

# **EKSTREMALNE ZJAWISKA HYDRO-METEOROLOGICZNE W EUROPIE W LATACH 1994-2004**

**Emilia BARTKIEWICZ, Jacek LEŚNY, Radosław JUSZCZAK**

Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Agrometeorologii

*Słowa kluczowe: ekstremalne zjawiska hydro-meteorologiczne, zmiany klimatu*

## **Streszczenie**

Prognozowane zmiany klimatu mogą przyczynić się w krajach europejskich do zwiększenia liczby katastrof, będących konsekwencją zwiększenia częstości występowania ekstremalnych zjawisk meteorologicznych. Celem niniejszego artykułu jest zwrócenie uwagi na zagrożenia i skutki socjo-ekonomiczne tych zjawisk. Przeanalizowano informacje zawarte w bazie danych EM-DAT, dotyczące katastrof naturalnych w latach 1994-2004. Na tej podstawie stwierdzono zwiększenie częstości występowania katastrofalnych w skutkach zdarzeń, będących konsekwencją ekstremalnych zjawisk meteorologicznych w analizowanym jedenastoletnim okresie. Najczęściej występującym zdarzeniem, powodującym największe straty materialne i ofiary w ludziach, są powodzie, szczególnie często zdarzające się we Francji. Najliczniejsze ofiary w ludziach w Europie są następstwem przede wszystkim ekstremalnych wartości temperatury i powodzi. Ze względu na prognozowane zwiększenie prawdopodobieństwa występowania ekstremalnych zjawisk meteorologicznych na naszym kontynencie należy się spodziewać, że coraz większa liczba jego mieszkańców będzie narażona na znalezienie się w zasięgu tego typu zjawisk.

## **WSTĘP**

Europa jest bardzo zróżnicowanym kontynentem zarówno pod względem klimatycznym, jak i geomorfologicznym. Na warunki meteorologiczne na jej obszarze mają wpływ różne strefy klimatyczne – na wschodzie obserwujemy dominujący wpływ kontynentalnych mas powietrza, na zachodzie natomiast – wilgotnych

---

Adres do korespondencji: dr inż. R. Juszcak, Akademia Rolnicza, Katedra Agrometeorologii, ul. Piątkowska 94b, 61-691 Poznań, tel. +48 (61) 846-65-52, e-mail: radjusz@wp.pl

i ciepłych mas powietrza atlantyckiego. W konsekwencji tak znacznego przestrzennego zróżnicowania warunków klimatycznych na naszym kontynencie występują z dużą częstością różne ekstremalne zjawiska hydro-meteorologiczne, których charakter i przebieg zależy przede wszystkim od specyfiki lokalnych warunków geomorfologicznych i hydro-meteorologicznych. Rozbudowana sieć hydrologiczna zachodniej i środkowej Europy sprawia, że obszar ten jest szczególnie narażony na katastrofalne w skutkach powodzie. W południowej i wschodniej części naszego kontynentu często występują uciążliwe susze i pożary lasów (szczególnie w regionie śródziemnomorskim). Z kolei zachodnia część Europy wraz z Wyspami Brytyjskimi jest szczególnie narażona na burze i wichury. Na górzystych obszarach kontynentu (Alpy, Pireneje i Karpaty) stosunkowo często zdarzają się natomiast lawiny. Trudno, co prawda, uznać je za zjawiska typowo meteorologiczne, jednak powstają w wyniku zaistnienia sprzyjającego ciągu zdarzeń meteorologicznych. Obszary środkowej i wschodniej części basenu Morza Śródziemnego znajdują się w strefie aktywnej sejsmicznie, w związku z czym występują tam trzęsienia ziemi oraz wybuchy wulkanów [Mapping ..., 2003].

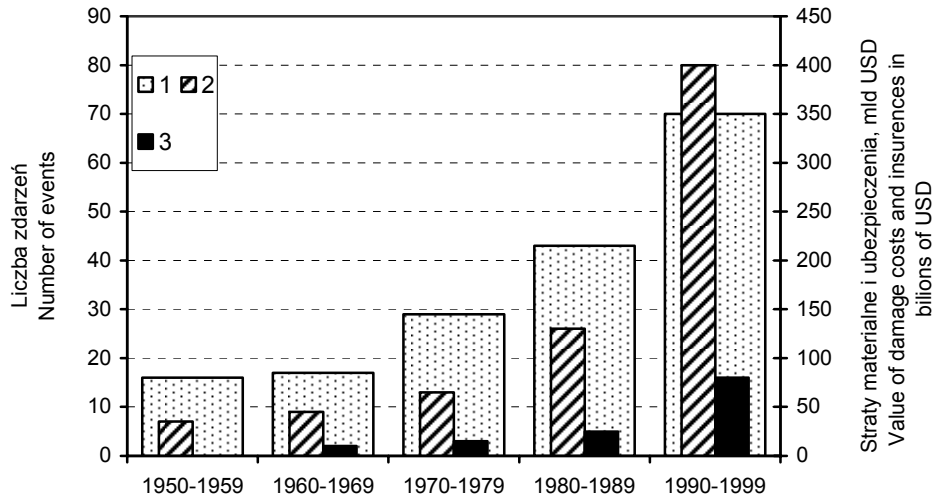
Prognozowane zwiększenie się liczby i częstości wymienionych wyżej katastrofalnych w skutkach zdarzeń, będących konsekwencją ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, oraz zwiększająca się ruchliwość mieszkańców Europy (turystyczna i zarobkowa) powodują, że obecnie dla każdego Europejczyka istotnie zwiększa się prawdopodobieństwo znalezienia się na obszarze objętym katastrofą i odniesienia szkód w jej wyniku [LECKEBUSCH, ULBRICH, 2004]. Z uwagi na wzrost zagrożenia związany z ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi rozważania naukowe i dyskusje w mediach, poświęcone powyższym zagadnieniom, powinny zmierzać do poszerzenia wiedzy o zagrożeniach powodowanych katastrofami naturalnymi, prawdopodobieństwie ich wystąpienia i skutkach. W konsekwencji będzie to sprzyjać wypracowaniu metod skutecznego minimalizowania ofiar w ludziach i strat gospodarczych wywołanych tymi zdarzeniami.

