

Źródła danych o wypadkach oraz zdarzeniach niebezpiecznych związanych z materiałami wybuchowymi

Sources of data on accidents and near-to-accident events connected with explosives

Tomasz Salaciński

Institut Przemysłu Organicznego, ul. Annopol 6, 03-236 Warszawa, PL

E-mail: salacinski@ipo.waw.pl

Streszczenie: W pracy scharakteryzowano najważniejsze bazy danych o wypadkach w przemyśle chemicznym oraz inne źródła pod kątem możliwości uzyskania informacji o wypadkach związanych z wytwarzaniem, transportem, pracami strzałowymi w górnictwie i innymi cywilnymi zastosowaniami oraz niszczeniem materiałów i wyrobów wybuchowych. Wskazano na znaczenie analizy zdarzeń, które potencjalnie mogły zakończyć się przypadkowym pobudzeniem materiału wybuchowego.

Przedstawiono zestawienia pod kątem liczności i ofiar w wybranych etapach cyklu życia materiałów wybuchowych uzyskane na podstawie wymienionych w pracy źródeł.

Abstract: In the paper, the most important data bases on accidents at chemical industry as well as another sources useful in the area of collecting data on accidents connected with manufacturing, transportation, blasting works and another commercial handling as well as destroying of explosive materials and devices has been characterized. Importance of analysis of near-to-accident events in which initiation of explosive material could take place has been underline.

Upon the basis of mentioned in the paper sources, summarizations of numbers and causalities of accidents at some stages of live cycle of explosives has been described.

Słowa kluczowe: materiały wybuchowe, wypadki, przyczyny, bazy danych

Keywords: explosives, accidents, causes, data bases

1. Wprowadzenie

1.1. Razem czy osobno?

Analiza danych literaturowych wskazuje na daleko idącą „specjalizację” w ocenie zagrożeń wypadkiem, czy też inaczej – wyłączenie wypadków zaistniałych w wyniku pobudzenia materiału wybuchowego (MW) spośród szerokiego spektrum działań ukierunkowanych na analizę wypadkowości w przemyśle. Przyczyn „unikania” w literaturze fachowej tematu zagrożeń w branżach stosujących MW można upatrywać w ich specyfice. W pierwszej kolejności, często rozwiązania techniczne i technologie objęte są tajemnicą, a także – jak ma to miejsce w produkcji MW stosowanych w górnictwie – urządzenia produkcyjne bywają pojedynczymi egzemplarzami w skali światowej (np. wyłaczarki do dynamitów). Inne też są możliwości badania wypadków do których dochodzi podczas działań militarnych, czy na poligonach podczas ćwiczeń, a inne w przemyśle cywilnym. Także skutki wypadku, jak rozległe obszarowo zniszczenia, czy śmierć uczestników i obserwatorów wypadku nie sprzyjają prowadzeniu analizy powypadkowej w taki sposób, jak ma to miejsce w znacząco lepiej monitorowanych instalacjach przemysłowych. Powstaje zatem pytanie, czy tendencja ta jest właściwa, tzn. czy metodologia przyjęta w branży MW jest wystarczająca (na zasadzie: ryzyko wysokie, ale akceptowalne), czy też – wobec wyżej przedstawionych uwarunkowań – jedyna możliwa, czy też potrzebne jest w bardziej usystematyzowany niż dotychczas sposób korzystanie z współczesnych osiągnięć metodologii oceny zagrożeń wypadkami przemysłowymi.

1.2. „Ziarno do ziarnka”

Analizując zasadność sięgania po „niestandardowe” dla branży MW rozwiązania należy podkreślić, że zdarzają się sytuacje, tzw. bliskie wypadkowi, po których możliwa jest bardzo dogłębna i wielokierunkowa analiza zaistniałych okoliczności. W tym miejscu warto wskazać na generalną prawidłowość, że każdy wypadek poprzedzają zdarzenia, które wskazują na możliwość jego zaistnienia. Takie „zwiastuny” wypadku bywają bagatelizowane, o czym może świadczyć typowe stwierdzenie, że „zawsze się udawało”. W tym kontekście warto przytoczyć za Lebeckim [1], teorię tzw. zdarzeń potencjalnie wypadkowych, według której jeden wypadek poprzedzało 600 zdarzeń w których wystąpił błąd lub odchylenie od stanu prawidłowego, a w tej liczbie:

- 30 było zdarzeniami niebezpiecznymi,
- 10 było zdarzeniami potencjalnie wypadkowymi.

