

## Trąby powietrzne i tornada

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja 3D](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Trąby powietrzne i tornada

Źródło: dostępny w internecie: [pixabay.com](https://pixabay.com), domena publiczna.

Czy znajomość zasad fizyki może uratować życie w czasie spotkania z trąbą powietrzną? Zdecydowanie tak! Zjawisko wywołane przez duże różnice temperatury i wilgotności powietrza generuje niszczycielskie różnice ciśnienia i gwałtowny przepływ powietrza. Jak się ochronić przed skutkami tego zjawiska?

### Twoje cele

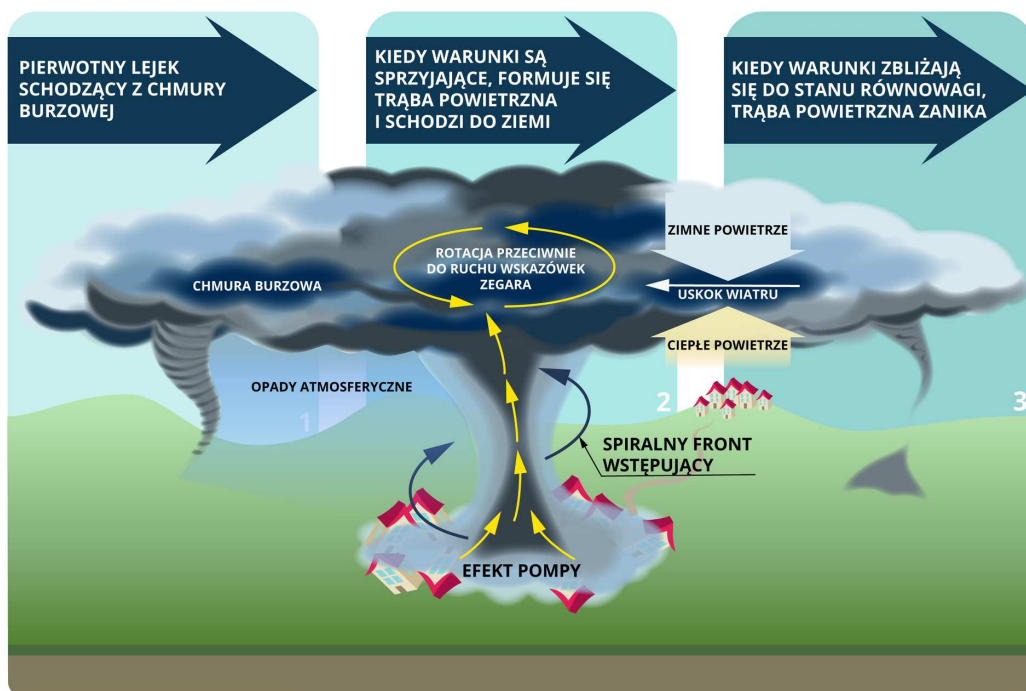
- Wyjaśnisz, jakie siły powodują powstawanie najbardziej niszczycielskiego wiatru na Ziemi.
- Przeanalizujesz ruch powietrza i skutki, jakie przynosi.
- Ocenisz zagrożenie związane z trąbami powietrznymi.

# Przeczytaj

## Powstawanie trąby powietrznej

Trąba powietrzna to rodzaj małoskalowego wiru powietrznego (tornado, trąba lądowa, trąba wodna, zjawisko [gustnado](#)) pod postacią wirującej kolumny powietrza.

W miejscach, gdzie ciepłe i wilgotne powietrze styka się z chłodnym i suchym, tworzą się warunki do powstawania niebezpiecznych zjawisk na kuli ziemskiej – trąb powietrznych.



Schemat powstawania trąby powietrznej

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Niezbędnym warunkiem do utworzenia się trąby jest także pojawienie się na niebie chmury burzowej Cumulonimbus. W umiarkowanych szerokościach geograficznych burze tworzą się najczęściej na frontach chłodnych (burze frontowe). Burze termiczne mogą formować się także w wyniku gwałtownego wznoszenia się ciepłego i wilgotnego powietrza od nagrzanego podłoża do górnych warstw atmosfery.

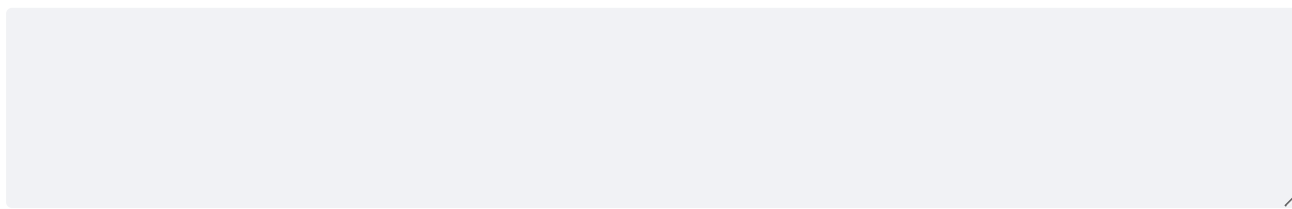
Aby powstała trąba powietrzna, musi wystąpić silny powietrzny prąd wznoszący. Powstaje on przy zderzeniu mas powietrza znacznie różniących się temperaturą i wilgotnością. Początkowo wir tworzy się w osi poziomej, by z czasem przyjąć orientację pionową. Łączy on wtedy podstawę chmury Cumulonimbus (w wyjątkowych przypadkach Cumulus congestus) z powierzchnią gruntu. Trąba powietrzna zaczyna być widoczna dopiero wtedy, gdy zaczyna podrywać z ziemi drobinki gruntu, piasek i rośliny.

