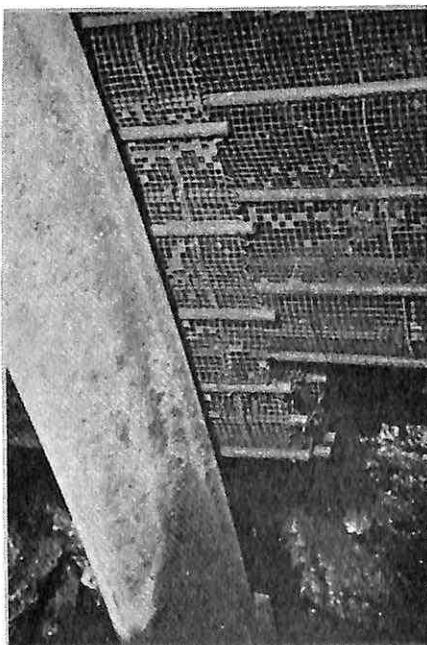
Jedan britanski proizvođač je izradio novu VHF radio kontrolu za jamski transport pomoći užeta. Ovaj sistem ne obezbeđuje samo uštedu radne snage, već veću sigurnost, pošto čuvaru kompozicije daje punu kontrolu nad pogonskim motorom. Transport na pogon preko ciklokvertora ili drugu vrstu pogona je pod kontrolom čuvara koji se nalazi na samoj kompoziciji u svim stepenima prenosa. Ovim se eliminiše potreba za vozačem. Podaci se preko VHF radija prenose u oba pravca uređajem MRDE 986, čime se ne ostvaruje samo puna kontrola transporta već se čuvaru ukazuje na stanje kompozicije i zaštitnih transduktora. Svi transduktori su čvrsto vezani i završavaju se u DAC kontrolnom uređaju koji obezbeđuje brojne sigurnosne funkcije. Neke uključene funkcije mogu biti udaljene od kontrolnog uređaja do 15 km. Oprema je robusna i može da radi u vlažnim i opasnim sredinama i atestirana je za I metansku grupu.

*Mining Reporter, 84*

### Obložna namotavajuća mreža

Ova vrsta obložne mreže je namenjena za mašinsko ili hidromehaničko zasipanje hodničke podgrade. Namotavajuće obloge postoje u sledećim tipovima: okrugli čelični nosači sa prečnikom od 8 ili 10 mm zavareni za 4 ili 6 žica dužine 3 mm u zajednici sa žičanom mrežom (otvor 1,4 mm), golom ili pocinkovanom ili kao mreža 6 x 6 x 0,6 mm do 40 x 40 x 2,0 mm, gola ili zaštićena od korozije. Postoje širine od 1, 1,2, 1,4, 1,5 i 1,7 m. Dužina se može prilagoditi dužini segmenata luka.

*Mining Reporter, 148*

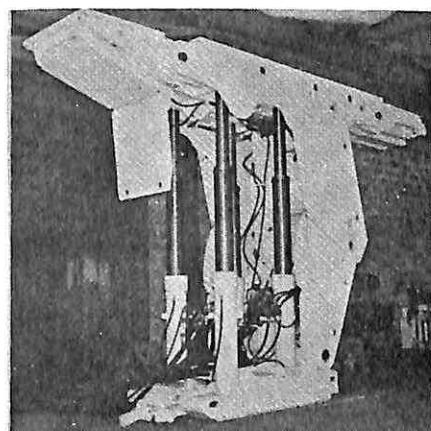


### Nova krovinska podgrada za pneumatsko zasipanje

Lemniskatna četvoronožna hidraulička krovinska podgrada koja je specijalno konstruisana za pneumatsko zasipanje i za obavljanje te operacije ima posebne karakteristike koje se sastoje od zadnje asure opremljene hidrauličkim cilindrima za vešanje i nošenje zasipne cevi i hidrauličkih otvora postavljenih u zadnjem oklopu za prijem zasipne cevi i regulaciju zasipanja. Pored ovih karakteristika, podgrada ima četiri dvostrukе teleskopske nožice i hidraulički stubac koji je povezan sa prednjom asurom.

Glavne karakteristike: sklopljena visina 1,7 m; otvorena visina 3,7 m; ukupan hod nožice 2 m, ukupno opterećenje 384 tone, ukupna nosivost 460 tona, ukupna težina 20 tona. 120 komada radi u jamama rudnika uglja u Lorenškom basenu u Francuskoj.

*Mining Reporter, 153*



### Novi sistem sidrenja

Osiguranje rudarskih prostorija sidrenjem je proširen jednim novim, vrlo uspešnim rešenjem. To je sistem cevastih sidara — SWELLEX.

Sidro predstavlja uzdužno savijenu čeličnu cev prečnika 41 mm, koja na jednom kraju ima zatvorenu čauru, a na drugom (donjem) čauru sa otvorom za priključak hidrauličkog sistema.

Princip sidrenja se sastoji u sledećem: u izbušenu bušotinu ( $\phi$  30 – 39 mm) stavlja se sidro. Na donju čauru se priključi hidraulička pumpa. Pod pritiskom vode od 300 bara uzdužno savijena cev se proširuje i pritiskuje na zidove bušotine čime je sidro učvršćeno.

Prečnik sidra je 28 mm (pre ugradnje), a dužina sidra može biti 1,20 – 3,0 m. Pumpa za ugradnju sidara je

prenosna sa pneumatskim pogonom, a priključuje se na cevovode za vodu i komprimirani vazduh na radilištu.

Brzina ugradnje je oko 50 sidara na čas.



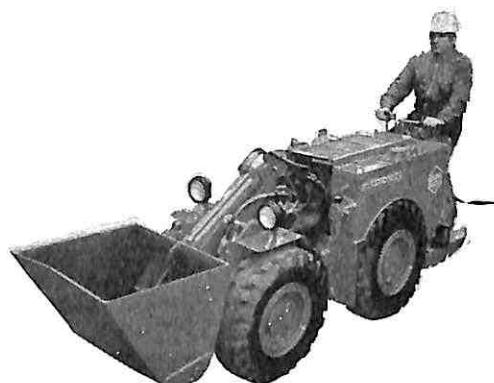
## **Mini utovarno–transportna mašina**

U seriji samohodnih utovarno-transportnih mašina na tržištu se pojavio i utovarač malih dimenzija, pogouan za rad u rudnim žicama male moćnosti i drugim rudarskim prostorijama malih dimenzija.

