

Joanna Burdzy

Uniwersytet Warszawski,
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych,
Zakład Klimatologii
00–927 Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 30
e-mail: joanna.burdzy@student.uw.edu.pl

**TORNADA W STANACH ZJEDNOCZONYCH
W LATACH 1950–2009**

**Tornadoes in the United States of America
in years 1950–2009**

Summary. The aim of this study is to characterize the phenomenon of a whirlwind and analysis of their appearing in the United States. On a large scale appearing tornadoes were traced in years 1950–2009. Presented are the conditions under which air vortices are formed, a detailed division of their and specific properties. In the examined time it appeared in the USA over 50 thousand of tornadoes. Were registered 148 cases of so-called „tornado outbreak”, in frames which were created almost 7680 air vortices. They showed that tornadoes were appearing mainly in spring (most in May), in the afternoon. They are usually hitting such states as: Kansas, Oklahoma, Missouri, Illinois, and Texas. Cycles of whirlpools most often turn up about lowest intensity at the Fujity scale (F0) which a few more dangerous phenomena usually accompany (F4 or F5). In final years is being registered an increase in the frequency of whirlwinds. Better methods of monitoring these phenomena influence on it. They contribute to the improvement of the system such as warning people against the element. Year after year, this decreasing the balance of victims and people affected by the tornadoes.

Słowa kluczowe: tornado, trąba powietrzna, skala Fujity, Stany Zjednoczone

Key words: tornado, whirlwind, Fujita scale, United States

WSTĘP

Trąby powietrzne należą do najgroźniejszych anomalii pogodowych na świecie. Stanowią największą koncentrację energii, jaka może powstać w atmosferze. Czasem nawet z pozoru niegroźnie wyglądające zawirowanie jest odpo-

wiedzialne za bardzo wiele zniszczeń. Chociaż szkody te zwykle są wyrządzane na niewielkiej przestrzeni, niekiedy pojawia się seria takich niszczycielskich wirów, która sieje spustoszenie na rozległym obszarze.

Praca ma na celu przedstawienie przebiegu masowo występujących tornad (tzw. tornado outbreak), jakie nawiedziły Stany Zjednoczone w latach 1950–2009. W ciągu rozpatrywanego wielolecia zanotowano 148 takich ekstremalnych zjawisk, a w ich obrębie uformowało się aż 7679 wirów.