Szczególnym przypadkiem trąby powietrznej są tornada, które występują głównie na terenie Ameryki Północnej. W ich tworzeniu bierze również udział prąd strumieniowy z wyższych partii atmosfery, który dodatkowo zasysa powietrze i ułatwia tworzenie się tzw. superkomórek burzowych.

#### **Polecenie 1**

**Zastanów się, czy trąba powietrzna może być kolorowa.**

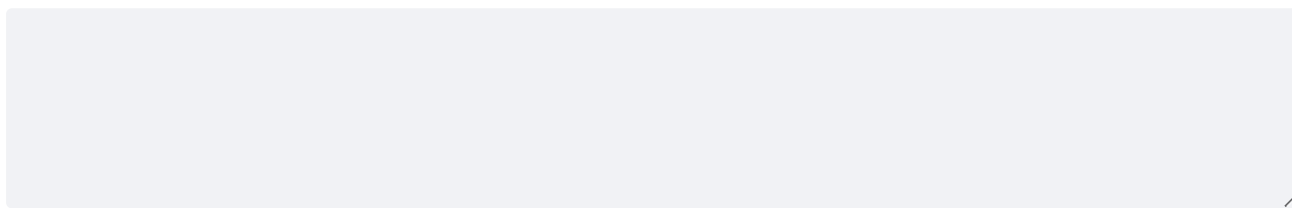
---



#### **Polecenie 2**

**Wymień zjawiska towarzyszące trąbie powietrznej.**

---

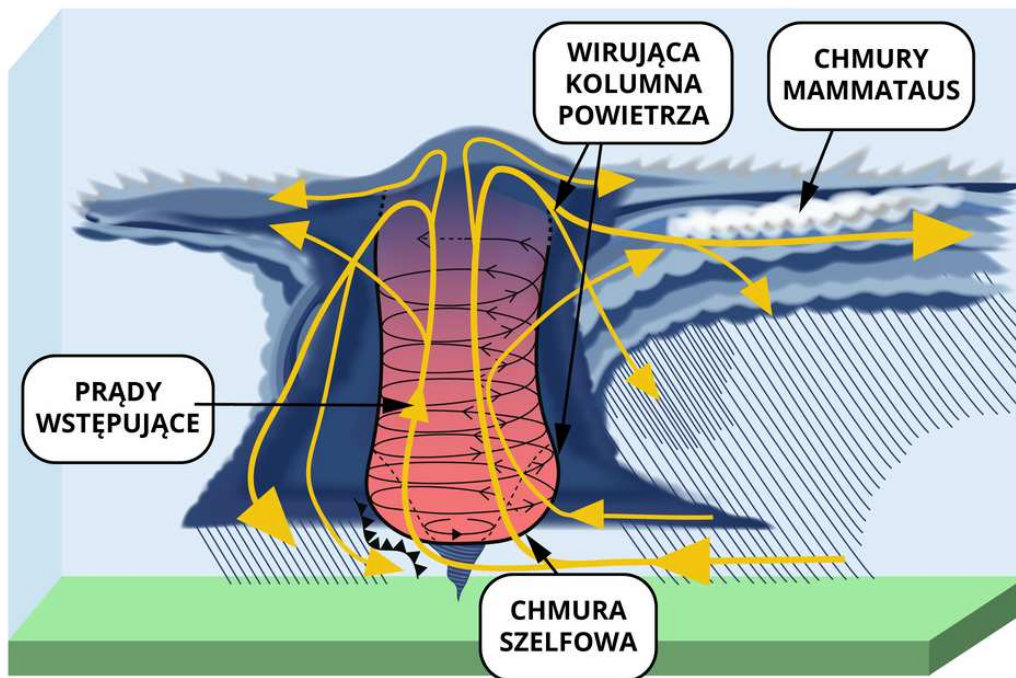


#### **Polecenie 3**

**Dopasuj nazwy kształtów trąb powietrznych do odpowiednich zdjęć.**

## **Przekrój przez superkomórkę burzową**

Tornado to lej wirującego powietrza, który styka się z gruntem. Aby dobrze poznać działania tego zjawiska, niezbędne jest poznanie struktury komórek burzowych, które mogą wytworzyć trąbę.



Przekrój przez superkomórkę burzową

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., oprac. na podstawie [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org), licencja: CC BY-SA 3.0.

W komórce burzowej występują silne prądy wstępujące i zstępujące. Wewnątrz tworzy się wirująca kolumna powietrza, czyli mezocyklon. Powyżej kowadła superkomórki burzowej, w miejscu wystąpienia mezocyklonu, pojawiają się charakterystyczne kłęby chmur, wystające ponad kowadło i świadczące o silnych procesach konwekcyjnych zachodzących w chmurze. Te specyficzne wierzchołki mogą przebijać się do stratosfery i nazywane są *overshooting top*. Tornado schodzi do ziemi z mezocyklonu, z części chmury określanej jako chmura szelfowa. Zwiastunem intensywnych prądów zstępujących i wstępujących są chmury mammatus. Chmurze towarzyszą intensywne opady deszczu oraz gradu.