Utvorač ima sledeće osnovne karakteristike:

– zapremina kašike	0,3 m <sup>3</sup>
– nosivost	600 kg
– elektro pogon; motor	22 kW
– gabariti: dužina	3,55 m
širina	0,8 m
visina	1,10 m

Kapacitet utovarača je 17–20 t/čas na dužini prevoza od 50 m. Dužina kabla na utovaraču je 85 m.



## Kongresi i savetovanja

## **Simpozijum na temu „Istraživanje i sanacija klizišta“ Bled, 1981.**

Na Bledu se, u vremenu od 5. do 7. maja 1981. godine, održao Simpozijum o istraživanju i sanaciji klizišta. Organizatori Simpozijuma su bili Institut za puteve, Zavod za istraživanja i ispitivanja i Rudarsko-geološki fakultet – geomehanika i geofizika.

Ssimpozijum je imao za cilj da objedini sva gledišta i struke koji se bave problemima klizišta, u zajedničkom naporu da prikaže rezultate svih najnovijih saznanja na polju njihovog otkrivanja, istraživanja uzroka nastanka i razvoja i da odgovarajućim inženjersko-tehničkim rešenjima izvede racionalnu izgradnju na njima, naročito u urbanim područjima.

Prema broju štampanih radova (52 referata sa 72 autora), kao i velikom broju anotacija i prikaza u toku Simpozijuma, može se zaključiti da se radi o veoma interesantnoj tematiki koja je razmatrana na vrlo velikom skenu stručnjaka različitih profila koji su učestvovali u

rešavanju istraživanja i sanaciji klizišta u zemlji i inostranstvu.

Prisustvo nekoliko poznatih stručnjaka iz inostranstva takođe ukazuje na visoki tehnički nivo ovog savetovanja.

Svaka metodološka analiza klizišta zasniva se na koncepcijama, koje su najčešće univerzalno prihvate ne u sklopu odgovarajućih stručnih disciplina.

Celokupna tematika istraživanja i sanacije klizišta podijeljena je u 4 grupe i to:

- postanak i razvoj klizišta
  - metodologija izučavanja klizišta
  - analiza stabilnosti padina i kosina
  - projektovanje i izvođenje saniranja klizišta.

U prvoj tematskoj grupi izdvajaju se radovi autora koji su dali kratak osvrt na izučavanje klizišta u Jugoslaviji, a podeljeni su na nekoliko perioda i to:

- period od 1880. do 1918. godine
- period od 1918. do 1945. godine

Kod novijih izučavanja naših klizišta razlikuju se dva perioda, kod čega prvi obuhvata razdoblje od 1944. do 1970. godine, a drugi pripada poslednjoj deceniji 1970–1980. godine, koja se odlikuje studioznom obradom pojedinih klizišta, odnosno problema povezanih sa nestabilnim područjima. U tom periodu je osnivanje Jugoslovenskog komiteta za hidrogeologiju i inženjersku geologiju dalo podstrek, da se mnogobrojni značajni radovi na polju proučavanja i sanacije klizišta objave i izlože stručnoj javnosti na uvid.

U ovoj grupi su interesantni radovi o metodološkom pristupu izučavanja klizišta, kao i njihova rejonizacija i kategorizacija. Predložena metodologija kategorizacije i rejonizacije terena prema njihovoj stabilnosti odgovara savremenim ciljevima inženjersko-geoloških istraživanja više nego što je odgovarao dosadašnji pristup.

U grupi referata „Metodologija izučavanja klizišta“ prikazani su veoma interesantni slučajevi rešenja pojedinih lokacija, kao što su istraživanja stabilnosti terena beogradskog područja, duž pruge Beograd — Bar u Crnoj Gori, klizište Sendići kod Višegrada i drugi. U radu „Geofizička ispitivanja na klizištima“ dati su primjeri za primenu geoelektrične i seizmičke refrekciione metode kod ispitivanja klizišta (na putu Kruševac — Brus), u okolini Prijepolja, na trasi železničke pruge Beograd — Bar i dr.).

Posebno treba izdvojiti rad „Kabinetski metodi izučavanja klizišta“ u kome je prikazan postupak metode daljinske detekcije i kvantitativne geomorfološke analize nestabilnih područja. Zadatak kabinetnih metoda je obezbeđenje preliminarnih podataka o stabilnosti određenog područja. Postupci daljinske prospekcije obuhvataju analizu i interpretaciju tri kategorije snimaka. Prva — kosmički snimci načinjeni su sa satelita, a po pravilu, u sitnoj razmeri. Drugu kategoriju snimaka čine aerosnički, u razmeri od 1:5.000 do 1:40.000, koji omogućuju stereoskopsko posmatranje. Treću kategoriju snimaka čine terestrički snimci, u krupnoj razmeri 1:100 ili slično. Dat je prikaz ovakvog načina istraživanja za područje Višnjica-Mirijevo, Umka-Barić i dr. Prema tome, izvođenje ovakvog načina analize terena svakako da menja i konцепцију izučavanja klizišta, što treba da dovede do racionalnog korišćenja i rešavanja problema klizišta.

U trećoj grupi problema — analiza stabilnosti padina i kosina, veliki broj referata daje nove pristupe i poglede, kao što su analiza stabilnosti kosina metodom potencijala otpora i primena metode konačnih elemenata u analizi stabilnosti padina i kosina. Osim toga, izložena su i gledišta o diskretnom matematičkom modeliranju prostornih promena uticajnih geomehaničkih karakteristika tla primenom kompjuterske analize.

Po našem mišljenju, najinteresantniji problemi vezani za konkretne sanacione radove prikazani su u četvrtoj grupi — projektovanje i izvođenje saniranje klizišta, od kojih izdvajamo sledeće:

— „Sanacija novog puta Bovan — Soko Banja“, čija iskustva upućuju da se u uslovima heterogenih, a podložnih broj degradaciji stenske mase, principi projektovanja

poprečnog preseka objekata moraju prilagoditi terenskim uslovima, dok radovi na izvođenju moraju da imaju takvu dinamiku da se ne dozvoli degradacija stenske mase u periodu jesen—proleće.

