

[illegible]

Raport zawiera także jakościową ocenę strat finansowych (bardzo duże, duże, średnie i małe) spowodowanych w gospodarce przez poszczególne zagrożenia – na podstawie danych historycznych.

Informacje dotyczące wichur i trąb powietrznych przedstawione w raporcie RCB są niepełne. Ważnym elementem tej części raportu jest przytoczenie za Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) klasyfikacji stopni zagrożeń silnymi wiatrami, które mogą powodować uszkodzenia budynków, drzewostanu, utrudnienia komunikacyjne, a nawet zagrożenie życia ludzkiego. Klasyfikację tę podano w tablicy 2.

Tablica. 2 Klasyfikacja stopni zagrożeń powodowanych silnym wiatrem, [1]

Zjawisko	Stopień zagrożenia	Kryteria	Skutki
Silny wiatr	1	$V_{\text{śr}} > 15 \text{ m/s}$ lub $V > 20 \text{ m/s}$	Uszkodzenia budynków, dachów, szkody w drzewostanie, łamanie gałęzi i drzew, utrudnienia komunikacyjne.
	2	$V_{\text{śr}} > 20 \text{ m/s}$ lub $V > 25 \text{ m/s}$	Uszkodzenia budynków, dachów, łamanie i wyrywanie drzew z korzeniami, utrudnienia w komunikacji, uszkodzenia linii napowietrznych.
	3	$V_{\text{śr}} > 25 \text{ m/s}$ Lub $V > 35 \text{ m/s}$	Niszczące zabudowań, zrywanie dachów, niszczenie linii napowietrznych, duże szkody w drzewostanie, znaczne utrudnienia w komunikacji, zagrożenie życia.

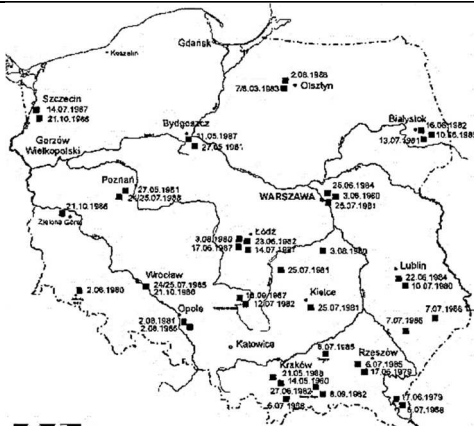
gdzie: $V_{\text{śr}}$ – średnia prędkość wiatru, V – prędkość wiatru w porywach

Celem niniejszej pracy jest próba ilościowej oceny stopnia zagrożenia stratami finansowymi w gospodarce, zdrowia i życia ludzkiego w przyszłych latach kalendarzowych powodowanych przez wichury i trąby powietrzne na podstawie danych statystycznych lat ubiegłych. Pozwoli to na lepsze zrozumienie działania wichur i trąb powietrznych oraz ocenę szkód, które spowodowały w przeszłości i będą powodowały w przyszłości.

2. Częstość występowania trąb powietrznych w Polsce

Pierwsze zestawienie liczby trąb powietrznych w Polsce, które wystąpiły w latach 1979–1988, zostało wykonane przez Lorenc [2] i które przytoczono w tablicy 3.

Tablica 3. Liczba trąb powietrznych latach 1979–1988, [2]

Rok	Liczba trąb powietrznych	
1979	2	
1980	7	
1981	5	
1982	5	
1983	1	
1984	2	
1985	6	
1986	5	
1987	5	
1988	4	
Razem	42	

Rys. 1 Tornada w Polsce w latach 1979–1988, [2]

Miejsca i dokładne daty ich wystąpienia, w wymienionym okresie czasu, przedstawiono na rys. 1. Drugie zestawienie liczby trąb powietrznych w naszym kraju, za lata 1998–2010, zostało także wykonane przez Lorenc, [3] i jest przedstawione w tablicy 4. Oba zestawienia zostały opracowane na podstawie doniesień prasowych.

Trzecie zestawienie liczby trąb powietrznych za lata 2011–2016, na podstawie doniesień prasowych, danych internetowych i danych zawartych w zbiorach European Severe Weather Database, zostało przygotowane przez autorów niniejszej pracy i przedstawione w tablicy. 5.

