

przesiewacze zataczające, sprawność przesiewania

Adam MIREK*
Mirosław STANEK**
Grażyna DZIK*

ODDZIAŁYWANIE ROBÓT STRZAŁOWYCH NA ŚRODOWISKO ODKRYWKOWYCH ZAKŁADÓW GÓRNICZYCH

Roboty strzałowe są podstawową metodą urabiania złożeń w odkrywkowych zakładach górniczych. Przedstawiono stan prawny oraz stan bezpieczeństwa w zakresie wykonywania robót strzałowych w latach 1990–2012. Podano okoliczności i przyczyny charakterystycznych zdarzeń zaistniałych w tego typu zakładach, a związanych ze stosowaniem środków strzałowych. Poddano analizie wpływ różnych czynników w trakcie wykonywania robót strzałowych na stan bezpieczeństwa. Przedstawiono krótką charakterystykę aparatur służących do monitorowania stref zagrożenia i wpływu robót strzałowych na środowisko oraz wnioski wynikające z dokonanej analizy.

1. WSTĘP

Materiał wybuchowy jest podstawowym czynnikiem w procesie urabiania skał związanych wykorzystywanych w gospodarce. W czasie reakcji wybuchu materiału wybuchowego powstaje wysokie ciśnienie gazów, które wykorzystywane jest do urabiania. Reakcja wybuchu jednakże, oprócz pożądaných efektów niesie ze sobą także zagrożenie dla osób wykonujących te prace oraz dla otoczenia, w którym są wykonywane.

Użycie materiałów wybuchowych do celów cywilnych opiera się na wykorzystywaniu reakcji wybuchowej, której m.in. towarzyszą zjawiska mające wpływ na bezpieczeństwo ich użycia: bardzo duża prędkość reakcji, powstawanie znacznych ilości produktów gazowych, wysoka temperatura i ciśnienie, efekt świetlny i akustyczny.

Zjawiska te generują powietrzną falę uderzeniową, sejsmiczne drgania górotworu, rozrzut odłamków skalnych i wydzielanie dużej ilości gazów postrzałowych.

* Instytut Technik Innowacyjnych EMAG, Katowice, a.m@ermag.pl, gd@ermag.pl

** Wyższy Urząd Górniczy, Katowice, gg@wug.gov.pl

Powietrzna fala uderzeniowa, sejsmiczne drgania górotworu, rozrzut odłamków skalnych i wydzielanie się gazów postrzałowych są zjawiskami niepożądanymi w procesie urabiania surowców skalnych i mają negatywny wpływ na otoczenie, w którym zachodzą. Oddziaływanie tych zjawisk może wykraczać (czasem znacznie) poza obszar zakładu górniczego i skutkować narażeniem osób trzecich na ich negatywne skutki.

2. POSTANOWIENIA PRZEPISÓW REGULUJĄCE ODDZIAŁYWANIE ROBÓT STRZAŁOWYCH NA ŚRODOWISKO ODKRYWKOWYCH ZAKŁADÓW GÓRNICZYCH

Gospodarkę materiałami wybuchowymi dla celów gospodarczych reguluje w Polsce ustawa [1], natomiast ruch zakładu górniczego, w którym pozyskiwane są kruszywa ze złóż reguluje ustawa [2], a na podstawie delegacji w niej zawartej Minister Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej wydał rozporządzenie [3], regulujące gospodarkę środkami strzałowymi w ruchu zakładu górniczego. W załączniku nr 3 do tego rozporządzenia [3] zostały określone szczegółowe zasady używania środków strzałowych w zakładach górniczych. Natomiast w załączniku nr 4 określono zasady wyznaczania stref zagrożenia wokół miejsca wykonywania robót strzałowych w odkrywkowych zakładach górniczych, zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi oraz przy wykonywaniu robót geologicznych.

Zgodnie z zapisem w załączniku nr 4 do wokół miejsc wykonywania robót strzałowych wyznacza się strefy zagrożenia ze względu na: działanie powietrznej fali uderzeniowej, rozrzut odłamków skalnych oraz drgania sejsmiczne górotworu.

3. WYPADKI I ZDARZENIA W RUCHU ODKRYWKOWYCH ZAKŁADÓW GÓRNICZYCH ZWIĄZANE Z UŻYWANIEM ŚRODKÓW STRZAŁOWYCH

W efekcie niewłaściwego posługiwania się materiałem wybuchowym dochodzi często do niezamierzonych działań skutkujących niebezpiecznymi zdarzeniami.

