

Poznań  
22.01.2024 r.

# *Od pomiarów do prognozy pogody*

**mgr Piotr Szewczak**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej  
– Państwowy Instytut Badawczy



- Pomiarы meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)
- Rodzaj danych pomiarowych (dane synoptyczne, dane aerologiczne, zdjęcia satelitarne, zdjęcia radarowe, dane z samolotów, dane ze statków morskich)
- Prognozy numeryczne
- Prognozy – metoda synoptyczna
- Prognozy numeryczna z weryfikacją synoptyczną



# Pomiary meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)

- Historia pomiarów meteorologicznych w Polsce sięga XV w., najstarsza informacja pogodowa pochodzi z Krakowa z dnia 9 kwietnia 1468 roku (prof. M. Miętus)
- Początek regularnych i nieprzerwanych pomiarów meteorologicznych miał miejsce w 1739 roku w Gdańsku, w 1779 roku w Warszawie, w 1791 i 1792 roku we Wrocławiu i Krakowie.
- Pierwszy posterunek meteorologiczny, który prowadził pomiary i obserwacje powstał w roku 1881 w Białymstoku.
- W roku 1912 sieć stacji meteorologicznych liczyła 333 lokalizacje

<https://www.imgw.pl/institut/historia>



340 p.n.e Arystoteles – „Meteorologica”

300 p.n.e – Chiny

??? kraje arabskie

1837 telegraf – wymiana danych

Wcześniej: obserwacje (nazwy wiatrów lokalnych, przysłowia ludowe itp.), prognozyki.

Prognozy stawiane nieświadomie np. na podstawie znajomości warunków lokalnych przez tubylców – przepowiednie – Dzień Świstaka





- **1873** Międzynarodowej Organizacji Meteorologicznej (International Meteorological Organization – IMO)
- **1950 Światowa Organizacja Meteorologiczna** (ang. The World Meteorological Organization – WMO (193 państwa))



Głównym zadaniem Światowej Organizacji Meteorologicznej jest organizacja i koordynacja działań służb meteorologicznych różnych krajów, ujednolicanie metod obserwacji meteorologicznych i rozpowszechnianie prognoz pogody

Francis Beaufort (skala Beauforta)

Robert FitzRoy /termin „prognoza pogody”/

(Panowie związani z Jej Królewska Marynarka Brytyjską)



Pierwsza prognoza pogody została opublikowana  
w The Times 1 sierpnia w 1861 (FitzRoy).

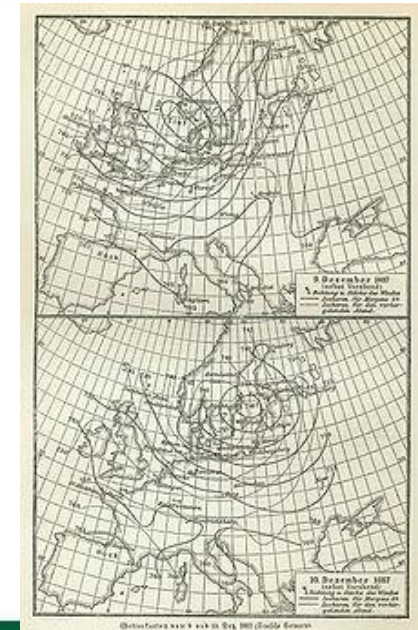
Początkowo strasznie wyśmiewana przez dziennikarzy 😊



## Urbain Le Verrier (Paryż, astronom)

**1846. Pierwsza w historii mapa synoptyczna**, zrekonstruowana na podstawie informacji przesłane telegraficznie do Paryża z wielu miast europejskich i to zapoczątkowało powstanie Światowej Obserwacji Pogody.

Na pierwszej mapie zostały sporządzone linie równego ciśnienia – **izobary** i odkryto, że linie tworzą zamknięte obszary **wysokiego** i **niskiego ciśnienia**, które charakteryzują się pewną powtarzalnością pogody (**wyż** – „pogoda dobra”, **niż** – pogoda „zła”).



# Pomiary meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)



## Sieć stacji obserwacyjno-pomiarowych (IMGW-PIB, 2022)

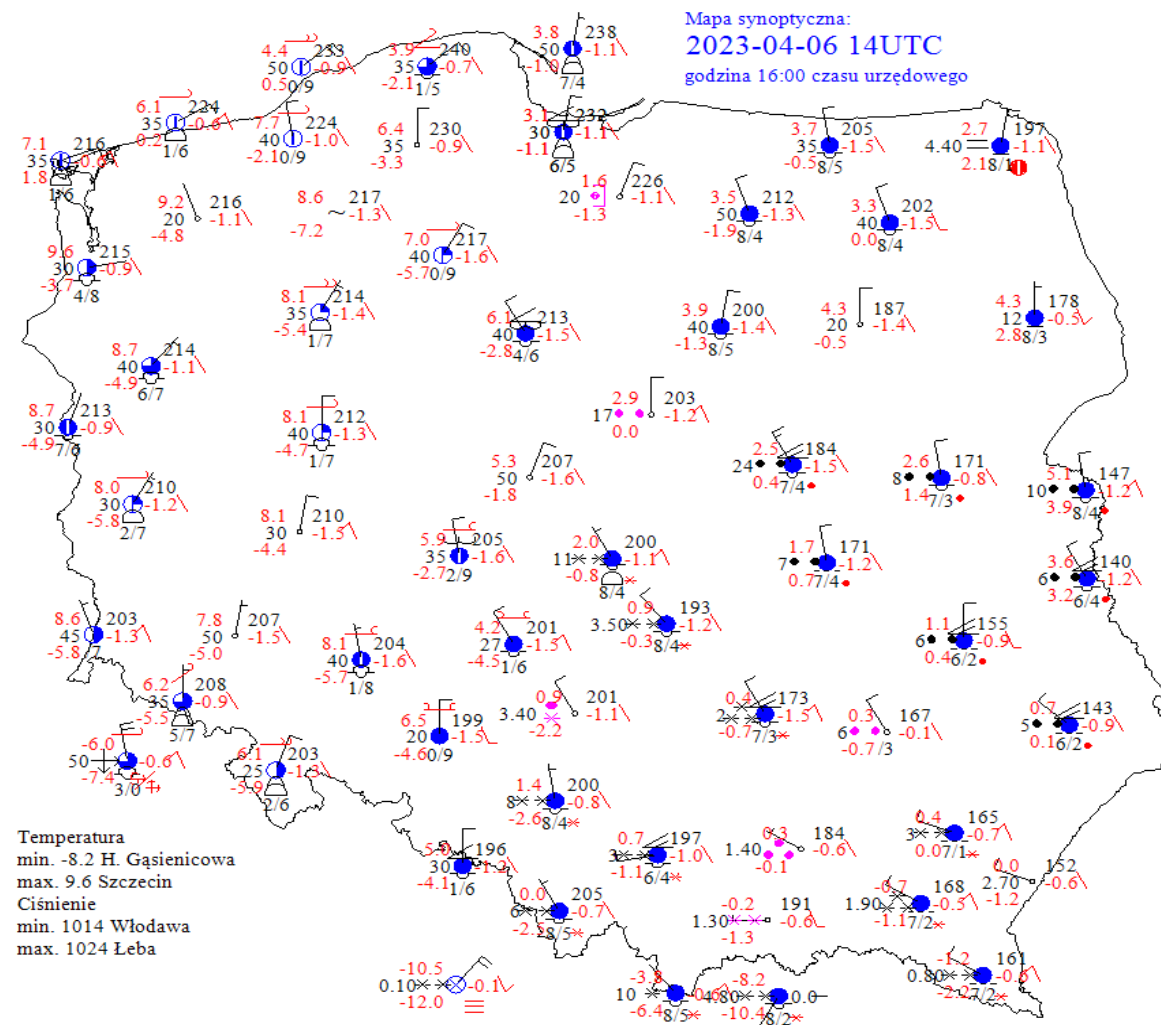
63 stacje synoptyczne

850 posterunków telemetrycznych

9 radarów meteorologicznych

4 stacje aerologiczne (Łeba, Wrocław, Warszawa Legionowo, Tarnów)

1 stacja odbioru danych satelitarnych (Kraków)







# Pomiary meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)

Jakie są wykonywane pomiary i obserwacje meteorologiczne na stacjach meteorologicznych

## Pomiary instrumentalne:

- Temperatura powietrza i gruntu
- Wilgotność powietrza
- Opady
- Wiatr - prędkość i kierunek
- Parowanie
- Uśłonecznienie
- Promieniowanie słoneczne
- Grubość pokrywy śnieżnej

## Obserwacje wizualne:

- Stopień zachmurzenia
- Rodzaj chmur
- Wysokość podstawy chmur \*
- Widzialność \*
- Zjawiska atmosferyczne
- Stan gruntu

# Rozmieszczenie systemu obserwacyjno-pomiarowego IMGW-PIB

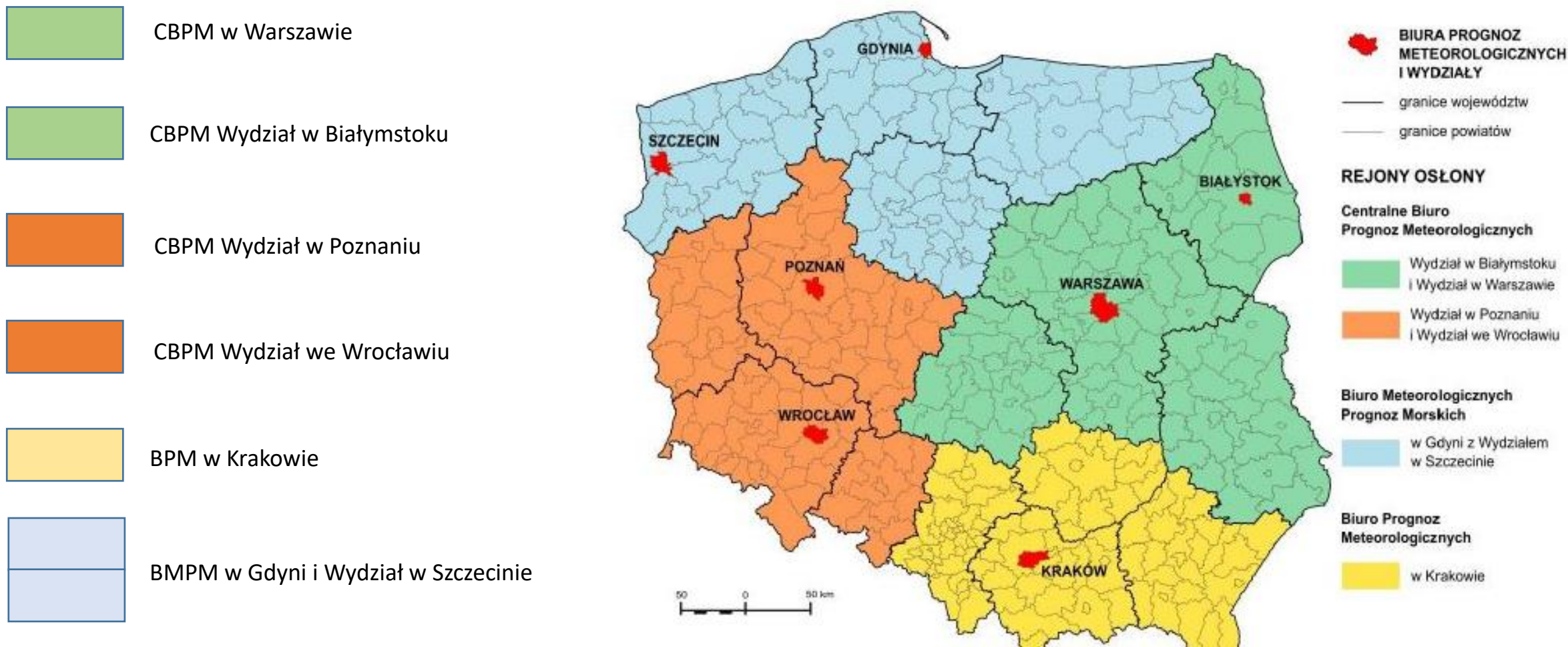


- Warszawa** Ośrodek Główny
- Wrocław** Oddział terenowy
- CBPM** Centralne Biuro Prognoz Meteorologicznych
- CBPM-MIN** Centralne Biuro Prognoz Lotniczych - Meteorologiczne Biuro Nadzoru
- CBPM** Biuro Prognoz Meteorologicznych
- CBPM-M** Biuro Prognoz Meteorologicznych i Komercyjnych
- CBPM-M** Biuro Meteorologicznych Prognoz Morskich
- CBPM** Biuro Prognoz Hydrologicznych
- LM** Lotniskowa Stacja Meteorologiczna
- SM** Stacja Hydrologiczno-Meteorologiczna
- WOM** Wysokogórskie Obserwatorium Meteorologiczne
- AS** Automatyczna Stacja Synoptyczna
- SH** Stacja Hydrologiczna
- LB** Lotniskowe Biuro Meteorologiczne
- SA** Stacja Aerologiczna
- Oddziały IMGW-PIB**
  - OGa** Gdynia (OGa)
  - OKk** Kraków (OKk)
  - OWr** Wrocław (OWr)

# Mapa zasięgów rejonów osłony meteorologicznej IMGW PIB



## CMOK – Centrum Meteorologicznej Osłony Kraju





# System obserwacyjno-pomiarowy IMGW



© Krzysztof Jurczak



© Roman Skapski

© Roman Skapski



© Roman Skapski



© Roman Skapski

# Ogródek i klatka meteorologiczna



Wyposażenie tradycyjnego ogródka meteorologicznego  
/lata 60-siąte XX wieku/



# Współczesny system obserwacyjno-pomiarowy IMGW



# Ogródek meteorologiczny (12418 Leszno / AUTO)



## PRZYRZĄDY METEOROLOGICZNE W OGRÓDKU

1. Widzialnościomierz
2. Laserowy miernik podstawy chmur
3. Poletko z termometrami gruntowymi
4. Pomiar bilansu radiacyjnego
5. Pomiar dobowej sumy usłonecznienia
6. Wiatromierze
7. Heliograf Campbella-Stokesa
8. Pomiar elementów promieniowania słonecznego
9. Klatka meteorologiczna (termometry)
10. Aktynometr
11. Deszczomierz





## Pomiary i obserwacje zachmurzenia

### Elementy zachmurzenia:

- a. Wielkość pokrycia nieba
- b. Rodzaj chmur
- c. Podstawa dolna chmur /podstawa (base), pułap (ceiling)/
- d. Górna granica chmur lub wierzchołki chmur





## ZACHMURZENIE

### a. Wielkość pokrycia nieba

- podaje się w ósmych częściach pokrycia nieba

0/8 - bezchmurnie

8/8 - zachmurzenie całkowite lub pełne



## 1. ZACHMURZENIE

stopień zachmurzenia (w oktach)

symbol	zachmurzenie (w oktach)	
	bezchmurny	SKC
	1/8	FEW
	2/8	SCT
	3/8	
	4/8	BKN
	5/8	
	6/8	
	7/8	OVC
	całkowite 8/8	
	niebo niewidoczne	VV///

Na potrzeby lotnictwa

SKC – Sky Clear

FEW – Few

SCT – Scattered

BKM – Broken

OVC – Overcast

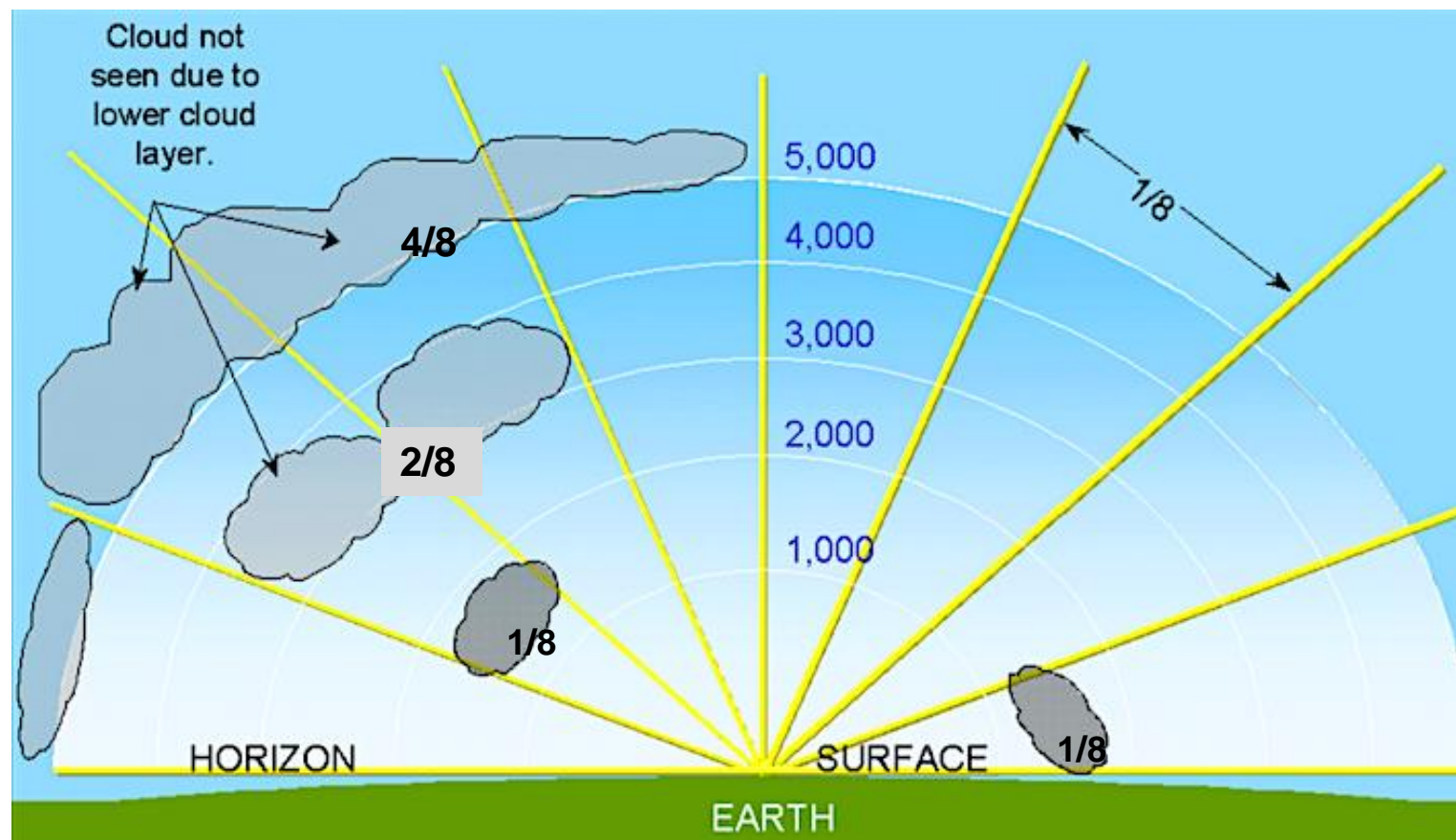
SKC=CLR





## 1. ZACHMURZENIE

Określanie pokrycia nieba w 8-smych częściach





## 1. ZACHMURZENIE

0/8  
SKC



Fot. Piotr Szewczak, Turcja



## 1. ZACHMURZENIE

Fot. Piotr Szewczak, Bednary k. Poznania

4/8  
SCT







## 1. ZACHMURZENIE

Fot. Piotr Szewczak, Poznań, J. Malta

7/8  
BKN





## 1. ZACHMURZENIE

8/8  
OVC



Fot. Piotr Szewczak, Częstochowa

## Wyróżniamy 10 rodzajów chmur:



Cirrus uncinus






Altocumulus lenticularis



Cumulonimbus




### PIETRO WYSOKIE

- Cirrus (Ci) /chmura pierzasta/ 
  - Cirrostratus (Cs) /chmura pierzasto-warstwowa/ 
  - Cirrocumulus (Cc) /chmura pierzasto-kłębiasta/ 
- 5000-13000m



### PIETRO ŚREDNIE

- Altocumulus (Ac) /chmura średnia-kłębiasta/ 
  - Altostratus (As) /chmura średnia-warstwowa/ 
- 2500-7000m

### PIETRO NISKIE

- Cumulus (Cu) /chmura kłębiasta/ 
  - Stratocumulus (Sc) /chmura warstwowo-kłębiasta/ 
  - Stratus (St) /chmura warstwowa/ 
- 30-2500 m

### CHMURY WYDZIELONE

- Nimbostratus (Ns) /chmura warstwowo opadowa/ 
- Cumulonimbus (Cb) /chmura kłębiasta opadowa/ 





# Pomiary meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)

**W meteorologii lotniczej**

**do 5/8 – BASE (FEW, SCT)**

**>5/8 - CEILING (BKN, OVC)**

**CAVOK** - clouds and visibility OK

lub

Ceiling and visibility OK.

Nie każda podstawa /base/ jest pułapem  
ale każdy pułap /ceiling/ jest podstawą...

