

**INSTYTUT METEOROLOGII
I GOSPODARKI WODNEJ**

**INSTITUTE OF METEOROLOGY
AND WATER MANAGEMENT**



TYTUŁ : **Wykorzystanie
radarów meteorologicznych
w osłonie lotnictwa**

AUTOR: **Zdzisław Dziewit**

OŚRODEK TELEDETEKCJI NAZIEMNEJ

DATA: **24.03.2010 Warszawa
Konferencja Bezpieczeństwa Lotów
Urząd Lotnictwa Cywilnego**



- CZĘŚĆ : **I** **System radarów meteorologicznych**
POLRAD
- CZĘŚĆ : **II** **Dane radarowe**
- CZĘŚĆ : **III** **System MeteoFlight**



CZĘŚĆ : **I**

TEMAT : **System radarów meteorologicznych**
POLRAD

Sieć radarów meteorologicznych POLRAD



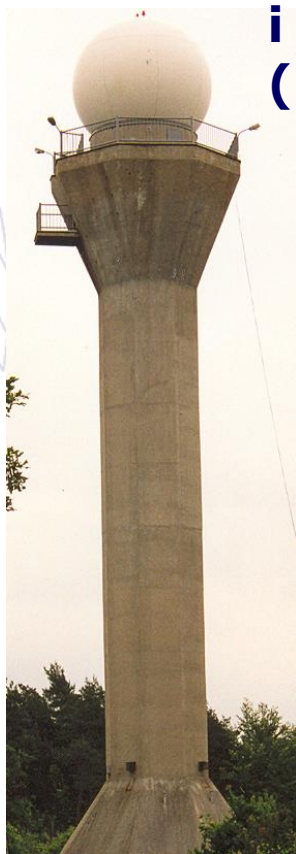
Historia polskiej meteorologii radarowej – LEGIONOWO, RAMŻA i PASTEWNIK

Zacząło się od Legionowa (1964), a w kolejnych latach wybudowano radary na wzgórzu Ramża (1995) i koło miejscowości Pastewnik (1999).

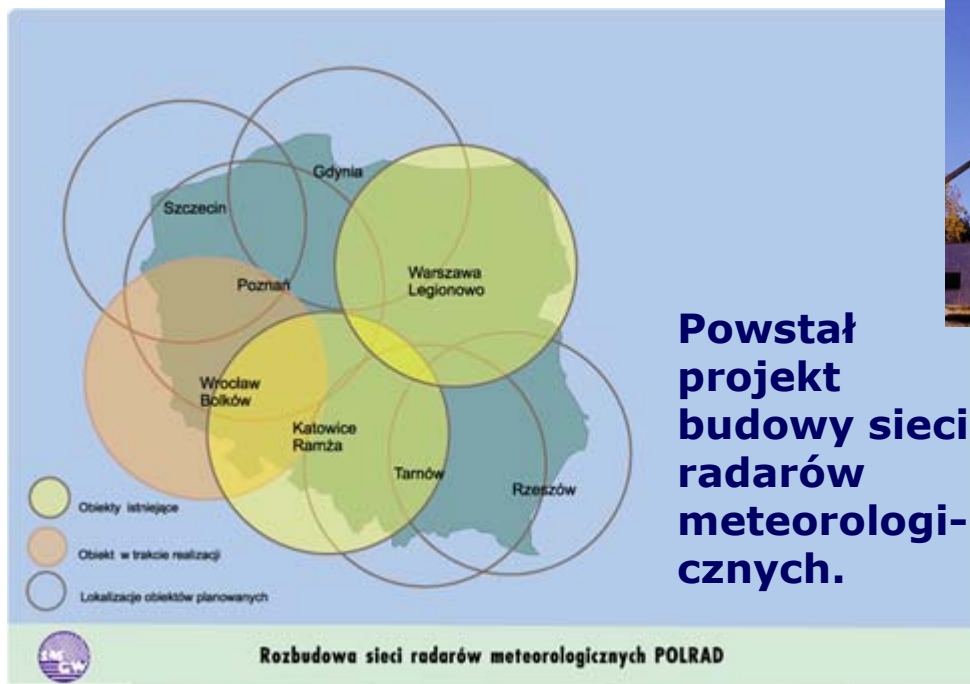


© Ryszard Klejnowski

PAS



RAM



LEG

Radary pracujące w sieci POLRAD

Budowę dalszych radarów rozpoczęto w 2002 roku, a w 2004 oddano do eksploatacji całą sieć.

