

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 371

**Inwestycje finansowe i ubezpieczenia –
tendencje światowe a rynek polski**

Redaktorzy naukowi

Krzysztof Jajuga

Wanda Ronka-Chmielowiec



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2014

Redakcja wydawnicza: Jadwiga Marcinek
Redakcja techniczna: Barbara Łopusiewicz
Korekta: Barbara Cibis
Łamanie: Małgorzata Czupryńska
Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania
znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa
www.pracnaukowe.ue.wroc.pl
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Publikacja udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska
(CC BY-NC-ND 3.0 PL)



© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2014

ISSN 1899-3192
ISBN 978-83-7695-411-0

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
tel./fax 71 36 80 602; e-mail: econbook@ue.wroc.pl
www.ksiegarnia.ue.wroc.pl

Druk i oprawa: TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Waldemar Aspadarec: Wyniki inwestycyjne funduszy hedge po doświadczeniach kryzysu finansowego	11
Aleksandra Baszczyńska: Metoda jądrowa w analizie finansowych szeregów czasowych.....	23
Katarzyna Byrka-Kita, Mateusz Czerwiński, Agnieszka Perepeczo: Reakcja akcjonariuszy na sprzedaż znaczących pakietów akcji.....	32
Katarzyna Byrka-Kita, Dominik Rozkrut: Ryzyko jako determinanta premii z tytułu kontroli – empiryczna weryfikacja.....	43
Iwona Chomiak-Orsa, Piotr Staszkiwicz: Reduced form of the standard approach for operational risk for economic capital assessment	54
Tadeusz Czernik: Efekt histerezy – wycena opcji i implikowana zmienność	65
Tadeusz Czernik, Daniel Iskra: Modyfikacja geometrycznego ruchu Browna oparta na czasie przebywania. Wycena instrumentów pochodnych, implikowana zmienność – badania symulacyjne.....	75
Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk: Efektywność inwestycji funduszy emerytalnych w Polsce – wybrane problemy.....	88
Monika Hadaś-Dyduch: Produkty strukturyzowane – ujęcie algorytmiczne zysku z uwzględnieniem oddziaływania wskaźników rynku finansowego	101
Magdalena Homa: Wpływ strategii inwestycyjnej ubezpieczonego na rozkład wartości portfela ubezpieczeniowego w UFK.....	112
Marietta Janowicz-Lomott, Krzysztof Łyskawa: Kształtowanie indeksowych ubezpieczeń upraw oparte na indywidualizmie w postrzeganiu ryzyka przez gospodarstwa rolne w Polsce	123
Łukasz Jasiński: Innowacje produktowe w ubezpieczeniach zdrowotnych w Polsce.....	137
Lidia Karbownik: Determinanty zagrożenia finansowego przedsiębiorstw sektora TSL w Polsce.....	149
Tomasz Karczyński, Edward Radośniński: Ocena relacji pomiędzy trendami giełd światowych a trendami giełd Europy Środkowowschodniej na przykładzie warszawskiej Giełdy Papierów Wartościowych	165
Krzysztof Kowalke: Efektywność informacyjna Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie	177
Mieczysław Kowerski: Uwagi dotyczące sposobu liczenia stopy wypłaty dywidendy.....	188

Robert Kurek: Systemy informacyjne nadzoru ubezpieczeniowego.....	203
Agnieszka Majewska: Porównanie strategii zabezpieczających portfel akcji z wykorzystaniem kontraktów <i>futures</i> na WIG20 w okresach spadków i wzrostów cen	213
Tomasz Miziołek: Ocena efektywności zarządzania funduszami ETF posiadającymi ekspozycję na polski rynek akcji	224
Joanna Olbryś: Efekt przedziałowy parametru ryzyka systematycznego na GPW w Warszawie SA	236
Andrzej Paliński: Wykorzystanie wartości likwidacyjnej aktywów kredytobiorcy i metody Monte Carlo do wyznaczenia oprocentowania kredytu bankowego.....	245
Jarosław Pawłowski: Zarządzanie ryzykiem pogodowym – przykład wykorzystania pogodowego instrumentu pochodnego przez producenta piwa w Polsce.....	255
Dorota Pekasiewicz: Wybrane testy zgodności dotyczące rozkładów statystyk ekstremalnych i ich zastosowanie w analizach finansowych.....	268
Marcin Salamaga: Efektywność krótkoterminowych inwestycji w złoto	278
Anna Sroczyńska-Baron: Analiza wysokości progu oferty obowiązkowej przy przejściach spółek w oparciu o teorię gier kooperacyjnych	289
Waldemar Tarczyński: Ocena różnych wariantów fundamentalnego portfela papierów wartościowych	298
Magdalena Ulrichs: Zmiany strukturalne na polskim rynku finansowym a sfera realna gospodarki – analiza empiryczna	310
Stanisław Wanat: Efekt dywersyfikacji ryzyka w Solvency II w świetle wyników ilościowego badania wpływu QIS5	320
Ryszard Węgrzyn: Ocena trafności prognoz zmienności indeksu WIG20 konstruowanych na podstawie wybranych modeli klasy GARCH oraz rynkowej zmienności implikowanej.....	331
Stanisław Wieteska: Wybuch jako element ryzyka w ubezpieczeniach od ognia i innych zdarzeń losowych.....	344
Marcelina Więckowska: Obligacje w zarządzaniu ryzykiem katastroficznym	359
Piotr Wybieralski: Zastosowanie wybranych instrumentów pochodnych w warunkach ograniczonej dostępności limitów skarbowych na walutowym rynku pozagieldowym	371
Dariusz Zarzecki: Koszt kapitału, płynność i ryzyko – analiza sektorowa na rynku amerykańskim	383

Summaries

Waldemar Aspadarec: Investment performance of hedge funds after the financial crisis	22
Aleksandra Baszczyńska: Kernel method in the analysis of financial time series	31
Katarzyna Byrka-Kita, Mateusz Czerwiński, Agnieszka Perepeczo: Market reactions to transfer of control within block trades in public companies – empirical evidence	42
Katarzyna Byrka-Kita, Dominik Rozkrut: Risk as a determinant of control premium – empirical evidence.....	53
Iwona Chomiak-Orsa, Piotr Staszkiwicz: Zredukowana forma metody standardowej do oceny kapitału ekonomicznego	64
Tadeusz Czernik: Hysteretic-like effect – derivative pricing and implied volatility	74
Tadeusz Czernik, Daniel Iskra: Modified geometric Brownian motion – occupation time approach. Derivative pricing, implied volatility – simulations.....	87
Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk: Pension funds performance in Poland – selected problems	100
Monika Hadaś-Dyduch: Valuation of structured product according to algorithmic interaction with regard to the financial market	110
Magdalena Homa: Effect of investment strategy for the distribution of the portfolio value in unit-linked insurance.....	121
Marietta Janowicz-Lomott, Krzysztof Łyskawa: Individualism in risk perception by farms in Poland and in the development of insurance products	136
Łukasz Jasiński: Product innovations in health insurances in Poland.....	148
Lidia Karbownik: Determinants of financial threat of the enterprises from transport, forwarding and logistic sector in Poland	164
Tomasz Karczyński, Edward Radosiński: Assessment of relation between global and Central Europe stock market trends on the example of the Warsaw Stock Exchange	176
Krzysztof Kowalke: Effectiveness of information on the Warsaw Stock Exchange	187
Mieczysław Kowerski: Some remarks on the calculation of the dividend payout ratio	202
Robert Kurek: Information systems of insurance supervision	212
Agnieszka Majewska: Comparison of hedging using futures on WIG20 in periods of price increases and decreases	223
Tomasz Miziolek: Evaluation of the effectiveness of management exchange-traded funds having exposure on the Polish equity market	235

