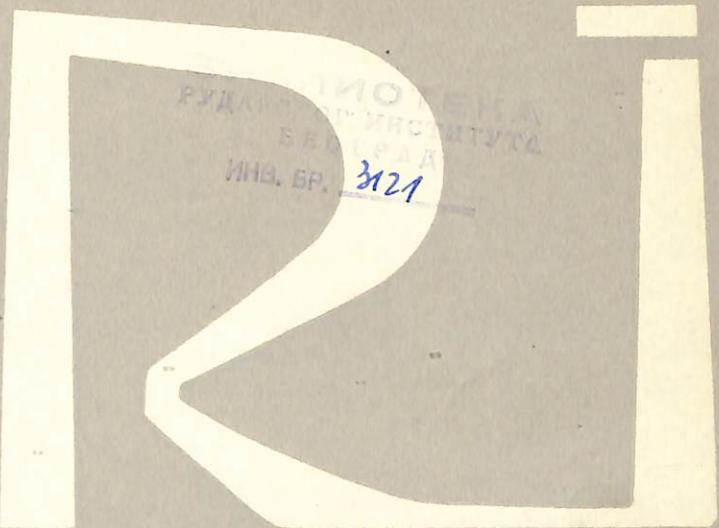


INFORMACIJE B

B R O J 33



Dipl. ing. FRANC WEISS

**RAZVOJ OTKOPNIH METODA U RUDNICIMA MRKOG UGLJA „REMBAS“
I PROBE UVODENJA ŠIROKOČELONOG OTKOPAVANJA**

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD 1965.

S A D R Ž A J

Uvod	—	—	—	—	—	3
Uslovi eksplotacije	—	—	—	—	—	3
Primenjivane otkopne metode	—	—	—	—	—	6
Analiza primenjenih otkopnih metoda	—	—	—	—	—	8
Probe mehanizovanja procesa otkopavanja	—	—	—	—	—	11
Pokušaji širokočelnog otkopavanja	—	—	—	—	—	11
Probe podgrađivanja čelikom	—	—	—	—	—	13
Probe uvođenja širokog čela sa čeličnom podgradom i mehaničkim otkopavanjem	—	—	—	—	—	13
Dosadašnja iskustva sa kombajnom	—	—	—	—	—	18
Zaključak u pogledu otkopavanja čelom u Strmostenskom reviru	—	—	—	—	—	18
Sta treba učiniti u perspektivi za unaprede- nje proizvodnje	—	—	—	—	—	19
Zaključak	—	—	—	—	—	19

UVOD

Otkopne metode koje su se dosad primenjivale u rudnicima Resavsko-moravskog ugljenog bazena, odgovaraju istorijskom razvoju pojedinih rudnika. S obzirom na kvalitet i moćnost ugljenog sloja, bile su uvedene uskočelne otkopne metode. Poznato je, da je uhodani način otkopavanja kako za radnike, tako i nadzorno tehničko osoblje najjednostavniji, jer svaka promena otkopne metode nije vezana samo za tehničke uslove ležišta i mehanizaciju, već i pripremljenost ljudi, a to je najvažniji momenat.

U posleratnom periodu uložena su ogromna sredstva za otvaranje novih ugljonošnih područja i uvođenje savremene mehanizacije u proces eksploatacije. Ovi radovi počeli su 1950. godine i sad se privode kraju. Faralelno s tim, trebalo je modernizovati i pronaći nove metode rada i kod otkopavanja, ali se s tim probama počelo tek 1953. godine.

U ovoj studiji analiziraće se uskočelne metode, koje su dale male učinke uz utrošak velikih količina materijala i energije. Zatim će se u kratkim crtama prikazati dosadašnji rad na uvođenju novih metoda i dati tendencija budućeg razvoja na osnovi parametara koji su dosadašnjim radovima eksploatacije utvrđeni.

USLOVI EKSPLOĀTACIJE

Mrki ugalj pripada oligo-miocenskoj starosti, crne je boje sa sjajnim proslojcima. Specifična težina varira između 1,31 i 1,32 kg/cm². U pogledu čvrstoće na pritisak ubraja se u srednje tvrde ugljeve. U ležištu je ugalj vrlo krt, pun pukotina po kojima se cepa. Ugalj je na različitim delovima ležišta različitog kvaliteta u pogledu pepela i vlage.

Eksplatišu se reviri: Senjski rudnik, Ravna Reka,

Resavica II, Selište, Orlovica, Crveni Breg i Vodna.

Postoji manja razlika u kvalitetu uglja iz pojedinih pogona, kao i krovine i podine. Te razlike su kod krovine znatno veće nego kod podine. U podini se nalaze isključivo sivi do sivo-zeleni glinoviti peščari, koji su približno ravnomernog karaktera za celo ležište. Razlike zavise od procentualnog učešća gline, koja u prisustvu vode i vlage buja. Gline imaju vanredno mali koeficijent čvrstoće i najmekše su stene u produktivnom delu sloja.

U povlati sloja nalaze se laporci, laporovito-peskovite gline, glinoviti peščari zelene do crne boje, crveni peščari sa glinom i jurski krečnjaci.

Moćnost laporaca vrlo je različita. Obično je slučaj, da se na mestima gde se javljaju debeli i kompaktni laporci nalazi i pravilno razvijen ugljeni sloj. Na mestima gde se javljaju crveni peščari u ugljenom sloju ili blizu ugljenog sloja, moćnost sloja je vrlo varijabilna.

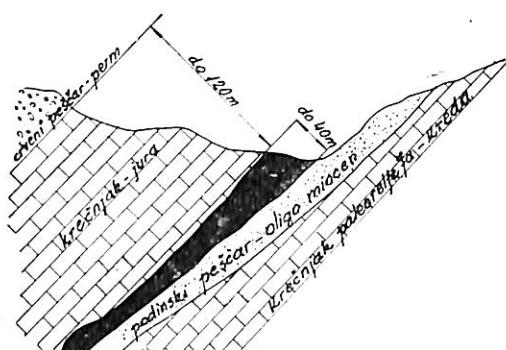
			% pepelo	% vlaga
Senjski Rudnik				
Ravna Reka				
Resavica 2				
Selište 2. sa Sublinom			6	
C. Breg				
Orlovica				
Vodna		a	— pepelo — vlaga	

Sl. 1 — Pepeo i vlaga u rovnom uglju po jamama.

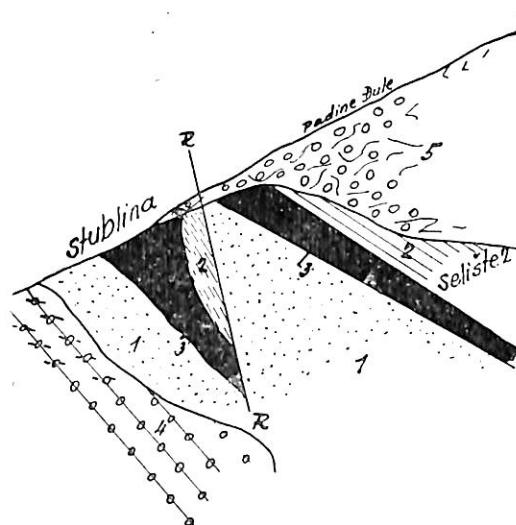
Tipična ležišta sa jako razvijenim laporcima su Ravna Reka, Selište I i Resavica III. U tim jamama moćnost ugljenog sloja proteže se na većem delu ravnomerno, prelomi su manjeg obima, a kvalitet uglja je ravnomeren. Ukoliko se taj laporac pojavljuje kao izdrobljeni laporac, moćnost ugljenog sloja u ležištu se menja, pojavljuju se velika nagomilavanja (slika 4) kao što je slučaj u Staroj Jami, ili pak nagomilavanja uglja zajedno sa glinom (slika 5), kako se pojavljuju u Selištu II i Stublini. Interesantno je, da su prilikom eksploatacije jame Stublina vadeni delovi sloja u kojima je bila sačuvana drvena struktura, delimično stabla i panjevi. Silaskom u dubine struktura nestaje i povećava se stepen karbonizacije ugljene mase.

Brzo menjanje kvaliteta uglja i pratećih stena onemogućava unapred projektovanje položaja ugljenog sloja, već se isti može često samo prepostaviti. Iako su vršena istraživanja u jamama Stublina, Selište I i II kao i Crvenom Bregu, za sada se može samo prepostaviti profil prikazan na slici 6. Uzročnik svih pojava je nemirni period navlačenja starijih masa preko ugljenog sloja (permski crveni peščari).

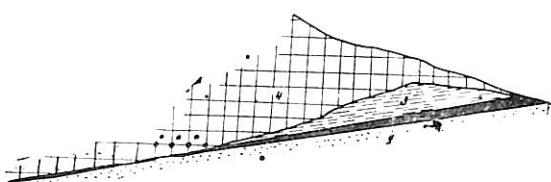
Severno i južno od Selišta na mnogim mestima pojavljuje se permski crveni peščar direktno na ugljenom sloju ili se između njih nalazi tanji proslojak laporca ili glina. U predelu nekadašnjih rudnika Sisevac ugalj se pojavljivao u obliku sočiva. Isti je slučaj u Padalištu i Bučaru. U Senjskom rudniku ugalj je dobrim delom prekriven jurskim krečnjacima, koji su bili transportovani crvenim peščarima i prebačeni preko sloja.



Sl. 2 — Presek ležišta u Senjskom rudniku.



Sl. 5 — Geološki presek ležišta u jami Stublina i Selište II
1 — podinski peščar; 2 — laporci; 3 — ugljeni sloj;
4 — crveni peščar; 5 — konglomerati.



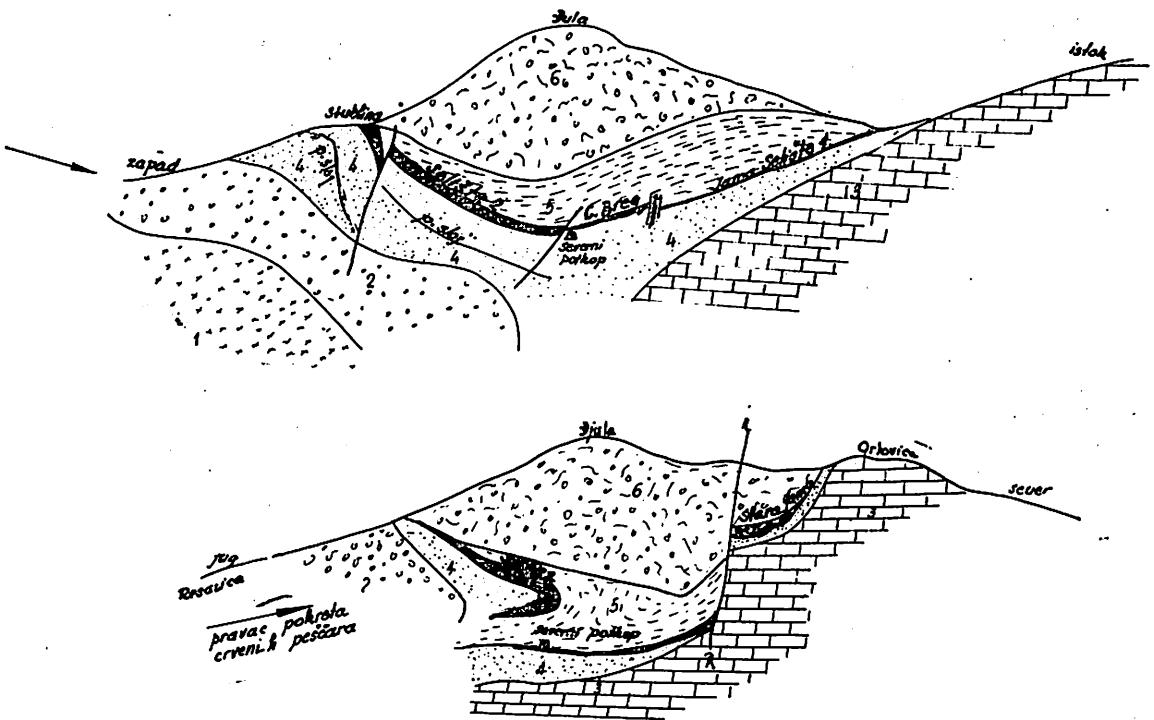
Sl. 3 — Presek kroz osu Rayne Reke.
1 — ugljeni sloj; 2 — podinski peščar; 3 — laporac; 4 — crveni peščar.