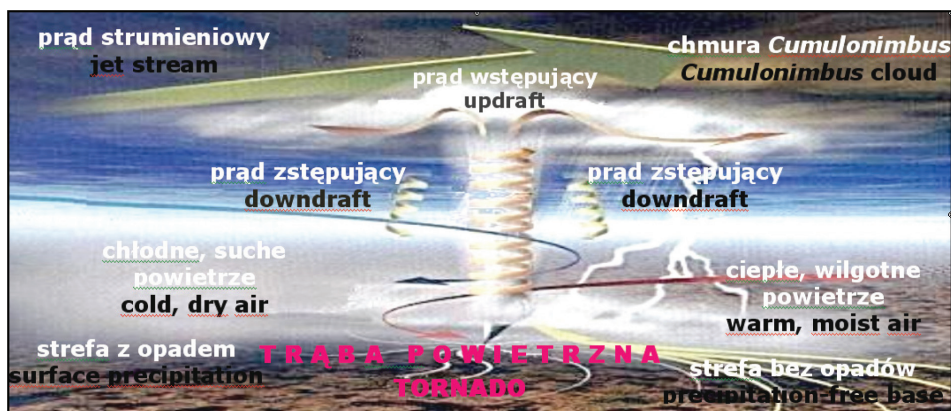
OBIEKT BADAŃ

Z pojęciem trąby powietrznej zetknąć się można jedynie na łamach polskojęzycznej literatury. To „wiatr wirowy wokół osi pionowej o ograniczonej średnicy (kilkadziesiąt metrów), w postaci wirującego słupa zwisającego z rozbudowanej chmury Cumulonimbus do powierzchni ziemi (Słownik meteorologiczny 2003). W zagranicznych publikacjach na określenie tego zjawiska dominuje termin tornado. W Polsce pod tą definicją kryje się jednak zawirowanie powietrzne wyłącznie z obszaru Stanów Zjednoczonych. Tamtejsze trąby są zdecydowanie groźniejsze niż wiry powietrzne spotykane w innych częściach świata, ponadto wyróżnia je także specyficzny sposób powstawania. Bardzo często na terenie USA występuje też tzw. tornado outbreak. Jest to zjawisko formowania się w grupach (lub indywidualnie) więcej niż sześciu trąb powietrznych z jednej komórki burzowej lub w wyniku połączenia kilku takich komórek, w czasie nie dłuższym niż 48 godzin (Galway 1977). Bywa, że tornada pojawiają się masowo także po upływie tego czasu. Jest to tzw. tornado outbreak sequence.

Istnieje wiele zjawisk, które są związane z zawirowaniem powietrza, ale różnią się np. sposobem powstawania. Najogólniej można wydzielić trąby związane z mezocyklonem (np. trąby superkomórkowe) i niezwiązane z mezocyklonem (np. trąby lądowe i wodne). Do najpowszechniejszych i najgroźniejszych należą trąby superkomórkowe, które wiążą się z wirującym ruchem powietrza (mezocyklon), zachodzącym w obrębie prądów wstępujących. Co więcej, zdarza się, że niektóre zjawiska często są mylone z trąbami powietrznymi (np. *gustnado*, *horseshoe vortex*, *dust*, *steam*, *snow*, *ice* czy *fire devil*; Burdzy 2010).

Do powstania trąby powietrznej niezbędna jest zmiana kierunku i prędkości wiatru wraz z wysokością, która wymusza poziomą cyrkulację powietrza przy powierzchni ziemi (ryc. 1). Silne prądy wstępujące nad gruntem (utworzone na skutek różnicy temperatury) powodują odchylenie tego zawirowania do pionu. Dochodzi do niego na styku dwóch skrajnych mas powietrza, poruszających się w przeciwne strony. Ważna jest też obecność prądu strumieniowego, który wciąga na większe wysokości unoszące się na skutek konwekcji powietrze (Graniczny, Mizerski 2007). Najlepsze warunki do formowania się wirów wy-

stępują w środkowych USA w tzw. Alei Tornad. Stykają się tam ze sobą suche i zimne powietrze znad Kanady oraz gorące i suche powietrze znad pustyń Środkowego Zachodu, z bardzo wilgotnym powietrzem znad Zatoki Meksykańskiej (Pędziwoł 2003). To właśnie na tym obszarze można spotkać tzw. „łowców burz” (ang. *storm chasers*). Są to grupy naukowców i miłośników ekstremalnych przeżyć, które śledzą komórki burzowe, z których mogą powstawać zawirowania. Ich zadaniem jest zebranie danych z wnętrza tornada za pomocą specjalnie rozstawionych na ich drodze sond. W tym celu przemierzają oni setki tysięcy kilometrów, narażając niekiedy zdrowie, a nawet życie. Dzięki ich pracy możliwe jest zebranie informacji o tornadach oraz rozwój wiedzy na ten temat. Na podstawie istniejącego w Stanach Zjednoczonych monitoringu trąb powietrznych stworzono jedyną na świecie sprawną bazę danych o tym zjawisku. Na podstawie jej materiałów można było przeprowadzić podstawową analizę występowania tornad w USA.