Tabela 1

Wypadki związane ze stosowaniem środków strzałowych
w zakładach górniczych w latach 1990–2012

Lata	Zakłady podziemne			Zakłady odkrywkowe			Zakłady otworowe		
	liczba wypadków	liczba poszkodowanych	w tym śmiertelnych	liczba wypadków	liczba poszkodowanych	w tym śmiertelnych	liczba wypadków	liczba poszkodowanych	w tym śmiertelnych
1990	13	17	4						
1991	6	7	3						
1992	3	3	1	1			1	1	
1993	10	12	2	2	2	1	1	1	1
1994	6	6	1	1	2	1			
1995	2	2	1						
1996	4	7		1	1				
1997	2	4							
1998	1	1		1	1				
1999	2	2		1	2	1	1	1	
2000									
2001				1	3	1			
2002	2	2							
2003	5	54							
2004	2	2							
2005									
2006	1	4	1						
2007	4	7	1						
2008	1	1							
2009	1	2							
2010	3	8	1	1	1				
2011	2	2	1						
2012	1	1							
łącznie	71	144	16	9	12	4	3	3	1

Tabela 2

Krótką charakterystyka zdarzeń i wypadków związanych ze stosowaniem środków strzałowych w odkrywkowych zakładach górniczych na przestrzeni ostatnich 5 lat

Data	Opis
20 II 1998	W ZKSM SA w Kopalni Granitu „Rogoźnica” w trakcie sporządzania ładunku MW składającego się z amonitu oraz naboju udarowego i zapalnika milisekundowego z nieustalonych przyczyn nastąpiła detonacja, wskutek której drobnych urazów doznał wiertacz strzałowy.
20 III 1999	W KSS „Kłęzany” w trakcie przygotowywania ładunków materiału wybuchowego nastąpiła detonacja środków strzałowych; w jej wyniku śmiertelnych obrażeń ciała doznał strzałowy przygotowujący ładunki, a jego pomocnik (strzałowy) doznał ciężkich obrażeń ciała.
29 V 2000	W KCW „Kujawy” w Kopalni „Wapienno” podczas wykonywania robót strzałowych w progach przyspągowych po odpaleniu ładunku MW w otworach o długości 3,5–4,0 m i średnicy 105 mm bryła skalna o wymiarach 15×15×15 cm (ok. 13 kg) przebiła dach budynku i uszkodziła strop pomieszczenia mieszkalnego. W pomieszczeniu tym nikt nie przebywał; budynek zlokalizowany był od miejsca najbliższych wykonywanych robót strzałowych w odległości 320 m i 60 m powyżej spągu. Dla tego typu robót obowiązują strefy rozrzutu odłamków skalnych: 300 m poza wyrobisko i 400 m do wyrobiska.
5 IV 2001	W Kopalni Wapienia „Morawica” podczas wiercenia otworu wiertnicą Hausherr na ścianie poziomym w części środkowej wyrobiska, nastąpiła detonacja MW, powodując odrzucenie na 8 m kabiny operatora wiertnicy. W wypadku operator koparki uległ wypadkowi śmiertelnemu, a dwóch pracowników doznało lekkich obrażeń ciała.
28 X 2008	W Kopalni Szarogłazu „Młynów” w wyniku prowadzonych robót strzałowych na górnym piętrze miał miejsce zwiększony rozrzut odłamków skalnych poza strefę rozrzutu ustaloną w planie ruchu (200 m); uszkodzone zostały dwa samochody osobowe oraz dwa budynki mieszkalno-gospodarcze w miejscowości Ławica.
22 I 2010	W Kopalni Granitu „Strzelin” w wyniku dokonanego odstrzału metodą długich otworów spadające odłamki skalne przekroczyły strefę rozrzutu określoną przez rzeczoznawcę ds. ruchu zakładu górniczego wynoszącą 85 m i doleciały na teren sąsiadującego z wyrobiskiem Zakładem Karnym, a także poza ten zakład, na odległość do ok. 320 m od miejsca odstrzału.
2 IX 2010	W Kopalni „Ogorzelec” podczas wykonywania robót strzałowych metodą długich otworów nastąpił rozrzut odłamków skalnych poza ustaloną w planie ruchu strefę rozrzutu odłamków skalnych wynoszącą 200 m. W wyniku odstrzału spadające odłamki skalne przekroczyły ww. strefę i objęły swoim zasięgiem budynki mieszkalno-gospodarcze, znajdujące się w odległości od 240 do 330 m od miejsca odstrzału. Zdarzenie nie spowodowało żadnego wypadku, jedynie uszkodzenia poszycia dachowego i oszklenia budynków mieszkalno-gospodarczych oraz uszkodzenia parkujących na posesjach samochodów.
12 X 2010	W KOSD SA w Kopalni „Józefka” w Górnicy k. Kielc, podczas nabierania urobku do łyżki koparki E-303 nastąpiła detonacja ładunku MW (niewypału powstałego po strzelaniu metodą otworów strzałowych zwykłych pionowych); dwa odłamki skalne przebiły przednią szybę kabiny koparki uderzając operatora, który doznał obrażeń twarzy i szyi. Odłamki skalne rozrzucone podczas detonacji MW uszkodziły pracującą w przodku koparkę.