Zamiarem autorów artykułu jest zwrócenie uwagi na zwiększającą się w ostatnich latach częstość występowania katastrof, wywołanych ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi, oraz na ich skutki socjoekonomiczne.

## **EKSTREMALNE ZJAWISKA METEOROLOGICZNE A ZMIANY KLIMATU**

Wiedza i świadomość opinii publicznej, dotycząca ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, mechanizmów ich powstawania oraz ich skutków, w ostatnich latach jest coraz większa, przede wszystkim dzięki skierowaniu większej uwagi mediów na te zagadnienia [BENISTON, STEPHENSON, 2004]. Następstwem katastrof wywołanych ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi są nie tylko straty gospodarcze, szacowane w milionach euro, ale również, co gorsza, ofiary w ludziach.

Z raportów największych międzynarodowych firm ubezpieczeniowych wynika, że liczba katastrof naturalnych spowodowanych ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi oraz liczba ofiar, które poniosły śmierć w ich wyniku, w ciągu ostatnich 25 lat systematycznie rosła (rys. 1)



Rys. 1. Liczba katastrof wywołanych ekstremalnymi zjawiskami hydro-meteorologicznymi (wliczając fale upałów i chłodu, burze i wichury, ekstremalne opady i susze) oraz związane z nimi straty i wartość wypłaconych ubezpieczeń w latach 1950–1999; 1 – liczba zdarzeń, 2 – straty materialne, 3 – koszty ubezpieczenia (wg Annual review ... [2002], zmodyfikowany)

Fig. 1. Number of worldwide disasters caused by extreme climate-related events (including heat waves, cold spells, windstorms, extreme precipitation and drought) as well as associated damage costs and value of paid insurances, in years 1950–1999; 1 – number of events, 2 – damage costs, 3 – value of insurance (acc. to Annual review ... [2002], modified)

Na podstawie analizy danych opracowanych przez towarzystwa reasekuracyjne można stwierdzić, że w większości przypadków wzrost strat jest spowodowany zwiększeniem się zaludnienia na obszarach podatnych na ryzyko wystąpienia ekstremalnych zjawisk pogodowych [Natural ..., 2003]. Przyjmowane w analizach scenariusze zmian klimatycznych jednoznacznie wskazują na zwiększające się prawdopodobieństwo wystąpienia tych zjawisk. W związku z tym należy przypuszczać, że zwiększać się będą również straty w ludziach, straty materialne oraz sumy odszkodowań wypłacanych przez firmy reasekuracyjne. Nie dziwi więc tak znaczne zainteresowanie międzynarodowych korporacji ubezpieczeniowych katastrofami naturalnymi, wywołanymi ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi oraz prawdopodobnymi zmianami częstości oraz intensywności ich występowania [BENISTON, STEPHENSON, 2004].

Badanie tych zagadnień jest jednym z głównych zadań IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) na XXI wiek [Climate change, 2001]. Przeanalizowano prawdopodobieństwo wystąpienia ekstremalnych zjawisk klimatycznych przewidywane przez IPCC Working Group 1 w aspekcie prognozowanych zmian klimatu (tab. 1). Stopień pewności wystąpienia owych zmian określono prawdopodobieństwem zaistnienia danego zdarzenia, wprowadzając skalę trzystopniową: bardzo prawdopodobne (90–99%), prawdopodobne (66–90%) i możliwe (33–66%). Prognozowane przez IPCC zmiany w częstości występowania oraz nasilenia się ekstremalnych zjawisk pogodowych są bardzo jednoznaczne. W przyjętych scenariuszach zakłada się istotne zwiększenie liczby i częstości występowania wyższych wartości temperatury maksymalnej i minimalnej, intensywnych opadów, cyklonów tropikalnych, ale także ryzyka wystąpienia susz. Zmniejszy się natomiast liczba dni chłodnych i mroźnych, a dobowa amplituda temperatury będzie dużo mniejsza niż obecnie. Zgodnie z tymi przewidywaniami możemy spodziewać się większej liczby ekstremalnych zjawisk hydro-meteorologicznych już w niedalekiej przyszłości. Największy wpływ na zwiększenie częstości występowania tych zjawisk mają i będą miały przede wszystkim zmiany klimatu, czyli zwiększenie czasoprzestrzennej zmienności elementów meteorologicznych na dużych obszarach [EASTERLING i in., 2000; KATZ, BROWN, 1992].