Ryc. 1. Warunki niezbędne do powstania trąby powietrznej (<http://www.fizyka.net.pl/ciekawostki/grafika2/tajfun2.jpg>)

Fig. 1. Essential conditions to be created of tornadoes (<http://www.fizyka.net.pl/ciekawostki/grafika2/tajfun2.jpg>)

METODY BADAŃ I MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

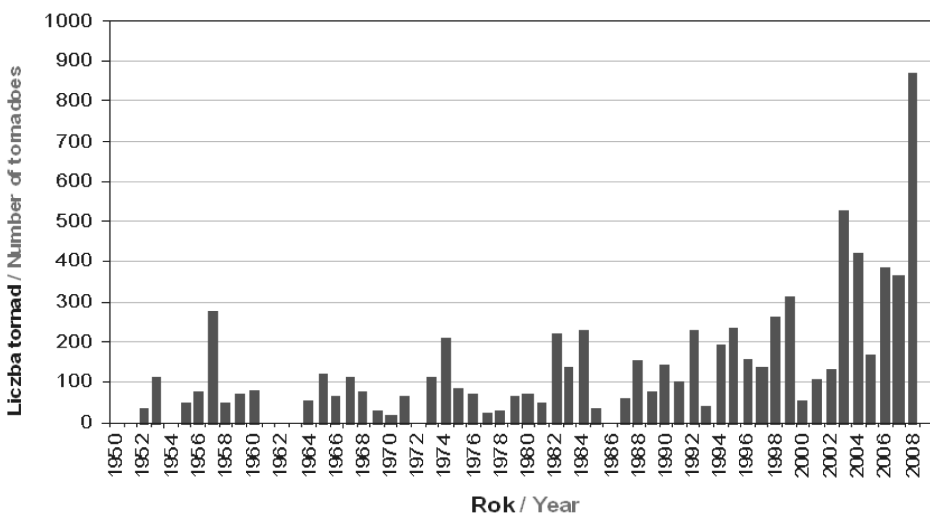
Teoretyczną część pracy oparto na literaturze poświęconej trąbom powietrznym, a także na wielu serwisach meteorologicznych (m.in. www.noaa.gov). Ponadto wykorzystano też materiały zamieszczone w licznych anglojęzycznych artykułach publikowanych w Internecie. Wielu cennych informacji dostarczyły także filmy dokumentalne (m.in. „Supertornado” 2007). Baza danych do pracy znajduje się na stronie www.tornadohistoryproject.com/. Dotyczy ona m.in. okresu wystąpienia danego zjawiska (dzień, miesiąc, rok), a także

czasu jego zetknięcia się z powierzchnią ziemi (godzina). Każdemu ze zjawisk przypisano stopień intensywności według skali Fujity, jak również określono miejsce jego wystąpienia (stan i hrabstwo). Zamieszczono tam także informację o liczbie ofiar i rannych w wyniku przejścia danego wiru. Do analizy wybrano tylko te tornada, które pojawiły się masowo (*tornado outbreak*). Oparto się więc na stronie http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_tornadoes_and_tornado_outbreaks, gdzie zamieszczono spis *tornado outbreak* w USA. Na jego podstawie odszukano te zjawiska w bazie danych i pobrano potrzebne materiały. Przeanalizowano więc tornada, jakie pojawiły się nad USA w seriach w latach 1950–2009. Zbadano m.in. ich częstość, siłę, jak również obszary najbardziej narażone na ich pojawianie się oraz bilans ofiar i rannych w wyniku tornad.

WYNIKI BADAŃ

W badanym okresie nad Stanami Zjednoczonymi utworzyło się ponad 53 tysiące tornad. Zanotowano wówczas 148 przypadków tzw. *tornado outbreak*, podczas których powstało aż 7679 zawirowań. Serie tornad stanowią więc ok. 15% wszystkich zjawisk tego typu. Częstość trąb powietrznych w ostatnich latach wzrasta (ryc. 2). Może to jednak mieć związek m.in. z coraz to lepszymi metodami monitorowania tornad w ciągu ostatnich kilkunastu lat. Podobne spostrzeżenia w swojej pracy wysunęli Edwards i in. (2004).