Ceilometr CT25K







# Pomiary meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)

## TABELA - zjawiska atmosferyczne i chmury

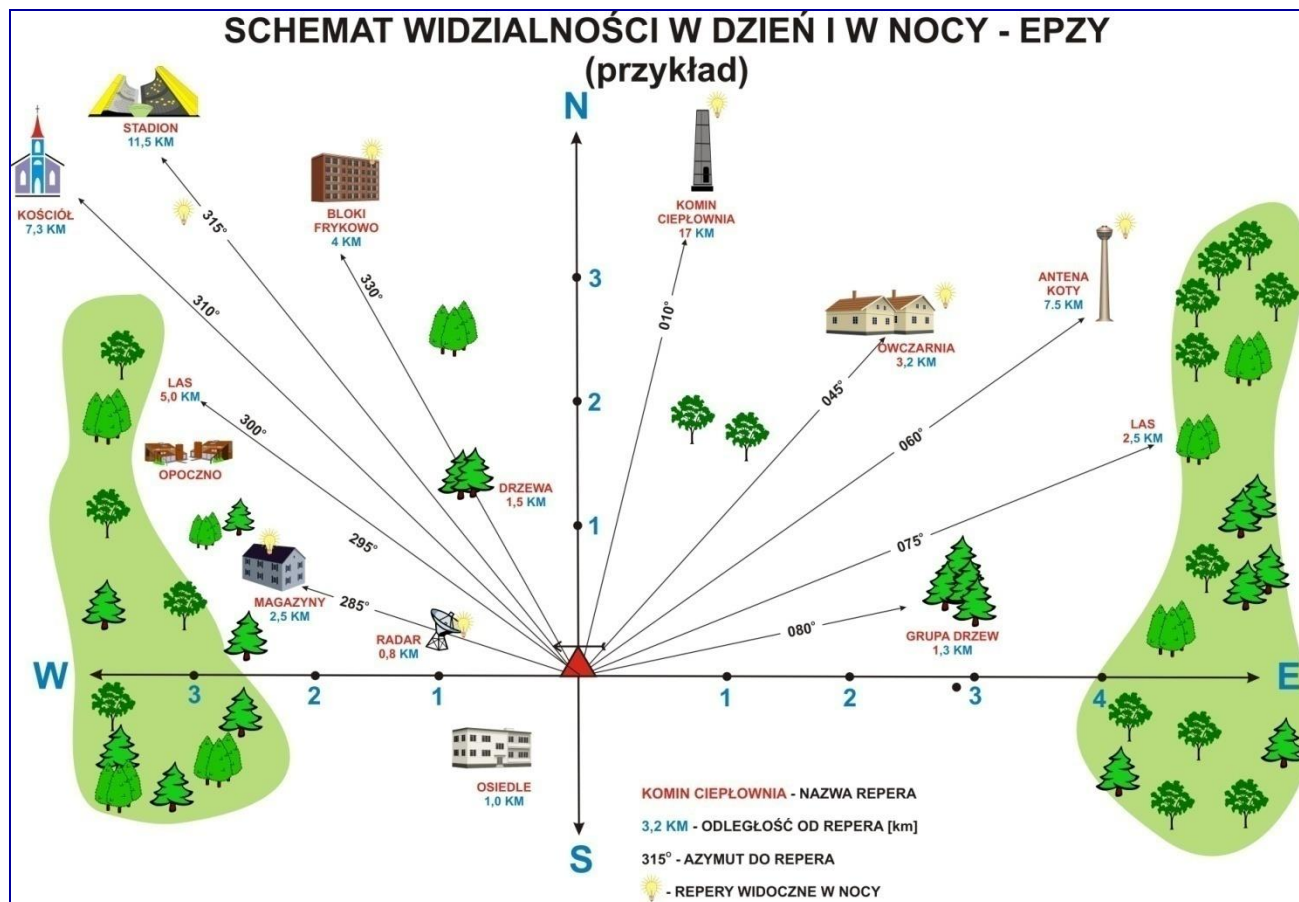
ww	.00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	ROZWIÓL CHMUR NIE ZNANY	ZAMGLENI	MZAWKA NIE MARZĄCA	SILNA WICHURA PIASKOWA OSŁABŁA W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY	MGLA W POLU WIDZENA W CZASIE OBSERWACJI	MZAWKA NIE MARZĄCA Z PRZERWAMI (SŁABA)	DESZCZ NIE MARZĄCY Z PRZERWAMI (SŁABY)	SŁABY ŚNIEG W PLATACH Z PRZERWAMI W CZASIE OBSERWACJI	SŁABY DESZCZ PRZELOTNY	UMIARKOWANY LUB SILNY PRZELOTOWY GRAD
1	CHMURY ZANKAJA	CENKA WARSTWA MGLY LUB MGLY LODOWEJ W PLATACH	DESZCZ NIE MARZĄCY (JEDNOSTAJNY)	WICHURA PIASKOWA BEZ ZMIAN W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY	MGLA LUB MGLA LODOWA W PLATACH	MZAWKA NIE MARZĄCA CIĄGLA (SŁABA)	DESZCZ NIE MARZĄCY CIĄGŁY (SŁABY)	SŁABY ŚNIEG W PLATACH CIĄGŁY W CZASIE OBSERWACJI	UMIARKOWANY LUB SILNY DESZCZ PRZELOTNY	SŁABY DESZCZ BURZA W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY
2	STAN NIEBA BEZ ZMIAN	CENKA WARSTWA MGLY LUB MGLY LODOWEJ (2M LAD 10M MORZE)	ŚNIEG JEDNOSTAJNY	WICHURA PIASKOWA WZMAGŁA SIĘ W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY	MGLA STAŁA SIĘ RZADSZA W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY NIEBO NIEWIDOCZNE	MZAWKA NIE MARZĄCA Z PRZERWAMI (UMIARKOWANA)	DESZCZ NIE MARZĄCY Z PRZERWAMI (UMIARKOWANY)	SŁABY ŚNIEG W PLATACH Z PRZERWAMI W CZASIE OBSERWACJI	GWALTOWY DESZCZ PRZELOTNY	SILNY DESZCZ BURZA W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY
3	CHMURY SIĘ TWORZĄ LUB ROZKŁAJA	BLYSKAWICA BEZ GRZMOTU	JEDNOSTAJNY DESZCZ ZE ŚNIEGIEM	SILNA WICHURA PIASKOWA OSŁABŁA W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY	MGLA STAŁA SIĘ RZADSZA W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY	MZAWKA NIE MARZĄCA CIĄGLA (UMIARKOWANA)	DESZCZ NIE MARZĄCY CIĄGŁY (UMIARKOWANY)	UMIARKOWANY ŚNIEG W PLATACH CIĄGŁY W CZASIE OBSERWACJI	SŁABY PRZELOTNY DESZCZ ZE ŚNIEGIEM	SŁABY ŚNIEG, ŚNIEG Z DESZCZEM LUB GRAD W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY
4	WIDZIALNOŚĆ ZMNIJSZONA PRZEZ DYMY	OPAD W POLU WIDZENIA SIEGĄCY GRUNTU	MZAWKA LUB DESZCZ MARZĄCY POWODUJĄCY GOŁOLEDZ	SILNA WICHURA PIASKOWA BEZ ZMIAN W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY	MGLA BEZ ZMIAN NIEBO WIDOCZNE	MZAWKA NIE MARZĄCA Z PRZERWAMI (SILNA)	DESZCZ NIE MARZĄCY Z PRZERWAMI (SILNY)	SILNY ŚNIEG W PLATACH Z PRZERWAMI W CZASIE OBSERWACJI	SILNY PRZELOTNY DESZCZ ZE ŚNIEGIEM	SILNY ŚNIEG, ŚNIEG Z DESZCZEM LUB GRAD W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY
5	ZMĘTNE	OPAD SIEGĄCY GRUNTU W ODLEGIŁOŚCI PRZEKRACZAJĄCEJ 5KM	PRZELOTNY DESZCZ	SILNA WICHURA PIASKOWA WZMAGŁA SIĘ W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY	MGLA BEZ ZMIAN NIEBO NIEWIDOCZNE	MZAWKA NIE MARZĄCA CIĄGLA (SILNA)	DESZCZ NIE MARZĄCY CIĄGŁY (SILNY)	SILNY ŚNIEG W PLATACH CIĄGŁY W CZASIE OBSERWACJI	SŁABY PRZELOTNY ŚNIEG	SŁABA BURZA Z DESZCZEM LUB ŚNIEGIEM W CZASIE OBSERWACJI
6	PYL ZAWIESZONY W POWIETRZU NIE WZNESIONY PRZEZ WIATR NA STACJI	OPAD SIEGĄCY GRUNTU W POBLIŻU STACJI LECZ NIE NA STACJI	PRZELOTNY DESZCZ LUB DESZCZ ZE ŚNIEGIEM	SŁABA ZAMEC ŚNIEŻNA (NISKA)	MGLA ZACZĘŁA SIĘ TWORZYĆ LUB GĘSTNIEĆ NIEBO WIDOCZNE	MZAWKA MARZĄCA (SŁABA)	DESZCZ MARZĄCY (SŁABY)	SŁUPKI LODOWE	UMIARKOWANY LUB SILNY ŚNIEG PRZELOTNY	SŁABA LUB UMIARKOWANA BURZA Z GRADEM W CZASIE OBSERWACJI
7	PYL LUB PIASEK WZNESIONY PRZEZ WIATR NA STACJI	BURZA BEZ OPADU W CZASIE OBSERWACJI	PRZELOTNY GRAD	SILNA ZAMEC ŚNIEŻNA (NISKA)	MGLA ZACZĘŁA SIĘ TWORZYĆ LUB GĘSTNIEĆ NIEBO NIEWIDOCZNE	MZAWKA MARZĄCA (UMIARKOWANA LUB SILNA)	DESZCZ MARZĄCY (UMIARKOWANY LUB SILNY)	ŚNIEG ZARNISTY	SŁABE PRZELOTNE KRUPY ŚNIEŻNE	SILNA BURZA Z DESZCZEM LUB ŚNIEGIEM W CZASIE OBSERWACJI
8	WIRY PYŁOWE LUB PIASKOWE LECZ NIE WICHURA PYŁOWA	NAWAŁICA NA STACJI LUB W POLU WIDZENA	MGLA LUB MGLA LODOWA	SŁABA ZAMEC ŚNIEŻNA (WYSOKA)	MGLA OSADZAJĄCA SZADĆ NIEBO WIDOCZNE	SŁABA MZAWKA Z DESZCZEM	SŁABY DESZCZ ZE ŚNIEGIEM	ODDZIELNE GWIAZDKI ŚNIEGU	UMIARKOWANE LUB SILNE PRZELOTNE KRUPY ŚNIEŻNE	BURZA Z WICHURĄ PYŁOWĄ LUB PIASKOWĄ W CZASIE OBSERWACJI
9	SILNA WICHURA PYŁOWA W CIĄGU OSTATNIEJ GODZINY LUB W CZASIE OBSERWACJI	TRABA NA STACJI LUB W POLU WIDZENA	BURZA BEZ OPADU LUB Z OPADEM	SILNA ZAMEC ŚNIEŻNA (WYSOKA)	MGLA OSADZAJĄCA SZADĆ NIEBO NIEWIDOCZNE	UMIARKOWANA LUB SILNA MZAWKA Z DESZCZEM	UMIARKOWANY LUB SILNY DESZCZ ZE ŚNIEGIEM	ZIARNA LODOWE DESZCZ LODOWY	SŁABY PRZELOTNY GRAD	SILNA BURZA Z GRADEM W CZASIE OBSERWACJI

Lk	CL	CM	CH	Lk	N	h	a	ff
0	BEZCHMURNIE			0	0	< 50	+ / (C)	CISZA
1	Cu nimbus lub frakus	As translucentus	Ci fibratus lub uncinus	1	1/8	50 - 100	+ / (C)	1 m/s
2	Cu medicosus lub congestus	As opacus lub Ns	Ci spissatus, castellatus lub focus	2	2/8	100 - 200	+ / (C)	6,5 - 8,5 m/s
3	Cb cakus	Ac translucentus	Ci spissatus lub cumulonimbogenitus	3	3/8	200 - 300	+ / (C)	11,5 - 13,5 m/s
4	Sc cumuloigenitus	Ac translucentus (LAWICA)	Ci uncinus lub fibratus	4	4/8	300 - 600	- / (C)	16,5 - 18,5 m/s
5	Sc	Ac opacus	Ci Cs pokrywa niebo porzecz 45°	5	5/8	600 - 1000	- / (C)	21,5 - 23,5 m/s
6	St nebulosus lub frakus	Ac cumuloigenitus lub cumulonimbogenitus	Ci Cs pokrywa niebo powyzej 45°	6	6/8	1000 - 1500	- / (C)	24 - 26 m/s
7	St frakus	Cu	Ac translucentus lub opacus	7	7/8	1500 - 2000	- / (C)	WIATR ZMIENNY
8	Cu Sc	Ac castellatus lub focus	Cs	8	8/8	2000 - 2500	- / (C)	WIATR PORWISTY
9	Cb capillatus	Ac	Cc	9	0	≥ 2500	- / (C)	

## WIDZIALNOŚĆ

Podawana w **metrach**, **kilometrach**

**Schemat widzialności**  
Do określania  
widzialności  
meteorologicznej.



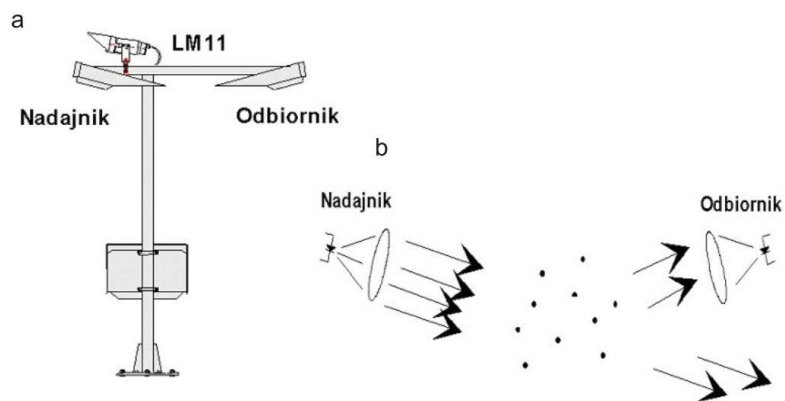


## WIDZIALNOŚĆ - RVR

RVR – runway visual range

Podawana w **metrach**.

### ZASADA DZIAŁANIA Promieniowanie podczerwone

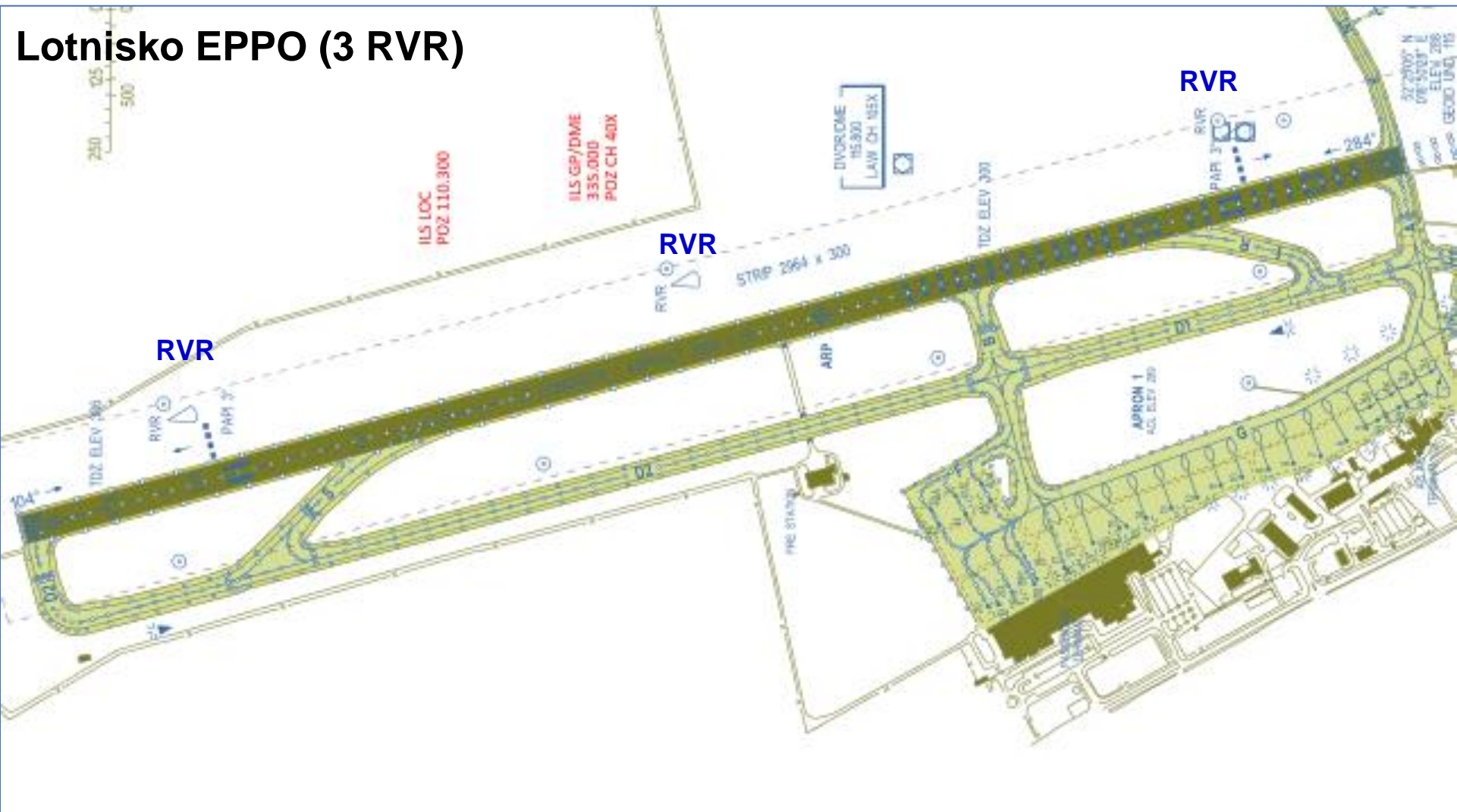


Widzialnościomierz FD12p firmy Vaisala



# Pomiary meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)

WIDZIALNOŚĆ – ROZMIESZCZENIE DF-12p



Ministerstwo  
Edukacji i Nauki



UNIWERSYTET  
IM. ADAMA MICKIEWICZA  
W POZNANIU



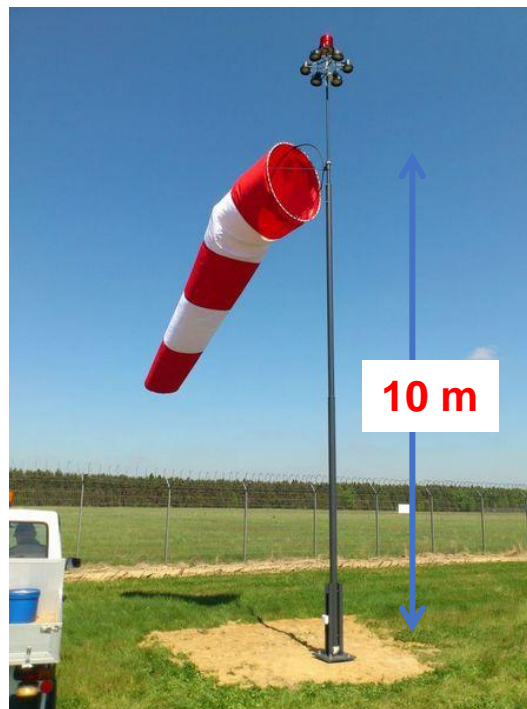
Wydział Nauk  
Geograficznych i Geologicznych

## Wiatromierze



Anemometr śmigłowy

## Rękaw



10 m



Anemometr ultradźwiękowy



Klatka METEO

## TEMPERATURA

### Mierzona w stopniach

Celsjusza (np.  $0^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$ ),

Fahrenheita (np.  $32^{\circ}\text{F}$ - $212^{\circ}\text{F}$ )

Kelvina (np.  $273,15\text{K}$ - $373,15\text{K}$ )



Czujnik temperatury w obudowie



Czujnik temperatury

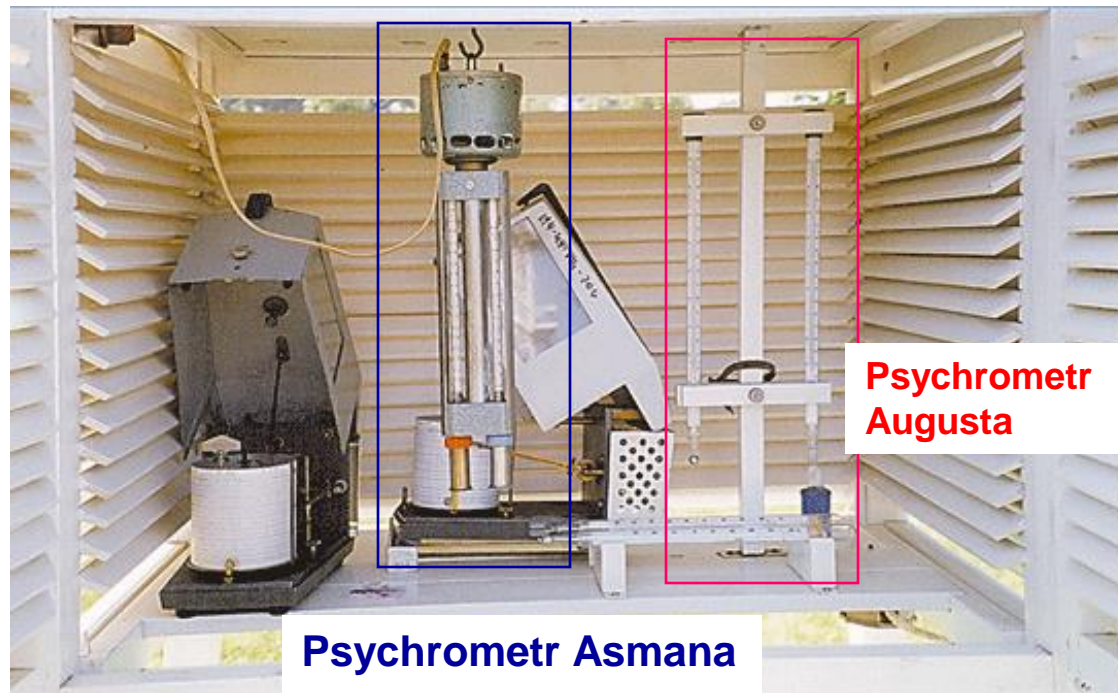
## WILGOTNOŚĆ

Mierzona w %,  
lub TD /temperatura  
punktu rosy/



Czujnik wilgotności w obudowie

Klatka METEO



Psychrometr Asmana

Psychrometr  
Augusta



Czujnik wilgotności



# Pomiary meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)

## CIŚNIENIE

Mierzymy w:  
hPa /hektopaskal/  
mmHg /milimetr słupa rtęci/  
inHg /cal słupa rtęci/



Barometr PTB 220 firmy Vaisala.