Jednym z głównych katastrofalnych zagrożeń na skutek nasilenia się częstości występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych, i to na całym świecie, są powodzie. Wydaje się, że te, które wystąpiły na Ziemi w ciągu ostatnich kilkunastu lat powodowały więcej zniszczeń niż kiedykolwiek przedtem. Prognozy na przyszłość, niestety, są niepomyślne, gdyż wraz z prognozowanymi zmianami klimatu przewiduje się zwiększenie częstości występowania powodzi oraz zwiększenie szkód przez nie wywoływanych.

Sytuacja taka jest szczególnie niebezpieczna dla Europy Środkowej. Wiadomo, że katastrofalne w skutkach powodzie stanowią główne zagrożenie w tej części Europy [Climate change, 2001]. Zgodnie z modelowaniem MICE (Modelling the Impacts of Climate Extremes) w najbliższych dziesięcioleciach ma nastąpić znaczące zwiększenie się częstości występowania powodzi na Wiśle, Odrze i Łabie (przede wszystkim w górnych częściach ww. zlewni), a więc na obszarach, które ostatnimi czasy już doświadczyły tych zdarzeń. Sytuację taką należy tłumaczyć zwiększeniem potencjału opadowego nad obszarami z lokalnie występującą silną adwekcją powietrza, zawierającego duże ilości pary wodnej. Należy się spodziewać, że prawdopodobny wzrost temperatury powietrza spowoduje zwiększenie intensywności parowania, a zarazem zawartości pary wodnej w powietrzu. Zwiększy się potencjał opadowy, a zarazem liczba i intensywność nawalnych opadów deszczu (mimo, że średnie sumy opadów letnich nad Europą mają tendencję spadkową). Zwiększenie intensywności opadów może zwiększyć ryzyko wystąpienia powodzi letnich. Z kolei ciepłe zimy z dużą ilością opadów deszczu, a małą śniegu,

**Tabela 1.** Prawdopodobieństwo wystąpienia ekstremalnych zjawisk klimatycznych określone w aspekcie prognozowanych zmian klimatu (wg Climate change [2001], zmodyfikowana)

**Table 1.** Probability of climate-related events occurrence specified in respect to predicted climate changes acc. to Climate change [2001], modified)

Rodzaj zmian klimatycznych Type of climate changes	Prognozowane prawdopodobieństwo wystąpienia Predicted probability of given event occurrence
Wyższe wartości temperatury maksymalnej, większa liczba ciepłych dni nad większością obszarów lądowych Higher maximum temperatures and more hot days over nearly all land areas	bardzo prawdopodobne very likely
Wyższe wartości temperatury minimalnej, mniej dni chłodnych i mroźnych nad większością obszarów lądowych Higher minimum temperatures, fewer cold days and frost days over nearly all land areas	bardzo prawdopodobne very likely
Zmniejszenie się dobowej amplitudy temperatury nad większością obszarów lądowych Reduced diurnal temperature range over most of land areas	bardzo prawdopodobne very likely
Zwiększenie indeksu ciepłego nad obszarami lądowymi Increase of heat index over land areas	bardzo prawdopodobne nad większością obszarów very likely, over most areas
Intensywniejsze opady More intense precipitation events	bardzo prawdopodobne nad wieloma obszarami very likely, over many areas
Zwiększenie liczby suchych sezonów letnich i związanego z tym ryzyka wystąpienia susz Increased summer continental drying and associated risk of drought	prawdopodobne w głębi lądów nad większością obszarów w średnich szerokościach geograficznych likely, over most mid-latitude continental interiors (lack of consistent projections in other areas)
Zwiększenie maksymalnej prędkości wiatru w cyklonach tropikalnych Increase in tropical cyclone peak of wind intensities	prawdopodobne nad pewnymi obszarami likely, over some areas
Zwiększenie średniej intensywności opadów w cyklonach tropikalnych Increase in tropical cyclone mean peak of precipitation intensities	prawdopodobne nad pewnymi obszarami likely, over some areas

wczesne i mało gwałtowne topnienie śniegu prawdopodobnie zmniejszą ryzyko występowania powodzi wiosennych [KUNDZEWICZ i in., 2004].

