

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Niebezpieczne zjawiska atmosferyczne

Katarzyna Bednarek

Plan prezentacji



1. Front atmosferyczny – co to jest i dlaczego nas interesuje?
2. Burze – czy każda chmura nam zagraża?
3. Grad – skąd się bierze i dokąd dąży?
4. Wiatr – kiedy należy uciekać?
5. Trąba powietrzna – czy da się przewidzieć?

Co to jest front atmosferyczny?



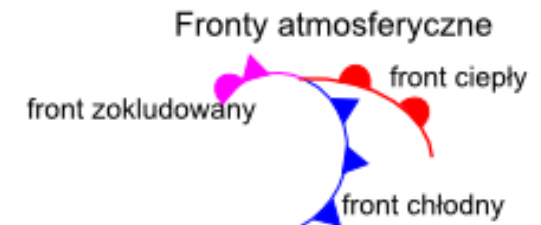
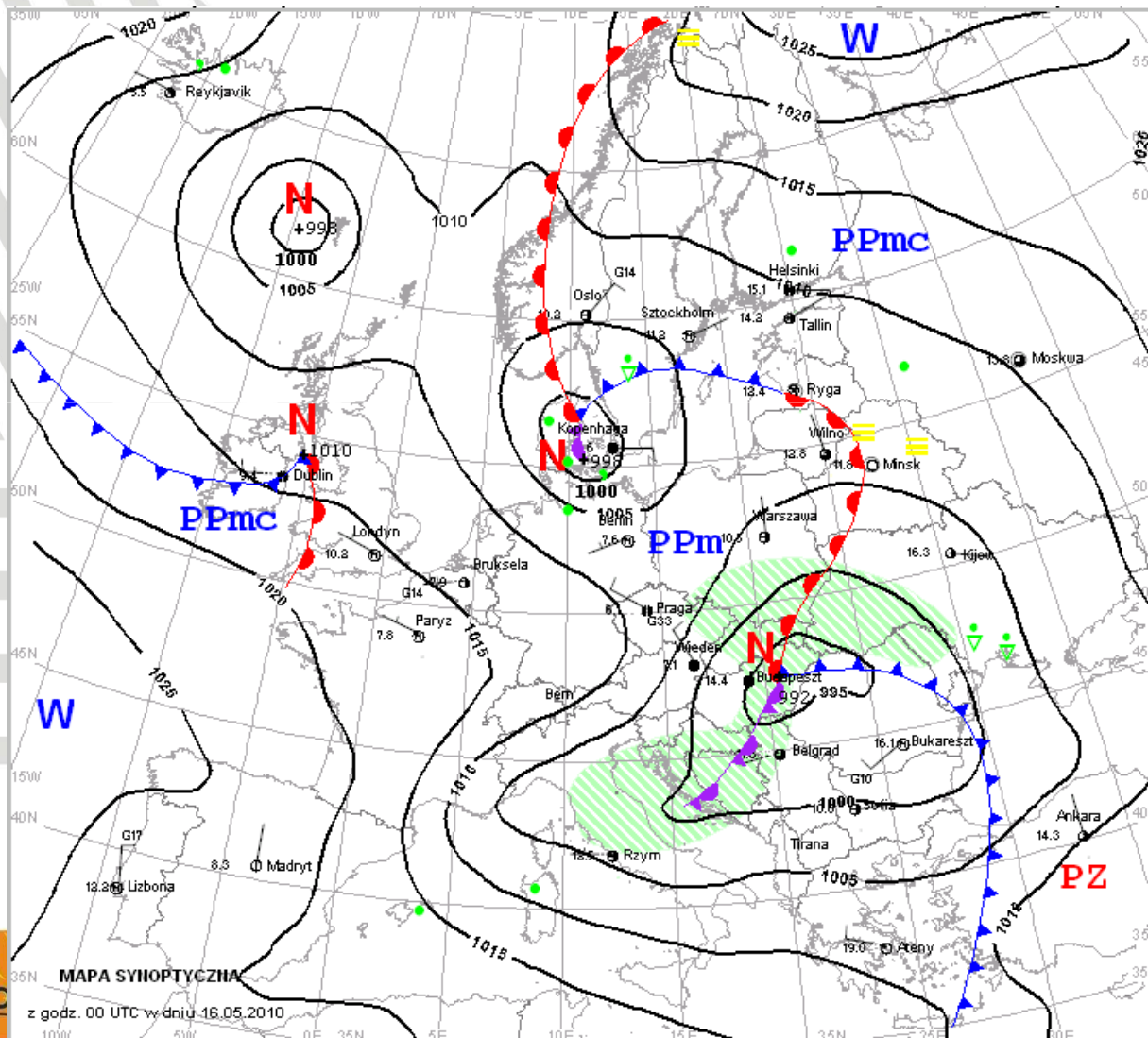
Powierzchnia frontowa – strefa przejściowa pomiędzy masami powietrza o różnych właściwościach (np. temperaturze, wilgotności).

Front atmosferyczny – przecięcie powierzchni frontowej z powierzchnią Ziemi, oznaczany na mapach za pomocą linii o różnych kolorach lub symbolach:

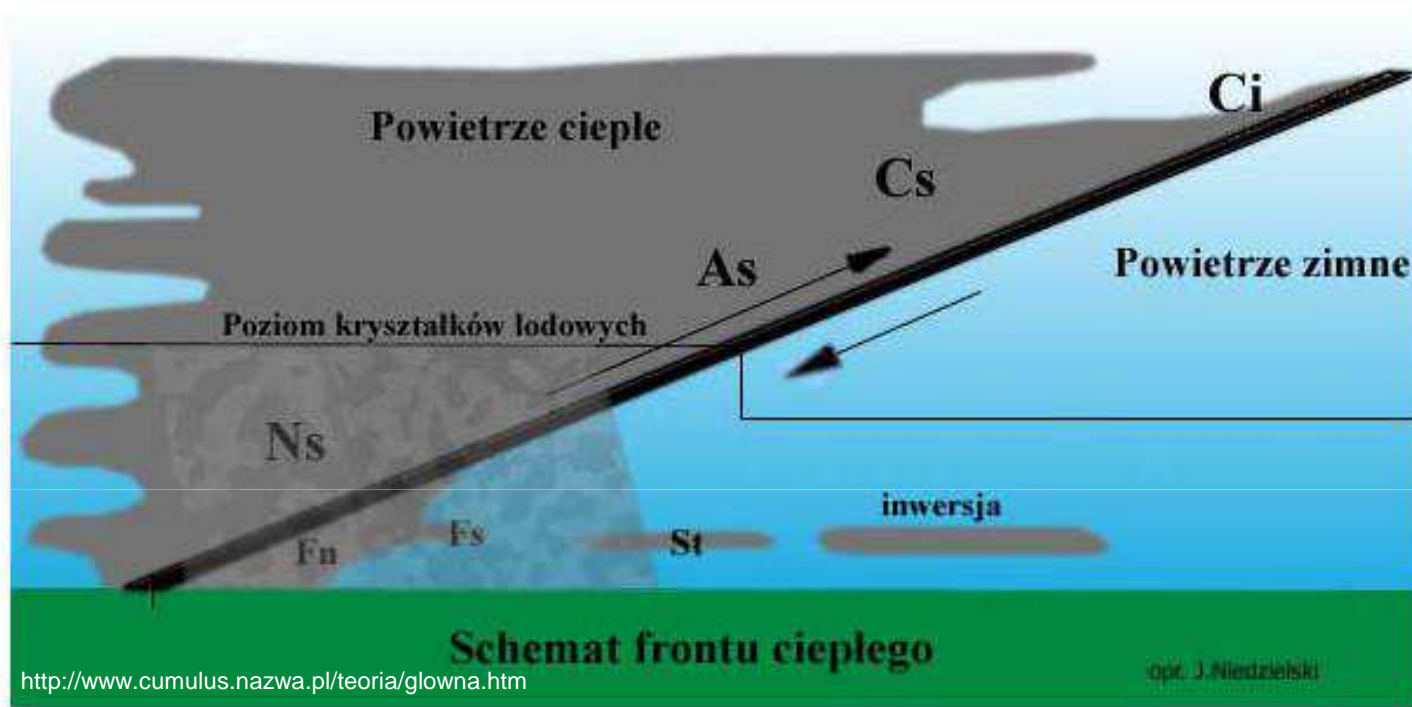
- Ciepły – kolor czerwony,
- Chłodny – kolor niebieski,
- Okluzji – kolor fioletowy.

Powierzchnia frontowa nachylona jest względem Ziemi pod niewielkim kątem, dlatego zjawiska związane z frontem występują w szerokiej strefie, około 400-1200 km.

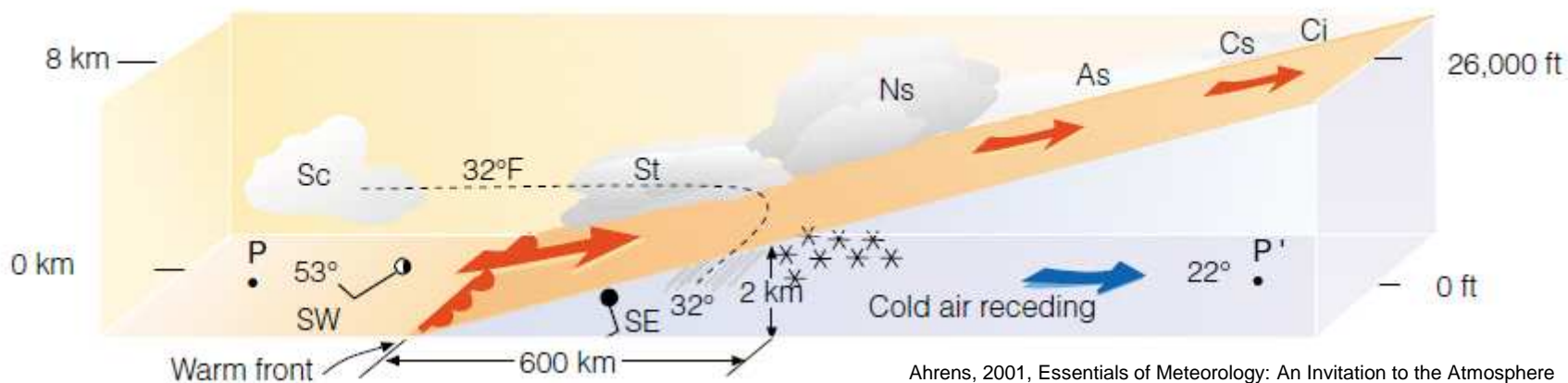
Fronty atmosferyczne na mapach synoptycznych



