

*Materiały Wysokoenergetyczne / High-Energetic Materials*, 2016, 8, 73 – 80

ISSN 2083-0165

Copyright © 2016 Institute of Industrial Organic Chemistry, Poland

## **Technika strzelnicza – odpady i ich utylizacja** **Blasting technology – utilization of waste**

**Jolanta Biegańska**

*AGH - Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, PL*

*Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Górnictwa Odkrywkowego, 30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30*

*E-mail: [biega@agh.edu.pl](mailto:biega@agh.edu.pl)*

**Streszczenie:** *Eksploatacja surowców mineralnych, w większości przypadków, odbywa się przy zastosowaniu materiałów wybuchowych i środków strzałowych. Od prawidłowego sposobu wykonania techniki strzelniczej zależy minimalizacja oddziaływania na środowisko tych prac (emisje do atmosfery, hałas i wibracje, zużycie i zanieczyszczenie wody, powstawanie odpadów). Celem ograniczenia degradacji środowiska podejmuje się działania kompleksowe w aspekcie poszczególnych rodzajów czynników zanieczyszczających.*

*W referacie omówiono wpływ ww. czynników na środowisko oraz przedstawiono metody ograniczenia niekorzystnego działania. Zwrócono szczególną uwagę na powstawanie odpadów związanych z prawidłowo prowadzoną techniką strzelniczą oraz wskazano możliwości ich wykorzystania lub zagospodarowania (zgodnie z wymaganiami Unii Europejskiej).*

**Abstract:** *In most cases, extraction of mineral resources is carried out using explosives and shot-firing materials. Carrying out blasting in a proper manner enables the effect on the environment in the immediate area (emissions to atmosphere, noise and vibration, utilization and contamination of water; generation of waste) to be minimised. The aim of limiting environmental degradation can be undertaken by complex activities in the field of the each of the contamination factors mentioned above.*

*In the paper, the influence of the above-mentioned factors on the environment, as well as methods of limiting their negative impact are presented. The main focus is on the generation of waste during blasting in the approved manner. Also, the feasibility of utilising or recycling such waste (in order to satisfy European Union requirements) is considered.*

**Słowa kluczowe:** *technika strzelnicza, odpady, utylizacja, środowisko naturalne*

**Keywords:** *blasting technology, waste, utilization, environment*

### **1. Wstęp**

Prace związane z wybuchowym urabianiem złóż są nadal dominującą metodą pozyskiwania surowców naturalnych. Rozwój technologii doprowadził do powstania wielu nowoczesnych systemów kompleksowej obsługi przedsiębiorstw górniczych. Technika strzelnicza jest obecnie dopracowana w takim stopniu, że wpływa na bezpieczeństwo obsługi i nie powinna stanowić zagrożenia dla środowiska. Wymusiły to również restrykcyjne przepisy prawne.

Nowe materiały wybuchowe (MW) o właściwościach najbardziej korzystnych z ekologicznego punktu widzenia i systemy inicjowania zapewniają, że prowadzone prace z ich użyciem w minimalnym stopniu mają negatywne skutki dla środowiska.

Referat zwraca uwagę na powstawanie odpadów, które generowane są mimo prawidłowo prowadzonej technice strzelniczej. Omówiono przykłady minimalizowania skutków ich wytwarzania oraz sposób wykorzystania lub zagospodarowania.

## 2. Program LIFE w zakresie środowiska

Eksploracja surowców naturalnych wywołuje zagrożenia dla środowiska: zmiany stosunków wodnych, deformacje powierzchni ziemi, zanieczyszczenie wód i gleb oraz wytwarzanie dużych ilości odpadów, często trudnych do zagospodarowania. Zmiany te są normalnym skutkiem działalności przemysłu, trudnym do wyeliminowania.

Biorąc pod uwagę zasoby, produkcję a także wystarczalność podstawowych surowców (tabela 1), należy założyć dalszą dewastację środowiska.