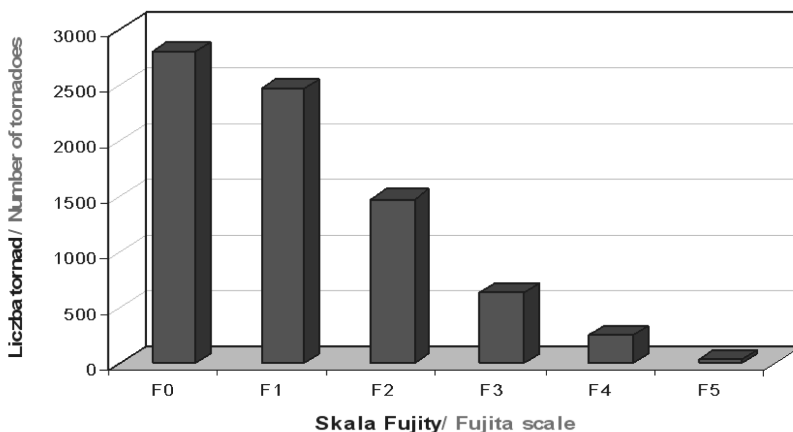
W badanym czasie najczęściej tworzyły się tornada o najmniejszej sile (F0 i F1 w skali Fujity); zanotowano 2798 wirów o intensywności F0 i 2469 przy-



Ryc. 2. Przebieg wieloletni tornad w Stanach Zjednoczonych (1950–2009)

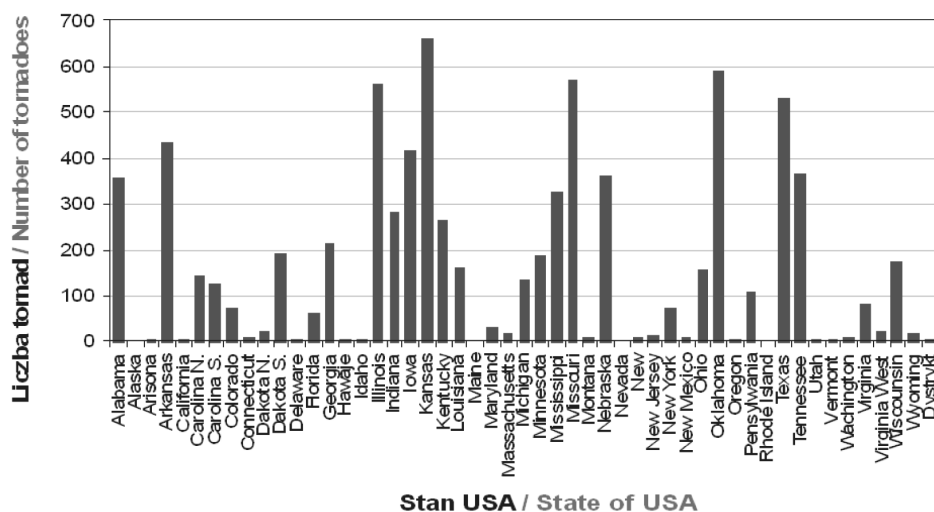
Fig. 2. Long-term course of tornadoes in the United States (1950–2009)

padków F1. Najmniej pojawiało się tornad o największej sile – wystąpiło 40 tornad F5 i 256 zawirowań F4 (ryc. 3).