Na liście żywiołów, które w ciągu ostatnich dziesięciu lat spowodowały największe zniszczenia materialne w Europie, drugie miejsce po powodziach zajmują silne wiatry. Obserwacje potwierdzają, że siła wiatru na naszym kontynencie stopniowo się zwiększa, co zdaniem LECKEBUSCHA i ULBRICHA [2004] jest pośrednim skutkiem stopniowego wzrostu temperatury na Ziemi. Z badań Instytutu Geofizyki i Meteorologii Uniwersytetu w Kolonii wynika, że w ciągu kilkudziesięciu lat liczba zimowych wichur w Europie Środkowej zwiększy się o prawie 20%. Wiatry te znacznie przybiorą też na sile. Przewiduje się, że głębokie nize znad Atlantyku, których dziś najwięcej jest w północnej Europie, zmienią główną trasę swoich wędrówek i zimą przesuną się bardziej na południe [LECKEBUSCH, ULBRICH, 2004]. Niżom tym towarzyszą z reguły silne i bardzo silne wichury, w zasięgu których znajdzie się wkrótce również środkowa Europa. Silne wiatry będą szczególnie dotkliwe w północno-zachodniej części Europy – od Irlandii aż po Niemcy. W scenariuszu przyjmowanym przez LECKEBUSCHA i ULBRICHA [2004] huragany będą silniejsze o 7–10% od obecnie występujących nad tą częścią Europy. Mają się też pojawiać o blisko 20% częściej. Prędkość wiatru zwiększy się, ponieważ ocieplający się północny Atlantyk coraz więcej energii będzie przekazywał atmosferze, a ta – zachodnim wiatrom wiejącym ponad oceanem w kierunku Europy Środkowej i Wschodniej [LECKEBUSCH, ULBRICH, 2004].

W modelach klimatycznych zakłada się zwiększenie liczby suchych sezonów letnich w głębi kontynentów. Według prognoz czas trwania najdłuższych okresów suchych w okresie 2070–2099 nad Europą będzie znacznie dłuższy niż w latach 1961–1990. Z przyjmowanych scenariuszy jednoznacznie wynika wydłużenie okresów gorących i suchych, szczególnie dotkliwych dla południowej Europy, północnego wybrzeża Francji oraz południowej części Wysp Brytyjskich [PRZY-MUSINSKA, RADZIEJEWSKI, KUNDZEWICZ, 2004]. Długie okresy suszy będą miały znaczący destrukcyjny wpływ na wiele dziedzin życia: dostarczanie wody, rolnictwo, leśnictwo, a nawet bezpieczeństwo narodowe.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W niniejszym artykule analizuje się następujące ekstremalne zjawiska hydro-meteorologiczne: powodzie, wichury, susze, ekstremalne wartości temperatury, pożary oraz osuwiska (lawiny śnieżne i błotne). Jak już wcześniej wspomniano, niektóre z wymienionych zdarzeń trudno zaliczać do zjawisk hydro-meteorologicznych, jednak ich wystąpienie każdorazowo jest poprzedzone i uwarunkowane zajęciem sprzyjającego ciągu zjawisk meteorologicznych.

W pracy wykorzystano głównie informacje pochodzące z bazy danych EM-DAT (międzynarodowej bazy dotyczącej katastrof naturalnych), dostępnej na

stronie internetowej <http://www.cred.be.emdat>. Baza, zlokalizowana na uniwersytecie w Louvain w Belgii, jest administrowana przez OFDA (Office of Foreign Disaster Assistance z USA) oraz CRED (Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, WHO). Informacji do bazy dostarczają: ONZ, organizacje pozarządowe, towarzystwa ubezpieczeniowe, instytuty badawcze oraz agencje prasowe. W bazie są odnotowane przypadki katastrof naturalnych, w wyniku których co najmniej 10 osób poniosło śmierć lub co najmniej 100 osób ucierpiało (zostało rannych albo pozbawionych dachu nad głową). Odnotowuje się również przypadki „znaczących” katastrof naturalnych (np.: „druga najgorsza” w danym kraju), gdy spowodowały one znaczące straty materialne, ogłoszono stan klęski żywiołowej i/lub zaapelowano o pomoc międzynarodową.

We wspomnianej bazie danych zaistniałe zjawiska są opisane z podaniem terminu ich wystąpienia, liczby ofiar i strat materialnych. Wykorzystując powyższe informacje, w sumaryczny sposób przedstawiono częstość katastrofalnych zdarzeń zaistniałych w następstwie ekstremalnych zjawisk meteorologicznych w latach 1994–2004 we wszystkich krajach europejskich (tab. 2). Należy zdawać sobie sprawę, że ze względu na określone wyżej kryteria wyboru katastrof naturalnych zestawienie nie zawiera zdarzeń, które wystąpiły na terenie Europy, ale ze względu na ich lokalny zasięg lub brak ofiar ludzkich nie zostały uwzględnione w wymienionej bazie danych. Liczba katastrof naturalnych, które zdarzyły się na naszym kontynencie, zwiększyła się istotnie w drugiej połowie analizowanego okresu. Począwszy od 1999 r., we wszystkich następnych latach liczba zdarzeń była co najmniej równa stwierdzonej w 1999 r. Niestety, analizowany okres jest zbyt krótki, aby można jednoznacznie sformułować wnioski o zwiększeniu liczby katastrof naturalnych. Wydaje się jednak, że przedstawione wyniki wystarczająco dowodzą zmian zachodzących w ostatnim dziesięcioleciu i jeśli takie fluktuacje utrzymają się również w najbliższych latach, to można spodziewać się dalszego zwiększenia się częstości występowania analizowanych zdarzeń.