4. ORIENTACYJNE OBLICZANIE (OKREŚLANIE RZECZYWISTEGO ZASIĘGU) STREFY SZKODLIWYCH DRGAŃ SEJSMICZNYCH

Drgania sejsmiczne (zwane często parasejsmicznymi wywołane czynnikiem ludzkim, a nie pochodzenia naturalnego) mogą oddziaływać w sposób szkodliwy na budynki zlokalizowane w otoczeniu kopalń odkrywkowych lecz mogą również powodować spękania górotworu, osiadanie podłoża, osuwiska oraz spelżywanie skarp i zboczy, wzajemne przesunięcia warstw skalnych lub ich rozwarstwienia, uaktywnienie uskoku tektonicznych, zmiany konsystencji skał luźnych (upłynnienie zawodnionych piasków lub zagęszczenie nawodnionych stref gruntowych) oraz zmianę warunków hydrogeologicznych wód podziemnych.

Z prawidłowo zaprojektowanymi i wykonanymi robotami strzałowymi mamy do czynienia wtedy, gdy zdecydowana część energii detonacji ładunków MW została wykorzystana na pracę użyteczną, czyli urobienie i przemieszczenie skały. Natomiast zjawiskiem niepożądanym jest przekształcenie się części energii detonacji w drgania parasejsmiczne gruntu. Na intensywność drgań parasejsmicznych ma wpływ wiele czynników, z których najważniejszymi są:

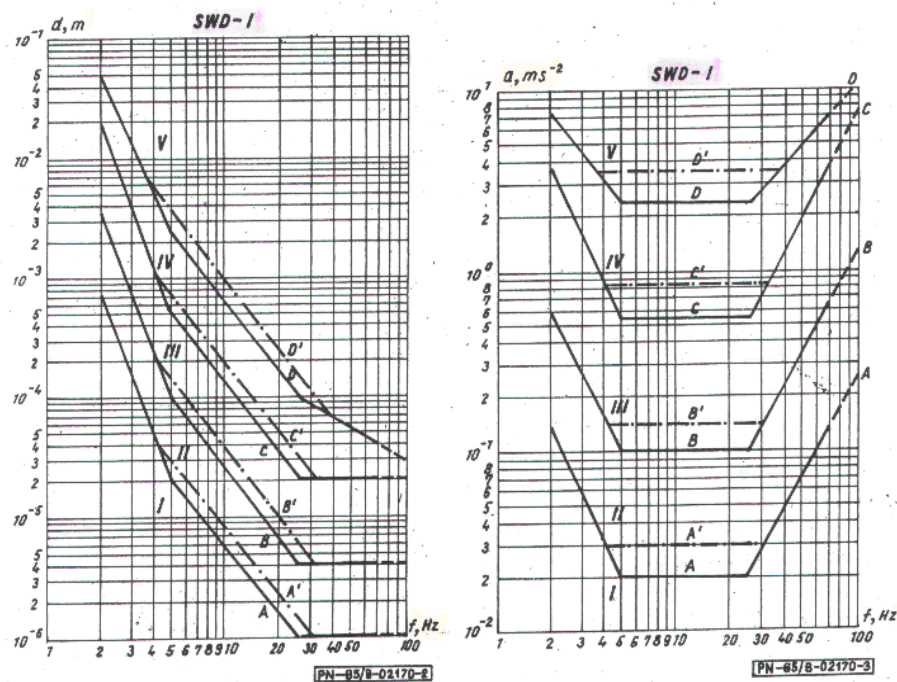
- parametry strzelania (zabój, przewiert, odległość między otworami strzałowymi, nachylenie ściany, średnica otworów, rodzaj użytego materiału wybuchowego), a także opóźnienie międzysrzalowe, jeżeli stosuje się odpalanie milisekundowe,
- właściwości fizyczne środowisk skalnych, w których prowadzone są roboty strzałowe, jak również budowa geologiczna masywu skalnego, w którym rozchodzą się fale sejsmiczne,
- charakter podłoża pod chronionymi obiektami oraz odległość od miejsca strzelania.