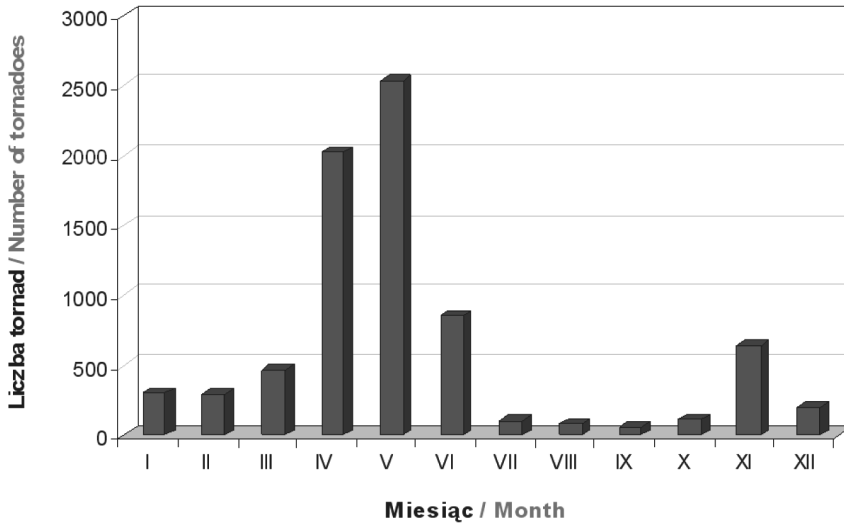
Ryc. 3. Liczba tornad w Stanach Zjednoczonych wg skali Fujity (1950–2009)
Fig. 3. Number of tornadoes in the United States by Fujita scale (1950–2009)

Do obszarów najbardziej narażonych na masowe występowanie tornad należą przede wszystkim środkowe tereny Stanów Zjednoczonych. Najwięcej zjawisk tego typu formowało się w stanach: Kansas, Oklahoma, Missouri, Illinois i Texas (ryc. 4). W każdym z nich zanotowano wówczas ponad 500 przypadków trąb powietrznych. Na obszarze stanów: Alaska, Maine, Nevada i Rhode Island nie pojawiło się ani jedno zawirowanie powietrzne.

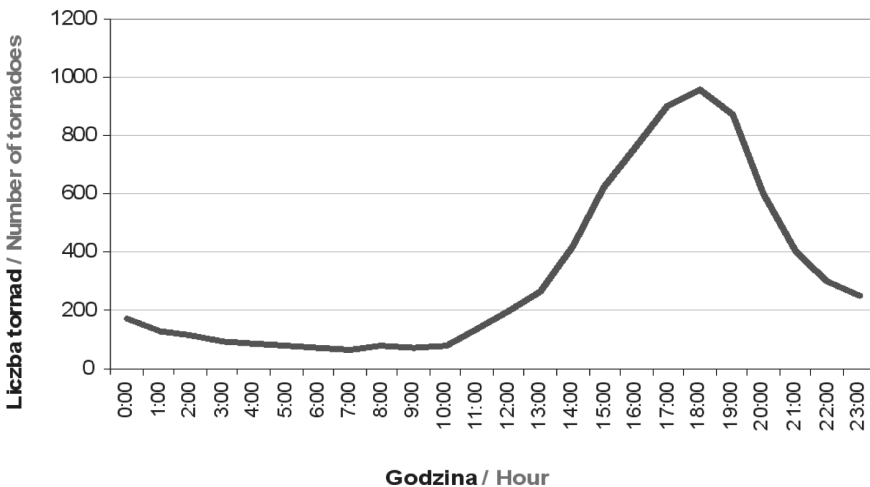


Ryc. 4. Liczba tornad w Stanach Zjednoczonych w podziale na stany USA (1950–2009)
Fig. 4. Number of tornadoes in the division into state of USA (1950–2009)

Tornada w Stanach Zjednoczonych występują przede wszystkim w okresie wiosennym (ryc. 5); najwięcej przypadków zanotowano w maju (2529). Zdecydowanie najmniej trąb powietrznych pojawiało się od lipca do października (średnio ok. 150 przypadków). Zdaniem niektórych uczonych (m.in. Deana 2006), częstość tornad w tym okresie zależy przede wszystkim od aktywności huraganów.



