

KORELACIJE NA IZRADI JAMSKIH PROSTORIJA MINIRANJEM POD UTJECAJEM GORSKIH UDARA

Vladimir ABRAMOVIĆ

*Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut za rudarstvo, geotehniku i naftu,
Pierottijeva 6, YU — 41000 Zagreb*

Ključne riječi: Pokusno miniranje, Eksplozivi, Eksplozivnost ugljene prašine, Gorski udar

Key-words: Test blasting, Explosives, Coal dust explosivity, Rock burst

U ugljenokopu Labin provedena su opsežna pokusna miniranja na pripremnim radilištima u područjima s gorskim udarima. Dobiveni rezultati pokazuju izrazite odnose u potrošnji eksploziva (kg/m^3) i veličini poprečnih profila radilišta (m^2). Utjecaj strukture radnog čela (ugljen : kamen) također je izdvojen za svako miniranje. Nadalje, uočene su promjene ovisne o vrsti eksploziva kao i za postizavanje napretka rudarskog rada. U proizvodnom procesu rudnika dokazano je da se i pored opasnosti za rudare od gorskih udara postižu rezultati povećane produktivnosti rada.

Comprehensive testing blastings on the development faces in the areas with bursts have been performed in the coal mine of Labin. The obtained results prove distinct relations in explosive consumption (kg/m^3) and in the dimension of faces' cross-section (m^2). The impact of the work face structure (coal : stone) has been distinguished for each blasting, too. Changes depending on the brand of explosive as well as those ones considering the advance of mining activity have also been observed. It has been proved in the production process of the mine, that the results with increased work productivity are obtained in spite of the fact that miners are exposed to danger of rock bursts.

U ugljenokopima s opasnom ugljenom prašinom proces miniranja reguliran je posebnim sigurnosnim propisima. Ukoliko se izrađuju jamske prostorije u zonama gdje se pojavljuju i gorski udari različitih intenziteta, onda režim miniranja osim izbijanja jamskog profila ima karakter provokacijskog efekta. Cjelokupno eksplozivno punjenje dovodi se do trenutnog ili milisekundnog niza paljenja, pa se time izazivaju još dodatna naprezanja na radnom čelu kao i potresi, a što dovodi do pojave gorskih udara na radilištu kad rudari nisu prisutni i ne dolazi do mogućnosti unesrećenja. Ove i druge specifičnosti u radu bile su poznate u dubljim zonama Istarskih ugljenokopa, gdje je tada u jami Labin 80% radilišta bilo pod utjecajem gorskih udara. Provedena su opsežna istraživanja, pa se reanaliziranjem iznose novije spoznaje.

Izrada jamskih prostorija u zonama prenaprezanja — izazvanih formiranjem ležišta ili kao posljedica otkopavanja i ostavljanja stupova ugljena ili neotkopanih dijelova — dovodi do različitih rezultata rada. Tako su unapređenjem miniranja postignuti:

— dublji odlomi jednim miniranjem od 1,3 do 1,8 m,

— primjenom milisekundnog intervala paljenja mina otvarane su nove slobodne povr-

šine u toku miniranja na radnom čelu i uspješno su razbijeni kameni ulošci čvrstog kozijskog vapnenca,

— normativi utroška eksplozivnih sredstava znatno su smanjeni.

U zonama različitog intenziteta pojave gorskih udara dobivene su interesantne korelacije. Tako je izražen odnos normativa utroška eksploziva metan-kamniktita i amonala prema promjenama profila radilišta i strukturi čela (ugljen : kamen).

Na osnovi provedenih i selektiranih 67 miniranja prikazanih u tablicama 1—3 izrađeni su grafički prikazi na slikama 1—4.

Matematičkom analizom tražena je funkcionalna ovisnost grafičkog oblika, što se naročito očituje u zbirmim krivuljama po intenzitetima pojave gorskih udara.