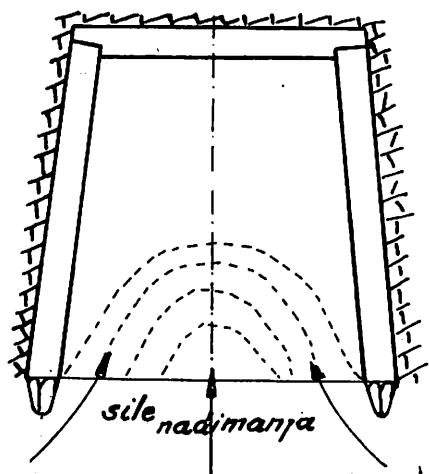
Sl. 4 — Presek sloja jame Selište I i Stare Jame.

Ova kratka analiza pokazuje da imamo vrlo neravnomerne kvalitete krovnih naslaga, koji su imali uticaj na pojavljivanje uglja unutar sloja.

I pored tako velikih promena u pogledu kvaliteta uglja u krovini možemo zaključiti da u produktivnim područjima moćnost ugljenog sloja iznosi u proseku 5 m. Prelazi iz tankih u deblje slojeve, moćnosti čak preko 8 m, su vrlo brzi. Ugalj se drobi u kocke i broj preloma je mali na mestima gde su lepo razvijeni laporci, dok je na mestima gde su laporci jako izdrobljeni ugalj jako karboniziran i izdrobljen, broj preloma je velik, ali malih dimenzija. Pojavljivanje ugljenog sloja ispod crvenog peščara je vrlo različito i svako ležište ima sasvim karakteristične pokazatelje u pogledu moćnosti, stepena kar-



Sl. 6 — Principijelni geološki preseci Đulske sinklinale
 1 — andezit-dacit; 2 — crveni peščar; 3 — kredni krečnjak; 4 — podinski peščar; 5 — laporci; 6 — konglomerati pliocena.



Sl. 7 — Bujanje podine

lonizacije, broja preloma, čistoće uglja i jalovih proslojaka, drobljivosti itd. Na kontaktu između njih, crveni peščari su jako izdrobljeni, a kontakt je glinovit. Obično su ti predeli suvi.

U pogledu jamskih požara, poznato je da se ovaj ugalj u jami rado pali i da su jamski požari bili neprekidni pratilec rudara od 1856. godine pa sve do danas. Naročito opasni požari su bili na mestima gde je ugljeno ležište vrlo debelo i gde se otkopavalo u etažama. U jamama moćnosti sloja do 4 m jamski požari nisu bili primećeni. Uzrok tih požara bio je način otkopavanja — sa uzanim čelima i zarušavanjem; kod tog otkopavanja napredak i proizvodnja su mali, normativ pripreme velik, uz stalno održavanje jamskih prostorija zbog velikih pritiska. Bituminozni proslojci u laporcu doprinose procesu zagrevanja i jamskih požara.

Sve ove stene su takvog kvaliteta da se moraju dobro podgrađivati. Nekada podgrada u drvenom trapezu ne može odoleti pritiscima pa se koristi poligonska podgrada.

Dobiveni fizičko-mehanički elementi za ugalj i prateće stene, prikazane su u tablici 1.

Tablica 1

Pokazatelj	Mrki ugalj	Laporac	Podinski peščar
Zaprem. težina, kg/dm ³	1,32-1,31	2,33-2,22	2,36-2,30
Čvrstoća na pritisak, kg	399-262	434-316	62-52
Koefficijent čvrstoće	4-2,5	4-3	0,6-0,5
Kategorija po prof.			
Protodakonovu, st (f)	V-VI	V-Va	VIII-IX
Ugao trenja	75-85°	45°	30-58°
Zilavost pri udaru	—	0,12-0,116	—
Pritisak bubrenja	—	—	59-100

PRIMENJIVANE OTKOPNE METODE

Sa sigurnošću se može reći da na području bazen raspolaže sa preko 50 miliona tona rezervi sposobnih za efikasnu eksploataciju. Na području današnjih rudnika, bez područja Sisevca, do kraja 1964. godine bilo je eksploatisano preko 17 miliona tona i to:

	godina	t
S. Rudnik, ocena,	1853-1894.	820.000
S. R. podaci	1895-1906.	787.000
S. R. — Ravna Reka ocena	1907-1909.	250.000
S. R. — R. R. podaci	1910-1912.	341.000
S. R. — R. R. ocena	1913-1918.	465.000
S. R. — R. R. podaci	1919-1940.	3,303.000
S. R. — R. R. podaci	1941-1944.	361.000
Resava — procena	do 1944.	3,000.000
Ukupno	do 1944.	9,327.000
Bazen	od 1945-1964.	8.173.000
S v e g a:		17,500.000

Ova proizvodnja je postignuta za 111 godina rada preduzeća i to isključivo uskočelno otkopnim metodama. Otkopavalo se zarušavanjem po stubnoj, prečnoj, pensilvanskoj i „T“ metodi. Od prvih dana rudarenja ne postoje pisani dokumenti o otkopnoj metodi. Ali od 1896. godine pa nadalje znamo da se otkopavalo po stubnoj odnosno prečnoj metodi

sa zarušavanjem i da je primenjena otkopna metoda bila uzročnik slabih učinaka, velikog utroška materijala, velikog pritiska i čestih jamskih požara. Zbog slojnih prilika tražilo se je rešenje u zapunjavanju otkopanih prostorija sve do 1935. godine, kada se mislilo na primenu i celnog otkopavanja. Normativ građe od 1923. do 1940. godine kretao se između 53 i 102 m³/1000 t, a rudnički učinak između 670 i 280 kg/nad.

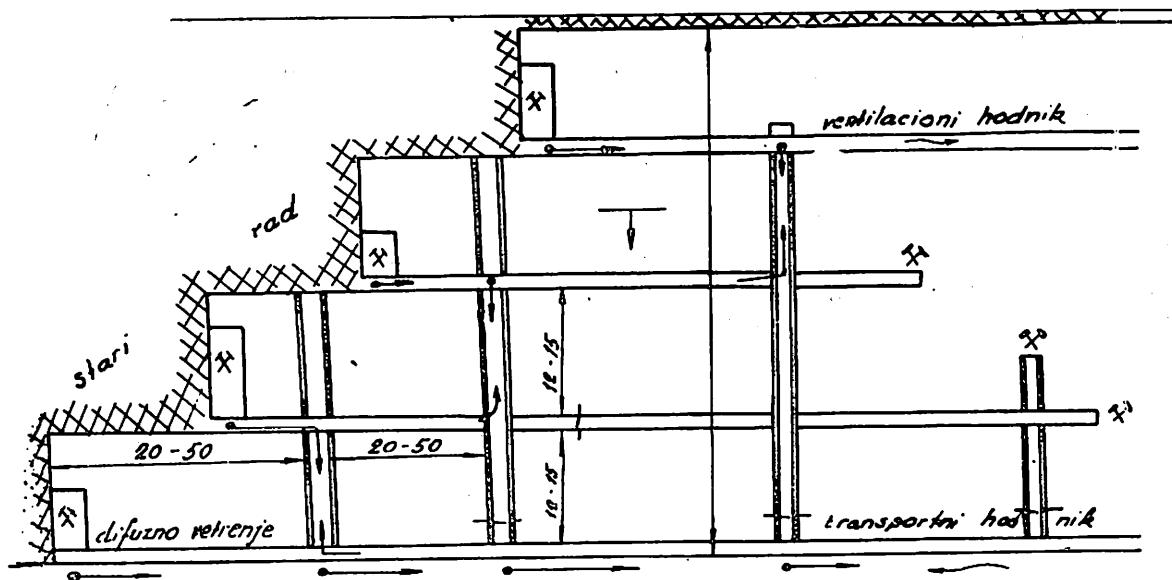
Posle rata dobivena je savremenija mehanizacija, ali se učinak nije popravio, već je ostao približno u istim granicama, jer su radovi eksploracije sišli u veće dubine i pristupilo se eksploraciji i likvidaciji onih područja, koja su bila nekada ostavljena kao nerentabilna (zone jamskih požara).

U tanjim slojevima moćnosti do 4 m otkopavalo se po s t u b n o j m e t o d i sa zarušavanjem. Otkop je bio 4 m širok i 4 m visok. Ugalj se dobivao otpucavanjem, ručnim utovarom, a otkop se podgrađivao drvenom podgradom. Gustina bušotina je iznosila 1,4 kom/m² površine radilišta. Jednim otpucavanjem dobijeno je od 8-23 tone uglja. Na jednom otkopu rade obično četiri radnika. Odvoz od radilišta do spuštaljke zadatak je radnika na radilištu. Učinak na otkopu varirao je od 2,5 do 6,4 t/nad.

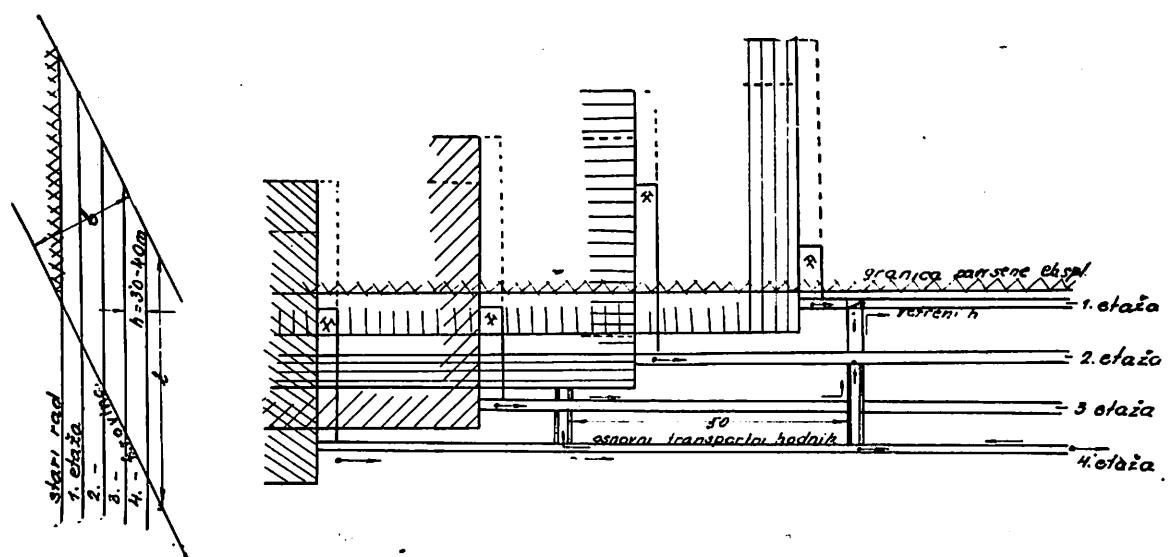
Kod veće moćnosti sloja otkopavalo se je po p r e č n o j m e t o d i, kod koje je veličina radilišta ista kao i kod stubne metode sa razlikom da se je morao na pod radilišta pre zarušavanja položiti frlog. Teži uslovi rada zahtevali su veći normativ građe i obezbeđivali manji učinak, a utrošak eksploziva je bio nešto manji.