— „Analiza klizišta ceste kod Lončarice pomoću cijevnih drenova“. Na osnovu izvršenih analiza i sanacije i rekonstrukcije deonice puta, došlo se do zaključka da su „bušeni cijevni drenovi primjenjeni za sanaciju kliznjenja dionice ceste Gorešnica—Virovitica, potvrdili veliku prednost za rad na aktivnim klizištima“.

— „Istraživanja i sanacija klizišta starog odlagališta Strezovci“. Prikazani su novi pristup analizi stabilnosti dugačkih kosina primenom Prandlove analize i, na osnovu izučenog mehanizma klizanja, projektovanje sanacionih radova, izradom potporne konstrukcije i rasterećenjem pokretnih masa u gornjem delu klizišta.

— „Sanacija klizišta bušenim šipovima“. Autori su prikazali iskustvo na saniranju klizišta u okolini Beograda, primenom bušenih šipova koja su pokazala veoma dobra tehnička rešenja i povoljne ekonomski efekti. „Zavesa“ bušenih šipova omogućava da se uspostavi ponovno ravnoteža pokrenutih stenskih masa. Primena ovakvog postupka sanacije veoma je pogodna pri pojavi kliznih površina u zoni granice raspadanja (do 20 m ispod površine terena).

Isto tako treba pomenuti radove inostranih učesnika i to:

— M. R. a. t., Centralna laboratorija za puteve i mostove u Francuskoj, sa radom „Hidrogeološka ispitivanja formiranja kosina i dreniranje kosina“

— J. H u t c h i n s a n, Građevinski fakultet, Imperijal kolodž — London sa radom „Metode određivanja položaja kliznih površina u klizištu“.

Jedan od bitnih zadataka istraživanja klizišta je i utvrđivanje dubine i trodimenzionalnog oblika klizne površine. Autor je izložio poglед i rezultate na osnovu merenja vektora pomeranja repera na površini i opažanja pomeranja ispod površine terena, zatim direktnog osmatranja kliznih površina u istražnim iskopima i u bušotinama velikog prečnika. Takođe su u interpretaciji rezultata analizirane vrednosti pornog pritiska, zona omekšavanja, zatim analizom geofizička metoda merenja sa površine terena i u dubini, te je zaključeno da se mora primeniti više metoda i to počevši od najjedinstvenijih prema složenim i skupim da bi se došlo do pravog saznanja o jednom klizištu.

— G. C a r t i e r Centralna laboratorija za puteve i mostove, Pariz: „Studije i istraživanja u vezi klizanja terena“.

Metodologija ispitivanja klizišta ima za cilj da objasni nastali lom i da odredi kriterijume neophodne za procenu, a u cilju saniranja i projektovanja objekata. Izložena metodologija u tri faze daje mogućnost istraživaču da sagleda logičan put razvoja ispitivanja i istraživanja jednog klizišta do njegove definicije saniranja, izbor rešenja, izvođenje radova i nadzora.

Prikazanu metodologiju koristi Centralna laboratorija za puteve u Parizu, kod ispitivanja klizišta, koja je dala veoma dobre rezultate u praksi.

Na kraju želim da napomenem, da su i pored velikog broja veoma interesantnih radova, nedostajali radovi koji se odnose na najnovija saznanja iz opitne tehnike „in situ” i u laboratorijskim uslovima.

dr inž. Radmilo Obradović

### Simpozijum o sušenju uglja po postupku „Fleissner”, Linz, Austrija, 1981.

Dana 24. i 25. juna 1981. godine firma Voest Alpine je organizovala u Linzu, Austrija, Simpozijum o sušenju uglja po postupku „Fleissner”. Na ovom simpozijumu je prikazano 8 referata i dosta je vremena posvećeno diskusiji po izloženoj tematiki. Prezentirani referati se mogu podeliti u dve grupe shodno problematici koju su obrađivali.

**Prva grupa referata**, čiji autori su bili J. Fohl, Leoben-Voest-Alpine, Austrija, M. Miletić, REIK Kolubara, V. Fejzullahu, EP Kosovo i M. Mitrović, Rudarski institut, Beograd, Jugoslavija, tretirala je sam postupak sušenja uglja zasićenom parom po „Fleissner”-u u svetu najnovijih saznanja, sušenje očišćenog lignita Kolubara, klase – 120 + 30 mm pomoći pregrejane pare ( $t = 280\text{--}300^\circ\text{C}$ ;  $p = 17$  bara), sušenje krupnog nepranog lignita Kosovo, klase – 120 + 30 mm pomoći zasićene pare ( $t = 236^\circ\text{C}$ ;  $p = 30$  bara) i zagajivanja životne i radne sredine iz postrojenja za sušenje jugoslovenskih lignita po tehnologiji „Fleissner”.

**Druga grupa referata**, čiji su autori bili M. Pichler, GBK ZS Barnbach i P. Ivanovski, H. Raml i

P. Herber, Voest-Alpine, Linz, Austrija, obrađivala je ciklus sušenja uglja u pogonu kod rada više autoklava u grupi i primenu rezervnog autoklava u cilju održavanja kontinuiranog proizvodnog kapaciteta, nove koncepte postrojenja uz automatizaciju i tehničku modernizaciju postrojenja za sušenje uglja po tehnologiji „Fleissner”.

Na Simpozijumu je zaključeno da primena postupka „Fleissner” za sušenje uglja uslovljava sledeće:

- ne traga sušiti ugalj sa visokim sadržajem pepela
- za svaki ugalj treba utvrditi, shodno njegovim karakteristikama, krupnoći i vremenski ciklus sušenja
- potrebna je primena zasićene a ne pregrejane pare, jer se pomoći zasićene pare iz uglja istiskuje voda u tečnom stanju i na taj način čuva čvrstoća komada uglja, tj. sprečava njegovo raspadanje
- rešenju problema otpadnih voda, gasova i prašine treba posvetiti određenu pažnju shodno postojećim zakonskim propisima
- u novim postrojenjima se može uvesti niz tehničkih modernizacija naročito kod zatvaranja i otvaranja autoklava, a automatizacija može biti primenjena u svakoj grupi autoklava ili centralno za sve grupe autoklava
- za svaku grupu autoklava predviđa se ugradnja jednog analizatora za gas  $\text{CO}_2$ . U svakom autoklavu se meri koncentracija gasa  $\text{CO}_2$  i on se ispušta iz autoklava do dozvoljene minimalne koncentracije. Ovo se obavlja redom na sva četiri autoklava. Do sada se u praksi gas  $\text{CO}_2$  odvodi neprestano, a sa njim su odlazile i velike količine pare. Ugradnjom analizatora odvod  $\text{CO}_2$  se vrši prema potrebi, što smanjuje gubitak pare
- modernizacija postrojenja predviđa i izgradnju pogona u kojima se nalazi u radu po 6 autoklava u grupi, dva puta po 4 autoklava u grupi i 2 x 4 autoklava u grupi + 1 rezervni autoklav.