Można także wskazać na Mannan'em [2], że błędne podstawy analizy wypadków, np. koncentrowanie się na analizie wypadków najgroźniejszych w skutkach i bagatelizowanie znaczenia sytuacji w których nie doszło do istotnych strat, mogą stanowić pułapkę. Mannan wychodzi ze stanowiska, że „przyczyny wypadków są zwykle te same”, niezależnie, czy w ich wyniku nastąpiła śmierć pracownika, czy tylko chwilowa przerwa w pracy. Ilustruje to przykładem uwolnienia gazu w sąsiedztwie źródła zapłonu. Jeżeli warunki atmosferyczne (np. prędkość i kierunek wiatru) spowodują, że uwolniony gaz nie będzie miał kontaktu ze źródłem zapłonu to nie będzie zagrożenia dla ludzi w sąsiedztwie. Jeżeli wiatr skieruje gaz w stronę źródła zapłonu i dojdzie do wybuchu to może dojść do wypadku nawet ze skutkiem śmiertelnym. W USA w całej drugiej połowie wieku XX, proporcje pomiędzy wypadkami „bez szczególnych konsekwencji”, a wypadkami z poważnymi urazami pozostawały praktycznie stałe i kształtowały się na poziomie jak 300 do 1.

Bez względu na to, czy uzna się potrzebę upowszechniania wiedzy o wypadkach za właściwą, czy nie (dla konkretnej instalacji i technologii ocena może być inna) należy ustalić jakie narzędzia analizy są dostępne. Temu zadaniu służy niniejsza praca, poprzez przedstawienie możliwości wykorzystania informacji o już zaistniałych wypadkach. Różne aspekty tego zagadnienia przedstawiono we wcześniejszych analizach m. in. [3 ÷ 5]. Prezentowane w pracy informacje mają ułatwić dotarcie do możliwie najbardziej kompleksowych informacji o wypadkach z udziałem dowolnego typu MW oraz wykazać, że takie dane są zbierane i analizowane, zarówno w odniesieniu do MW, jak i w odniesieniu do całego przemysłu chemicznego.

2. Bazy danych o wypadkach przemysłowych

Na każdym etapie cyklu życia dowolnego produktu chemicznego w tym MW, można wskazać przykłady sytuacji w których doszło do wypadku, lub które zakończyły się szczęśliwie, ale „było blisko”. Generalnie zebranie informacji o zaistniałych sytuacjach niebezpiecznych napotyka na zasadniczą przeszkodę w postaci konieczności pokonania bariery informacyjnej, tzn. dane są często bardzo skąpe i rozproszone, albo dotarcie do wiarygodnego źródła wymaga długich poszukiwań. Pierwszym krokiem na drodze do zebrania materiału, który można poddać wiarygodnej analizie jest informacja o bazach danych zawierających odpowiednie informacje.

W tabeli 1 wskazano na istnienie źródeł informacji o wypadkach w przemyśle chemicznym. Generalnie nie są to bazy powszechnie dostępne, np. wymagają rejestracji lub opłat za użytkowanie. Różny jest poziom informacji, które udostępniają. Są wśród nich takie, które udostępniają dane z okresu ponad stu lat oraz takie, które istnieją od lat kilkunastu.

Z punktu widzenia oceny istotności zagrożeń występujących w całym przemyśle w porównaniu z gałęziami gospodarki, w których stosuje się MW, warto zauważyć na podstawie danych zawartych w tabeli 1, że liczba wypadków przemysłowych (w tym z uwzględnieniem branż stosujących MW) osiągnęła już rząd kilkudziesięciu tysięcy. Jak zostanie to dalej pokazane, wypadki z udziałem MW są w zdecydowanej mniejszości, mimo, że jest to obszar działalności towarzyszący ludzkości od wieków.