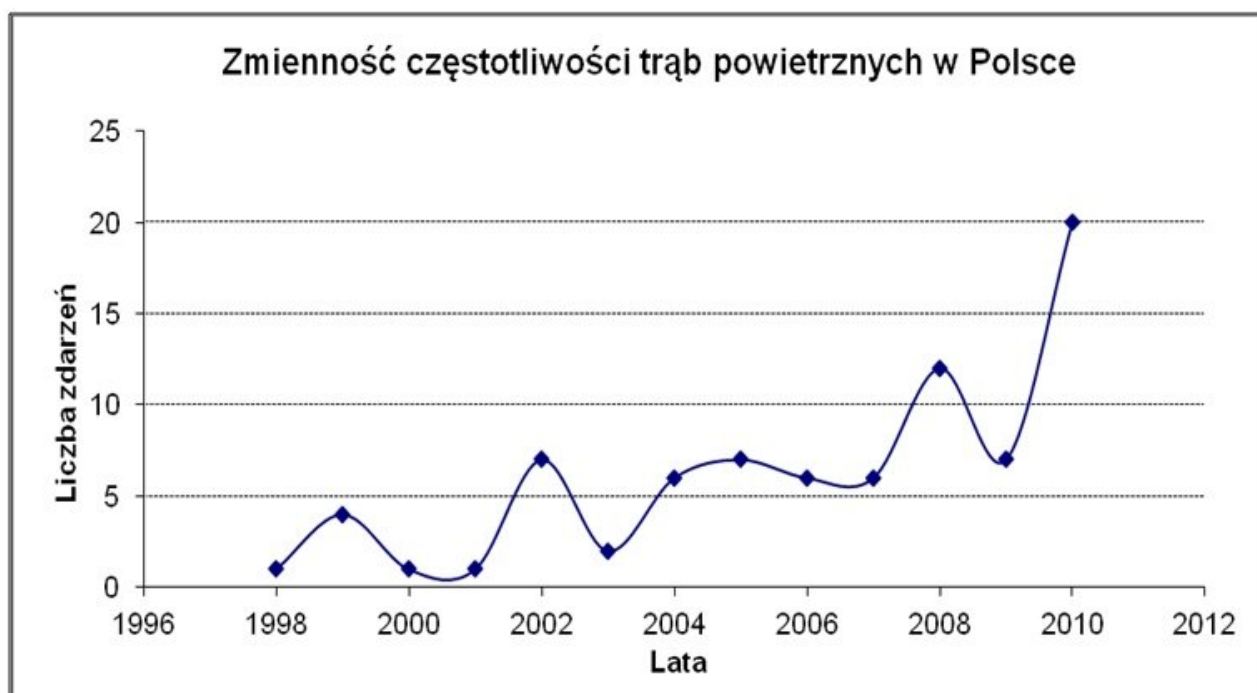
## Aleja Tornad w Stanach Zjednoczonych

Trąby powietrzne występują przede wszystkim na obszarze Stanów Zjednoczonych. Co roku schodzi tu na ziemię 700-1200 lejów, które powodują śmierć ok. 100 osób. Największą koncentracją tych zjawisk charakteryzuje się obszar Alei Tornad, który obejmuje Teksas, Oklahomę, Nebraskę oraz zachodnie części stanów Iowa, Missouri

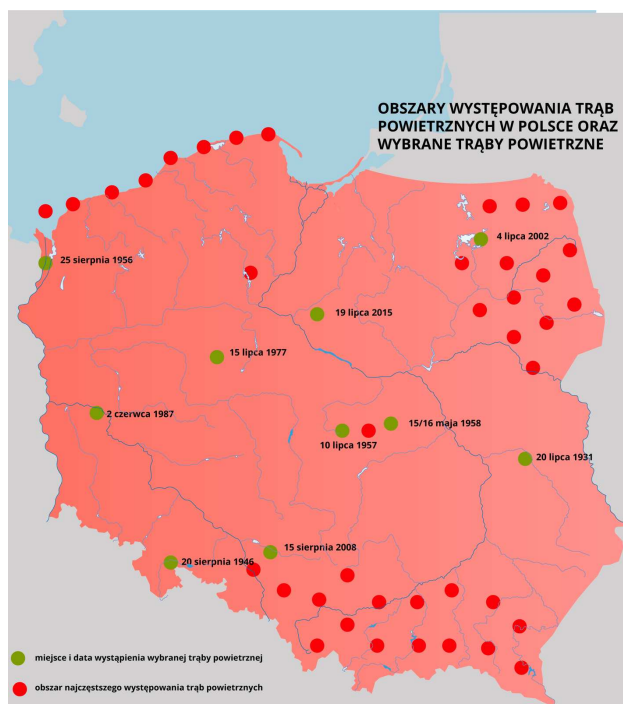
i Arkansas (długość 850 km, szerokość 600 km). Jest to główny rejon występowania burz tornadogenetycznych, które powstają w wyniku mieszania się skrajnie różnych mas powietrza (zimnego i suchego powietrza arktycznego z ciepłym i wilgotnym powietrzem zwrotnikowym). W Alei Tornad pojawiają się wielkie superkomórki burzowe, bardzo uwodnione, mogące zawierać nawet 1 mld ton wody. Chmura, wewnątrz której dochodzi do gwałtownych turbulencji potężnych mas powietrza, sięga do tropopauzy i ma szerokość 20-50 kilometrów, a czas jej trwania dochodzi do 4 godzin. To właśnie w niej rodzi się tornado.

## Trąby powietrzne i tornada w Polsce

Trąby powietrzne występują na całym obszarze kraju w okresie sezonu letniego (czerwiec – sierpień), najczęściej około południa. Średnią w Polsce było 6 zjawisk w ciągu roku, jednak w ciągu kilku ostatnich lat obserwuje się ich znaczne zwielokrotnienie – od 7 do nawet 20. Ze względu na dużą prędkość wiatru w trąbach powietrznych (od 30 do 120 m/s) mogą one powodować znaczące szkody w skali lokalnej. Analiza danych meteorologicznych wskazuje, że trąby powietrzne pojawiają się najczęściej na terenie Wyżyny Małopolskiej i Lubelskiej, sięgając aż po Mazowsze, Podlasie oraz Pojezierze Mazurskie. W strefie wybrzeża notuje się ponadto kilka, a czasem nawet kilkanaście przypadków trąb wodnych rocznie. Lokalna Aleja Trąb występuje w okolicach Półwyspu Helskiego.



Źródło: dostępny w internecie: [klimada.mos.gov.pl](http://klimada.mos.gov.pl), domena publiczna.