Joanna Olbryś: Intervalling effect bias in beta: empirical results in the Warsaw Stock Exchange	244
Andrzej Paliński: Bank loan pricing with use the of the Monte Carlo method and the liquidation value of borrower's assets.....	254
Jarosław Pawłowski: Weather risk management – example of using weather derivative by a producer of beer in Poland	267
Dorota Pekasiewicz: Selected tests of goodness of extreme distributions and their application in financial analyses.....	277
Marcin Salamaga: The effectiveness of short-term investment in gold	288
Anna Sroczyńska-Baron: The analysis of the limit of obligatory offer based on the theory of cooperative games	297
Waldemar Tarczyński: Assessment of different variants of fundamental portfolio of securities	309
Magdalena Ulrichs: Structural changes on the Polish financial market and the real economy – an empirical analysis	319
Stanisław Wanat: The diversification effect in Solvency II in the light of the fifth quantitative impact study	330
Ryszard Węgrzyn: Assessment of the forecasts accuracy of the WIG20 index volatility constructed on the basis of selected models of the GARCH class and market implied volatility.....	343
Stanisław Wieteska: Explosion as an element of risk in insurance from fire and other random events.....	358
Marcelina Więckowska: Bonds for catastrophe risk management.....	370
Piotr Wybieralski: The application of selected currency derivatives in terms of constrained amounts of treasury limits in the OTC market.....	382
Dariusz Zarzecki: Cost of capital, liquidity and risk – sectoral analysis on the American capital market.....	411

Stanisław Wieteska

Uniwersytet Łódzki

e-mail: sekubez@uni.lodz.pl

WYBUCH JAKO ELEMENT RYZYKA W UBEZPIECZENIACH OD OGNI I INNYCH ZDARZEŃ LOSOWYCH

Streszczenie: W ramach grupy VIII w dziale ubezpieczeń pozostałych majątkowych (*non life*) wymienia się ubezpieczenie od skutków wybuchu. W artykule przedstawiamy pojęcie i klasyfikacje wybuchów. Wiele miejsca poświęca się na wskazanie źródeł wybuchów. Następnie na bazie dostępnej statystyki przedstawiamy liczbę poszkodowanych osób w wyniku wybuchów w różnych działach gospodarki narodowej. W końcowej części podejmujemy próbę oszacowania strat materialnych częstości występowania wywołanych wybuchami.

Słowa kluczowe: eksplozje, ryzyko uszkodzenia, ubezpieczenie, straty materialne, poszkodowani, pożar.

DOI: 10.15611/pn.2014.371.30

1. Wstęp. Postawienie problemu

Jednym z ryzyk mało zbadanych w literaturze ubezpieczeniowej jest zjawisko wybuchów. W ramach obowiązkowych ubezpieczeń rolnych, a także dobrowolnych ubezpieczeń od ognia wymienia się to ryzyko (zjawisko). Ze zjawiskiem wybuchów spotykamy się w różnych zakładach produkcyjnych. Literatura przedmiotu w zakresie pożarnictwa, sytuacji kryzysowych, awarii budowlanych dostarcza wielu informacji na temat zjawiska wybuchów i ich skutków.

Aby choćby w części posiadać minimalną wiedzę na temat wybuchów, poświęcamy ten artykuł. Artykuł podejmuje tylko te tematy z teorii wybuchów, które są przydatne z punktu widzenia kalkulacji składki ubezpieczeniowej. Praca powinna być przydatna w procesie likwidacji szkód pożarowych i powybuchowych. Likwidatorzy szkód zakładów ubezpieczeń muszą odpowiedzieć na pytanie: jakie były przyczyny wybuchów, czy spełnione zostały warunki umowy ubezpieczeniowej w części poświęconej zabezpieczeniu zakładu przemysłowego i jego urządzeń przed tym zjawiskiem. Badanie śladów, oględzin miejsca zdarzenia, okoliczności wybuchu, skut-

ków wybuchu, a także strat jest podstawowym ich obowiązkiem. Praca powinna być przydatna także działom oceny ryzyka i działom aktuarialnym.

Artykuł napisano w oparciu o załączoną literaturę przedmiotu, mając także na uwadze bibliografię zawartą w tej literaturze. Literatura ta przedstawia przede wszystkim praktyczną stronę zjawiska wybuchów. Autor artykułu nie pretenduje do roli eksperta w zakresie wybuchów, jednak ze względu na zajmowanie się ubezpieczeniami majątkowymi zwraca uwagę na ten obszar ryzyka.

2. Pojęcia podstawowe

Wybuchem nazywamy „zespół zjawisk związanych ze skokowym wzrostem ciśnienia gazów (aż do wysokości wartości) oraz wykonaniem pracy mechanicznej przez gwałtowne naprężenie tych gazów w wyniku czego następuje przemieszczenie lub zniszczenie ośrodka otaczające miejsca wybuchu. Zjawisku wybuchu towarzyszą efekty akustyczne, a w wielu wypadkach wywiera on silny wpływ na rozwój pożaru” [Sawicki 2007, s. 16]. Przez atmosferę wybuchową rozumiemy mieszaninę substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł lub pyłów z powietrzem w warunkach atmosferycznych, w której po zapaleniu spalanie rozprzestrzenia się na całą niespaloną mieszaninę [Rozporządzenie... 2003, par. 3, pkt 5].

Inni autorzy określają wybuch jako proces gwałtownego spalania połączonego ze wzrostem ciśnienia zachodzącego w bardzo krótkim czasie (milisekundy) [Borysiewicz, Kucnerowicz-Polak 1998, s. 12]. Wybuchy mogą przebiegać w formie detonacji lub deflagracji [Sawicki 2007, s. 16]. Pod pojęciem detonacji rozumie się „chemiczną reakcję egzotermiczną zachodzącą poprzez falę uderzeniową, propagującą się w materiale wybuchowym”. Podczas detonacji front płomienia przemieszcza się z szybkością 2-3 tys. m/s, a ciśnienie kilkadziesiąt razy przewyższa ciśnienie początkowe. Pod pojęciem deflagracji rozumie się „chemiczną reakcję egzotermiczną rozprzestrzeniającą się poprzez przewodnictwo cieplne danego materiału wybuchowego. Przy deflagracji szybkość spalania jest zdecydowanie niższa i osiąga prędkość do kilku metrów na sekundę, a ciśnienie jest znacznie niższe niż przy detonacji.