Tab. 1. Bazy danych o wypadkach w przemyśle chemicznym [6 ÷ 16]

Skrót nazwy	Pełna nazwa bazy danych	Baza prowadzona przez	Zakres	Liczba zarejestrowanych przypadków / w okresie
AIST	---	Research Center for Explosion Safety	Wypadki w Japonii	Brak danych
ARIA	Analyse, Recherche et Information sur les Accidents	French Ministry of Ecology and Sustainable Development	Wypadki oraz "wydarzenia bliskie wypadkom" w zakładach produkcyjnych i magazynach	ok. 31 000 / 06.2009 (w tym ok. 25 000 we Francji w latach 1900 ÷ 2005)
CCPS	Centre for Chemical Process Safety	American Institute of Chemical Engineers (AIChE)	Wypadki w przemyśle chemicznym, głównie z udziałem węglowodorów	Brak danych / od 1985
CSB	---	U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board	Brak danych	Brak danych
EPSC	European Process Safety Center	European Federation of Chemical Engineering (EFCE) oraz European Council of National Chemical Associations (CEFC)	Brak danych	Brak danych / Od 1992
FACTS	Failure and Accidents Technical information System	TNO Industrial and External Safety Department	Wypadki i "wydarzenia bliskie wypadkom" związane z materiałami niebezpiecznymi	Ok. 22 000
ICHEM	---	Institution of the Chemical Engineers	W oparciu m. in. o "Loss Prevention Bulletin".	Brak danych
IPSG	International Process Safety Group	Institution of Chemical Engineers (IChemE), UK.	Przemysł chemiczny i petrochemiczny	Brak danych / od 1975
MARS	Major Accident Reporting System	Major Accident Hazards Bureau at the European Commission Joint Research Centre (lokalizacja: Ispra)	Zdarzenia podlegające artykułowi 19 Dyrektywy "Seveso-II" (Dyrektywa 96/82/EC)	ok. 600
MHIDAS	Major Hazard Incident Data Service	AEA Technology Ltd. (lokalizacja: Warrington, UK) UK Health and Safety Executive	Przemysł i transport materiałów niebezpiecznych (dane z 95 państw, głównie z USA, UK, Kanady, Francji, Niemiec i Indii)	ok. 13 000 / od początku XX w.
NRC	---	National Response Center	Wycieki ropy i chemikaliów w USA	Brak danych
RISCAD	Relational Information System for Chemical Accidents Database	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	Wypadki w przemyśle chemicznym w Japonii	Brak danych / od 2002
SPIRS	Seveso Plant Information Retrieval System	Major Accident Hazards Bureau at the European Commission Joint Research Centre (lokalizacja: Ispra)	Zdarzenia podlegające artykułowi 19 Dyrektywy "Seveso-II" (Dyrektywa 96/82/EC)	Brak danych

3. Informacje o wypadkach z materiałami wybuchowymi

Zagadnienie ochrony przed wypadkiem powstałym w wyniku przypadkowego pobudzenia MW jest tylko częścią bardzo rozbudowanego systemu identyfikacji, analizy i przeciwdziałaniu wypadkom przemysłowym. W odniesieniu do ukierunkowania na wypadki w obszarze przemysłowym należałoby kluczową rolę przypisać wypadkom związanym z MW o przeznaczeniu cywilnym, głównie w górnictwie. Zapewnienie bezpieczeństwa w zakładach górniczych w związku z prowadzeniem robót strzałowych jest także elementem składowym ogromnego obszaru badań teoretycznych i praktycznych dotyczących wypadkowości w górnictwie. Na takim tle należy zatem analizować wypadki przy cywilnym stosowaniu MW.