Barograf



ANEROID

# Pomiary meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)

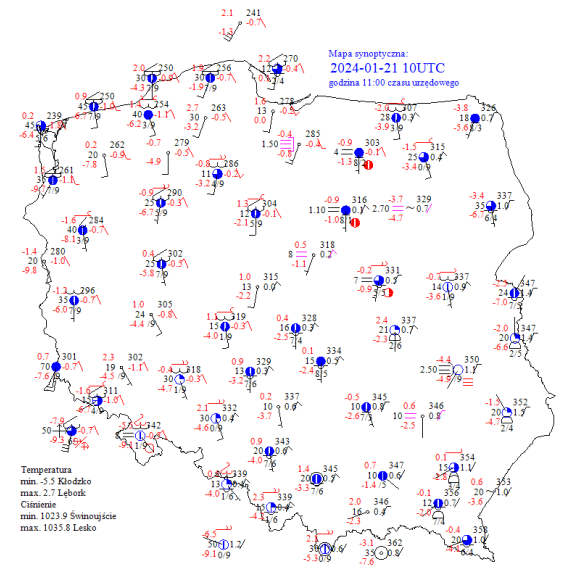
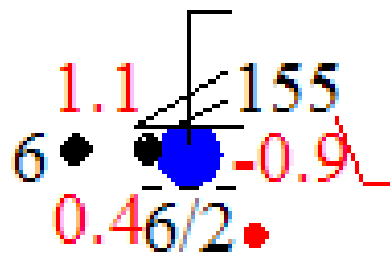


Stacje synoptyczne szyfrują pogodę w postaci klucza **SYNOP**:

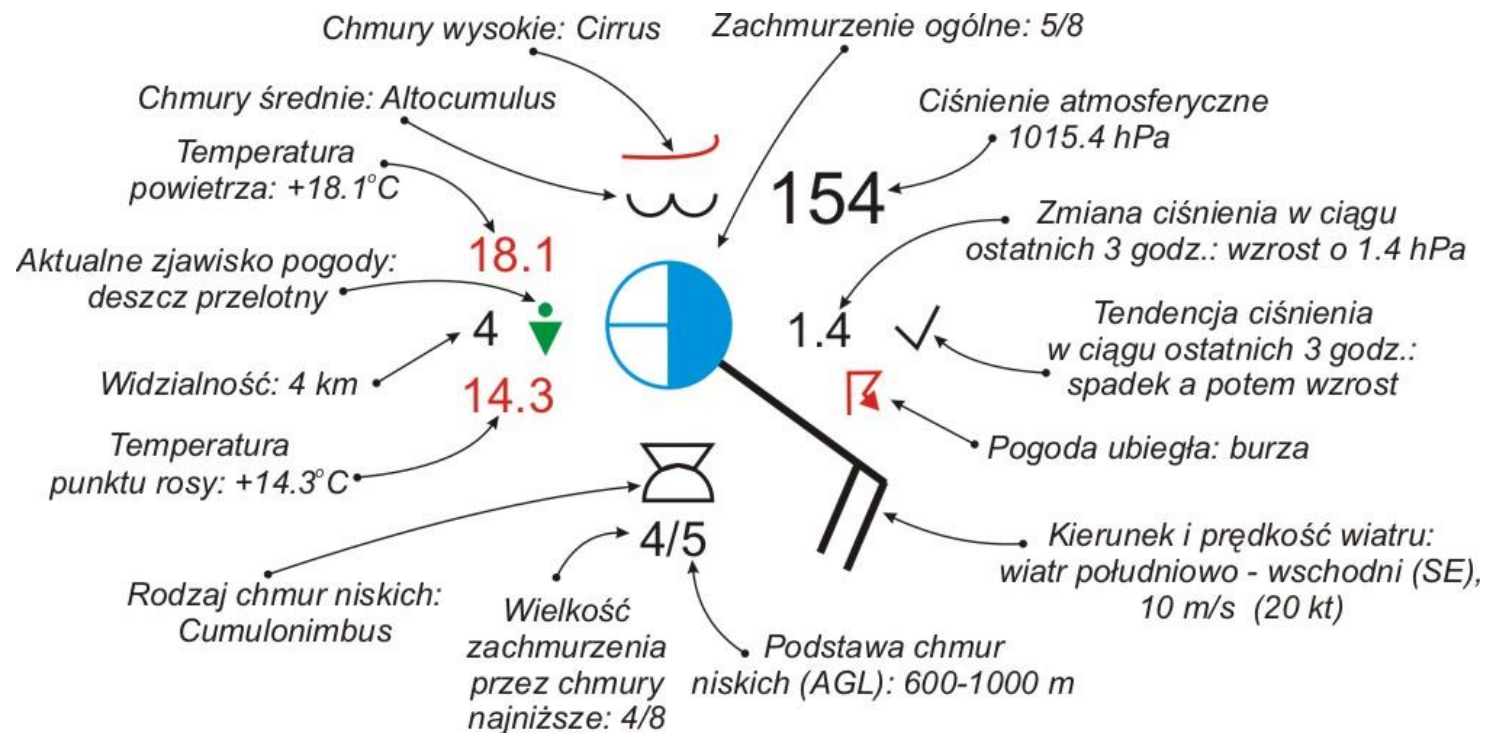
AAXX 07071

12330 41250 83605 10011 20004 30074 40155 58001 76166 877// 333 87705=

Wyniki pomiarów wnoszone są na mapę synoptyczną w postaci tzw. krążka stacji meteorologicznej.



## Oznaczenia na krążku stacji meteorologicznej.





## Pomiary aerologiczne

czyli pionowe sondowanie atmosfery wykonywane są na ok. 1300 stacjach na świecie, cztery razy na dobę\*.

Pozyskane dane to **temperatura**, **wilgotność**, **ciśnienie**, **kierunek i prędkość wiatru**, wykorzystywane są w modelach numerycznych, niezbędnych do prognozowania pogody oraz w ośrodku lotniczej i w badaniach klimatycznych.



<https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

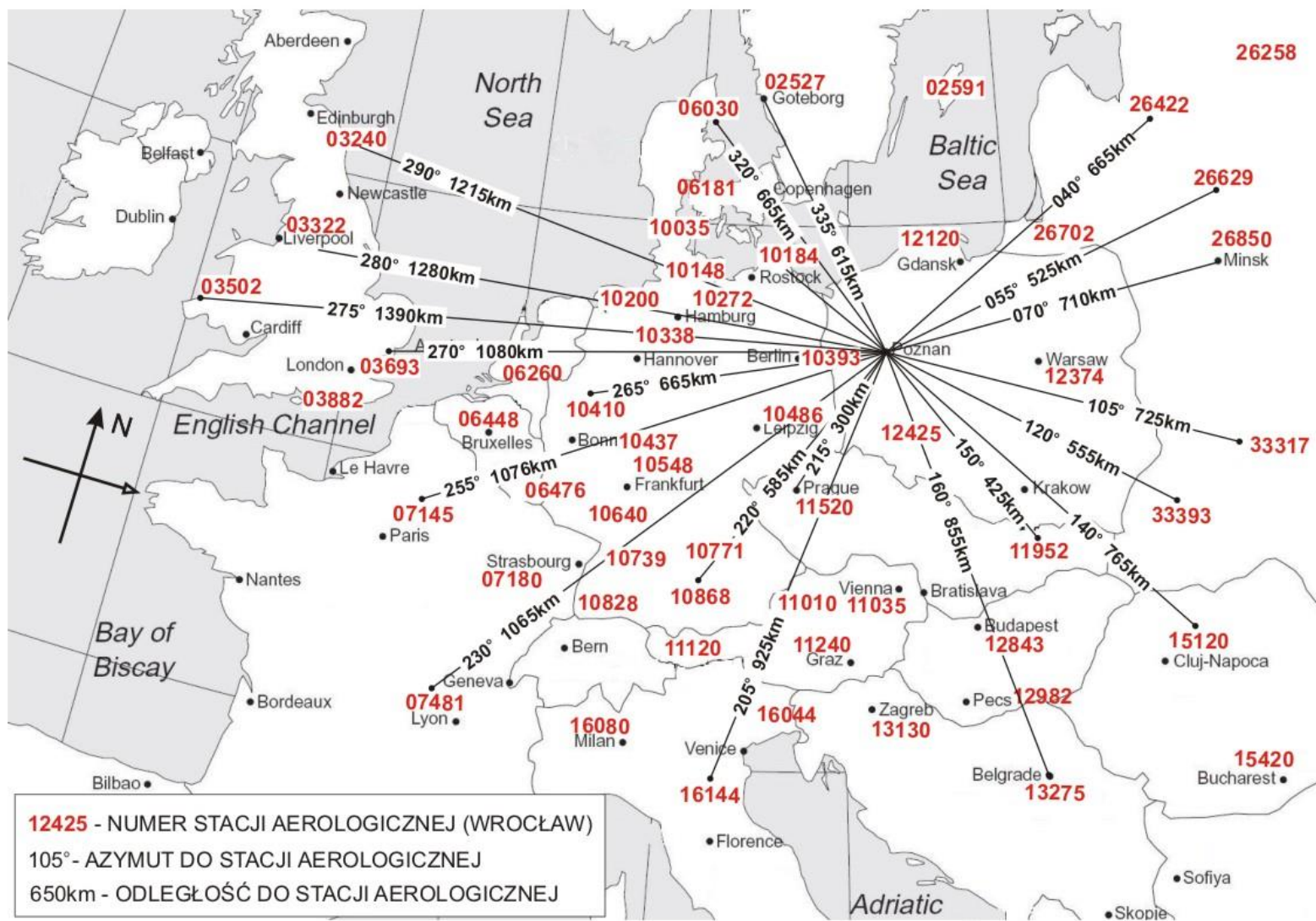




# Pomiary meteorologiczne - aerologiczne

## Stacje aerologiczne w Europie

- 12120 – Łeba
- 12374 – Legionowo
- 12425 - Wrocław
- 10393 – Lindenberg
- 11520 – Praga
- 11952 – Poprad
- 26850 – Mińsk
- 10184 – Greifswald
- 10035 - Schlewig



# Pomiary meteorologiczne - aerologiczne



Polska (IMGW-PIB) dysponuje czterema stacjami aerologicznymi – w Łebie, Legionowie, Wrocławiu i Tarnowie

<https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

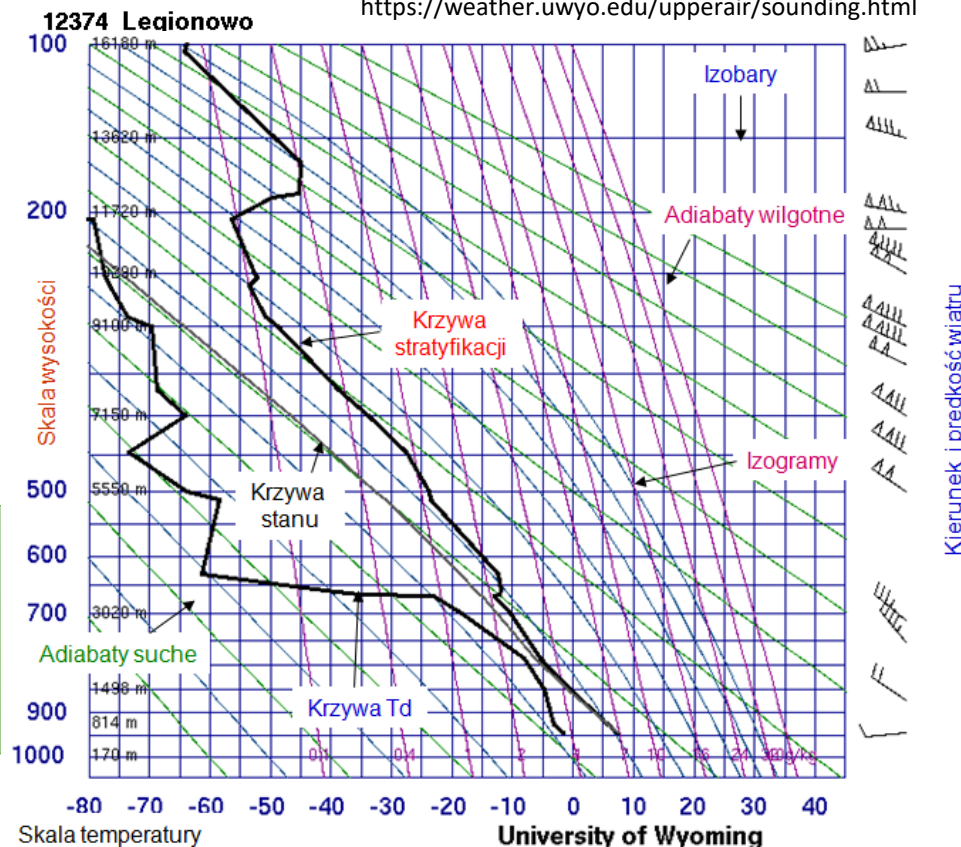
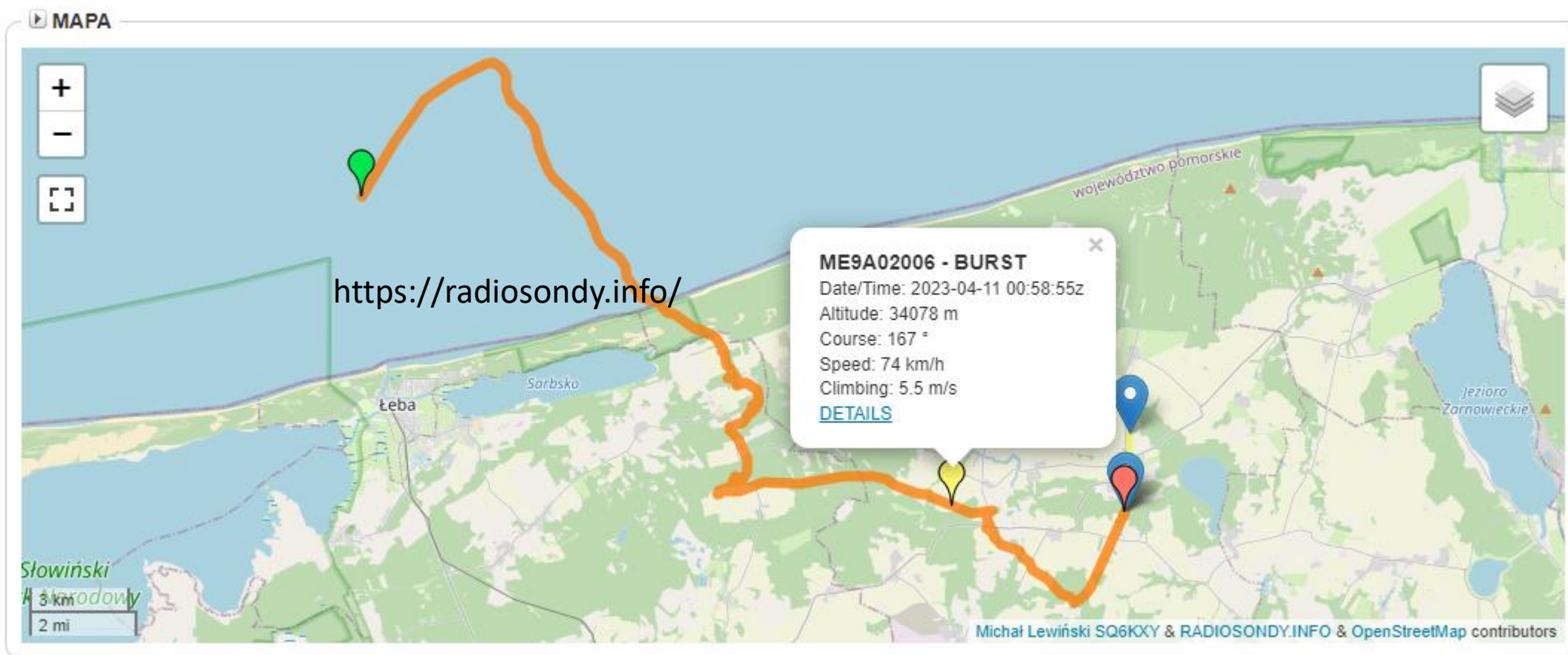


Diagram termodynamiczny, odwzorowanie Stüve



## Śledzenie radiosondy



<https://radiosondy.info/>





## DO CZEGO SŁUŻĄ SATELITY METEOROLOGICZNE?

- Satelita meteorologiczny służy do pomiarów właściwości fizycznych i chemicznych **atmosfery** oraz powierzchni Ziemi
- Satelita meteorologiczny służy do obserwacji chmur
- Dane satelitarne pomagają nam m.in. prognozować pogodę, przewidzieć zagrożenie powodzią lub suszą, monitorować uprawy rolnicze



# Pomiary meteorologiczne - satelitarne

## DO CZEGO UŻYWAMY DANYCH SATELITARNYCH?

### METEOROLOGIA

(analiza i prognoza pogody)

Chmury (piętro, rodzaj, wielkość pokrycia)

Opady (jednostajne, przelotne, ciekłe, stałe)

Mgły (adwekcyjne, radiacyjne, frontowe)

Temperatura (chmur, powierzchni)

### AGROMETEOROLOGIA

wilgotność gleby,  
zapotrzebowanie gleby na wodę  
monitorowanie upraw

### MONITORING ŚRODOWISKA

(tereny pokryte roślinnością,  
obszary podmokłe, zbiorniki wodne  
miejskie wyspy ciepła)

### HYDROLOGIA (prognozy pogody)

- ZAGROŻENIA POWODZIĄ I SUSZĄ

- ZASIĘG POKRYWY ŚNIEŻNEJ I LODOWEJ

### OCEANOGRAFIA

- TEMPERATURA POWIERZCHNI MORZA
- ZJAWISKA LODOWE
- ILOŚĆ TLENU W MORZU

## Satelity geostacjonarne

Wysokość orbity 35 800 km

METEOSAT 9 (MSG-2) - podstawowy

METEOSAT 8 (MSG-1) - zapasowy

METEOSAT 7 (Ocean Indyjski)

METEOSAT 6 (Ocean Indyjski -zapasowy)