Wyróżnia się także szczególne wydarzenia związane z wybuchem BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour) określone przez Amerykańskie Stowarzyszenie Przeciwożarowe (W. Walls 1979 r.) oznaczają wybuch pary wrzącej. BLEVE definiuje się go jako „wybuch spowodowany wyzwoleniem energii związanej z gwałtownym odparowaniem cieczy palnej lub nie w momencie jej nagłego uwolnienia się ze zbiornika, w którym ciecz ta znajdowała się pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego i temperaturze – przekraczającą temperaturę wrzenia w ciśnieniu atmosferycznym” [Porowski, Ziębaczewski 2006, s. 16-19]. Tego typu wybuchy miały miejsce w wielu krajach. W Polsce zanotowano tego typu wybuch w 1997 r. na stacji przepompowni gazu w pobliżu Tomaszowa Mazowieckiego. Zgodnie z Normą PN-ISO 8421-1:1997 wybuch zdefiniowany jest jako gwałtowna reakcja utleniania lub rozkładu wywołującego wzrost temperatury lub ciśnienia. Wyróżnia się dolną

granicę wybuchowości, tj. minimalne stężenie paliwa w mieszaninie palnej, poniżej którego nie następuje wybuch, i górną granicę wybuchowości stężenie paliwa w mieszaninie palnej [Bukšowicz, Lizut-Skwarek, Wolański 1980].

Szczegółowe zasady usuwania barier w handlu opisane w uchwale UE pt. „Nowe podejście do harmonizacji technicznej i normalizacji” zapoczątkowały wydanie „dyrektyw nowego podejścia”. Dyrektywa 94/9/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 23 marca 1994 r. miała na celu ujednoczenie przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem zwaną dyrektywą ATEX z mocą obowiązywania od 1.01.2003 r. Dyrektywa ATEX zawiera postanowienia dotyczące urządzeń elektrycznych i nieelektrycznych, jak również używanych w górnictwie i poza górnictwem. Dotyczy ona także takich urządzeń zlokalizowanych poza przestrzenią zagrożoną wybuchem, których obecność ma bezpośredni wpływ na urządzenia i systemy ochronne stosowane w tej przestrzeni.

W odpowiedzi na Dyrektywę UE w 2003 r. ukazało się Rozporządzenie Ministra Gospodarki dotyczące wymagań podstawowych dla urządzeń użytkowanych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem [Rozporządzenie... 2003]. Rozporządzenie to także dotyczy wymagań w zakresie projektowania, wytwarzania urządzeń i systemów ochronnych, ustalenia procedur oceny zgodności oraz minimalnych kryteriów, jakie powinny być uwzględnione przy notyfikowanych jednostkach. W Rozporządzeniu określa się strefy zagrożenia, przez które rozumieć będziemy część przestrzeni trójwymiarowej rzeczywistej dodatniej wokół źródła miejsca ulatniania się lub wydzielania się substancji łatwopalnych. Wydzielanie się następuje z nieszczelnej instalacji.

3. Klasyfikacja wybuchów

Zjawisko wybuchów występuje w różnych krajach, zwłaszcza w przemyśle, pociągając za sobą straty materialne i straty ludzkie [Sawicki 2007, s. 15-16]. W różnych krajach przyjmuje się różne podejścia i różne sposoby klasyfikowania wybuchów (por. m.in. [Radziszewska 1985b, s. 11-25; Radziszewska 1985a, s. 25-34]).

Z kolei M. Borysiewicz proponuje następującą klasyfikację wybuchów (rys. 1).

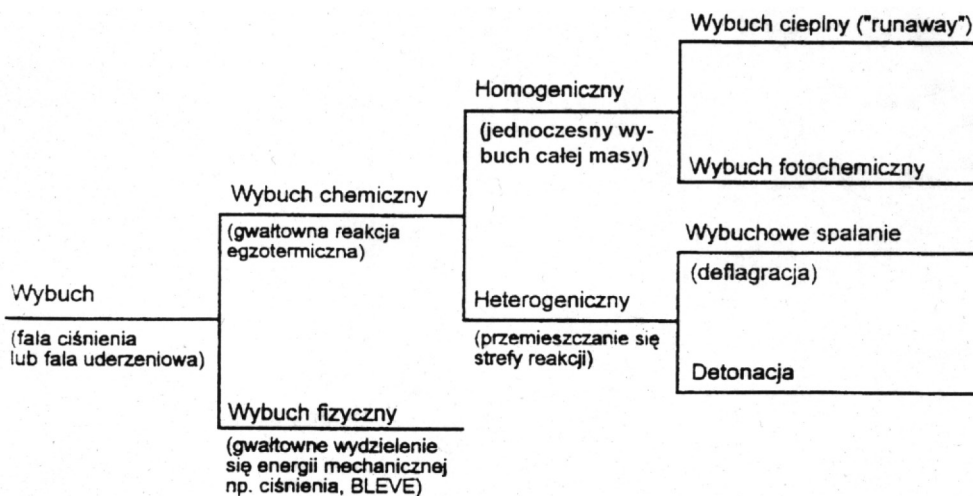
Z rysunku 1. widzimy, że wybuchy można podzielić na fizyczne i chemiczne [Sawicki 2007, s. 16]. Pod pojęciem wybuchu fizycznego rozumie się nagłe niekontrolowane wyzwolenie energii połączone ze wzrostem ciśnienia lub objętości, który wywołuje powietrzną falę uderzeniową (np. wybuch butli z gazem). Wybuchy te rzadko powodują powstanie pożaru. Pod pojęciem wybuchu chemicznego rozumie się gwałtowne spalanie mieszaniny gazów, par, pyłów z powietrzem (wybuchowi chemicznemu ulegają również materiały wybuchowe), które charakteryzuje się szybko przebiegającą reakcją egzotermiczną i któremu z reguły towarzyszy powstanie pożaru.

Tabela 1. Klasyfikacja wybuchowości pyłów wg współczynnika K_{st} .

Klasa wybuchowości	K_{st} (MPA m/s)	Przykłady	Nazwa
0	0		niewybuchowy
1	1 – 20	pyły węgla z przem. spożywczego, tworzyw sztucznych	słabo wybuchowy
2	20 – 30	pył pigmentu organicznego	silnie wybuchowy
3	30	pył aluminium	bardzo silnie wybuchowy

Uwaga: K_{st} – zależność między maksymalną szybkością przyrostu ciśnienia wybuchu a pojemnością zbiornika, w którym ten parametr podlega badaniom. Wartości współczynnika są ustalone następująco: np. węgiel kamienny – 10 (MPA m/s) – 1 klasa wybuchowości; celuloza 12,5 (MPA m/s) – 1 klasa wybuchowości; polietylen 32 (MPA m/s) – 3 klasa wybuchowości [Porowski 2005, s. 19].

Źródło: [Porowski 2005, s. 17-19].

**Rys. 1.** Podział wybuchów

Źródło: [Borysiewicz, Kucnerowicz-Polak 1998, s. 12].

Inną klasyfikację wybuchów przedstawił T. Sawicki, biorąc pod uwagę reakcje i główne przyczyny (tab. 2).