dipl.inž. Mira Mitrović

## Prikazi iz literature

**Priručnik za jamsko spasavanje i zaštitu od gasova u rudarstvu** (Handbuch für das Grubenrettungswesen und Gasschutzesen im Bergbau), izdao: Verlag Tribüne 1979, cena 13 DM.

Ovaj priručnik tretira detaljno područje jamskog spasavanja i zaštite od gasova u rudnicima NDR. Posle kratkog izlaganja o specifičnim opasnostima govori se o obučavanju pripadnika četa, kao i o obučenim specijalistima za određene zadatke. Izvorni opisi prikazuju očigledno opremu za jamu i zaštitu od gasova. Objasnjena je funkcija i primena raznih aparata na osnovu šematskih crteža. Prikazano je i obezbeđenje intervencije, kao i tendencije za izvođenje akcija za spasavanje i za suzbijanje havarija (zaštita pogonskih postrojenja i pogonskih uređaja, obezbeđenje produženja proizvodnje). Jedan dalji deljak tretira proces disanja, materije koje ugrožavaju zdravlje i prvu pomoć.

**Prilozi dubinskoj tektonici Rurskog karbona** (Beiträge der Tiefentektonik des Ruhrkarbons). — Geologische Landesamt (GLA) Nordrhein-Westfalen 4150 KREFELD — De — Greif Strasse 195, 192 strane, 108 slika, 7 tablica; 2. knjiga: karte, cena DM 91

Rudnici kamenog uglja u Rurskom basenu su potpuno mehanizovani poslednjih 20 godina. Taj tehnički razvoj sa koncentracijom otkopavanja na svega nekoliko otkopnih jedinica imao je kao posledicu visoku proizvodnju, koja je zahtevala dugoročne prognoze o ležištu i položaju slojeva, a naročito njihovih poremećaja. Pitanje položaja sloja dobija sve više na značaju, pre svega zbog prodiranja u veće dubine. To je, uostalom, zasnovano na tome, što u konstrukciji bora Rurskog karbona postoje jasne dubinske razlike. Dok se početkom ovog stoljeća još zastupalo mišljenje, da je konstrukcija bora sa dubinom sve jednostavnija i manje je zaleganje, dotele su se vremenom sve više pokazivali znaci, da se sa povećanjem dubine trebalo računati sa sve komplikovanim prilikama. Tektonski nalazi su, doduše, interpretirani na razne načine.

Nova publikacija Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen sadrži rezultate GLA zajedno sa rezultatima Ministarstva za privredu i saobraćaj o „dubinskoj tektonici“. U toj publikaciji se tretira tektonika boranja i poremećaja rudarske i eksploracione zone Rurskog područja sa desne strane Rajne. Tektonski elementi su opširno opisani i analizirani. Ukazano je na tendencije lateralnih i vertikalnih promena. Radi očiglednog prikazivanja tektonskih prilika služi, pored mnogih slika, 31 tablica u boji sa knjigom priloga sa preglednim kartama, mnogobrojnim profilima i prostornim slikama.

Ispitivanja treba razumeti, presveća, kao priloge za primjenjenu strukturu geologiju ležišta kamenog uglja Rurskog revira. Ona se koncentrišu najpre na Gornji karbon. Sa tako stvorenim podlogama data je osnova za radove na dubinskoj tektonici i dubljih delova basena

Rurskog karbona. Osim toga, analiza bora i poremećaja važna je podloga za tumačenje odvijanja zbivanja kod boranja.

**Geologija u vremenu Getea** (Geologie der Geothemat); publikacija Državnog muzeja za mineralogiju i geologiju u Drezdenu, Essen 1981; izdao: Verlag Gluckauf GmbH, 394 strane, 94 slike i 36 tablica, cena 48 DM

U toj knjizi je prikazan i prema značaju ocenjen rad geologa, i mineraloga, kao što su Buch, Voigt, Keferstein, Freiesleben i Naumann. Ti naučnici su svojim radovima u velikoj meri uticali i oblikovali geologiju, paleontologiju, mineralogiju, kristalografiju i regionalnu geologiju 19. veka u Nemačkoj.

U uvodu se prvi put tumači Frajberška mineraloška zbirka, koju je u svoje vreme glavni rudarski glavar S. von Werder poklonio Johann Wolfgang von Goetheu. Svi radovi se zasnivaju na temeljnoj obradi originalnih radova, karata, akata i dokumenata iz arhiva i muzeja, koji su najvećim delom po prvi put obrađeni za naučno-istorijski prikaz.

Na raznovrsne načine su prikazani odnosi pomenuih naučnika prema Goetheu, ali i prema A.G. Werneru i A.v. Humboldtu. Mnogobrojne slike, faksimili, tablice i karte dopunjavaju tekst. Ova knjiga daje izvanredan uvid u istoriju geonauka posle velikog sukoba neptunista.

**S r z o d k a K. i ostali: Tehnika površinskog otkopavanja**, 2. knjiga; Leipzig, Deutscher Verlag, 310 strana, 240 slika i 97 tablica

Posle 1. knjige o tehnici površinskog otkopavanja, gde je specijalno obrađena eksploatacija minerala u površinskim otkopima, objavljena je sada 2. knjiga u saradnji istočnonemačkih i poljskih naučnika. U njoj su najpre obrađeni tehniku, primenu i razvojne tendencije transportnih sistema u površinskim otkopima, zatim opširna izlaganja o prikazu i primeni mogućih metoda odlaganja uključujući direktno prebacivanje u rastresitim i čvrstim stenama.