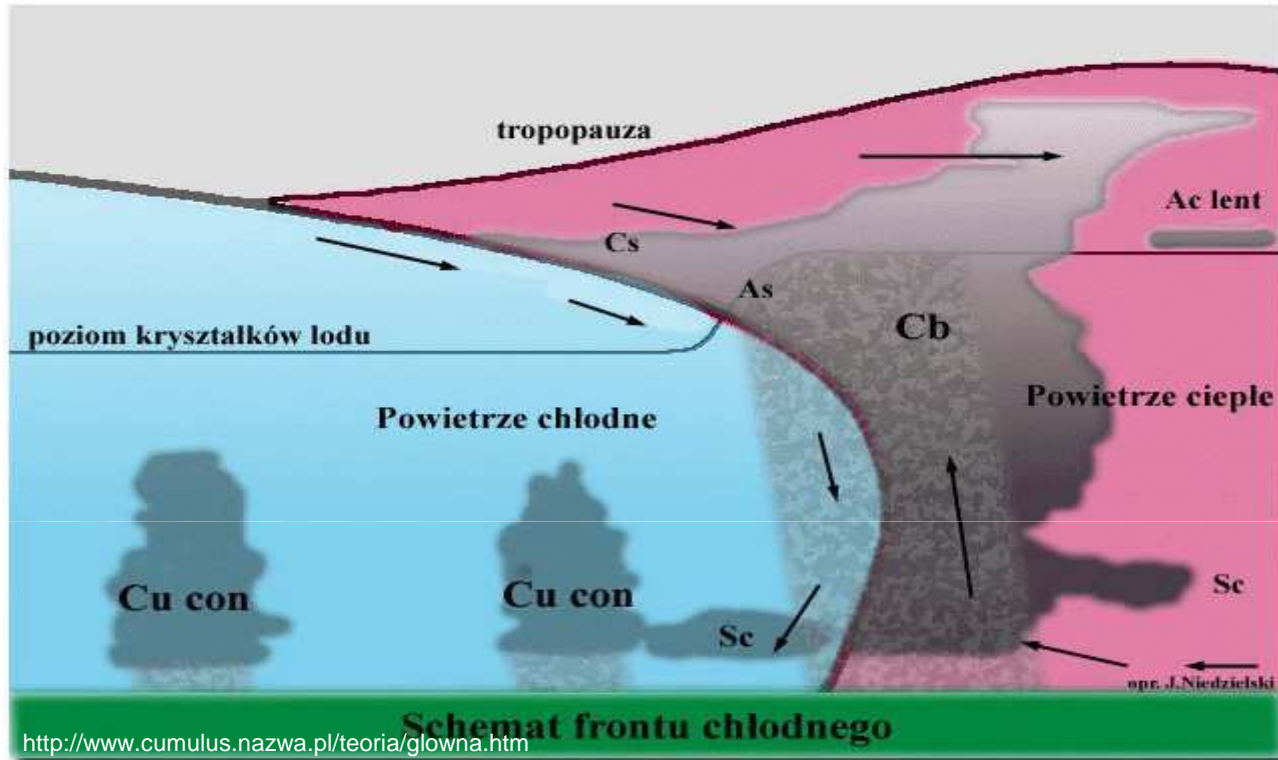
Front ciepły



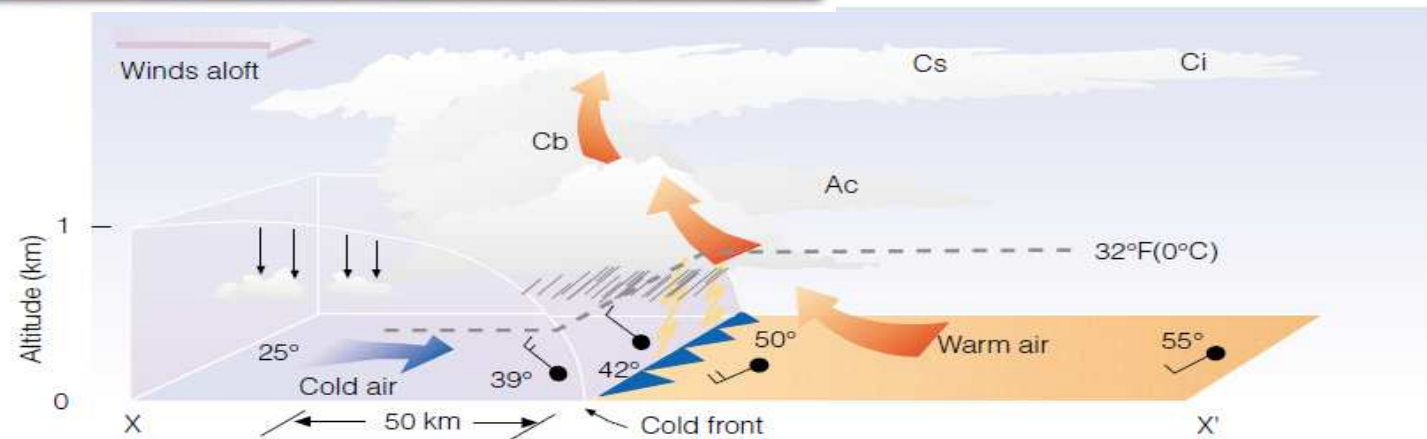
Zachmurzenie
chmurami
warstwowymi
(Stratus - St,
Nimbostratus - Ns)



Front chłodny

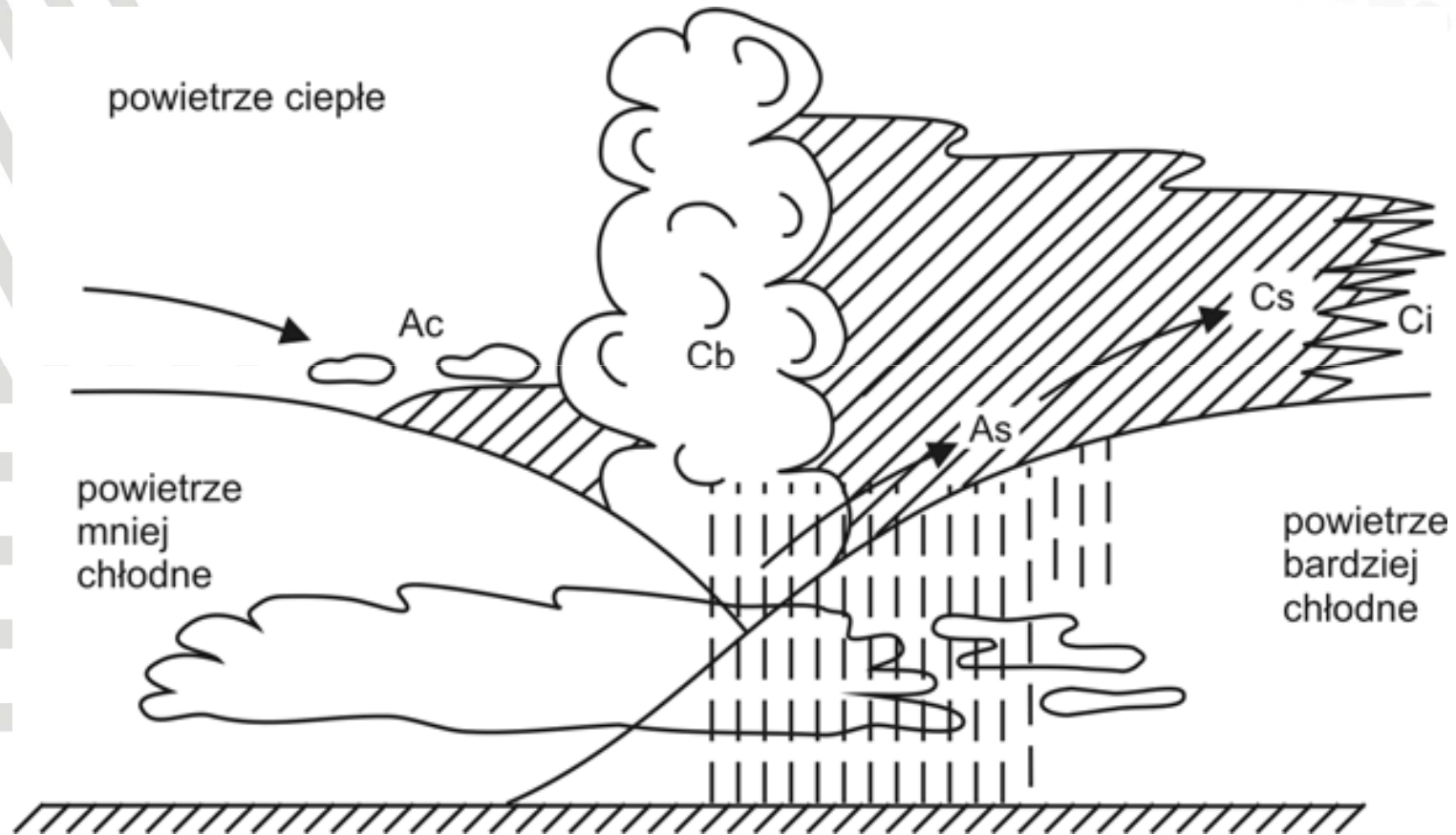


Zachmurzenie chmurami kłębiastymi (Cumuls – Cu, Cumulonimbus – Cb)



Ahrens, 2001, Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere

Front okluzji



Woś, 2000, Meteorologia dla geografów

Niebezpieczne zjawiska w strefie frontu



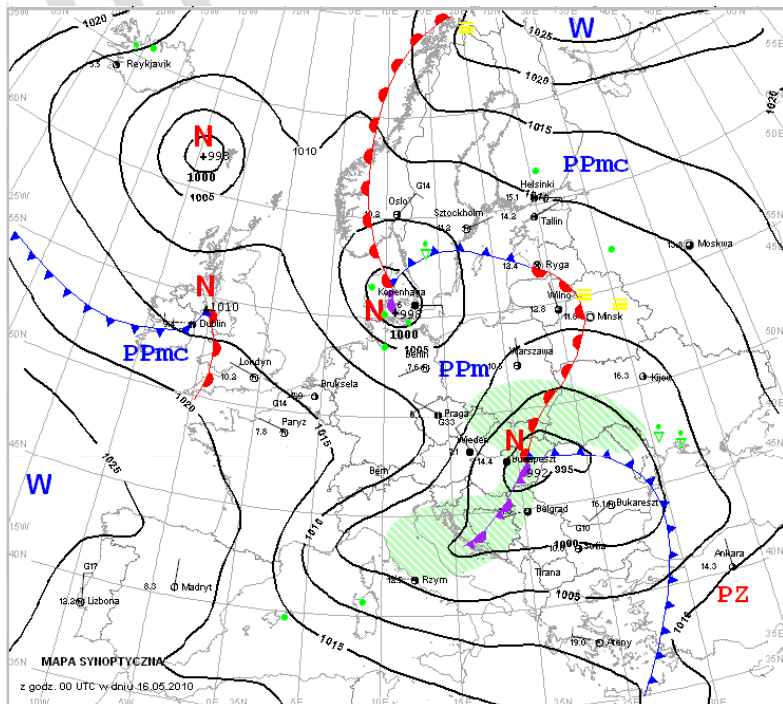
Zjawiska niebezpieczne charakterystyczne dla frontów ciepłych:

- Opady ciągłe (z chmur Nimbostratus – Ns) – długotrwałe, o zmiennej intensywności, często dające wysokie sumy opadów.