Analiza danych literaturowych, m. in.: prac Sobali *et al.* [17 ÷ 20], czy też praca Szulika i Ślęzaka [21], wskazuje, że większość wypadków w górnictwie nie jest związana z pobudzeniem MW. Przeważają np. nieuwaga w sąsiedztwie pracujących urządzeń górniczych, nieprawidłowy dobór obudowy do warunków geologiczno-górnictwowych, niesprawny sprzęt górniczy (metanomierze), łąpanie, tzw. „czynnik ludzki”. Szulik i Ślęzak [21] stwierdzili, że w latach 90-tych XX wieku nie odnotowano wypadków spowodowanych złą jakością środków strzałowych oraz, że przyczynami wypadków podczas prowadzenia prac strzałowych były:

- pobudzenie środków pozostałych po pracach strzałowych – **4 wypadki**,
- oddziaływanie na środek strzałowy pozostały w otworze strzałowym – **4 wypadki**,
- błąd w odpaleniu otworów strzałowych – **9 wypadków**,
- błąd organizacji dojść do miejsca wykonywania robót strzałowych – **13 wypadków**,
- niewłaściwy sposób kontroli linii strzałowej – **7 wypadków**.

Dostęp do danych o wypadkach jest ograniczony. Najważniejszą bazą danych o wypadkach dedykowaną dla producentów i użytkowników MW są zestawienia publikowane przez organizację międzynarodową SAFEX [22] działającą od roku 1954 (Meyer *et al.* [23]). Ze względów technicznych (ograniczona liczba egzemplarzy), limitowany jest także dostęp do monografii Biasuttiego [24, 25] obejmujących głównie wypadki w przemyśle MW od XIX wieku do połowy lat 1980-tych i raczej z krajów Europy zachodniej. Ogólnie dostępne są informacje o wypadkach z MW zamieszczane w internecie, ale są to zwykle dane rozproszone i niepełne. Chlubnym wyjątkiem są raporty publikowane przez australijski Departament Górnictwa i Energetyki Stanu Queensland [26], czy amerykański NIOSH [27]. Informacje o najważniejszych źródłach danych podano w tabeli 2.

Krajowe analizy wypadków w górnictwie dokonywane są przez Wyższy Urząd Górniczy, np. ostatnio Mirek *et al.* [28], Stanek i Krzelowski [29]. Poszczególne firmy posiadają systemy raportowania o wypadkach, w tym podczas prac strzałowych. Firmy te stosują własne systemy raportowania (Cichoń-Walczyk [30]), a zatem i posiadają własne bazy danych o tego typu zdarzeniach. Można spodziewać się, że są one ograniczone tylko do danej firmy. Oddzielnym zagadnieniem są wypadki związane z pobudzeniem MW pochodzących z kradzieży (wyniesionych z zakładu górniczego), np. [31].

Tab. 2. Źródła wiedzy (bazy danych, publikacje zawierające obszerne zestawienia i analizy) o wypadkach zaistniałych w cyklu życia MW

Główny zakres	Opis	Baza prowadzona przez	Źródło
Ogólny	Procesy technologiczne w produkcji MW	Publikacje przeglądowe (Biasutti)	[24, 25]
	Wypadki w Wielkiej Brytanii, baza danych EIDAS (Explosives Incidents Database Advisory Service)	Health and Safety Executive (HSE), Wielka Brytania	[32]
		Publikacje przeglądowe	[33 ÷ 35]
	Wypadki w Japonii, Baza danych RISCAD	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	[10]
	Wypadki i zdarzenia niebezpieczne mające miejsce w firmach będących członkami SAFEX	SAFEX	[22, 36, 37]
	Komercyjna baza danych EXADAT		[38]
MW o przeznaczeniu cywilnym	Wypadki w górnictwie	Władze stanu Queensland (Australia)	[26]
		Publikacje Wyższego Urzędu Górniczego	[28, 29]
	Wypadki z pirotechniką widowiskową	Health and Safety Executive (HSE), Wielka Brytania	[32]
		internet	[39]
MW o przeznaczeniu wojskowym	Ogólnie	Munitions Safety Information Analysis Center (MSIAC)	[40]
	Stałe paliwa rakietowe	Publikacje przeglądowe, internet	[41]
	Wypadki podczas rozminowywania	Publikacje przeglądowe, internet	[42]
	Wypadki w składach MW	Publikacje przeglądowe, internet	[43]

4. Zestawienie danych o wypadkach i zdarzeniach niebezpiecznych

W tabeli 3 zebrano wyniki analizy danych dotyczące dominujących cech charakterystycznych wypadków w wybranych państwach, w zakresie etapów cyklu życia MW:

D – demilitaryzacja,

K – konserwacja urządzeń produkcyjnych,

M – magazynowanie,

P – produkcja,

T – transport.