Komentar rezultata je slijedeći:

a) Faktor ovisnosti za područje gorskih udara *slabog intenziteta* (slika 1)

— generalna krivulja ima strmiji pad potrošnje eksploziva u profilima radilišta od oko 4 do 6 m^2 , a zatim blaži do oko 10 m^2 ,

— separatna krivulja za radilište u sastavu 30 : 70 i metan-kamniktit strma je u razmaku 4—6 m^2 ,

Tablica — Table 1
Podaci za radilišta u području gorskog udara slabog intenziteta
Data for the faces of rock bursts with low intensity

Broj pokusa Experiments	Radilište i oznaka Face and symbol	Plani- rani profil m ² Propo- sed cross- section m ²	Ugljen : kamen a/a Coal : stone o/d	Podina Footwall	Minerski rad Blasting activity			Variranje profila m ² Cross-sec- tion variation m ²	
					Eksploziv Explosive	Interva- li inicij- ranja Init. in- tervals	Norma- tiv kg/m ³ Expl. ratio kg/m ³		Napre- dak m/min Advance m/min
4	H-161 aj ×	6,24	12:88	Kozina vapnenac s prosl. ugljena Cosina limestone with coal beds	Amonal	3	0,77	1,34	6,05—6,55 (8 %)
1	H-161 aj IV □	8,12	11:89	Kozina vapnenac s tanjim prosl. uglj. Cosina limestone with thin coal beds	Amonal	4	0,66	1,15	6,8—8,4 (20 %)
7	H-161 as IV φ	8,8	10:90	Kozina vapnenac s prosl. ugljena Cosina limestone with coal beds	Amonal	4	0,63	1,10	7,2—9,8 (30 %)
8	H-161 s III ●	7,28	59:41	Kozina vapnenac Cosina limestone	MKI*	4	0,76	1,20	6,8—8,45 (23 %)
11	U-221 I/2 ▽	4,59	42:68	Ugljen, kozina i kredni vapnenac Coal, Cosina and Cretaceous limestone	MKI	4	0,93	1,28	3,8—5,7 (41 %)

* metan-kamniktit

Oznake: × □ φ vidi slike 1, 2 i 3

Marks: ● ▽ see figs 1, 2 and 3

Tablica — Table 2
Podaci za radilišta u području gorskog udara srednjeg intenziteta
Data for the faces of rock bursts with medium intensity

Broj pokusa Experiments	Radilište i oznaka Face and symbol	Planirani profil m ² Proposed cross- section m ²	Ugljen: kamen % Coal: stone %	Podina Footwall	Minerski rad Blasting activity			Variranje profila m ² Cross-section variation m ²	
					Eksplo- ziv Explo- sive	Intervali inicij- ranja Init. in- tervals	Norma- tiv kg/m ³ Expl. ratio kg/m ³		Napre- dak m/min Advance m/min
9	D-22 als ×	7,99	71 : 29	Ugljen sa slojem kozina vapnenca Coal with Cosina limestone bed	MKI	4	0,60	1,44	7,0—9,85 (36 %)
6	U-221 I/1 ●	7,55	80 : 20	Ugljen sa slojem kozina vapnenca Coal with Cosina limestone bed	MKI	4	0,48	1,70	6,85—9,55 (36 %)
3	D-191 j ▽	6,6	100 : 0	Ugljen Coal	MKI	3	0,68	1,27	6,6 (0 %)

Tablica — Table 3
Podaci za radilišta u području gorskog udara jakog intenziteta
Data for the faces of rock bursts with high intensity

Broj pokusa <i>Experiments</i>	Radilište i oznaka <i>Face and symbol</i>	Planirani profil m ² <i>Proposed cross-section m²</i>	Ugljen: kamen % <i>Coal: stone %</i>	Podina <i>Footwall</i>	Minerski rad <i>Blasting activity</i>				Variranje profila m ² <i>Cross-section variation m²</i>
					Eksploziv <i>Explosive</i>	Intervali iniciranja <i>Init. intervals</i>	Normativ kg/m ³ <i>Expl. ratio kg/m³</i>	Napredak m/min <i>Advance m/min</i>	
4	H-165 s ×	6,62	55 : 45	Ugljen u kozina vapnencu <i>Coal in Cosina limestone</i>	MKI	4	0,73	1,37	6,10—6,50 (6 %)
2	U-211 (Pr-20—10) ●	7,59	100 : 0	Ugljen <i>Coal</i>	MKI	4	0,51	1,80	7,50—7,60 (1 %)
7	D-221 s/2 φ	6,58	84 : 16	Ugljen sa slojem kozina vapnenca <i>Coal with Cosina limestone bed</i>	MKI	3	0,49	1,50	6,0—7,20 (18 %)
5	D-221 s/1 ▽	6,48	100 : 0	Čisti ugljen <i>Pure coal</i>	MKI	3	0,49	1,55	5,6—7,4 (28 %)

- posebna krivulja za sastav radilišta 10 : 90 pokazuje tendenciju sniženja potrošnje eksploziva (amonala) na profilima na 6 odnosno 10 m², a dolazi čak i na 7—10 m² do promjene prema povišenju normativa,
- orijentacioni pravac za odnos 60 : 40 s metankamniktitom je u dijapazonu 7—9 m².