Naročita važnost se polaže na mašinske sisteme, koji se primjenjuju u tehnici površinskog otkopavanja. Obrađeni su, takođe, primena pomoćnih oruđa za mehanizaciju sporednih radova, mere za rad površinskog otkopa u toku zime, kao i rekultivacija odlagališta i završne jame sa tehničkog i ekološkog aspekta.

## Prikazi iz literature

**Priručnik za jamsko spasavanje i zaštitu od gasova u rudarstvu** (Handbuch für das Grubenrettungswesen und Gasschutzesen im Bergbau), izdao: Verlag Tribüne 1979, cena 13 DM.

Ovaj priručnik tretira detaljno područje jamskog spasavanja i zaštite od gasova u rudnicima NDR. Posle kratkog izlaganja o specifičnim opasnostima govori se o obučavanju pripadnika četa, kao i o obučenim specijalistima za odredene zadatke. Izvorni opisi prikazuju očigledno opremu za jamu i zaštitu od gasova. Objasnjenja je funkcija i primena raznih aparata na osnovu šematskih crteža. Prikazano je i obezbeđenje intervencije, kao i tendencije za izvođenje akcija za spasavanje i za suzbijanje havarija (zaštita pogonskih postrojenja i pogonskih uređaja, obezbeđenje produženja proizvodnje). Jedan dalji odeljak tretira proces disanja, materije koje ugrožavaju zdravlje i prvu pomoć.

**Prilozi dubinskoj tektonici Rurskog karbona** (Beiträge der Tiefentektonik des Ruhrkarbons). — Geologische Landesamt (GLA) Nordrhein-Westfalen 4150 KREFELD — De — Greif Strasse 195, 192 strane, 108 slika, 7 tablica; 2. knjiga: karte, cena DM 91

Rudnici kamenog uglja u Rurskom basenu su potpuno mehanizovani poslednjih 20 godina. Taj tehnički razvoj sa koncentracijom otkopavanja na svega nekoliko otkopnih jedinica imao je kao posledicu visoku proizvodnju, koja je zahtevala dugoročne prognoze o ležištu i položaju slojeva, a naročito njihovih poremećaja. Pitanje položaja sloja dobija sve više na značaju, pre svega zbog prodiranja u veće dubine. To je, uostalom, zasnovano na tome, što u konstrukciji bora Rurskog karbona postoje jasne dubinske razlike. Dok se početkom ovog stoljeća još zastupalo mišljenje, da je konstrukcija bora sa dubinom sve jednostavnija i manje je zaleganje, dotele su se vremenom sve više pokazivali znaci, da se sa povećanjem dubine trebalo računati sa sve komplikovanim prilikama. Tektonski nalazi su, doduše, interpretirani na razne načine.

Nova publikacija Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen sadrži rezultate GLA zajedno sa rezultatima Ministarstva za privredu i saobraćaj o „dubinskoj tektonici“. U toj publikaciji se tretira tektonika boranja i poremećaja rudarske i eksploracione zone Rurskog područja sa desne strane Rajne. Tektonski elementi su opširno opisani i analizirani. Uzakano je na tendencije lateralnih i vertikalnih promena. Radi očiglednog prikazivanja tektonskih prilika služi, pored mnogih slika, 31 tablica u boji sa knjigom priloga sa preglednim kartama, mnogobrojnim profilima i prostornim slikama.

Ispitivanja treba razumeti, presveća, kao priloge za primjenjenu strukturu geologiju ležišta kamenog uglja Rurskog revira. Ona se koncentrišu najpre na Gornji karbon. Sa tako stvorenim podlogama data je osnova za radove na dubinskoj tektonici i dubljih delova basena

Rurskog karbona. Osim toga, analiza bora i poremećaja važna je podloga za tumačenje odvijanja zbivanja kod boranja.

**Geologija u vremenu Getea** (Geologie der Geothetzeit); publikacija Državnog muzeja za mineralogiju i geologiju u Drezdenu, Essen 1981; izdao: Verlag Gluckauf GmbH, 394 strane, 94 slike i 36 tablica, cena 48 DM

U toj knjizi je prikazan i prema značaju ocenjen rad geologa, i mineraloga, kao što su Buch, Voigt, Keferstein, Freiesleben i Naumann. Ti naučnici su svojim radovima u velikoj mjeri uticali i oblikovali geologiju, paleontologiju, mineralogiju, kristalografiju i regionalnu geologiju 19. veka u Nemačkoj.

U uvodu se prvi put tumači Frajberška mineraloška zbirka, koju je u svoje vreme glavni rudarski glavar S. von Werder poklonio Johann Wolfgang von Goetheu. Svi radovi se zasnivaju na temeljnoj obradi originalnih radova, karata, akata i dokumenata iz arhiva i muzeja, koji su najvećim delom po prvi put obrađeni za naučno-istorijski prikaz.

Na raznovrsne načine su prikazani odnosi pomenućih naučnika prema Goetheu, ali i prema A.G. Werneru i A.v. Humboldtu. Mnogobrojne slike, faksimili, tablice i karte dopunjavaju tekst. Ova knjiga daje izvanredan uvid u istoriju geonauka posle velikog sukoba neptunista.

**S tr z o d k a K. i ostali: Tehnika površinskog otkopavanja, 2. knjiga;** Leipzig, Deutscher Verlag, 310 strana, 240 slika i 97 tablica

Posle 1. knjige o tehnici površinskog otkopavanja, gde je specijalno obrađena eksploatacija minerala u površinskim otkopima, objavljena je sada 2. knjiga u saradnji istočnonemačkih i poljskih naučnika. U njoj su najpre obrađeni tehnika, primena i razvojne tendencije transportnih sistema u površinskim otkopima, zatim opširna izlaganja o prikazu i primeni mogućih metoda odlaganja uključujući direktno prebacivanje u rastresitim i čvrstim stenama.

Naročita važnost se polaže na mašinske sisteme, koji se primjenjuju u tehnici površinskog otkopavanja. Obrađeni su, takođe, primena pomoćnih oruđa za mehanizaciju sporednih radova, mere za rad površinskog otkopa u toku zime, kao i rekultivacija odlagališta i završne jame sa tehničkog i ekološkog aspekta.

## Bibliografija

**I g n a t k i n, V. I.: Formiranje organizacionih struktura za upravljanje tehnološkim procesima u rudnicima uglja** (Die Formierung der Organisationstrukturen zur Leitung technologischer Prozesse in Kohleschaften)  
,,Freiberg. Forschungsh.”, D (1980) 138, str. 107–117, (nem.)