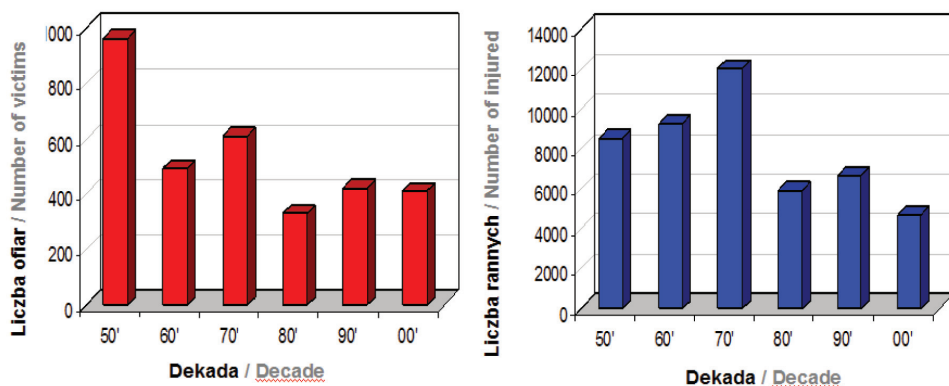
Ryc. 5. Przebieg roczny liczby tornad w Stanach Zjednoczonych (1950–2009)
Fig. 5. Annual course of tornadoes number in the United States (1950–2009)



Ryc. 6. Przebieg dobowy tornad w Stanach Zjednoczonych (1950–2009)
Fig. 6. 24-hour course of tornadoes in the United States (1950–2009)

Najczęściej tornada formowały się w godzinach popołudniowych, od 15⁰⁰ do 20⁰⁰ (ryc. 6), a najwięcej przypadków pojawiło się o godzinie 17⁰⁰ i 18⁰⁰ (odpowiednio 957 i 897). Wyniki te są potwierdzeniem wcześniejszych badań, wykonanych na początku lat 1950. Flora (1953) wówczas zauważył, że trąby powietrzne najliczniej tworzą się po południu.

Najwięcej ofiar (963 zgony) tornada pochłonęły w latach 1950., a najwięcej rannych (12064 przypadki) było w latach 1970. (ryc. 7). Bilans poszkodowanych w wyniku tych zjawisk w ostatnim 60-leciu maleje. Wiąże się to głównie z coraz to sprawniejszym systemem ostrzegania ludzi przed tym żywiołem. Potwierdzają to również badania opublikowane przez Brooksa (2010), który prześledził liczbę ofiar trąb powietrznych, jakie utworzyły się nad Stanami Zjednoczonymi od 1875 r.



Ryc. 7. Liczba ofiar i rannych w wyniku tornad w Stanach Zjednoczonych (1950–2009)
Fig. 7. Victims and injured as a result of tornadoes in the United States (1950–2009)

WNIOSKI

Trąba powietrzna to jedno z najniebezpieczniejszych zjawisk pogodowych na naszej planecie. Pomimo wieloletniej pracy naukowców, do końca nie poznano jeszcze warunków jej powstawania. Zawirowania te występują na wszystkich kontynentach, ale na terenie Stanów Zjednoczonych są one wyjątkowo intensywne. Dlatego większość badań na ten temat pochodzi właśnie z tej części świata. Dokonując tej analizy, oparto się na danych odnośnie do tornad, które nawiedziły terytorium USA w postaci serii. Stwierdzono, że cykle wirów, podobnie jak pojedyncze przypadki tornad, najczęściej pojawiają się na wiosnę, a maksimum ich występowania przypada na maj. Wówczas nad kontynentem północnoamerykańskim dochodzi do bardzo częstego mieszania się ze sobą suchego, zimnego powietrza z Kanady oraz suchego, gorącego powietrza