Wszystkie radary pracujące w sieci POLRAD to radary dopplerowskie:

- **klistronowe (LEGionowo RZEszów GDAńsk PAStewnik),**
- **magnetronowe (RAMża POZnań SWIdwin BRZuchania)**



RAM

PAS

LEG

POZ

GDA

RZE

ŚWI

BRZ

PAStewnik - podwójna polaryzacja; uruchomiony 12.2009

Sieć radarów meteorologicznych POLRAD



Radary pracujące w sieci

Pasmo C

Częstotliwość - 5.6 GHz

**Czas trwania impulsu –
od 0,8 do 2 mikrosekund**

Długość fali - 5.4 cm

**Polaryzacja – liniowa
pozioma (lub podwójna:
pozioma i pionowa)**

**Średnia wysokość
wieży ok. 30 m
(poza radarem GDA)**

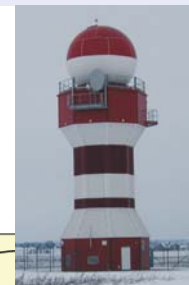
Identyfikują -

**opad, wiatr
zjawiska**

Radary
Świdwin



Radary
Gdańsk



Radary
Legionowo



Radary
Poznań



Radary
Pastewnik

Radary
Ramża



Radary
Brzuchania



Radary
Rzeszów



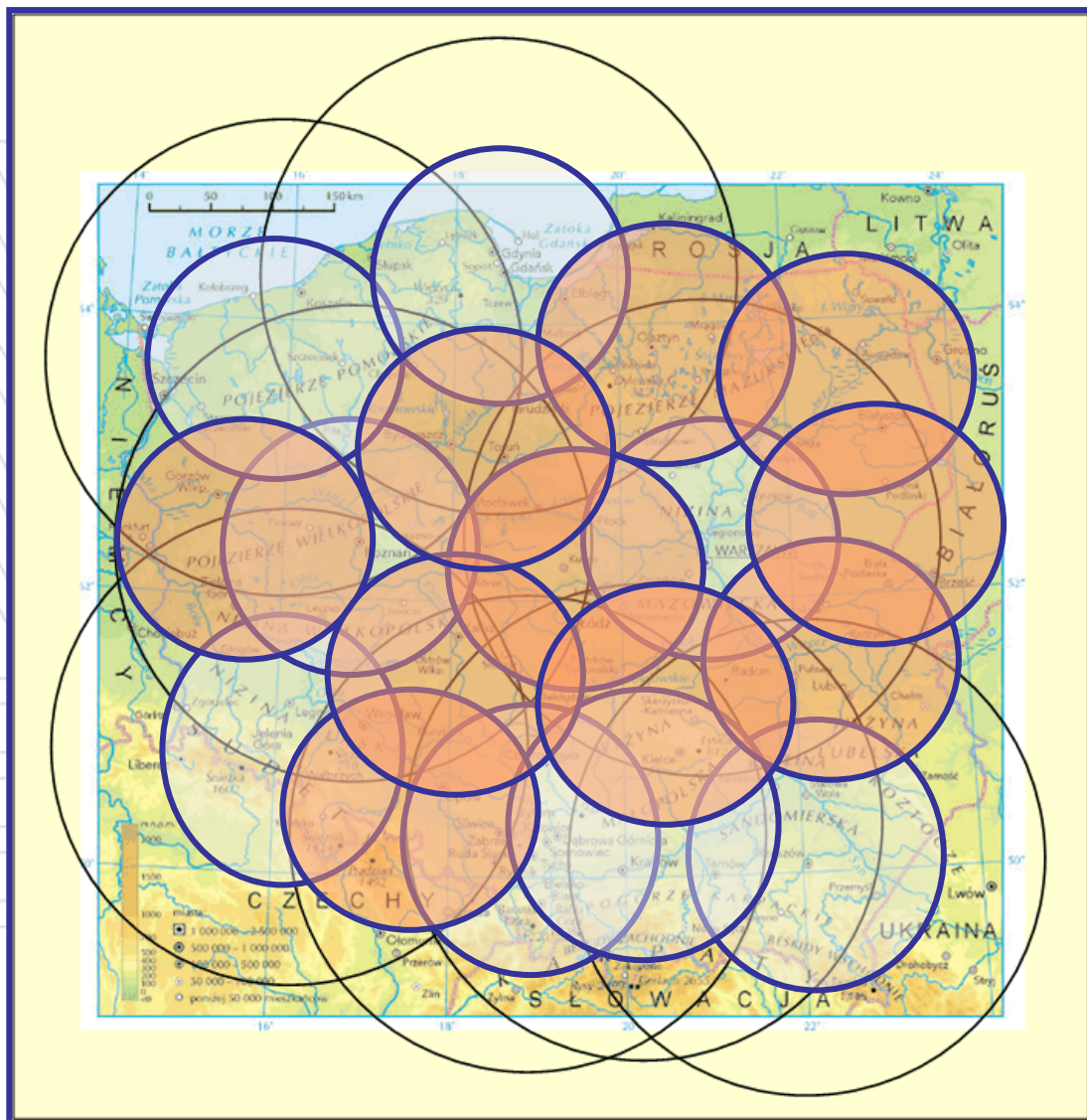
Każdy z radarów w sieci wykonuje obserwacje w cyklu dziesięciominutowym. Wynikiem cyklu obserwacji są dane zebrane z 10 kątów elewacji dla:

