

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

254

Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a rynek polski



Redaktorzy naukowi

Krzysztof Jajuga

Wanda Ronka-Chmielowiec



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2012

Recenzenci: Diarmuid Bradley, Jan Czekaj, Marek Gruszczyński, Jacek Lisowski, Paweł Miłobędzki,
Włodzimierz Szkutnik, Mirosław Szreder, Adam Szyszka, Waldemar Tarczyński,
Stanisław Wieteska, Tomasz Wiśniewski

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się
na stronie internetowej Wydawnictwa

www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2012

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-293-2

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Barbara Będowska-Sójka: Zastosowanie zmienności zrealizowanej i modeli typu ARCH w wyznaczaniu wartości zagrożonej	11
Jacek Bialek: Zastosowanie statystycznych indeksów łańcuchowych do oceny przeciętnego zwrotu grupy OFE	23
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: Zastosowanie modelu logitowego i modelu regresji Coxa w analizie zmian cen akcji spółek giełdowych w wyniku kryzysu finansowego	33
Katarzyna Byrka-Kita: Premia z tytułu kontroli na polskim rynku kapitałowym – wyniki badań	42
Krzysztof Echaust: Analiza przekroczeń wysokości depozytów zabezpieczających na podstawie kontraktów futures notowanych na GPW w Warszawie.	52
Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk: Rentowność inwestycji na rynku regulowanym i w alternatywnym systemie obrotu w Polsce	61
Daniel Iskra: Wartość zagrożona instrumentu finansowego szacowana przedziałowo	74
Bogna Janik: Analiza stóp zwrotu z inwestycji w indeksy akcji spółek społecznie odpowiedzialnych	83
Paweł Kliber: Niestacjonarność aktywności transakcyjnej na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie	93
Krzysztof Kowalke: Ocena przydatności rekomendacji giełdowych opartych na metodzie DCF na przykładzie spółek budowlanych	103
Mieczysław Kowerski: Modele selekcji próby stóp dywidend spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie	113
Dominik Krężolek: Granica efektywności portfeli inwestycyjnych a indeks ogona rozkładu stopy zwrotu – analiza empiryczna na przykładzie GPW w Warszawie	124
Monika Kubik-Kwiatkowska: Znaczenie raportów finansowych dla wyceny spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA	133
Agnieszka Majewska: Wycena opcji menedżerskich – wybrane problemy ...	142
Sebastian Majewski: Pomiar nastroju inwestycyjnego jako metoda wspomagająca strategię inwestycyjne	152
Piotr Manikowski: Cykle ubezpieczeniowe w Europie Środkowej	162

Artur Mikulec: Metody oceny wyników inwestycyjnych przy braku normalności rozkładu stóp zwrotu	171
Joanna Olbryś: Tarcie w procesach transakcyjnych i jego konsekwencje	181
Andrzej Paliński: Spłata zadłużenia kredytowego w ujęciu teoriogrowym	190
Monika Papież, Stanisław Wanat: Modele autoregresji i wektorowej autoregresji w prognozowaniu podstawowych zmiennych charakteryzujących rynek ubezpieczeń działu II	199
Daniel Papla: Przykład zastosowania metod analizy wielowymiarowej w analizie zarażania rynków finansowych	209
Tomasz Pisula: Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do prognozowania upadłości przedsiębiorstw	219
Agnieszka Przybylska-Mazur: Wybrane reguły nastawione na cel a prognozowanie wskaźnika inflacji	235
Paweł Siarka: Wykorzystanie modeli scoringowych w bankowości komercyjnej	246
Rafał Siedlecki: Struktura kapitału w cyklu życia przedsiębiorstwa	262
Anna Sroczyńska-Baron: Wybór portfela akcji z wykorzystaniem narzędzi teorii gier	271
Michał Stachura, Barbara Wodecka: Zastosowania kopuli niesymetrycznych w modelowaniu ekonomicznym	281
Michał Stachura, Barbara Wodecka: Zastosowanie estymatora k -to-rekordowego do szacowania wartości narażonej na ryzyko	289
Piotr Staszewicz: Multi entry framework for financial and risk reporting	298
Anna Szymańska: Czynniki decydujące o wyborze ubezpieczyciela w przypadku ubezpieczeń komunikacyjnych AC	310
Sławomir Śmiech, Wojciech Zysk: Oceny ratingowe jako element konkurencyjności wybranych systemów gospodarczych – weryfikacja na przykładzie agencji Fitch	323
Rafał Tuzimek: Wpływ wypłat dywidendy na wartość akcji spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie	333
Jacek Welc: Rewersja do średniej dynamiki przychodów oraz rentowności spółek a zmiany relatywnej dynamiki zysków	347
Ryszard Węgrzyn: Zastosowanie delty „wolnej od modelu” w hedgingu opcyjnym	356
Stanisław Wieteska: Wyładowania atmosferyczne jako element ryzyka w ubezpieczeniach majątkowo-osobowych w polskim obszarze klimatycznym	367
Alicja Wolny-Dominiak: Modelowanie liczby szkód w ubezpieczeniach komunikacyjnych w przypadku występowania dużej liczby zer	381

Summaries

Barbara Będowska-Sójka: Modeling value-at-risk when realized volatility and ARCH-type models are used.....	22
Jacek Bialek: The application of chain indices to evaluate the average rate of return of a group of Open Pension Funds.....	32
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: The application of the logit model and the Cox regression model in the analysis of financial crisis related price changes of listed companies' shares	41
Katarzyna Byrka-Kita: Control premium on Polish capital market – empirical evidence	51
Krzysztof Echaust: Analysis of margin exceedances on the basis of futures contracts quoted on the Warsaw Stock Exchange.....	60
Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk: Return on investment on a regulated market and multilateral trading facility in Poland	73
Daniel Iskra: Confidence interval for Value at Risk.....	82
Bogna Janik: Analysis of rates of return on investments in equity SRI indices	92
Paweł Kliber: Non-stationarity in transaction activity on the Warsaw Stock Exchange.....	102
Krzysztof Kowalke: Assessment of the usefulness of Stock Exchange recommendations based on the DCF method on the example of construction companies.....	112
Mieczysław Kowerski: The sample selection models of dividend yield of companies quoted on the Warsaw Stock Exchange.....	123
Dominik Krężolek: The efficient frontier of investment portfolios and the tail index of distribution of returns – an empirical analysis on the WSE	132
Monika Kubik-Kwiatkowska: Value relevance of financial reporting on the Warsaw Stock Exchange.....	141
Agnieszka Majewska: The value of employee stock options – selected problems.....	151
Sebastian Majewski: Measuring of investment sentiment as a method of supporting investment strategies.....	161
Piotr Manikowski: Insurance cycles in Central Europe.....	170
Artur Mikulec: Investment performance evaluation methods in the absence of normality of the rates of return.....	180
Joanna Olbryś: Friction in trading processes and its implications	189
Andrzej Paliński: The game theoretic approach to bank credit repayment....	198
Monika Papież, Stanisław Wanat: The application of autoregressive models and vector autoregressive models in forecasting basic variables on the non-life insurance market	208