U usporedbi s rezultatima na radilištima u normalnim uvjetima rada potrošnja eksploziva je smanjena, a deformiranja profila su bila tolerantna. Postignuta su uglavnom napredovanja na radilištima iza jednog miniranja u razmjerima od 1,10 do 1,34 m.

b) Faktorska ovisnost za područje gorskih udara srednjeg intenziteta (slika 2)

- generalna krivulja po potrošnji eksploziva niža je od one ad a) i relativno je strmija u rasponu profila od 7—9 m²,
- parcijalna krivulja 80 : 20 izrazitije pada od one 70 : 30 (obje dobivene metankamniktitom) u profilu 7—9,5 m²,
- posebna pomicanja u istom profilu s promjenama potrošnje unutar 10 dkg eksploziva pokazuje pravac za omjer 100 : 0 kod ispod 7 m².

Promjene profila bile su znatnije tj. oko 2,5 m² za krivulje 70 : 30 i 80 : 20, što je znak jačeg naprezanja na radilištima. Napredovanja radilišta su od 1,27 do 1,70 m.

c) Faktorska ovisnost za područja gorskih udara jakog intenziteta (slika 3)

- generalna potrošnja eksploziva znatno je niža od prethodnih krivulja, a vrlo je strmi pad u pojasu od 6—8 m²,
- parcijalne krivulje 80 : 20 i 100 : 0 pokazuju pravilnu tendenciju, ali i veće promjene profila, dok ona 60 : 40 ima malo odstupanje unutar 6—6,5 m².

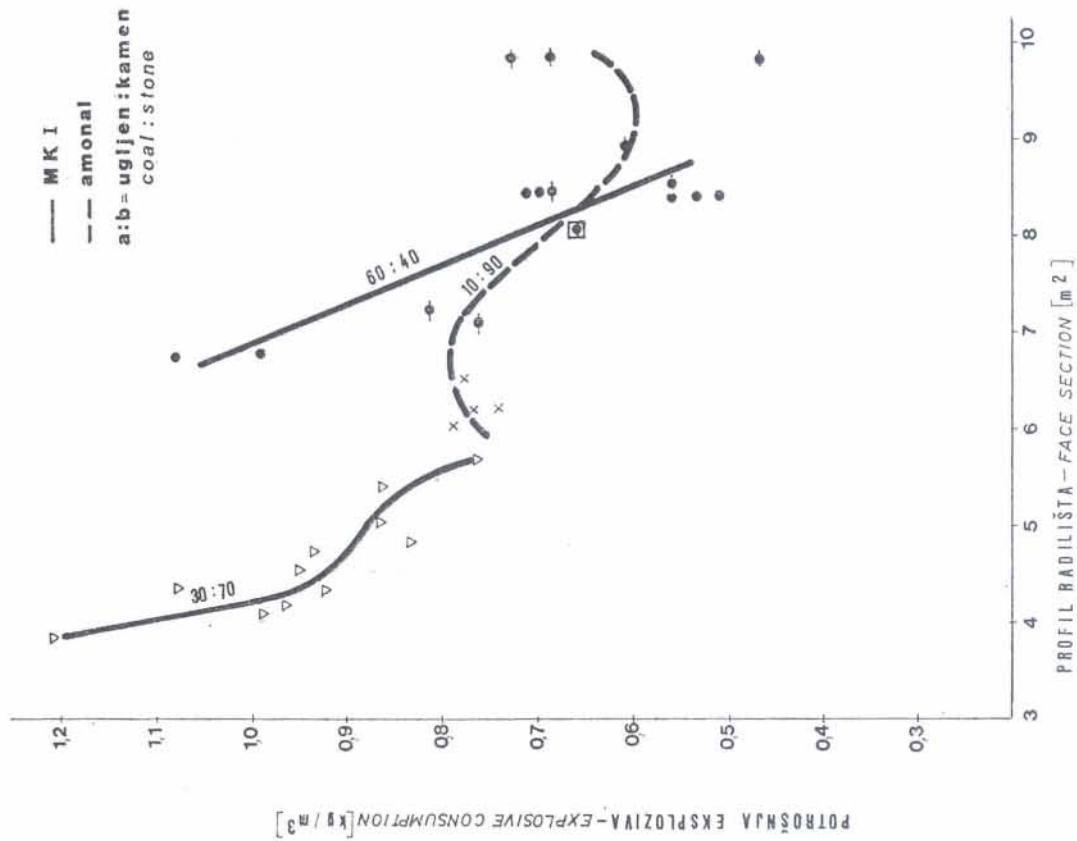
Napredovanja su 1,37 do 1,80 m.