Z kolei S. Wójcicki rozróżnia wybuchy naturalne, zamierzone i przypadkowe (tab. 3).

Tabela 2. Typy wybuchów i sposób ich interpretacji

Typ wybuchu	Reakcja	Główna przyczyna
Gazu lub pary w ograniczonej przestrzeni VCE	Gwałtowne spalanie mieszaniny palnej w ograniczonej przestrzeni, np. detonacyjne	Wpływ przegrzanej cieczy ze zbiornika ciśnieniowego
W otwartej przestrzeni UVCE	Detonacyjne spalanie mieszaniny palnej z powstaniem fali uderzeniowej	Wpływ palnego gazu, dyspersja oraz zapłon
Pary z wrzącej cieczy BLEVE	Wybuchowe samoodparowanie cieczy o temperaturze powyżej temperatury wrzenia	Pęknięcie zbiornika z gazem skroplonym wskutek zewnętrznego pożaru typu PF lub IF
Pyłowy DE	Gwałtowne spalanie mieszaniny pyłowo-powietrznej	Utworzenie mieszaniny wybuchowej i jej zapłon
Ciepłny TE	Gwałtowne wydzielanie się energii cieplnej ze wzrostem ciśnienia	Rozszczelnienie wskutek rozkładu termicznego materiału
Wybuch fizyczny PE	Wzrost ciśnienia wewnątrz aparatu bez udziału reakcji chemicznej	Przekroczenie dopuszczalnego ciśnienia w urządzeniu

Źródło: [Sawicki 2007, s. 16].

Tabela 3. Klasyfikacja wybuchów i przykłady

Modele teoretyczne	Wybuchy naturalne	Wybuchy zamierzone	Wybuchy przypadkowe
Wybuch punktowy Wybuch detonacyjny	Pioruny Wulkany Meteory	Bomby atomowe Samoloty naddźwiękowe Kontrolowane eksplozje materiałów wybuchowych Iskry laserowe	Zbiorniki ciśnieniowe – zkodzenia mechaniczne – wewnętrzne wybuchy przed uszkodzeniem Wybuchy w pomieszczeniach Wybuchy obłoków par i pyłów w przestrzeni otwartej

Źródło: [Wójcicki 1979, s. 4].

4. Źródła i przyczyny wybuchów

Z możliwością wystąpienia wybuchów należy się liczyć wszędzie tam, gdzie występuje mieszanina rozdrobnionych pyłów, np. pyłów aluminiowych [Sawicki 2009, s. 44-48]. Emitowanie wodoru przez węgiel składowany lub przewożony może przyczynić się do wybuchów [Marzec 1996, s. 143-144]. Jest to tzw. samozapłon. W szczególności na wybuchy narażone są produkty zbożowe. Przyczyną wybuchu może być pył zbożowy [Porowski, Krajnik 2006, s. 34-36], a także pył rzepakowy [Bojanowska, Leśmian-Kordas 2009, s. 102-113] w takich obiektach, jak: młyny,

silosy, elewatory, magazyny zbożowe. Łatwopalność pyłu zbożowego powodować może wybuch o zróżnicowanej skali skutków [Zawadzki 2006, s. 30-31; Górecki, Świątek 1982, s. 109-114; Sawicki 2002, s. 4-5; Prusiel, Łapko 2011, s. 1029-1036]. Wiele surowców przetwarzanych w przemyśle spożywczym ma właściwości wybuchowe, np. skrobia, kakao, herbata, cukier, mąka. W zasadzie na każdym etapie magazynowania, transportu, przetwarzania występuje ryzyko wybuchu [Dyduch 2007, s. 8-10]. W praktyce źródłami wybuchów mogą być:

- pyły z tworzyw sztucznych [Pacocha, Zwolanowski 1967, s. 3-12],
- wybuchy gazów w budynkach mieszkalnych w okresie zimowym [Sawicki 2007],
- mieszaniny tworzone w rurociągach i zbiornikach [Bartknecht 1972, s. 94-106],
- gaz wysypiskowy, głównie metan, dwutlenek węgla [Łuczek 2008, s. 16-88],
- współspalanie biomasy dla celów energetycznych [Zawała 2008, s. 20-25],
- urządzenia elektryczne blisko położone w strefach pyłu [Stolt 2007, s. 259-266],
- zaniedbania przy ocenie stanu technicznego urządzeń elektrycznych zwiększają ryzyko wybuchu [Stolt 2008, s. 26-28],
- w akumulatorniach [Polak 2009],
- w procesie fermentacji metanowej przeprowadzanej przez bakterie metanogenne. Powstaje wówczas biogaz, który jest paliwem energetycznym umożliwiającym produkcję energii elektrycznej i ciepłej w skojarzeniu. Jednocześnie stanowi on zagrożenie wybuchowe [Rusak, Kowalczyk-Jaśko 2007, s. 22-23],
- w energetyce opartej na biomase i węgla [Czech 2011, s. 20-21];
- prace spawalnicze wykorzystujące acetylen [Jopek 2012, s. 26-28]; rys. 2 i 3;
- wybuchowość pyłów lniarskich [Śliż, Szozda-Cybulska, Słotniński 1980, s. 41-52],
- procesy destrukcyjne wywołane działaniem wysokiej temperatury [Tribińko, Krentowski 1999],
- wyładowania atmosferyczne gdy jest brak instalacji odgromowej,
- emisja gazów na terenach poza eksploatacyjnych [Nawrat 2004, s. 51-57].

Ponadto przyczynami wybuchów mogą być:

- w czasie awarii urządzeń technologicznych,
- nieprzestrzeganie instrukcji obsługi i przepisów BHP urządzeń technologicznych,
- zwarcia instalacji elektrycznej (zaiskrzenie przewodów elektrycznych),
- nieprzestrzeganie przepisów ochrony przeciwpożarowej (np. palenie papierosów, używanie niewłaściwych urządzeń grzewczych).

Źródłem wybuchów mogą być zjawiska elektryczności statycznej spotykane w przemyśle, jak i w życiu codziennym. Ładunki elektryczności statycznej w zetknięciu np. z pyłem, cieczami, gazem mogą powodować zapłon iskrowy i tym samym wybuch [Sawicki 2006, s. 25-27]. Spójrzmy na przykładową strukturę procentową wybuchów [Porowski 2005, s. 23]:

- wybuchy wewnątrz urządzeń z powodu dopływu powietrza (11%),
- wybuchy na zewnątrz urządzeń ale wewnątrz pomieszczeń (24%),

- wybuchy wewnątrz pomieszczeń z powodu niekontrolowanych reakcji chemicznych (23%),
- wybuchy w otwartej przestrzeni (9%),
- rozerwanie lub pęknięcie zbiornika (7%),
- pożary (32%).

Jak się okazuje, najwięcej wybuchów było na zewnątrz urządzeń, tym samym powodując pożar.