Daniel Papla: Example of using multidimensional methods in analyzing the contagion on the financial markets	218
Tomasz Pisula: Application of artificial neural networks for forecasting corporate bankruptcy	234
Agnieszka Przybylska-Mazur: Selected targeting rules and forecasting inflation rate	245
Paweł Siarka: The use of scoring models in commercial banking.....	261
Rafał Siedlecki: The structure of capital in the company life cycle	270
Anna Sroczyńska-Baron: The choice of shares portfolio based on the theory of games.....	280
Michał Stachura, Barbara Wodecka: Asymmetric copulas applications in economic modelling.....	288
Michał Stachura, Barbara Wodecka: Value-at-Risk estimation using ‘ k -th record’ estimator	297
Piotr Staszewicz: Zapis poczwórny jako mechanizm pozwalający na integrację sprawozdawczości finansowej i ostrożnościowej	309
Anna Szymańska: Factors determining a choice of an insurer in case of motor hull insurance	322
Sławomir Śmiech, Wojciech Zysk: Assessments of rating as part of competitiveness of selected economies – verification on the example of Fitch agency	332
Rafał Tuzimek: Effect of dividend payments on the value of shares listed on the Warsaw Stock Exchange	346
Jacek Welc: Impact of mean-reversion of sales growth and profitability on the relative growth of corporate earnings	355
Ryszard Węgrzyn: Application of model free delta to option hedging	366
Stanisław Wieteska: Lightning as an element of risk in non-life insurance in the Polish area of climate.....	380
Alicja Wolny-Dominiak: Zero-inflated claim count modeling in automobile insurance. Case Study	390

Stanisław Wieteska

Uniwersytet Łódzki

WYŁADOWANIA ATMOSFERYCZNE JAKO ELEMENT RYZYKA W UBEZPIECZENIACH MAJĄTKOWO-OSOBOWYCH W POLSKIM OBSZARZE KLIMATYCZNYM

Streszczenie: Jednym z częstych zagrożeń w polskim obszarze klimatycznym są wyładowania atmosferyczne zwane piorunami. Wyładowania atmosferyczne powodują wiele szkód w majątku (np. pożary, przepięcia) oraz wśród ludności cywilnej. Artykuł przedstawia takie zagadnienia, jak: definicja ryzyka piorunu, klasyfikacja, a także rejestracja wyładowań na terenie Polski. Ponadto wskazano obszary zagrożeń i mapy prezentujące gęstość wyładowań. Dla celów kalkulacji stóp składek zaprezentowano sposoby kalkulacji częstości szkód spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne.

Słowa kluczowe: wyładowania atmosferyczne, ubezpieczenia majątkowe, pożary, porażenia piorunem.

1. Postawienie problemu

Jednym z najbardziej częstych zagrożeń przyrodniczych są wyładowania atmosferyczne zwane piorunami. Od wielu lat podejmowane są działania mające na celu ocenę stopnia zagrożenia bezpośredniego wyładowaniami atmosferycznymi.

Corocznie spotykamy się z przypadkami powstawania pożarów, porażen ludzi, a także z pośrednimi skutkami w postaci uszkodzeń urządzeń na skutek przepięć.

Skutki wyładowań atmosferycznych są objęte ochroną ubezpieczeniową. W wielu produktach w ubezpieczeniach majątkowo-osobowych wyszczególnia się wyładowanie atmosferyczne (piorun) jako źródło zagrożenia dla różnego rodzaju obiektów budowlanych [Hanusiak 2008b].

Dla celów kalkulacji stopy składki ubezpieczeniowej koniecznością jest określenie częstości występowania szkód, a także regionalnego ich zróżnicowania.

Celem tego artykułu jest dostarczenie niezbędnych informacji potrzebnych do obliczenia częstości występowania burz z wyładowaniami atmosferycznymi na terytorium Polski. Burza jest gwałtownym zakłóceniem równowagi atmosferycznej, połączonym często z wyładowaniami atmosferycznymi, silnym deszczem i wiatrem

[Bąk 2001, s. 25]. Zjawisko to jest dość dobrze rozpoznawalne. Występowalność burz ma cechy zjawiska losowego.

Przez pojęcie polskiego obszaru klimatycznego rozumiemy specyficzny układ geograficzny i parametrów pogodowych w granicach terytorialnych Polski.

Artykuł napisano na podstawie załączonej literatury przedmiotu. Przeznaczony jest on dla działań aktuarialnych jako pomoc przy kalkulacji stóp składek.

Autor nie pretenduje do roli znawcy fizyki wyładowań atmosferycznych, instalacji odgromowej itp., lecz z racji wielu nieścisłości w ogólnych warunkach ubezpieczeń pragnie, aby artykuł był źródłem edukacji dla zakładów ubezpieczeń w zakresie rozpoznawania i oceny ryzyka i skutków wyładowań atmosferycznych.

2. Definicje wyładowań atmosferycznych

W praktyce ubezpieczeniowej spotykamy różne definicje wyładowań atmosferycznych (piorunów) [Hanusiak 2008a]. Na przykład:

1. Allianz definiuje wyładowania jako: bezpośrednie przejście ładunku elektrycznego z atmosfery do ziemi przez ubezpieczone budynki/lokale, które pozostało na tym przedmiocie ubezpieczenia bezsporne ślady. Ochroną ubezpieczeniową nie są objęte szkody spowodowane przepięciem.