**Tab. 1.** Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce [1]

Kopaliny	Zasoby		Wydobycie [tys. Mg]	Wystarczalność zasobów [lata]
	Geologiczne bilansowe [tys. Mg]	Przemysłowe [tys. Mg]		
Węgiel kamienny	51 960 434	3 763 615	65 969	57,1
Węgiel brunatny	23 510 590	1 196 610	64 002	18,7
Rudy Cu	1 736 883	1 190 971	31 023	38,4
Rudy Zn-Pb	86 018	6 996	2 297	3,0

Sprawa degradacji środowiska dotyczy nie tylko naszego kraju – jest rozpatrywana na poziomie Unii Europejskiej, która współfinansuje działania na rzecz środowiska.

Na lata 2014 – 2020 opracowano program LIFE (rys. 1), dzięki któremu mają być wspierane projekty m. in. w dziedzinie: „Środowisko i efektywność wykorzystywania zasobów” [2]. Łączny budżet Programu wynosi 3,4 mld euro, z tego 75% środków przypada na podprogram środowiskowy, a 25% na klimatyczny.



**Rys. 1.** Zakres Programu LIFE oraz cele szczegółowe obszarów priorytetowych [2]

W podprogramie na rzecz środowiska priorytetowym działaniem ma być ochrona oraz efektywne gospodarowanie zasobami i dotyczy realizacji innowacyjnych przedsięwzięć, w szczególności zapobiegania zmianom klimatu. Gospodarowanie zasobami prowadzone musi być przy uwzględnieniu ochrony wód, powietrza, gleby, lasów, ochrony przed hałasem, przed zagrożeniami związanymi z chemikaliami. Duży nacisk położony jest również na ochronę zdrowia i zrównoważone gospodarowanie zasobami naturalnymi i odpadami.

## 3. Zagrożenia środowiska przy wydobywaniu surowców naturalnych

Wśród problemów środowiskowych, które pojawiają się w związku z gospodarowaniem zasobami w czasie prac związanych z wydobywaniem i przetwarzaniem surowców naturalnych, są:

- emisje do atmosfery,

- hałas i wibracje,
- zużycie i zanieczyszczenie wody,
- powstawanie odpadów,
- odnowa gruntów.

Emisja do atmosfery dotyczy pyłu (ang. *Particulate Matter*; PM) pojawiającego się na wszystkich etapach wydobywania i przetwarzania surowców: kruszenie, mielenie, wiercenie, wybuchowe urabianie i transport.

**Pyły** stanowią poważny czynnik chorobotwórczy i są zanieczyszczeniem powietrza składającym się z cząstek stałych, zawieszonych w powietrzu.

Jest to mieszanina substancji organicznych i nieorganicznych i należy do zanieczyszczeń transgranicznych – pył PM10 może być transportowany na odległość do 1 000 km a pył PM2,5 jest transportowany na odległość do 2 500 km.

Ocena stopnia zagrożenia pyłami wymaga poznania składu ziarnowego i właściwości pyłu emitowanego z głównych grup źródeł; w Polsce jest dalece niewystarczająca [3].

Skutek emisji PM jest określony przez rozmiar cząstek:

- TSP (ang. *Total Suspended Particulates*) – pył całkowity (pył zawieszony), wszystkie pyły o średnicy nawet większej niż 10  $\mu\text{m}$ ; jeśli sedimentują na nabłonku migowym w górnej części układu oddechowego (gardło, oskrzela, oskrzeliki) to nie są problemem,
- PM10 (ang. *Particulate Matter 10*) – pyły inhalabilne o średnicy ziaren mniejszej niż 10  $\mu\text{m}$ , które mogą docierać do górnych dróg oddechowych i płuc; pyły tej wielkości docierają do wnętrza pęcherzyków płucnych i tam osiadają (pylica),
- PM2,5 (ang. *Particulate Matter 2,5*) – pyły respirabilne o średnicy ziaren mniejszej niż 2,5  $\mu\text{m}$ , które docierają do płuc i przedostają się do krwioobiegu – zachodzi pinocytoza; większy problem stanowi reaktywność chemiczna substancji osadzonych na tych pyłach.