- ☐ **dalekiego zasięgu - zakres do 250 km - skan klasyczny**
- ☐ **bliskiego zasięgu - zakres do 120 km - skan dopplerowski**
- ☐ **skan pionowy wykonywany na zadanym azymucie; aktualnie ustawiony dla każdego radaru na 270° lub kierunek pasa startowego najbliższego lotniska**

Danymi wyjściowymi z radaru dopplerowskiego są:

- odbiciowość radarowa Z [dBZ]**
- prędkość radialna V [m/s]**
- szerokość widma dopplerowskiego W [m/s]**

Zasięgi obszarowe dla skanów radarowych



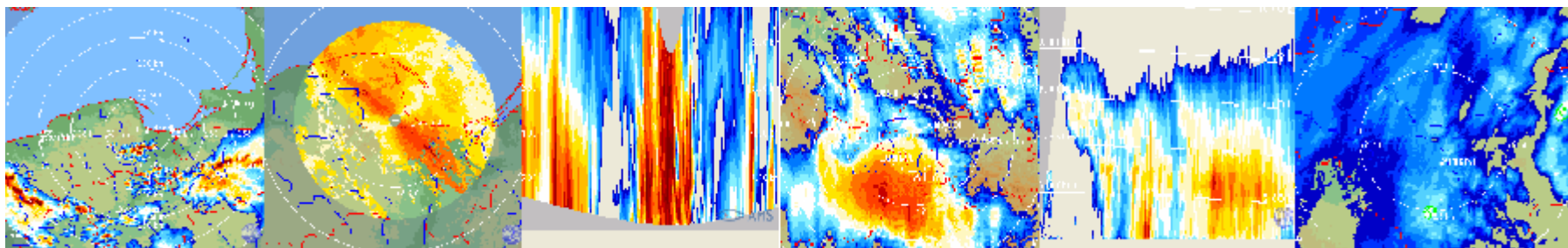
Ograniczenia:

- ze względu na horyzont (krzywiznę Ziemi)
- pomiar wiatru tylko w strefie opadu

Zaznaczone zasięgi:

- produktów meteorologicznych i hydrologicznych (200-220 km wokół radaru)
- produktów dopplerowskich (100-120 km)

Niezbędne jest zagęszczenie sieci.



CZĘŚĆ :

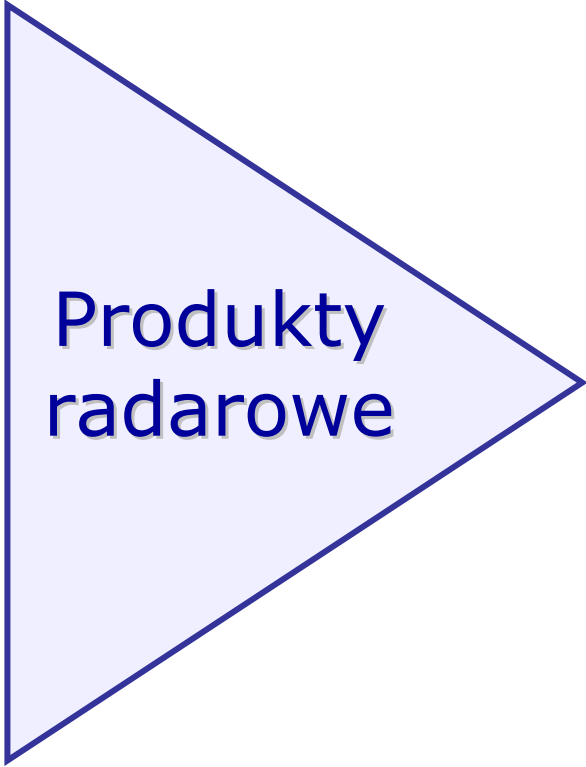
II

TEMAT :