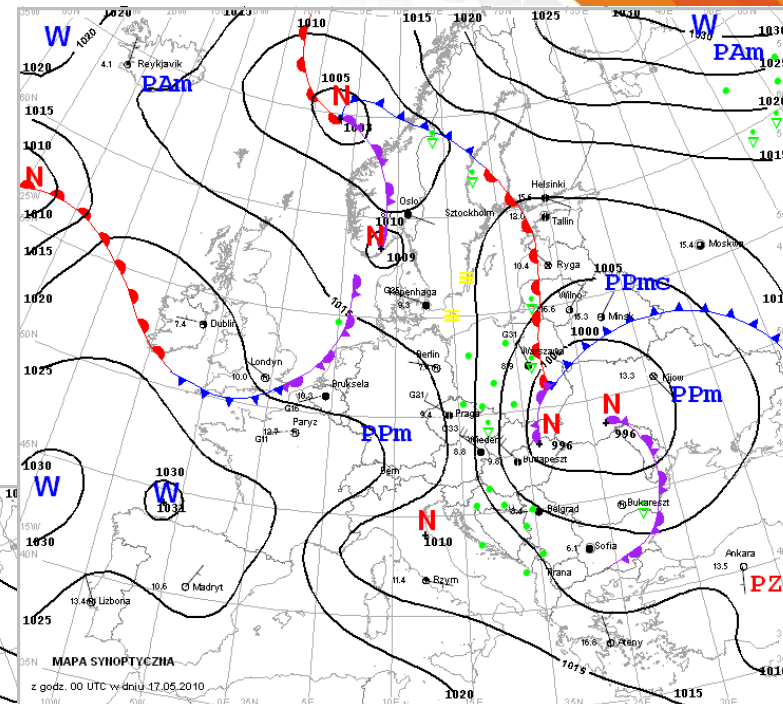
Zjawiska niebezpieczne charakterystyczne dla frontów chłodnych:

- Opady przelotne (z chmur Cumulonimbus – Cb) – krótkotrwałe, intensywne;
- Burze;
- Opady gradu;
- Porywy wiatru.

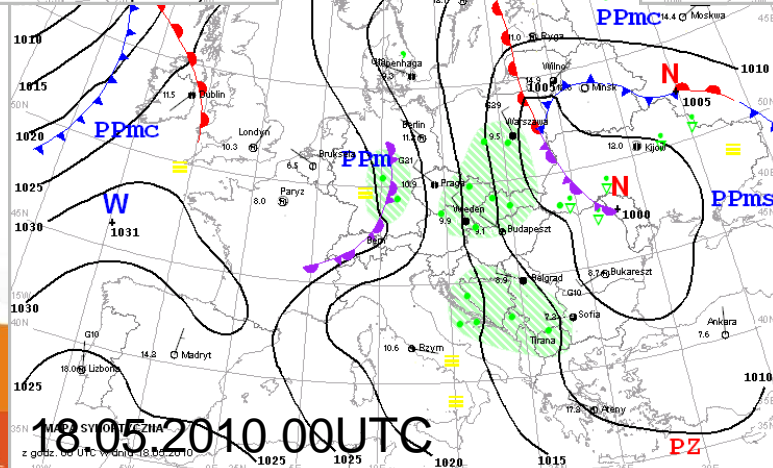
Opady deszczu w strefie frontu – powódź 2010 r.