Zbog malih radnih površina kod stubne i prečne metode težilo se je za povećanjem radne površine. To je bilo omogućeno u delu jame Selište I, gde je bio ugalj čvrst, moćnosti 4 m, sa kompaktnim krovnim laporcima, pa se je radilište moglo proširiti i do 10 m širine. U tom predelu otkopavalo se je p e n s i l v a n s k o m m e t o d o m sa 5 radnika i postignut je bio prosečan učinak od 6,4 t/nad. za vreme napredovanja otkopa, i 11,8 t/nad. za vreme obaranja zaštitnog stuba između otkopa i starog rada. Ova metoda je zahtevala kontinuirane transportere u neposrednoj blizini radilišta mesto do tadašnjih vagoneta. Ona je zahtevala znatnu koncentraciju. Na žalost metoda zahteva odlične slojne prilike, a što nije uvek slučaj.

U poslednje vreme sve ove tri otkopne metode zamenila je tzv. „T“ o t k o p n a m e t o d a koja je bila uvedena posle nabavke transporteru za otpremu sa radilišta do centralnog mesta u jami. Ova metoda je, u stvari, stubna cdnosno prečna me-

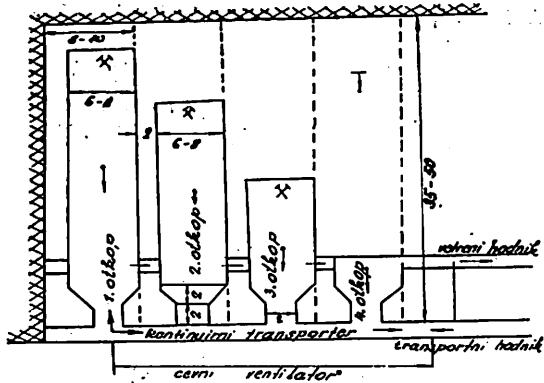


Sl. 8 — Pian stubne otkopne metode.



Sl. 9 — Pian prečne otkopne metode.

ANALIZA PRIMENJENIH OTKOPNIH METODA

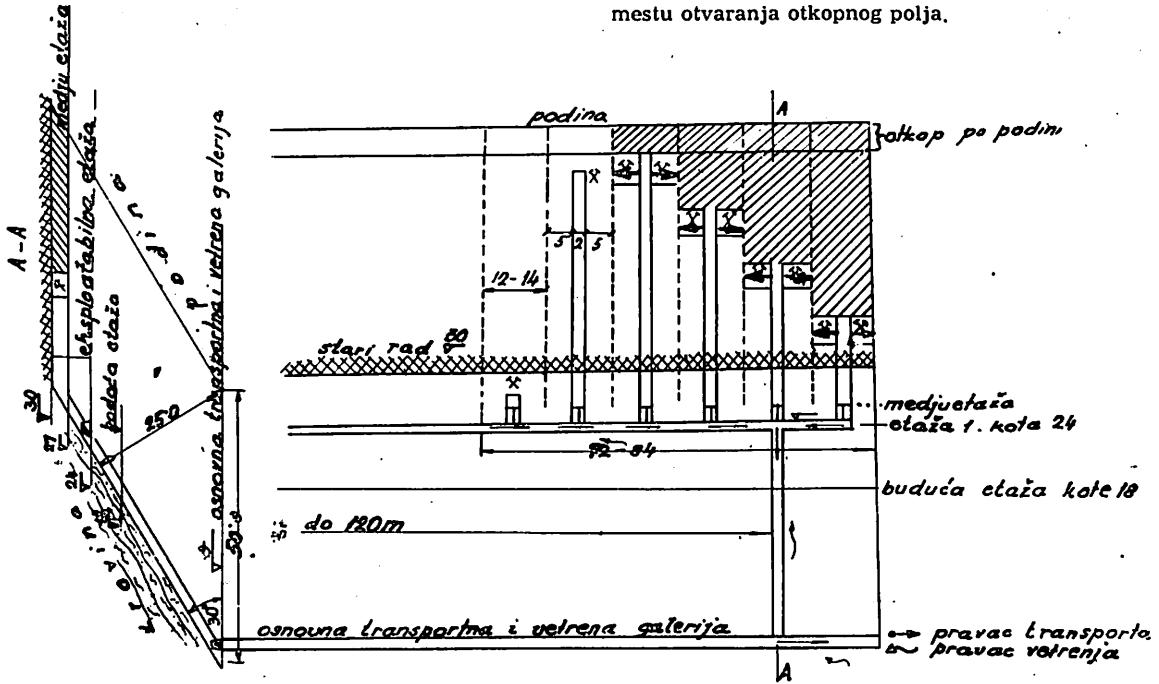


Sl. 10 — Pensilvanska metoda.

Sirina i visina otkopnog radilišta iznosila je do 4 m maksimalno zbog pritiska koji se pojavljuju unutar otkopa. Lagano napredovanje radilišta po padu uslovljavalo je povećavanje pritiska u otkopu, zbog čega je došlo, povremeno, do neplanskog zarušavanja, zagrevanja i jamskih požara.

Otkopni učinci jako variraju po jamama jer su slojne prilike veoma različite. Pored toga, stalno se menja vлага, kapacitet otpreme i dovoza podgradnog materijala, jačina ventilacije i temperatura, ne samo po jama, već i po delovima jama. Primenom jedne otkopne metode učinak može varirati i za 70%.

Veličina otkopnih polja zbog slojnih prilika nije velika. Obično je otkopno polje ograničeno istančanjima sloja, redje prelomima. Otkopava se uvek zarušavanjem odozgo na dole, prema centralnom mestu otvaranja otkopnog polja.



Sl. 11 — Otkopavanje međuetaža „T“ otkopnom metodom

toda otkopavanja koja omogućuje primenu transportne kontinuirane mehanizacije, jer može sa više radilišta (4—8) eksploatisati iz jedne pripreme po padu sloja ili po horizontalnom preseku kod debeлиh slojeva. Podgrada je bila pretežno drvena, radiće se je sa zarušavanjem, ali je bilo izvesnih proba i pokušaja sa čeličnim stupcima, koji su se postavljali uzduž ugljenog stuba.

Ugalj se dobivao primenom svih pobrojanih otkopnih metoda otpucavanjem. Izuzetno su retki slučajevi da je ugalj moguće kopati kilavicom. Do 1953. godine ukinuti su bili svi kompresori za pokretanje rotacionih bušalica za ugalj, nekoliko cevnih ventilatora i po neki vitao na komprimirani vazduh i mesto ove mehanizacije uvedena je mehanizacija na električni pogon. Vreme potrebno za bušenje jedne bušotine do 1,2 m je vrlo malo i zajedno sa pripremom nije potrebno više od 1—2 mi-

nuta. Bušenjem dubljih bušotina nisu bili postignuti vidljivi rezultati u pogledu povećanja učinka ili zrnovitosti. Po pravilu, otpucavalo se eksplozivom kamniktit br. II, osim u delovima onih jama gde se zbog pojave metana moralo otpucavati metan komniktitom. Odnos jednog i drugog eksploziva u istoj steni je 100:160. Za rad u istom kvalitetu uglja, odnosno kod uglja iste čvrstoće broj bušotina je bio kao 10:14, a napredovanje bušenjem kao 100:180. Ugalj je tvrd, ali krt, zbog čega je ideo sitnog uglja vrlo visok, čak preko 55%, zavisno od stepena karbonizacije. Ako sumiramo utrošak eksploziva za sve jame dobivamo da je normativ za stubnu 155, za prečnu 130, za pensilvansku 170 i za „T“ metodu 130—150 kg/1000 tona.

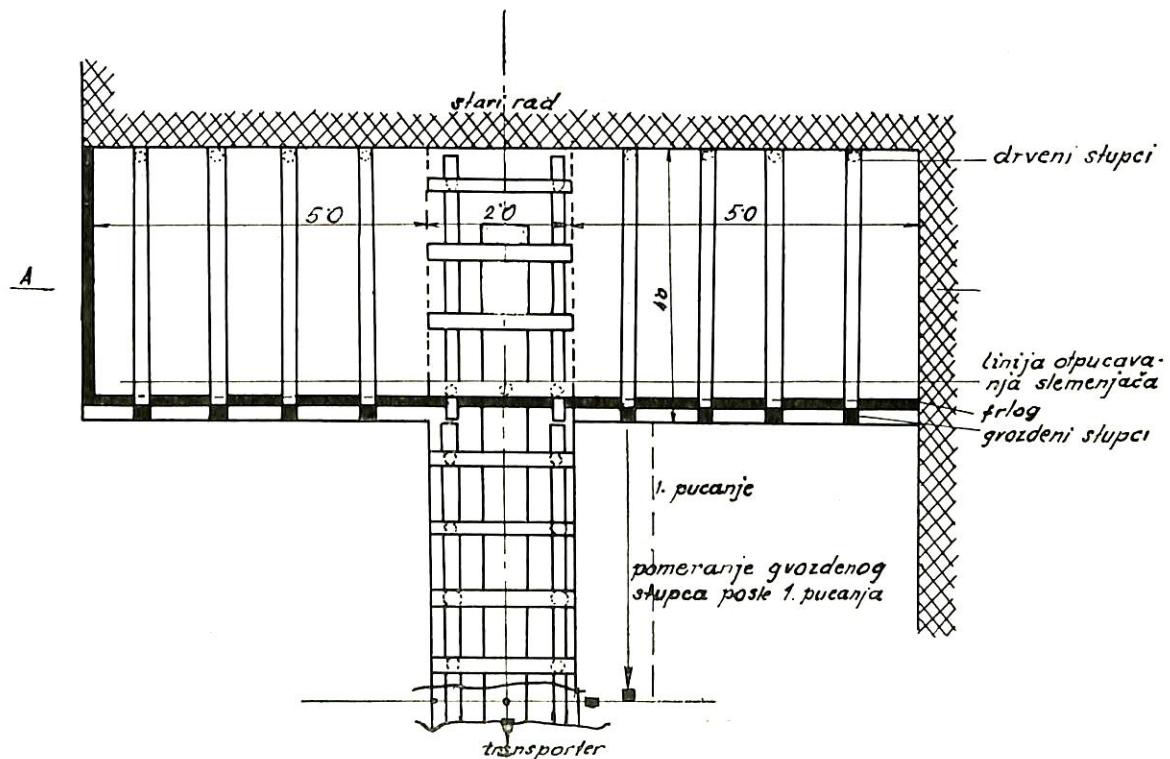
Uoči rata bilo je slučajeva uvođenja podsekačica na komprimirani vazduh firme „Korfmann“, na točkovima iligusenicama, u jami Ravna Reka, za rad na pripremnim i na otkopnim radilištima. Glomaznost i velika težina ovih mašina, komplikovana manipulacija istim i razbivenost radnih mesta po jami

ledu smanjenja utroška eksploziva i povećanja zrnovitosti, već je u utrošen priličan rad za premeštanje i rukovanje mašinom.

Primenjene otkopne metode pokazale su, da za proces dobivanja dolazi u obzir jedino bušenje i otpucavanje.