5. Skala wybuchów i ich skutków

Od wielu lat wybuchy gazów stanowią główną przyczynę katastrof budowlanych. Udział katastrof budowlanych poprzez wybuch w ogólnej liczbie katastrof wyniósł w 2005 r. 67%, w 2006 r. 50%, w 2007 było ich 77%. W kolejnych latach, 2008 i 2009, udział ich zmalał za sprawą większej liczby katastrof budowlanych spowodowanych silnymi wiatrami i powodziami [Baryłka, Baryłka, s. 624] (tab. 4).

Tabela 4. Katastrofy budowlane wywołane wybuchem w Polsce w latach 1995-2000

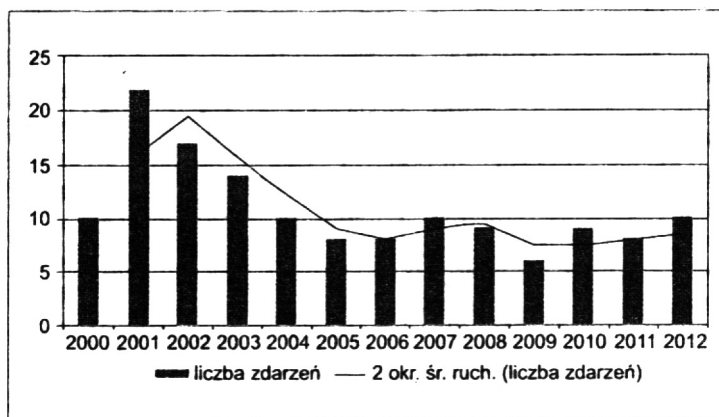
Przyczyna wybuchu	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Gaz ziemny	–	16	6	5	4	4
Gaz płynny	–	16	7	3	10	12

Źródło: [Katastrofy budowlane w 2000 r. 2001, s. 23].

W latach 1996-2003 miało miejsce 45 katastrof budowlanych spowodowanych wybuchem gazu sieciowego i 68 gazu płynnego; zginęły w nich 23 osoby, a co najmniej 80 zostało rannych [Woliński 2006, s. 43]. Groźne w skutkach jest posługiwanie się acetylenem (rys. 2 i 3).

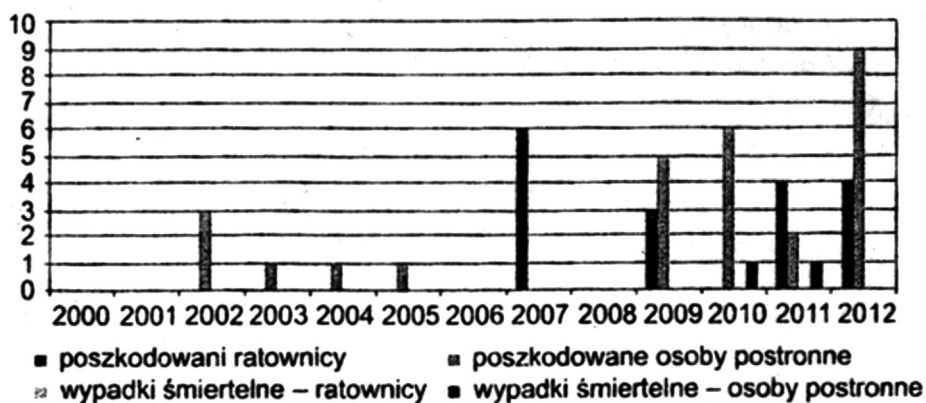
Najwięcej zdarzeń z acetylenem wystąpiło w latach 2001-2004. Z danych zawartych na rys. 2 wynika malejąca tendencja liczby zdarzeń z acetylenem. Zdarzenia z wybuchem acetyleny pociągają za sobą ofiary w ludziach (rys. 3).

Najwięcej poszkodowanych osób w wyniku wybuchu acetyleny zarejestrowano w latach 2009-2012. Są to najczęściej pracownicy bezpośrednio pracujący, osoby postronne, a także ratownicy. Skutki wybuchów dotyczyć mogą mienia i ludności. Bardzo często spotykamy się z wybuchami i pożarami w kopalniach węgla kamiennego. Zagrożeniem w kopalniach jest metan, pył węglowy. Wybuch pyłu węglowego jest możliwy m.in. w miejscach urabiania, gromadzenia, strefach szczególnego zagrożenia, wyrobiskach, miejscach wykonywania robót strzałowych [Sawicki 2007, s. 20-22] (tab. 5).



Rys. 2. Liczba zdarzeń z udziałem acetyleny w poszczególnych latach (do końca sierpnia 2012 r.)

Źródło: [Jopek 2012, s. 26].



Rys. 3. Poszkodowani w wyniku wybuchu acetyleny w poszczególnych latach (do końca sierpnia 2012 r.)

Źródło: [Jopek 2012, s. 27].

Tabela 5. Pożary i wybuchy lub zapalenia metanu w polskich kopalniach w latach 2003-2005

Zdarzenia	Liczba zdarzeń			Liczba wypadków					
				śmiertelnych			ogółem		
Rok	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Pożary	8	14	17	3	0	0	51	0	2
Wybuchy lub zapalenia metanu	5	1	3	1	0	0	15	0	2

Źródło: [Sawicki 2007, s. 21].

Wybuchy mogą wystąpić także w elektrowniach węglowych [Cisowski, Ferens 2004, s. 3-7].

Tabela 6. Przyczyny wypadkowości (wybuchów) ogólnej związanej z aktywizacją zagrożeń naturalnych w polskich kopalniach w latach 2000-2009 w procentach

Przyczyna		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Wyrzuty gazów lub skał	0	0	0,2	0	0	1,5	0	0,2	0,4	0
2	Zapalenia lub wybuch gazu	0	0,2	1,9	9,4	0	0,4	3,7	1,1	4,3	11,1

Źródło: [Wizner 2010, s. 23].

Tabela 7. Poszkodowani w wypadkach przy pracy w wyniku wybuchu w Polsce w latach 2005-2011

a – razem w tym: b – wypadki śmiertelne c – wypadki ciężkie		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ogółem	a	142	227	199	178	176	165	132
	b	3	27	6	10	21	10	5
	c	5	14	6	9	28	21	8
w tym								
Rolnictwo, łowiectwo, leśnictwo	a	6	2	5	3	1	5	2
	b	1	–	1	–	–	–	–
	c	1	–	–	–	–	1	–
Górnictwo	a	6	11	7	10	58	3	2
	b	–	–	–	3	20	–	–
	c	–	–	–	1	24	1	–
Przetwórstwo przemysłowe	a	62	98	88	84	60	69	53
	b	3	2	2	2	1	3	1
	c	–	4	3	2	2	6	2
Wytworzenie i zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz, wodę	a	6	9	12	5	5	17	–
	b	–	–	2	1	–	1	–
	c	2	2	–	–	–	5	–
Budownictwo	a	12	36	19	16	16	24	19
	b	–	15	1	–	–	2	1
	c	2	1	2	–	1	7	1
Transport, gospodarka magazynowa i łączność		24	12	17	13	3	8	9
		1	–	–	1	–	1	–
		1	2	–	1	–	–	–
Obsługa nieruchomości		5	14	4	7	1	2	2
		1	–	–	1	–	–	–
		–	1	–	–	–	–	–

Źródło: [Wypadki przy pracy...].