Pyły można podzielić ze względu na rodzaj stwarzanego przez nie zagrożenia, co pozwala wskazać istotę działania:

- pyły o działaniu toksycznym (powodują szybkie zatrucie organizmu), których składnikami są: rtęć (Hg), kadm (Cd), arsen (As), cynk (Zn), ołów (Pb), pyły metali radioaktywnych oraz pyły azbestowe i fluorki; Szkodliwość azbestu wynika z jego włóknistej struktury – wdychanie włókien. Natomiast rtęć, z uwagi na możliwość przechodzenia w różne formy, osiada w postaci związanej z cząstkami pyłu.
- pyły szkodliwe (powodują pylicę lub uczulają); często zmniejszają odporność na choroby zakaźne. Ich składnikami są: krzemionka ( $\text{SiO}_2$ ), pyły drewna, pyły glinokrzemianowe,
- pyły neutralne (mogą podrażniać): żelaza, wapieni, gipsu i węgla.

Skutki działania niektórych rodzajów pyłu (nawet najmniej szkodliwych) ujawniają się po wielu latach a wymiernym ich efektem jest wzrost zachorowań na alergie.

W celu ograniczenia emisji pyłów, kopalnie zastosowały [4]:

- układy zraszające na kombajnach ścianowych oraz chodnikowych,
- odpylacze w drażonych wyrobiskach korytarzowych przewietrzanych wentylacją odrębną,
- dysze zraszające na przesypach przenośników odstawy urobku,
- środki chemiczne zmniejszające napięcie powierzchniowe wody,
- przepłuczki wodne przy wierceniu otworów w skałach zwięzłych wiertarkami udarowymi powietrznymi,
- doraźnie inne dodatkowe urządzenia np. tzw. kurtyny wodne,
- tzw. pyłolapy w tamach.

Innymi zanieczyszczeniami powietrza są **substancje gazowe**. Tworzą je przede wszystkim związki siarki (dinitlenek –  $\text{SO}_2$  i tritlenek –  $\text{SO}_3$  siarki, siarkowodór –  $\text{H}_2\text{S}$ ), związki azotu (tlenki azotu –  $\text{NO}_x$ ), a także związki węgla, wśród których największą rolę odgrywają tlenki węgla (tlenek węgla(II) – CO i tlenek węgla(IV) –  $\text{CO}_2$ ) oraz węglowodory (np. metan –  $\text{CH}_4$ , etan –  $\text{C}_2\text{H}_6$ , propan –  $\text{C}_3\text{H}_8$ ).

Najważniejsze związki chemiczne, powodujące zanieczyszczenie atmosfery to:

- tlenek siarki(IV) –  $\text{SO}_2$ . Jest bezbarwny i charakteryzuje się silnym, duszącym zapachem; jest trucizną,
- tlenek węgla(II) – CO. Ma silne właściwości trujące, gdyż przy dużym stężeniu łączy się z hemoglobina w krwi, blokując możliwość oddychania. Jest szczególnie niebezpieczny, bo nie posiada zapachu, smaku, ani

- koloru i łatwo rozprzestrzenia się w powietrzu,
- tlenek węgla(IV) – CO<sub>2</sub>. W atmosferze występuje naturalnie i nie stanowi zagrożenia, jeżeli nie zostanie przekroczone jego dopuszczalne stężenie,
  - związki azotu przyczyniające się do zanieczyszczenia środowiska to tlenki azotu NO<sub>x</sub> (mieszanina tlenku azotu(II) – NO i tlenku azotu(IV) – NO<sub>2</sub>) oraz amoniak (NH<sub>3</sub>).