Podgrađivanje pripremnih i otkopnih radilišta vršeno je isključivo jamskom građom. Postoje izvesne razlike u utrošku iste po otkopnim metodama, ali ta razlika nastupa pretežno zbog razlike u slojnim prilikama (veći ili manji pritisci). Utrošak je iznosio kod stubne metode 24, kod prečne 30, kod pensilvanske 27, a kod „T“ metode 26 m³/1000 tona. Najveći utrošak kod prečne metode je razumljiv jer postoje najveći pritisci, a dužina otkopa često nije dirigovana već zavisi od moćnosti ugljenog sloja.

Uvođenjem „T“ metode otkopavanja u debelim slojevima, korišćenjem odvozne mehanizacije i izbacivanjem jamskog vagoneta sa otkopne etaže do-



Sl. 12 — „T“ metoda sa korišćenjem čeličnih stubaca.

nisu omogućili efikasan rad ovih mašina te se nisu mogle primeniti.

U posleratnom periodu pokušalo se u raznim jama bazena sa „Siscoal“ rotacionim podsekačicama, ali se nisu postigli nikakvi rezultati u pog-

bila se znatna koncentracija uz znatno smanjenje pripremnih radova u odnosu na raniju prečnu metodu, jer se izrađivala samo svaka druga etaža bez međuetaza. Time je smanjen pritisak, omogućeno je solidno podgrađivanje u poligonskoj podgradji, a

znatni radovi na održavanju su otpali. Neposredna priprema računa se u otkop pa se praktično otkopna priprema izrađuje po celoj moćnosti do starog rada u stropu. Na slici 12 prikazan je položaj drvenih i gvozdenih stupaca, linija otpucavanja slemenjača, položaj frloga sa unutrašnje strane otkopa pre zarušavanja i premeštanje gvozdenog stupca iz pret-hodnog otkopa u susedni otkop. Jedan otkop zajedno sa otkopnom pripremom dužine 50 m, širine 14 m i visine 3 m sadrži oko 2.700 tona. Za ove radove potrebno je:

Otkopna priprema	27 smena x 3 =	81 nadnica
Otkopavanje	81 smena x 5 =	405 nadnica
Pomoć. održav.	27 smena x 2 =	54 nadnice

U k u p n o : 540 nadnica

Otkopni učinak iznosi 5,0 t/nad., što je znatno više nego što se postiže prečnom metodom, kod koje se kreće između 3,3 i 3,6 t/nad. Na ovom otkopu uštedeno je najmanje 140 stupaca. Praktične probe su dokazale da je moguće koristiti, na predloženi način, čeličnu pôgradu delimično i to sa puno uspeha.

Kapaciteti otkopnih polja su vrlo često bili ograničeni kapacitetom transporta. Tek uvođenjem jednolančanih grabuljastih transporterata ovo usko grlo je bilo otklonjeno, te su kapaciteti polja bili uglavnom zavisni od raspoložive radne snage

Već ranije smo napomenuli da su primenjivane otkopne metode bile uzročnik jakog zagrevanja i paljenja kako uglja, tako i bituminoznih masa u jami. Kod debelih slojeva je došlo do jamskih požara i iste bi bilo moguće eliminisati jedino zasipavanjem otkopnih prostorija ili apsolutnom promenom otkopne metode. Na svim većim rudnicima, odnosno jamama bazena, postojali su uređaji za zasip (npr. Senjski rudnik i Ravna Reka — zamuljivanje, Selište II — pneumatsko zabacivanje), ali su isti služili samo za stvaranje izvesnih tampona, odnosno pregrada u jamama, protiv prostiranja jamskih požara u jami, a ne kao uhodana otkopna metoda.

Kod otkopavanja u pojasevima po padu (Ravna Reka) treba zasipavati u krovnoj partiji potpuno, ukoliko se želi potpuna sigurnost, da kod otkopavanja podinske partie ne dođe do samozapaljenja u stropu. Ukoliko se ne zasipava, otkopavanje podinske partie mora uslediti otkopavanju krovinske partie u roku od 14 dana. Ako je taj raskorak veći, zbog bituminoznih laporaca i ugljene prasine, možemo očekivati izbijanje jamskog požara. Tako brzo otkopavanje podinske partie kod uskočelnih otkopnih metoda je praktično nemoguće.

Mala brzina otkopavanja nije uzročnik samo jamskih požara već i malih kapaciteta. Otkopi su mali i na njima rade tri do pet radnika. Površina jednog otkopa iznosi najviše do 24 m^2 (kod „T“ otk-

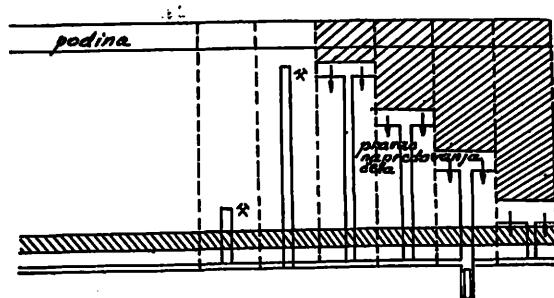
Tablica 2

Red. broj	Pokazatelj	Jed. mere	Stubna	Prečna	Pensil- vanska	, „T“
1. Površina čela		m^2	do 16	do 16	32	14x2
2. Otkopni učinak		t/nad.	4,5	3,6	6,4	4,4—5,1
3. Eksploziv		kg/t	0,155	0,130	0,170	0,120—150
4. Jamska građa		$\text{m}^3/1000$	24	30	27	26
5. Normativ pripreme		$\text{m}/1000$	33—20	30—15	16	14—10
6. Pad sloja			do 30°	neogran.	do 15°	neogran.
7. Broj radnika		nad.	3—4	3—4	5	5
8. Dnevna proizvodnja		tona	48	43	115	100
9. Broj otkopa u polju		broj	4	4	4	4x2
10. Broj priprema za novo polje		broj	2	2	2	1
11. Opasnost od jamskih požara		mala	opasno	mala	velika	
12. Veličina održavanja		mnogo	ogromno	malo	malo	
13. Mogućnost mehanizovanja odvoza		ne	ne	može	može	
14. Dozvoljeni kvalitet krovine		slaba	slaba	odlič.	slaba	
15. Moćnost sloja		do 4	neodr.	do 4	neodr.	
16. Maksimalna dužina otkopa		25	50	50	50	50/5

kopne metode). Korišćenjem iste, na jednoj etaži možemo položiti 4 dupla otkopa i dve do tri pripreme. Napredak otkopne pripreme i otkopa na smeru iznosi oko 2 metra. Ako uzmem horizontalno odstojanje od krovine do podine 50 m (Selište II), za pripremu treba 27 smena ili 9 radnih dana. Jedan otkop dubine 5 m otkopava se 6 smena. Za 48 m otkopnog fronta treba 72 smene. Za isklinjenje na podini su potrebne 4 smene, a za isklinjenje ispod krovine 5 smena (zbog polaganja frloga i bušenja u strop). Ukupno 81 smena ili 21 radni dan. Ako otkopavamo sa 4 dupla otkopa, to je za godinu dana potreban otkopni front dužine 572 m i godišnji proizvodni kapacitet polja iznosi 120.000 tona.

Sve do momenta uvođenja grabuljara, otkopna priprema radena je strogo po pružanju sloja. Sada se izrađuje u pravcima po 50—100 m, nezavisno od krivudanja sloja. Normativi pripreme su ipak veliki i kod stubne iznosi 33 do 20 m, kod prečne 30 do 15 m, kod pensilvanske ispod 16 m, a kod „T“ metode između 14 i 10 m/1000 tona. Kod poslednje, otkopna priprema ulazi u otkopavanje. Ukoliko bi i nju računali u pripremu, normativ bi bio čak do 35 m/1000 tona.

Osnovni pokazatelji svih otkopnih metoda prikazani su u tablici 2.



Sl. 13 — „T“ metoda sa čelnim napredovanjem otkopa.

PROBE MEHANIZOVANJA PROCESA OTKOPAVANJA

Pokušaji širokočelnog otkopavanja

U svetu postoje dve glavne metode eksploatacije. Jedna je našla masovnu primenu u Severnoj Americi, gde se otkopava na malim čelima određenim mašinama za kopanje i utovar, gde podgradivanje ne postoji ili se podgrađuje samo ankerima u stropu. Pri tome se ostavlja znatni ugljeni stu-

bovi u starom radu. Ovaj sistem rada zahteva odličnu krovinu i podinu i velike mase uglja, no stepen iskorišćenja ležišta je mali. U Evropi je našla masovnu primenu širokočelna otkopna metoda, kod koje otpadaju negativne pojave američkog načina otkopavanja, ali se, obzirom na slojne prilike „Rembas“-a ipak postavljaju zahtevi određene ravnomernosti sloja po pružanju i padu, u pogledu moćnosti, čvrstine krovine, nosivosti podine, veličine polja, kao i tehničkog vaspitanja radne snage. Detaljno ćemo pogledati šta je bilo učinjeno u tom pravcu u posleratnom periodu.

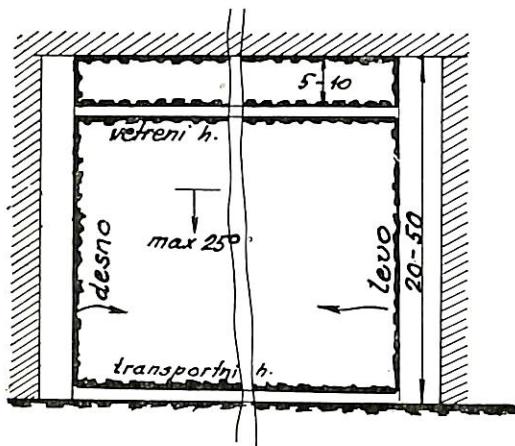
Već 1946. godine su vršene probe u Ravnoj Reci na glavi 22og uskopa. Prilazni put do radilišta bio je obezbeđen jednokolosečnim uskopom ili hodnikom, za podgradivanje se raspolagalo samo bukovim cepanicama. Provjetravanje radilišta je bilo difuzno. Transport kroz čelo i prilazni hodnik obavljale su stressaljke na komprimirani vazduh i ugalj se tovario na glavi uskopa. Posle par meseci rada uz pomoć iskusnih kopača iz Slovenije, ove probe su bile obustavljene.

Znatno povoljnije slojne, a posebno transportne prilike su bile 1948. godine u jami Selište I. Sloj moćnosti 4 m otkopavao se ispod kompaktnih laporaca, ali je podina bila vrlo bujava i mekana. Podgradivalo se bukovom oblom i cepanom gradom, uz dodatne drvene stubove kako prikazuje sl. 14. Meka podina je bila uzročnik da širokočelno otkopavanje nije uspeло. Pritisak krovine se preneo na meku podinu, te je nabijao drvene stupce i drvene kule u podinu. Podina je iza čela rasla (slika 15), gradu nije bilo moguće vaditi, a ukoliko se pokušalo zarušavati po liniji A zarušilo bi se čelo sve do linije B.

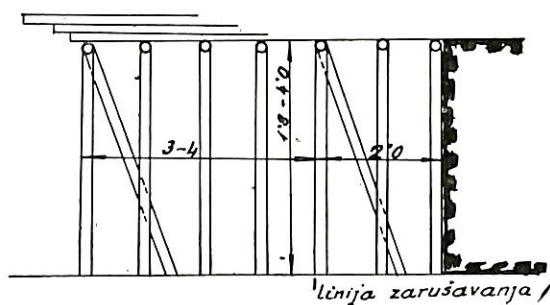
U proleće 1949. godine je bila izvršena proba ostavljanja drvenih stubova u starom radu. Čelo je napredovalo 40 m kada je na polaznom mestu došlo do naleganja krovine na podinu. Do prelamanja krovine i rušenja stubova nije došlo. Način rada nije bio rentabilan zbog ostavljanja velikih količina grade u starom radu, pa se opet prešlo na stubnu metodu otkopavanja.