Iz naprijed iznesenih zapažanja i analiza može se još zaključiti po korelacijama (slika 4):

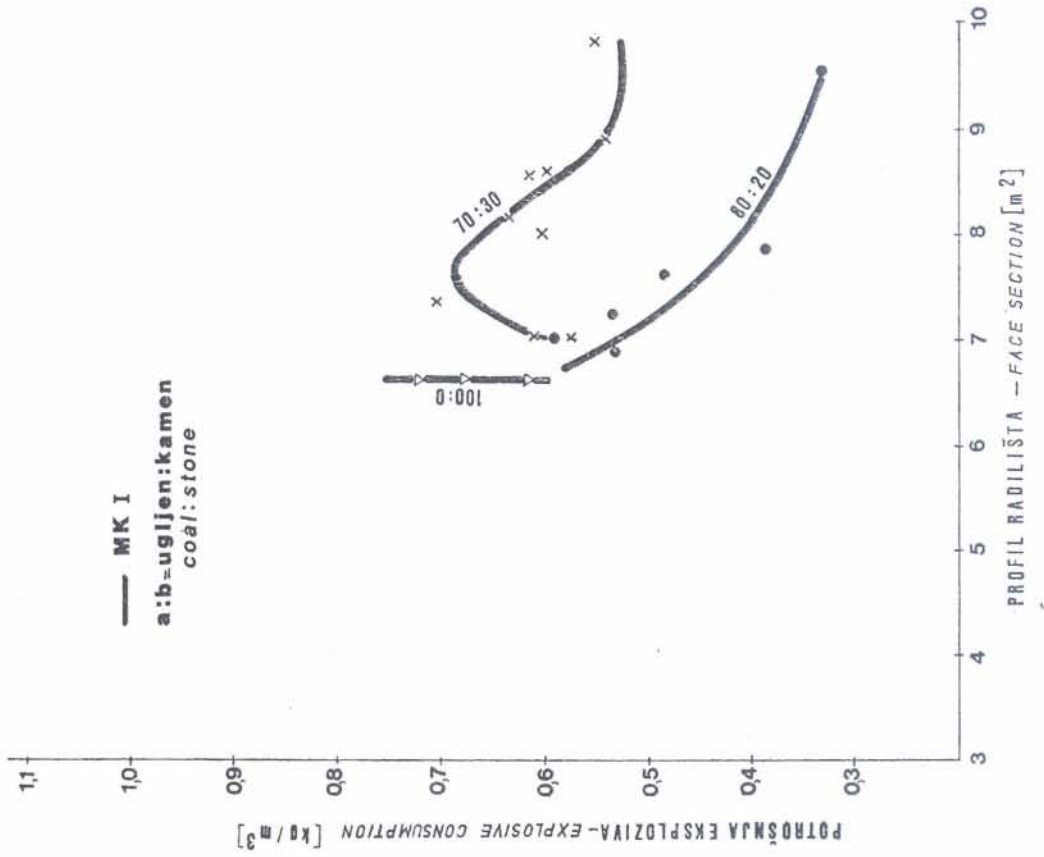
- utjecaji promjena strukture radilišta na normativ eksploziva nisu veliki,
- utjecaji povećanja profila radilišta na normativ eksploziva su veliki, a ovisi i od intenziteta naprezanja u masivu,
- granulat iskopine bio je dosta sitan, posebno kod jačeg intenziteta gorskih udara.

Poznato je iz pokusa da je pojava gorskih udara ovisna od brzine opterećenja ugljenog sloja i neposredno pratećih stijena te o pratećoj deformaciji, tj. kod naglo nastupajućih pritiska i gorski udari se jače manifestiraju. Upravo kod minerskih radova na aktivnim radilištima dolazi do »eksplozivnog« naprezanja na čelu radilišta i prelazom kritične zone za pojavu gorskog udara nastaju iznenadne manifestacije, iako su se pritom deformacije odvijale relativno sporije.