16.05.2010 00UTC

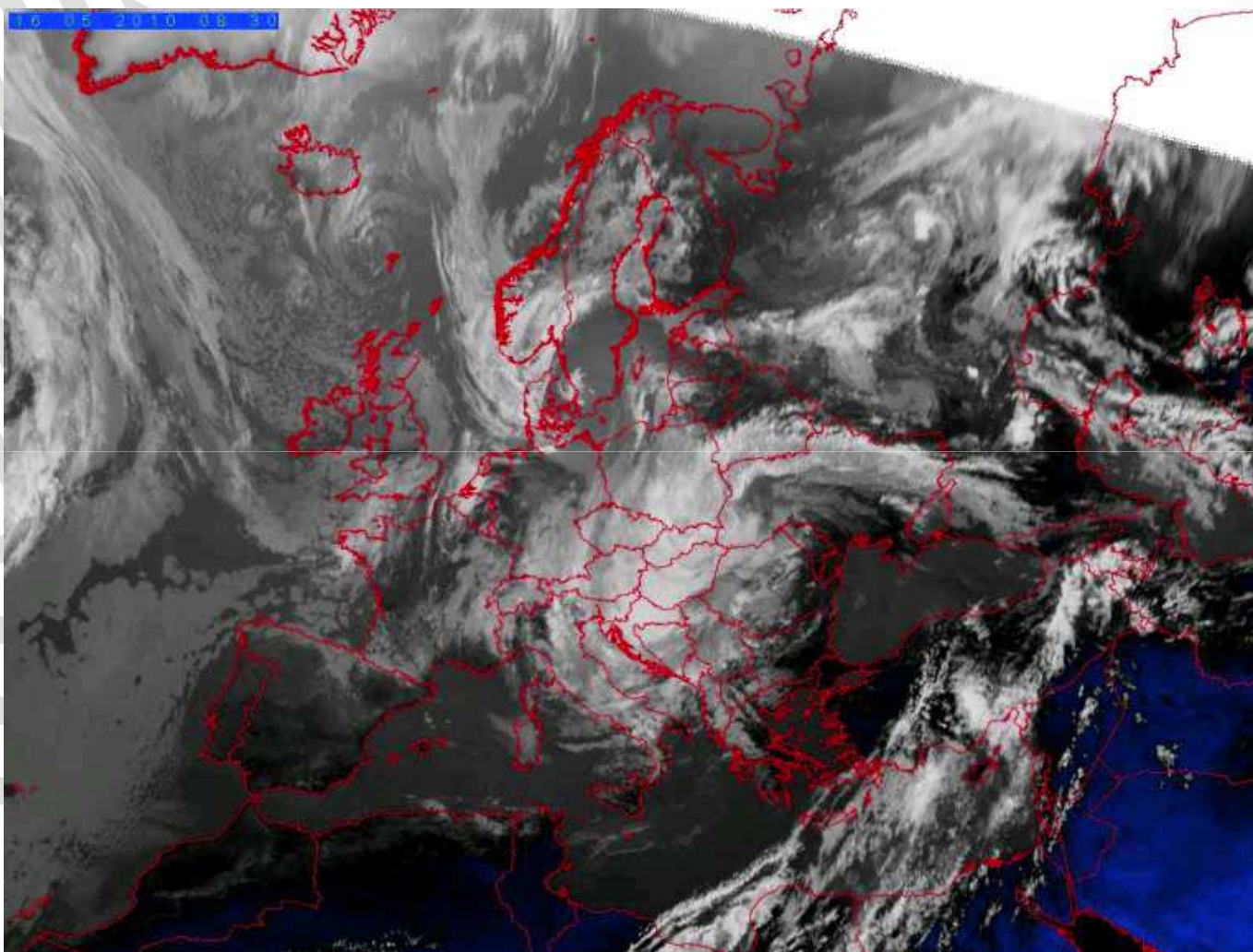


17.05.2010 00UTC



18.05.2010 00UTC

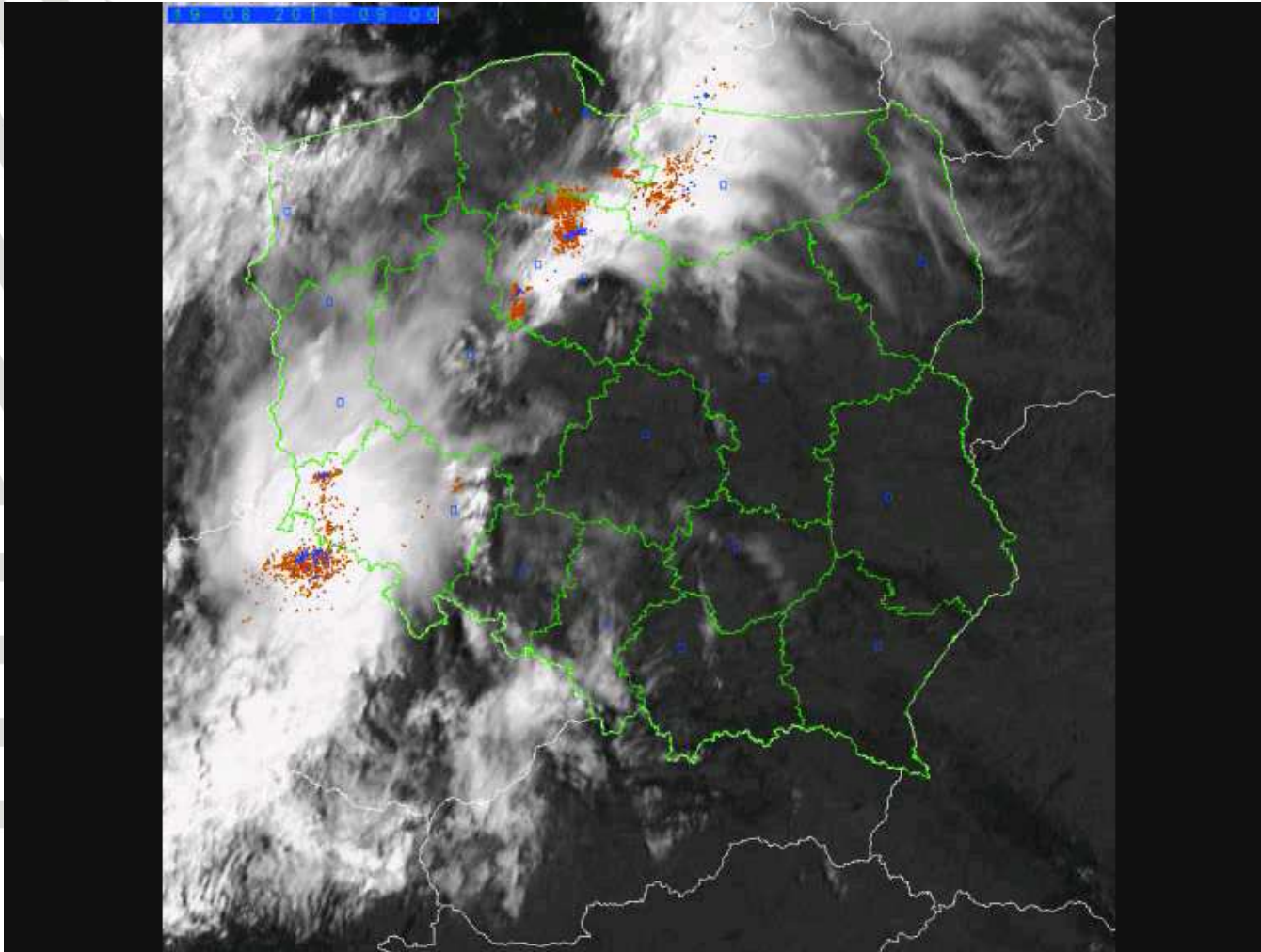
Układ frontów na zdjęciu satelitarnym



Zdjęcie satelitarne w kanale podczerwonym – sytuacja z okresu powodzi w 2010 r. (16 maja): długotrwałe i okresami intensywne opady deszczu.

EUMETSAT, opracowanie: Ośrodek Teledetekcji Satelitarnej IMGW PIB

Burze na froncie

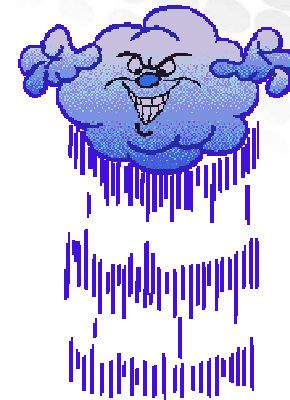


Zdjęcie satelitarne w kanale widzialnym – sytuacja związana z przejściem frontu 16.05.2010 r:

- krótkotrwałe i intensywne opady deszczu (46 mm Borki, woj. mazowieckie),
- grad,
- porywy wiatru (25 m/s Mława).

EUMETSAT, opracowanie: Ośrodek Teledetekcji Satelitarnej IMGW PIB

Rodzaje komórek burzowych



Komórki burzowe ze względu na stopień organizacji konwekcji możemy podzielić na:

- Pojedyncze komórki burzowe,
- Struktury wielokomórkowe,
- Superkomórki.

Intensywność zjawisk towarzyszących burzom w dużej mierze zależy od stopnia ich organizacji. W teorii:

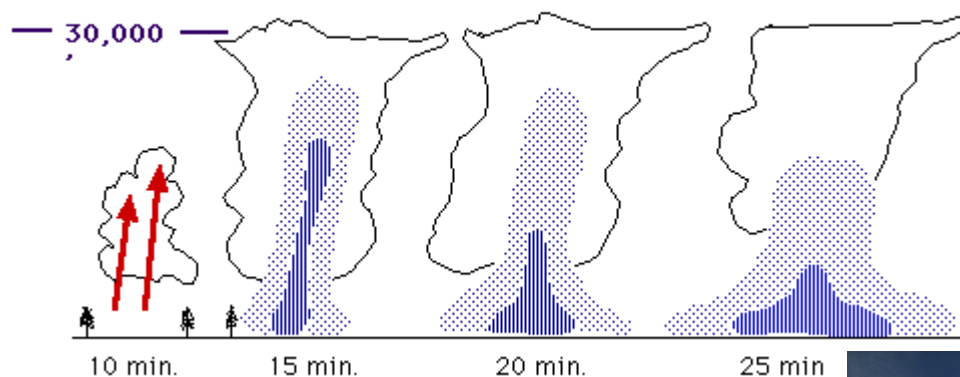
- Pojedyncze komórki burzowe – rozpadają się po upływie dość krótkiego czasu, dlatego nie mają potencjału do wygenerowania gwałtownych zjawisk.
- Struktury wielokomórkowe – na miejsce rozpadających się komórek burzowych powstają nowe, dlatego też zjawiska im towarzyszące są bardziej intensywne.
- Superkomórki – komórki burzowe, wewnątrz których występuje wirujący rdzeń. Zjawiska im towarzyszące charakteryzują się dużą gwałtownością.

W rzeczywistości żadnej burzy nie możemy ignorować!!!

Pojedyncze komórki burzowe



SINGLE CELL THUNDERSTORM (NON-SEVERE):



<http://www.icsrc.org/ICSRC/TILT/Weatherline/html%20backups/tstormtypessinglecell1.htm>

Zjawiska towarzyszące:

- krótkotrwałe opady deszczu, które mogą być intensywne,
- niewielki grad,
- niezbyt silne porywy wiatru.



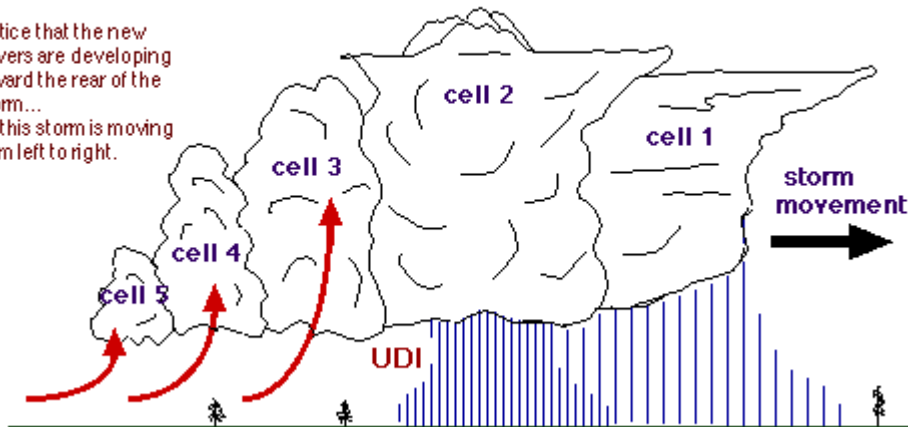
Fot. K. Bednarek

Struktury wielokomórkowe – 1



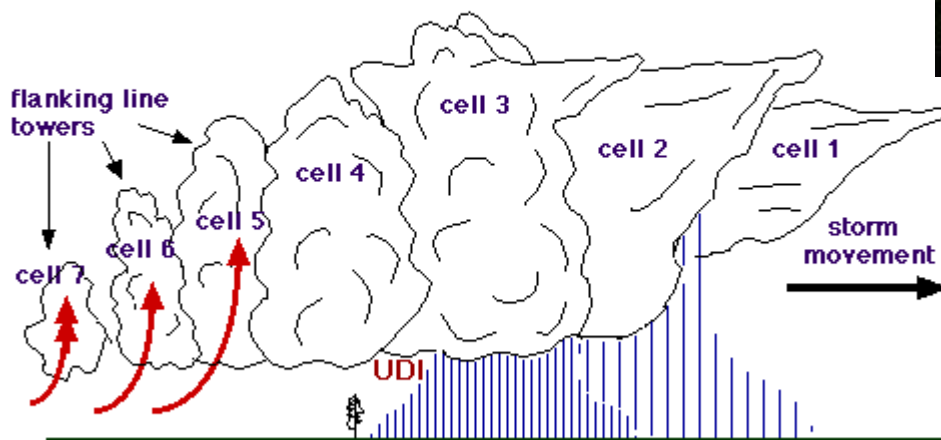
DEVELOPMENT AND MOVEMENT OF MULTICELL CLUSTER STORMS

Notice that the new towers are developing toward the rear of the storm... so this storm is moving from left to right.

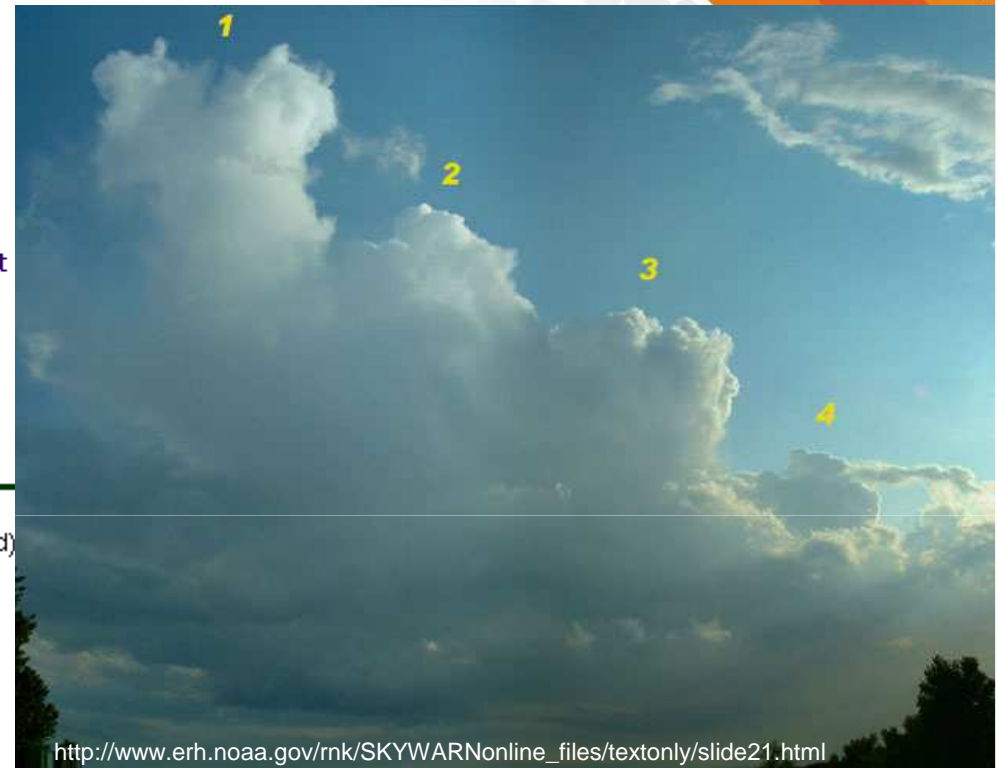


In the diagram above, note how the developing cells are located in the rear of the cluster, the mature cells in the center, and the dissipating cells in the front (downwind) edge of the cluster.