Zaciemnione pola wskazują na wystąpienie danej cechy przynajmniej w jednym zdarzeniu.

Tab. 3. Etapy cyklu życia MW w których najczęściej dochodziło do wypadków w wybranych państwach

Kraj	Liczba zarejestrowanych zdarzeń i (ofiar*) w latach		Dominujące etapy życia MW					Ilości** [ton]
	1950 ÷ 1999	2000 ÷ 2013	D	K	M	P	T	
Albania	24 (71)	2 (300)						200
Austria	10 (26)	21 (28)						100
Belgia	16 (32)	9 (0)						20
Brazylia	22 (470)	8 (12)						0,3
Chiny	18 (1430)	35 (1109)						40
Kanada	14 (31)	13 (2)						20
Niemcy	37 (120)	12 (24)						3,4
Hiszpania	30 (83)	17 (29)						40
Polska	42 (47)	21 (8)						80
Razem	213 (2310)	138 (1512)						

* – łączna liczba zabitych i rannych; ** – maksymalne ilości MW w jednym zdarzeniu

W analizie statystycznej danych z wypadków należy pamiętać o praktycznie niemożliwym uzyskaniu kompletnych danych o wszystkich wypadkach. Nawet wspomniany SAFEX w swoich analizach zaznacza, że według jego szacowań [44] otrzymuje informację tylko o około 1/3 wypadków, o których powinien otrzymać raporty od swoich członków. Niemniej, jak pokazano to w tabeli 3, pewne prawidłowości możliwe są do zaobserwowania.

Zaprezentowane dane potwierdzają ogólnie znaną tendencję, że przeważająca liczba wypadków dotyczy produkcji i transportu MW. Istnieją jednak rejony geograficzne, w których wypadki związane są ze specyficznymi dla tych obszarów uwarunkowaniami, np. w Albanii nie ma znaczącej produkcji MW, natomiast są potężne składy amunicji.

5. Podsumowanie

5.1. Wypadki z udziałem MW nie stanowią znaczącej części ogólnej liczby wypadków, nawet w gałęziach przemysłu, w których MW są często używane, jak w górnictwie. W skali światowej na kilkadziesiąt tysięcy wypadków przemysłowych (tabela 1) przypada kilkaset wypadków związanych z pobudzeniem MW. W skali kraju, w latach 90-tych XX wieku, na 37 wypadków podczas prac strzałowych tylko kilka można uznać za spowodowane niewłaściwym obchodzeniem się z MW.

5.2. Poza przemysłem, zdarzenia stwarzające poważne zagrożenie w przestrzeni publicznej związane są z niszczeniem niewybuchów oraz z wypadkami w magazynach wojskowych.

5.3. Ważnym aspektem wykorzystania baz danych o wypadkach z udziałem MW w procesie podnoszenia bezpieczeństwa pracy w branżach stosujących MW jest stałe przypomnienie o tym, że wypadki z udziałem MW były, są i będą. Istotnym walorem przypomnienia o lekcjach z historii jest to, że typowy w działalności gospodarczej pośpiech nie spowoduje zatarcia wspomnień o wcześniej popełnionych błędach i „zwiastuny” zagrożeń nie będą bagatelizowane w przyszłości.

5.4. Należy eksponować kwestię raportowania o sytuacjach bliskich wypadkowi, w których „nic się nie stało”. Analiza danych o zdarzeniach bliskich wypadkowi powinna uwzględniać metodologie rzadko stosowane w przemysłach stosujących MW, a szeroko rozwijane w innych gałęziach przemysłu. Innymi słowy, równie znaczące wnioski można wyciągnąć z analizy wypadków zakończonych poważnymi stratami, jak i z zdarzeń w których „nic się nie stało”. W tym drugim przypadku materiał do analizy jest znacznie bogatszy i możliwy do wielokrotnej oceny różnymi metodami.