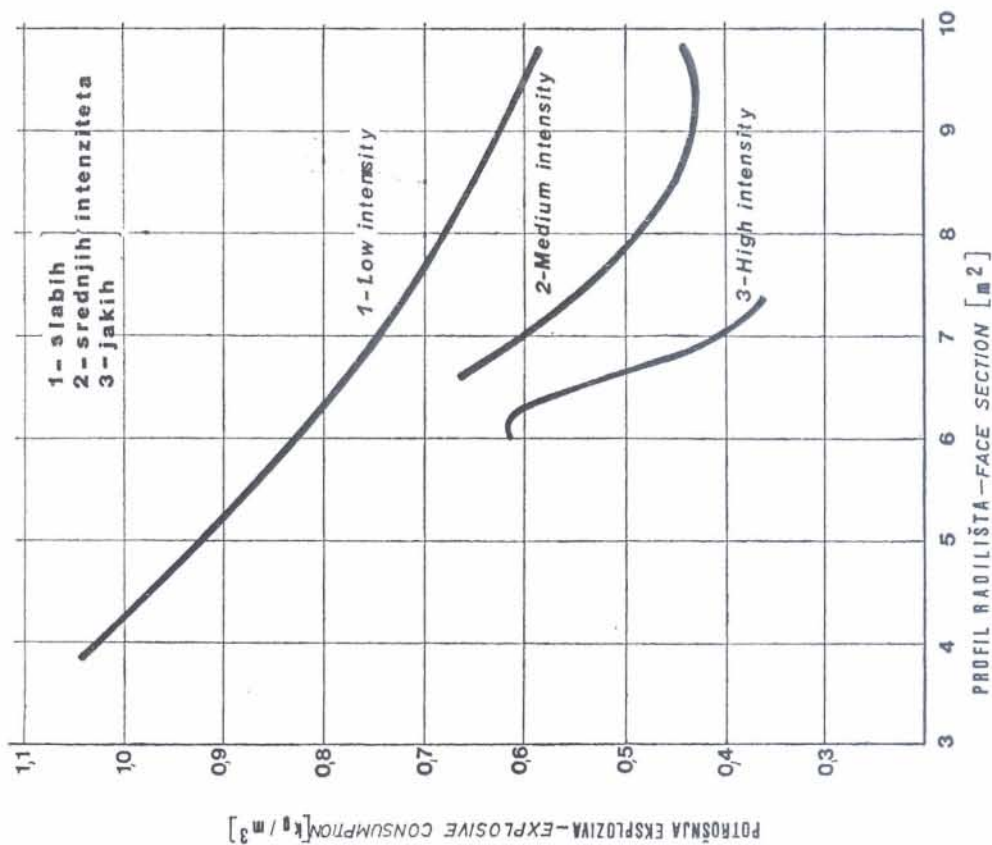
Na pripremnim radilištima pritisci mogu biti nekoliko puta veći od monoaksijalnih ukoliko je radilište dovoljno usko i zatvoreno, odnosno ukliješteno, pa je stoga dolazilo i do udara iz uzduž otvorenih bokova hodnika. Prikazane korelacije očitovale su se i na otkopi-