Obszary występowania trąb powietrznych w Polsce oraz wybrane trąby

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o. na podstawie [obserwatorzy.info](http://obserwatorzy.info), licencja: CC BY-SA 3.0.

## Skutki wystąpienia tornada i trąby powietrznej

Trąby powietrzne są zjawiskiem niebezpiecznym, wyrządzają wiele szkód materialnych oraz, co najważniejsze, powodują ofiary wśród ludzi. Trąby są zjawiskiem najczęściej krótkotrwałym (mogą trwać od kilku minut do kilku godzin – bardzo rzadko), jednak budzą ogromny lęk przez swoją niszczącą siłę. Wielkie prędkości wiatru (od 17 do 142 m/s, czyli od 61 do nawet 512 km/h), spowodowane dużymi różnicami ciśnienia wewnątrz leja i poza nim (spadek do 100 hPa), powodują zniszczenia na trasie przejścia zjawiska. Czasami ścieżka zniszczenia może mieć szerokość od ok. 6 metrów do 5 km przy największych tornadach. Długość ścieżki zniszczeń może sięgać od 300 metrów aż do 500 kilometrów. Lej trąby powietrznej porywa cząsteczki gruntu i bywa, że piasek i żwir wbijają się w ciało człowieka. Drzewa zostają nierzadko skręcone niczym korkociągi, samochody, ciężarówki, a nawet lokomotywy mogą zostać uniesione i przesunięte na znaczne odległości. Skutkiem panującego wewnątrz trąby niskiego ciśnienia i silnego wiatru są zniszczenia budynków, nawet do fundamentów. Niszczony są budynki mieszkalne, gospodarcze, użyteczności publicznej, zdzierany jest asfalt z dróg, niszczone jest przyroda (wyrwane drzewa, gleba), przewracane są słupy wysokiego napięcia, co powoduje

problemy z dostawą prądu. W powietrzu chaotycznie wirują zabójcze odłamki, kawałki szkła.

## Prognozowanie zjawiska tornada i trąby powietrznej

Powszechne występowanie trąb powietrznych w Stanach Zjednoczonych spowodowało utworzenie najbardziej rozbudowanego systemu prognoz i ostrzeżeń przed tymi niebezpiecznymi zjawiskami pogodowymi na świecie. System ten składa się z dwóch części: analityczno-prognostycznej i ostrzegawczej. Część analityczno-prognostyczną tworzy sieć:

- naziemnych stacji meteorologicznych,
- stacji z radiosondami aerologicznymi (badają elementy meteorologiczne w pionowym profilu od powierzchni ziemi do granicy troposfery),
- stacjonarnych radarów meteorologicznych (w tym radarów dopplerowskich),
- mobilnych radarów dopplerowskich,
- satelitów meteorologicznych.

Dane pomiarowe wprowadza się do modeli numerycznych w celu określenia warunków początkowych prognoz numerycznych oraz określenia czasowych i przestrzennych granic procesów konwekcyjnych ważnych z punktu widzenia tornadogenezy. Jeśli wartości któregoś ze wskaźników zostaną przekroczone, sytuacja meteorologiczna jest analizowana przez kilkusobowy zespół dyżurujących synoptyków, którzy następnie mogą wydać komunikat ostrzegawczy, tzw. [Tornado Watch](#). Następnie do lokalnych biur meteorologicznych przesyłane są do weryfikacji: prognoza synoptyczna, prognoza zjawisk konwekcyjnych, dyskusja synoptyczna w skali regionalnej oraz komunikaty ostrzegawcze o niebezpiecznych zjawiskach pogodowych. Wszystkie prognozy i komunikaty oraz ostrzeżenia dotyczące groźnych zjawisk przygotowuje się maksymalnie z ośmiodniowym wyprzedzeniem.

Komunikaty ostrzegawcze składają się z trzech komunikatów stopniujących zagrożenie wystąpienia tornada lub trąby powietrznej: Tornado Watch, [Tornado Warning](#), [Tornado Emergency](#). Wszystkie komunikaty o trąbach powietrznych przekazywane są za pośrednictwem radia, telewizji, internetu, sieci komórkowej.

Dodatkowo w momencie bezpośredniego zagrożenia uruchamiane są syreny alarmowe znajdujące się na dachach budynków użyteczności publicznej, a patrole służb mundurowych informują mieszkańców przez megafony umieszczone na pojazdach.

Systemy ostrzegania i zbierania danych uzupełniają łowcy tornad, którzy obserwują tworzenie się komórek burzowych i trąb powietrznych, skanują mobilnymi radarami dopplerowskimi rosnące burze oraz śledzą przesuwaną się lejącą trąbę i tornado.

W naszym kraju ich funkcję pełnią Polscy Łowcy Burz ([lowcyburz.pl](http://lowcyburz.pl)). Polska sieć monitoringu i ochrony przed groźnymi zjawiskami pogodowymi jest skonstruowana podobnie do systemu ochrony w Stanach Zjednoczonych.

## Słownik

### **gustnado**

trąba powietrzna na linii szkwału; jest to krótkotrwały, płytki wir powietrza o orientacji pionowej, który powstaje w przedniej części burzy (często pod chmurą szelfową), ale nie ma styczności z podstawą chmury Cumulonimbus; brak kontaktu z chmurą burzową odróżnia gustnado od tornad i trąb

### **konwekcja termiczna (swobodna)**

najbardziej rozpowszechniona forma konwekcji w atmosferze, czyli układ ruchów pionowych spowodowany siłami Archimedesesa, tzn. różnicą temperatury (gęstości) pomiędzy poruszającymi się cząstkami powietrza a otoczeniem

### **tornado**

silna trąba powietrzna występująca w Ameryce Północnej, o średnicy do kilkuset metrów, powodująca nieraz katastrofalne zniszczenia