Od 1950—1956. godine bilo je nekoliko proba otkopavanja širokim čelom sa drvenom podgradom i zamuljivanjem u Ravnoj Reci. Ovo se činilo zbog sprečavanja širenja jamskih požara, dakle kao preventive, a ne kao uvođenje nove otkopne metode. U to vreme vršene su i prve probe otkopavanja kratkim čelom sa čeličnim stupcima. Način podgradivanja je bio isti kao i kod drvene podgrade, samo su drvene stupce zamenili gvozdeni. Zbog teškog vađenja stupaca prilikom zarušavanja, probe nisu uspele.

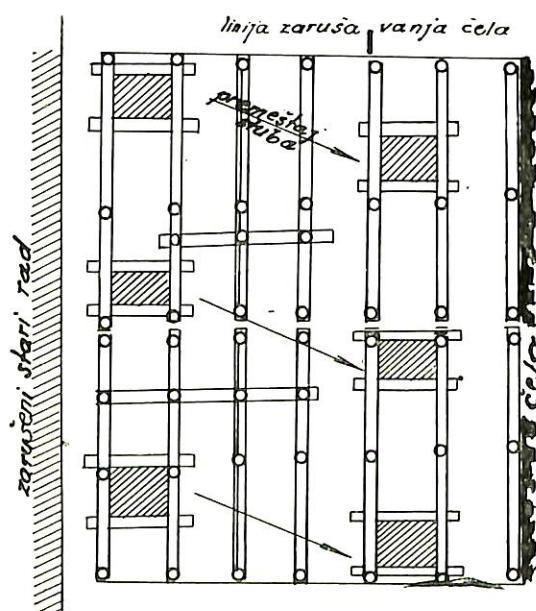
A



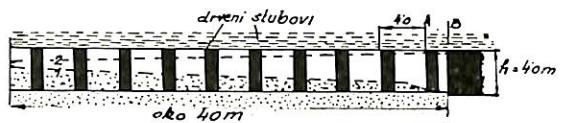
B



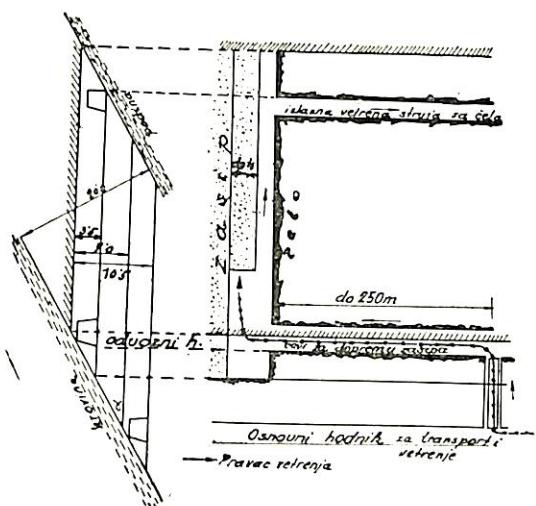
C



Sl. 14 — Širokočelno otkopavanje sa drvenom podgradom (tanji sloj do 4 m)
A — situacioni nacrt čela
B — plan čela
C — presek čela.



Sl. 15 — Bujanje podine i spuštanje krovine na čelu.



Sl. 16 — Široko čelo sa zastalom za debele slojeve.

U jami Selište II 1961. i 1962. godine pokušalo se sa sanacijom jako zagrejanog dela jame širokočelnim otkopavanjem etaže, uz zabacivanje suvog zasipnog materijala zabacivačem na komprimirani vazduh. Gvozdeni stupci su se koristili kao pomoćni i vadili pre potpunog zasipavanja. Posle rada od skoro godinu dana došlo je do prekida u dopremi zasipnog materijala zbog novih jamskih požara, što je imalo za posledicu obustavu rada, a eksploatacija se nastavila po „T“ otkopnoj metodi. Kao i ranije, tako i ovi radovi predstavljaju pokušaj sprečavanja širenja jamskog požara, ali ne isključivo uvodenje nove metode eksploatacije.

Postavlja se pitanje da li je bilo urađeno sve, da bi se uvelo širokočelno otkopavanje ili ne. Odgovor je sigurno negativan. U vreme od prvih proba, do ovih poslednjih, otklonjeni su bili mnogi uzočnici, zbog kojih se čelno otkopavanje u prvim posleratnim godinama nije moglo uhodati. To su: mehanizacija odvoza, veličina otkopnog polja, temperatura i vlaga jamskog vazduha, novčana sredstva za nabavku čelične podgrade, broj rudarskih inženjera i sl.

Ne raspolažemo pokazateljima postignutim za vreme vršenja tih proba, ali su svakako slični, odnosno još slabiji nego što su postignuti uskočelnim otkopnim metodama.

Probe podgrađivanja čelikom

Sve do kraja 1963. godine podgrađivanje čeličnom podgradom na pripremi, kao i na otkopima bilo je minimalno, sa vrlo nedovoljnim praktičnim rezultatima.

Prva kružna podgrada za podgrađivanje u hodnicima prečnika 2,2 m bila je nabavljena 1953/1954. godine. Bila je ugrađena na kontaktu izdrobljenih laporaca sa šiferastim bituminoznim masama, i podinskih glinovitih peščara. Nakon godinu dana ova podgrada je bila sva iskrivljena i većim delom uništена. Sledeće godine je podgrađeno 231 m hodnika u lučnoj podgradi kroz crvene peščare. Nakon 10 godina nije potrebna nikakva reparatura. U 1959. god. u kružnoj podgradi prečnika 3 m podgrađen je bio uskop po sloju, i isti je, sa izvesnim opravkama, izdržao do 1964. godine. Masovnija primena čelične podgrade u hodnicima počinje 1963. godine a 1964. godine otpočela je proizvodnja okvira za razne profile u sopstvenoj radionici.

Kod analize uskočelnih otkopnih metoda napomenuli smo prve probe podgrađivanja u otkopima čeličnim stupcima. Prvo u Ravnoj Reci, a kasnije u Selištu II. Veći deo tih stupaca se nalazi još danas na rudnicima, delimično van upotrebe zbog manjih opravki, a prva veća nabavka domaćih čeličnih stupaca STT bila je izvršena u drugoj polovini 1963. godine i rudnici danas raspolažu sa stupcima za 250 m širokog čela.

Probe uvođenja širokog čela sa čeličnom podgradom i mehaničkim otkopavanjem

Iz dosadašnjeg razmatranja možemo zaključiti da pokazatelji uskočelnih otkopnih metoda, primenjenih kod eksplotacije mrkog uglja, predstavljaju znatno podbacivanje u odnosu na jugoslovenski prosek. Ovo važi posebno za produktivnost jedinačnih otkopa i otkopnih polja. Dosadašnje probe otkopavanja širokim čelima dale su isto tako vrlo negativne rezultate. Zbog toga se studiralo i lutalo sve do 1963. godine, kada je doneta odluka da se u novootvorenom reviru Strmosten izvrši probno otkopavanje širokim čelima u čeličnoj podgradi i sa mehanizovanim otkopavanjem. Do tog saznanja se došlo na osnovu slojnih prilika. Moćnost sloja stvarno varira u širokim granicama od 2 do 11 m, jalovi proslojci su retki i samo na obodonu delu, ali je krovina dosta glinovita sa malim količinama vode. Ukoliko je crveni peščar, ovaj je izdrobljen dok su laporci relativno tanki. Zbog ovakvog kvaliteta krovine, istu treba gusto založiti košticima, ali se kod zarušavanja lepo odvaja na tačno određenim linijama zarušavanja. Kvali-

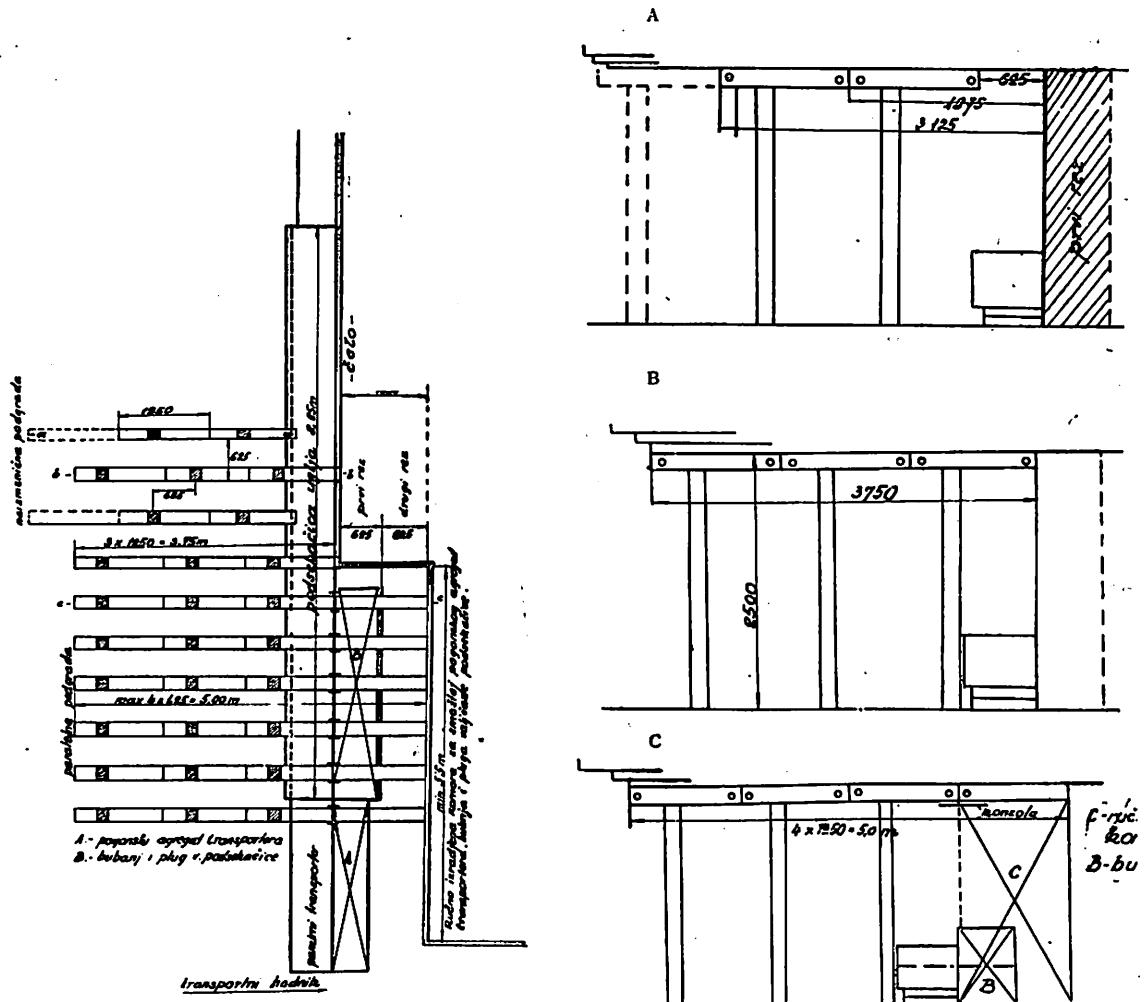
tet ugljenog sloja je povoljan, ugalj je relativno čvrst, ne odronjava se zbog naleganja krovnih slojeva u dubini ispred čela, a posle podsecanja potreban je mali broj bušotina za obaranje gornje polovine sloja na čelu. Vrlo povoljan je kvalitet podine u odnosu na kvalitet podine u drugim jama. Ista je vrlo peskovita sa malim količinama gline, zbog čega se ne ispoljava posebno jako bujanje podine. Ovo je potencirano činjenicom da je jama za sada suva — bez vode.