**L i r, Ju. S. i Ž i g u l e n k o v a, A. I.: Tržište cene i normiranje kvaliteta za energetske ugljeve** (Optovye ceny i normirovanie kačestva energetičeskikh uglej)  
,,Ugol”, (1981) 2, str. 45–47, (rus.)

**D m i t r i e v, A. P. i N o v i k, G. Ja.: Kompleksno proučavanje fizičkih osobina stena kao osnova za modernizaciju rudarske tehnike** (Komplexuntersuchung physikalischer Eigenschaften der Gestine als Grundlage der Modernisierung des Bergbaus)  
,,Freiberg. Forschungsh.”, A (1980) 637, str. 7–14, 4 il., 5 bibl.pod., (nem.)

**Mehanika stena** (Mehanika gornyh porod)  
Zap. Leningr. gorn. in-ta, 1980, 82, 145 str., (zbornik na rus.)

**A l e k s e e v, A. S. i M i k h a i l e n k o, B. G.: Univerzalna numerička metoda za rešavanje nestacionarnih zadataka teorije elastičnosti za nehomogene sredine** (A general numerical method for the solution of transient multidimensional problems of elasticity theory for inhomogeneous media)  
,,Innovative humer. Anal. Eng. Sci. Proc. 2nd Int. Symp., Montreal, 1980”, Charlottesvile, 1980, str. 465–471, 2 bibl.pod., (engl.)

**K u s c h e l, K. H.: Mogućnosti i granice kontrole jamskим pritiskom na velikim dubinama** (Möglichkeiten und Grenzen insbesondere der Gebirgsdruckbeherrschung in grösseren Teufen)  
,,Glückauf”, 117 (1981) 3, str. 144–153, 12 il., 3 tabl., 8 bibl.pod., (engl.)

**K o v a l e v, I. A. i P f o r r, H.: Ocena naponsko-deformacionog stanja stenskog masiva pri otkopavanju rudnih ležišta komorno-stubnim sistemom sa zasipavanjem otkopnih komora betonom** (Abschätzung des Spannungs – und Deformationszustandes bei Anwendung des Kammerpfeilerbaus mit Betonversatz im Erzbergbau)  
,,Freiberg. Forschungsh.”, A (1980) 637, str. 63–68, 3 bibl.pod., 3 il., (nem.)

**R a k i š e v, B. R.: Racionalni parametri rasporeda minskog punjenja zadatog prečnika u stenskom masivu** (Racional'nye parametry raspredeleniya zaryada zadannogo diametra v massive porod)  
,,IVUZ. Gornij ž.”, (1981) 2, str. 51–55, (rus.)

**Naučni i tehnički problemi izrade jamskih prostorija** (Naučnye i tehničeskie problemy provedenija gornych vyrabotok)  
,,Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo”, (1980) 190, str. 3–93, (rus.)

**Ž e l j a z k o v a, B.: Nivo i struktura cene koštanja pri podzemnom mehanizovanom dobijanju uglja** (Ravnische i struktura na sebestojnostta pri podzemnom mehanizirano dobiv ba v'glišča)  
,,Godišn. Višš. min.–geol. in-t”, 1978–1979 (1980) sv. 3, 25, str. 195–205, 8 tabl., 3 bibl.pod., (bugar.)

**D e n g i n a, N. I., V o l o d i n a, N. A. i dr.: Tipizacija rudarsko–geoloških faktora koji negativno deluju na otkopavanje slojeva uglja u Kuzbasu** (Tipizacija gorno–geoloških faktorov, otricatel'no vlijajuščih na razrabotku ugoł'nyh plastov Kuzbassa)  
,,Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo”, (1980) 188, str. 26–30, (rus.)

**M i k e l a d z e, A. S. i K o r o g l i š v i l i, K. K.: Optimizacija parametara otkopnih radova pri otkopavanju Tkibuli–Šaorskog ležišta kamenog uglja** (Optimizacija parametrov očistnyh rabot pri razrabotke Tkibuli–Šaorskogo kamenougl'nogo mestoroždenija)  
,,Planir. i proektir. gorn. rabot na ugoł'n. šahtah”, Novosibirsk, 1980, str. 54–64, (rus.)

**G a p a n o v i č, L. N. i L a v r u h i n a, L. Ja.: Tehničko–ekonomска analiza efektivnosti otkopavanja moćnih blago nagnutih i kosih slojeva u SSSR–u** (Tehničko–ekonomičeskij analiz effektivnosti razrabotki moćnih pologih i naklonnyh plastov v SSSR)  
,,Nauč. soobšč. In-t gorn. dela im. A.A. Skočinskogo”, (1980) 188, str. 7–15, (rus.)

**C h a p o t, G., L y a u d e t, G. i C l a p p i e r, I.: Selektivno otkopavanje** (Exploitation et selectivite)  
,,Ind. miner. Techn.”, (1981) 1, str. 44–49, 4 il., 8 tabl., (franc.)

**B l a j d a, R., M u c h a, J. i N i e c, M.: Klasifikacija gubitaka i razblaženja ruda Zn–Pb pri komornom sistemu otkopavanja** (Klasifikacja strat i zubożenia rud Zn–Pb przy eksploatacji systemem komorowym)  
,,Rudy i metale niezel.”, 26 (1981), 1, str. 31–34, 2 il., 2 tabl., 15 bibl.pod., (polj.)

**K o č a n d r i l e, J.: Analiza rudarsko–tehničkih uslova otkopavanja žilnog ležišta kvarca u Detkovicama** (Rešení banskō–technických podminek ložiska žilného kremene v Detkovich)  
,,Sb. GPO”, (1980) 25, str. 75–95, 7 il., 6 tabl., 16 bibl.pod., (češ.)

**S z l a g o w s k i, A.: Tehnološki kriterijumi za određivanje visine radnih etaža na primeru površinskog otkopa Bukova Gora** (Kryteria technologiczne ustalania wysokości scian eksplatacyjnych na przykładzie kopalni „Bukowa Gora”)  
,,Mater ogniotr.”, 32 (1980) 5, str. 151–160, 3 il., 1 tabl., 9 bibl.pod., (polj.)