Rozpiętość liczby zdarzeń stwierdzonych w analizowanym okresie (1994–2004) w poszczególnych krajach Europy wynosi od 1 w Szwecji do 39 we Francji. Najwięcej katastrof – poza Francją – odnotowano w Rumunii i Turcji (po 28), Wielkiej Brytanii (26), Hiszpanii (25) oraz we Włoszech (24), natomiast najmniej (poza Szwecją) w Dani i Islandii (po 2) oraz w Czechach, Irlandii i Norwegii (po 3). Dla porównania w Polsce w tym samym okresie wystąpiło 13 zdarzeń, które można (według kryteriów OFDA i CRED) zaliczać do katastrof wywołanych ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi (tab. 2). Na tak dużą liczbę katastrofalnych w skutkach zdarzeń obserwowanych we Francji, Rumunii, Turcji, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii i Włoszech wpływ ma przede wszystkim położenie tych państw, stosunkowo duża liczba ludności, znaczny udział terenów górzystych w całkowitej powierzchni oraz duży obszar, a tym samym znaczna różnorodność hydro-meteorologiczna i geomorfologiczna, sprzyjająca występowaniu zagrożeń wywołanych różnymi zjawiskami meteorologicznymi.

**Tabela 2.** Występowanie ekstremalnych zjawisk hydro-meteorologicznych w Europie w latach 1994–**Table 2.** Type of occurrence frequency of extreme weather events of weather in Europe in period

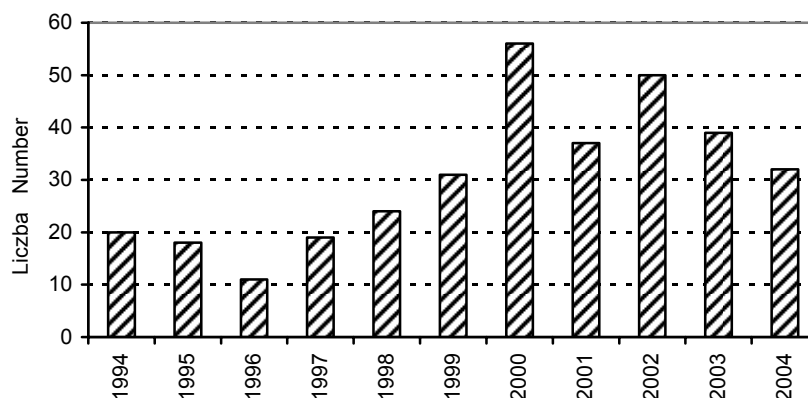
Kraj Country	Liczba wystąpień w latach: Number of events in:																																	
	1994					1995					1996					1997					1998													
	P	S	+	-	W	F	O	P	S	+	-	W	F	O	P	S	+	-	W	F	O	P	S	+	-	W	F	O	P	S	+	-	W	F
Albania							2														1													
Austria							1																											
Belgia Belgium	1						1																				1							
Bośnia i Hercegowina Bosnia-Herzegovina																																		
Bułgaria Bulgaria																											1			1				
Chorwacja Croatia																																		
Czechy Czech Republic																						1												
Dania Denmark																																		
Francja France	3						1						1													1		1		1		1		
Grecja Greece	1																												1			1		
Hiszpania Spain	1			1	1			1	1	1			1								1			1							1			
Holandia Netherlands							1																			1		1						
Irlandia Ireland																																		
Islandia Iceland							2																											
Macedonia							1																											
Niemcy Germany	1			1			1			1											1		1											
Norwegia Norway							1																											
Polska Poland																						1		1			1		1					
Portugalia Portugal													1								1	1												
Rumunia Romania		1		1									1	1							1		1			1	1	1		1		1		
Serbia i Czarnogóra Serbia and Montenegro																																		
Słowacja Slovak Republic																											1							
Szwajcaria Switzerland																						1												
Szwecja Sweden																																		
Turcja Turkey				1	1		3									1												3						
Węgry Hungary													1																					
W. Brytania United Kingdom	1										1										2		1			1		3						
Włochy Italy	1				1	1							2								1			1		1	1	1						

Objaśnienia: P – powódzie, S – susze, temperatury ekstremalne: + – upały, – mrozy, W – wichury, F – pożary,

Explanations: P – floods, S – droughts, extreme temperatures: + – heat waves, – cold spells, W – gales, F – fires,







Rys. 2. Liczba katastrof naturalnych wywołanych ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi w Europie w latach 1994–2004

Fig. 2. Number of all registered natural disasters caused by extreme climate-related events in Europe in years 1994–2004

Spośród analizowanych zdarzeń w Europie najczęściej występowały powodzie (tab. 3). Średnio w roku odnotowano 15,1 katastrofalnych w skutkach powodzi. Znacznie rzadziej zdarzały się wichury (6,6 rocznie), pożary (2,7), fale upałów (2,3) i mrozów (2). Susze i osuwiska wystąpiły średnio raz w roku.