Pośrednio: GOES-E, GOES-W, MTSAT-1R

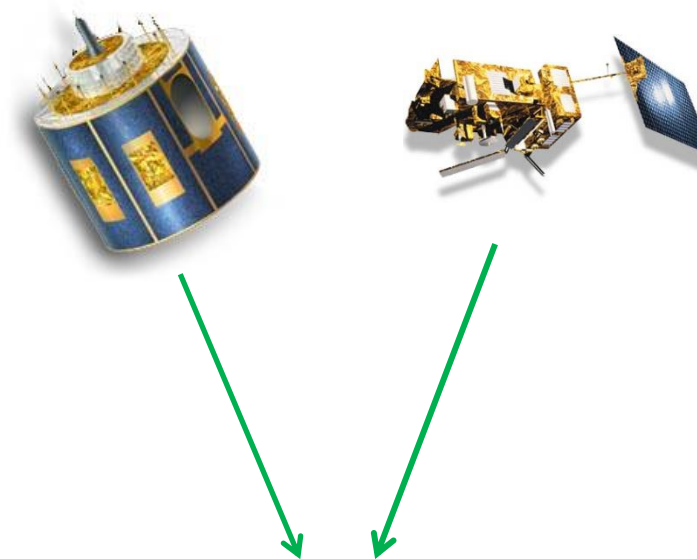
## Satelity okołobiegunowe

wysokość orbity ok. 800 km

NOAA- 15, 16, 17, 18

FengYun 1D

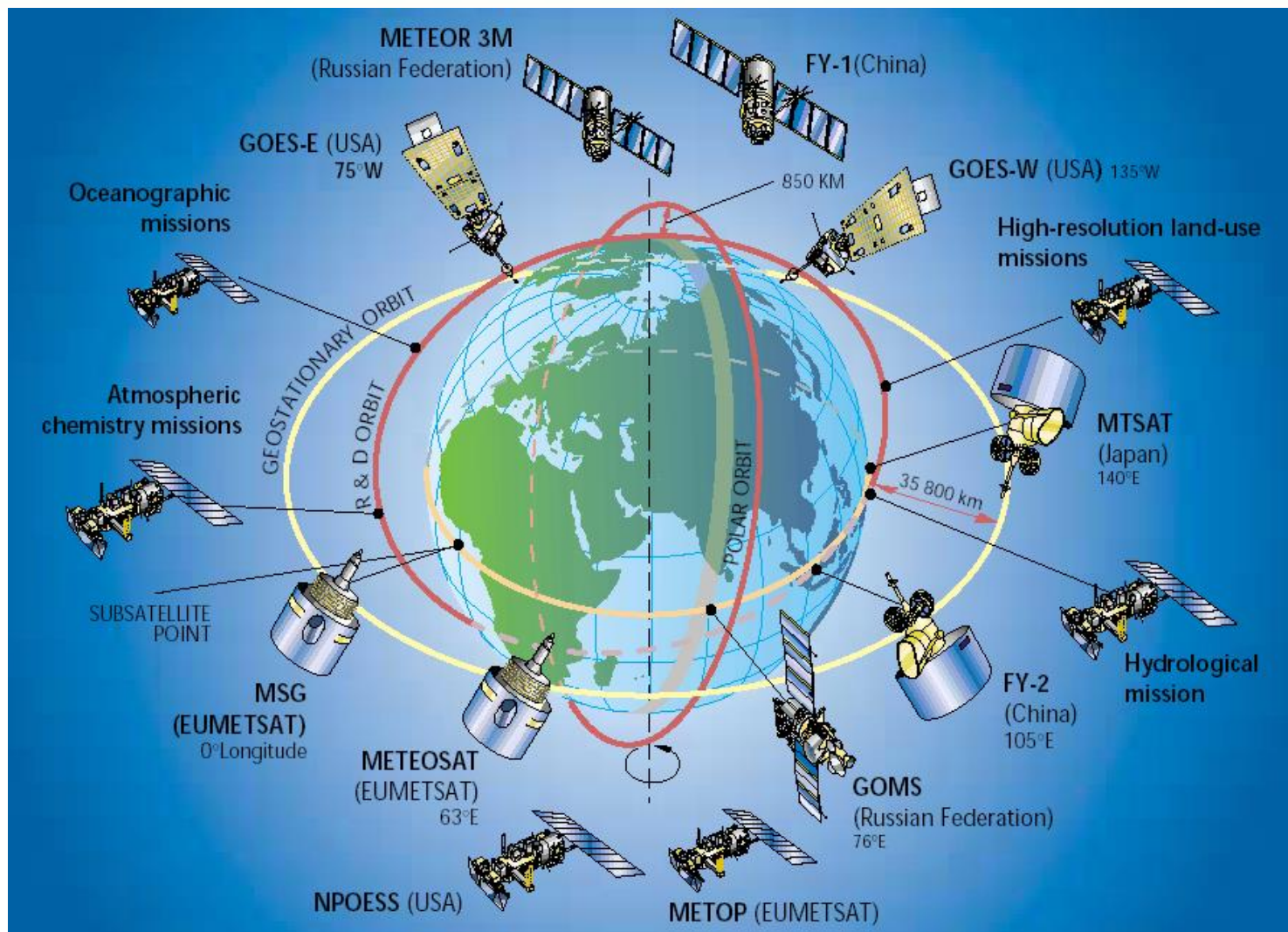
METOP-1







# Pomiary meteorologiczne - satelitarne



## RODZAJE ZDJĘĆ SATELITARNYCH CHMUR

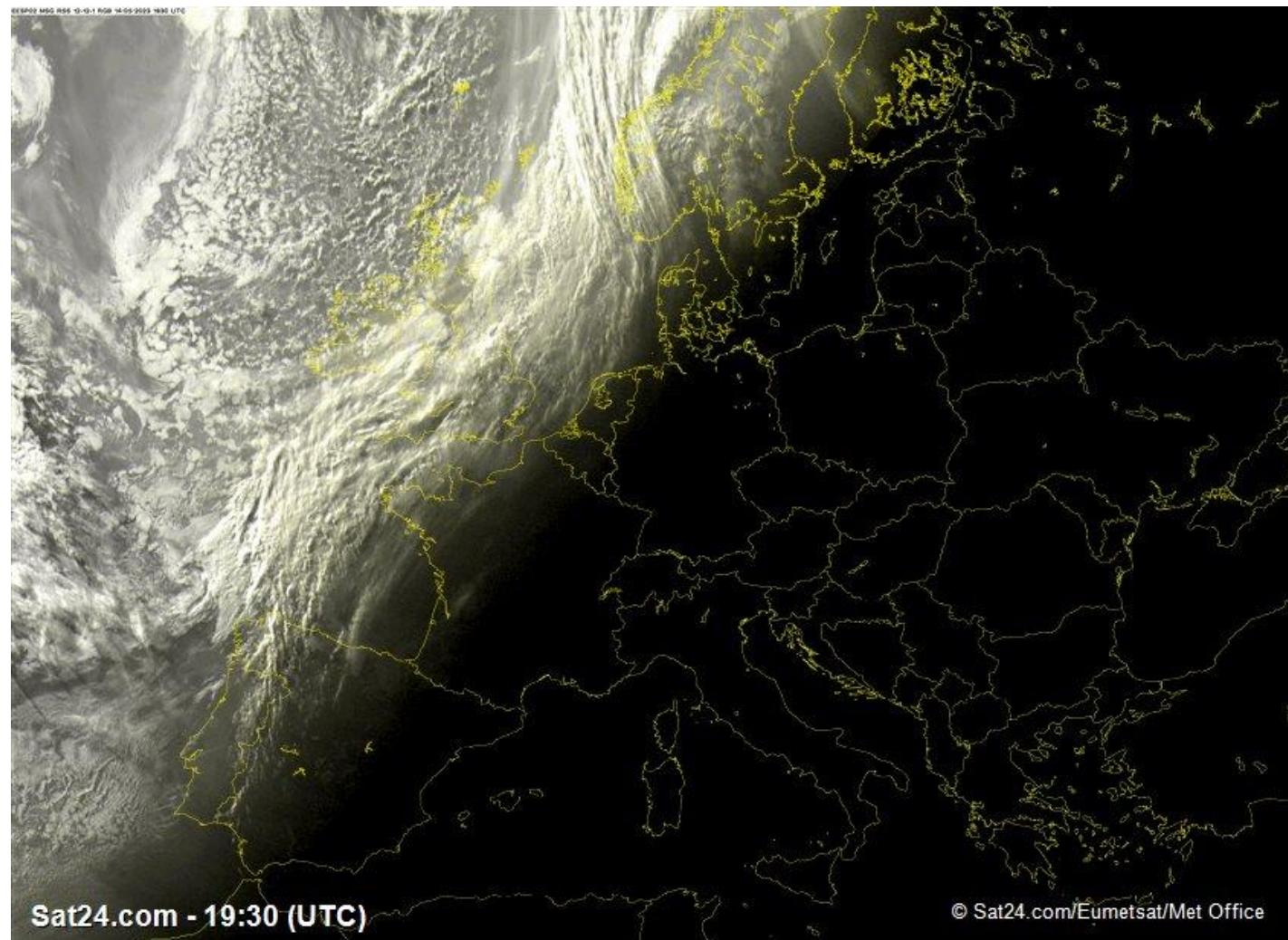
- IR – światło podczerwone





## RODZAJE ZDJĘĆ SATELITARNYCH CHMUR

- **VIS – światło widzialne**

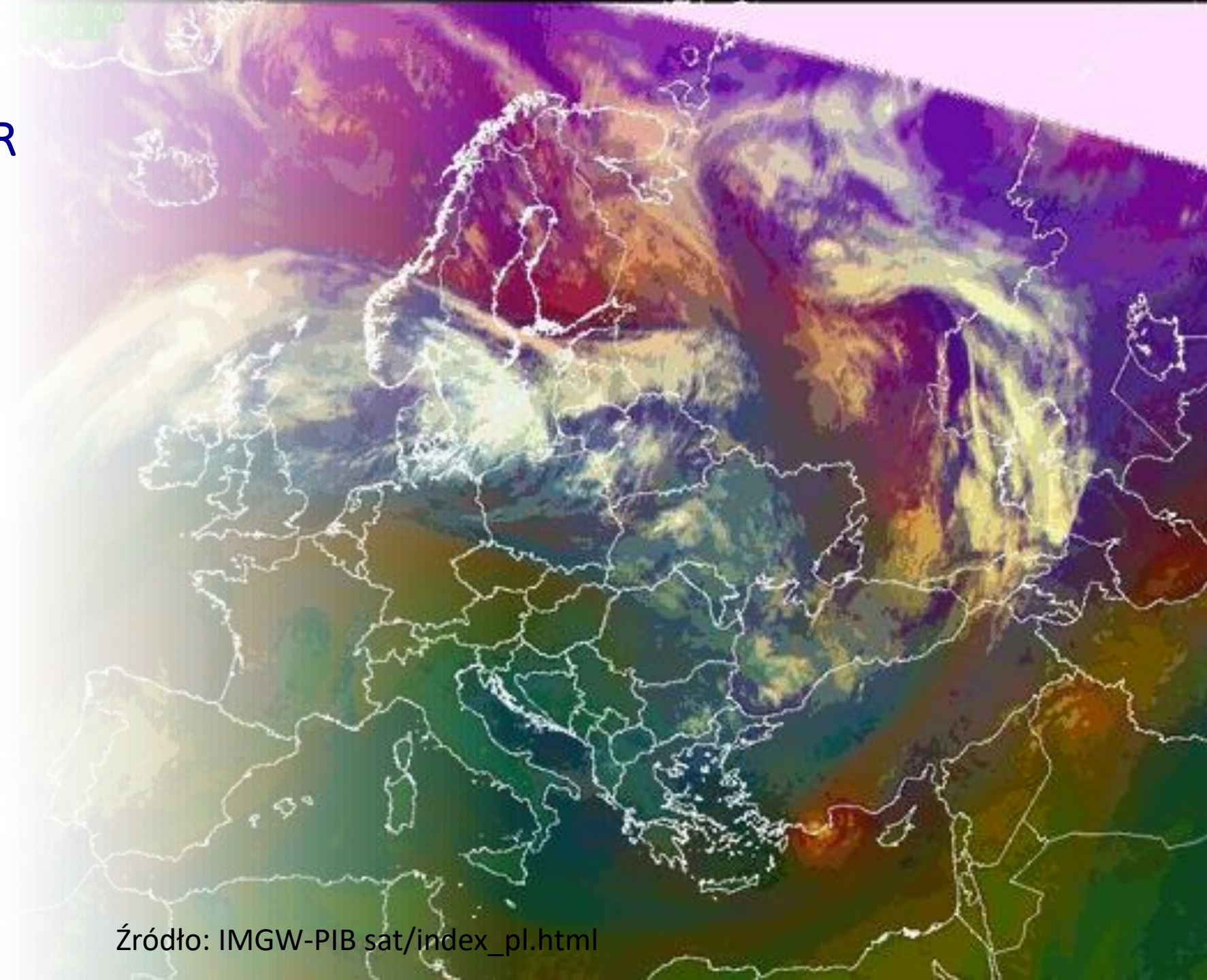


<https://www.skyday.org/pl/europa/zdjecia-satelitarne>



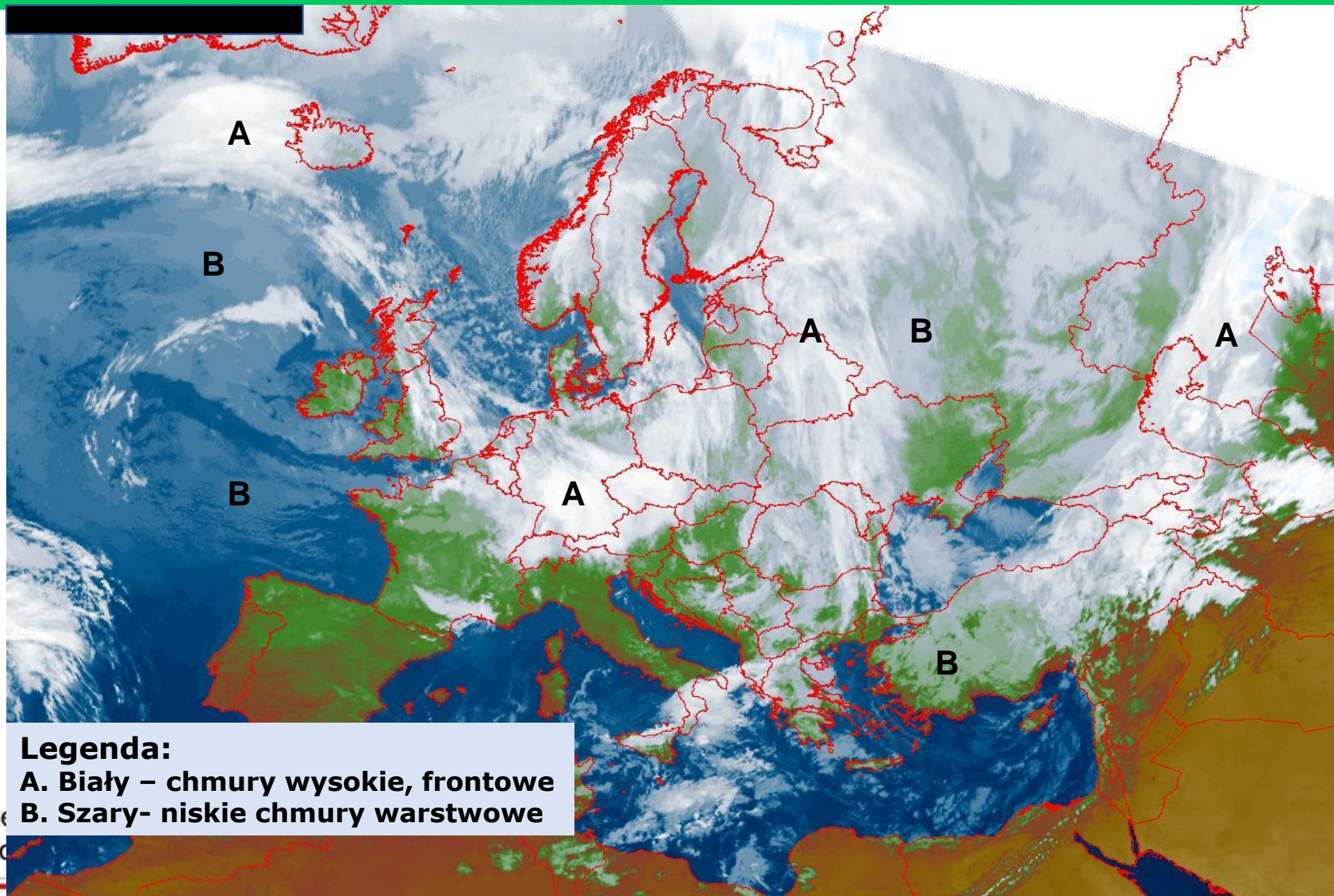
# RODZAJE ZDJĘĆ SATELITARNYCH CHMUR

RGB – kompozycja barwna  
(red, green, blue)



Źródło: [IMGW-PIB sat/index\\_pl.html](http://IMGW-PIB.sat/index_pl.html)





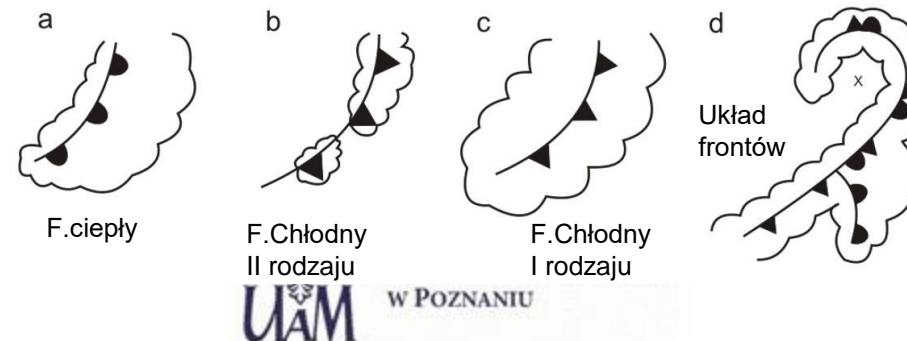
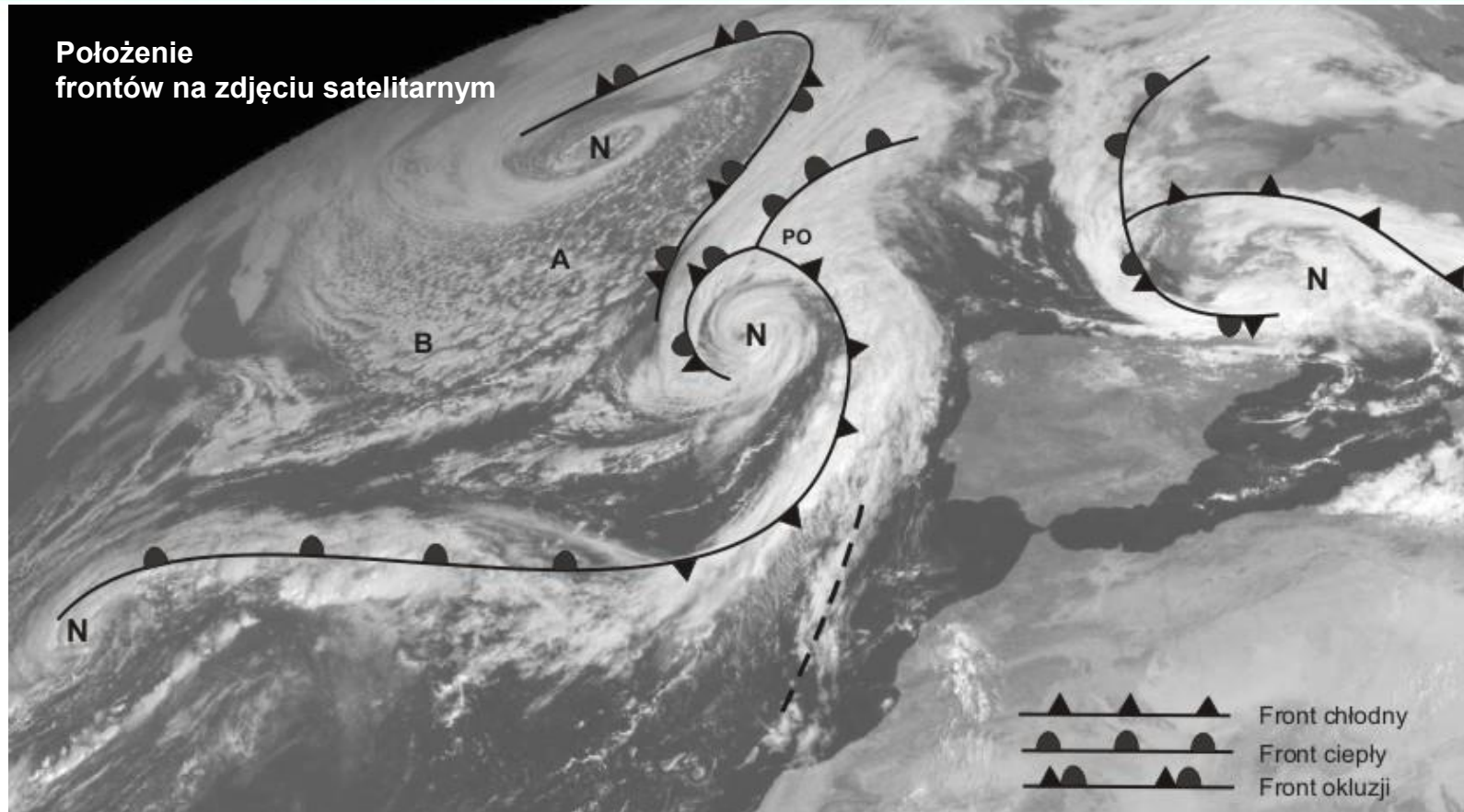
**Legenda:**

**A. Biały - chmury wysokie, frontowe**

**B. Szary - niskie chmury warstwowe**







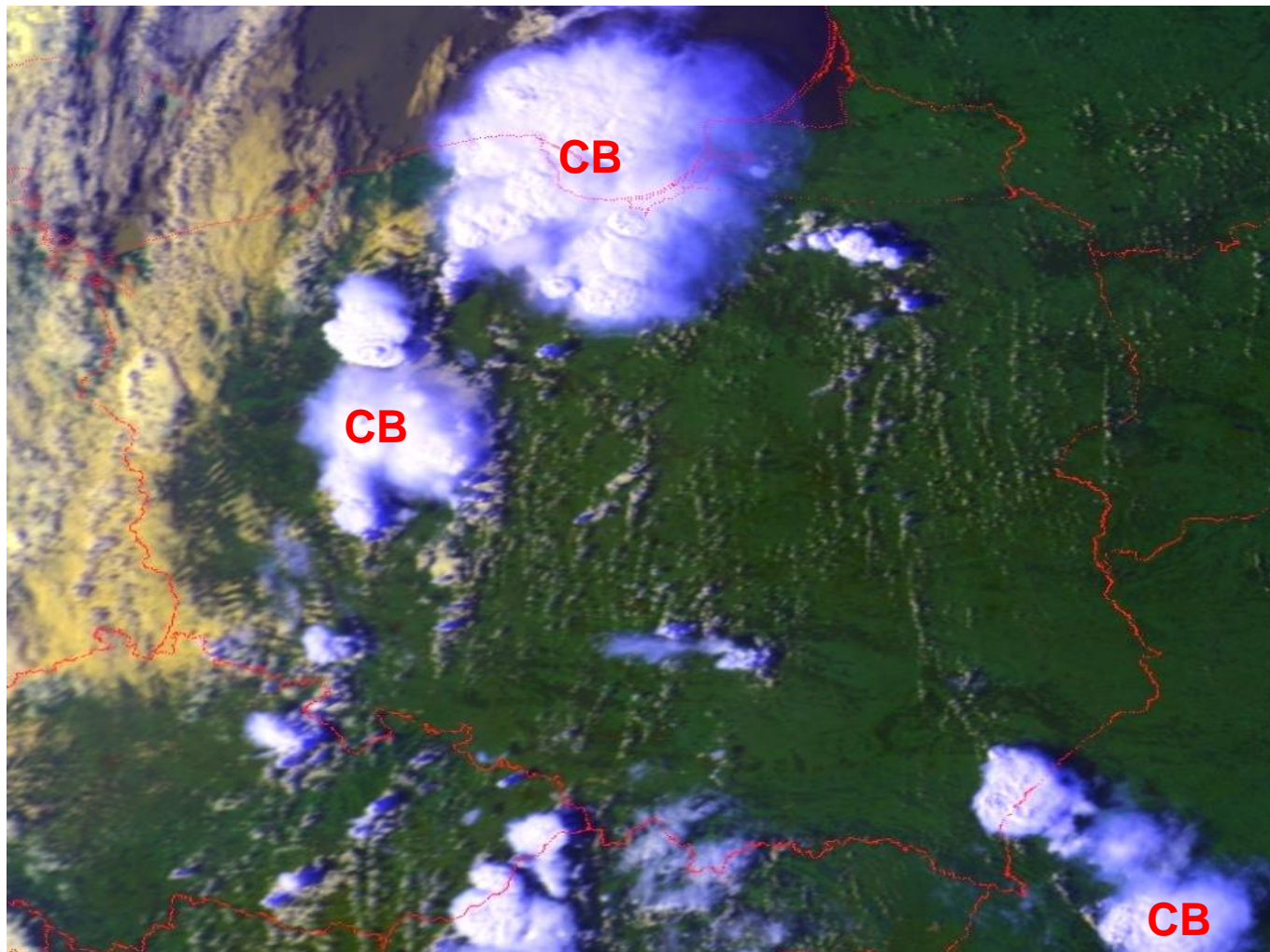


## VIS HRV Polska - Światło widzialne MSG (źródło IMGW-PIB)

Chmury Cumulonimbus.



<https://cloudatlas.wmo.int/>







# Pomiary meteorologiczne (naziemne, aerologiczne, satelitarne, radarowe)

Kompozycja 0.6/1.6/10.8 (IMGW-PIB)

Legenda:

**Czerwony** – śnieg

**Różowy do fioletu** –

chmury wysokie  
zbudowane z kryształków  
lodowych

**Żółty** – chmury niskie

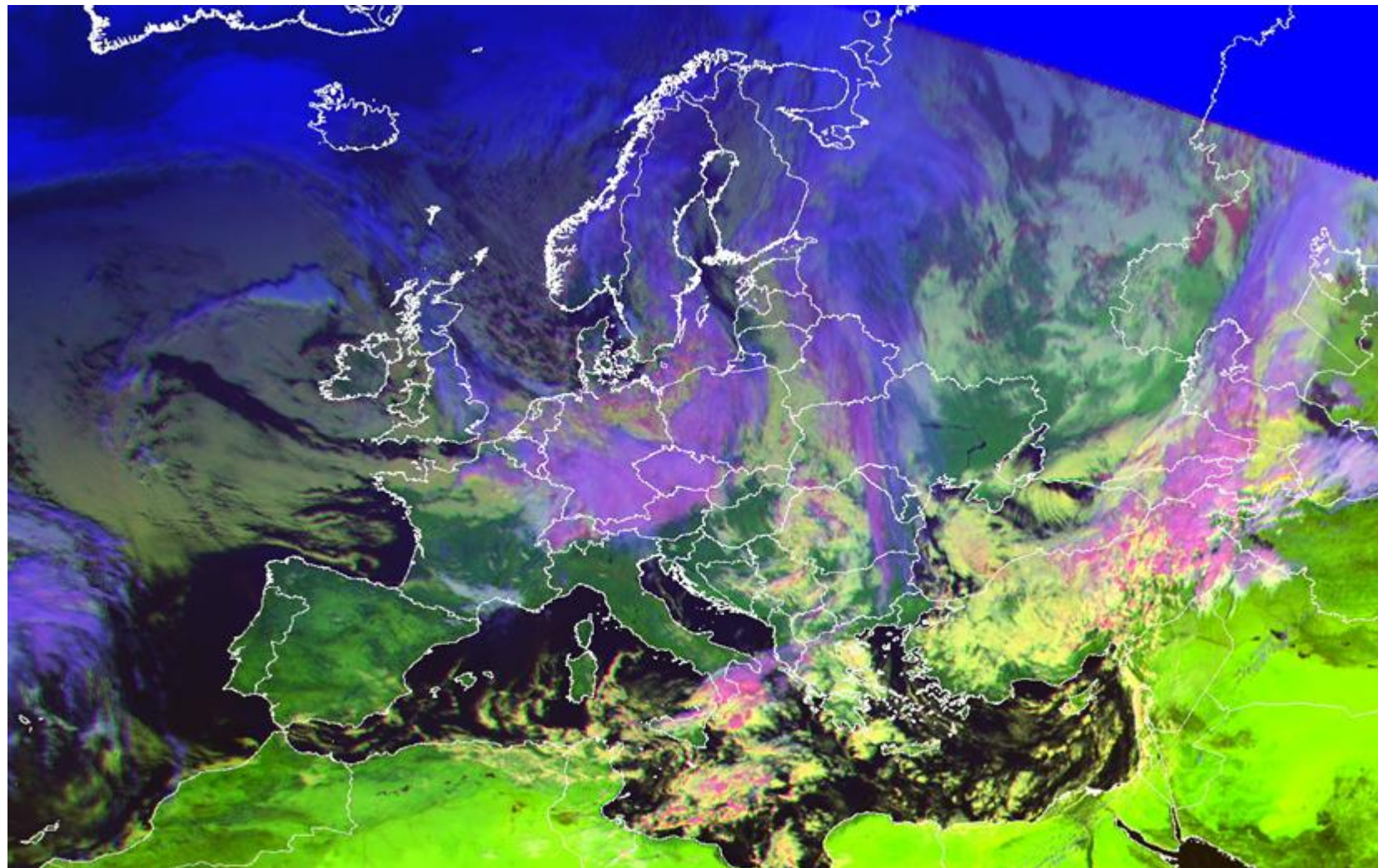
zbudowane z kropeł wody

Kolory ciemne – woda

**Jasny do ciemnego**

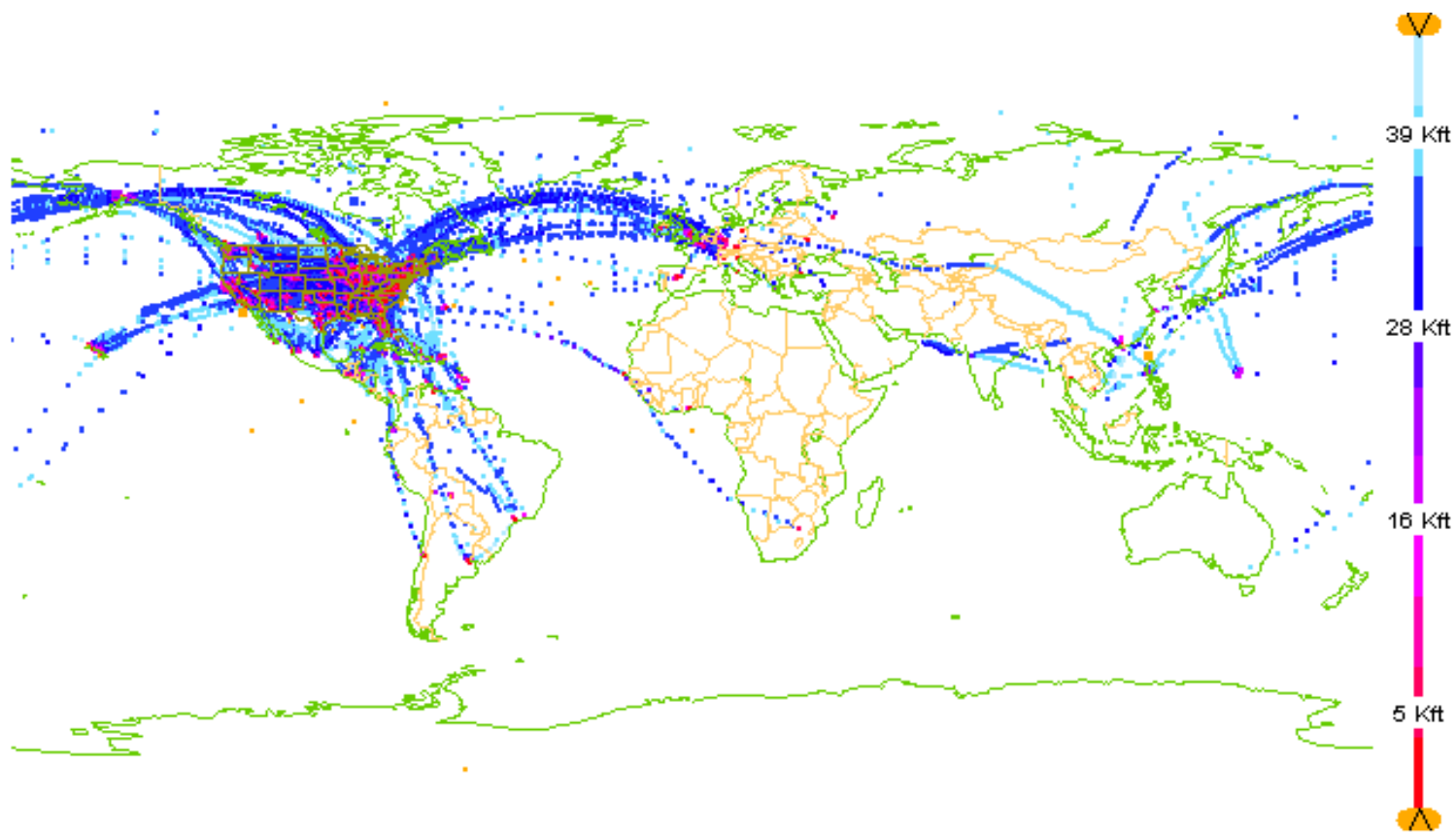
**zielonego** – powierzchnia

ziemi



# Pomiary meteorologiczne lotnicze (AMDAR)

## TADMAR DATA (24 hours)



08-Jan-2007 20:00:00 -- 09-Jan-2007 19:59:59 (256798 obs loaded, 106322 in range, 6938 shown)