**B a s t i d, P. i M a i l l o t, R.: Selektivno otkopavanje rude gvožđa visokog kvaliteta na površinskom otkopu**

- Zouerate — Mauritanijska (Exploitation selective des minerais de fer a haute teneur de Zouerate — Mauritanie)**  
„Ind. miner. Techn.“, (1981) 1, str. 14–21, 2 il., 2 tabl., (franc.)
- Argall, G. O.: Površinski otkop bakra Dizon počeo je eksploraciju (Dizon, new open pit copper mine, is on stream)**  
„World Mining“, 34 (1981) 2, str. 49–53, 8 il., (engl.)
- Hohjakov, V. S.: Projektovanje površinskih otkopa (Projektirovanie kar'erov)**  
2-go dopunjeno i prerađeno izdanje, M., Nedra“, 1980, 336 str., (knjiga na rus.)
- Kim, D. N., Sapoznikov, V. T. i Tyckij, G. P.: Karakteristike deformisanja ivica površinskih otkopa kod dijagonalne slojevitosti (Osobennosti deformiranja bortov razrezov pri diagonal'noj slojnosti)**  
„Markšejd. delo v soc. stranah“, Leningrad, (1979) 8, str. 262–264, (rus.)
- Mehl, H. i Bringmann, K.: Rekultivacija odlagališta koja se nasipavaju transportno-odlagačkim mostovima, sa tačke gledišta tehnologije rudarskih radova (Wiederurbarmachung von Förderbrückenkippen aus technologischer Sicht des Bergbaus)**  
„Abproduktmutzung“, Leipzig, 1979, str. 176–185, 3 tabl., 3 bibl.pod., (nem.)
- Chadwick, I. R.: Tendencija u razvoju tehnike površinskog otkopavanja (Materials handling in opencast mining)**  
„World Mining“, 24 (1981) 1, str. 34–35, 1 il., (engl.)
- Chugh, Y. P.: Primena dreglajna na površinskim otkopima uglja SAD (Der Kohlentagebau in den USA unter Verwendung von Schükkubelbaggern)**  
„Neue Bergbautechnik“, 11 (1981) 2, str. 114–118, 6 il., 2 bibl.pod., (nem.)
- Hanneman, D. K.: Kombinovani sistem otkopavanja korišćenjem rotornih bagera i dreglajna na australijskom površinskom otkopu uglja (Combined bucket wheel excavator/dragline application: Goonyella mine – Australia)**  
„Braunkohle“, 32 (1980) 12, str. 450–453, 5 il., 6 bibl.pod., (engl.)
- Tatronović, B. A.: Metoda sastavljanja dijagrama kretanja kompozicija vagona (Metod sostavljenja grafikov dvizhenija lokomotivosostavov)**  
„Razrab. rudn. mestorožd.“, Kiev, (1981) 31, str. 31–34, 2 il., 2 bibl.pod., (rus.)
- Arzamaskov, V. N. i Kulikov, A. N.: Optimiranju kapaciteta kamiona na površinskim otkopima (O normirovani proizvoditel'nosti kar'ernyh avtomobilej)**  
„Prom. transp.“, (1981) 1, str. 16–17, 2 il., 1 tabl., (rus.)
- Ledent, P., Beckery orders and forth, Ch. i Krauss, U.: Ekonomski aspekti gasifikacije uglja in situ (Wirtschaftliche Aspekte der In-situ-Vergasung von Kohle)**  
„Glückauf“, 117 (1981) 1, str. 24–27, 5 il., 5 tabl., 9 bibl.pod., (nem.)
- Pirard, J. P.: Uticaj odnosa vodena para — oksidans i pritska gase na efektivnost procesa gasifikacije uglja (Etude des equilibres thermodynamiques des reactions de gazeification en vue de l'optimisation du rapport vapeur/comburant injecté dans un gazogene souterrain)**  
„Rev. Inst. franc. petrole“, 35 (1980) 6, str. 1025–1045, 17 il., 3 tabl., 1 bibl.pod., (franc.)
- Razrada tehnologije podzemne gasifikacije uglja (Arco's second UCG project under way in Wyo)**  
„West. Oil Report“, 37 (1980) 10, str. 76–77, 1 il., (engl.)
- Denev, S. i Stolcova, R.: Osobine mineralne površine pri različitim metodama otvaranja minerala (Osobenosti na mineralnata povrhnost pri različni metodi na razkrivane)**  
„Godish. Visš. min.–geol. in-t“, 1978–1979 (1980), sv. 4, 25, str. 49–60, 5 il., (bugar.)
- Ulrich, M.: Raspodela vremena zadržavanja materijala u vibracionom mlinu (Verweilzeitverteilung in einer Schwingmühle)**  
„Aufbereitung–Technik“, 22 (1981) 2, str. 72–78, (nem.)
- Finkelshtejn, G. A., Ivanov, N. A. i Zarogatskij, L. P.: Tehnološke i eksploracione osobine konusnih inercionih drobilica (Tehnologičeskie i ekspluatacionnye osobennosti konusnyh inercionnyh drobiloek)**  
„Gornyj ž.“, (1981) 3, str. 52–55, 4 il., (rus.)
- Nove drobilice Univerzal (Universal adds new crushers)**  
„Rock Prod.“, 83 (1980) 12, str. 110, 1 il., (engl.)
- Parasjuk, P. F., Migal', A. I. i Željtjakov, V. V.: Povećanje veka trajanja rebrastih obložnih ploča u mlinu sa kuglama (Uvećanje dołgoečnosti rebristyh futerovočnyh plit šarovoj mel'nicy)**  
„Gornyj ž.“, (1981) 3, str. 62–63, 2 il., 3 bibl.pod., (rus.)
- Papin, Ju. V., Kogan, G. N.: Postupak za obogaćivanje azbestnih ruda (Sposob obogašenija asbestovyh rudi) /Vses. n.-i. i proekt.-konstruk. in-t po avtomatiz. predpriatij prom-sti stroit. materialov/**  
Avt. sv. SSSR, kl. B 07 B 13/00. Nr. 768490, prij. 28.11.78, Nr. 2690653, objav. 7.10.80.
- Ritter, Ju., Debjaga, E. G. i Tarakanov, O. G.: Obrazovanje pene i struktura adsorpcionih slojeva u rastvorima silikonskih površinsko–aktivnih materija u prostom oligoefire (Prenoobrazovanje i struktura adsorpcionnyh sloev v rastvorah silikonovyh PAV v prostom oligoefire)**  
„Kolloid. ž.“, 43 (1981) 2, str. 309–314, (rus.)
- Certilin, B. S. i Samygina, V. D.: Uticaj visine zone mineralizacije na selektivnost flotacije (Vlijanie vysoty zony mineralizacii na selektivnost' flotacii)**  
„IVUZ. Cvet. metallurgija“, (1981) 1, str. 7–10, 8 bibl.pod., (rus.)
- Šrejder, E. M., Kontorović, V. E. i dr.: Flotacione osobine nekih monocikličnih aromatičnih jedinjenja (Flotirujuće svojstva nekotoryh monocikličeskikh**