Literatura

- [1] Lebecki K., *Nie uczmy się na błędach*. Chemia przemysłowa ISSN 1734-8013, 6, 2013, 20-22.
- [2] Mannan M.S., *Gdzie jesteśmy i dokąd zmierzamy?* Magazyn EX. Kwartalnik techniczny, 13, 1, 2009, 60-65.
- [3] Sałaciński T., *Analiza wypadków w produkcji cywilnych materiałów wybuchowych – kluczowy element systemu oceny ryzyka?* Polski Kongres Górniczy, Kraków 19-21.09.2007.
- [4] Sałaciński T., Piotrowski T., Maranda A., Witkowski W., *Unintended initiations data as a factor of improving safety in the explosives industry*. „Materiały wybuchowe. Badania – Zastosowania – Bezpieczeństwo. Tom I. Instytut Przemysłu Organicznego, Warszawa 2006.
- [5] Sałaciński T., *Informacje o wypadkach w cyklu życia materiałów wybuchowych jako element szkolenia w zakresie bezpieczeństwa chemicznego*. 7 Kongres Technologii Chemicznej. TECHEM7, Kraków 8-12.07.2012, Materiały kongresowe. Chemik 7/2012, Supplement, 487.
- [6] En Sup Yoon, Won Kook Kim, *Current Status of Fire & Safety Management in Petrochemical/Chemical Combinat of Korea*. Third NRFID Symposium, 67 – 80, Japonia 2004.
- [7] Duffield S., *Major Accident Prevention Policy in the European Union: Supporting Databases and Lessons Learnt*. Third NRFID Symposium, 21 – 33, Japonia 2004.
- [8] Rosenthal I., *The USA Chemical Safety and Hazard Investigation Board Investigation of Reactive Hazards and the Status of the Report's Recommendations to Industry and Government*. Third NRFID Symposium. 35 – 53, Japonia 2004.

- [9] Cozzani V., Campedel M., Renni E., Krausmann E., *Industrial accidents triggered by flood events: Analysis of past accidents*. Journal of Hazardous Materials. Vol. 175, 1-3, March 15, 2010, 501-509.
- [10] http://riscad.db.aist.go.jp/PHP_EN/
- [11] Loss Prevention Bulletin. IChemE Safety Centre. <http://www.ichemesafetycentre.org/>
- [12] <http://www.aiche.org/CCPS/index.aspx>
- [13] <http://www.csb.gov>
- [14] <http://www.epsc.org/MainFrameset.asp>
- [15] <http://mahbsrv.jrc.it/mars/Default.html>
- [16] <http://mahbsrv.jrc.it/spirs/Default.html>
- [17] Sobala J., *Wnioski wynikające z niebezpiecznych zdarzeń związanych z prowadzonymi robotami strzałowymi w wyrobiskach polskich kopalń węgla kamiennego*. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnicztwa Nr 43, Seria Konferencje, Mat. Konferencji Bezpieczeństwo Robót Strzałowych w Górnictwie, Katowice 2002.
- [18] Sobala J., *Podsystem bezpieczeństwa robót strzałowych w ramach systemu zarządzania bezpieczeństwem pracy – ocena ryzyka prowadzenia tych robót*. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnicztwa Nr 43, Seria Konferencje, Mat. Konferencji Bezpieczeństwo Robót Strzałowych w Górnictwie, Katowice 2002.
- [19] Sobala J., Sobala J., *Charakterystyka wyników dotychczasowych badań bezpieczeństwa środków strzałowych i robót strzałowych wobec metanu i pyłu węglowego*. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnicztwa Nr 43, Seria Konferencje, Mat. Konferencji Bezpieczeństwo Robót Strzałowych w Górnictwie, Katowice 2002.
- [20] Sobala J., *Ryzyko przy prowadzeniu robót strzałowych w wyrobiskach górniczych*. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnicztwa, Seria Konferencje nr 28, Mat. Konferencji Bezpieczeństwo Robót Strzałowych w Górnictwie (Ustroń 12-14.05.1999), ISSN 1230-2643, Katowice 1999.
- [21] Szulik A., Słęczak J., *Ocena stanu bezpieczeństwa robót strzałowych w zakładach górniczych*. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnicztwa, Seria Konferencje nr 19, Mat. Konferencji Bezpieczeństwo Robót Strzałowych w Górnictwie (Szczyrk 7-9.05.1997), ISSN 1230-2643, Katowice 1997.
- [22] http://www.safex-international.org/PUBLIC_SITE/PAGE_ACCUEIL.asp
- [23] Meyer R., Köhler J., Homburg A., *Explosives. Fifth, completely revised edition*. Wiley-VCH Verlag GmbH, ISBN 3-527-30267-0, Weinheim 2002.
- [24] Biasutti G.S., *History of Accidents in the Explosives Industry*. Verrey, Szwajcaria 1981.
- [25] Biasutti G.S., *History of Accidents in the Explosives Industry. New Revised and Extended Edition*. Verrey, Szwajcaria 1985.
- [26] *Explosives Safety Alerts*. <http://www.dme.qld.gov.au/mines/safetyalerts.cfm>
- [27] <http://www.cdc.gov/niosh/nas/mining/strategicoutcome10.htm>
- [28] Mirek A., Krzelowski J., Stanek M., *Bezpieczeństwo robót strzałowych w zakładach górniczych*. Mat. Konferencyjne Bezpieczeństwo robót strzałowych w górnictwie (Ustroń, 13-15.10.2010), Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnicztwa „Górnictwo i Środowisko”, 2010, 4, 2, Katowice 2010.
- [29] Stanek M., Krzelowski J., *Bezpieczeństwo prac strzałowych w górnictwie podziemnym*. Mat. Konferencyjne Bezpieczeństwo Robót Strzałowych (Ustroń 10-12.10.2012), ISBN 978-83-61126-52-2, Katowice 2012.
- [30] Cichoń-Walczyk M., *Metoda raportowania zdarzeń niebezpiecznych/wypadków związanych z pracą, stosowana w firmie ORICA, jako element profilaktyki BHP w zakładzie pracy*. Materiały Konferencyjne „Bezpieczeństwo Robót Strzałowych w Górnictwie” (Ustroń, 13-15.10.2010), Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnicztwa „Górnictwo i Środowisko”, 2010, 4, 2, Katowice 2010.
- [31] *OUG: nie było nieprawidłowości w wykorzystaniu materiałów wybuchowych*. <http://wiadomoscigazeta.pl/wiadomosci/11148735080149html>
- [32] <http://www.hse.gov.uk/explosives/eidas.htm>
- [33] Merrifield R., Moreton P.A., *An examination of the major-accident record for explosives manufacturing and storage in the UK*. Journal of Hazardous Materials A:63, 107 – 118, 1998.
- [34] Papazoglou I.A. Aneziris O., Konstandinidou M., Giakoumatos I., *Accident sequence analysis for sites*