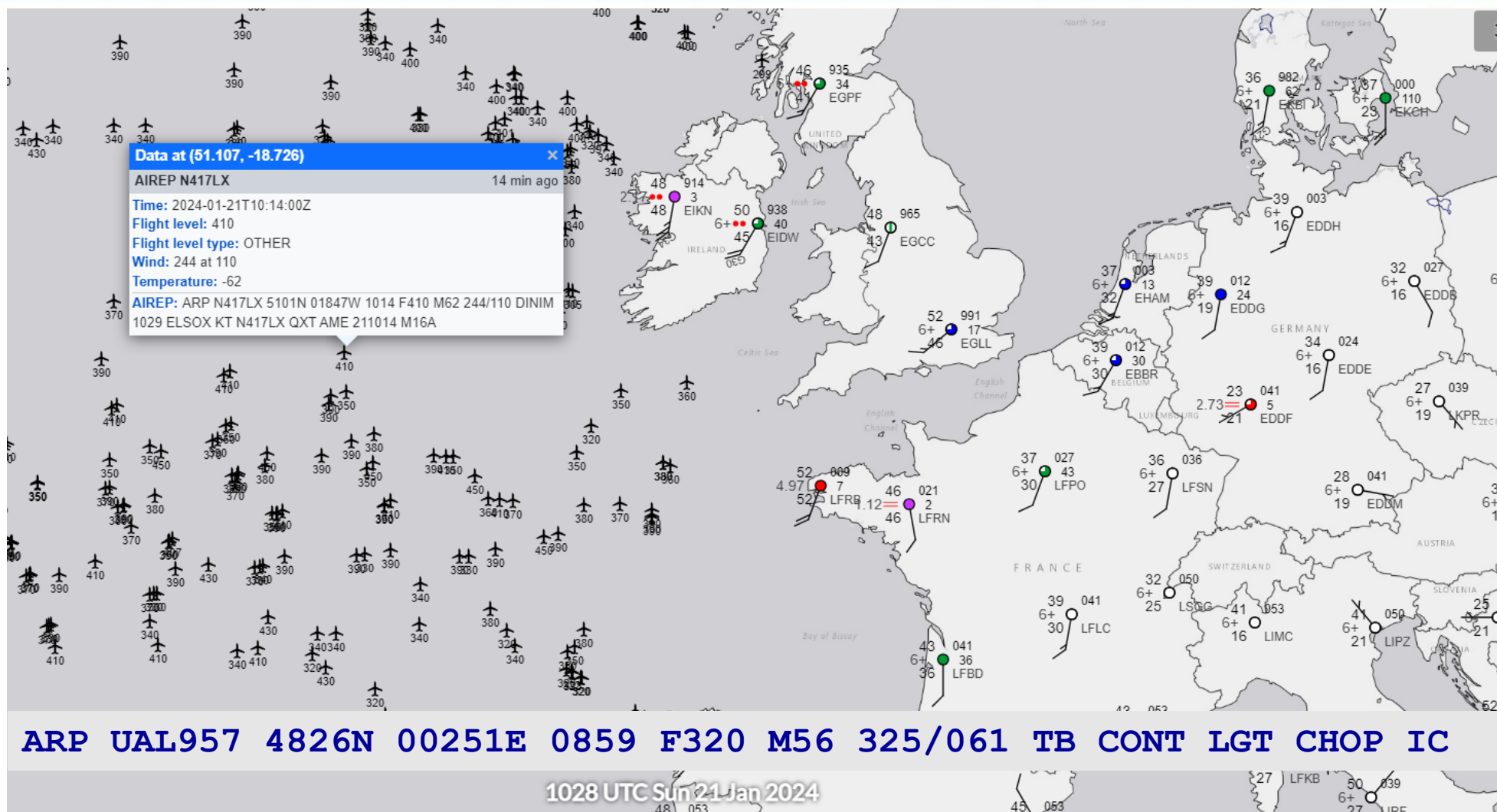
NOAA / ESRL / GSD Altitude: -1000 ft. to 45000 ft.

all MDCRS





# Pomiary meteorologiczne lotnicze (PIREPS, AIREP)



<https://aviationweather.gov/gfa/#pro>

# Pomiary meteorologiczne ze statków morskich

<https://www.vesselfinder.com/pl>



Szczegóły Ślad Dodaj zdjęcie Dodaj do floty

**FOR ORDERS**  
ETA: May 27, 23:00 (in 6 days)

Prędkość: 14.7 kn    Kurs: 43.5°    Zanurzenie: 10.7 m (max 12.0)

Status: Under way    Ostatni raport: May 22, 2023 03:36 UTC

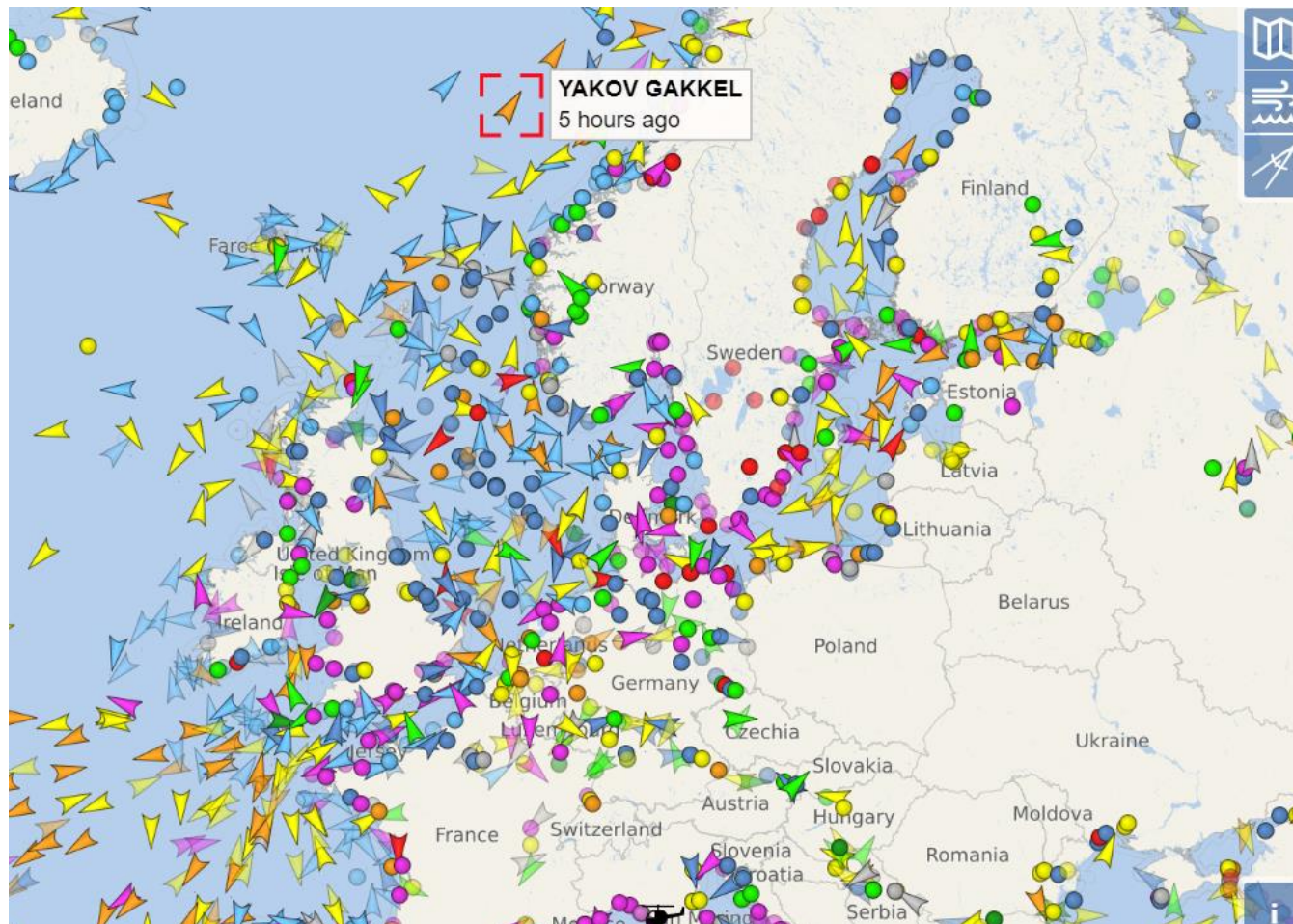
**Montoir, France**  
ATD: May 18, 15:57 UTC (4 days ago)

Newer position via Satellite

ODWIEDZONE PORTY

POGODA

8 °C / 46 °F    11.9 kn / 6.1 m/s    2.7 m / 8.9 ft







# Pomiary meteorologiczne - radarowe

Radar  
Swidwin



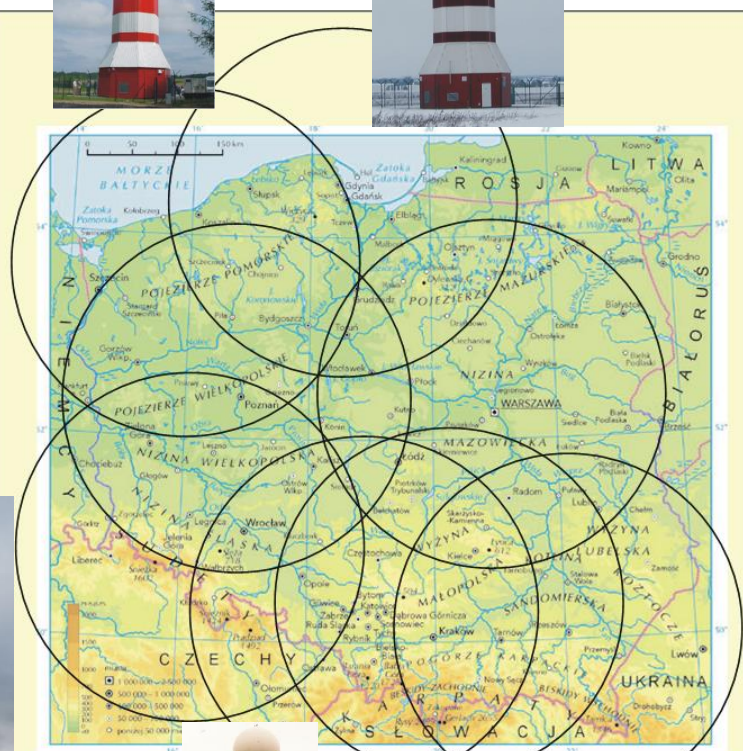
Radar  
Gdańsk



R a d a r  
Legiono ↘



Radar  
Poznań



## POLRAD

W Polsce znajduje się 8 radarów rozmieszczonych tak, aby uzyskany z nich obraz obejmował cały kraj.

Radary pracujące w sieci IMGW-PIB to radary dopplerowskie.



Radar  
Pastewnik



Radar  
Rzeszów



Radar  
Ramża



Radar  
Brzuchanin  
UNIWERSYTET  
IM JANA MICKIEWICZA  
W POZNANIU



Ministerstwo  
Edukacji i Nauki



Wydział Nauk  
Geograficznych i Geologicznych





**RADAR METEOROLOGICZNY** – dzięki niemu możemy obserwować:

**Położenie strefy opadów** (opady jednostajne, opady przelotne – burzowe)

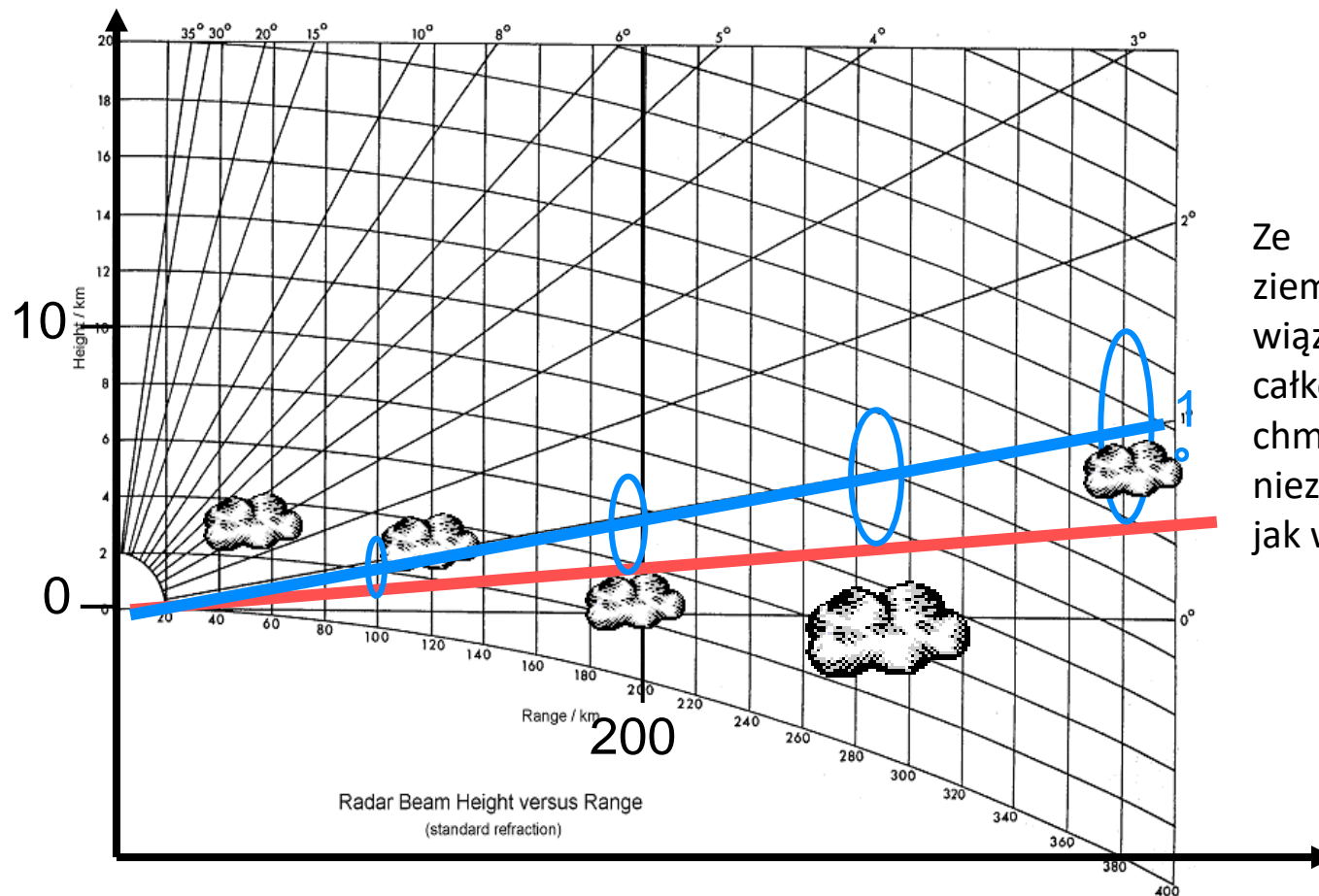
**Intensywność opadów** (mm/h, mm/10 min, mm/6h)

**Rodzaj opadów** (deszcz, grad, śnieg, mżawka)

**Kierunek przemieszczania się opadów** (w którą stronę się przemieszczają i jak szybko)

# Pomiary meteorologiczne - radarowe

Odległość obiektu od radaru i ziemi a możliwości jego wykrycia.

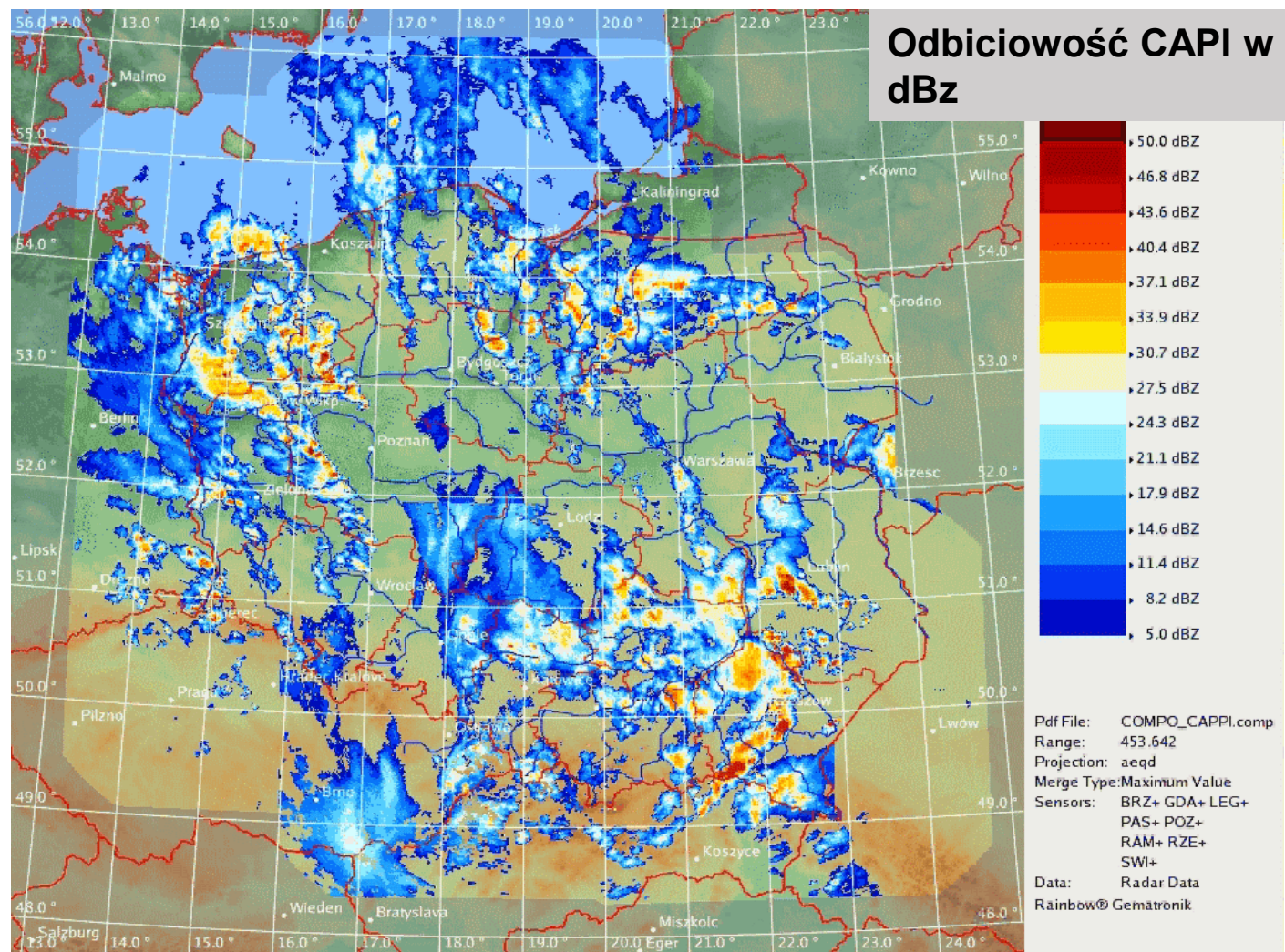


Ze względu na krzywiznę ziemi, w pewnym momencie wiązka może znaleźć się całkowicie nad chmurą i taka chmura nie zostanie wykryta niezależnie od tego jak dużo i jak wielkich cząstek zawiera.

Wraz ze wzrostem odległości od radaru objętość oświetlona wiązką powiększa się więc zdarza się, że chmura wypełnia ją częściowo.