2. Generali definiuje wyładowania jako: bezpośrednie oddziaływanie siły i temperatury pochodzących z wyładowania atmosferycznego (pioruna) na ubezpieczone mienie lub bezpośredni, natychmiastowy skutek takiego wyładowania, z wyłączeniem jego pośrednich skutków, w tym szkód spowodowanych zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej lub przepięciem prądu.

3. PZU definiuje wyładowania jako: gwałtowne wyładowanie elektryczne w atmosferze działające bezpośrednio na ubezpieczony przedmiot, pozostawiające bezsporne ślady tego zdarzenia na ubezpieczonym mieniu.

Z powyższych danych wynika, że definicje są zróżnicowane.

W myśl słownika meteorologicznego przez wyładowanie atmosferyczne zwane piorunem rozumie się wyładowanie elektryczne w atmosferze ziemskiej zachodzące wewnątrz chmury, między chmurami oraz między chmurą a powierzchnią ziemi [Niedźwiedz (red.) 2003, s. 375]. I taką definicją będziemy operowali w dalszej części artykułu.

3. Rodzaje wyładowań atmosferycznych

Słownik meteorologiczny wyróżnia:

- wyładowania liniowe, w których błyskawica przybiera kształt prostoliniowy, np. pionowe z chmury do ziemi,
- wyładowania płaskie na powierzchni lub wewnątrz chmury, niemające liniowego charakteru i składające się ze świecących cichych wyładowań,

- wyładowania rozwidlone o charakterze liniowym w postaci licznych, silnie rozgałęzionych błyskawic wychodzących z głównego kanału wyładowania,
- wyładowania wstęgowe składające się z kilku następujących po sobie wyładowań biegnących równolegle (często są przyczyną pożarów),
- wyładowanie ciche, tzw. ognie świętego Elma,
- wyładowania perelkowe w postaci błyskawicy widocznej jako szereg jasnych odcinków lub punktów przypominających sznur pereł.

Część autorów zwraca najczęściej uwagę na:

- poziome wyładowania, np. między różnymi punktami chmury burzowej,
- faliste łączące różne punkty w przestrzeni,
- doziemne wyładowania atmosferyczne skierowane ku dowolnym punktom na ziemi – są to najbardziej niebezpieczne wyładowania dla obiektów naziemnych i mają największą energię w zakresie niskich częstotliwości. Wyładowania doziemne mogą być wstępne i odległe,
- wyładowania boczne [Flisowski, Strużewski 1980, s. 2-6].

Spotykamy także pioruny kuliste. Przez piorun kulisty rozumie się postać pioruna w postaci kuli ognistej o średnicy 10-20 cm przemieszczającej się nieregularnie przy powierzchni gruntu, a następnie wybuchającej [Gierlotka 2009, s. 26-28]. Miejsce uderzenia pioruna uzależnione jest od wielu czynników.

4. Rejestracja wyładowań atmosferycznych

Aby obliczyć częstość szkód spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne, konieczna jest rejestracja takich przypadków.

Rejestracja wyładowań atmosferycznych od strony fizyki tego zjawiska jest prowadzona już od pierwszej połowy XX wieku w bardzo wielu krajach.

W Polsce intensywne prace nad rejestracją wyładowań atmosferycznych za pomocą techniki detekcji prowadzone były już w latach 1970-1980. W latach 1990-2000 prace zintensyfikowano w kierunku ogólnoświatowej rejestracji piorunów [Łoboda 2003].

Do 2000 r. w Polsce nie posiadaliśmy systemu, który by umożliwił ilościową i jakościową analizę zjawiska wyładowań atmosferycznych. Nic więc dziwnego, że wiele burz nie było wykrywanych przez naziemny system nawigacyjny. Brak było badań nad lokalizacją wyładowań atmosferycznych oraz identyfikacją.

W 2000 r. powstał europejski program European Cooperation for Lightning Detection (EUCLID), wykorzystywany także na obszarze Polski.

Współczesne systemy automatycznej rejestracji wyładowań atmosferycznych dostarczają danych na bieżąco. Współczesne metody lokalizacji wyładowań atmosferycznych za pomocą anten rejestrują wiele parametrów technicznych, m.in. kierunek pola magnetycznego, falę akustyczną, kierunek światła, amplitudę pola elektrycznego [Chrzan 2004, s. 36-39, zob. także Cieszyński 2003 s. 15]. Systemy lokalizacji piorunów stosowane w różnych państwach są wykorzystywane dla celów

lotnictwa cywilnego i wojskowego, służb meteorologicznych, zarządów lasów. Ponadto systemy lokalizacji są także potrzebne dla celów:

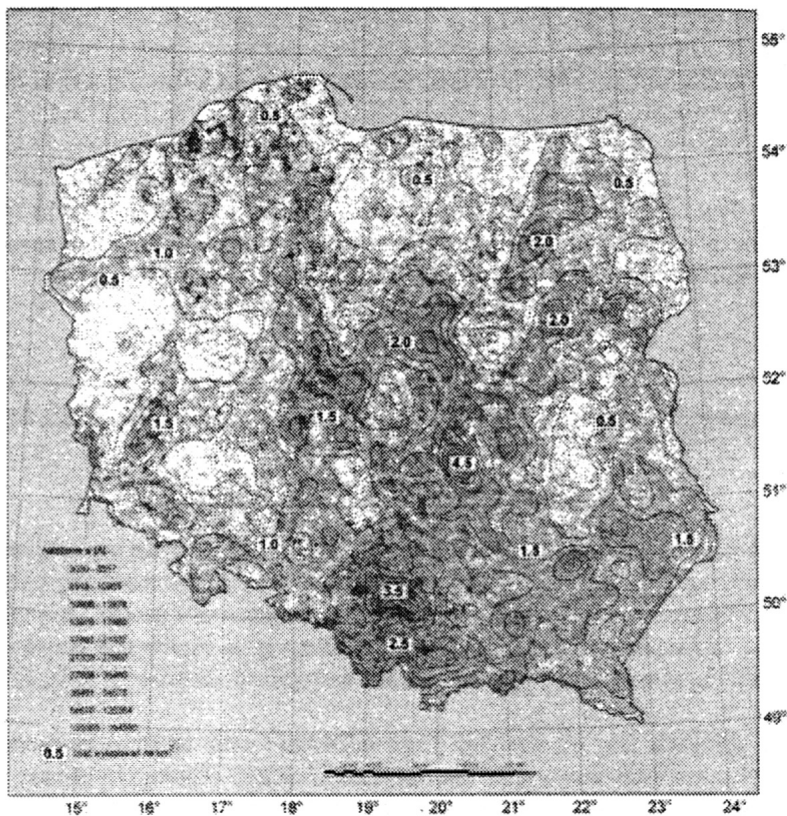
- wczesnego ostrzegania meteorologicznego,
- prac budowlanych (np. żurawie budowlane) [Dursza 2008, s. 44-46],
- konstrukcji różnego rodzaju wyłączników różnicowych.