Drgania mechaniczne spowodowane detonacją ładunku MW mają specyficzny charakter i nie mogą być porównywane z drganiami wzbudzonymi przez środki transportowe, pracę maszyn itp. Cechują się krótkim czasem trwania (1–10 s) oraz nieregularnym kształtem zapisu, z wyróżnieniem jednej lub kilku amplitud szczytowych.

Próg szkodliwości będący przemieszczeniem, prędkością lub przyspieszeniem krytycznym drgań definiowany jest jako intensywność wstrząsów, przy których nie występują uszkodzenia budynków w dobrym stanie technicznym. Ogólnikowość tej definicji oddaje trudność jednoznacznego określenia tego zjawiska.

W Polsce, w tym zakresie, stosowana jest norma PN-85/B-02170: *Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki*. Przybliżoną charakterystykę szkodliwości drgań według tej normy można przedstawić stosując skale wpływów dynamicznych SWD I (rys. 1) i SWD II. Są to nomogramy (przemieszczenia, prędkości lub przyspieszenia w zależności od częstotliwości drgań) pozwalające, po nanieśieniu wyników pomiarów, na szybką orientację o stopniu szkodliwości rejestrowanych drgań.

Drgania parasejsmiczne mogą też być uciążliwe dla ludzi przebywających w budynkach, ponieważ wrażliwość organizmu ludzkiego na drgania, zwłaszcza o wyższych częstotliwościach, jest bardzo duża. W skrajnych przypadkach przez ludzi mogą być odbierane drgania o amplitudach 0,001 mm i przyspieszeniach $0,001 \cdot g$ (gdzie g – przyspieszenie ziemskie). Dlatego ludzie łatwo reagują na drgania, które często są zupełnie nieszkodliwe dla budynków. Subiektywna ocena drgań zależy od ich częstotliwości i zawsze bardziej odczuwalne są te o wysokich wartościach.



Rys. 1. Skala wpływów dynamicznych SWD-I
Fig. 1. The SWD-I scale of dynamic influence

Orientacyjny promień strefy szkodliwych drgań sejsmicznych oblicza się obecnie wg wzoru zawartego w załączniku nr 4 do rozporządzenia [3]:

$$r_s = \sqrt{\frac{Q_z}{\varphi}}$$

gdzie:

- r_s – odległość od miejsca wykonywania robót strzałowych do chronionego obiektu,
- Q_z – maksymalny ładunek materiału wybuchowego przypadający na

stopień opóźnienia przy stosowaniu zapalników milisekundowych lub ładunek całkowity materiału wybuchowego, który odpalany jest natychmiastowo,

- φ – współczynnik:
- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| przy $c < 2000$ m/s | $\varphi = 0,019-0,015,$ |
| przy $c = 2001-3000$ m/s | $\varphi = 0,025-0,020,$ |
| przy $c > 3000$ m/s | $\varphi = 0,030-0,026,$ |
- c – prędkość fali sejsmicznej podłużnej, charakterystyczna dla podłoża ochranianego obiektu.

W przypadku, gdy ładunek materiału wybuchowego odpalany jest przy użyciu zapalników milisekundowych, promień strefy szkodliwych drgań sejsmicznych zwiększa się 1,5-krotnie. Obliczona wielkość promienia strefy szkodliwych drgań sejsmicznych powinna być zwiększona dodatkowo 1,5-krotnie, jeśli roboty strzałowe wykonywane są przy jednej powierzchni odsłonięcia, a także przy robotach strzałowych wykonywanych w otworach poziomych albo w progach przyspągowych.

Krótkotrwałe drgania parasejsmiczne wzbudzone w momencie odpalania ładunków materiału wybuchowego przy prowadzeniu urabiających robót strzałowych rozchodzące się we wszystkich kierunkach od miejsca strzelania oddziałują w większy lub mniejszy (czasem szkodliwy) sposób na budynki znajdujące się w otoczeniu kopalni.