Nepovoljno se odražava na uvođenje širokočelnog otkopavanja menjanje moćnosti sloja. Međutim, ova negativna pojava nije bitna, što se dokazalo probama ako se otkopava sloj po celoj moćnosti, sa dva ili više čela jedno iza drugog. Drugo čelo može napredovati iza prvog na odstojanju od 10 m. Na tom odstojanju je crveni peščar gornjeg pojasa već slepljen, zato što je prilično izdrobljen, te sadrži određenu količinu gline i vlage.

Na ovo rešenje se prešlo zbog toga, što ovaj rudnik, izrađen i otvoren do 1963. godine, ne raspolož profesionalnom radnom snagom, te je bilo nužno potrebno pronaći takvu otkopnu metodu koja će uz minimum radne snage obezbediti maksimum proizvodnje.

Za eksplotaciju ovog revira sredinom 1963. godine iz Poljske je bila nabavljena sledeća mehanizacija: dvolančani pancirni grabuljar za rad na širokom čelu dužine 60 m, po kome se kreće mašina za podsecanje uglja tipa KWB—2 sa bubnjem, odnosno spiralom prečnika do 1100 mm. U hodnicima u niskopima transport obavljaju dvolančani transporteri gumene trake. U osnovnom hodniku proizvodnju preuzimaju jamski vagoneti zapremine 2 m³. Pored toga nabavljena je odgovarajuća čelična podgrada za široko čelo i to stupci i grede.

Pri isporuke ove opreme bilo je potrebno uhodati sistem otkopavanja širokim čelom manje dužine u čeličnim stupcima i gredama. Ovo nije bilo učinjeno na vreme. Probe otkopavanja u drevnoj podgradi bile su završene meseca novembra, pa se prešlo na otkopavanje čelikom na čelu dužine 35 m i to u krovnom i u podinskom delu čela. Sve predrađenje su bile završene u roku od tri meseca, te je taj kratak rok imao kasnije negativne posledice na odvijanje procesa eksplotacije. Radnici i nadzorni personal nisu bili u stanju da uvek pravilno i na vreme reaguju na mnoge pojave. Ove probe su bjele vršene, kako to prikazuje slika 14, u sekcijsima po 4 m. Prelaskom na čeličnu podgradu pristupilo se podgrađivanju kako je to prikazano na slici 17. Izradivala se komora sa paralelnim načinom podgrade, dok je ostal deo otkopa bio podgraden naizmenično. Kroz čelo je bio položen pancirni transporter i dužina otkopa je iznosila 70 m.



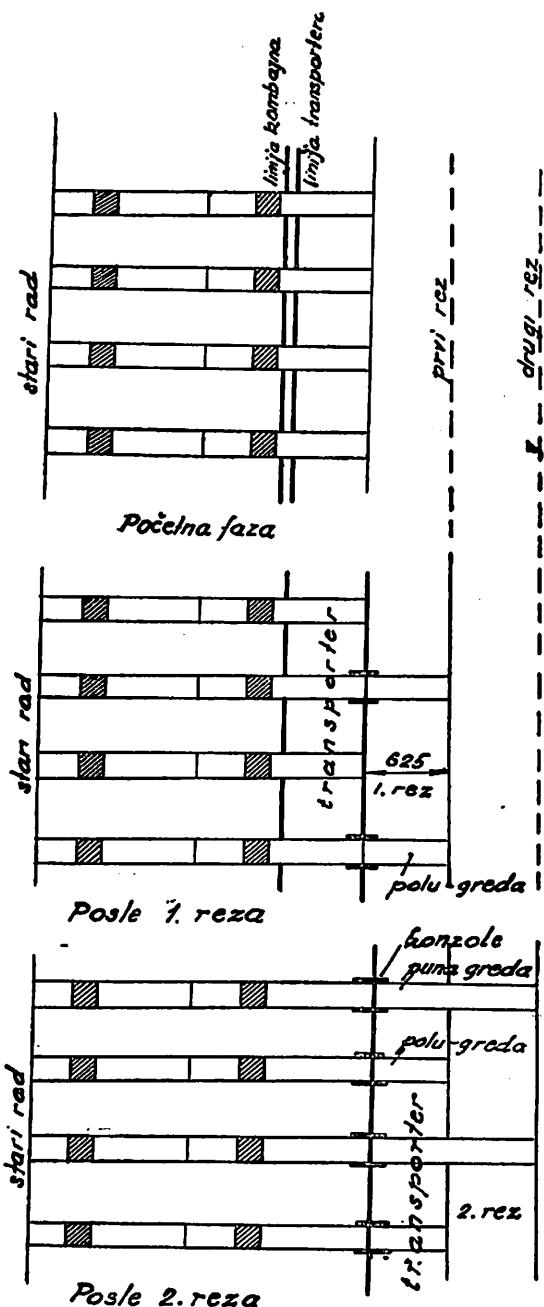
Sl. 17 — Podgrađivanje komore i čela
A — presek a — a; B — presek b — b; C — presek c — c.

Gustina podgrade je značajna. Odstojanje između pojedinih redova podgrade iznosi 625 mm. Korak napredovanja iznosi isto 625 mm, koliko iznosi napredovanje kod upotrebe bубnjaste podsekačice. Kod paralelnog podgrađivanja odstojanje između stupaca po pružanju iznosi 1250 mm, a kod najzmeničnog 625 mm. Gustina stupaca iznosi 1,04 kom/m², jer je odstojanje po padu 625 mm.

Ovako određena gustina stupaca nije postavljena na osnovu podataka merenja, već prema podacima literature za slične stene i montan-geološke prilike. U budućnosti će svakako biti potrebno izmeniti pritiske na stupce i na osnovu veličine tih pritisaka odrediti pravilnu gustinu podgrade.

Kod otkopavanja se ne prelazi visina čela od 2.500 mm u proseku. Kod najzmeničnog rasporeda

greda koje se postavljaju u pravcu pružanja, obezbedeno je, da svaka druga greda dođe sasvim do čela, postavljena na papuču. Stupac se podbije ispod te grede tek kada napreduje celo čelo za daljih 625 mm. Ovaj način podgrađivanja u praksi se nije pokazao najbolje, jer su kod ovakvog rasporeda stupaca prolaz i prenošenje materijala kroz otkop dosta otežani. Zato se prešlo na paralelni način podgrađivanja duž celog otkopa (sl. 18). U ovu svrhu bile su izgrađene polugrede. U početnoj fazi svi stupci su postavljeni duž čela, a greda do samog čela. Grabuljar je položen duž samog čela. Posle izrade prvog reza i obaranja uglja do stropa, na svaku drugu gredu namestimo polugredu pomoću konzole. Zatim se izradi drugi rez i na svaku drugu



Sl. 18 — Paralelno podgrađivanje polugredama na čelu.

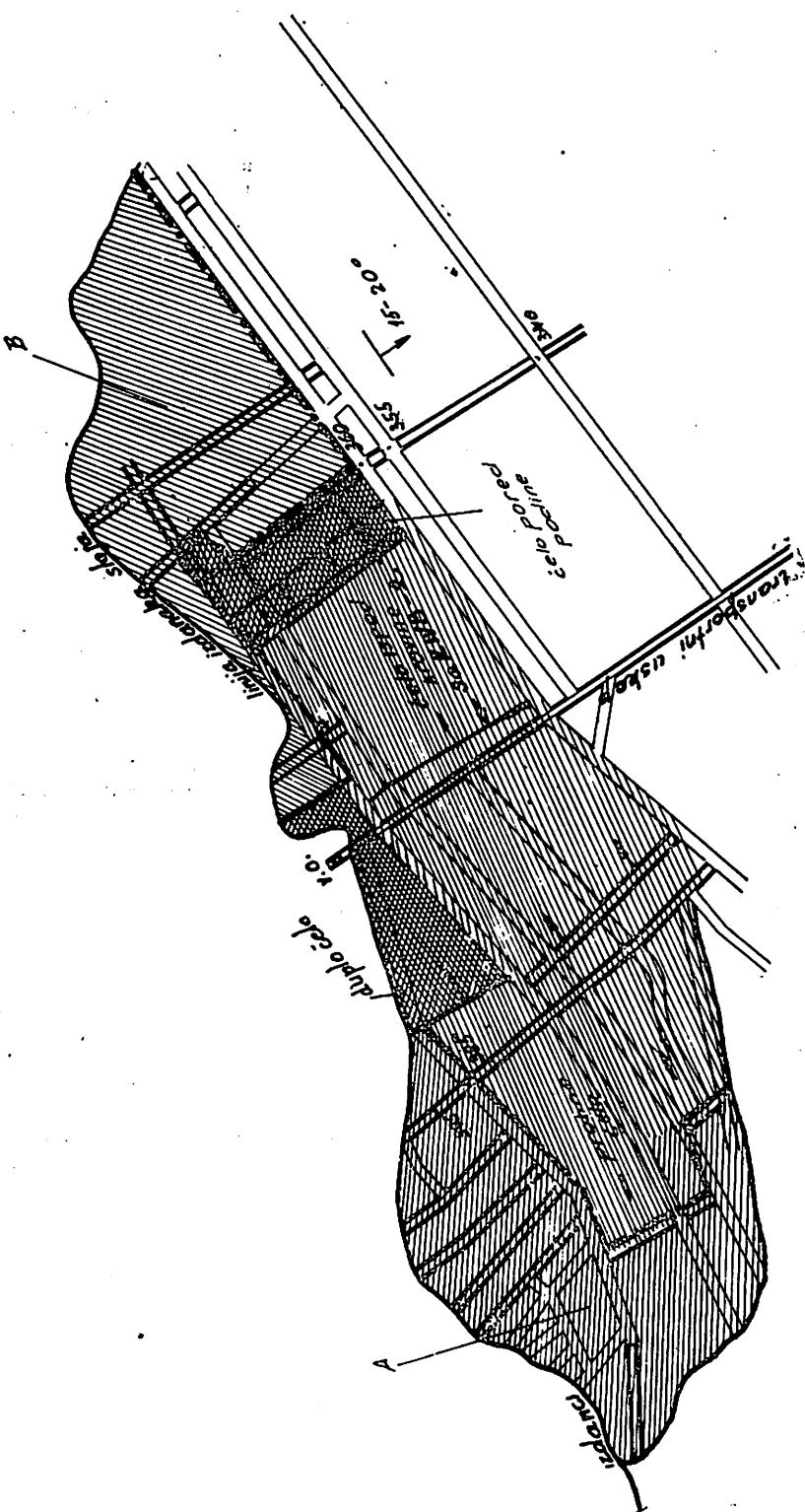
gredu, koja je bez polugrede, namesti se nova cela greda na konzolu. Tako sada dobijamo naizmenično red sa celom gredom i red sa polugredom. Posle pomeranja transportera podbijamo stupce ispod celih greda, a istovremeno izbacujemo polugrede, nameštamo cele grede i ispod njih pobijamo stupce.

Na taj način je čelo napredovalo za celu dužinu grede, tj., za 1250 mm. Dužina grede sinhronizovana je sa rezanjem podsekačice. Gustina stupca je i u ovom slučaju ista kao kod naizmeničnog i iznosi 1,04 kom/m².