W wielu wypadkach skutki wybuchu w miejscu pracy pociągają za sobą ofiary w ludziach (tab. 7).

Począwszy od 2006 r., obserwujemy malejącą tendencję poszkodowanych osób w wyniku wybuchów. Najwięcej wypadków wystąpiło w górnictwie, budownictwie i przetwórstwie przemysłowym.

Przyczyny wybuchów mogą budzić wątpliwości. Wówczas przyczyny wybuchów są przedmiotem dochodzeń badań kryminalistycznych. Opracowano wiele norm postępowania zabezpieczających przed wybuchem, zwłaszcza w przypadkach poszkodowanych ludzi [Skorek, Musiał 1978, s. 711-715]. Inspektorzy ds. dochodzeń pożarowych mają za zadanie udowodnić przyczynę wybuchu. W pierwszej kolejności sprawdzane są wszystkie zagrożenia wybuchowe, dokumentacja ochrony przeciwybuchowej, a także przeszkolenia pracowników. Są to także ważne elementy oceny ryzyka przez zakłady ubezpieczeń. Dodatkowo zakłady ubezpieczeń mogą wprowadzić inne ograniczenia odpowiedzialności za okoliczności wybuchów.

Bardzo często wybuchy o ograniczonym zasięgu mogą przyczynić się do reakcji łańcuchowej, w której następują zapalenia pyłów w otoczeniu, tworząc tym samym wybuch o dużych rozmiarach.

6. Podstawowe kierunki dotychczasowych badań w zakresie zjawiska wybuchów

Przeprowadzono wiele badań w zakresie wybuchowości pyłów w różnych zakładach przemysłowych (por. m.in. [Górecki, Kruczek 1984, s. 127-141; Bojanowska, Leśmian-Kordas 2009, s. 102-115; Śliż i in. 1980, s. 41-52; Struś, Zdanowski 1977; Babuł, Wolański 1982, s. 5-9]). Wyniki tych badań niewiele straciły na aktualności. Badaniami objęto także skutki przestrzenne wybuchów dla najbliższego otoczenia [Sawicki 2005, s. 22-25]. Przeprowadzone liczne kontrole na różnych stanowiskach pracy wykazały liczne przypadki nieprawidłowości mogących skutkować wybuchem [Pietrzak 2008, s. 33-35; Kowerski 2008, s. 16-21]. Przeprowadzono wiele badań nad fizycznymi parametrami wybuchów (por. m.in. [*Wpływ warunków na szybkość...* 1980, s. 87-96; Wójcicki 1979, s. 4-6; Krzysztofiak 1979, s. 15-18; Klemens 1979, s. 19-28; Buksowicz i in. 1980, s. 27-40; Żyto 1980, s. 68-72; Zębaczewski 2007, s. 34-36]), przyczynami wybuchów [Boniecka-Radak, Cisek i in. 1980, s. 73-86], teorią detonacji (gazodynamiczna, fala detonacji jej inicjacja i zanik) [Wolański 1979, s. 7-13].

Badaniami obejmuje się wpływ energii i ilości źródeł zapłonu oraz oddziaływanie przeszkód na rozwój mieszanin pyłowo-powietrznych [Ostrowski 1997, s. 30-33]. Bada się strefy zagrożenia wybuchem [Gałązka, Habich 1982]. Wyniki wielu badań posłużyły do opracowania norm technicznych. Dla przykładu zagrożenia pożarowo-wybuchowe związane z występowaniem elektryczności statycznej regulują np. normy:

- PN-92/E-05201 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Metody oceny zagrożeń wywołanych elektryzacją materiałów dielektrycznych stałych. Metody oceny zagrożenia pożarowego i/lub wybuchowego;
- PN-E-05205:1997 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona przed elektrycznością statyczną w produkcji i stosowaniu materiałów wybuchowych. Wymagania;
- PN-92/E-05202 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Bezpieczeństwo pożarowe i/lub wybuchowe. Wymagania ogólne.
W zakresie norm nad atmosferą wybuchową mamy np. normy:
- PN-EN 60079-172. Atmosfery wybuchowe Cz. 10-2 Klasyfikacje przestrzeni. Atmosfery zawierające pył palny. Warszawa 2009;
- PN-EN 1127-2+A₁ Atmosfery wybuchowe. Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem Cz.1 Pojęcia podstawowe i metodyki.

Przeprowadzono szereg badań nad zagrożeniem pyłowym. W wielu zakładach przemysłowych (np. przemysł młynarski) występuje mieszanina powietrzno-pyłowa, obłoki pyłu łatwo palnego [Polit-Szczepańska 1982, s. 37-42]¹. Opracowane zostały metodyki badania stref zagrożenia wybuchem. Zostały one sprawdzone w wybranych zakładach przemysłowych (np. przemysł spirytusowy „Polmos”, zakłady optyczne, zakłady RSW – Prasa) [Piechocki 1981, s. 34-48].

Opracowano zasady stosowania urządzeń grzewczych, mechanicznych, w specjalnym przeciwybuchowym wykonaniu. W praktyce stosuje się różne rodzaje zabezpieczeń przeciwybuchowych. Do najważniejszych należy zaliczyć:

- system HRD [Stroch 2010, s. 250-251],
- projektowanie silosów odpowiednich urządzeń technicznych zabezpieczeń [Stroch 2010, s. 250-251],
- ochronę odgromową [Sowa 2012, s. 86-89],
- pomiary stref zagrożeń wybuchem [Pichota 1981],
- projektowanie powierzchni odciążających dla pojedynczych urządzeń procesowych [Porowski 2006, s. 30-33],
- badania przestrzeni zagrożonych wybuchem [Łasak 2012].

Z powyższego wynika wielokierunkowe specjalistyczne badania dotyczące wybuchów.

7. Ubezpieczeniowy punkt widzenia

Zjawisko wybuchów i ich skutków może być objęte ochroną ubezpieczeń majątkowo osobowych. W grupie VIII ubezpieczenia od ognia i innych zdarzeń losowych wymienia się ryzyko wybuchu. Zakłady ubezpieczeń w ogólnych warunkach w bardzo różny sposób definiują to zjawisko, wprowadzając jednocześnie wiele ograniczeń w zakresie odpowiedzialności.

¹ Ziarenka pyłu nie tylko unoszą się w powietrzu, ale osiadają na różnego rodzaju powierzchniach. Proces osiadania pyłów, gromadzenia ich na powierzchni nazywa się sedymentacją.

Z przeprowadzonych rozważań widzimy, że zjawisko wybuchów może dotyczyć wielu przedsiębiorstw. Najczęściej spotykamy studia przypadku opisujące skutki i przyczyny wybuchów. Statystyka publiczna rzadko kiedy podaje liczbę i miejsce wybuchów w poszczególnych latach obserwacji. Stąd jest niezwykle trudno o głębszą analizę zjawiska. Z punktu widzenia kalkulacji stóp składek niezbędne jest obliczenie prawdopodobieństwa wybuchu. Jednakże obliczenie prawdopodobieństwa czy też częstości szkód nie należy do zadań łatwych, gdyż wybuchy są zjawiskami wysoce złożonymi, o czym świadczy treść norm dotyczących wybuchów.