System budownictwa w Polsce jest specyficzny. Charakteryzuje się zagęszczoną zabudową wokół wyrobisk górniczych (sytuacja niezbyt często spotykana w innych krajach) oraz zróżnicowaną konstrukcją budynków. Stare budynki zostały w wielu przypadkach wzniesione tzw. systemem gospodarczym i nie są przeważnie odporne na wstrząsy występujące podczas robót strzałowych. Utrudnia to przyjęcie właściwego kryterium szkodliwości drgań parasejsmicznych dla całej zabudowy zwartej.

Z doświadczeń prowadzenia ruchu zakładu górniczego wynika, że coraz powszechniejsze są roszczenia osób trzecich w stosunku do przedsiębiorcy prowadzącego urabianie złoża materiałem wybuchowym. Roszczenia skierowane do przedsiębiorców są coraz liczniejsze, a ich wielkość może doprowadzić do poważnych problemów zakłady górnicze. Bardzo skuteczną i na dzisiaj naprawdę jedyną linią obrony przedsiębiorców stają się sieci monitoringu sejsmicznego, które w sposób ciągły i wiarygodny rejestrują rzeczywiste parametry drgań w obiektach, które mogą wyrządzić szkody w obiektach sąsiadujących z zakładami górnictwami.

Rzeczywisty zasięg szkodliwych drgań sejsmicznych określa rzeczoznawca ds. ruchu zakładu górniczego. Jego ustalenia również mogą być zweryfikowane przez sieć monitoringu.

5. APARATURY DO MONITORINGU WPLYWU DRGAŃ PARASEJSMICZNYCH NA OTOCZENIE

Eksploracja górnicza powodująca gwałtowne wyzwolenie energii w górotworze jest podstawową przyczyną zagrożeń związanych ze wstrząsami sejsmicznymi i parasejsmicznymi. Fale sprężyste powstałe podczas wyzwolenia energii wybuchu rozchodzą się w ośrodku stwarzając zagrożenie dla wyrobisk górniczych, jak i obiektów na powierzchni ziemi. Aby wykonać ocenę stopnia szkodliwości wstrząsów, zalecana jest ciągła obserwacja procesów naprężeń w górotworze oraz rejestracja i analiza przyspieszeń drgań niskoczęstotliwościowych. Do tego celu wykorzystuje się system zdalnego monitorowania przyspieszeń drań gruntu i budowli (tj. budowli typu inżynierskiego, hydrotechnicznego, obudowy szybowej czy budynków mieszkalnych itp.). Przykładem takiego systemu może być aparatura ARP 2000, której producentem jest Instytut Technik Innowacyjnych EMAG w Katowicach.

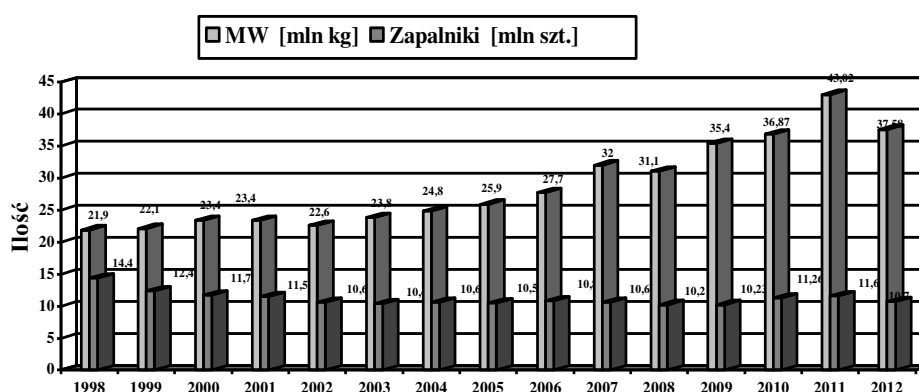
System ARP 2000 składa się z części stanowiskowej – do kontroli zagrożeń powierzchni, wyposażonej w centralny komputer zestawu przetwarzającego oraz części obiektowej – zawierającej lokalne koncentratory pomiarowe z synchronizacją czasową GPS oraz trójskładowe czujniki akcelerometryczne CZP3X (opcjonalnie trzy jedno-składowe sejsmometry) instalowane w odpowiednich punktach pomiarowych. Dużą zaletą systemu jest cyfrowa transmisja sygnału za pomocą bezprzewodowej sieci GSM. Skraca to czas przetwarzania danych, z uwagi na wyeliminowanie czynnika ludzkiego – zbierania danych w miejscu instalacji koncentratora.