### **Tornado Emergency**

komunikat (3 stopień zagrożenia) wydawany w skrajnie niebezpiecznych sytuacjach, gdy bardzo silna trąba powietrzna lub tornado zmierza w stronę obszaru o wysokiej gęstości zaludnienia, najczęściej obszaru miejskiego; oznacza konieczność natychmiastowego przerwania wykonywanych czynności

i poszukania schronienia w piwnicach lub schronach podziemnych oraz w bezpiecznych, betonowych „pokojach” wewnątrz budynków; komunikatu tego nie można wydać na podstawie analizy obrazu radarowego (pojawienia się sygnatury wiru trąby), tylko w wyniku obserwacji silnej trąby powietrznej lub tornada oraz potwierdzenia jej przypuszczalnej trasy przejścia

### **trąba powietrzna (lądowa)**

wiatr wirowy wokół osi pionowej, o ograniczonej średnicy (kilkadziesiąt metrów), w postaci wirującego słupa zwisającego z rozbudowanej chmury Cumulonimbus do powierzchni ziemi; prędkość wiatru wewnątrz trąby może przekraczać 100 m/s

### **Tornado Warning**

komunikat (2 stopień zagrożenia) informujący o bezpośrednim zagrożeniu spowodowanym trąbą powietrzną lub tornadem; wydawany jest na podstawie potwierdzonej informacji o dostrzeżeniu leja kondensacyjnego trąby lub tornada albo zidentyfikowania na obrazie z radaru dopplerowskiego niewielkiego obszaru wskazującego na bardzo silny wirujący uskoki wiatru w obrębie mezocyklonu (obraz sygnatury wiru trąby powietrznej), obraz ten pojawia się na radarze na kilkanaście minut przed faktycznym utworzeniem się tornada

### **Tornado Watch**

komunikat (1 stopień zagrożenia) informujący o możliwości wystąpienia trąby powietrznej lub tornada, gdy bieżące warunki meteorologiczne wskazują na wysokie ryzyko tornadogenezy

### **trąba wodna**

trąba powietrzna powstająca nad powierzchnią wody, zwłaszcza nad morzem; ma mniejszą średnicę niż trąba nad lądem

### **wir piaskowy**

zjawisko stanowiące zbiór uniesionych z powierzchni ziemi cząsteczek piasku, niekiedy wraz z drobnymi przedmiotami, ma kształt wirującej kolumny o małej średnicy, zmieniającej się wysokości i o osi w przybliżeniu pionowej; najczęściej powstaje nad suchymi obszarami w wyniku bardzo silnej lokalnej konwekcji

# Animacja 3D

---

**Zapoznaj się z animacją i wykonaj polecenia.**

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DarZN9HNG>

Trąby powietrzne i tornada

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Nagranie filmowe lekcji pod tytułem *Trąby powietrzne i tornada*.

---

## Polecenie 1

**Wymień jak najwięcej możliwych skutków przejścia trąby powietrznej.**

## Polecenie 2

**Korzystając z dostępnych źródeł, znajdź informacje dotyczące przejścia trąb powietrznych nad obszarem Polski. Spróbuj opisać m.in. wydarzenia nad Borami Tucholskimi w sierpniu 2017 roku.**

### Polecenie 3

Na podstawie animacji 3D oraz dostępnych źródeł informacji, porównaj skalę Fujity ze skalą EF (ulepszoną skalą Fujity). Na czym polegają różnice w ocenie intensywności trąb powietrznych w obu skalach?

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Uzupełnij tekst.

Trąba powietrzna – wiatr  wokół osi , o ograniczonej średnicy (kilkadziesiąt metrów), w postaci wirującego słupa zwisającego z rozbudowanej chmury  do powierzchni ziemi. Prędkość wiatru wewnątrz trąby może przekraczać  m/s.

pionowej

Stratocumulus

100

prostoliniowy

300

poziomej

Cumulonimbus

wirowy

## Ćwiczenie 2



Wskaż, z jakimi chmurami mogą być związane trąby powietrzne i tornada.

Nimbostratus

Altocumulus

Cumulus

Cumulonimbus

### Ćwiczenie 3



Określ, na której ilustracji przedstawiony jest wir pyłowy.



Źródło: 1. NOAA, domena publiczna, [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org); 2. NOAA, domena publiczna, [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org); 3. Pollinator, licencja: CC BY-SA 3.0, [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org); 4. USMC, domena publiczna, [commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org).

### Ćwiczenie 4



Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 5



Oceń, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Najbezpieczniejsze schronienie przed trąbą powietrzną to piwnica.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otwieranie okien pozwala ocalić dom przed zniszczeniem.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chowanie się przed tornadem pod mostami jest niebezpieczne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tornada zatrzymują się przed rzekami.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Duże miasta nie mogą być dotknięte przez trąby powietrzne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tornada mogą występować w zimie.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ćwiczenie 6



Korzystając z dostępnych źródeł informacji, oceń, czy łatwo jest przewidzieć trąbę powietrzną w Polsce.



W Stanach Zjednoczonych od lutego 2007 roku wprowadzono ulepszoną skalę Fujity, tzw. skalę EF. Skala posługuje się symbolami od EF0 do EF5. Połącz odpowiednie symbole skali EF z odpowiadającymi im zniszczeniami.