Dane radarowe

Dane radarowe

Podstawowe grupy

A large, light blue triangle pointing to the right, containing the text 'Produkty radarowe'. To the left of the triangle is a vertical strip of seven radar images: a top-down view of a radar scan, a cross-section of a storm, a vertical cross-section of a storm, a cross-section of a storm, a cross-section of a storm, a cross-section of a storm, and a cross-section of a storm.

**Produkty
radarowe**

Meteorologiczne

Hydrologiczne

Mapa zbiorcza

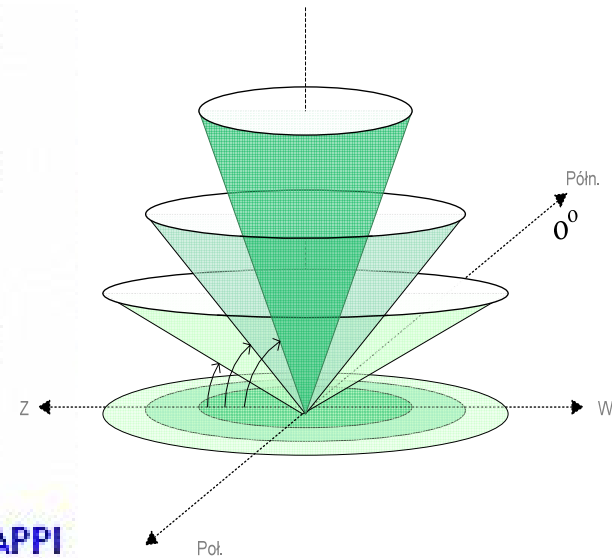
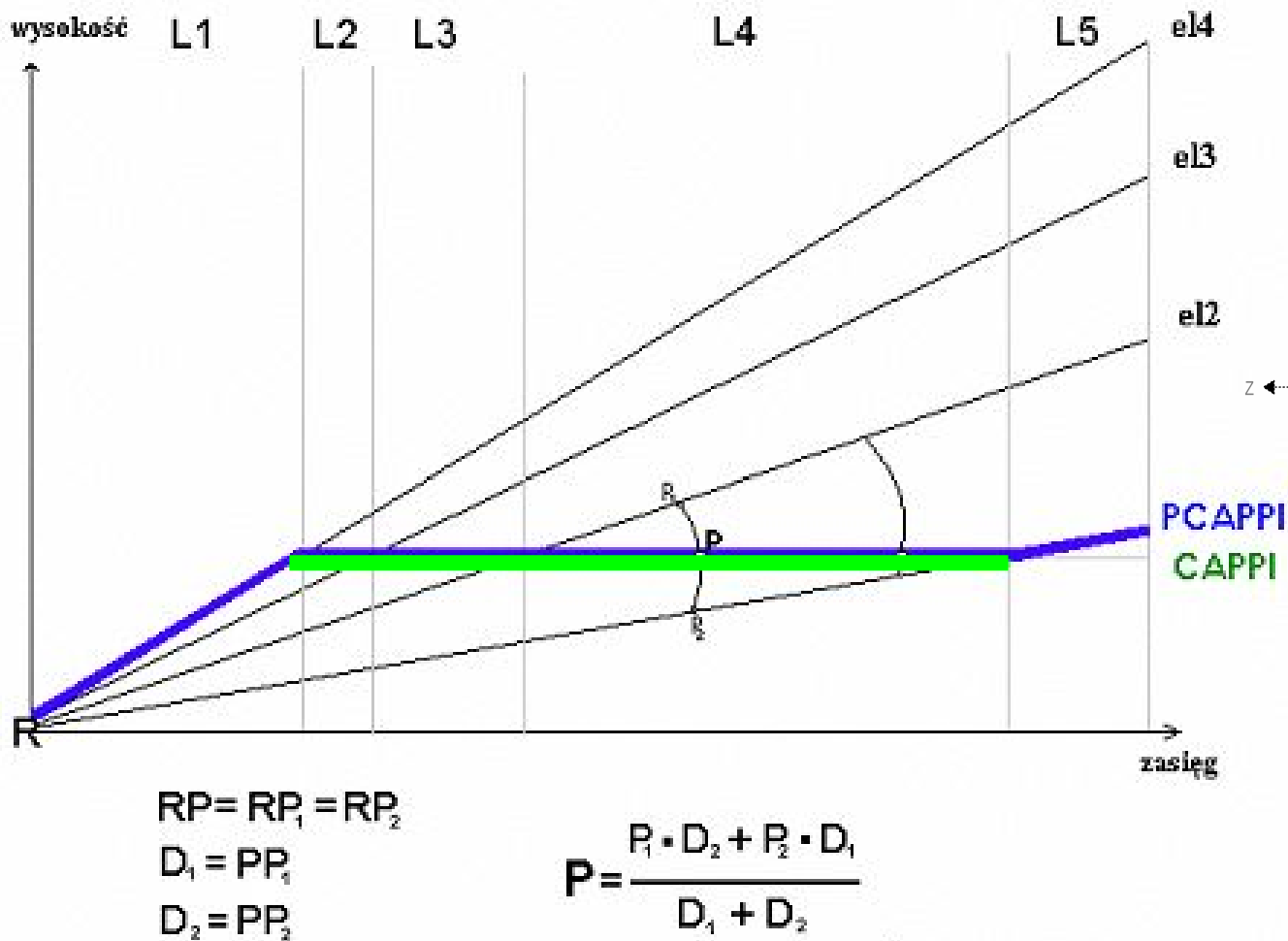
Wiatrowe