Powinny być one dostępne także dla zakładów ubezpieczeń.

Wieloletnia obserwacja statystyczna lokalizacji wyładowań atmosferycznych pozwala podjąć decyzję w zakresie środków zabezpieczających. Jest to szczególnie ważne dla utrzymania ciągłej dostawy np. energii elektrycznej, ponieważ sieci elektryczne napowietrzne są szczególnie narażone na liczne uszkodzenia.

Dla celów ubezpieczeniowych dane z systemu automatycznej rejestracji piorunów są potrzebne dla rejestracji uszkodzeń, napraw, szkód spowodowanych burzami.

Na terenie Polski ulokowano kilkadziesiąt anten zapewniających bardzo wysoką efektywność rejestracji doziemnych wyładowań atmosferycznych.



Rys. 1. Gęstość wyładowań i prąd maksymalny wyładowań – rok 2002

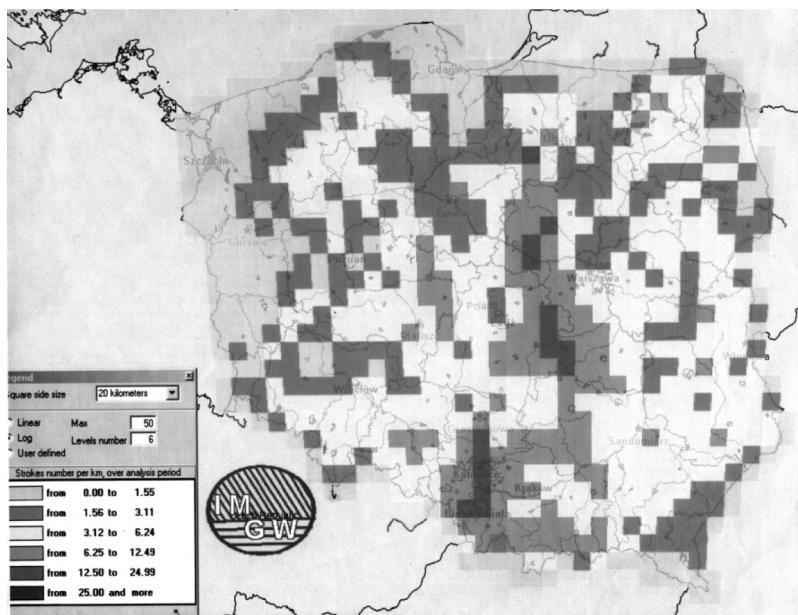
Źródło: [Wyładowania atmosferyczne... 2004; Bogdanowicz i in. 2005].

Współczesne badania nad lokalizacją piorunów, np. w eksploatacji sieci energetycznych, idą w kierunku wykorzystania coraz lepszej i skuteczniejszej aparatury elektronicznej [Chrzan 2004].

Podstawowym źródłem informacji o wyładowaniach atmosferycznych są wyniki rejestracji tych zjawisk w obiektach podczas naturalnych lub prowokowanych wyładowań piorunowych w te obiektywy.

Wyniki tych badań posłużyły do opracowania mapy gęstości wyładowań atmosferycznych doziemnych [Dzewit, Gajda i in. 2009, s. 323-326] (rys. 1 i 2). Mapy te nazywają się mapami izokeraunicznymi.

Mapa taka jest potrzebna nie tylko dla celów określenia liczby wyładowań na 1 km² na rok w danym obszarze, ale także powinna być wykorzystywana dla celów ubezpieczeniowych, tj. do kalkulacji stóp składek ubezpieczeń majątkowych. Wykorzystuje je lotnictwo, telekomunikacja, meteorologia, energetyka.



Rys. 2. Gęstość wyładowań atmosferycznych w roku 2002

Źródło: [Bogdanowicz i in. 2005, s. 381; Łoboda 2009, s. 260].

Nie bez znaczenia są badania nad wymuszonym przepływem prądów udarowych w instalacjach piorunochronnych lub przewodzących elementach konstrukcji obiektów¹. Prowadzone są prace nad automatyczną detekcją i lokalizacją wyładowań atmosferycznych, które mają na celu określenie m.in.: czasu i miejsca wyłado-

¹ Więcej na ten temat opisał A. Sowa [2005, s. 22-28].

wania atmosferycznego we współrzędnych geograficznych, liczby udarów, amplitudy i biegunowości prądu udarowego [Łoboda 2003, s. 16-22; 2009b, s. 256-260]. Badania te to duży postęp jakościowy w porównaniu z mapami izokeraunicznymi informującymi o gęstości wyładowań atmosferycznych za pomocą rocznej liczby dni burzowych.

5. Częstość wyładowań atmosferycznych

Państwowa Straż Pożarna w Polsce prowadzi rejestrację interwencji w związku ze skutkami wyładowań atmosferycznych. Rocznią liczbę interwencji przedstawia tab. 1.