**Tabela 3.** Liczba poszczególnych rodzajów katastrof wywołanych ekstremalnymi zjawiskami hydrometeorologicznymi w Europie w latach 1994–2004

**Table 3.** Total number of each catastrophes type caused by extreme climate-related events in Europe in years 1994–2004

Rodzaj katastrofy Type of disasters	Liczba zdarzeń Total number of events	Średnia roczna liczba zdarzeń Average number of events per year
Powódź Flood	166	15,1
Susza Drought	11	1,0
Fala upałów Heat wave	25	2,3
Fala mrozów Cold spell	21	2,0
Wichura Gale	73	6,6
Pożar Fire	30	2,7
Osuwisko Landslide	13	1,2

W analizowanym okresie powodzie występowały najczęściej we Francji (21 razy), Turcji i Wielkiej Brytanii (po 14) oraz w Rumunii i Włoszech (po 13) (tab. 4). Wichury najczęściej zdarzały się również we Francji (10), poza tym w Wielkiej Brytanii (9), Niemczech (8), Turcji (6) i Hiszpanii (5). Spośród pozostałych kata-

**Tabela 4.** Liczba katastrof wywołanych ekstremalnymi zjawiskami hydro-meteorologicznymi w poszczególnych krajach europejskich w latach 1994-2004**Table 4.** Total number of catastrophes caused by extreme climate-related events in each individual European country in years 1994-2004

Kraj Country	Liczba zdarzeń Total number of events						
	powódź flood	susza drought	fala upalów heat wave	fala mrozów cold spell	wichura gale	pożar fire	oswi- sko land- slide
Albania	5		1		1		
Austria	2				3		2
Belgia Belgium	8		1		2		
Bośnia i Hercegowina Bosnia-Herzegovina	2	3			1	1	1
Bułgaria Bulgaria	2		1	2	2	2	
Chorwacja Croatia	2	2	1			3	
Czechy Czech Republic	2				1		
Dania Denmark	22				2		
Francja France	21		1	1	10	3	2
Grecja Greece	9		1		2	4	
Hiszpania Spain	6	2	3	1	5	7	
Holandia Netherlands	2		2		2		
Irlandia Ireland	1				2		
Islandia Iceland							2
Macedonia	5		1	1		1	
Niemcy Germany	6		1	1	8		
Norwegia Norway	3						
Polska Poland	5			6	2		
Portugalia Portugal	5	1	1		1	5	
Rumunia Romania	14	1	5	3	4		1
Serbia i Czarnogóra Serbia and Montenegro	5		1			1	
Słowacja Slovak Republic	5				1	1	
Szwajcaria Switzerland	3			1	3		2
Szwecja Sweden					1		
Turcja Turkey	14		1	3	6	3	1
Węgry Hungary	9	1		1	2		
W. Brytania United Kingdom	14		1	1	10		
Włochy Italy	15	1	3		2	2	1

**Tabela 5.** Ofiary śmiertelne na skutek zdarzeń wywołanych ekstremalnymi zjawiskami hydro-meteo-**Table 5.** Mortal victims caused by extreme weather-related events in Europe, specified independently 1994–2004

Kraj Country	Ofiary śmiertelne na skutek Mortal victims												
	powodzi floods												
	Ł	O	w latach in years										
94			95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	
Albania	5	1		4									
Austria	2	2		2							7		
Belgia Belgium	8	3		6			1				2		
Bośnia i Hercegowina Bosnia-Herzegovina	2	b.d											
Bułgaria Bulgaria	2	0											
Chorwacja Croatia	2	0											
Czechy Czech Republic	2	2				29					18		
Dania Denmark	0	0											
Francja France	22	13	13	16	2			36	5	3	24	10	
Grecja Greece	9	4	21				3		1	11			
Hiszpania Spain	6	5	10		1	5			21				
Holandia Netherlands	2	0											
Irlandia Ireland	1	0											
Islandia Iceland	0	0											
Macedonia	5	1											2
Niemcy Germany	6	4	2					3			27	7	
Norwegia Norway	3	1		1									
Polska Poland	5	3				55	7						
Portugalia Portugal	5	4			10	11				6	1		
Rumunia Romania	14	12				20	23	34	9	7	9	3	10
Serbia i Czarnogóra Serbia and Montenegro	5	1						11					
Słowacja Slovak Republic	5	3					54	2		27			1
Szwajcaria Switzerland	3	1									3		
Szwecja Sweden	0	0											
Turcja Turkey	14	13		148			98		2	12	39	8	8
Węgry Hungary	9	2						8	1				
W. Brytania United Kingdom	14	4	4			1	5				1		
Włochy Italy	15	11	64		29		147		50	2	2	3	2

Objaśnienia: Ł – łączna liczba zjawisk, O – liczba zjawisk, z powodu których odnotowano ofiary śmiertelne,

Explanations: Ł – total number of events, O – number of events in case of which mortal victims were written

rologicznymi w Europie w latach 1994–2004

to floods and other events (extreme temperature, gales and landslides) treated as a whole, in years