---

---

**RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD**

izdaje časopis:

**„RUDARSKI GLASNIK“**

(izlazi 4 puta godišnje)

**Oglašavajte vaše proizvode u časopisu**

**Cene:**

<b>1/1 strana u crno-beloj tehnići</b>	<b>3.000,00.- d.</b>
<b>1/2 strane u crno-beloj tehnići</b>	<b>2.000,00.- d.</b>

**Redakcija**

---

---

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

# RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 16.500 termina

U radu na rečniku učestvovali su najeminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik ima format pogodan za upotrebu.

---

O-113  
odlagalište, hidromonitorno visinsko

flushing dump above level  
décharge (f) à chasse d'eau au  
dessus du niveau  
Hochspülkippe (f)  
высокосмытной отвал

O-114  
odlagalište, klizanje

stockpile sliding; depot sliding  
glissement (m) du remblai  
kippenseitig  
отвальный оползень

O-115  
odlaganje, mesto

depot position; storage position  
position (f) du dépôt  
Kippstelle (f)  
отвальное место

O-116  
odlagalište, napredovanje

advance of waste dump  
avancement (m) du dépôt  
Kippenfortschritt (m)  
подвигание отвала

O-117  
odlagalište, odbacivačko

stacker dump  
dépôt (m) formé par l'engin de rejet  
Absetzerkippe (f)  
экскаваторный (абзетцерный) отвал

O-118  
odlagalište, okrenut ka

facing the stockpile; facing the depot  
face (f) vers de dépôt; face (f) vers  
remblai  
Kippenrutschung  
со стороны отвала

---

Cena iznosi 300,00— dinara.

**USKORO IZLAZI IZ ŠTAMPE**

# **Godišnjak o radu rudnika uglja u 1980. godini**

**Cena knjige je 2.700,00 — dinara.**

Zainteresovani je mogu poručiti ili odmah uplatiti na račun 60805-506-6228  
SDK Zemun, a Redakciji »Rudarskog glasnika« dostaviti tačnu adresu, na  
koju će knjiga biti upućena.

**Knjiga se pre uplate ne dostavlja!**

**Redakcija**

# **PROIZVODAČI OPREME**

Dostavite nam prikaze Vaših najnovijih proizvoda koje ćemo objaviti BES-  
PLATNO u rûbrici »Nova oprema i nova tehnička dostignuća«.

Članak treba da obuhvati najviše 5 kucanih stranica sa 2—3 fotografije.

Prikaze dostaviti na adresu:

**R U D A R S K I I N S T I T U T**

Redakcija »Rudarskog glasnika«  
Zemun, Batajnîčki put br. 2.

**Redakcija**

# POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

Cena po  
primerku

- Dr ing. Mira Manojlović-Gifing:  
»TEORETSKE OSNOVE FLOTIRANJA« 40,00

## INFORMACIJA C<sub>1</sub>

Informacija o proizvodnji, zalihami i tržištu uglja koja izlazi mesečno i daje sliku momentalnog stanja, godišnja pretplata 1.000,00

- Prof, ing. N.Najdanović – dr ing R. Obradović:  
„MEHANIKA TLA U INŽENJERSKOJ PRAKSI“ 400,00

- Dr ing. Branislav Genčić:  
»TEHNOLOŠKI PROCESI PODZEMNE EKSPLOATACIJE SLOJEVITIH LEŽIŠTA« (I deo) 50,00

- Prof. dr Velimir Milutinović:  
»KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA« 100,00

- »INFORMACIJE B« (po pregledu od 1—56) 25,00



## RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringu, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
  - IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
  - IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA
- 
- površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
  - oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
  - miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arkitektonske i elektromontažne delatnosti i tehničke zaštite
- 
- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVODENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
  - REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA
  - VRŠI OPTIMIZACIJU KAPACITETA I IZBOR NAJPOVOLJNIJIH VARIJANTI KORIŠĆENJEM SAVREMENIH METODA MATEMATIČKIH MODELA

Centar za dokumentaciju Rudarskog instituta obaveštava o dostignućima svetske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti.

---

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski Institut izdaje kvartalni časopis:

**RUDARSKI GLASNIK**



# RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 691-223 telex 11830 YU RI

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
  - open-cast and underground exploitation of mineral ores
  - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
  - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.**

---

The Institute of Mines editorial activities include the quarterly periodical:

**RUDARSKI GLASNIK**

- veliki broj stručnjaka
- visok naučni i stručni nivo
- ostvareni naučno-istraživački rezultati  
primjenjeni u praksi
- iskustvo i pracenje naučnih  
dostignuća u svetu
- savremena oprema  
garantuju: BRZE

SAVREMENE  
KVALITETNE  
usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

POSLOVNİCU ZA KONSULTACIJE

I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd — Zemun, Batajnički put broj 2

Telefon 691-223 (Telex 11830 YU RI)

Poštanski fah 116.



- large number of experts
- high scientific and specialized level
- realized scientific-research results applied in practice
- experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
- up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

**FAST**

**CONTEMPORARY**

**HIGH QUALITY**

services in above activities

For the arrangement of complete engineering  
in the field of mining, refer to the:

**CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE  
OF MINING**

Beograd — Zemun, Batajnica put br. 2

tel. 691-223 — telex 11830 YU RI



TEHNIČKI REDAKTOR: MIRA MARKOVIĆ – NASLOVNA STRANA: A. KATUNARIĆ – SLIKA  
NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOG-  
RAD) –FOTO: S. RISTIĆ