Paralelno sa radom napredovanja otkopa ide i zarušavanje otkopnih prostorija. Kod debelih slojeva pre zarušavanja polaže se patos koji omogućuje efikasnost otkopavanja sledećeg otkopnog pojasa. U cilju toga prvo se ukopaju temeljače dužine 2,8 m, koje se polažu normalno na čelo. Odstojanje između pojedinih redova temeljača iznosi oko 1 metar. Kod nastavljanja novih temeljača iste se preklapaju sa stariim za 0,3 metra. Preko temeljača se polaže frlog od okrajaka paralelno sa čelom. Efikasno se zarušava svaki pojaz širine 1,25 m posebno. Ovo je od velike važnosti za bezbednost rada na čelu, a naročito radnika na vađenju podgrade i zarušavanju krovine.

Primjena otkopna metoda sa izabranom mehanizacijom predstavlja delimično mehanizovani, odnosno polumehanizovani način otkopavanja širokim čelom. Ovaj način već zahteva striktno izvršavanje ciklusa na radilištu u određenim vremenskim intervalima. Ovo je moguće postići tačno utvrđenim brojem radne snage po kvalifikaciji. Međutim, rudnik je raspolagao radnom snagom koja je bila naviknuta na individualan rad na uskim čelima, veći broj radnika je bio stariji od 35 godina, a u pogledu teoretskog i praktičnog znanja o takvom načinu rada se ne bi moglo ni govoriti, zbog činjenice da je postojeća radna snaga regrutovana iz okolnih sela od seljaka kojima je rad u rudniku dopunski prihod. Zbog takvog sastava radne snage godišnje dolazi i odlazi preko 50% radnika. Sav taj štab ljudi treba neprekidno obučavati, ali ga nikada nije moguće obučiti.

Dok se radilo po sistemu naizmeničnog podgradivanja, radnici su bili određeni za izvršavanje pojedinih radnih operacija, po tekućem sistemu odozdo na gore. Međutim, taj način rada predstavlja višu organizacionu formu u odnosu na radnike, koji su obučeni za rad na svim mogućim radnim operacijama na svojoj deonici. Prelaskom na isključivo paralelno podgradivanje, duž celog širokog čela, uveden je opet rad po sekcijama. Svaka sekcija dužine od 8–10 m posednuta je sa 5 radnika koji moraju obaviti sav posao sem podsecanja i utovara mašinom podsekačicom. Pre uvođenja sekcijskog načina rada dnevno se postiglo 1–1,5 reza, a posle toga bila su postignuta 2–2,5 reza. Konačni cilj je da se kod produktivnosti rada u dve smene, postigne dnevni napredak od 4 reza tj., 2,5 m dnevno. Ovo je svakako visok napredak koji je moguće postići sa uvežbanim ljudima kod punog bro-



Sl. 19 — Otkopno polje na liniji izdanka
A i B — otkopano po „T“ metodi
ostalo — sirokim čeom.

ja radnika, odnosno 41 radnik u proizvodnim smernama i 11 radnika u neproduktivnoj smeni.

Proizvodnja čela dužine 60 m, visine 2,5 m, kod dnevognog napredovanja od 2,5 m je:

$(60 \times 2,5 \times 2,5 \times 1,3) - 10\% = 440 \text{ t}$ komercijalnog uglja. Pri tome možemo postići sledeće učinke:

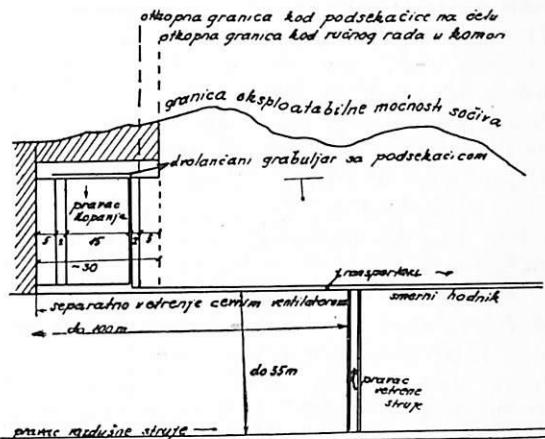
Otkopni učinak	4,71 t/nad.
Jamski učinak	2,62 t/nad.
Učinak pogona	2,60 t/nad.

Prema kapacitetu ovog revira, možemo u jami položiti uvek veći broj otkopa, zavisno od broja radne snage. Prema tome, kapacitet od 1000 tona, koliko se traži od ovog revira, može biti znatno veći.

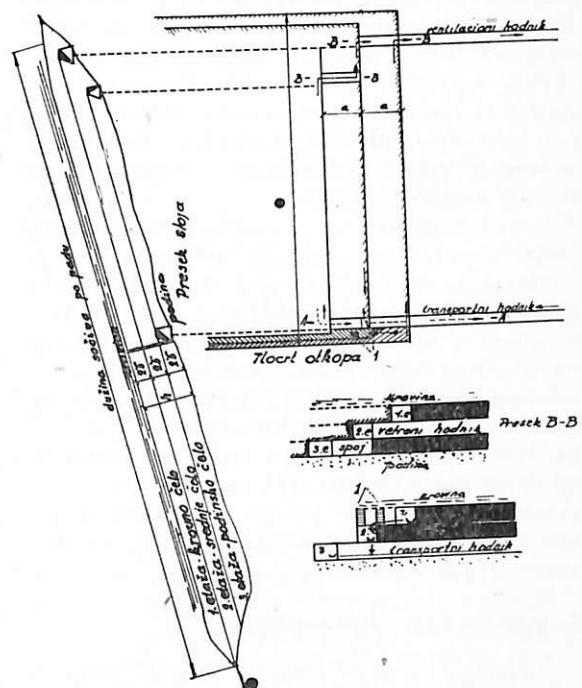
Otkopni učinak do sada nije bio prekoračen, već uglavnom je podbačen, sa retkim izuzecima, kada je bio i postignut. U 1964. godini samo u mesecu avgustu bio je izvršen sa 92%. Podsekačica je bila puštena u rad u mesecu junu, te je cela prošla godina bila godina uhodavanja i traženja puteva kako postići odgovarajuće rezultate primenom nove otkopne metode sa novom mehanizacijom. Pri tome treba napomenuti da je plan radne snage za kapacitet od 1000 t bio ispunjen sa svega 60%, a proizvodnja sa oko 50%. Tako nizak procenat radne snage imao je uticaja na brzinu napredovanja otkopnog fronta, na pritiske na čelima, i na produktivnost. Normativi utroška materijala kod otkopavanja još nisu sređeni, a nisu ni približno definitivni, s obzirom na neizvršavanje planiranih kapaciteta i učinka.

Otkopni učinak je dakle (u toku 1964. godine) prilikom uvođenja širokočelnog otkopavanja. Uzročnici to su kako u slojnim prilikama tako i u radnoj snazi.

Na slici 19 prikazan je jedan deo sloja pored granice istančanja sloja. Pre studiranja uvođenja ove metode otkopavanja bio je izrađen izvestan brež saobraćajnica ispod krovine, za prevoz vagonetima. Kasnije je bila izradena nova mreža saobraćajnica po pravcima pored podine. Bilo je određeno probno polje između kote 379 i 389 dužine 30—40 m po padu. Moćnost ugljenog sloja nije bila ravnomerna i rasla je od tačke C prema A. Pored moćnosti menjali su se jalovi ulošci kako po debljini, tako i po položaju unutar sloja, što je bilo utvrđeno podzemnim rudarskim radovima i bušenjem iz jame prema krovini i podini. Za vreme otkopavanja menjala se moćnost sloja od 1,5—5,5 m. Debljina jalovog proslojka je bila kod tanjeg sloja velika, proslojak je išao po sredini sloja, prelaz iz tanjeg u deblji sloj je bio vrlo brz, npr. na dužini od oko 10 m moćnost sloja je narasla od 2,0 m na 5,0 m, pri čemu se debljina jalovog proslojka smanjuje.



Sli. 20 — Predlog za otkopavanje sočiva polumehanizovanim načinom otkopavanja primenom širokog čela.



Sli. 21 — Raspored trotažnog otkopavanja čelima dužine 20—60 m
h — do 9 m; a — 6 — 10 m.

njila od 0,4 m na 0,2 m. Posle izrade novog transportnog i ventilacionog hodnika između tački A i B došlo je u stubu do pojave jamskog požara. Prilikom likvidacije požara naišlo se na prirodnu putotinu, koja je imala pravac približno po padu sloja. Sirina ove pukotine puno izdrobljenog uglja je različita.

Za likvidaciju tog zapaljenog područja bilo je formirano novo čelo, ali je to bila greška, jer revir nije imao dovoljno radnika za dva čela u dve produktivne smene. Zato je svako radilište bilo položeno sa smanjenim brojem radne snage i zbog sporog napredovanja otkopa bili su veći pritisci, održavanje, jače podgrađivanje, teže se zarušavalо, ugljene mase su izbivale povremeno iz čela radišta, proizvodnja je bila manja, manji su bili učinci, a izgubljen je bio i izvestan broj stupaca u starom radu.

Kod otkopavanja podinskog dela sloja, a posle završenog otkopavanja u krovinskom delu, taj deo sloja je bio dosta sitan, iz starog rada se sipao materijal, stari rad je bio topao i dobiven je podatak da se mora, i u prilikama Strmostenskog revira, podinski deo sloja otkopati odmah posle završenog otkopavanja u krovnom delu.

Treba konstatovati da radna snaga nije bila dorasla, u pogledu stručnog znanja, za rešavanje svih problema koji su se postavljali i da bi bilo nužno izvršiti obučavanje iste, od inženjera do kopača upućivanjem na rudnike sa uhodanim procesom eksploatacije, kao i sprovesti izvesnu obuku unutar preduzeća. Radna snaga na ovim radovima, nije selektirana, dolazila je iz okolnih sela, a starost rukovodećeg kadra na čelu (od nadzornika do kopača) iznosila je preko 35 godina.

Pored toga, rad sa mehanizacijom bez stalne profesionalne radne snage je unapred osuđen na velike poteškoće. Ovakvu radnu snagu nije moguće pribaviti, jer na rudniku ne postoji potreban stambeni prostor za familiarne stanove. Treba naglasiti da uvođenje novih otkopnih metoda, a naročito uz primenu nove mehanizacije i novih elemenata podgrade, nije moguće sa starom radnom snagom koja je naviknuta na određenu radnu disciplinu i na određenu radnu okolinu, već je za te radove potrebno odabrati mlade kadrove. Međutim, to nije bilo moguće i rezultat toga su slabi pokazatci produktivnosti rada.

Dosadašnja iskušnja sa kombajnom

Kombajn za ugalj KWB—2 poljske izrade, sa jednim reznim elementom prvi put je bio montiran na čelu krajem juna 1964. godine. Radio je povremeno u zavisnosti od prilika na otkopima. Pre uvođenja kombajna mesečna proizvodnja sa čela iznosila je oko 5.000 tona kod otkopnog učinka od 2,1 — 3,0 t/nad. Po uvođenju proizvodnja je porasla prvo na 7.500 t/mes., dok se otkopni učinak popeo do 3,9 t/nad., a u poslednje vreme proizvodnja je dostigla čak i 10.000 t/mes.

Rezultati rada nisu ravnomerni po mesecima zbog sanacionih radova na likvidaciji jamskog po-

žara, i različitih veličina pritiska, u zavisnosti od pukotina u uglju i debljine sloja. Sa stalnim radom kombajna računamo tek u 1965. godini kada će se otkopavati novopripremljeni pojas ugljenog sloja, koji ranije nije bio pripremljen za eksplataciju, pomoću jamskih vagoneta i uskočelnim otkopnim metodama.