Wobec braku danych ze statystyki publicznej przyjmowanie z góry określonych rozkładów prawdopodobieństwa dla skutków wybuchów (np. rozkład normalny, rozkład Poissona) powoduje znaczne uproszczenie i wymaga statystycznej weryfikacji. W przypadku szkód na osobie w wyniku wybuchów można by rozpatrywać wskaźnik liczby osób poszkodowanych do liczby zatrudnionych w zakładach o podobnym lub zbliżonym charakterze (branży, gałęzi gospodarczej). Liczbę poszkodowanych można znaleźć w statystyce wypadków przy pracy. Z kolei szkody z powodu wypadków w mieniu, środkach trwałych, maszynach, urządzeniach możemy zmierzyć relacją wysokości uszkodzonego majątku w stosunku do sumy ubezpieczenia (wartości rynkowej czy też wartości ubezpieczeniowej).

Niestety, liczba wybuchów w różnych działach gospodarki nie pretenduje do zjawisk masowych. To z kolei powoduje, że obliczenie stopy składki wymaga indywidualnego podejścia, indywidualnej oceny ryzyka wybuchowego w danym przedsiębiorstwie. W szczególności koniecznością jest indywidualna ocena ryzyka wybuchowego w strefach zagrożenia wybuchowego (więcej na ten temat: [Sobecki 2004, s. 14-16]).

8. Podsumowanie i wnioski

Przedstawiona problematyka wybuchów pod względem przyczyn, miejsca i czasu okazała się bardzo złożona. Zjawisku wybuchu poświęcono wiele opracowań, studiów przypadków. Z rozważań wynika, że:

- polskie przepisy prawa dotyczące wybuchów muszą spełniać dyrektywy Unii Europejskiej,
- istnieje wiele źródeł i przyczyn wybuchów,
- obserwujemy malejący trend poszkodowanych osób w wyniku wybuchu,
- najczęściej wybuchów i poszkodowanych występuje w górnictwie i przetwórstwie przemysłowym,
- wiele wybuchów w obiektach budowlanych doprowadza ich stan do awaryjności technologicznej i użytkowej.

Ograniczone ramy artykułu spowodowały, że problematyka nie została wyczerpana, lecz jedynie zasygnalizowana. Złożoność skutków przyczyn wybuchów i związane z nimi pożary powoduje, że powinny powstać kolejne prace badawcze.

W szczególności zachodzi potrzeba opracowań o wartości majątku uszkodzonego w wyniku wybuchów.

Literatura

- Babuł W., Wolański P., *Aktualne problemy spalania i wybuchowości pyłów przemysłowych*, BIT, 1982, nr 4, s. 5-9.
- Bartknecht W., *Wybuchy gazów i pyłów w zbiornikach i rurociągach oraz zapobieganie tym wybuchom*, BIT, 1972, nr 2, s. 94-106.
- Baryłka J., Baryłka A., *Katastrofy budowlane w Polsce w latach 2005-2009*, [w:] *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*, t. 2, s. 624.
- Bojanowska M., Leśmian-Kordas R., *Wybuchowość pyłów śruty rzepakowej*, *Towaroznawcze Problemy Jakości*, 2009, nr 1, s. 102-115.
- Boniecka-Radak A., Cisek T. i in., *Iskry mechaniczne jako potencjalne źródło przyczyn pożarów i wybuchów pyłów*, BIT, 1980, nr 1, s. 73-86.
- Borysiewicz M., Kucnerowicz-Polak B., *Zagrożenia pożarowe i wybuchowe*, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1998, s. 12.
- Buksowicz W., Lizut-Skwarek M., Wolański P., *Dolna granica wybuchowości i minimalna dawka wybuchowa*, BIT, 1980, nr 1, s. 27-40.
- Cisowski R., Ferens W. i in., *Problematyka zapłonu i wybuchów w elektrowni węglowej*, GPIE, 2004, nr 6, s. 3-7.
- Czech J., *Zagrożenia wybuchem w energetyce zawodowej*, 2011, s. 20-21.
- Dyduch Z., *Zagrożenie wybuchem pyłu podczas składowania i przetwarzania surowców spożywczych*, *Ochrona Przeciwpożarowa*, czerwiec 2007, s. 8-10.
- Gałązka E., Habich B., *Analiza wybranych aspektów kryterialnych wyznaczania stref zagrożenia wybuchem dla układów pyłowo-powietrznych*, BIT, 1982, nr 1-2.
- Górecki J., Kruczek H., *Wybuchy mieszanin pyłowych – zabezpieczenia układu susząco-mielącego*, BIT, 1984, nr 3-4, s. 127-141.
- Górecki J., Świątek E., *Parametry wybuchowe mąki pszennej i żytniej w aspekcie ich własności fizykochemicznych*, BIT, 1982, nr 3, s. 109-114.
- Jopek T., *Środowisko zagrożone wybuchem – acetylen (etyl)*, *Elektroinfo*, 2012, nr 10, s. 26-28.
- Katastrofy budowlane w 2000 r.*, *Informacja Głównego Urzędu Nadzoru, Przegląd Budowlany*, 2001, nr 5, s. 23.
- Klemens R., *Minimalna energia zapłonu mieszanin pyłowo-powietrznych*, BIT, 1979, nr 2, s. 19-28.
- Kowerski A., *Przestrzenne zagrożenie wybuchem*, *Służby Utrzymania Ruchu* 2008, nr 9, s. 16-21.
- Krzysztofiak P., *Badania wybuchowości pyłów*, BIT 1979, nr 2, s. 15-18.
- Łasak F., *Badania i pomiary eksploatacyjne w strefach zagrożonych wybuchem*, *Elektroinfo*, 2012, nr 11.
- Łuczek R., *Zagrożenie wybuchowe powodowane przez gaz wysypiskowy*, *Ochrona Przeciwpożarowa*, marzec 2008, s. 16-88.
- Marzec A., *Emisja wodoru towarzysząca niskotemperaturowemu utlenianiu węgla – nieznaną dotąd przyczyną eksplozji*, *Karbo*, 1996, nr 4, s. 143-144.
- Nawrat S., *Wpływ zmian ciśnienia barometrycznego na zagrożenie gazowe na górniczych terenach poza eksploatacyjnych*, *Cuprum*, 2004, nr 2, s. 51-57.
- Ostrowski T., *Wybuchy mieszanin pyłowych*, BIT, 1997, nr 2, s. 30-33.
- Pacocha J., Zwolanowski T., *Niebezpieczeństwo wybuchu pyłów tworzyw sztucznych*, BIT, 1967, nr 1, s. 3-12.