Tablica 4. Liczba trąb powietrznych w latach 1998–2010, [3]

Rok	Miesiąc							Razem
	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	
1998			1					1
1999		1		1	2			4
2000					1			1
2001		1						1
2002			2	4	1			7
2003			1		1			2
2004				2	4			6
2005			1	6				7
2006			2		2	2		6
2007		2		3	1			6
2008	1	1	1	1	7		1	12
2009		1	3	2		1		7
2010		4	1	2	9	4		20
Razem	1	10	12	21	28	7	1	80

Tablica 5. Liczba trąb powietrznych w latach 2011–2016 (autorzy, 2016)

Rok	Miesiąc								Razem
	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	
2011			1	2	1	3			7
2012			1	1	2	1			5
2013			2	1	1				4
2014			2		1	1			4
2015	1			3					4
2016	1			4	2				7
Razem	2		6	11	7	5			31

3. Przykłady ilościowych zniszczeń spowodowanych przez wichury i trąby powietrzne

Wichury i trąby powietrzne stanowią zagrożenia strat finansowych w gospodarce, życia i zdrowia ludzkiego. Stopień zniszczeń zależy od intensywności wichury i danych dotyczących trąby powietrznej, tj.: ścieżki przejścia trąby, jej długości i szerokości, a przede wszystkim jej intensywności. Poniżej podano przykłady zniszczeń: obiektów budowlanych (które zaliczono do katastrof budowlanych, samochodów, drzewostanu, linii energetycznych i zagrożenia życia i zdrowia ludzkiego.



Rys. 2. Przykłady zniszczeń budynków przez trąbę powietrzną – 15.08.2008 r.

19 lipca 2015 r.

– woj. kujawsko-pomorskie, powiaty: bydgoski, lipnowski, rypiński, toruński), woj. łódzkie (powiat łowicki), woj. mazowieckie (powiaty: mławski, ostrołęcki, sokołowski, wyszkowski), woj. podlaskie (powiat bielski), woj. wielkopolskie (powiat poznański). 63 katastrofy budowlane, dużo połamanych drzew, wiele zniszczonych słupów energetycznych, 14 osób rannych, 1 osoba zginęła pod upadkiem drzewa na samochód. Do katastrof budowlanych zaliczono, [5]:

- budynki magazynowe – 11 budynków uległo zniszczeniu, w tym:
 - 10 budynków częściowo zniszczonych (część lub cała konstrukcja dachowa i pionowe elementy konstrukcyjne)
 - 1 budynek całkowicie zniszczony
- budynki użyteczności publicznej – 1 budynek (szkoła podstawowa) uległ częściowemu zniszczeniu (część konstrukcji dachowej)
- budynki gospodarcze lub inwentarskie – 35 budynków uległo zniszczeniu, w tym:
 - 31 budynków częściowo zniszczonych (część lub cała konstrukcja dachowa i pionowe elementy konstrukcyjne)
 - 4 budynki całkowicie zniszczone;

- budynki mieszkaniowe jednorodzinne – 16 budynków uległo częściowemu zniszczeniu (część lub cała konstrukcja dachowa i pionowe elementy konstrukcyjne).

Uwaga! Wymienione powyżej katastrofy budowlane zostały wpisane do Rejestru Katastrof Budowlanych, [5]. Należy dodać, że wiele mniejszych zniszczeń obiektów budowlanych, które nie spełniały definicji katastrofy budowlanej nie zostały do tego rejestru wpisane, natomiast mogły być opisane w mediach społecznościowych.



Rys. 3. Zniszczony samochód przez złamane drzewo – wichura w dniu 31.03.2015, fot. Maciej Kulczyński (www.newsweek.pl)

25 czerwca 2016 r.

– woj. kujawsko-pomorskie, 6 katastrof budowlanych, uszkodzone samochody, stwierdzono szereg „pocisków powietrznych” wbitych w elewacje budynków. Do katastrof budowlanych zaliczono:

- pow. mogileński 4 budynki gospodarcze lub inwentarskie uległy całkowitemu zniszczeniu (cała konstrukcja dachowa i pionowe elementy konstrukcyjne) – wg RKB,
- pow. rypiński – 1 budynek mieszkalny jednorodzinny uległ częściowemu zniszczeniu (pionowe elementy konstrukcyjne),
- pow. żniński – 1 budynek mieszkalny jednorodzinny uległ częściowemu zniszczeniu (część konstrukcji dachowej).



Rys. 4 Zniszczony budynek przez wichurę, 21.06.2016 r. (<http://tvnmeteo.tvn24.pl>)

26 czerwca 2016 r.