Tabela 1. Wyładowania atmosferyczne w Polsce według PSP w latach 2001-2007

Lp.	Województwa	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Średnia	Liczba zdarzeń na 1 tys. km ²
1	dolnośląskie	25	17	10	6	17	13	37	18	1
2	kujawsko-pomorskie	15	11	9	5	22	12	8	12	1
3	lubelskie	11	8	8	4	19	16	17	12	2
4	lubuskie	2	4	7	11	11	3	7	6	2
5	łódzkie	16	7	10	8	8	15	30	13	1
6	małopolskie	35	30	25	20	12	20	46	27	2
7	mazowieckie	23	13	4	26	13	26	21	18	1
8	opolskie	7	5	13	6	4	2	10	7	1
9	podkarpackie	18	16	15	17	11	14	18	16	1
10	podlaskie	5	8	4	3	4	11	5	6	1
11	pomorskie	12	13	11	10	9	32	19	15	1
12	śląskie	26	41	30	18	26	22	27	27	2
13	świętokrzyskie	24	6	3	1	6	13	8	9	1
14	warmińsko-mazurskie	17	11	7	10	8	25	20	14	1
15	wielkopolskie	16	27	6	19	20	17	47	22	1
16	zachodniopomorskie	10	10	6	8	14	7	12	10	1
	ogółem w Polsce	262	227	168	172	204	248	332	230	1

Źródło: [Biuletyn Informacyjny Państwowej Straży Pożarnej z lat 2001-2007].

Dane zawarte w tab. 1 pokazują regionalne zróżnicowanie liczby interwencji jednostek PSP w celu likwidacji skutków wyładowań atmosferycznych. W skali roku jednostki PSP interwenują 1-2 razy na 1 tys. km² powierzchni kraju. Warto te wielkości brać pod uwagę przy kalkulacji stopy składki ubezpieczeniowej.

Polska norma PN-86/E-05003/01 wprowadza pojęcie wskaźnika zagrożeniem piorunem. Jeśli:

$W \leq 5 \times 10^{-5}$ – obiekty o małym zagrożeniu,

$5 \times 10^{-5} < W \leq 10^{-4}$ – obiekty o średnim zagrożeniu,

$W > 10^{-4}$ – obiekty o dużym zagrożeniu.

Dla celów ochrony odgromowej obiektów budowlanych wprowadzono nowe normy [Sowa 2009, s. 18]. Mają one na celu ochronę obiektów budowlanych wyposażonych w systemy elektroniczne.

Dla celów np. ochrony stacji nadawczo-odbiorczej zlokalizowanej na dachu obiektu budowlanego określono średnioroczną częstość wyładowań atmosferycznych (N_d) za pomocą wzoru [Sowa 2003b, s. 69]:

$$N_d = \frac{\text{gęstość doziemnych wyładowań atmosferycznych } (N_g)}{\text{powierzchnia zbierania wyładowań } (A_c)}$$

Podjęmowane są także próby elektronicznego szacowania ryzyka szkód piorunochronowych, np. za pomocą programu komputerowego Risk Assessment Calculator (por. m.in. tab. 2).

Tabela 2. Ryzyko wyładowań atmosferycznych

Lp.	Rodzaj straty	Ryzyko tolerowane według PN-EN 62305-2 w [rok] ⁻¹	Ryzyko tolerowane według ITU-T Rec. K.39 na [rok] ⁻¹	Ryzyko dla domu jednorodzinnego
1	Strata życia ludzkiego lub trwałe kalectwo	10^{-5}	–	$2,9 \cdot 10^{-6}$
2	Strata dziedzictwa kulturowego	10^{-3}		
3	Strata usługi publicznej	10^{-3}	10^{-4}	
4	Straty materialne	–	10^{-3}	$3,44 \cdot 10^{-4}$

Źródło: [Markowska 2009, s. 71-74].

Dla potrzeb ubezpieczeniowych koniecznością jest ocena ryzyka szkód spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi.

Problematyka jest bardzo trudna, gdyż ryzyko to uzależnione jest od wielu czynników. Próbę obliczenia takiego ryzyka spotykamy w pracy M. Łobody i M. Szewczyka [2001]. Ryzyko szkód piorunowych określono wzorem postaci:

$$R = N \cdot p \cdot \delta,$$

gdzie: N – średnia liczba wyładowań piorunowych na obiekt w czasie jednego roku,

- p – prawdopodobieństwo szkody wywołanej w obiekcie przez jedno wyładowanie,
 δ – współczynnik pozwalający oszacować rozmiary skutków powstałej szkody.

6. Zagrożenia spowodowane przez wyładowania atmosferyczne

Zjawisko burzy stanowi gwałtowne zakłócenie równowagi atmosferycznej, połączone z wiatrem i opadami atmosferycznymi. Jest ono powodem licznych wypadków porażenia prądem: ludzi, zwierząt, drzewostanu (por. m.in. [Flisowski, Strużewski 1979, s. 17-21]).

Intensywność burzowa w Polsce jest na poziomie 20-25 dni burzowych w roku, roczna liczba uderzeń pioruna na 1 km² powierzchni wynosi 1,8-2,5 uderzenia [Szmycz, Demczuk 2000, s. 21].

Inne badania podają, że w Polsce w zależności od regionu zdarza się 14-36 dni z piorunami [Rowicki 2006, s. 16-17]. Na 1 km² w czasie burzy średnio trafiają 2 pioruny, a średnia długość trwania burzy to 2,5 godz.

W polskich stacjach meteorologicznych aktywność burzową określa się jako stwierdzenie „wystąpienie burzy”. Średnia odległość między stacjami meteorologicznymi w Polsce wynosi ok. 70 km, natomiast średni rozmiar pojedynczej chmury burzowej szacowany jest na kilka kilometrów kwadratowych.

Miejsce uderzenia pioruna zależy od wielu czynników, do których zaliczyć możemy m.in. [Bąk 2001, s. 25-28]:

- orograficzne, tj. związane z kierunkiem położenia pasm górskich;
- pochyłość i wyniosłość terenu;
- wilgotność powietrza;
- czynniki geologiczne i hydrologiczne;
- wysokość obiektów, drzew, masztów, anten itp.,
- położenie stacji bazowych, telefonii komórkowej.

Uderzenie pioruna powoduje liczne przepięcia, w wyniku czego może być uszkodzona wszelka instalacja elektroniczna i elektryczna.