EF2 – wiatr o prędkości od 179 do 218 km/h

uszkodzenia dachów domów,  
wyrywane gałęzie drzew

EF3 – wiatr o prędkości od 219 do 266 km/h

zerwane dachy z solidnych konstrukcji,  
duże drzewa wyrywane z korzeniami,  
lekkie samochody podnoszone z ziemi

EF5 – wiatr o prędkości powyżej 322 km/h

zerwane dachy, przewrócone  
i zniszczone przyczepy campingowe

EF1 – wiatr o prędkości od 138 do 178 km/h

solidne domy zrównane z ziemią,  
samochody wyrzucane w powietrze

EF0 – wiatr o prędkości od 105 do 137 km/h

niszczone całe piętra solidnych domów,  
uszkodzenia dużych budynków,  
wykolejone pociągi, podnoszone z ziemi  
cięższe samochody

EF4 – wiatr o prędkości od 267 do 322 km/h

domy o bardzo silnym szkielecie  
zrównane z ziemią do fundamentów,  
samochody stają się pociskami  
przelatującymi do 100 metrów,  
wieżowce ze zdeformowaną  
konstrukcją

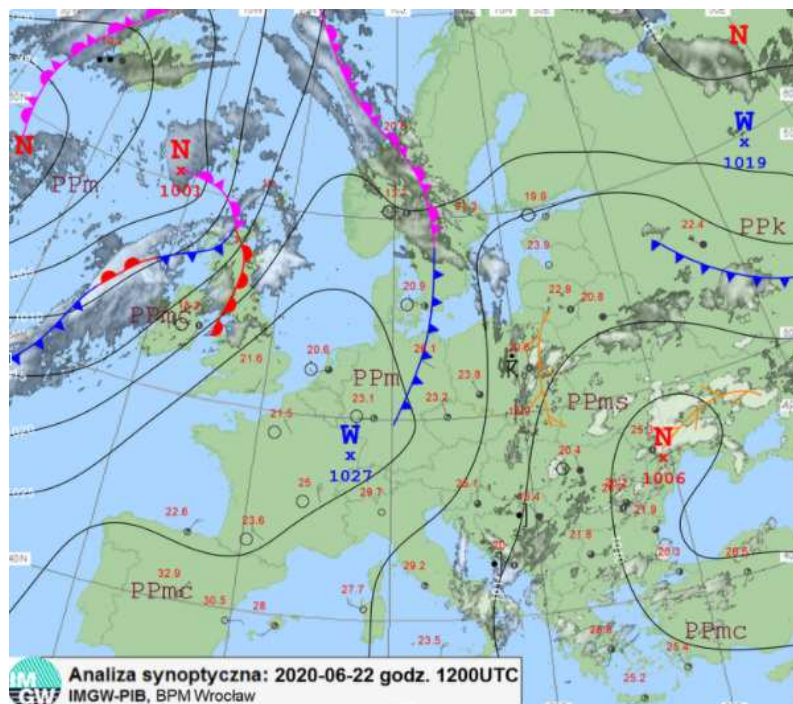


Na podstawie mapy burzowo-opadowej z diagramem wyładowań z godziny 15:50 określ:

1. miejsca w Polsce, gdzie wystąpiły komórki burzowe dające największe opady,
2. obszary kraju, gdzie wystąpiły wyładowania atmosferyczne.

Na podstawie diagramu wyładowań napisz, ile razy piorun uderzył w powierzchnię ziemi podczas interwału czasowego o 15:50.

„22 czerwca 2020 r. nad Polską przechodziły burze dające przelotne opady deszczu. Polska znajdowała się w ciepłej i wilgotnej masie powietrza polarnego morskogo starego. Nad krajem przesuwająca się linia zbieżności – przedfrontowa linia szkwałów (w ciepłym wycinku niżej pojawiają się linie aktywnych zjawisk konwekcyjnych, tzw. linie szkwałów, leżące równoległe do zbliżającego się frontu chłodnego), wzdłuż której tworzyły się pasowo burze (patrz: mapa synoptyczna z godziny 12:00 UTC, 22 czerwca 2020)”.



Mapa synoptyczna z 22 czerwca 2020 r. z godziny 12:00 UTC

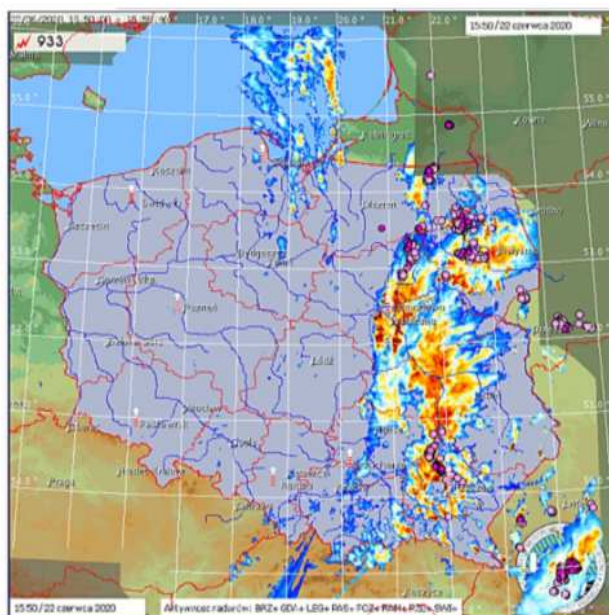
Źródło: dostępny w internecie: [meteo.imgw.pl](http://meteo.imgw.pl), domena publiczna.

# Legenda



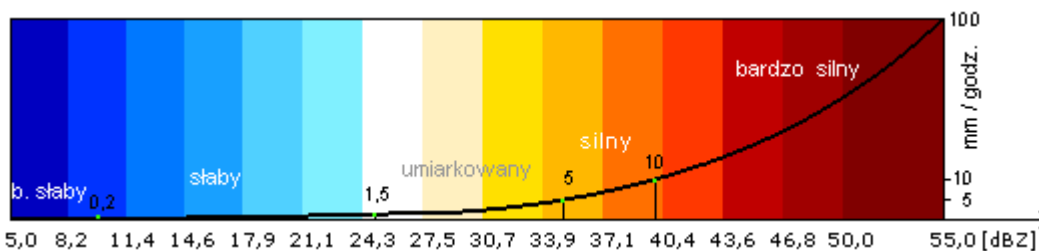
Legenda do mapy synoptycznej

Źródło: dostępny w internecie: [meteo.imgw.pl](http://meteo.imgw.pl), domena publiczna.