- woj. świętokrzyskie, 8 katastrof budowlanych, zniszczone samochody, linie energetyczne, setki hektarów lasów. Do katastrof budowlanych zaliczono:
 - pow. konecki – 1 budynek mieszkalny jednorodzinny uległ częściowemu zniszczeniu (część konstrukcji dachowej), 5 budynków gospodarczych lub inwentarskich uległo częściowemu zniszczeniu (część lub cała konstrukcja dachowa i/lub pionowe elementy konstrukcyjne) i 1 budynek gospodarczy lub inwentarski uległ całkowitemu zniszczeniu (cała konstrukcja dachowa i pionowe elementy konstrukcyjne);
 - pow. ostrowiecki – 1 budynek mieszkalny jednorodzinny uległ częściowemu zniszczeniu (część konstrukcji dachowej).
- woj. łódzkie, 1 katastrofa: pow. opoczyński (Paradyż) – 1 budynek mieszkalny jednorodzinny uległ częściowemu zniszczeniu (cała konstrukcja dachowa i część konstrukcji stropu).

4. Wichury i trąby powietrzne – przykłady oszacowania strat finansowych w gospodarce, zagrożenie życia i zdrowia ludzkiego

Z przedstawionych danych dotyczących liczby wystąpienia trąb powietrznych w Polsce w latach 1979–1988 i 1998–2016 wynika, że:

- łącznie w ciągu 29 lat stwierdzono wystąpienie 153 lądowych trąb powietrznych, co średnio daje ponad 5 trąb w ciągu roku,
- w następnych latach mogą pojawiać się trąby powietrzne w liczbie od 1 do 10 w ciągu roku, łącznie z silnymi wichurami liczba tych zjawisk może być nawet większa niż 10,
- niektóre z nich mogą być silnymi trąbami powietrznymi i które mogą powodować znaczne straty finansowe w gospodarce. Przykłady kilkunastu silnych trąb powietrznych opisuje Lorenc [3]. Do tych przykładów należy dodać szczegółowo opracowaną trąbę powietrzną z dnia 15 sierpnia 2008 r., pod kątem analizy spowodowanych zniszczeń i oszacowania prędkości wiatru trąby,[4],
- trąby powietrzne nawet o średniej intensywności i długości, np. do 10 km i szerokości do 100 m powodowały w przeszłości i będą powodować w przyszłości uszkodzenia budynków, a także lasów i roślinności.

Ponieważ w przyszłości w każdym roku będą występowały w Polsce gwałtowne burze połączone z silnymi wiatrem, a także w kilku przypadkach trąby powietrzne to powstają pytania:

- jakiego rzędu straty finansowe w gospodarce będą powodowały?
- czy zjawiska te niosą zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego?

Aby choć w przybliżeniu odpowiedzieć na tak sformułowane pytania rozpatrzmy dwa zjawiska naturalne, które miały miejsce w dniu 19 lipca 2015 r. i w dniu 15 sierpnia 2008 r. W pierwszym przypadku portal Onet.pl w dniu 20 lipca 2015 r. napisał: „Gwałtowne burze, którym towarzyszył porywisty wiatr, przeszły w dniu 19 lipca 2015 r. przez Polskę. Najcięższa sytuacja jest w województwach: mazowieckim, wielkopolskim i kujawsko-pomorskim. Silny wiatr zerwał dachy z 780 budynków. Według najnowszych informacji zginęła 1 osoba, a 14 zostało rannych. Bilans nie jest jeszcze ostateczny, wciąż napływają nowe zgłoszenia. W terenie pracują kilka tysięcy strażaków, którzy zabezpieczają uszkodzone dachy, usuwają powalone drzewa i wypompowują wodę z zalanych budynków. Łącznie około 100 tysięcy odbiorców było bez prądu w województwach: śląskim, mazowieckim, świętokrzyskim, podlaskim i wielkopolskim. Wystąpiła także trąba powietrzna w okolicach wsi Zawala k/Torunia, która uszkodziła 30 domów, budynek sklepu został całkowicie zniszczony.