Powstawanie, w kamieniołomach, niektórych substancji gazowych (tlenków) jest wynikiem stosowania pojazdów i innych źródeł spalania. Stosując materiały wybuchowe (MW) przy urabianiu surowców, niezależnie od ich rodzaju, powstają produkty gazowe w postaci gazów toksycznych i nietoksycznych. Nastąpić może emisja: tlenku węgla(II), tlenku węgla(IV), mieszaniny tlenków azotu (NO<sub>x</sub>). Ponadto w wyniku sorpcji mogą powstawać emisje azotynów, metanu, etanu i tlenku glinu – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (pary glinu w reakcji z tlenem atmosferycznym tworzą tlenki, które emitowane są w postaci aerozolu).

W celu zapobiegania zanieczyszczeniom gazowym powinno się zastosować:

- mechaniczny sposób urabiania – tam gdzie to możliwe,
- właściwy sposób prowadzenia prac strzałowych (planowanie lokalizacji, głębokości, średnicy i odstępów między otworami),
- dobór MW zapewniających całkowite i zupełne spalanie (bilans tlenowy MW równy lub bliski zeru).

Źródłem hałasu są wszystkie kopalnie. **Hałas** występuje na wszystkich etapach eksploatacji i przetwarzania surowców (praca koparek, wybuchowe urabianie skał, transport, mielenie, przesiewanie, sortowanie i składowanie surowców). Szkodliwość hałasu i wpływu na zdrowie człowieka została udowodniona a skutkiem wymiernym są uszkodzenia narządu słuchu.

Dla zminimalizowania i ograniczenia wpływu hałasu stosuje się:

- powłoki lub hydrauliczne wiertnice – redukcja szumu na wieży wiertniczej,
- ekrany dźwiękoszczelne i powłoki na etapach wzbogacania surowców,
- bariery zmniejszające hałas i/lub moduły z ekranów i przykrycie dla sprzętu, który jest źródłem hałasu (kruszątki, młyny),
- fizyczne bariery na granicy obiektu (nasypy),
- optymalizację tras pojazdów w obrębie przedsiębiorstwa,
- ograniczenie prędkości pojazdów.

Najsilniejszym źródłem **wibracji** wydaje się być stosowanie MW – wytworzenie drgań sejsmicznych.

Zjawiska związane z pracami wybuchowymi (nadmierne ciśnienie, rozrzut fragmentów kamieni) można zneutralizować przez:

- stosowanie specjalnych systemów urabiania skał – odpowiednie przygotowywanie i obliczanie dla ładunku MW, stosowanie zapalników zwłoczących i nieelektrycznych lub elektronicznych (zamknięcie reakcji detonacji w rurce powoduje przewagę nad systemem inicjowania lontem detonującym, w którym reakcja detonacji jest otwarta i powstają niepożądane zjawiska takie jak: powietrzna fala uderzeniowa i efekt dźwiękowy), wykorzystanie działań zmniejszających stopień fragmentacji urobku,
- projektowanie – produkcja MW, badanie powierzchni w celu uniknięcia nadmiernej koncentracji energii wybuchu,
- podejmowanie środków do zneutralizowania drgań powierzchni i zmniejszenia ciśnienia z konturowej powierzchni kontroli siatki otworów (głębokość i średnica otworu) i właściwego ładowania w celu ograniczenia możliwości rozrzutu fragmentów urobku,
- stosowanie innych metod mechanicznych, które zapewnią optymalne zgniatanie skały oraz zminimalizują ryzyko rozrzutu jej fragmentów, zamiast dodatkowego rozdrabniania MW,
- ograniczanie użycia MW do minimum.

**Gospodarka wodna** stanowi nie tylko istotny element ochrony środowiska, ale również wpływa na bezpieczeństwo pracy na dole kopalni. Odwodnienie kopalń jest warunkiem koniecznym do prowadzenia eksploatacji węgla kamiennego.