# Pomiary meteorologiczne - radarowe

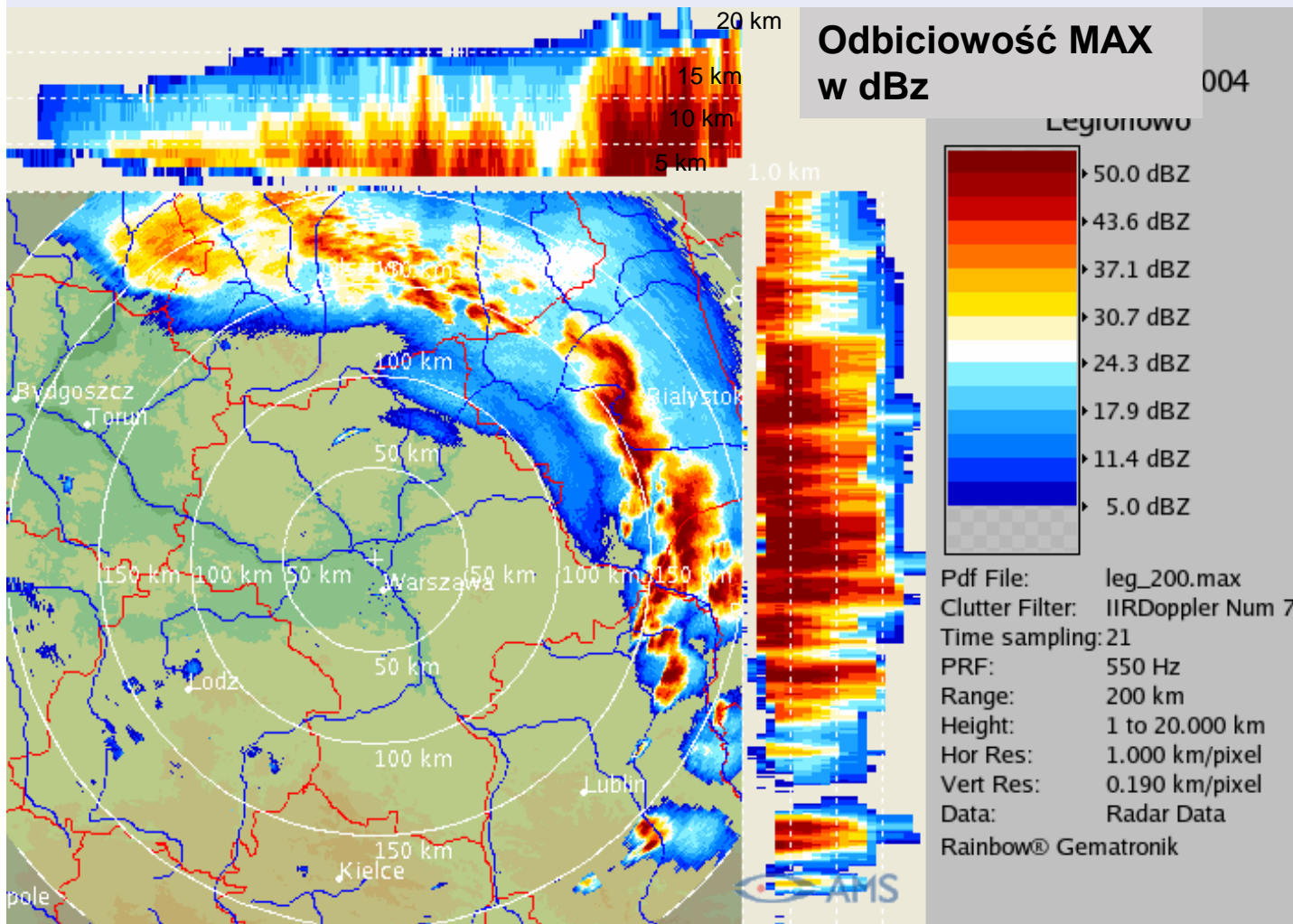


IMGW-PIB



Jest to „trójwymiarowy” obraz maksymalnych wartości echa radarowego, odpowiednio wyliczany z danych radarowych. Wartości maksymalne określone są dla każdego punktu zobrazonego na mapie.

## Produkty radarowe – MAX wierzchołki

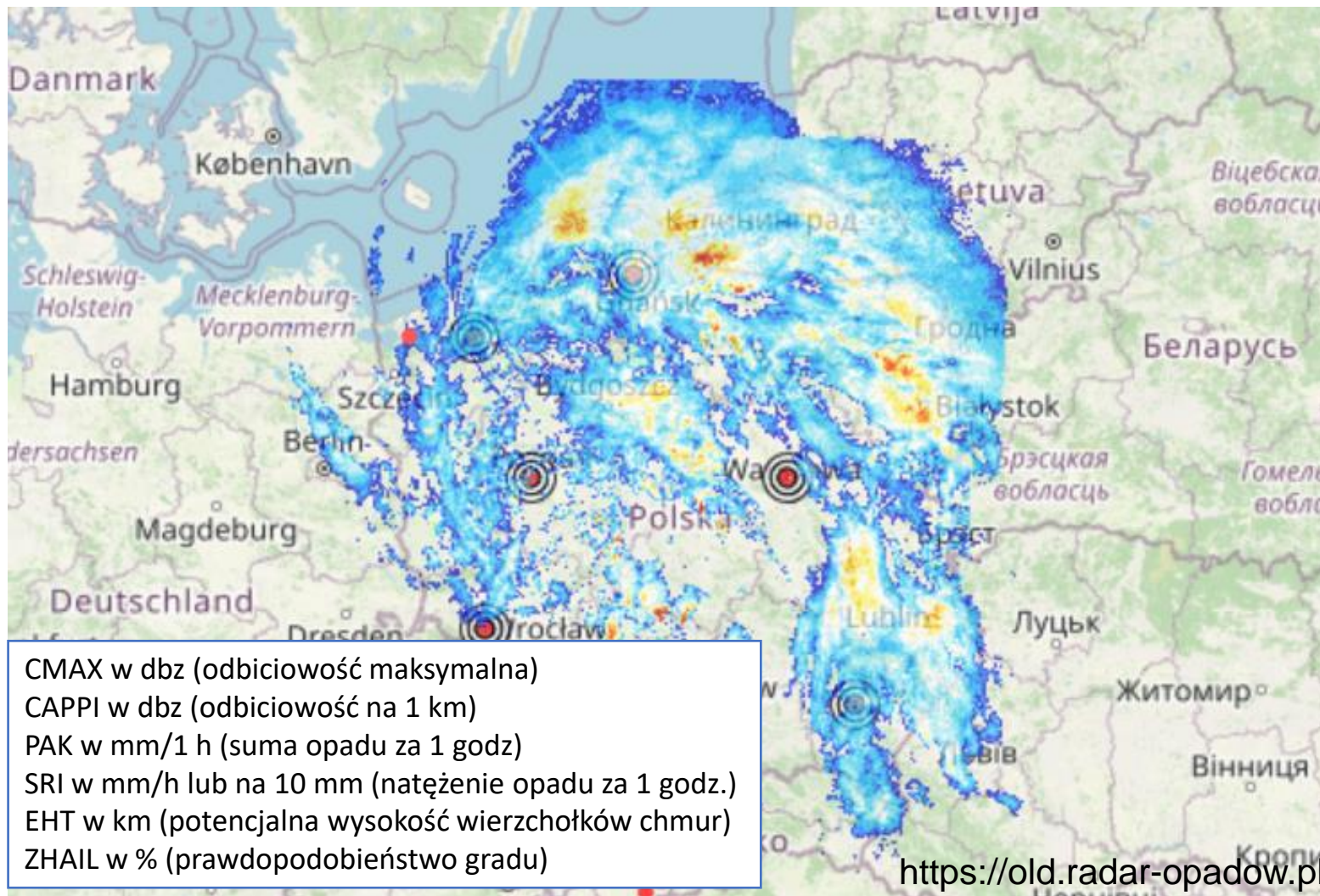
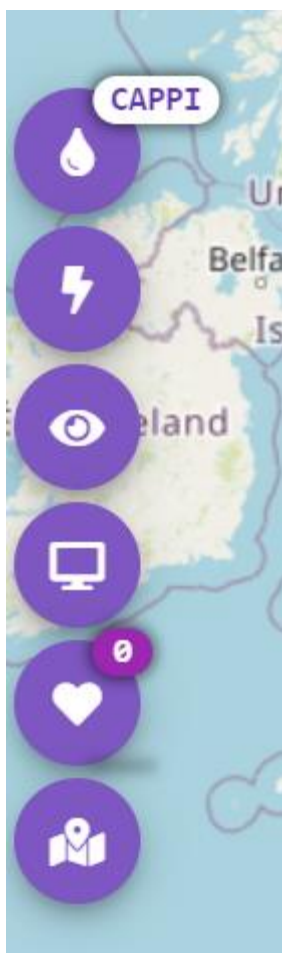


IMGW-PIB



# Pomiary meteorologiczne - radarowe

## Radar opadów



- CMAX w dbz (odbiciowość maksymalna)
- CAPPI w dbz (odbiciowość na 1 km)
- PAK w mm/1 h (suma opadu za 1 godz)
- SRI w mm/h lub na 10 mm (natężenie opadu za 1 godz.)
- EHT w km (potencjalna wysokość wierzchołków chmur)
- ZHAIL w % (prawdopodobieństwo gradu)

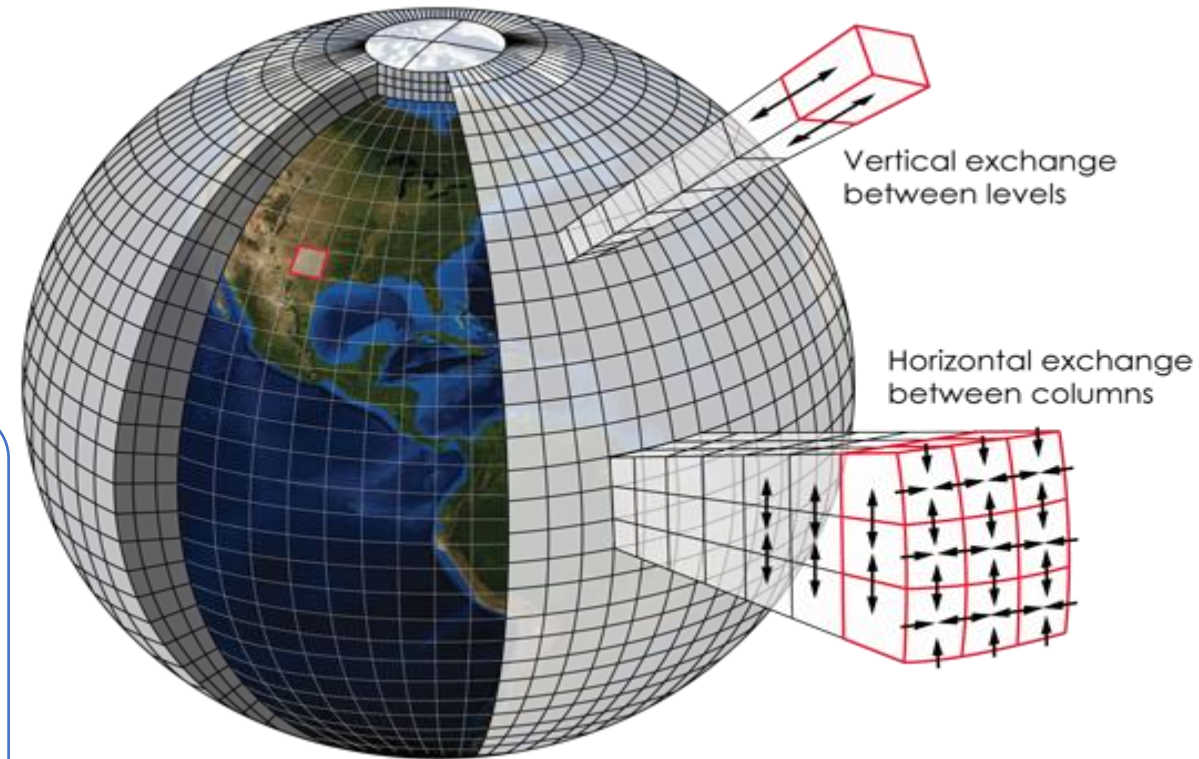
<https://old.radar-opadow.pl/>





Meteorologiczne modele numeryczne przeznaczone do prognozowania pogody oparte są na algorytmach złożonych równań matematyczno-fizycznych opisujących działanie procesów zachodzących w atmosferze.

Dwa najbardziej znane modele numeryczne to amerykański Globalny System Prognoz (GFS) National Weather Service oraz Europejskie Centrum Prognoz Średnioterminowych, znane jako model ECMWF.



<https://turbli.com/forecasts-for-wind-and-turbulence/>



## • Ultra-krótkoterminowe

- [INCA-PL2 \(8 godz.\)](#)
- [MERGE \(Opad, 8 godz.\)](#)
- [TSP \(Burze, 1 godz.\)](#)

## • Krótkoterminowe

- [ALARO \(72 godz.\)](#)
- [AROME \(30 godz.\)](#)
- [COSMO 7km \(72 godz.\)](#)
- [COSMO 2km \(48 godz.\)](#)
- [WRF METEOPG \(60 godz.\)](#)
- [Prognoza synoptyczna \(2 dni\)](#)

## • Średnioterminowe

- [WRF ICON \(4 dni\)](#)
- [WRF GFS EU \(10 dni\)](#)
- [WRF GFS PL \(10 dni\)](#)
- [GFS EU \(10 dni\)](#)
- [GFS PL \(10 dni\)](#)
- [ECMWF HRES \(10 dni\)](#)
- [Prognoza synoptyczna \(6 dni\)](#)

## • Długoterminowe

- [ECMWF \(5 tyg.\)](#)
- [4 miesięczne](#)
- [CFS](#)

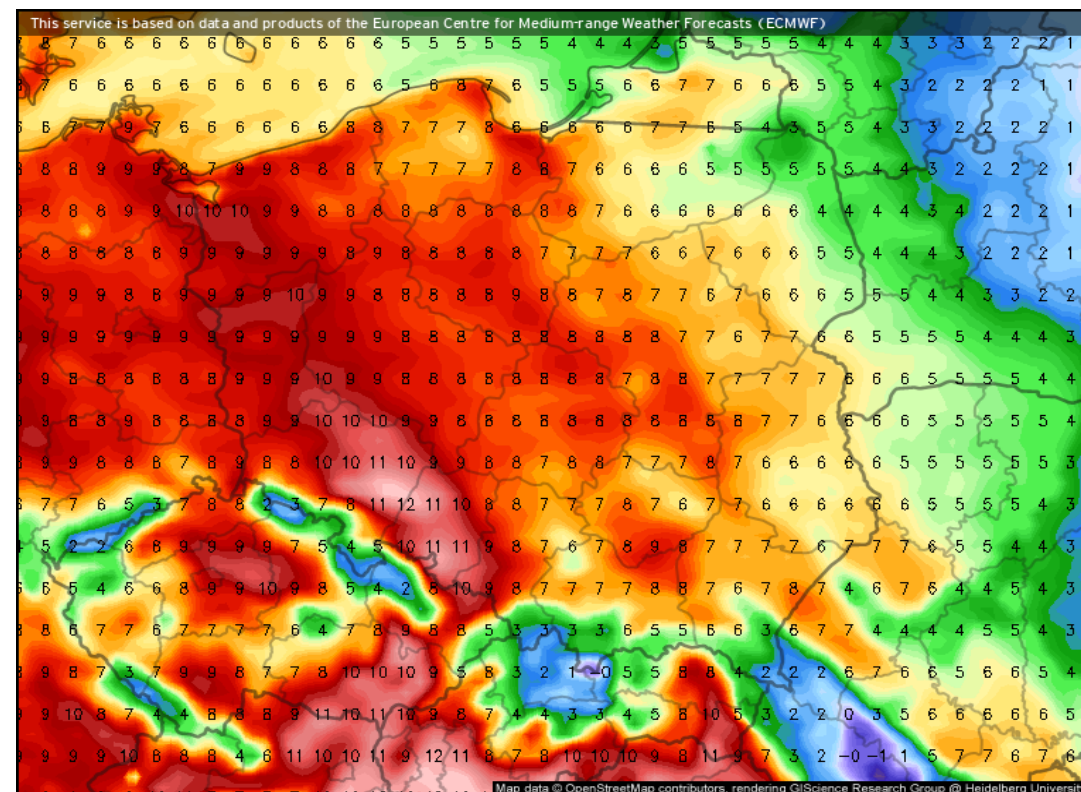
## Specjalne

- [Zagrożenia pożarowe \(2 dni\)](#)
- [Trajektorie wsteczne \(7 dni\)](#)
- [Rolnictwo](#)
- [Zanieczyszczenie powietrza \(4 dni\)](#)
- [Pogoda na Marsie](#)



Wyniki modeli numerycznych prezentowane są w postaci:

- Map pogody
- Meteogramów
- Wykresów
- Przebiegów czasowych



Temperature 2m, flex. scale (°C)

Valid for  
Wed 02/09/2022, 01:00pm CET

-2.4 -1.8 -1.2 -0.4 0.2 0.8 1.4 2.2 2.8 3.4 4 4.8 5.4 6 6.6 7.4 8 8.6 9.2 10 10.6 11.2 11.8

Poland  
ECMWF IFS HRES (10 days) from 02/05/2022/00Z

ECMWF [meteologix.com](https://www.meteologix.com)



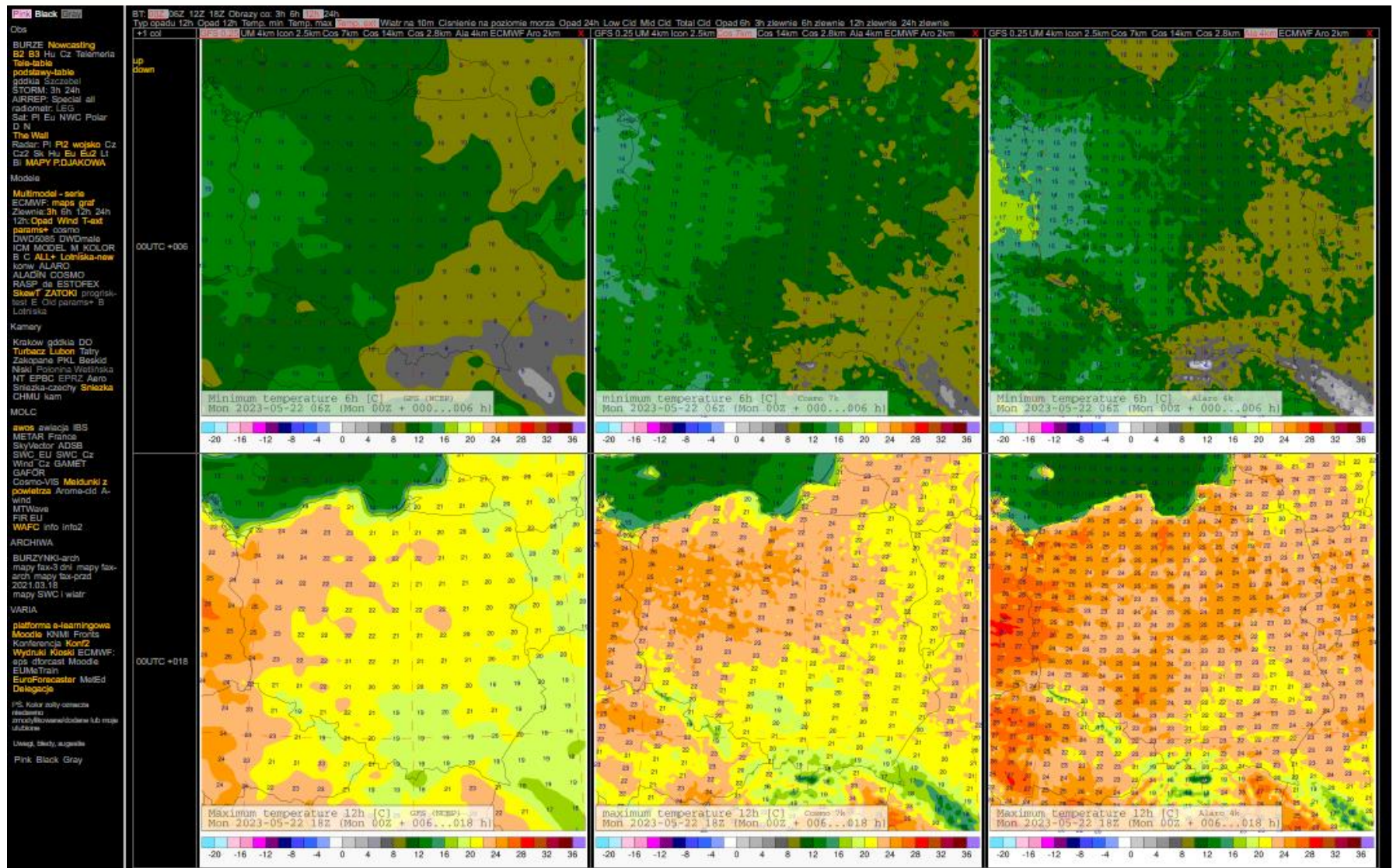


# Prognozy numeryczne

Wyniki modeli numerycznych postaci map elementów pogody.