Groźnych zjawisk

Prognostyczne

FD & WARN

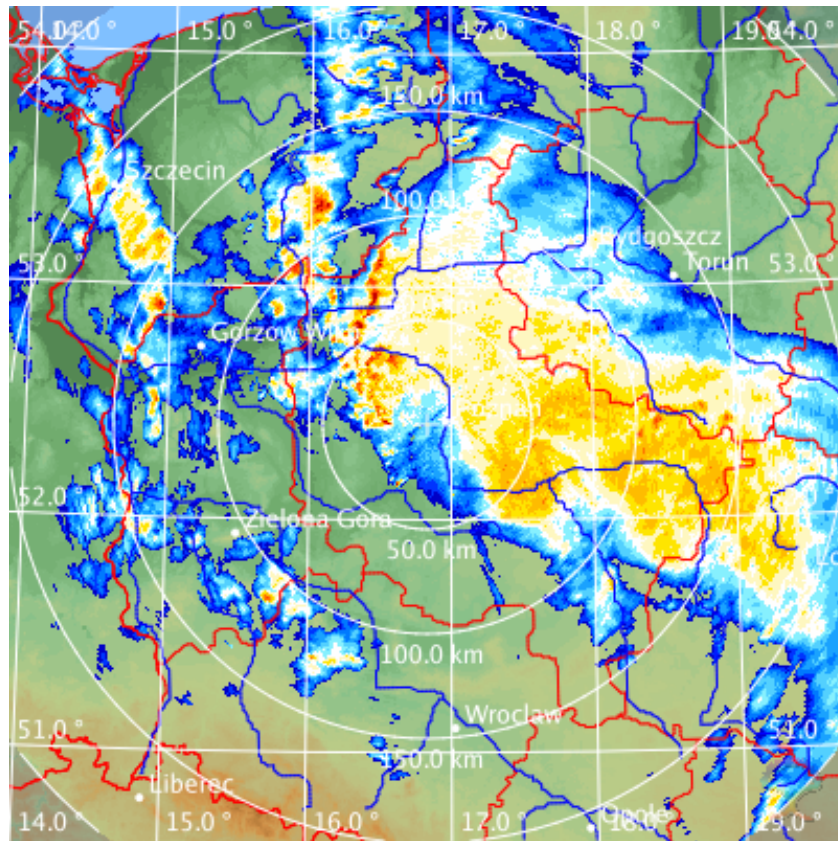
CAPPI i PCAPPI (Constant Altitude PPI)



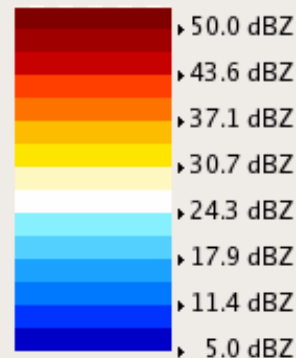
Określenie
PCAPPI i CAPPI
odnosi się do
techniki
tworzenia
mapy
(produktu).