znad Pustyni Środkowego Zachodu z bardzo wilgotnym, gorącym powietrzem znad Zatoki Meksykańskiej. Nizinne ukształtowanie środkowej części USA powoduje, że masy powietrzne znad Kanady mogą przemieszczać się daleko na południe, a masy powietrzne znad Zatoki Meksykańskiej – daleko na północ. W wyniku tego nad tym obszarem tworzą się liczne komórki burzowe. Zdecydowana większość *tornado outbreak* powstaje w wyniku działalności tzw. superkomórek burzowych (ang. *supercells*). Zawirowania powietrzne zwykle pojawiają się masowo w godzinach popołudniowych, kiedy formacja burzowa jest już silnie rozwinięta. Najliczniej tworzą się w godzinach 17–18. Przeważnie pojawia się seria słabszych wirów (o sile F0 czy F1 w skali Fujity), którym towarzyszy kilka groźniejszych tornad (stopnia F4 lub F5). Niestety, nawet niezbyt silne trąby powietrzne pojawiające się masowo wyrządzają niekiedy wiele szkód i są dużym zagrożeniem dla zdrowia i życia ludzi. W badanym czasie (1950–2009) w wyniku *tornado outbreak* śmierć poniosło ponad 3100 osób, a aż 47200 zostało rannych. Z upływem lat liczba osób poszkodowanych przez trąby powietrzne maleje. Średnio co roku w Stanach Zjednoczonych tworzy się ok. 700–1200 tornad, które pochłaniają od 50 do 100 istnień. System mający za zadanie ostrzegać ludzi przed tym zagrożeniem jest wciąż usprawniany. Najbardziej zagrożeni są mieszkańcy takich stanów, jak: Kansas, Oklahoma, Missouri, Illinois i Texas. Na tych obszarach dochodzi do najczęstszego masowego występowania zawirowań. Z roku na rok notuje się wyraźnie mniej tornad o gwałtownej sile, wzrasta natomiast liczba najsłabszych zjawisk. Jest to związane ze znacznie lepszymi metodami monitorowania wirów obecnie, niż było to kilkadziesiąt czy kilkanaście lat temu. Nie ulega jednak wątpliwości, że tornado stanowią w tej chwili jedno z najniebezpieczniejszych zjawisk pogodowych na naszej planecie. Należy więc prowadzić nieustanne badania, aby w pełni poznać ich genezę i moc w przyszłości lepiej się przed nimi bronić.

Literatura

- Burdzy J., 2010, *Zjawisko masowego występowania trąb powietrznych w Stanach Zjednoczonych i w wybranych rejonach świata*. Praca magisterska wykonana w Zakładzie Klimatologii WGiSR UW, Warszawa.
- Brooks H.E., 2010, *Tornado deaths: what the past tells us about the future*. 25th Conference on Severe Local Storms, 11–14.10.2010, Norman.
- Dean A., 2006, *A Look at the Tornado Report and Watch Climatology for the Continental United States from 1986–2005*. 23rd Conference on Severe Local Storms, 6.11.2006, St. Louis.
- Edwards R., Thompson R., Crosbie K., Hart J., 2004, *Proposals for modernizing the definitions of tornado and severe thunderstorm outbreaks*. 22nd Conference on Severe Local Storms, 3–8.10.2004, Norman.

- Flora S., 1953, *Tornadoes of the United States*. University of Oklahoma Press, Norman.
- Forbes G., 2006, *Meteorological aspects of high-impact tornado outbreak*. Symposium on the Challenges of Severe Convective Storms, 28.01.–2.02.2006, Atlanta.
- Galway J.G., 1977, *Some climatological aspects of tornado outbreaks*. 105, 477–484, NSSFC, Kansas.
- Graniczny M., Mizerski W., 2007, *Katastrofy przyrodnicze*. PWN, Warszawa.
- Lyons W., 1997, *The handy weather answer book*. Visible Ink Press, Detroit.
- Pędziwol A., 2003, *Dotyk tornada*. Wiedza i Życie, 9, 60–65.
- Słownik meteorologiczny* (red. T. Niedźwiedź), 2003, PTGeof., IMGW, Warszawa.
- Supertornado* [film dokumentalny], reż. Tang I., Edwards G., Turner J, Maltby C., Slee M., Warszawa: Presspublica, 2007, (DVD ok. 50 min), Seria: Zabójcze Żywiec; cz.3.