Ofiary śmiertelne na skutek												
		pozostałych zjawisk other events										
Ł	O	w latach in years										
		94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04
2	2									6		3
5	3						38			3		
3	2									1	150	
6	1							6				
4	4					3		12	2			
6	2							41				
1	0											
2	2						7			1		
17	15				23	15	106	6	14	5	25	11
7	5					4		12		2		
19	13	32	30	84	21		5	14	9		146	14
4	3				2					4	1	
2	0											
2	2		34									
3	2								15			15
10	8	5			30		17		4	9	15	
0	0											
8	8				50	64	154	84	270	190		
8	3							4			16	
14	11			16	12	80		14	10	10		39
2	1							3				
2	2							6				2
6	4						25	16		1		
1	1									1		
14	10							18	38	14		65
4	3						40		81		7	
12	11			5	14	21	8	16		14	2	
9	5	4			22	10					12	

b.d. – brak danych.

down, b.d. – no data.

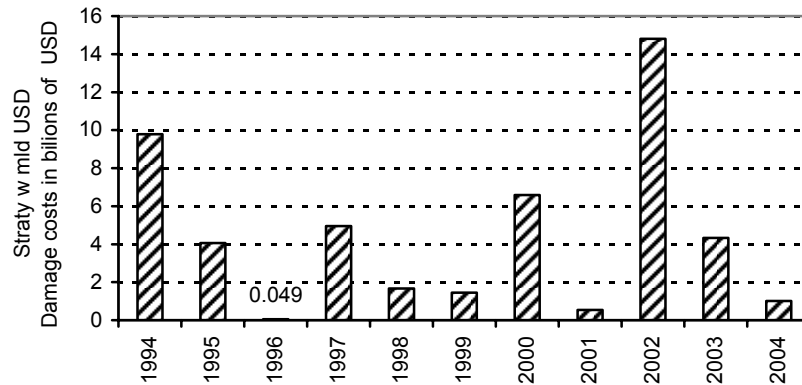
strof susze występowały najczęściej w Bośni i Hercegowinie (3), fale upałów w Rumunii (4) oraz Hiszpanii i Włoszech (po 3), fale mrozów w Polsce (5), Rumunii i Turcji (po 3), pożary w Hiszpanii (7), Portugalii (5) i Grecji (4), a osuwiska w Austrii, Francji, Islandii i Szwajcarii (po 2). Najmniej katastrof odnotowano w krajach skandynawskich. Należy przypuszczać, że nie jest to spowodowane brakiem ekstremalnych zjawisk hydro-meteorologicznych w tych krajach, ale w warunkach stosunkowo niewielkiego zaludnienia, wysokiego dochodu narodowego brutto i w efekcie dobrze rozwiniętej infrastruktury zjawisko, które np. w Rumunii wywołałoby bardzo dokuczliwe skutki, w krajach wysoko rozwiniętych jest prawie niezauważalne i nieodnotowywane w bazie danych.

Spśród analizowanych katastrofalnych zdarzeń powodzie wywoływały największe straty materialne oraz były przyczyną znacznej liczby ofiar śmiertelnych. Chcąc bliżej przyjrzeć się tym zagadnieniom, zestawiono liczbę ofiar śmiertelnych w poszczególnych latach analizowanego okresu (tab. 5). Najwięcej ofiar śmiertelnych w tym okresie pochłonęły powodzie we Francji, Włoszech, Rumunii i Turcji, a więc w krajach, w których powodzie należą do najczęściej występujących zjawisk katastrofalnych.

Najtragiczniejsze w skutkach były powodzie w Turcji w 1995 r. (148 ofiar śmiertelnych) i Włoszech w 1998 r. (147 ofiar). Wśród pozostałych katastrof najtragiczniejsze w skutkach okazało się wystąpienie ekstremalnych wartości temperatury powietrza, przy czym groźne były zarówno rekordowe upały, jak i mrozy. W sierpniu 2003 r. w Belgii w wyniku fali upałów śmierć poniosło 150 osób, a w Hiszpanii w tym samym okresie 141 osób. W Polsce najwięcej ofiar śmiertelnych odnotowano w wyniku ekstremalnie niskich wartości temperatury – 154 ofiary w 1999 r., 270 w 2001 i 190 w 2002 r. Polska, niestety, przoduje w statystykach ofiar mrozu, mimo że nie należy do państw o wyjątkowo srogich zimach. Prawdopodobnie decydują o tym czynniki społeczne, jak bezrobocie czy bezdomność. Pozostałe zjawiska, które pochłonęły dużo ofiar śmiertelnych, to lawina błotna w 1996 r. w Hiszpanii – 84 ofiary oraz grudniowa wichura w 1999 r. we Francji – 92 ofiary.

Biorąc powyższe pod uwagę, można stwierdzić, że główne przyczyny wypadków śmiertelnych, będących następstwem katastrof naturalnych w Europie, to powodzie i ekstremalnie niska lub wysoka temperatura powietrza.