30 minutes later. . .



After 30 minutes, notice that cells #1 and #2 are dissipating, while cell #3 is now the dominant storm in the cluster. New cells, known as a *flanking line*, are developing in the rear (upwind) part of the cluster.



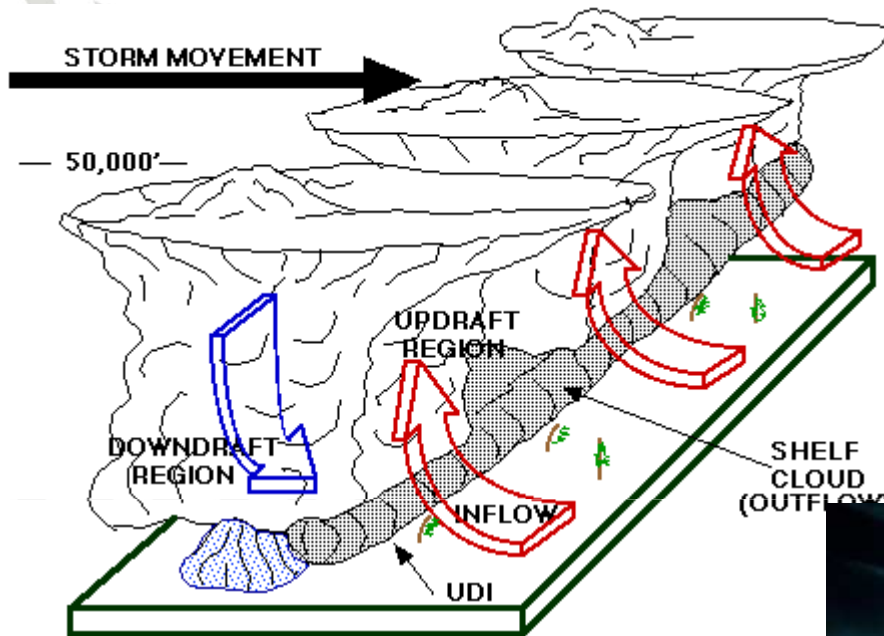
http://www.erh.noaa.gov/rnk/SKYWARNonline_files/textonly/slide21.html

Zjawiska towarzyszące:

- intensywne opady deszczu, które mogą długo utrzymywać się nad jednym miejscem, dając wysokie sumy opadów,
- grad,
- porywy wiatru.

<http://www.icsrc.org/ICSRC/TILT/Weatherline/html%20backups/tstormtype smulticell2.htm>

Struktury wielokomórkowe – 2



<http://www.icsrc.org/ICSRC/TILT/Weatherline/html%20backups/tstormtypessquallline1.htm>

Zjawiska towarzyszące:

- intensywne opady deszczu,
- grad,
- silne porywy wiatru, czasem w dość dużej odległości przed komórką burzową.



<http://www.erh.noaa.gov/iln/spotters/guide/>

Superkomórki



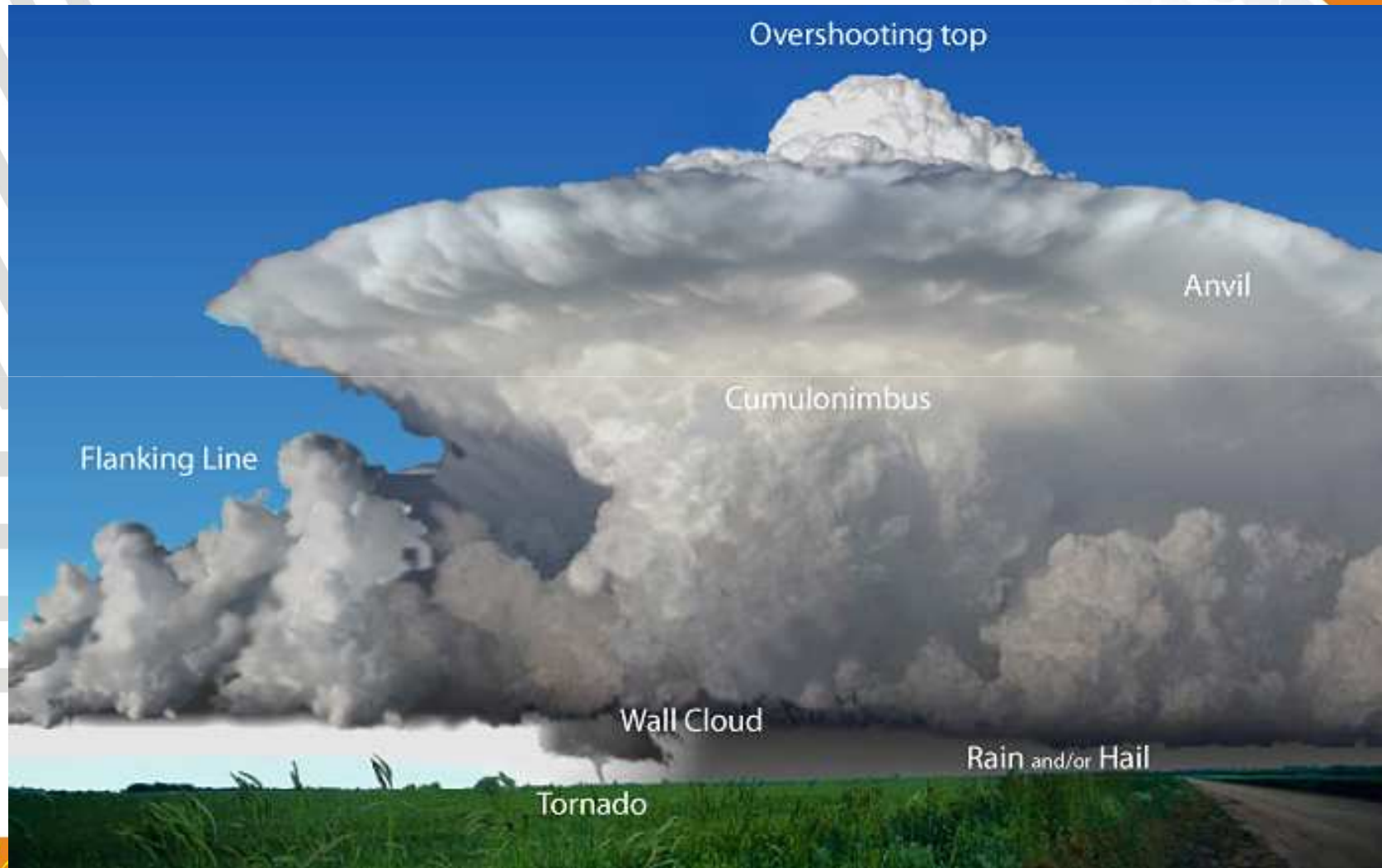
- Zjawiska towarzyszące:
- intensywne opady deszczu,
 - duży grad,
 - bardzo silne porywy wiatru,
 - trąby powietrzne.

<http://skydiary.com/kids/tornadoes.html>



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chaparral_Supercell_2.JPG

Schemat superkomórki



Grad



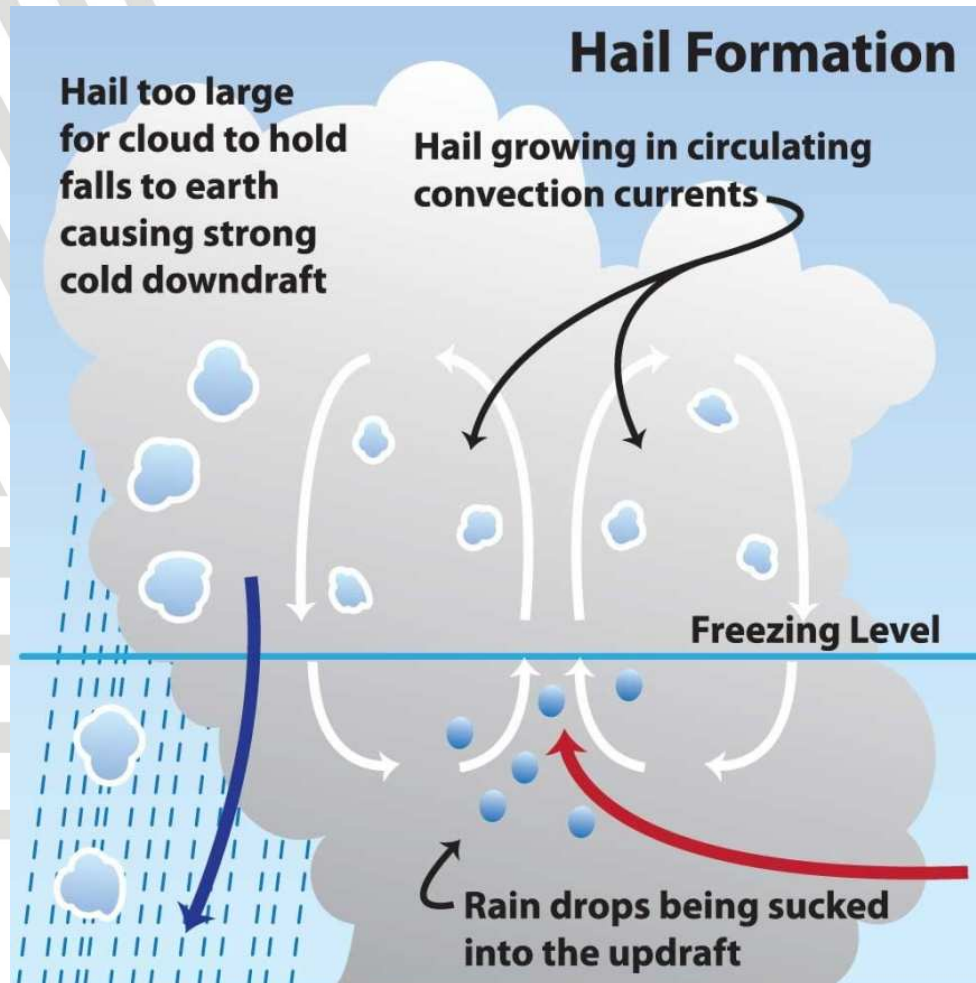
Grad – opad atmosferyczny w postaci bryłek lodu (gradzin) o średnicy 5 - 50 mm, niekiedy większych, padających bądź oddzielnie, bądź jako zlepione nieregularne bryły z chmur cumulonimbus.