Nowym obszarem zagrożenia spowodowanego przez wyładowania atmosferyczne są elektrownie wiatrowe. W Polsce w 2008 r. zainstalowana moc elektrowni wiatrowych wynosiła 543,85 MW, produkcja energii elektrycznej zaś wyniosła 826,8 GMh².

W Polsce nie mamy zarejestrowanych uszkodzeń przez wyładowania atmosferyczne. Jednak w Niemczech, Danii i Hiszpanii obserwacje wykazały [Sowa, Wincencik 2008, s. 179-180]:

- 4-8 uszkodzeń na 100 elektrowni spowodowanych przez pioruny,
- ok. 14 uszkodzeń na 100 elektrowni w przypadku terenów górzystych i podgórskich.

² Statystyka elektroenergetyki 2008, tab. 3. 38(59) i 3.40 (61), s. 107.

Najczęściej uszkodzenia dotyczą: 7-10% łopat wirników, 48-51% systemu sterowania oraz 20-23% systemu elektroenergetycznego.

Wyładowania atmosferyczne stanowią zagrożenia także dla istniejącej sieci elektrycznej na kolei. Układy zasilania urządzeń sterowania ruchem kolejowym są narażone na występowanie zakłóceń wywołanych bezpośrednimi wyładowaniami atmosferycznymi. Zakłócenia takie mogą wystąpić nawet w znacznych odległościach od miejsca wyładowania atmosferycznego.

Wyładowania atmosferyczne stanowią zagrożenie także podczas akcji ratowniczych [Sawicki 2004].

Wyładowania atmosferyczne powodują porażenia ludzi. Brakuje oficjalnych publicznych statystyk w tym zakresie. Pomimo to znajdujemy wycinkowe badania w tym zakresie [Łoboda 2009b] (tab. 3).

Tabela 3. Liczba porażen ludzi przez pioruny w Polsce w latach 2001-2006

Rok	Porażenia śmiertelne według GUS	Porażenia śmiertelne według GW	Ofiary, które przeżyły, według GW	Liczba zabitych	
				mężczyźni	kobiety
2001	17	11	17	13	4
2002	12	0	5	11	1
2003	10	5	4	9	1
2004	11	3	23	6	5
2005	7	4	8	5	2
2006	3	2	4	1	2

Uwaga: GW – „Gazeta Wyborcza”.

Średnia liczba ulegających porażeniu przez pioruny to 0,8 osoby na 1 mln mieszkańców.

Źródło: GUS i „Gazeta Wyborcza”

Z przeprowadzonych badań i szacunków [Łoboda 2009b, s. 54-57, por. także Sabała-Krzystowski, Gula i in. 2008, s. 5-10] wynika, że średniorocznie w Polsce w latach 2001-2006 liczba:

- porażen śmiertelnych wyniosła ok. 10,
- ofiar, które przeżyły porażenia, oszacowano na 20-30 osób.

Zagrożenie piorunowe dla wszystkich mieszkańców Polski wynosi ok. $1,3 \cdot 10^{-6}$. Do ok. 38% porażen dochodzi pod obiektami wysokimi, ok. 49% – w terenie otwartym. Około 70% porażen dotyczy mężczyzn. Do najczęstszych porażen dochodzi w miesiącach czerwiec-lipiec.

Straty spowodowane przez przepięcia wywołane wyładowaniami atmosferycznymi to uszkodzenie:

- komputerów, a tym samym utrata baz danych,
- bezpiecznych urządzeń do składania podpisu elektronicznego,

- elektroniki w gazowych piecach do centralnego ogrzewania,
- układów paliwowych w samolotach (zapalanie się) [*Zabezpieczenie...*, s. 16-17],
- wszelkiego rodzaju instalacji sterującej,
- silników lotniczych [Kardynowicz 1986, s. 11-12],
- transformatorów, co powoduje przerwy w dostawach prądu [Kornatka 2009, s. 44-46],
- drzew [Bednarz 2004, s. 31-35].

Na szczególną uwagę zasługują pożary spowodowane przez wyładowania atmosferyczne. Liczbę interwencji jednostek Państwowej Straży Pożarnej (PSP) przedstawia tab. 4.

Tabela 4. Pożary spowodowane przez doziemne wyładowania atmosferyczne w Polsce w latach 2001-2007

Lp.	Województwa	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Średnia	Pożary/ tys. km ²
1	dolnośląskie	38	34	42	30	28	13	66	36	2
2	kujawsko-pomorskie	45	48	32	20	30	12	29	31	2
3	lubelskie	107	66	46	60	83	16	104	69	3
4	lubuskie	17	18	36	13	34	3	43	23	2
5	łódzkie	78	85	63	29	73	66	95	70	4
6	małopolskie	64	83	78	55	43	20	60	58	4
7	mazowieckie	168	126	82	93	117	26	123	105	3
8	opolskie	19	13	36	14	9	2	44	20	3
9	podkarpackie	70	53	59	38	30	14	51	45	3
10	podlaskie	56	46	24	28	36	11	27	33	2
11	pomorskie	25	18	23	14	22	32	32	24	2
12	śląskie	35	71	39	20	43	22	68	43	4
13	świętokrzyskie	67	63	61	31	49	13	45	47	4
14	warmińsko-mazurskie	37	26	20	27	19	25	36	27	1
15	wielkopolskie	60	90	63	59	70	17	91	64	2
16	zachodniopomorskie	14	25	20	15	18	7	23	17	1
	ogółem w Polsce	900	865	724	546	704	299	937	711	42

Źródło: [Biuletyn Informacyjny Państwowej Straży Pożarnej z lat 2001-2008].

Z danych zawartych w tab. 4 wynika, że najwięcej pożarów spowodowanych przez wyładowania, w których uczestniczyła PSP, wystąpiło w latach 2001, 2002, 2007. Najwięcej pożarów zanotowano w województwach: łódzkim, lubelskim, śląskim, wielkopolskim. Średnia liczba pożarów jest zróżnicowana i wynosi 1-4 rocznie na 1 tys. km² w poszczególnych województwach.

W Polsce Państwowy Zakład Ubezpieczeń prowadził rejestrację pożarów w budownictwie rolniczym spowodowanych przez pioruny (tab. 5).