Obecnie do monitorowania zjawisk sejsmicznych i parasejsmicznych oraz oceny intensywności drgań pomiaru przyspieszenia i prędkości gruntu wykorzystywane są trzy wersje systemu ARP 2000. System (ARP 2000P), realizowany w wersji powierzchniowej, służy np. do pomiaru przyspieszenia drgań gruntu i budynków na powierzchni obszaru górniczego kopalni oraz wykorzystywany jest do pomiarów deformacji powierzchni. Inny (ARP 2000H – w wersji hydrotechnicznej) używany jest do pomiaru przyspieszenia drgań konstrukcji, gruntu i budowli. Dobrym tego przykładem może być instalacja zastosowana (od roku 2001) na wale zbiornika hydrotechnicznego „Żelazny Most” w Rudnej [8]. Inny system, w wersji szybowej (ARP 2000SZ) wykorzystywany jest do kontroli przyspieszeń drgań obudowy szybowej [9].

Głównymi funkcjami systemu ARP 2000 jest zapis i analiza niskoczęstotliwościowych drgań gruntu i budynków w obszarach zagrożonych wstrząsami górnictwem i innymi wstrząsami podziemnymi, zarówno wywołanymi naturalnymi zjawiskami jak i działalnością ludzką, np. robotami strzałowymi. Wykryte drgania rejestrowane są przez czujniki o dużej dynamice, a następnie transmitowane – drogą radiową – do centrali przetwarzającej, gdzie następuje archiwizacja i przetwarzanie zgodnie z polską normą dotyczącą oceny szkodliwości oddziaływań na budynki według obowiązującej skali SWD.

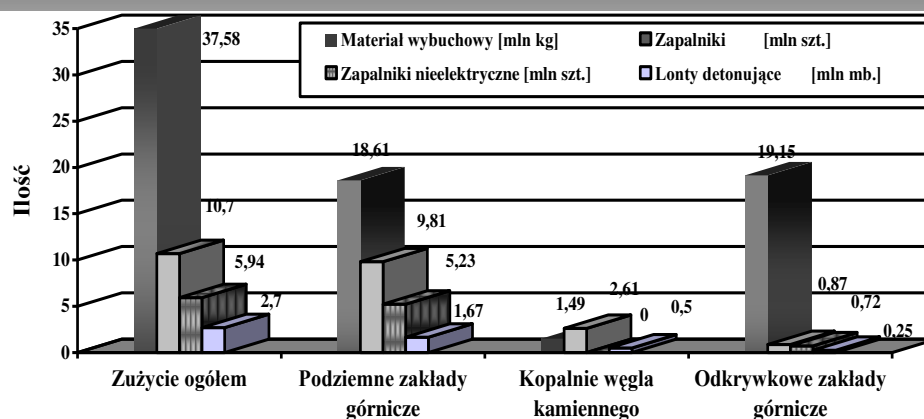
6. STATYSTYKA ZUŻYCIA ŚRODKÓW STRZAŁOWYCH W ZAKŁADACH GÓRNICZYCH

Ponad 99% materiałów wybuchowych używanych w gospodarce narodowej do celów cywilnych zużywa się we wszystkich rodzajach zakładów górniczych. Poniżej przedstawiono dane charakteryzujące wielkość zużycia środków strzałowych w poszczególnych rodzajach zakładów górniczych.



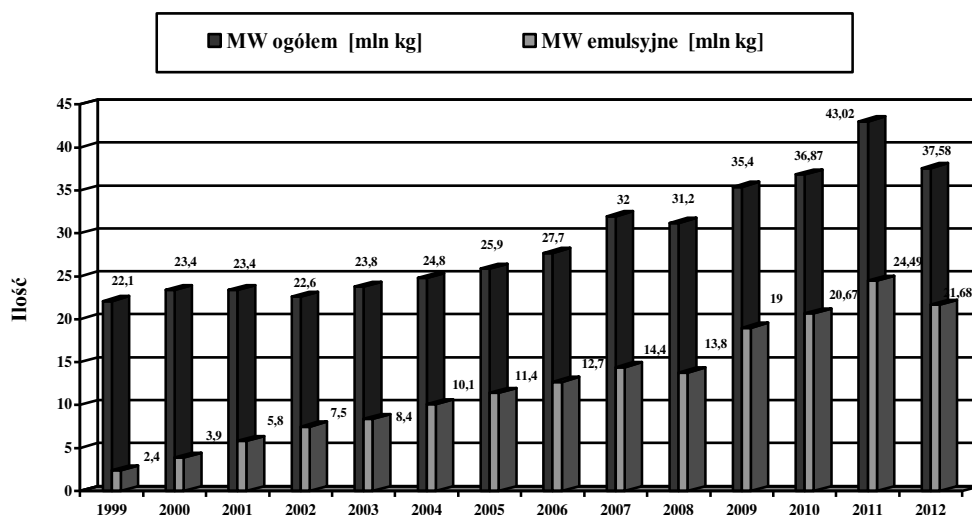
Rys. 2. Ilość środków strzałowych zużywanych w zakładach górniczych w latach 1998–2012