- producing and storing explosives*. Accident Analysis and Prevention. Vol. 41 (6.11.2009) 1145-1154.
- [35] Sivapirakasam S.P., Surianarayanan M., Swaminathan G., *Hazard assessment for the safe storage, manufacturing and handling of flash compositions*. J. of Loss Prevention in the Process Industries 22, 2009, 254–256.
- [36] http://www.euexcert.org/pdf/SAFEX_NL26-Final.pdf
- [37] Bonnel H., Braithwaite M., Moreton P., Price K., Sheridan B., *An overview of the explosives aspects in a quantitative risk analysis for the road transport of cartridge emulsion explosives and accessories through a densely populated area*. Guangzhou-Shenzhen-Hong Kong Express Rail Link, <http://www.erm.com>
- [38] Kummer P.O., *EXADAT. A New Explosives Accident Database*. ADA497737.
- [39] http://www.stop-fireworks.org/accidents_america.htm
- [40] <http://www.msiac.nato.int/news/accidents-reporting/2011>
- [41] Yang V., Brill T.B., Ren W.-Z., *Solid Propellant Chemistry, Combustion, and Motor Interior Ballistics*. Progress in Astronautics and Aeronautics Vol 185, American Institute of Aeronautics and Astronautics, ISBN 1-56347-442-5.
- [42] <http://www.ddasonline.com>
- [43] *Explosive Remnants of War (ERW), Undesired Explosive Events in Ammunition Storage Areas*. GICHD, Geneva 2002, <http://www.smallarmssurvey.org>
- [44] Biuletyn SAFEX 49, 2, 2014, <http://spis.org.pl/NL49.pdf>