Tabela 5. Intensywność szkód spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne w Polsce w latach 1956-1970

Okres	Średnia liczba pożarów z wyładowania atmosferycznego	Częstość pożarów piorunowych w %
1956-1960	2312	0,277
1961-1965	2219	0,245
1966-1970	1898	0,192

Źródło: [Brzostek1976].

Na skutek zmian struktury budynków pod względem palności, a także akcji prewencyjnej prowadzonej przez PZU częstość szkód spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne systematycznie malała.

7. Kierunki badań nad ograniczeniem skutków ryzyka wyładowań atmosferycznych w Polsce

Prace nad instalacją odgromową trwają już od bardzo wielu lat [Orłowski 2009, s. 54-55]. Są to głównie działania prewencyjne.

Coraz więcej obiektów budowlanych wyposażonych jest w urządzenia wrażliwe na zakłócenia elektromagnetyczne. Dąży się więc do bezawaryjności pracy sprzętu, zapobiegania pożarom. To powoduje z kolei szybki rozwój badań w zakresie ochrony zewnętrznej i wewnętrznej obiektów wyposażonych w różnego rodzaju urządzenia [Chrzan 2003, s. 52-56; Pytowski 2001, s. 16-17; Łabuński 2001, s. 13].

Badania nad instalacją piorunochronną idą w kierunku:

1° konstrukcji piorunochronów aktywnych, do których zalicza się pioruny radioaktywne oraz piorunochrony z wczesną emisją strimera [Kuca 2003, s. 28-32];

2° tworzenia klatkowych urządzeń piorunochronnych przy bezpośrednich i pobliskich wyładowaniach piorunowych [Flisowski 2003, s. 6-14];

3° ochrony przed przepięciami por. [Sowa 2003, s. 27-32; Ludwików 2003, s. 23 -26; Gierlotka 2009, s. 27-28]),

4° dążenia do rozchodzenia się zakłóceń w liniach przewodzących wywołanych przez wyładowania atmosferyczne [Kotlan 2009, s. 25-27],

5° symulacji bezpiecznego odprowadzenie prądu piorunowego,

6° symulacji zjawiska wyładowań atmosferycznych do sieci elektrycznych na kolei [Wróbel, Ziemia 2008, s. 50-53].

Zasady ochrony odgromowej obiektów budowlanych określają Polskie Normy³.

³ PN-86/E-05003/01; wymagania ogólne: PN-86/E-05003/02 – ochrona podstawowa PN-89/E-05003/03 – ochrona obostrzona PN-92/E-05003/04 – ochrona specjalna. Norma ostatnia określa wymagania dotyczące zasad stosowania ochrony odgromowej obiektów budowlanych oraz urządzeń stosowanych do tej ochrony.

Takie wielokierunkowe badania pozwalają na stopniowe ograniczanie skutków wyładowań atmosferycznych dla mienia i ludności.

8. Zakończenie i wnioski

Wyładowania atmosferyczne stanowią jeden z ewenementów przyrodniczych. Badania nad tym zjawiskiem i jego skutkami prowadzone są od wielu lat. Dla celów ubezpieczeniowych i kalkulacji stóp składek z rozważań wynikają następujące wnioski:

- zjawiska wyładowań atmosferycznych występują z różnym natężeniem na terenie kraju,
- średnio 1-2 tys./km² wyładowań są wyładowaniami doziemnymi,
- bezpośrednimi skutkami wyładowań atmosferycznych są: pożary, uszkodzenia instalacji elektrycznej, elektronicznej, znajdującej się w różnych obiektach,
- w dalszym ciągu trwają prace nad rejestracją i lokalizacją wyładowań atmosferycznych,
- obserwujemy coraz większy postęp w zapobieganiu skutkom wyładowań atmosferycznych.

Praca nie wyczerpała problematyki, lecz ją jedynie zasygnalizowała. Konieczne są dalsze badania nad szkodowością finansową skutków wyładowań atmosferycznych.

Z punktu widzenia ubezpieczenia badania te traktujemy jako działalność prewencyjną mającą w rezultacie zmniejszyć częstość szkód, a także wysokość wypłacanych odszkodowań spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne.

Literatura

- Bąk E., *Piorunochrony – ochrona odprawa*, cz. I, „Praca, Zdrowie, Bezpieczeństwo” 2001, nr 2.
- Bednarz B., *Oddziaływanie wyładowań atmosferycznych na drzewa*, „Sylwan” 2004, nr 7.
- Biuletyny Informacyjne Państwowej Straży Pożarnej z lat 2001-2008.
- Boczkowski A., *Bezpieczeństwo użytkowania instalacji elektrycznych niskiego napięcia*, „Ochrona Mienia” 2000, nr 11-12.
- Bogdanowicz E. i in. (red.), *Ekstremalne zjawiska hydrologiczno-meteorologiczne*, [w:] A. Maciużek, B. Bartosik, *Wykorzystanie systemu detekcji wyładowań atmosferycznych do charakterystyki ekstremalnych zjawisk meteorologicznych*, IMGW, Warszawa 2005.
- Brzostek M., *Masowa akcja piorunochronna PZU w latach 1956-1972*, „Wiadomości Ubezpieczeniowe” 1976, nr 3.
- Chrzan K.L., *Piorunochrony radioaktywne z wczesną emisją strimera*, „Elektroinstalator” 2003, nr 3.
- Chrzan K.L., *Wykorzystanie systemów lokalizacji piorunów w eksploatacji sieci elektroenergetycznych*, „Wiadomości Elektrotechniczne” 2004, nr 11.
- Cieszyński R., *Nowoczesny system lokalizacji i wykrywania burz*, „Nowator” 2003, nr 10.
- Dursza A., *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych*, „Normalizacja” 2008, nr 8.
- Dzewit Z., Gajda W. i in., *Porównanie wyników pomiarów tradycyjnych i instrumentalnych w wykrywaniu i lokalizacji wyładowań atmosferycznych*, „Gospodarka Wodna” 2009, nr 8.