Jačina motora na kombajnu iznosi 60 kW sa 1.480 o/min. Kod podsecanja bubanj prečnika 950 mm i širine 625 mm napredovao je odozdo na gore sa obimnom brzinom preko noževa od 4,5 m/seck. Odvozni kapacitet zadovoljava u celosti za maksimalnu proizvodnju kod rada maštine.

Brzina kod rezanja iznosila je 150 m i kod praznog hoda 200 m/h. Ukoliko bi mogao kombajn rezati neprekidno u jednom potezu, rez na dužini čela od 55 m bio bi završen za 20 min. Međutim, rad na podsecanju obavlja se u deonicama po 10 m, koje se prethodno podgradi, a zatim se nastavlja sa radom podsekačice. Ukoliko bi se podsecalo po celoj dužini, došlo bi do izbivanja uglja ispred čela i suviše velikog posedanja krovine između čela i reda podgrade. Praktično: za odlazak kompaktna odozdo na gore treba 2 sata, a za povratak pola sata. Za jedan rez je u praksi potrebna jedna smena. Dnevni napredak radom u dve produktivne smene iznosi 1,25 m. Bilo je slučajeva u praksi, da je kombajn krčnuo iz donje komore tek tri sata pre kraja smene, zbož dodatnog podgrađivanja ili vodenja podgrade, a do kraja smene bio je opet u polaznoj komori.

Sila rezanja i zatezanja lanca iznosi oko 18 at, u predelima sa prirodnim pukotinama pada na 0 at, dok u silifikovanim partijama ispadnu osigurači koji su štelovani na 25 at.

U pogledu čelika za rezanje uglja nemamo definativne podatke, jer se za sada još uvek traži odgovarajući kvalitet nožčva.

Energija potrebita za kombajn iznosi za vreme rezanja bubenja u normalnim slojnim prilikama oko 80 A, dok se kod silifikovanog uglja penje čak do 150 A. Kod povratne vožnje uz premeštanje pluga za utovar energija je znatno ispod 20 A.

U pogledu kvarova treba napomenuti da je došlo do čestog krivljenja noževa na ivici bubenja, redje do lomljenja noževa i ispadanja vidia čelika, a kod rezanja u silifikovanim partijama uglja došlo je do prskanja armiranog creva, koje povezuje pumpu sa regulatorom okretanja i to kod osigurača za pritisak. Masinu je pustio u rad isporučilac i odredio brzine kako napređovanja, tako i okretanja bubenja prema iskustvu, ali bez prethodnih merenja i ispitivanja, bilo na licu mesta, bilo u laboratoriji.

Sigurnost rada radnika i mehanizacije na čelu

je potpuno obezbedena. Teškoće se pojavljuju tamo gde se nađe na prirodne pukotine sa izdrobljenim ugljem, jer je pravac tih pukotina uglavnom paralelan sa samim čelom. Da ne bi u tom slučaju došlo do zarušavanja čela bile su preduzete vanredne mере i čelična podgrada je bila pojačana drvenom (bočne grede, kontra stupci, temeljače).

Zaključak u pogledu otkopavanja čelom u Strmostenskom reviru

Kroz dosadašnje probe uvođenja polumehanizovanog rada u Strmostenskom reviru možemo zaključiti da slojne prilike tog revira omogućuju primenu širokog čela sa mehaničkim otkopavanjem u celosti. Posebno je pitanje da li je izabrana mehanizacija za kopanje najpovoljnija, jer nisu izvršene prethodne studije kojima bi mogli utvrditi koji sistem kopanja daje najbolje rezultate obzirom na slojne prilike revira. Kroz dosadašnje radove utvrdilo se, da se krovina lepo zarušava na određenoj liniji i da je stari rad već posle napredovanja čela od 10 m tako zbijen i slepljen, da možemo otkopavati sledećim pojasom kod debelih slojeva. Gustina stupca od 1,04 kom/m² zadovoljava u celosti, na čelu se ne pojavljuju otkopni pritisci niti gorski udari u takvoj jačini da bi sigurnost rada i sigurnost čela došla u pitanje. Postoji odobrenje Rudarskog inspektorata za primenu ove metode kod maksimalne visine čela od 2,5 m. Kapaciteti odvozne mehanizacije mogu u celosti pratiti radove na čelu. Ostaje kao zadatak da se postigne takav ciklus rada da smensko napredovanje može biti 1.250 mm, a što predstavlja 2 reza podsekačice.

Da bi se to postiglo treba izvršiti selekciju radne snage po kvalifikacijama i broju.

ŠTA TREBA UČINITI U PERSPEKTIVI ZA UNAPREĐENJE PROIZVODNJE

Dosadašnja iskustva dokazala su, da je moguće koncentrisati otkopavanje na kraća široka čela uz primenu savremene mehanizacije i uslovima „Rembas“-a, gde ne postoji kontinuiranost sloja po padu i pružanju, gde se neprekidno menja moćnost sloja i gde je čvrstoća podine relativno mala. Do 1963. godine svi pokušaji uvođenja širokočelnog otkopavanja doživeli su neuspeh zbog drvene podgrade i nerešenog odvoza uglja sa radilišta. Primenom kompleksne čelične podgrade na čelima sa dvolančanim grabuljastim transporterima duž čela ustavljeno je, da se može otkopavati vrlo uspešno i kod slabe nosivosti podine. To je dokazano probama otkopavanja u jami Ravna Reka gde se otkopavalo,

između starih radova, pojas širine do 150 m čelom dužine oko 40 m. Prvo se otkopavao krovni pojas u kome je proizvodnja iznosila između 250 i 300 t/dnevno, kod otkopnog učinka od oko 4,5 t/nad. Zarušavanje otkopa je bilo odlično. U krovini su čvrsti laporci koji su se zarušavali u pojasevima širine 1,25 m. Prilikom otkopavanja podinske faze sloja, pojavljivali su se u stropu povremeno jamski požari, otkopni učinak je pao na 3,6 t, manji delovi podinske partie su bili ostavljeni i ustanovljeno je da je uzročnik jamskog požara isključivo činjenica da se nije otkopavalo sukcesivno u krovnoj i podinskoj partijsi sa vremenskim razmakom od najviše 14 dana.

Dosadašnja iskustva jasno dokazuju da se ne smeju uvođiti čela u svim uslovima. Postoji niz varijanti čela, a i „T“ metoda primenom jednolančanih grabuljastih transporteru omogućuje veće otkopne učinke.

Poznato je da na čelima sa zarušavanjem krovine na radovima podgrađivanja, prema nemačkim podacima, radi oko 42% svih radnika. Znači, da je rad na podgrađivanju pojedinačnim stupcima i gredama vrlo obiman, pa se teži smanjenju udela nadnica na podgrađivanju pomoći hidrauličnih stupaca, hidrauličnih okvira i hidrauličnih štitova. U uslovima „Rembas“-a sumnjam u opravdanost prelaska na takvu podgradu, jer je ista vrlo osjetljiva, komplikovana, skupa kod nabavke i skupa za održavanje. Čak u Engleskoj, koja je domovina hidrauličnih stupaca, tek počinje njihova masovnija primena kod mnogo povoljnijih slojnih prilika nego što je slučaj kod nas. Probe sa hidrauličnim okvirima vršene u Banovićima i Kreki kao i probe sa hidrauličkim štitovima u Velenju i Kreki, nisu pokazale odgovarajuće i očekivane rezultate, pa bi u uslovima „Rembas“-a bilo potpuno neispravno vršiti probe i u tom pravcu.

Za sada bi bilo vrlo optimistički misliti na uvođenje bilo koje druge podgrade osim čelične frikcione. Prvo treba sa sigurnošću uvesti ovu podgradu, postići maksimum rutine u manipulaciji istom, a ovi radovi se ne mogu završiti pre nego za 4–5 godina. Za to vreme treba vršiti potrebna ispitivanja oko određivanja izbora kombajna za dobivanje uglja. Postojeći, poljske izvedbe, pokazuju povoljne rezultate tamo gde postoji ravnometerno razvijen sloj i gde čelo može putovati nekoliko stotina metara bez premeštanja. Ukoliko imamo sočiva, teško je misliti na čelo dužine iznad 60 m jer takvo ne možemo formirati zbog stalnih i čestih istančanja sloja, već treba za taj slučaj pronaći pogodniji kombajn manje dužine, a efikasan po kapacitetu. Npr. tip Sovjetskog kombajna K-56M.

Kod debelih slojeva treba pokušati ceo sloj ot-

kopavati samo sa dva pojasa, tako da se dobije ugalj između krovnog i podinskog, obaranjem uz polaganje čelične mreže na gornjem otkopu.

Fazu utovara treba izbeći u celosti i ovu radnu operaciju mora izvršiti kombajn.

Na čelima odrediti rudarske stručnjake po smernama.

Kao konačni zaključak za bližu perspektivu ostaje: uhodati slobodno čelo sa čeličnom podgradom i mehanizovanim dobivanjem i utovarom.

ZAKLJUČAK

Na području „Rembas“-a eksploratiše se mrki ugalj već punih 110 godina, pod vrlo nepovoljnim uslovima u odnosu na ležišta mrkog uglja u zemlji. Uprkos stečene rudarske tradicije i velikog iskustva do sada primenjivane uskočelne otkopne metode obezbedile su male otkopne učinke (između 2,5 i 4 t/nad.), otkopni kapaciteti su bili mali, kao jamski i rudnički učinci, dok je utrošak jamske gradi bio vrlo veliki.

Sve do 1963. godine postojalo je uбеђenje da se uskočelne otkopne metode ne mogu zameniti širokočelnim i da se ručni način dobivanja ne može zameniti mehaničkim. Probe izvršene u novootvorenom reviru Strmosten i probe u likvidacionom stubu Jame Ravna Reka dokazale su, da se mogu primeniti širokočelne otkopne metode, sa ili bez mehanizovanog dobijanja, ali uz primenu kompleksne če-

lične podgrade. Kod tog načina rada krovina se može dirigovano zarušavati po unapred određenoj liniji, pritisci na otkopu dozvoljavaju gustinu stupaca od $1,04 \text{ kom/m}^2$, podina podnosi pritisak krovine preko stupca bez podmetanja ploča ili greda, odstojanje između krovinskog i podinskog čela može biti između 8 i 15 m, zavisno od kvaliteta krovine i da je stari rad dobro zarušen i smiren. Nažlost, nisu bila izvršena potrebna merenja i posmatranja veličine pritiska na pojedinim stupcima duž samog čela, ali radom od godinu i po danā sa čeličnom podgradom utvrđeno je, da je gustina stupaca dovoljna.

Ubuduće treba uhodati i usavršiti ovaj način rada svuda gde to slojne prilike dozvoljavaju, posećaćicu sa bubnjem koristiti kod ravnomernog sloja, a za sočiva treba pronaći odgovarajuću mehanizaciju za dobivanje. Kroz stambenu izgradnju na rudniku obezbediti profesionalnu radnu snagu, koja treba kroz školovanje da postigne teoretsko i praktično potrebno znanje za efikasan rad na rđilištima.

Pri tome ne smemo zanemariti ni uskočelne otkopne metode za otkopavanje onih područja, u kojim bi otkopavanje, čak i vrlo kratkim čelima, bilo neefikasno, odnosno nerentabilno. Ovom studijom prikupljen je istorijat razvoja otkopnih metoda kod eksploracije mrkog uglja i prikazane su smernice kojim treba da se odvija dalje usavršavanje otkopne metode za narednih nekoliko godina.