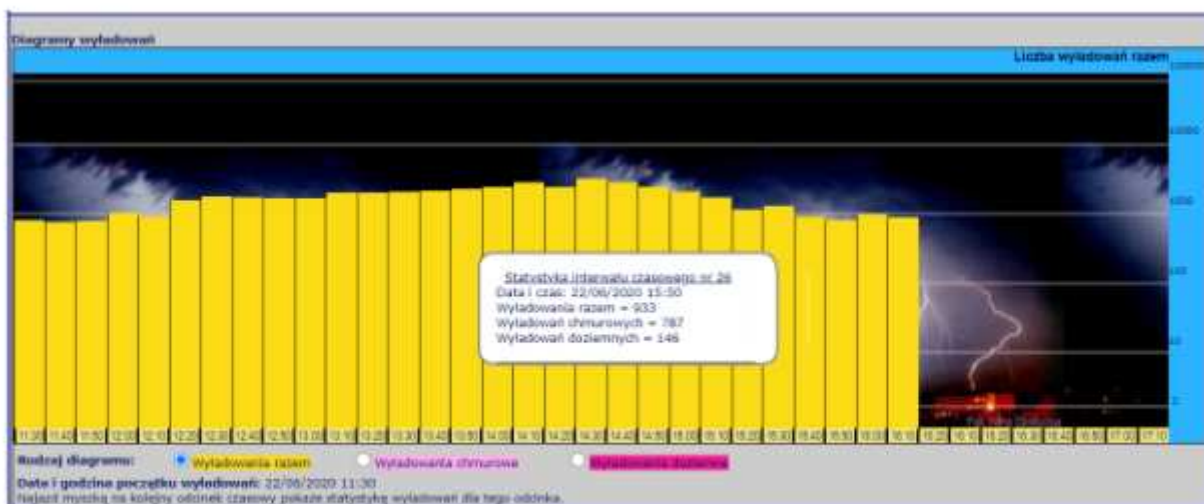
Mapy burzowo-opadowe z diagramem wyładowań: analiza i prognoza (AP) z godziny 15:50, 22 czerwca 2020 r. w Polsce

Źródło: dostępny w internecie: [awiacja.imgw.pl](http://awiacja.imgw.pl), domena publiczna.



Legenda do mapy burzowo-opadowej

Źródło: dostępny w internecie: [awiacja.imgw.pl](http://awiacja.imgw.pl), domena publiczna.



# Dla nauczyciela

---

## SCENARIUSZ LEKCJI

**Imię i nazwisko autorki:** Ewa Malinowska

**Przedmiot:** geografia

**Temat zajęć:** Trąby powietrzne i tornada

**Grupa docelowa:** III etap edukacyjny, liceum/technikum, zakres rozszerzony, klasa I/IV

### Podstawa programowa

### Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Wiedza geograficzna.

1. Rozumienie specjalistycznych pojęć i posługiwanie się terminami geograficznymi.
2. Rozszerzenie wiedzy niezbędnej do zrozumienia istoty zjawisk oraz charakteru i dynamiki procesów zachodzących w środowisku geograficznym w skali lokalnej, regionalnej, krajowej i globalnej.

II. Umiejętności i stosowanie wiedzy w praktyce.

2. Analizowanie i wyjaśnianie zjawisk i procesów geograficznych oraz zróżnicowania przyrodniczego, społeczno-gospodarczego i kulturowego świata.
4. Formułowanie twierdzeń o prawidłowościach dotyczących funkcjonowania środowiska przyrodniczego i społeczno-gospodarczego oraz wzajemnych zależności w systemie przyroda - człowiek - gospodarka.

III. Kształtowanie postaw.

1. Rozwijanie dociekliwości poznawczej, ukierunkowanej na poszukiwanie prawdy, dobra i piękna.
3. Rozumienie pozautylnych wartości elementów środowiska geograficznego i krajobrazów.

### Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Dynamika procesów atmosferycznych: pionowa budowa atmosfery, zjawiska i procesy w atmosferze, przestrzenne zróżnicowanie elementów klimatu, strefy klimatyczne i typy klimatów.

Uczeń:

3) wyjaśnia na przykładach genezę wiatrów stałych, okresowych oraz lokalnych i określa ich znaczenie dla przebiegu pogody.

XVIII. Problemy środowiskowe współczesnego świata: tropikalne cyklony, trąby powietrzne, sztormy, powodzie, tsunami, erozja gleb, wulkanizm, wstrząsy sejsmiczne, powstawanie lejów krasowych, zmiany klimatu, pustynnienie, zmiany zasięgu lodowców, ograniczone zasoby wody na Ziemi, zagrożenia georóżnorodności i bioróżnorodności.

Uczeń:

1) wyjaśnia powstawanie geozagrożeń meteorologicznych i klimatycznych (tropikalne cyklony, trąby powietrzne, pustynnienie, zmiany klimatu).

### **Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje cyfrowe,
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

### **Cele operacyjne**

Uczeń:

- omawia mechanizm powstawania trąb powietrznych i tornad,
- określa czynniki wpływające na powstawanie trąb powietrznych i tornad,
- wskazuje regiony na Ziemi najbardziej zagrożone przez trąby powietrzne i tornada.

**Strategie nauczania:** asocjacyjna, problemowa

**Metody i techniki nauczania:** blended learning/flipped classroom, IBSE, concept mapping

**Formy zajęć:** praca w grupach

**Środki dydaktyczne:** e-materiał, atlas, komputer, projektor multimedialny, tablety, arkusze papieru A0/A1, pisaki, zeszyt przedmiotowy

### **Materiały pomocnicze**

Allaby M., *Pogoda. Zjawiska atmosferyczne na Ziemi*, tłum. B. Kicińska, Wydawnictwo G+J RBA, Warszawa 2002.