Mycie żwiru i produkcja naturalnego kamienia w kamieniołomach są zazwyczaj związane z poborem dużych ilości wody.

Ograniczenie zużycia wody w kopalni obejmuje:

- przesączanie wody do warstw wodonośnych (można odwrócić wtrysk),
- planową i zorganizowaną ekstrakcję gleby w celu zminimalizowania obniżenia poziomu wody,
- utrzymanie głębokości stawu na poziomie wystarczającym dla utworzenia stabilnych ekosystemów wodnych,
- zastosowanie recyklingu wody z procesu wzbogacania surowca,
- zastosowanie specjalnych drenaży odwadniających.

Przy prowadzeniu prac z MW istnieje możliwość akumulacji azotanów i amoniaku, zwłaszcza w wodach podziemnych.

Największym zagrożeniem dla środowiska są **kwaśne wody kopalniane** (ang. *Acid Mine Drainage*) [5], które mają niskie wartości pH, podwyższone zawartości żelaza, siarczanów i metali ciężkich o różnym składzie, który zależy od rodzaju złoża. Powstają w wyniku działalności górnictwa węgla kamiennego i rud metali – są główną przyczyną zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych w wielu regionach na świecie. Kwaśne wody kopalniane wypływają z opuszczonych i zatopionych wyrobisk. Wody te powinny być neutralizowane.

Źródłem **odpadów** są prace związane z przygotowaniem – dotarciem do warstwy urabianego złoża (poszukiwanie), wydobywaniem, wzbogacaniem kopaliny (fizyczna oraz chemiczna przeróbka surowców mineralnych). Odpady stanowią ponad 50% wszystkich odpadów wytwarzanych w kraju – zaliczane są do grupy 01; są to na ogół odpady obojętne.

Zgodnie z katalogiem odpadów grupa 01 dzieli się na cztery podgrupy:

- Podgrupa 01 01 – Odpady z wydobywania kopaliny.
- Podgrupa 01 03 – Odpady z fizycznej i chemicznej przeróbki rud metali.
- Podgrupa 01 04 – Odpady z fizycznej i chemicznej przeróbki kopaliny innych niż rudy metali.
- Podgrupa 01 05 – Płuczki wiertnicze i inne odpady wiertnicze.

W 2010 roku z ogólnej masy 53 751,35 tys. Mg wytworzonych odpadów zaliczanych do grupy 01 poddano odzyskowi 49 073,37 tys. Mg, tj. 91,3%. Ilość odpadów nieszkodliwych wyniosła 12 058,22 tys. Mg, tj. 24,6% wszystkich odpadów.

Najczęstszą metodą unieszkodliwiania odpadów wydobywczych była metoda D5 – składowanie na składowiskach odpadów niebezpiecznych lub na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne. Ich ilość gromadzona w przeszłości i niewłaściwy sposób postępowania przyczynił się do powstania hałd.

W ostatnich latach podejmowane działania spowodowały, że problem odpadów z przeszłości jest rozwiązywany a hałdy stanowią cenny materiał znajdujący zastosowanie praktyczne.

W związku z bieżącą ilością powstających odpadów w przedsiębiorstwach górniczych i kosztami związanymi z ich pozbywaniem się, zakłady wydobywcze podejmują działania zmierzające do zagospodarowania, często we własnym zakresie.

W celu ograniczenia wytwarzania odpadów prowadzi się:

- odzysk w celu dalszego wykorzystania,
- ograniczenie składowania i rezygnację z zajmowania nowych terenów pod składowanie,
- likwidację istniejących składowisk, w tym hałd,
- przywracanie do użytkowania tereny zdegradowane działalnością górnictwa.

Na poziomie Unii Europejskiej opracowano Strategię tematyczną w sprawie zapobiegania powstawaniu odpadów i ich recyklingu COM [6]; odnotowano znaczący postęp w recyklingu odpadów. Pełne zastosowanie pierwszych etapów europejskiej „hierarchii postępowania z odpadami” (działania zapobiegawcze, po których następuje etap przygotowania do wtórnego wykorzystania i recyklingu) może zapobiec nieodwracalnej utracie cennych zasobów i umożliwić odzysk wartościowych materiałów.