- Pichota J., *Pomiary stref zagrożenia wybuchem w obiektach przemysłowych*, BIT, 1981, nr 3.
- Piechocki J., *Pomiary stref zagrożenia wybuchem w obiektach przemysłowych*, BIT, 1981, nr 3, s. 34-48.
- Pietrzak M., *Niebezpieczny podmuch*, Przegląd Pożarniczy, 2008, nr 2, s. 33-35.
- Polak M., *Jak wykonać ocenę wpływu wentylacji na zagrożenie wybuchem w akumulatorni (serwerowni)*, Elektroinfo, 2009, nr 11.
- Polit-Szczepańska M., *Wybrane aspekty sedimentacji pyłów przemysłowych*, BIT, 1982, nr 1-2, s. 37-42.
- Porowski R., *Wybuch ugrzeczniony*, Przegląd Pożarniczy, 2006, nr 8, s. 30-33.
- Porowski R., Krajnik E., *Wybuch elewatora zbożowego w Blage*, Przegląd Pożarniczy, 2006, nr 3, s. 34-36.
- Porowski R., *Prawo jak tarcza*, Przegląd Pożarniczy, 2005, nr 4, s. 23.
- Porowski R., *Zabójcze drobiny*, Przegląd Pożarniczy, 2005, nr 11, s. 17-19.
- Porowski R., Ziębaczewski E., *Ogniste kule śmierci. Wybuchy krytyczne typu BLEVE*, Przegląd Pożarniczy, 2006, nr 1, s. 16-19.
- Prusiel J.A., Łapko A., *Ocena zagrożeń eksplozją pyłów w silosach w świetle norm europejskich*, Awary Budowlane 2011, s. 1029-1036, XXV Konferencja naukowo-techniczna, 24-27 maja 2011.
- Prusiel J.A., Łapko A., *Przeciwdziałanie wybuchom pyłów materiałów sypkich składanych w silosach*, Inżynier Budownictwa, luty 1992, s. 68-71.
- Radziszewska J.M., *Próby udoskonalenia systemów klasyfikacji wybuchów pyłów*, BIT, 1985a, nr 2, s. 25-34.
- Radziszewska J.M., *Przegląd systemów klasyfikacji pożarowo-wybuchowych pyłów*, BIT, 1985b, nr 2, s. 11-25.
- Rusak S., Kowalczyk-Jaśko N., *Biogazownie rolnicze – warunki eksploatacji zagrożenia wybuchem*, Czysta Energia, 2007, nr 9, s. 22-23.
- Sawicki T., *Groźne ładunki. Elektryczność statyczna jako przyczyna pożarów i wybuchów*, Przegląd Pożarniczy, 2006, nr 11, s. 25-27.
- Sawicki T., *Požary i wybuchy w kopalniach węgla*, Przegląd Pożarniczy, 2007, nr 1, s. 20-22.
- Sawicki T., *Wybuch przestrzenny jako przyczyna pożarów (cz. 1)*, Przyjacieli przy Pracy, 2007, nr 2, s. 16.
- Sawicki T., *Wybuchy gazów w budynkach mieszkalnych*, W Akcji, 2007, nr 4, s. 40-42.
- Sawicki T., *Wybuchy przestrzenne*, Bezpieczeństwo Pracy, 2005, nr 11, s. 22-25.
- Sawicki T., *Zagrożenia pożarowe i wybuchowe w przemyśle zbożowo-młynarskim*, Przegląd Zbożowo-Młynarski, październik 2002, s. 4-5.
- Sawicki T., *Zagrożenie wybuchem pyłów aluminiowych*, W Akcji, 2009, nr 4, s. 44-48.
- Skorek Z., Musiał A., *Pyły jako zagrożenie wybuchowe i pożarowe*, Problemy Kryminalistyki, listopad-grudzień 1978, s. 711-715.
- Sobecki M., *Pyły pod nadzorem*, Przegląd Pożarniczy, 2004, nr 12, s. 14-16.
- Sowa A., *Ochrona odgromowa obiektów zawierających strefy zagrożone wybuchem*, Elektroinfo 2012, nr 3, s. 86-89.
- Stołt F.D., *Wybuchy pyłów w urządzeniach elektrycznych*, Ochrona Przeciwpożarowa, wrzesień 2008, s. 26-28.
- Stołt F.D., *Wybuchy pyłów w urządzeniach elektrycznych. Badanie przyczyn pożarów*, Zbiór referatów z III Międzynarodowej Konferencji, Poznań 2007, s. 259-266.
- Stroch P., *Zabezpieczenia przed wybuchami. System HRD*, Energetyka, kwiecień 2010, s. 250-251.
- Struś W., Zdanowski M., *Problemy zagrożenia wybuchem w przemyśle*, BIT, 1977.
- Śliż J., Szozda-Cybulska E., Słotiński R., *Wybuchowość przemysłowych pyłów lniarskich*, BIT, 1980, nr 1, s. 41-52.
- Tribińo R., Krentowski J. i in., *Katastrofa budowlana hali przemysłowej spowodowana wybuchem*, XIX Konferencja naukowo-techniczna: „Awary budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje, 19-22 maja 1999.

- Wizner L., *Zagrożenia naturalne i techniczne*, Ratownictwo Górnicze, 2010, nr 4, s. 23.
- Wolański P., *Teoria detonacji*, BIT, 1979, nr 22, s. 7-13.
- Woliński M., *Zagrożenie wybuchem w obiektach zaliczanych do kategorii zagrożenia ludzi*, Przegląd Budowlany, 2006, nr 1, s. 43.
- Wójcicki S., *Fizyczne podstawy wybuchów*, BIT, 1979, nr 2, s. 4.
- Wpływ warunków na szybkość narastania ciśnienia wybuchu*, BIT, 1980, nr 1, s. 87-96.
- Wypadki przy pracy z lat 2005-2009*, tabela: Poszkodowani w wypadkach przy pracy według przyczyn będących odchyleniem od stanu normalnego powodujących wypadki, GUS, Warszawa.
- Zawadzki K. (tłum.), *Działania chroniące przed zagrożeniem wybuchowym w obiektach zbożowo młynarskich*, Przegląd Zbożowo-Młynarski, czerwiec 2006, s. 30-31.
- Zawała J., *Zagrożenia towarzyszące współpalaniu biomasy*, Ochrona Przeciwpożarowa, wrzesień 2008, s. 20-25.
- Zębaczewski E., *Metody równoważnika TNT*, Przegląd Pożarniczy, 2007, nr 4, s. 34-36.
- Żyto Z., *Badanie temperatury samozapalenia pyłów*, BIT, 1980, nr 1, s. 68-72.

Wybrane akty prawne

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki, pracy i polityki społecznej z dnia 28 lipca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem, Dz.U. 2003, poz. 1393, z późn. zm.

EXPLOSION AS AN ELEMENT OF RISK IN INSURANCE FROM FIRE AND OTHER RANDOM EVENTS

Summary: Insurance against the effects of the explosions occurs in the insurance section, other property (non-life) insurance. In the article we introduce the concept and classification of explosions. We devote a lot of space discussing the sources of explosions. Then, on the basis of available statistics we indicate the number of deprived persons as a result of the explosions in different sectors of national economy. In the final part we attempt to estimate the material losses caused by the frequency of explosions.

Keywords: explosions, risk of damage, insurance, material losses, deprived persons, fire.