Fig. 2. Amount of blasting agents consumed in mine plants during 1998–2012

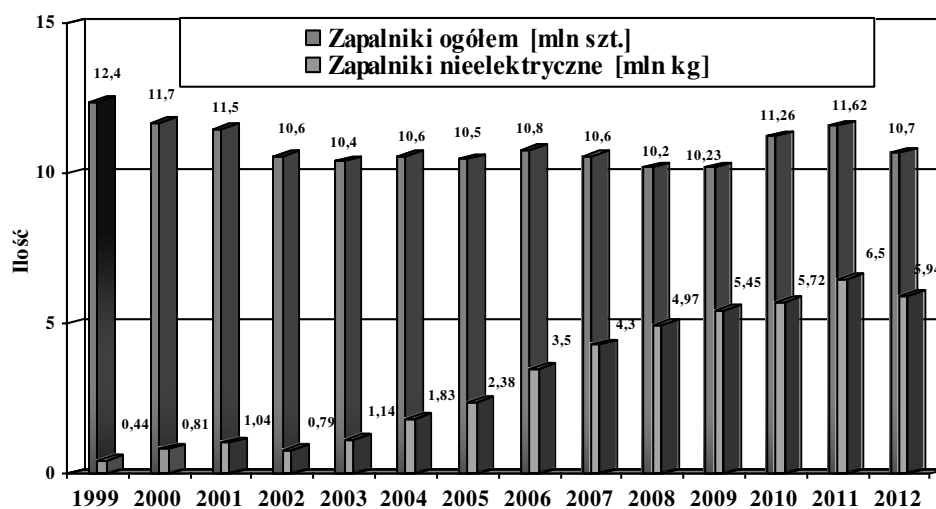


Rys. 3. Zestawienie ilości zużytych środków strzałowych według rodzajów zakładów górniczych w roku 2012

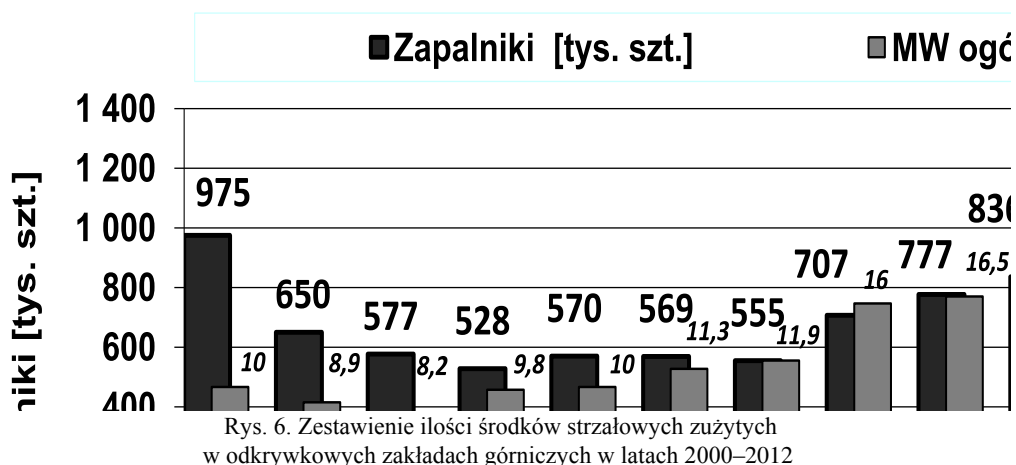
Fig. 3. Summary of amount of blasting agents consumed according to mine plants in 2012