#### 4. Uregulowania związane z techniką strzelniczą

Nowe regulacje prawne, opracowane w ostatnich latach, wymusiły kontrolę obrotu MW i środkami inicjującymi. Obowiązek znakowania MW (nazwa producenta, kod alfanumeryczny i znak do odczytu elektronicznego – a także prowadzenia rejestru jednoznacznych oznaczeń) umożliwia kontrolę od pobrania po załadowanie otworów strzałowych.

Ze względu na zagrożenia występujące przy pracach strzałowych opracowano również jednoznaczne przepisy w tym zakresie. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Pracy i Polityki Społecznej ustala [7] szczegółowe zasady używania i przechowywania środków strzałowych oraz sprzętu strzałowego w zakładach górniczych; określa m.in.:

- obowiązek posiadania w zakładzie górniczym wykazu używanych środków strzałowych wraz z warunkami ich używania,
- zasady przewożenia i przenoszenia środków strzałowych i sprzętu strzałowego,
- obowiązek sporządzania metryki strzałowej i dokumentacji strzałowej,
- szczegółowe zasady ładowania środków strzałowych i ich odpalania,
- kontroli miejsca wykonania robót strzałowych,
- warunki użytkowania sprzętu strzałowego w tym zapalników elektrycznych.

Sformułowano też zasady wykonywania robót strzałowych w podziemnych i odkrywkowych zakładach górniczych, zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi oraz przy wykonywaniu robót geologicznych.

Podsumowaniem wytwarzania, stosowania, magazynowania oraz transportu MW w aspekcie ochrony człowieka i środowiska jest „Karta charakterystyki” – paszport bezpieczeństwa MW. W 16 punktach zawarto podstawowe informacje o MW ułatwiające m. in. identyfikację MW i jego wytwórcę, identyfikację zagrożeń, identyfikację składników i ich właściwości oraz sposób udzielania pierwszej pomocy, sposób postępowania w przypadku pożaru oraz niezamierzonego uwolnienia do środowiska. Ponadto w karcie podany jest sposób postępowania z odpadami.

#### 5. Odpady związane ze stosowaniem środków strzałowych

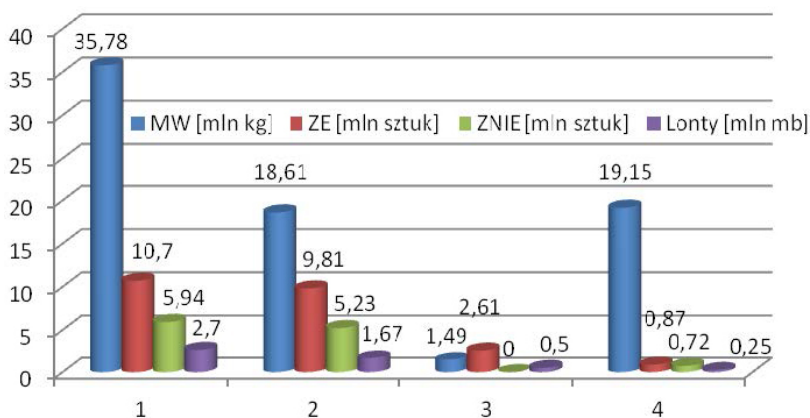
Na koniec 2010 r. w Polsce funkcjonowało prawie 6 000 odkrywkowych zakładów górniczych. Środki strzałowe stosowane były w 159 odkrywkowych zakładach górniczych, w których zużyto 19,1 mln kg MW, przy ogólnej ilości 36,9 mln kg MW zużytych we wszystkich rodzajach górnictwa.