Słownik meteorologiczny, IMGW 2003

- Grad o średnicy od 2 cm może powodować szkody w uprawach rolnych (szczególnie gdy występuje na większym obszarze).
- Grad o średnicy co najmniej 5 cm uznawany jest za duży i może stanowić znaczne zagrożenie dla ludzi i mienia (przypadek opadów gradu w Bisztynku w lipcu 2012 r.).
- Grad o średnicy powyżej 10 cm stanowi zagrożenie dla życia człowieka. 14.04.1986 w Bangladeszu gradziny wielkości grejpfrutów (średnica 10-15 cm) spowodowały śmierć około 100 osób.
- Gradziny o średnicy 2 cm spadają z średnią prędkością 20 m/s, a gradziny o średnicy 5 cm z prędkością 46 m/s.

Za: M. Ogrodnik

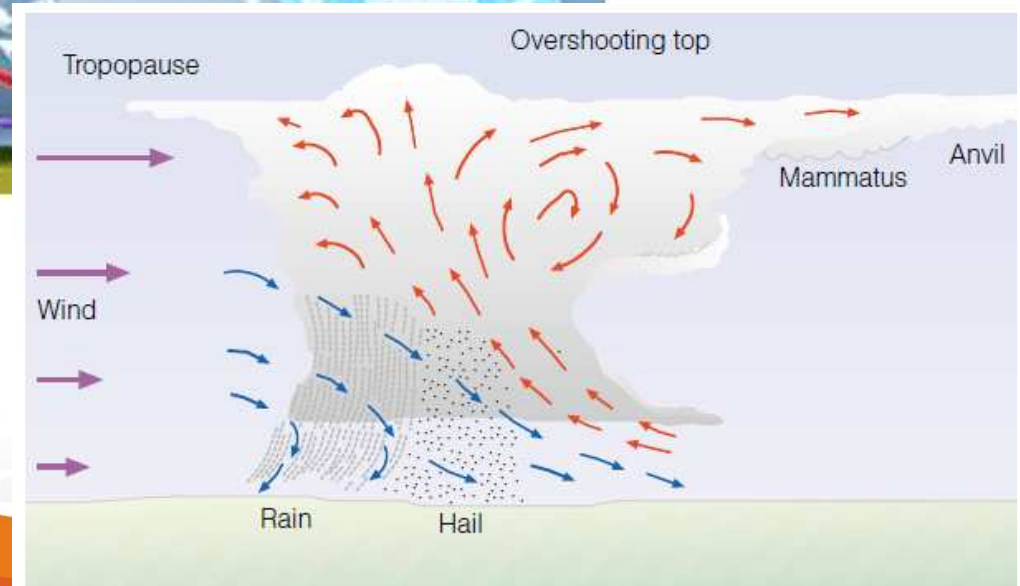
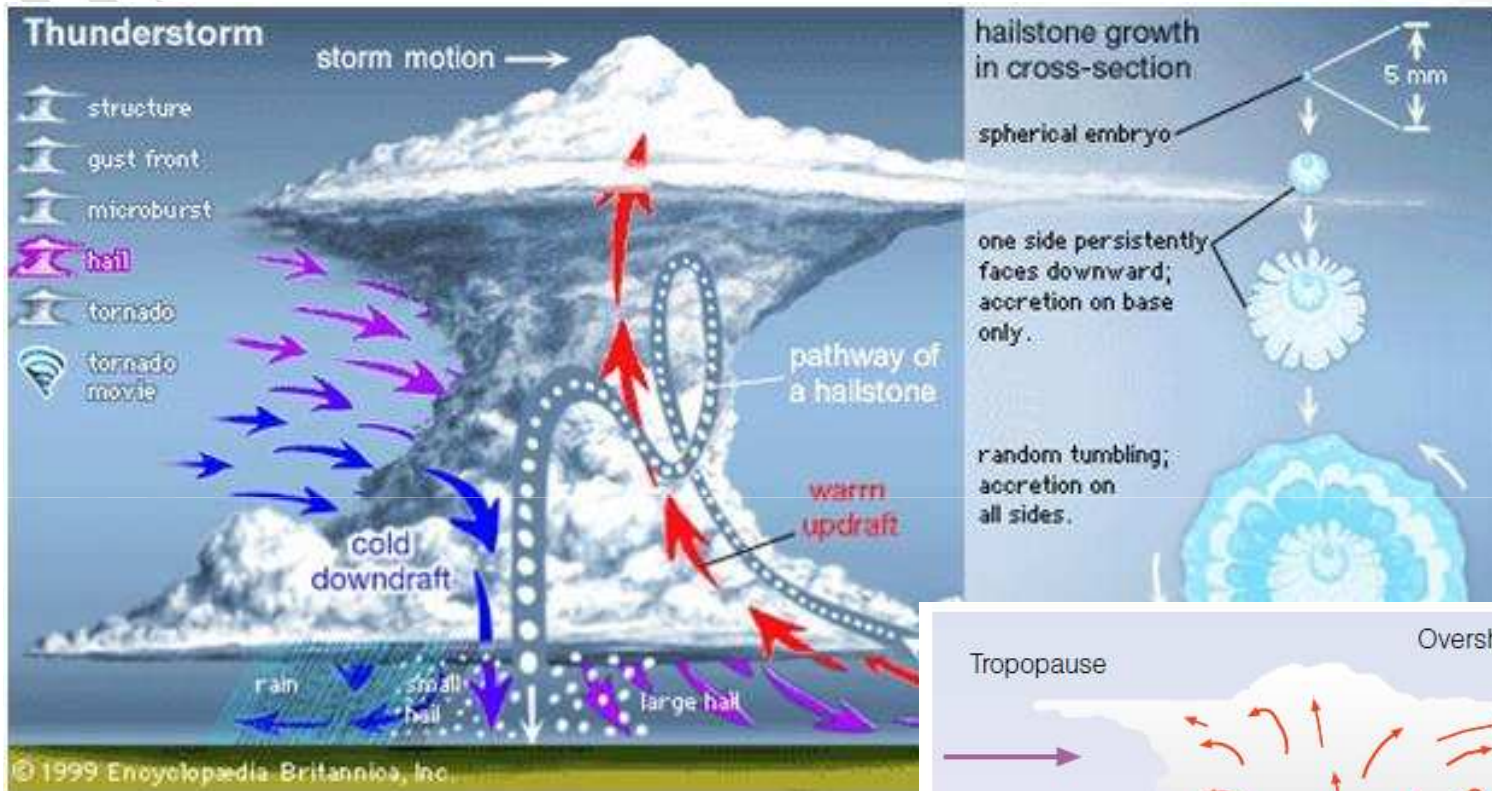
Powstawanie gradu



Gradziny powstają podczas wielokrotnego przekraczania poziomu zamarzania wewnątrz chmury. Przemieszczają się w górę i w dół zamarzając i rozmarzając oraz łącząc się z innymi kroplami chmurowymi lub kryształkami lodu. Wypadają z chmury w momencie, gdy są zbyt duże, aby prądy wstępujące w chmurze mogły je utrzymać. Dlatego ich rozmiar zależy od intensywności ruchów wstępujących wewnątrz chmury.

<http://scijinks.nasa.gov/rain>

Schemat chmury z opadem gradu



Ahrens, 2001, Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere

Wiatr



Wiatr - ruch powietrza wywołany działaniem siły poziomego gradientu ciśnienia i podlegający sile Coriolisa, sile odśrodkowej i sile tarcia, zwykle tym terminem określa się tylko składową poziomą tego ruchu.

Źródło: Słownik meteorologiczny,
IMGW Warszawa 2003

Duże prędkości wiatru i silne porywy występują zwykle w obszarach:

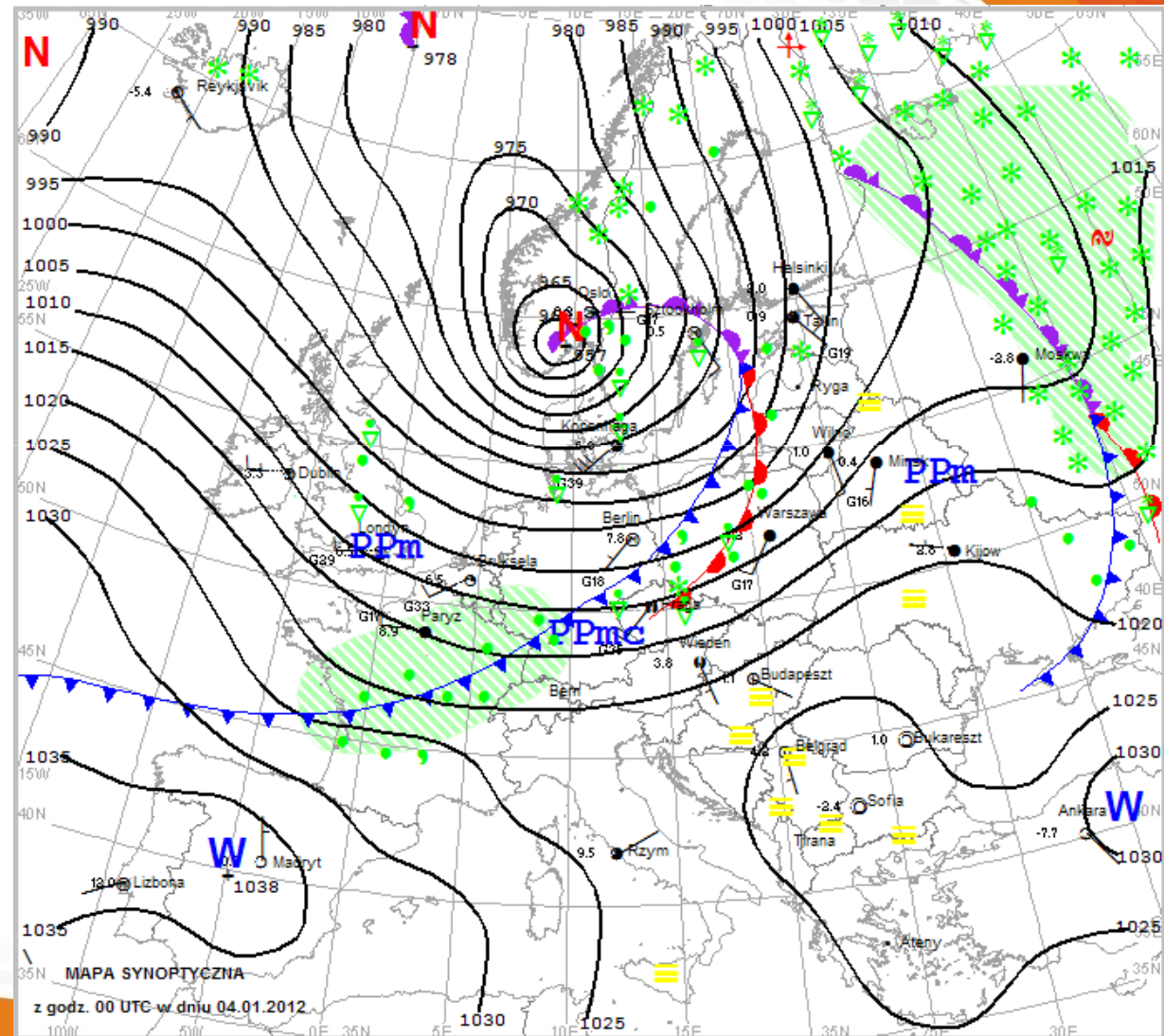
- o dużym gradiencie ciśnienia (zagęszczenie izobar na mapach synoptycznych),
- w sąsiedztwie frontów,
- w okolicy komórek burzowych.



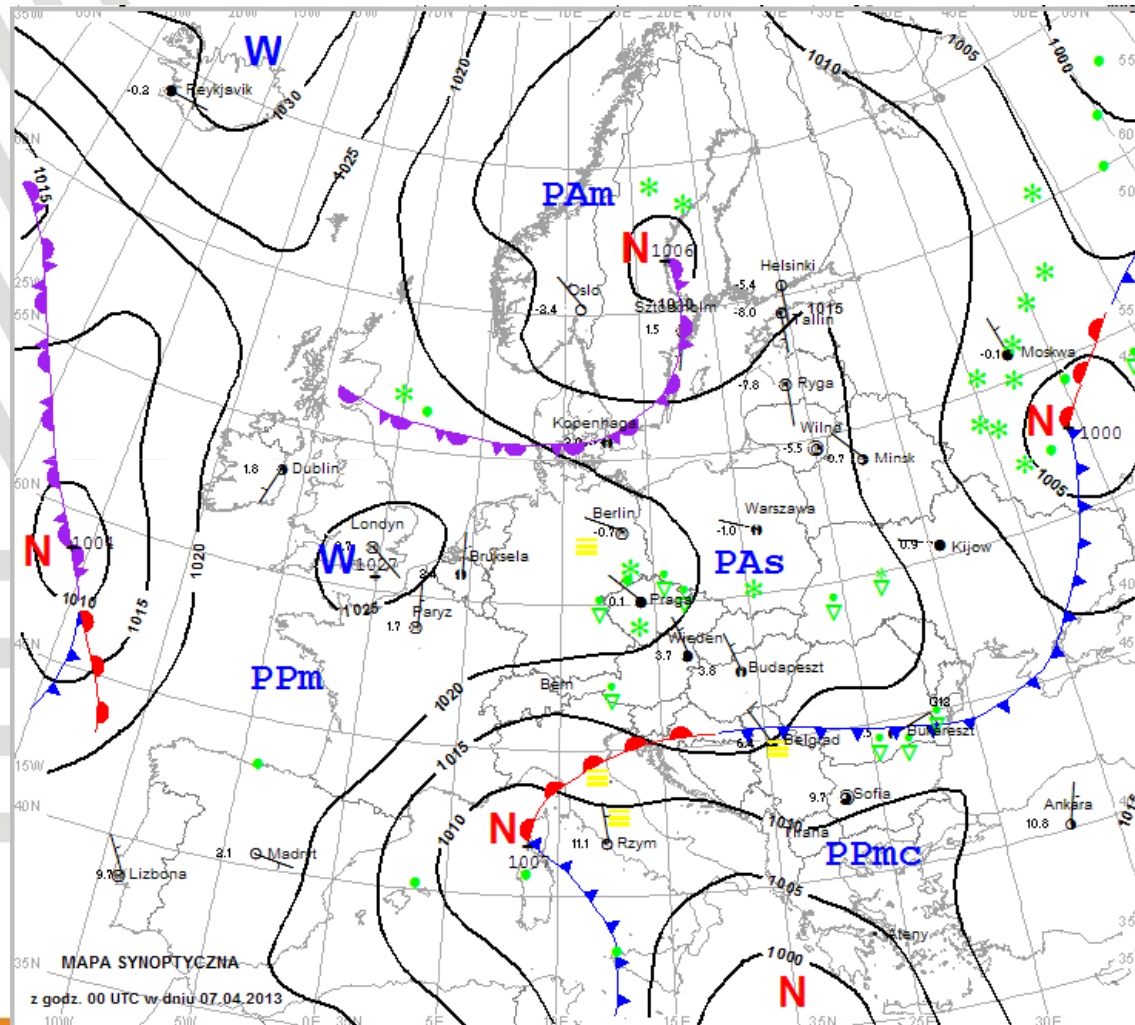
Sytuacja synoptyczna – silny wiatr w Polsce



Średni wiatr około 6 m/s
Porywy wiatru do 90 km/h

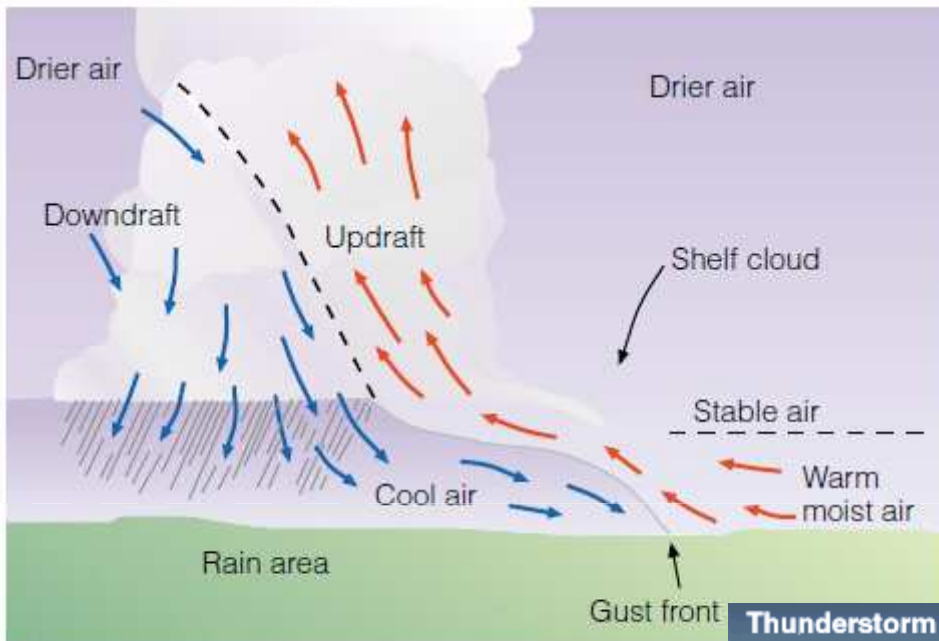


Sytuacja synoptyczna – słaby wiatr w Polsce



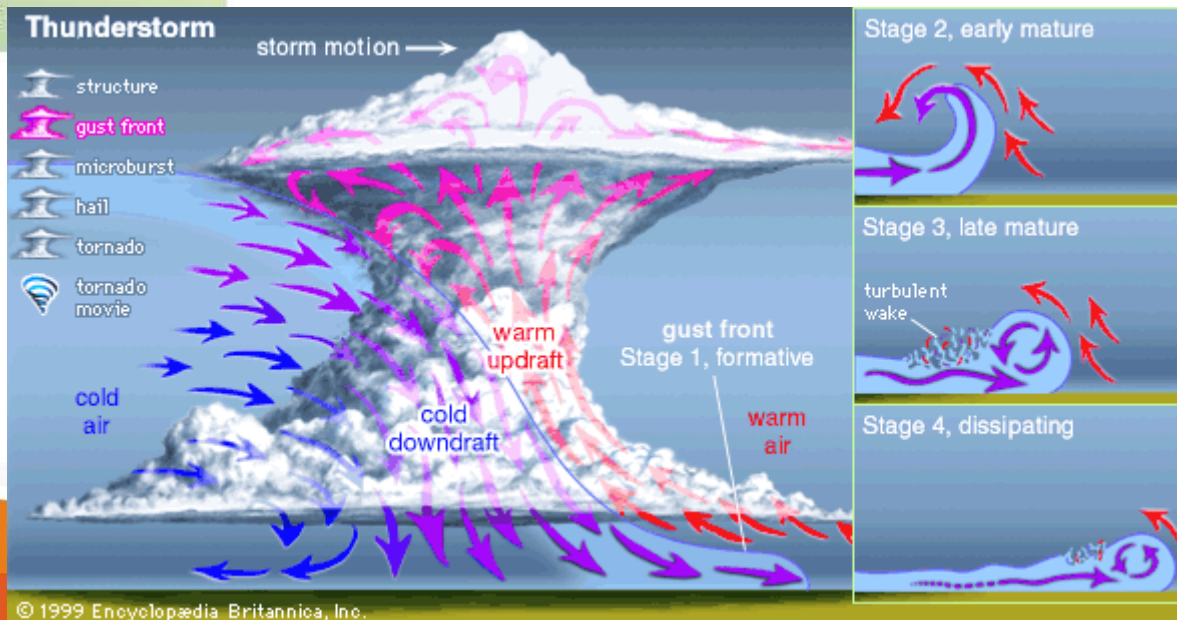
Średni wiatr około 2 m/s
Brak porywów

Porywy wiatru związane z chmurami burzowymi



Gust front – front porywów poprzedzający komórkę burzową

Ahrens, 2001, Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere



© 1999 Encyclopædia Britannica, Inc.