Rys. 4. Ilość emulsyjnych materiałów wybuchowych zużytych w zakładach górniczych na tle zużycia ogółem w latach 1999–2012
 Fig. 4. Amount of emulsion blasting agents consumed in mine plants against the total consumption during 1999–2012



Rys. 5. Liczba zapalników nieelektrycznych zużytych w zakładach górniczych na tle zużycia ogółem w latach 1999–2012
 Fig. 5. Amount of non-electric detonators consumed in mine plants against the total consumption during 1999–2012



Rys. 6. Zestawienie ilości środków strzałowych zużytych w odkrywkowych zakładach górniczych w latach 2000–2012

Fig. 6. Summary of amount of blasting agents consumed in open-pit mines during 2000–2012

7. PODSUMOWANIE

- Stan bezpieczeństwa przy wykonywaniu robót strzałowych w zakładach górniczych uwarunkowany jest wieloma czynnikami stąd konieczność podejmowania wielopłaszczyznowych działań.
- Stosowane w coraz szerszym zakresie nowe materiały wybuchowe wytwarzane w miejscu wykonywania robót strzałowych znacząco poprawiły stan bezpieczeństwa wykonywania robót strzałowych.
- Wprowadzenie monitoringu wpływu robót strzałowych na otoczenie zakładów górniczych stało się koniecznym narzędziem do walki z nieuzasadnionymi roszczeniami osób trzecich oraz wpłynęło bezpośrednio na bezpieczeństwo wykonywania tych robót.
- Należy podjąć działania organizacyjne zmierzające do wyodrębnienia w strukturze zakładu górniczego działów (służb) profesjonalnie zajmujących się tylko wykonywaniem robót strzałowych lub powierzanie wykonywania takich robót wyspecjalizowanym podmiotom.
- W ruchu zakładów górniczych należy wdrożyć procedurę bardzo dokładnej kontroli miejsca wiercenia otworów strzałowych na okoliczność występowania niewypałów pochodzących z poprzednio wykonanych robót strzałowych.

LITERATURA

- [1] Ustawa z dnia 21 czerwca 2002 r. o materiałach wybuchowych przeznaczonych do użytku cywilnego (DzU 2002.117. 1007 ze zm.)
- [2] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (DzU 2011.163.981).

- [3] Rozporządzenie MGPIPS z dnia 1 kwietnia 2003 r. ws. *przechowywania i używania środków strzałowych i sprzętu strzałowego w zakładach górniczych* (DzU 2003.72.656)
- [4] Rozporządzenie RM z dnia 30 kwietnia 2004 r. ws. *dopuszczania wyrobów do stosowania w zakładach górniczych* (DzU 2004.99.1003 ze zm.).
- [5] Rozporządzenie MG z dnia 11 czerwca 2002 r. ws. *kwalifikacji wymaganych od osób kierownictwa i dozoru ruchu zakładów górniczych, mierniczego górniczego i geologa górniczego oraz wykazu stanowisk w ruchu zakładów górniczego, które wymagają szczególnych kwalifikacji* (DzU 2002.84.755 ze zm.).
- [6] Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. *o systemie oceny zgodności*, (DzU 2002.166.1360 ze zm.).
- [7] Rozporządzenia MG ws. *bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia pożarowego w odkrywkowych zakładach górniczych wydobywających kopaliny pospolite*, (DzU 2002.109.962 ze zm.).
- [8] ISAKOW Z. i in., *System ARP 2000 do zdalnego monitorowania przyspieszeń drgań powierzchni, budynków, obudowy szybowej lub obiektów hydrotechnicznych wywołanych wstrząsami górnictwymi*, Mechanizacja i Automatyka Górnictwa nr 9 (369), Katowice 2001.
- [9] WRÓBEL J., SZŁAPKA M., *Doświadczenia z eksploatacji systemów do monitorowania drgań wywołanych wstrząsami górnictwymi*, Mechanizacja i Automatyka Górnictwa, nr 9 (381), Katowice 2002.

THE EFFECT OF BLASTING ON ENVIRONMENT IN THE OPEN-PIT MINES

Blasting is a basic method of deposit mining in the open-pit mines. The paper presents legal and safety status for blasting during 1990–2012. Circumstances and causes of specific events occurring in such mine plants are given, related to the usage of blasting agents. The impact of various factors on the safety state during blasting are analyzed. The paper presents a brief characteristic of an apparatus used to monitor of hazardous zones and influence of blasting on environment, moreover conclusions from that analysis.