Górnictwo zużywa najwięcej MW spośród wszystkich gałęzi gospodarki – niemal 99% stosowanych MW do celów cywilnych. Niezbędnym elementem w procesie urabiania skał jest stosowanie oprócz MW, środków strzałowych, czyli:

- zapalników (elektrycznych i nieelektrycznych),
- lontów detonujących oraz
- specjalistycznych ładunków i środków inicjujących.

W skali roku ilość ta przekracza 30 tys. Mg (rys. 2) [9] i kształtuje się, w zależności od rodzaju kopalni, na poziomie:

- 19,15 tys. Mg – górnictwo odkrywkowe,
- 18,61 tys. Mg – podziemne zakłady górnicze,
- 1,49 tys. Mg – kopalnie węgla kamiennego.



**Rys. 2.** Zestawienie ilości środków strzałowych zużytych według rodzajów zakładów górniczych w roku 2012: 1 – zużycie ogółem, 2 – podziemne zakłady górnicze, 3 – kopalnie węgla kamiennego, 4 – odkrywkowe zakłady górnicze [9]

Wiele uwagi poświęcono odpadom powstającym w procesie przeróbki kopaliny, a także podczas udostępniania złoża przeznaczonego do eksploatacji. Uregulowania prawne tej kwestii zawiera Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych [8].

Sprawa odpadów mających bezpośredni związek ze stosowaniem środków strzałowych została rozwiązana zgodnie z informacjami o niszczeniu zawartymi w specyfikacji technicznej (karcie charakterystyki). Przykładowy zapis dotyczący takich odpadów wytwarzanych przez NITROERG S.A.:

- dla MW i zapalników elektrycznych: „Unieszkodliwianie odpadów może być prowadzone wyłącznie przez uprawniony podmiot. Wytwórca przyjmuje do unieszkodliwienia odpady MW oraz opakowania zanieczyszczone MW od odbiorców MW, zakupionych w NITROERG S.A.”,
- dla zapalników nieelektrycznych: „Unieszkodliwianie odpadów może być prowadzone wyłącznie przez uprawniony podmiot. NITROERG S.A. przyjmuje do unieszkodliwiania odpady zapalników nieelektrycznych i opakowania zanieczyszczone składnikami wchodzącymi w skład zapalników nieelektrycznych, wyłącznie tych których jest producentem”.

Zgodnie z ww. zaleceniami odpady MW i środków strzałowych są unieszkodliwiane przez producenta w bezpieczny dla środowiska sposób. W jednym przypadku, dotyczącym przewodów zapalników elektrycznych, nie ma jednak informacji jaki jest sposób ich unieszkodliwiania i czy przewody są również zwracane producentowi?

Wydaje się, że z uwagi na trudność odnalezienia i zgromadzenia po odstrzale pozostałości w postaci przewodów, nie ma możliwości ich zgromadzenia i zwrócenia. Ponadto nie stanowią one zagrożenia dla środowiska takiego, jak w przypadku odpadów MW.

Analizując zużycie środków strzałowych w zakładach górniczych, można łatwo oszacować z jaką ilością odpadów w postaci przewodów zapalników elektrycznych (kablów) będziemy mieć do czynienia.

W tabeli 2 zestawiono, dla porównania, liczbę zużytych zapalników w ciągu trzech lat.

**Tab. 2.** Ilość zużytych zapalników w górnictwie w latach 2010 – 2012 [9-11]

Rodzaj zapalnika	Ilość [mln sztuk]		
	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012
Elektryczne	5,54	5,12	4,76
Nieelektryczne	5,72	6,5	5,94
Ogółem	11,26	11,62	10,7