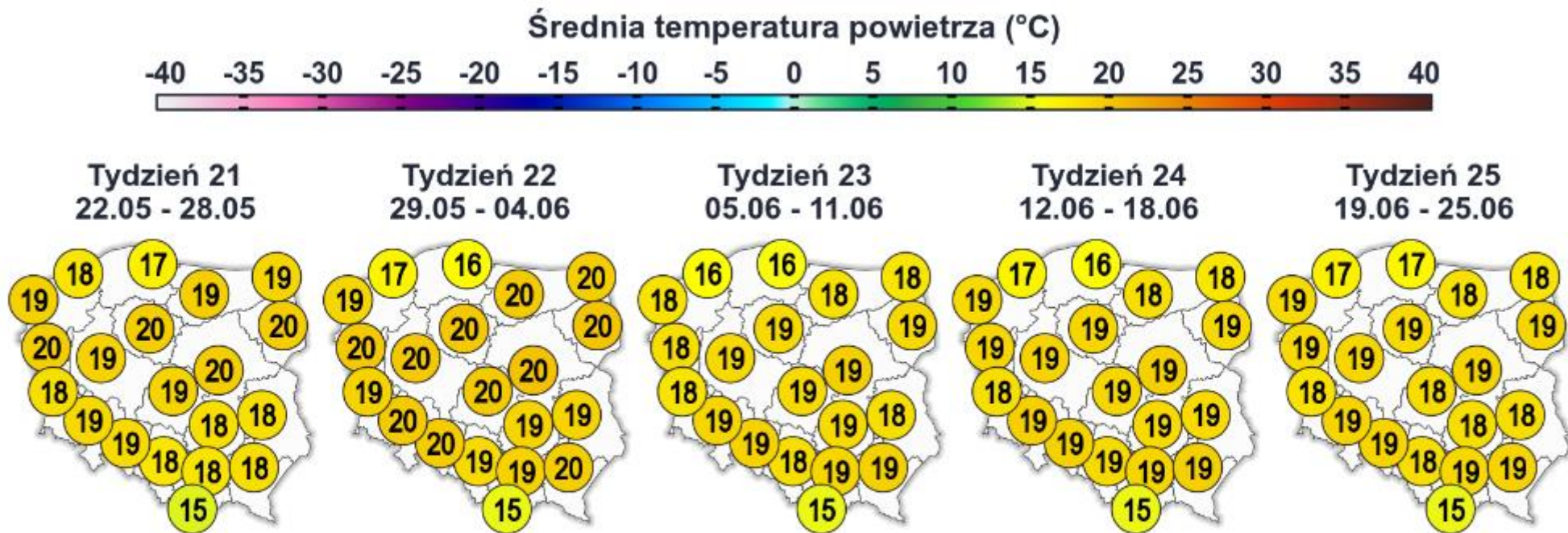
Temperatura ekstremalna

Strona wewnętrzna IMGW-PIB





CENTRUM MODELOWANIA METEOROLOGICZNEGO IMGW-PIB <https://cmm.imgw.pl>



© 2022 European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF)

Wizualizacja danych: dr Alan Mandal

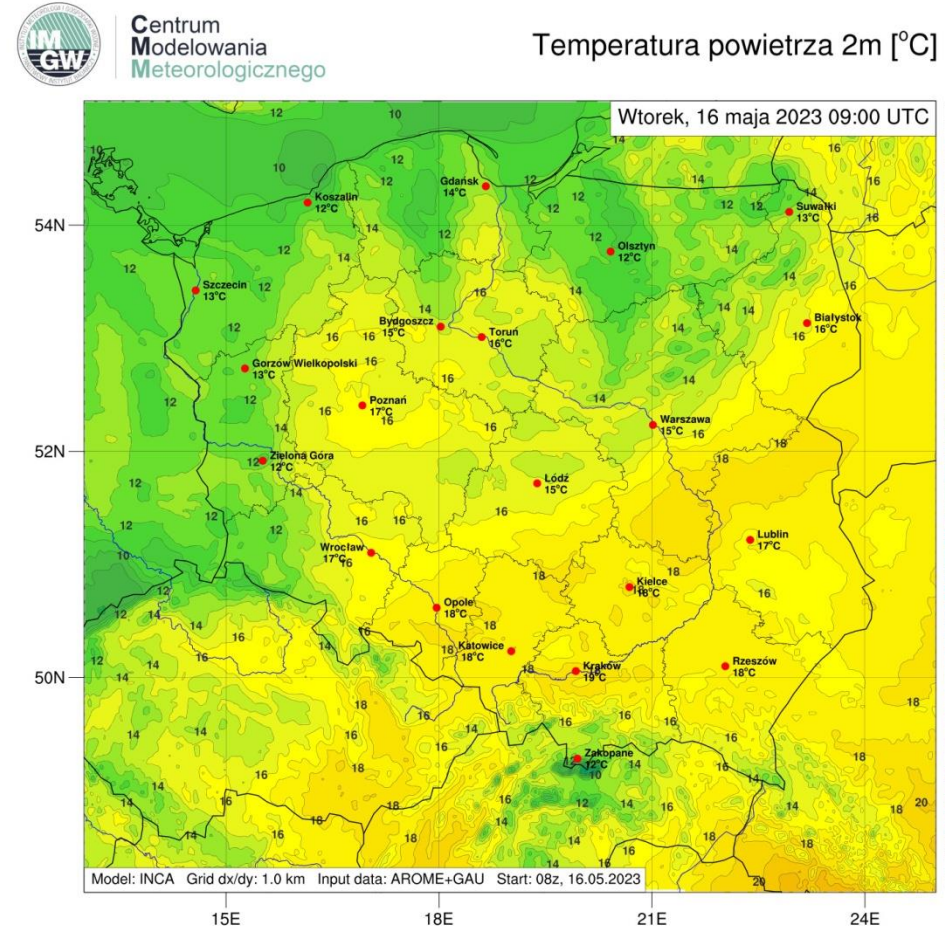
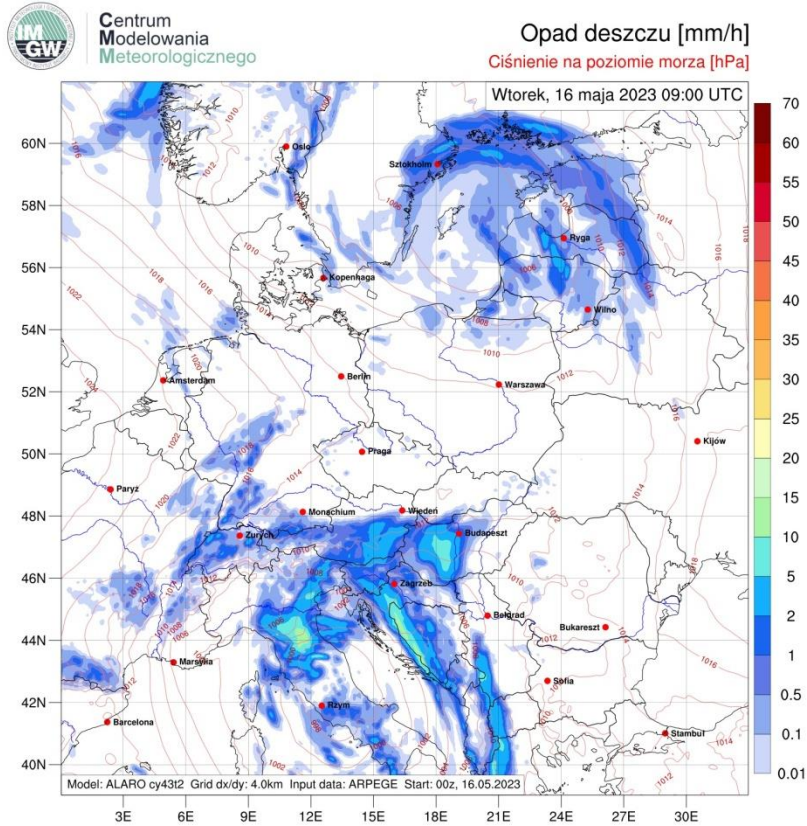


Model: **ECMWF EPS**  
Start: 15.05.23 02:00

[https://cmm.imgw.pl/cmm/?page\\_id=19052](https://cmm.imgw.pl/cmm/?page_id=19052)



## CENTRUM MODELOWANIA METEOROLOGICZNEGO IMGW-PIB <https://cmm.imgw.pl>



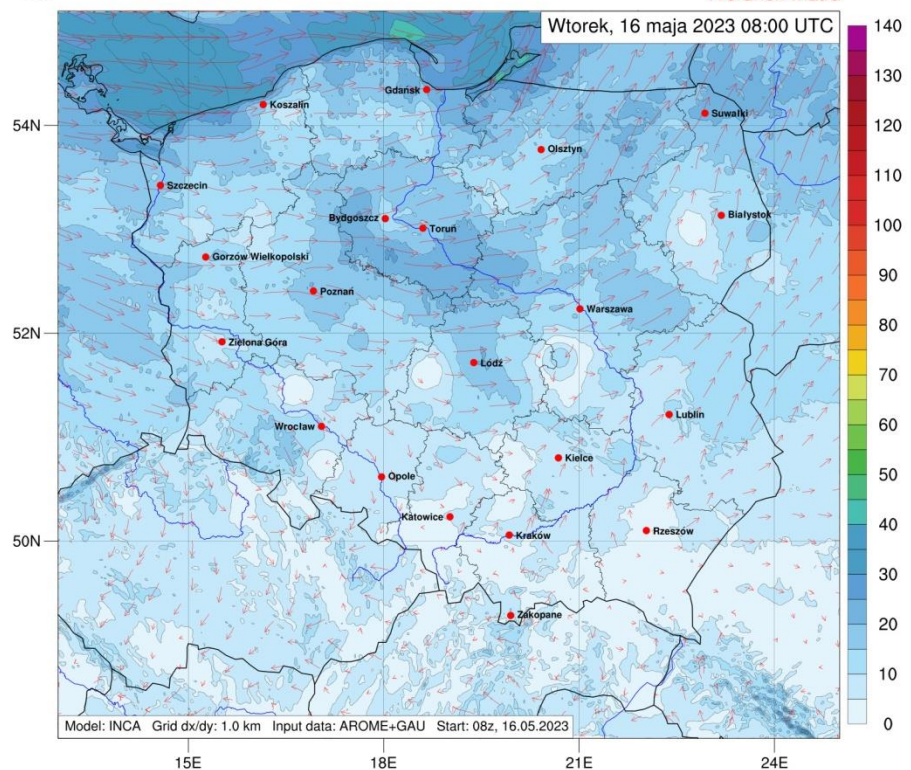


CENTRUM MODELOWANIA METEOROLOGICZNEGO IMGW-PIB <https://cmm.imgw.pl>

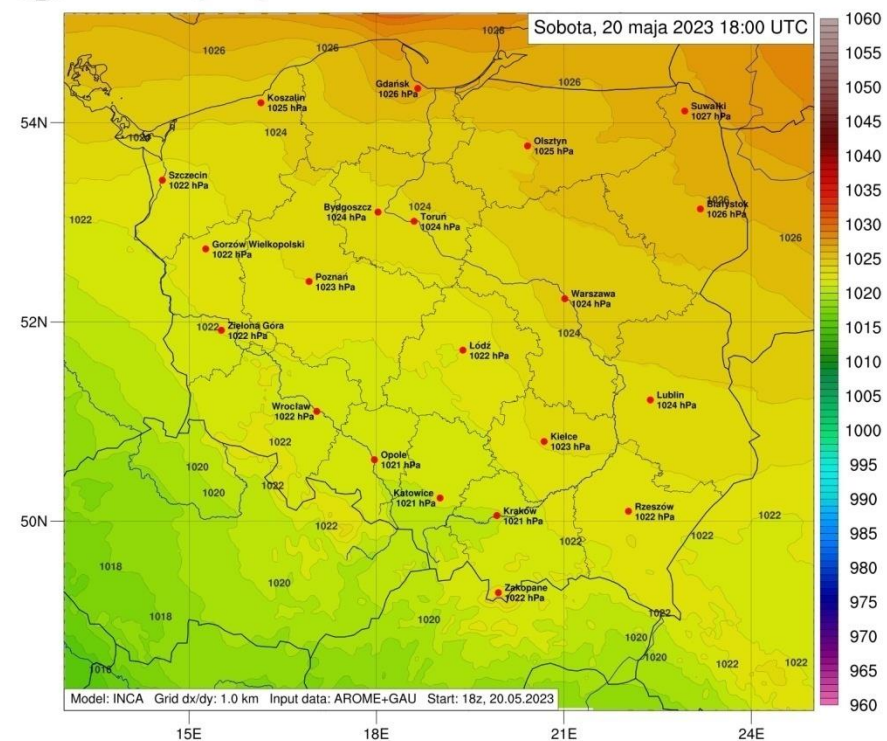


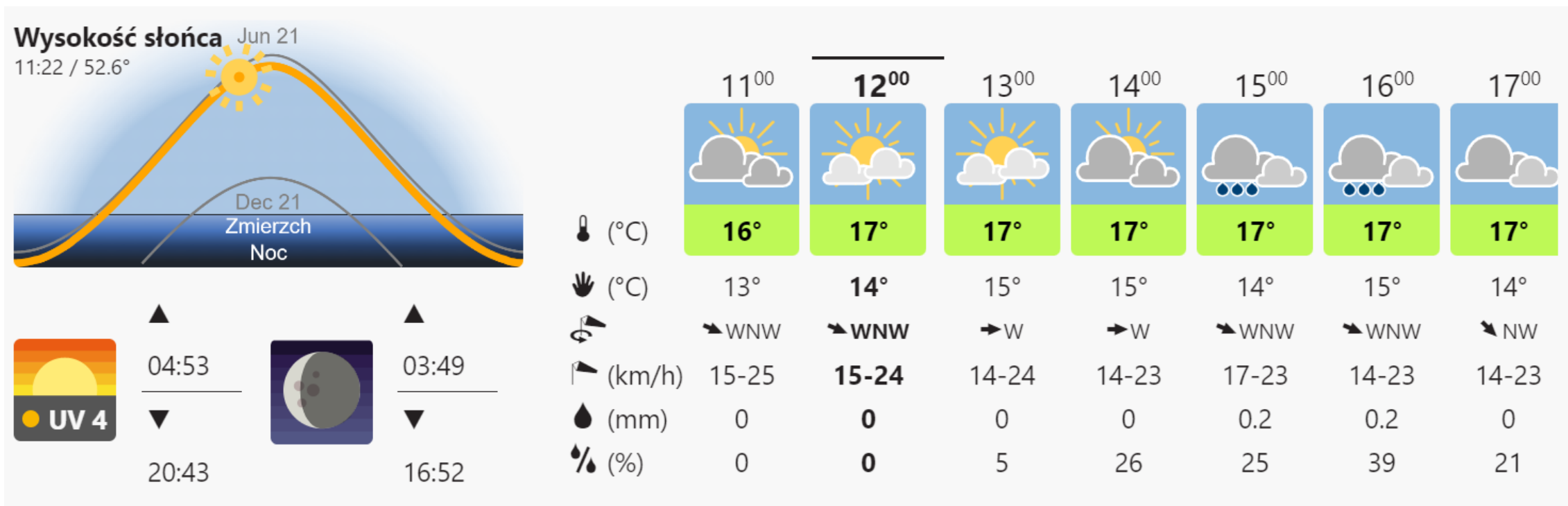
Pole wiatru 10 m [km/h]

Kierunek wiatru



Ciśnienie na poziomie morza [hPa]

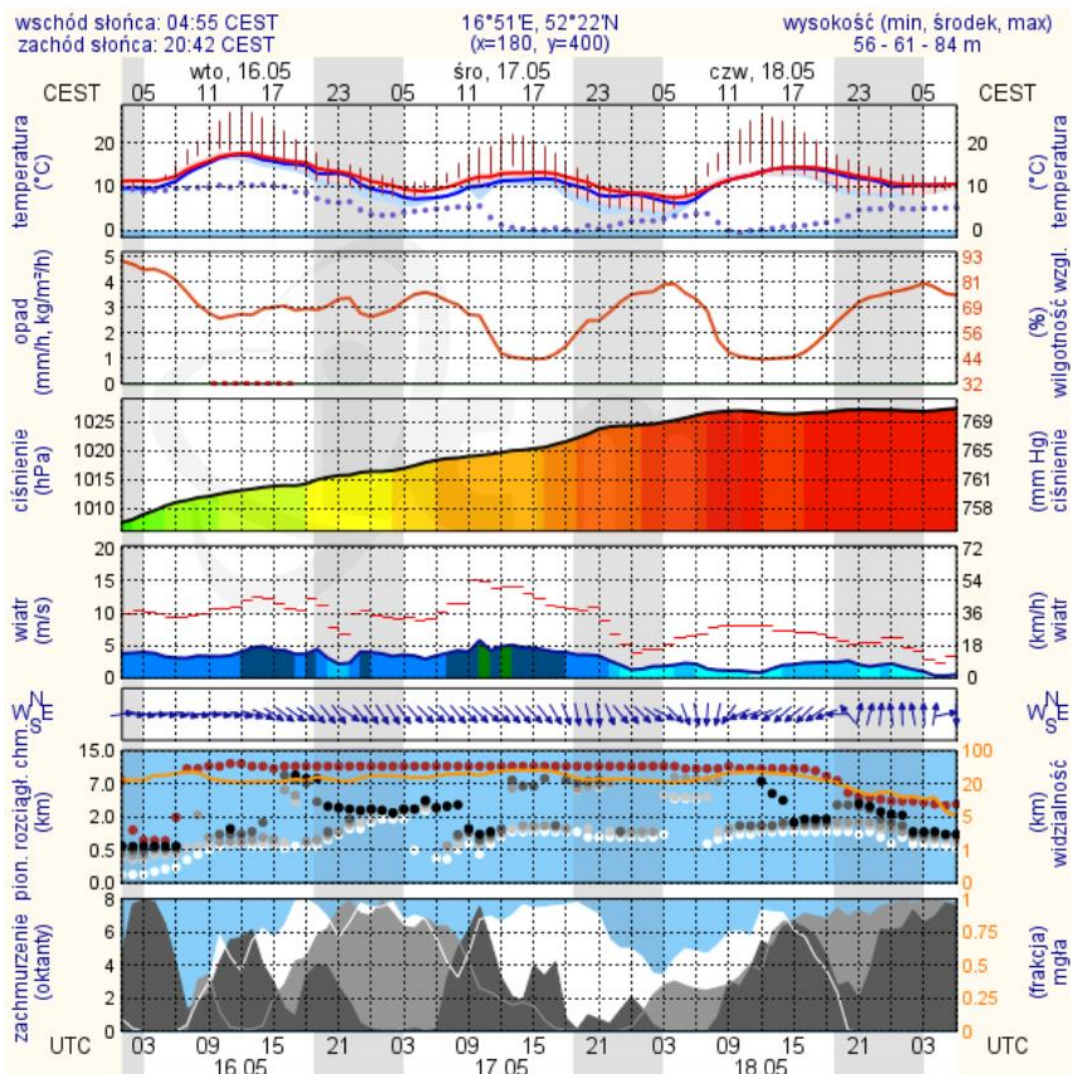
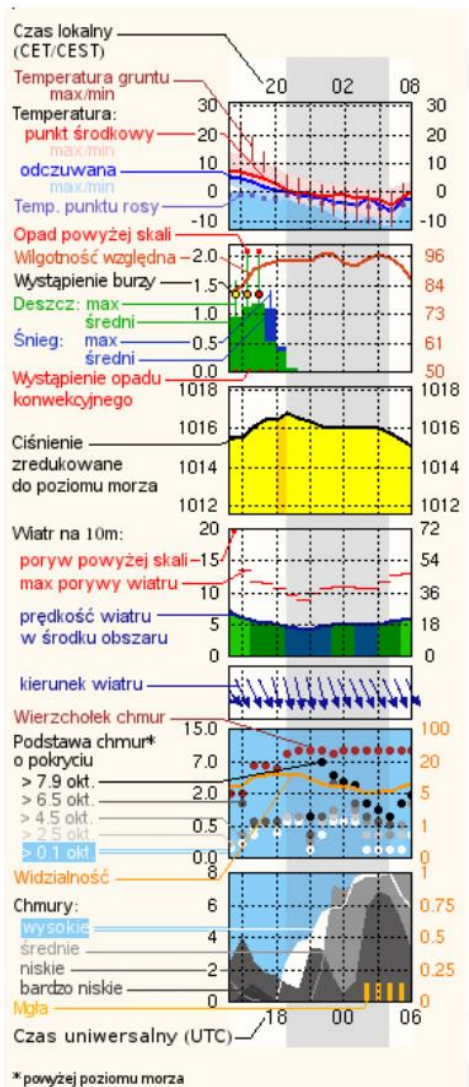




[https://www.meteoblue.com/pl/pogoda/dzi%C5%9B/pozna%c5%84\\_polska\\_3088171](https://www.meteoblue.com/pl/pogoda/dzi%C5%9B/pozna%c5%84_polska_3088171)



# Prognozy numeryczne - ICM

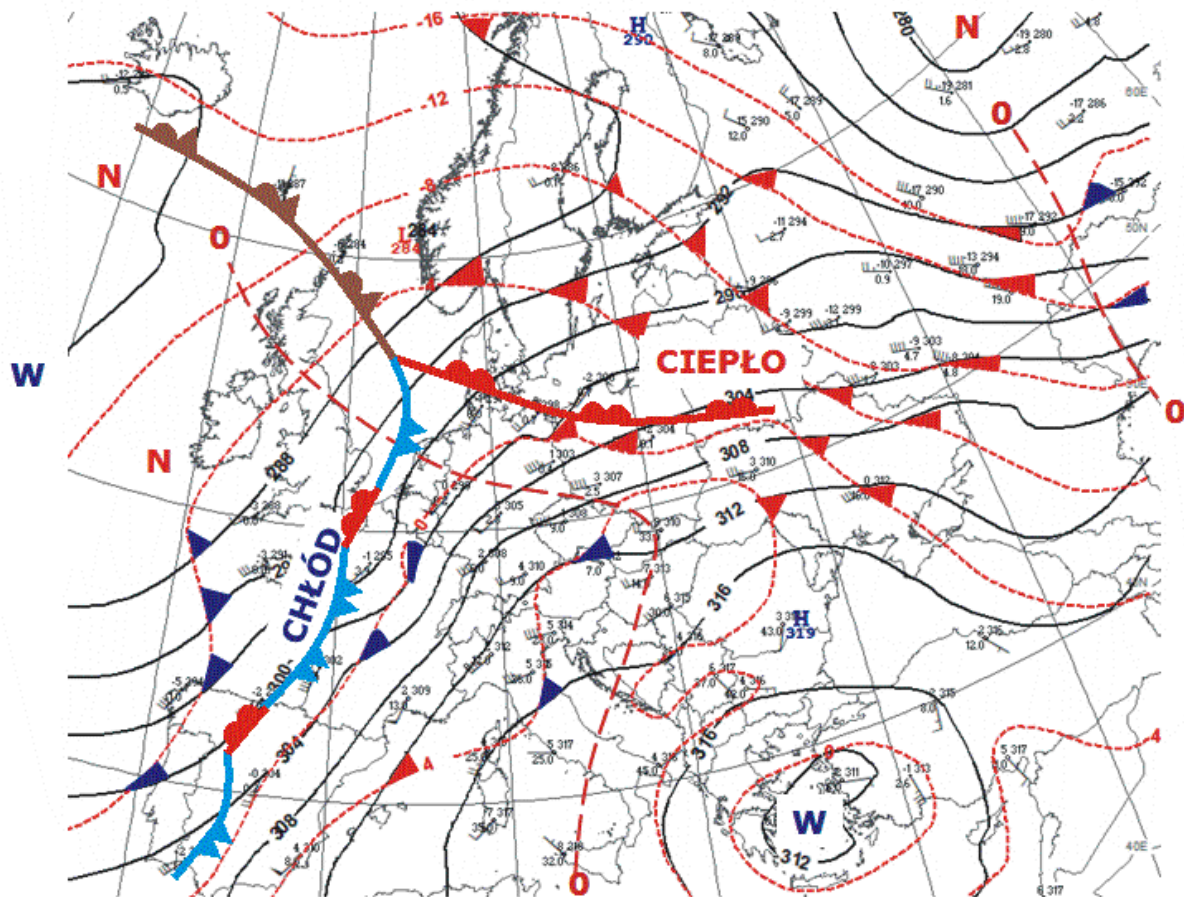




## Metoda synoptyczna polega na ....

- Analizie map górnych i diagramów (napływ mas powietrza, przemieszczanie się układów barycznych, adwekcja temperatury itp.)
- Analizie map przyziemnych (układ baryczny, warunki pogody, adwekcja, transformacja, pora roku, pora doby, warunki lokalne)
- Analiza zdjęć satelitarnych (chmury, fronty atmosferyczne)





## MAPA 700 HPA

KIERUNEK NAPŁYWU MAS POWIETRZA.