Arcus – chmura szelfowa, wał szkwałowy; w Stanach Zjednoczonych



Arcus – chmura szelfowa, wał szkwałowy; w Polsce 13.07.2008



Fot. K. Bednarek



Fot. K. Bednarek

Trąba powietrzna czy tornado?



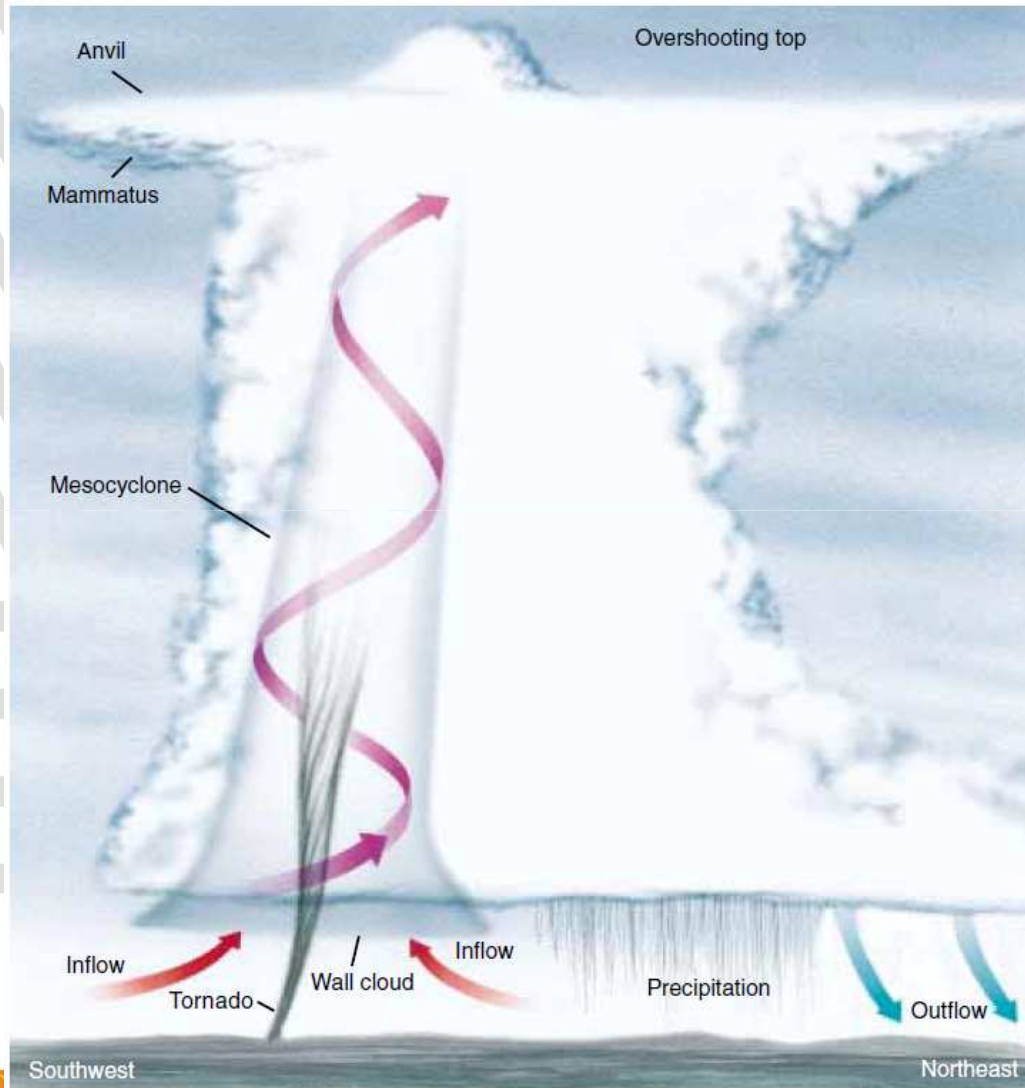
Trąba powietrzna - wiatr wirowy wokół osi pionowej o ograniczonej średnicy (kilkadziesiąt metrów), w postaci wirującego słupa (tuba) zwisającego z rozbudowanej chmury Cumulonimbus do powierzchni Ziemi. Oprócz trąby klasycznej występującej nad lądem wyróżnia się trąby wodne powstające nad powierzchniami wodnymi i wiry pyłowe charakterystyczne dla pustyń i stepów.

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

Źródło: Słownik meteorologiczny, IMGW Warszawa 2003



Powstawanie trąb powietrznych



We wnętrzu superkomórki występuje wirujący mezocyklon. W sprzyjających warunkach następuje zmniejszenie jego rozmiarów oraz wzrost prędkości wirowania. Tak tworzy się trąba powietrzna.



Trąby powietrzne w Stanach Zjednoczonych



<http://science.nationalgeographic.com/wallpaper/science/photos/climate/dakota-prairie-tornado/>



Roger Hill

<http://www.startribune.com/printarticle/?id=157473655>

Trąby powietrzne w Polsce



<http://tvnmeteo.tvn24.pl/informacje/polska,28/tornado-w-województwie-pomorskim-relacje-reporterow-24-i-bilans-strat,51829,1,0.html>



<http://lowcyburz.pl/forum/viewtopic.php?f=800&p=82351>

Zniszczenia wywołane przez trąbę powietrzną – 20.07.2007 r. okolice Częstochowy

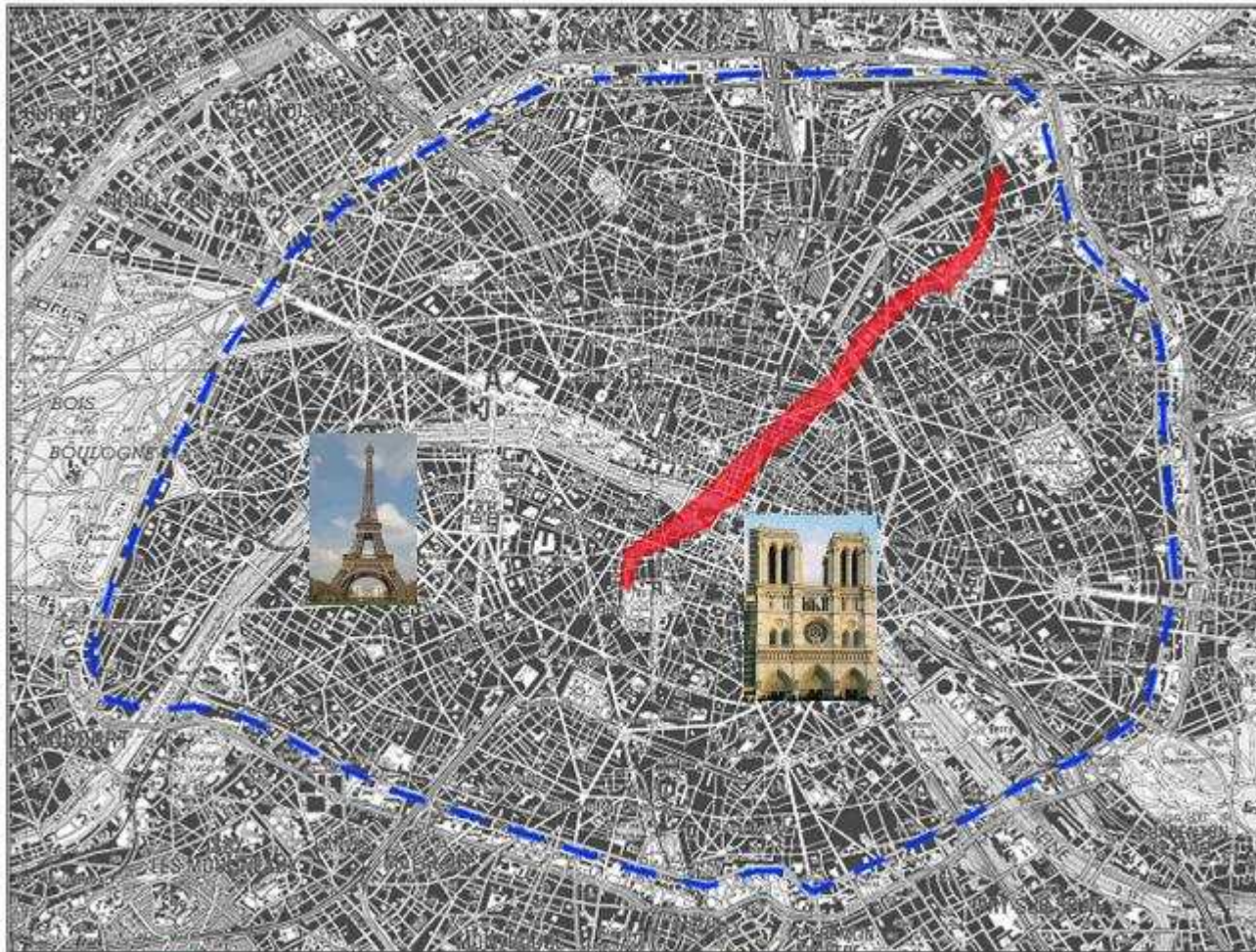


Oddział IMGW Katowice

Zniszczenia wywołane przez trąbę powietrzną – 20.07.2007 r. okolice Częstochowy



Ścieżka tornada – Paryż 10.09.1896 r.



tornado track

Paris border in 1896

1 km

5 osób zabitych
ponad 70 osób rannych

Ile osób zginęłoby,
gdyby tornado
przeszło przez Paryż
dzisiaj?

<http://www.essl.org/ECSS/2011/programme/presentations/112.pdf>

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Dziękuję za uwagę

Katarzyna Bednarek
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Państwowy Instytut Badawczy
Biuro Prognoz Meteorologicznych i Komercyjnych
01-673 Warszawa, ul. Podleśna 61
Tel. +48-22-56-94-151
katarzyna.bednarek@imgw.pl