Buckley B., Hopkins E.J., Whitaker R., *Pogoda*, tłum. O. Matys, Carta Blanca, Warszawa 2007.

## PRZEBIEG LEKCJI

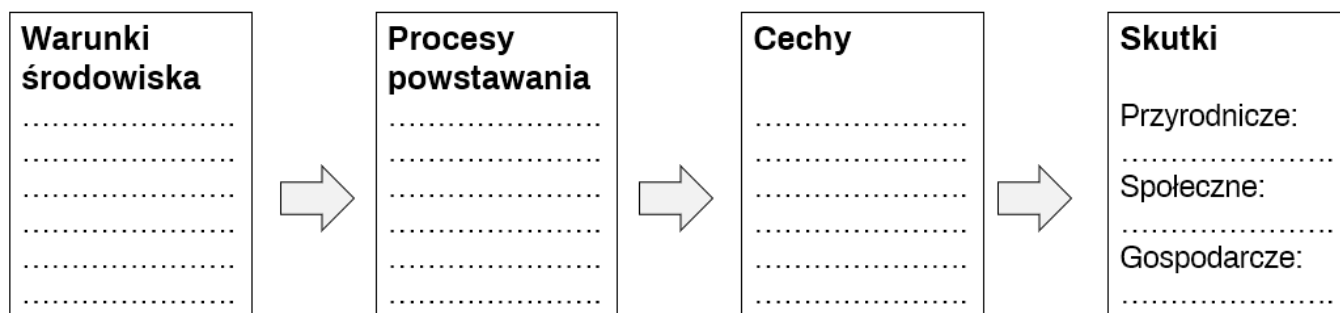
Przed lekcją uczniowie powinni zapoznać się z e-materiałem dotyczącym trąb powietrznych i tornad; z innych źródeł pozyskać informacje o przyrodniczych, społecznych i gospodarczych skutkach ich występowania.

### Faza wprowadzająca

- Przedstawienie celów lekcji.
- Wprowadzenie do tematu lekcji poprzez omówienie uwarunkowań przyrodniczych sprzyjających powstawaniu trąb powietrznych i tornad – pogadanka, pytania nauczyciela, odpowiedzi uczniów.

### Faza realizacyjna

- Podział uczniów na grupy (liczebność określa nauczyciel), omówienie zasad wykonania zadania; zadaniem uczniów jest opracowanie gałęzi logicznego myślenia „Warunki i procesy powstawania trąb powietrznych i tornad”, przedstawiających zależności przyczynowo-skutkowe oraz przyrodnicze, społeczne i gospodarcze skutki.
- Wyświetlenie na ekranie schematu gałęzi logicznego myślenia, wg którego uczniowie mogą określać związki przyczynowo-skutkowe (przykładowy schemat poniżej).



- Praca w grupach uczniów (burza mózgów, dyskusja), w której wykorzystane zostaną informacje, schematy, ilustracje zawarte w e-materiale, służąca identyfikacji możliwych przyczyn powstawania trąb powietrznych i tornad oraz ich cech i skutków dla środowiska, człowieka i gospodarki. Uczniowie sporządzają gałąź logicznego myślenia uwzględniając następujące elementy: warunki powstawania → procesy → cechy → skutki dla środowiska, człowieka, gospodarki.
- Prezentacja przy tablicy przez poszczególne grupy uczniów przygotowanych szkiców myślowych – po zakończeniu prezentacji dyskusja z udziałem wszystkich uczniów; nauczyciel moderuje dyskusję, czuwa nad jej przebiegiem, zadaje pomocnicze pytania, weryfikuje poprawność wypowiedzi itp.

- Podsumowanie prezentowanych treści mające na celu przedstawienie związków przyczynowo-skutkowych między czynnikami przyrodniczymi a powstawaniem trąb powietrznych i tornad oraz ich przyrodniczych/ gospodarczych/społecznych skutków.
- Wyświetlenie animacji 3D z e-materiału w celu usystematyzowania i utrwalenia wiedzy.
- Sporządzenie notatki w zeszycie zawierającej syntetyczne podsumowanie przeprowadzonej dyskusji i prezentacji.
- Prośba nauczyciela o wykonanie kilku wskazanych ćwiczeń z e-materiału i przedstawienie rezultatów pracy.

### **Faza podsumowująca**

- Podsumowanie i utrwalenie nowej wiedzy poprzez zadawanie pytań przez nauczyciela i odpowiedzi uczniów.
- Ocena aktywności i przypomnienie celów zajęć.

### **Praca domowa**

- Dokończenie ćwiczeń zawartych w e-materiale.
- Zapoznanie się z pozostałymi informacjami z e-materiału.
- Praca pisemna (alternatywnie prezentacja multimedialna) na temat (do wyboru):
  - przyrodniczych/gospodarczych/społecznych skutków występowania trąb powietrznych i tornad (omówione na konkretnym przykładzie ze świata),
  - wpływu globalnych zmian klimatu na występowanie trąb powietrznych i tornad i ich potencjalnych skutków przyrodniczych/gospodarczych/społecznych.

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium**

Zawarta w e-materiale animacja może być wykorzystana do samodzielnego rozszerzania i pogłębiania wiedzy przez ucznia. Będzie przydatna także podczas innych lekcji dotyczących różnych globalnych zagrożeń środowiska (np. globalnych zmian klimatu i ich skutków itp.; zakres rozszerzony: XVIII. 1). Znajdzie także zastosowanie podczas samodzielnej pracy ucznia w domu i w czasie lekcji mającej na celu powtórzenie materiału z bloku tematycznego dotyczącego atmosfery (zakres podstawowy i rozszerzony: III).