Adwekcyjne zmiany temperatury

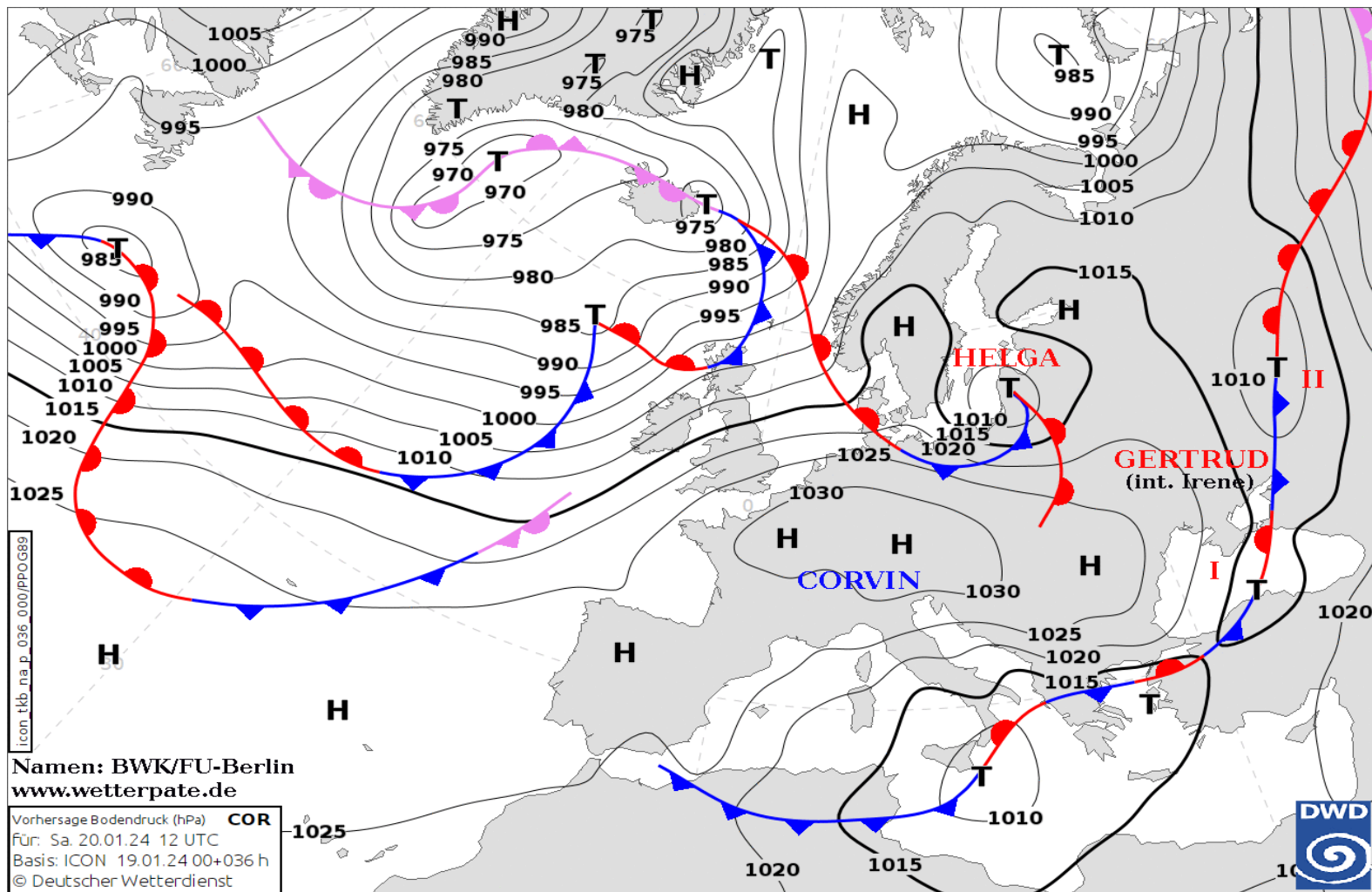
Trójkąty czerwone – adwekcja ciepła

Trójkąty niebieskie – adwekcja chłodu



# Prognozy – metoda synoptyczna

## MAPA POLA BARYCZNEGO + FRONTÓW ATMOSFERYCZNYCH

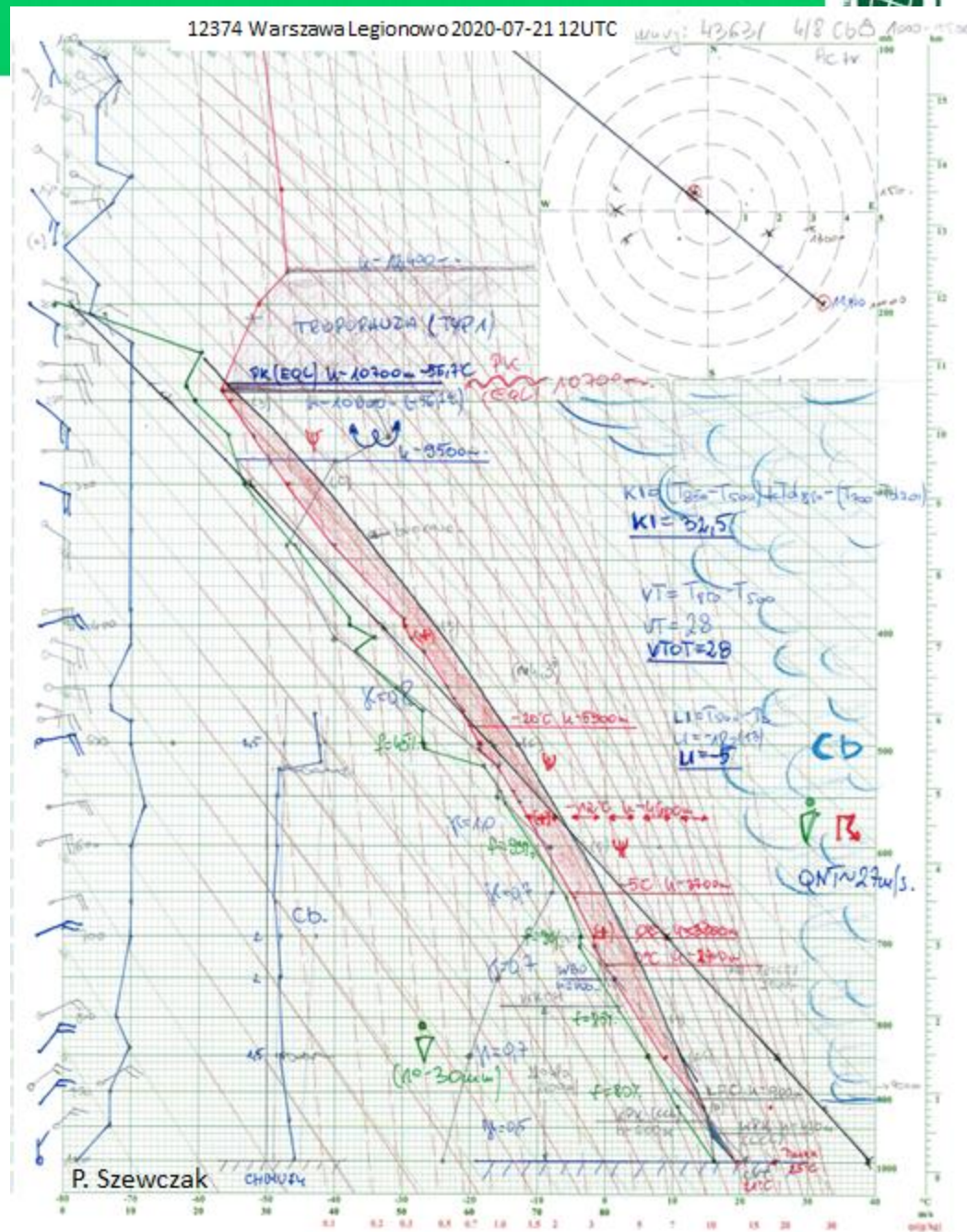






# Prognozy – metoda synoptyczna

Opracowany diagram termodynamiczny



IMGW-PIB



Ministerstwo  
Edukacji i Nauki



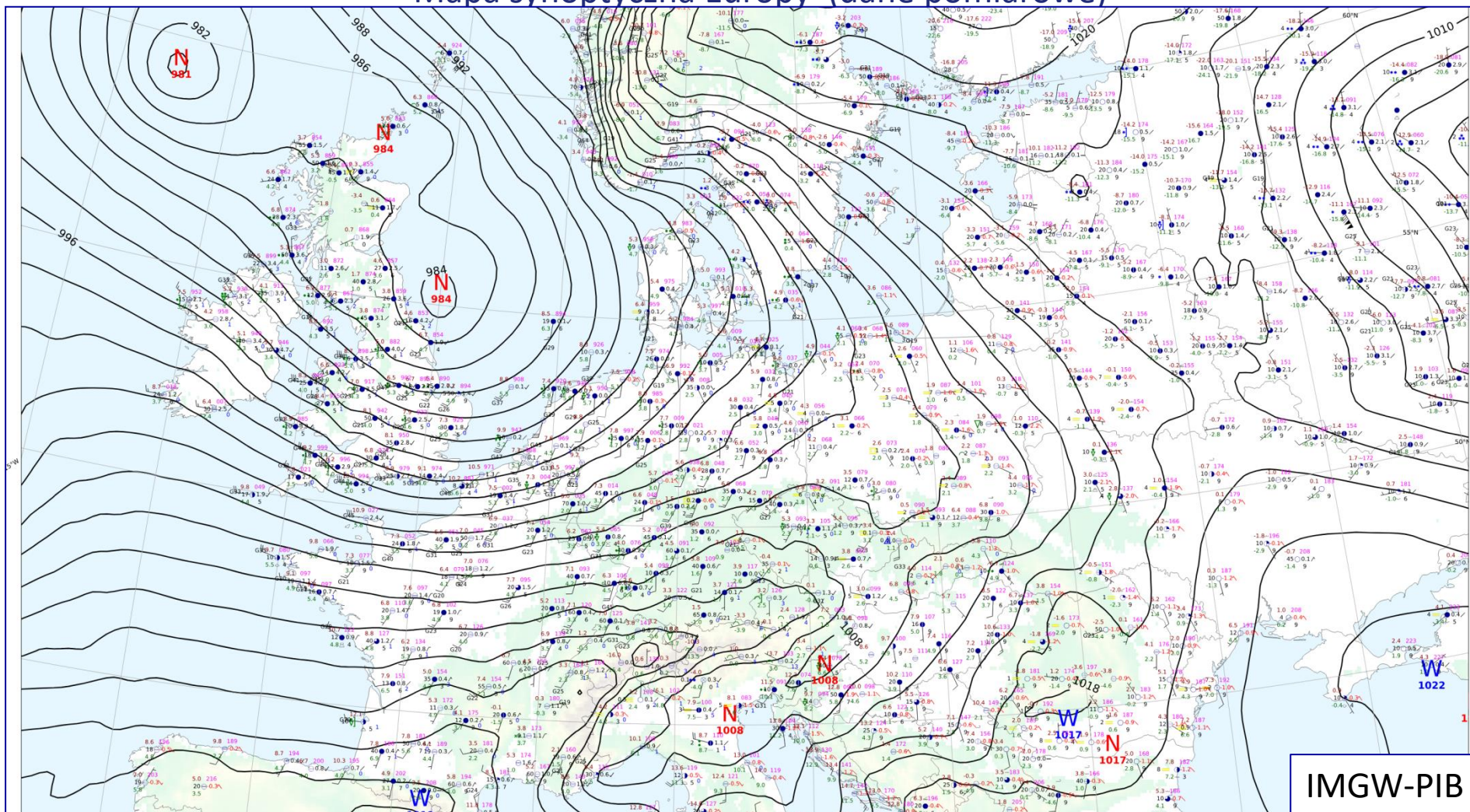
UNIwersYTET  
IM. ADAMA MICKIEWICZA  
W POZNAŃU





# Prognozy – metoda synoptyczna

## Mapa synoptyczna Europy (dane pomiarowe)



Ministerstwo  
Edukacji i Nauki



UNIWERSYTET  
IM. ADAMA MICKIEWICZA  
W POZNAŃU



Wydział Nauk  
Geograficznych i Geologicznych





# Prognozy – metoda synoptyczna

## Kolejność czynności podczas analizy mapy dolnej

Czynność pierwsza: przegląd i ilustracja mapy

(obrys konturu Polski i podniesienie zjawisk)

- a) zjawiskami typowymi dla masy stałej są **mżawka** i **mgła**
- b) zjawiskami typowymi dla masy chwiejnej są **chmury konwekcyjne Cb**, **Cu con**, **burza** i **opady przelotne**
- c) zjawiskami typowymi dla frontów (**jednostajny opad deszczu** lub **śniegu**)
- d) zjawiska szczególnie niebezpieczne (**opady marznące**, **zawieje i zamiecie śnieżne**)

Czynność druga: wykreślenie izobar

Czynność trzecia: wykreślenie izalobar

Czynność czwarta: wstępne ustalenie przebiegu frontów atmosferycznych

Czynność piąta: ustalenie miejsc zafalowań i zmiany znaku na frontach



## Kolejność czynności podczas analizy mapy dolnej

Czynność szósta: docelowe wykreślenie linii frontów

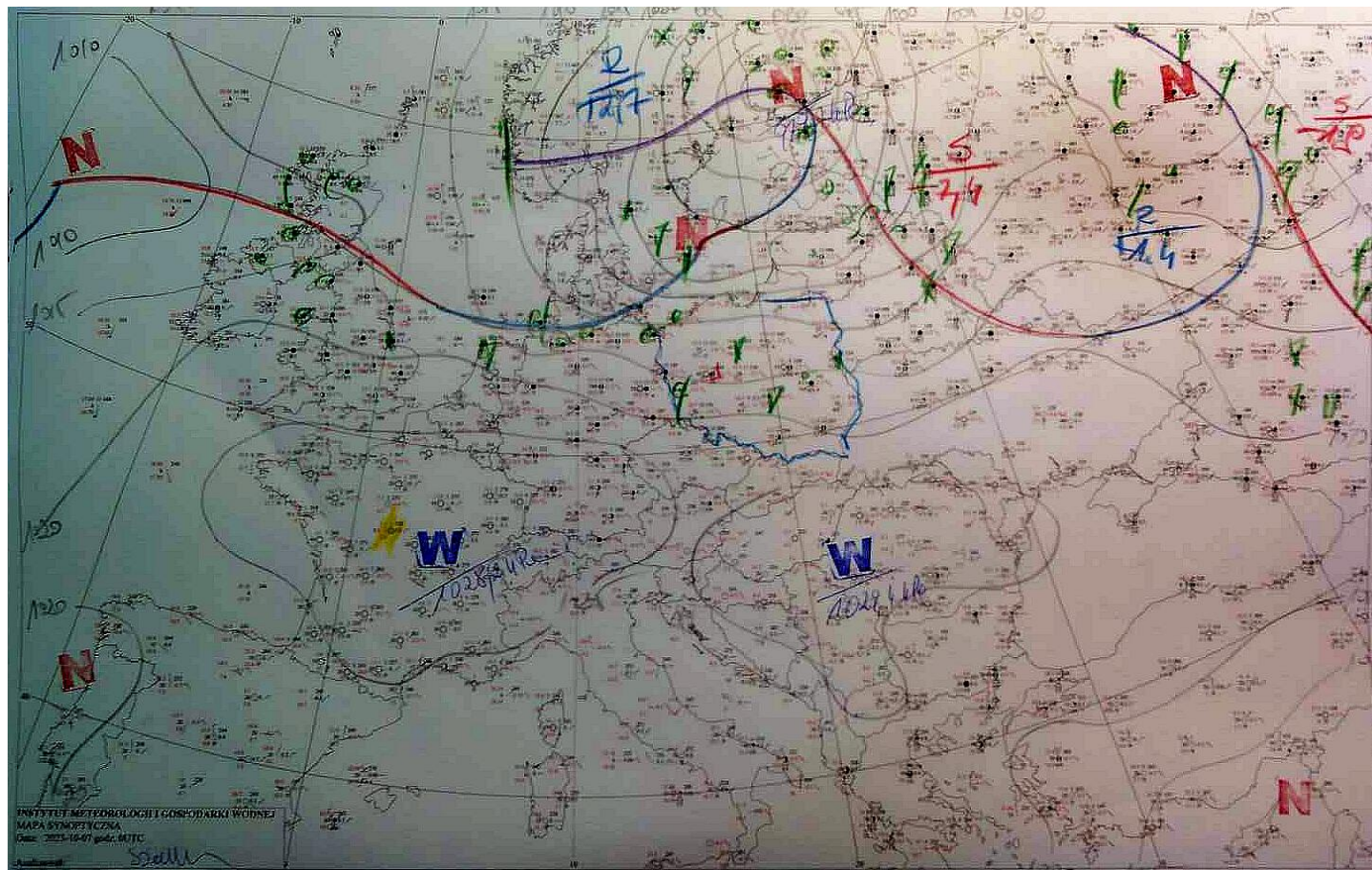
Czynność siódma: korekta przebiegu izobar

Czynność ósma: sporządzenie opisu mapy  
centra **W** i **N**, ekstremalne wartości tendencji barycznej  
określenie i opis masy powietrza (**PPm**, **PPk**, **PAm**, **PZm**...)

Czynność dziewiąta: wyznaczenie kierunku i prędkości adwekcji



Mapa synoptyczna  
Europy z frontami  
atmosferycznymi



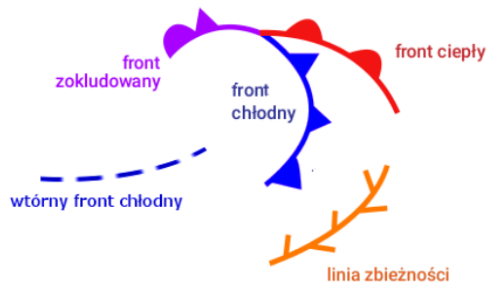
IMGW-PIB



# Prognozy – metoda synoptyczna

## Masy powietrza

- PP powietrze polarne
- PA powietrze arktyczne
- PZ powietrze zwrotnikowe
- m - morskie
- k - kontynentalne
- C - ciepłe
- S - stare



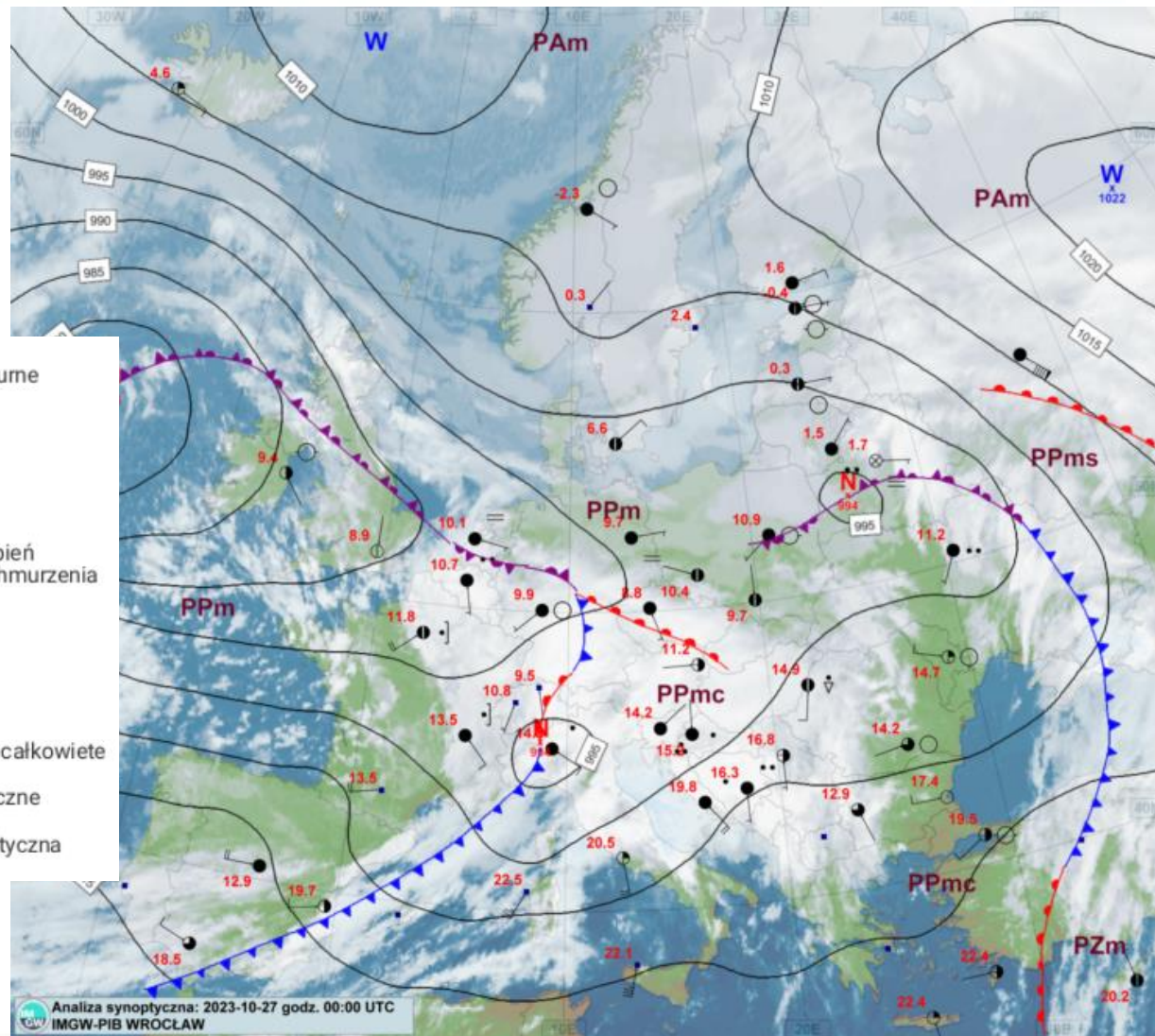
## Zjawiska meteorologiczne

- |  |  |                         |  |                                      |
|--|--|-------------------------|--|--------------------------------------|
|  |  | mgła, mgła marznąca     |  | deszcz ciągły                        |
|  |  | marznący deszcz, mżawka |  | mżawka                               |
|  |  | grad                    |  | śnieg                                |
|  |  | burza, błyskawica       |  | opady przelotne deszczu lub śniegu   |
|  |  | zawieje lub zamiecie    |  | satelitarny obraz stref zachmurzenia |

## Układy ciśnienia

- W** Wyż
- N** Niż
- 
- izobara co 5 hPa

- - 
  - 
  - 
  - 
  - 
  - 
  - 
  - 
  - 
  -
- stopień zachmurzenia
- zachmurzenie całkowite
  - niebo niewidoczne
  - stacja automatyczna



<https://meteo.imgw.pl/>





## Pogoda w układach barycznych

Wiedza o położeniu układów barycznych i frontów atmosferycznych stanowi olbrzymie źródło informacji o pogodzie. Pogoda związana z układami barycznymi i frontami atmosferycznymi wykazuje pewne podobieństwa i pewną powtarzalność, aczkolwiek nigdy nie jest taka sama!

Prognozując metodą synoptyczną poszczególne warunki pogody np:

- ▶ zachmurzenia
- ▶ zjawisk pogody
- ▶ kierunku i siły wiatru
- ▶ temperaturę

posługujemy się schematem:

### PROGNOZOWANIE WARUNKÓW ATMOSFERYCZNYCH





**Aktualnie prognozując pogodę korzystamy z:**

- **modeli numerycznych (które korzystają z danych meteorologicznych)**
- **metody synoptycznej (która pozwala na zweryfikowanie modelu numerycznego)**





# Prognoza numeryczna z weryfikacją synoptyczną

## SYTUACJA BARYCZNA

Polska będzie pod wpływem wyżu z nad Skandynawii.

Z południowego wschodu napływać będzie ciepła masa powietrza polarnego kontynentalnego. Przewiduje się wahania ciśnienia.

## PROGNOZA POGODY DLA POLSKI

Na wschodzie i w centrum kraju bezchmurnie, na zachodzie zachmurzenie małe i umiarkowane. Temperatura maksymalna od 7°C w Krakowie do 13°C w Szczecinie.

Wiatr słaby i umiarkowany, południowo-wschodni. Na zachodzie i nad morzem porywisty do 60 km/h.



<https://www.tvp.info/58634362/prognoza-pogody-dla-polski>

Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa w ramach programu  
Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą  
***Spółeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu,***  
nr projektu SONP/SP/546432/2022,  
kwota dofinansowania 112 920,00 zł, całkowita wartość projektu 125 640,00 zł.



Ministerstwo  
Edukacji i Nauki



UNIwersYTET  
IM. ADAMA MICKIEWICZA  
W POZNANIU



Wydział Nauk  
Geograficznych i Geologicznych