W drugim przypadku można skorzystać z opublikowanej pracy [4], która zawiera liczbowe dane dotyczące zniszczeń i strat ludzkich po wystąpieniu silnej trąby powietrznej w dniu 15 sierpnia 2008 r. Przeszła ona przez trzy województwa: opolskie, śląskie i łódzkie, jej trasa miała długość 105 km. Straty są następujące: łącznie zostało uszkodzonych 1624 budynki, z których 710 zostało zakwalifikowanych do remontu, 779 do odbudowy i 135 do wyburzenia, 4 osoby zginęły, 60 osób zostało rannych, zginęło wiele zwierząt domowych, trakcja kolejowa na linii Gliwice-Strzelce Opolskie została częściowo zniszczona, kilkanaście dróg lokalnych było nieprzejezdnych przez powalone drzewa. Przyjmując oszacowanie dolne można przyjąć, że straty finansowe w pierwszym przypadku były rzędu ponad 10 mln złotych, zaś w drugim przypadku ponad 100 mln złotych. W czasie obu zdarzeń zginęli ludzie – kilka osób. Tylko analiza tych dwóch przypadków pozwala na sformułowanie odpowiedzi na dwa wcześniej postawione pytania, tj.:

- ad A. można przyjąć, że gwałtowne burze połączone z silnymi wiatrami, a także trąby powietrzne, każdego roku w przyszłych latach, będą powodowały wielomilionowe straty finansowe w gospodarce.
- ad B. zjawiska wymienione powyżej będą niosły zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. Należy podkreślić, że jest ono mniejsze od liczby przypadków utonięć lub liczby osób śmiertelnych w wypadkach drogowych, ale niosą duże straty gospodarczo-społeczne.

Należy podkreślić, że w naszym kraju nie prowadzi się w systematyczny sposób badań uszkodzeń budynków, infrastruktury gospodarczej, roślinności i lasów po wystąpieniu silnych wiatrów i trąb powietrznych. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej rozpoczął monitorowanie struktury fizycznej trąb powietrznych od 1998 r., ale wynikało to z osobistych zainteresowań jednego pracownika Instytutu – Prof. H. Lorenc. Taką sytuację można zmienić na przykład przez przydzielanie „szybkich” grantów badawczych przez odpowiednie instytucje do wykonania takiej analizy przez ośrodki naukowe po wystąpieniu katastrofalnych zjawisk naturalnych. Takie możliwości istnieją w USA, gdzie po wystąpieniu silnej trąby powietrznej ośrodki naukowe otrzymują granty na wykonanie tzw. post-tornado damage investigations (badań i analizę uszkodzeń po wystąpieniu trąby powietrznej) z Narodowej Fundacji Nauki w Waszyngtonie DC.

5. Wnioski

Na podstawie danych statystycznych dotyczących liczby trąb powietrznych, które wystąpiły w latach 1979–1988 i 1998–2016 i ich skutków sformułowano następujące wnioski:

- a) w następnych latach w Polsce oprócz burz, którym będą towarzyszyły silne wiatry, wystąpią trąby powietrzne każdego roku kalendarzowego w liczbie od jednej do kilku. Łącznie liczba tornad i silnych wichur może być nawet większa niż 10,
- b) wichury i trąby powietrzne będą powodowały milionowe lub wielomilionowe straty w gospodarce w zależności od skali ich intensywności, szerokości i długości,
- c) zarówno silne wiatry a także trąby powietrzne niosą zagrożenie dla życia i zdrowia ludzkiego.

Literatura

1. Rządowe Centrum Bezpieczeństwa: Zagrożenia okresowe występujące w Polsce, Wydział Analiz RCB, Warszawa 2012.
2. Lorenc H.: Struktura i zasoby energetyczne wiatru, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 1996.
3. Lorenc H.: Maksymalne prędkości wiatru w Polsce, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2012.
4. Chmielewski T., Nowak H., Walkowiak K., Tornado in Poland of August 15, 2008: Results of post-disaster investigation, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 118/2013, pp. 54–60.
5. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego w Warszawie – Rejestr Katastrof Budowlanych (RKB, RKB-2).

ANALYSIS OF STORMS AND TORNADOES DAMAGE RISK ASSESSMENT IN POLAND

Abstract: Storms and tornadoes are one of the most costly natural hazards in Poland. The objective of this paper is a better understanding of structural and other types of damage consequences. To meet the objective, a numerous study focused on an estimation of the occurrence of tornadoes in Poland in the years 1979–1988 and 1998–2016 were made, and described in the paper. The results of the assessment of financial losses in Polish economy and a threat to a human life and health caused by natural disasters are presented. The conclusions included in the paper should help readers to better understand the storm and tornado phenomena, damages caused by them in the past in order to avoid or limit similar effects in the future.

Keywords: storms, tornadoes, damage, financial losses, a threat to life and health of people