W ciągu trzech lat zużyto w zakładach górniczych 33,58 mln sztuk zapalników – 15,42 mln sztuk to zapalniki elektryczne a 18,16 mln sztuk zapalniki nieelektryczne. Długość przewodów zapalnika elektrycznego wg karty charakterystyki to 2 m lub wielokrotność 1 m lub według ustaleń z klientem. Zakładając, że przewody mają po 2 m – otrzymuje się dla jednego zapalnika 4 m przewodu. Mnożąc tę wielkość przez np. ilość zapalników elektrycznych, jaka została zużyta w poszczególnych latach otrzyma się 22,16 mln m (w roku 2010), 20,48 mln m (w roku 2011) i 19,04 mln m (w roku 2012). W sumie, w ciągu trzech lat, otrzyma się 61 680 km przewodów zapalników elektrycznych. Dla porównania obwód kuli ziemskiej wynosi 40 000 km, a więc można nimi owinąć 1,5 razy kulę ziemską.

Rodzą się zatem pytania dotyczące pozostałości po pracach strzałowych – przewody wykonane z miedzi lub stali a izolacja z tworzyw sztucznych:

- 1) Czy przewody zapalników są unieszkodliwiane lub zagospodarowywane?
- 2) W jaki sposób unieszkodliwia się te odpady lub zagospodarowuje?

## 6. Podsumowanie

Analizując zasoby podstawowych surowców energetycznych i innych bogactw naturalnych oraz dostępność można stwierdzić, że w perspektywie kilkudziesięciu lat, nie zrezygnuje się z ich wydobywania i wykorzystania. Węgiel, pełni nadal bardzo ważną rolę w gospodarce światowej. Oprócz tradycyjnych metod pozyskiwania surowców, technika strzelnicza jest nieodłącznym elementem wielu prac wydobywczych. Od jej prawidłowego przebiegu zależy bezpieczeństwo. Stosowanie nowoczesnej techniki strzelniczej ma wpływ na ekonomię i aspekt ekologiczny. Sprawa powstających odpadów związanych ze stosowaniem MW i systemem inicjowania została prawnie uregulowana, ale nadal można dostrzec pewne niedociągnięcia w tym zakresie.

## Literatura

- [1] Państwowy Instytut Geologiczny. Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce. Stan na 31 XII 2014, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2015.
- [2] Program LIFE: Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2014.
- [3] Właściwości pyłu respirabilnego emitowanego z wybranych instalacji. (Koniecznyński Jan, red.), Redakcja WORKS & STUDIES, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze 2010.
- [4] Stan bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie w 2008 roku. Katowice : Wyższy Urząd Górniczy, marzec 2009.
- [5] Razowska-Jaworek L., Pluta I. 2005. Przegląd występowania kwaśnych wód kopalnianych w różnych rejonach górniczych świata. *Przegląd Górniczy* 61 (5) : 31-38.
- [6] COM: Zapewnienie dostępności surowców dla przyszłego dobrobytu Europy Projekt europejskiego partnerstwa innowacji w dziedzinie surowców Bruksela 29.02.2012.
- [7] Rozporządzenie Ministra Gospodarki Pracy i Polityki Społecznej z dnia 1 kwietnia 2003 r. w sprawie przechowywania i używania środków strzałowych i sprzętu strzałowego w zakładach górniczych (Dz. U. Nr 72, poz. 655).
- [8] Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (Dz.U. 2008 nr 138 poz. 865).
- [9] Mirek Adam, Stanek Mirosław, Dzik Grażyna. 2013. Oddziaływanie robót strzałowych na środowisko odkrywkowych zakładów górniczych. *Prace Naukowe Instytutu Górniczego Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały* 136 (43) : 119-130.
- [10] www.nettg.pl - portal górniczy, Bęben A., [strona dostępna 30.10.2011].
- [11] Mirek Adam, Krzelowski Jan, Stanek Mirosław. 2010. Bezpieczeństwo robót strzałowych w zakładach górniczych. *Prace Naukowe GIG. Górniczo i Środowisko* (4/2) : 109-122.

Received: 9<sup>th</sup> May 2016

Accepted: 5<sup>th</sup> December 2016

Published: 30<sup>th</sup> December 2016