Głównym powodem strat materialnych wśród katastrof naturalnych wywołanymi ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi w Europie są natomiast niewątpliwie powodzie. Straty w ich wyniku szacuje się na miliardy dolarów. Zgodnie z informacjami dostępnymi w bazie danych EM-DAT rekordowo duże straty wywołały powodzie z 2002 r., kiedy szacunkowe koszty usunięcia powstałych szkód osiągnęły wartość 15 mld USD (rys. 3). W tych szacunkach na ogół nie uwzględnia się strat ponoszonych w rolnictwie, szczególnie w wyniku zmniejszenia plonów i pogorszenia ich jakości. Jeśli uwzględnimy fakt, że informacje dostępne w bazie EM-DAT są ze względów proceduralnych niepełne (o czym pisano już wcześniej),



Rys. 3. Straty materialne w wyniku powodzi, które wystąpiły na terenie Europy w latach 1994-2004

Fig. 3. Total damage costs caused as a consequence of floods in Europe in years 1994-2004

można sformułować tezę, że rzeczywiste straty materialne mogą być wyższe od oficjalnie podanych.

### WNIOSKI

1. W latach 1994–2004 stwierdzono w Europie zwiększenie się liczby katastrofalnych zdarzeń, wywołanych ekstremalnymi zjawiskami hydro-meteorologicznymi. Z uwagi na zbyt krótki okres objęty analizą częstości występowania tych zjawisk nie można wysunąć jednoznacznych wniosków dotyczących zwiększania się liczby tego typu zdarzeń w przyszłości.

2. W publikowanych w literaturze długofalowych prognozach występowania ekstremalnych zjawisk meteorologicznych przewiduje się zwiększenie częstości ich występowania i zasięgu. W związku z tym coraz większa liczba mieszkańców naszego kontynentu może być narażona na znalezienie się w zasięgu takich zjawisk.

3. Konsekwencją zdarzeń wywołanych ekstremalnymi zjawiskami hydro-meteorologicznymi są między innymi ofiary śmiertelne. Do wypadków śmiertelnych w Europie przyczyniły się głównie powodzie i ekstremalnie niskie lub wysokie wartości temperatury powietrza.

### LITERATURA

- An annual review of natural catastrophes, 2002. Munich: Munich Reinsurance Company Publ. ss. 49.  
 BENISTON M., STEPHENSON D.B., 2004. Extreme climatic events and their evolution under changing climatic conditions. *Global Planetary Change* 44 ss. 9.

- Climate change 2001. The IPCC third assessment report. Cambridge: Univ. Press ss. 741.
- EASTERLING D.R., EVANS J.L., GROISMAN P.Y., KARL T.R., KUNKEL K.E., AMBENJE P., 2000. Observed variability and trends in extreme climate events: a brief review. Bull. Amer. Meteorolog. Soc. vol. 81 no. 3 ss. 9.
- EM-DAT <http://www.cred.be.emdat>
- KATZ R., BROWN B.G., 1992. Extreme events in a changing climate: variability is more important than averages. Climate Change 21 s. 289-302.
- KUNDZEWICZ Z., LECKEBUSCH G., MENZEL L., PRZYMUSINSKA I., RADZIEJEWSKI M., ULBRICH U., 2004. Intense precipitation and flood hazard in central Europe. Geoph. Res. Abstr. vol. 6 s. 1.
- LECKEBUSCH G.C., ULBRICH U., 2004. On the relationship between cyclones and extreme windstorm events over Europe under climate change. Global Planetary Change 44 s. 181-193.
- Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe, 2003. Environmental issue report no 35. Copenhagen: EEA ss. 54.
- Natural catastrophes and reinsurance, 2003. Zurich: Swiss Reinsurance Comp. Publ. ss. 47.
- PRZYMUSINSKA I., RADZIEJEWSKI M., KUNDZEWICZ Z.W., 2004. Dry and warm spells in Europe, based on Hadrm3 precise results. Geoph. Res. Abstr. vol. 6 s. 1.

*Emilia BARTKIEWICZ, Jacek LEŚNY, Radosław JUSZCZAK*

#### **EXTREME HYDRO-METEOROLOGICAL EVENTS IN EUROPE IN YEARS 1994-2004**

*Key words: climate change, extreme hydro-meteorological events*

#### **S u m m a r y**

Forecasted climate changes will increase of natural disaster numbers in European countries that will be a consequence of increasing variability and frequency of weather-related events. The aim of this paper was to pay attention to threats and socio-economical effects caused by extreme weather events. Information gathered from EM-DAT database, related to natural disasters that took place in Europe in 1994-2004 years, were analyzed. The increasing frequency of weather-related disasters occurrence was observed in considered period. The most frequently occurring phenomena, which caused the most deaths and damage costs were floods, permanently observed in France. The most substantial number of mortal victims in Europe was also notice, besides floods, as the result of extreme temperatures. According to predicted global climate changes, the number of natural catastrophes in European countries will rise as a result of extreme events of weather increase. So, we should consider the fact that major number of habitats of our continent will be put in danger.

---

Recenzenci:

*prof. dr hab. Andrzej Kędziora*  
*dr Elwira Żmudzka*

Praca wpłynęła do Redakcji 21.04.2005 r.