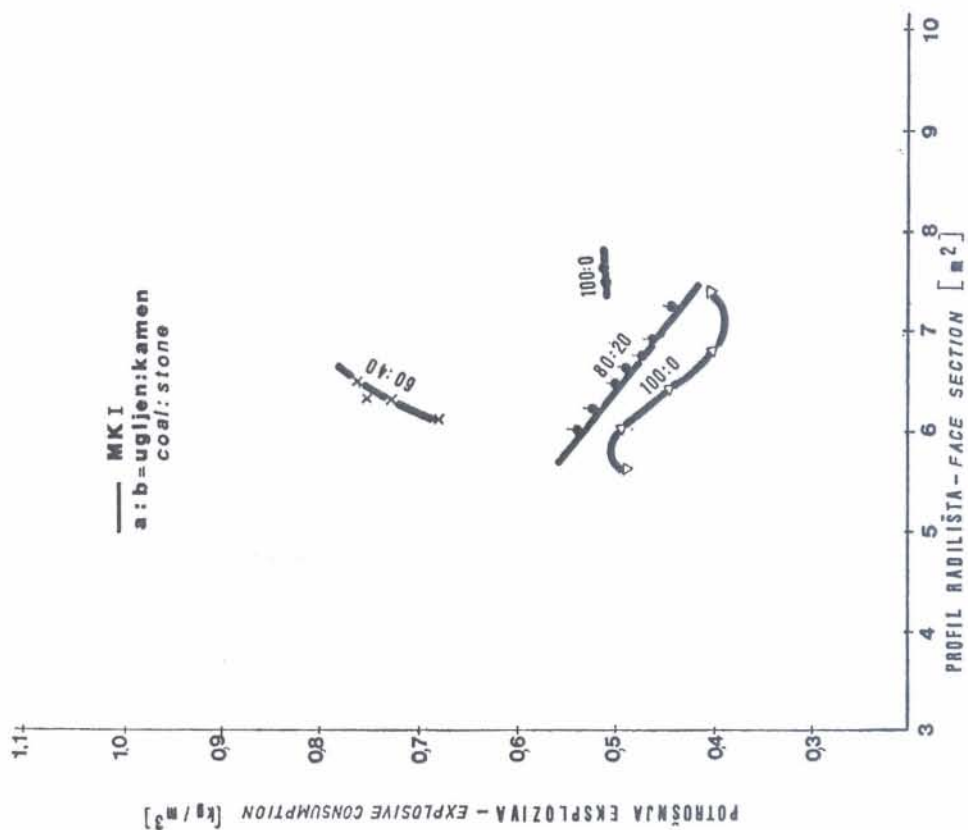
Sl. 1 Odnosi za područja gorskog udara slabog intenziteta
 Fig. 1 Relations for the areas of a rock burst with low intensity



Sl. 2 Odnosi za područja gorskog udara srednjeg intenziteta
 Fig. 2 Relations for the areas of a rock burst with medium intensity



Sl. 4 Zbirne krivulje korelacije za područja gorskog udara
Fig. 4 Collective correlation curves for the areas of rock bursts



Sl. 3 Odnosi za područja gorskog udara jakog intenziteta
Fig. 3 Relations for the areas of a rock burst with high intensity

ma širokog čela. Njihovo praćenje i selektiranje bilo je otežano uslijed promjena u sastavu profila i radi utjecaja nepravilnog paleoreljeva podine kao i neravnomjernog simultano raspoređenog pritiska u različitim dijelovima otkopa.

Stoga se prikazane korelacije na pripremnim radilištima u periodu pokusnih pa zatim i proizvodnih radova smatraju bolje dokazane.

Primljeno: 18. I. 1989.

Prihvaćeno: 6. III. 1989.

Pokusna i kasnija proizvodna miniranja dokazuju da su normativi potrošnje eksplozivnih sredstava i dubina odloma povoljniji u zonama gorskog udara nego u normalnim okolnostima rada. Zone preopterećenja pružaju mogućnost korištenja olakšanog dobivanja ugljena i jalovih uložaka te postizavanje više produktivnosti rada.

LITERATURA

- Abramović, V. (1979): Dostignuća u miniranju ms intervalima paljenja u uvjetima rada Istarskih ugljenokopa »Raša« u Labinu. Zbornik radova RGN fakulteta, 37—49, Zagreb.
- Abramović, V. (1979a): Analiza utjecaja intervala paljenja mina na tehnološka unapređenja i si-

gurnost rada u metanskim ugljenokopima. Disertacija, 137—163. Zagreb.

- Ludwig, G. (1988): Aus dem Jahresbericht des Steinkohlenbergbauvereins für das Jahr 1987. *Glückauf* 19/20, 1054—1060, Essen.

Correlations on the Mining Working's Drive by Blasting Under the Impact of Rock Bursts

V. Abramović

In the Istrian coal mines comprehensive test blastings on preparatory drift have been performed. In that time about 80% all sites were under the impact of rock bursts with different intensity. Blasting works were carried out by a special mining operation due to the explosivity of coal dust. The blasting effects were different depending on the work face structure (coal : stone), blast ignition time, number of intervals (per moment or per millisecond) and the strain within the rock. 65 performed blastings have been selected and correlations on explosive consumption expressed in relation to the dimensions of drifts' cross-section. There was a considerable in-

fluence on the results by the zones with different intensities of the rock bursts occurring then on various locations of the mine. The differences for blasting series in the same working conditions on particular sites are graphically presented. A remarkable explosive reduction was proved in each area with rock burst occurrences and especially in the zones with their strangest action. The application of explosives has given good effects and deeper cuts in massive or advances of the drift. It is also remarkable that provocation blasting provided a safer work by appropriate explosive filling. These research results have been confirmed by experience through several years.