- Flisowski Z., *Aktualne zagadnienia i tendencje rozwojowe ochrony ogromnej obiektów budowlanych*, „Elektroinstalator” 2003, nr 3.
- Flisowski Z., Strużewski P., *Analizy ilościowe bocznych wylądowań piorunowych w obiekty*, „Biuletyn Informacji Technicznej (KGSP)” 1980, nr 1.
- Flisowski Z., Strużewski P., *Ocena częstości uderzeń piorunów w obiekty dla warunków Polski*, „Biuletyn Informacji Technicznej” 1979, nr 1.
- Gierlotka S., *Pioruny kuliste i inne wylądowania elektryczne w przyrodzie*, „Wiadomości Elektrotechniczne” 2009, nr 7.
- Hanusiak J., *Deszcz nawalny, pioruny i grad*, „Gazeta Ubezpieczeniowa”, 27 maja 2008a.
- Hanusiak J., *Przebiegi w gospodarstwie domowym*, „Gazeta Ubezpieczeniowa”, 24 czerwca 2008b.
- Kardynowicz A., *Zabezpieczenie układów paliwowych samolotów od zapalenia się par paliwa wskutek wylądowań elektrycznych w atmosferze*, „Technika Lotnicza i Astronautyczna” 11/12/1986.
- Kornatka M., *Awaryjność transformatorów SN/urz.*, „Elektroinfo” 2009, nr 7-8.
- Kotlan V., *Zdeňská Benesova Surge phemomeria on transmission lines*, „Przegląd Elektroniczny” 2009, nr 4.
- Kuca B., *Klatkowe urządzenia piorunochronne jako układy ekranizujące przy bezpośrednich pobliskich wylądowaniach atmosferycznych*, „Elektroinstalator” 2003, nr 3.
- Ludwików M., *Algorytm tworzenia ochrony przed przepięciami obwodów zasilania*, „Elektroinstalator” 2003, nr 3.
- Łabuński M., *Osprzęt w urządzeniach piorunochronowych*, „Ochrona Mienia” 2001, nr 7-8.
- Loboda M., *Detekcja wylądowań atmosferycznych na obszarze Polski*, „Przegląd Elektrotechniczny” 2009a, nr 9.
- Loboda M., *Lokalizacja i rejestracja wylądowań atmosferycznych na obszarze Polski*, „Elektronika” 2003, nr 3.
- Loboda M., *Porażenia piorunem ludzi w Polsce w latach 2001-2006*, „Elektroinfo” 2009b, nr 5.
- Loboda M., Szewczyk M., *Calrisk program do obliczeń ryzyka szkód piorunowych w obiektach budowlanych*, „Elektroinstalator” 2001, nr 9.
- Markowska R., *Analiza ryzyka szkód piorunowych*, „Elektroinfo” 2009, nr 11.
- Niedźwiedz T. (red.), *Słownik meteorologiczny*, IMGW, Warszawa 2003.
- Orłowski B., *Narodziny piorunochronu*, „Inżynieria Budowlana” 2009, nr 7-8.
- Pytowski J., *Urządzenia elektroniczne pod ochroną*, „Ochrona Mienia” 2001, nr 7-8.
- Rowicki T., *Wylądowania atmosferyczne jako przyczyna pożaru*, „Przyjacieł przy Pracy 2006, nr 5.
- Sabała-Krzystowski S., Gula P. i in., *Porażenia piorunem w Tatrach Polskich*, „Medycyna Intensywna i Ratunkowa 2008, nr 1.
- Sawicki T., *Wylądowania atmosferyczne podczas akcji gaśniczej*, „W Akcji” 2004, nr 5.
- Sowa A., *Badania zagrożeń występujących podczas bezpośrednich wylądowań piorunowych w obiekty budowlane*, „Wiadomości Elektroniczne” 2005, nr 10.
- Sowa A., *Nowe normy dotyczące ochrony ogromnej obiektów budowlanych*, „Elektroinfo” 2009, nr 4.
- Sowa A., *Ochrona ogromna stacji nadawczo-odbiorczych na deskach obiektów budowlanych*, „Elektroinstalator” 2003b, nr 7-8.
- Sowa A., *Ochrona przed przepięciami w niewielkich obiektach budowlanych*, „Elektroinstalator” 2003c, nr 4.
- Sowa A., *Rozpływ prądów piorunowych w instalacjach przewodzących doprowadzanych do obiektów budowlanych*, „Elektroinstalator” 2003a, nr 2.
- Sowa A., Wiater J., *Zagrożenie piorunowe wywołane przez różnice potencjałów w obiektach budowlanych*, „Elektroinfo” 2003, nr 3.
- Sowa A., Wincencik K., *Ochrona przed zagrożeniami stwarzanymi przez prądy udarowe podczas bezpośrednich wylądowań piorunowych w elektrowniach wiatrowych*, „Energetyka”, marzec 2008.

- Szmycz E., Demczuk A., *Jak ujarzmić pioruny*, „Przegląd Pożarniczy” 2000, nr 11.
- Wróbel Z., Ziemba R., *Modelowanie elementów urządzeń sterowania ruchem kolejowym, powodowanych przepięciami atmosferycznymi*, „Technika Transportu Szynowego” 2008, nr 4.
- Wyladowania atmosferyczne – monitoring i ocena zagrożenia obiektów*, XIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Eksploatacja infrastruktury w sytuacjach kryzysowych, Warszawa-Rynia, 18-20 października 2004 r.
- Zabezpieczenie układów paliwowych samolotów od zapalenia się par paliwa wskutek wyladowań elektrycznych w atmosferze*, „Technika Lotnicza i Astronautyka”, nr 4/897.

LIGHTNING AS AN ELEMENT OF RISK IN NON-LIFE INSURANCE IN THE POLISH AREA OF CLIMATE

Summary: One of the common hazards in the Polish area of climate are thunders. Lightning causes much damage to property (such as fires, surges) and civilians. This article presents the following issues: definitions of the risk of lightning, the classification and registration of the discharge on Polish territory. Moreover the areas of occurring the hazard and maps showing the density of the discharge are showed. For the purpose of calculation of insurance premiums, the methods of calculating the frequency of losses caused by lightning are presented.

Keywords: lighting, non life insurance, conflagrations, electric shock.