W produkcie typu Pseudo-CAPPI części obrazu, których brak w definiowanej warstwie uzupełniane są o informacje z najbliższej 11 elewacji.

CAPPI (Constant Altitude PPI) PPI na stałej wysokości



CAPPI (dBZ)
19:00 / 02-Jul-2007
Poznan



Pdf File: poz_compo_pcz.cappi
Clutter Filter: Doppler Num 10
Time sampling: 30
PRF: 550 Hz
Range: 200 km
Resolution: 1.000 km/pixel
Height: 0.700 km
Alg type: PCAPPI
CAPPI Range: 1 km to 50 km
Data: Radar Data
Rainbow® Gematronik

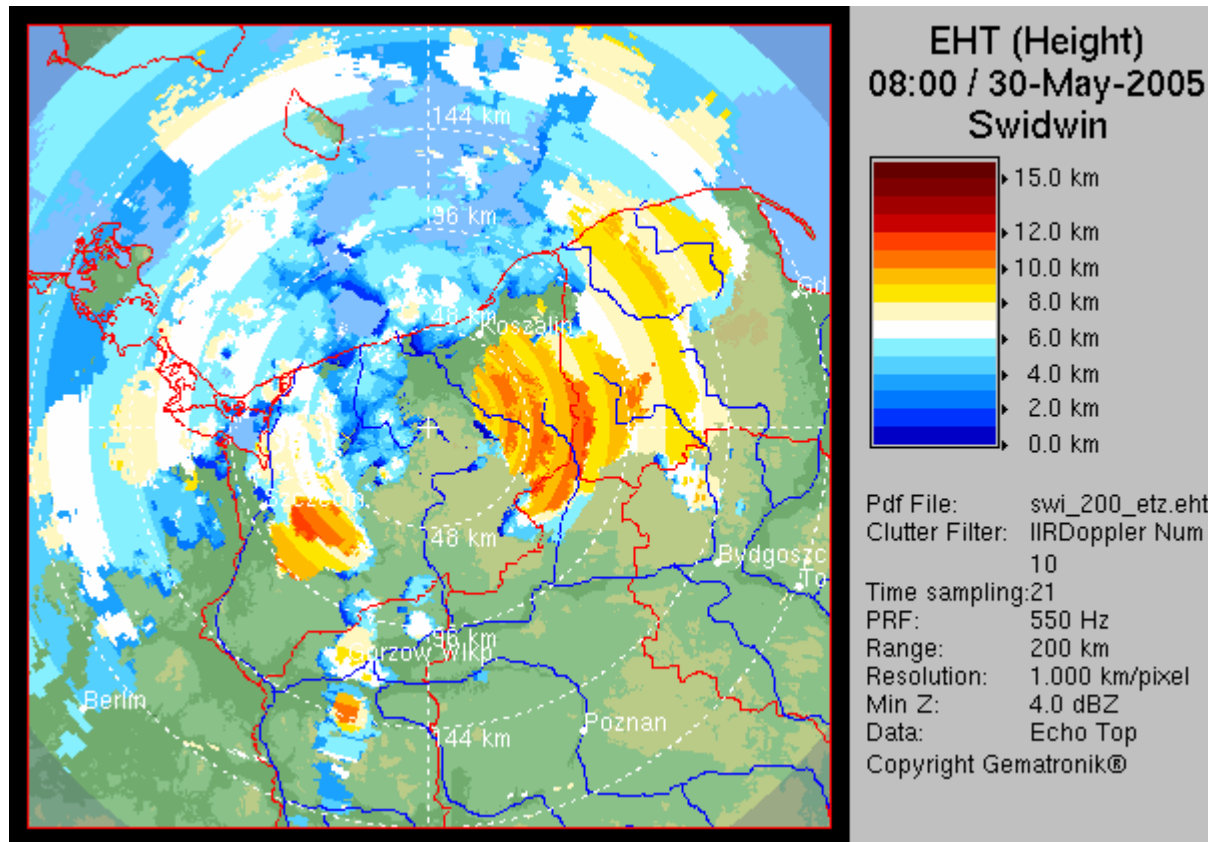
CAPPI
zobrazowuje echa
radarowe
zarejestrowane
w trakcie pomiaru
radarowego na
zadanej wysokości,

a PCAPPI –
dodatkowo
w pełnym zakresie
odległości,
tj. od R=0
do R=maks

Generuje obraz stanu atmosfery w zdefiniowanej przez użytkownika warstwie powyżej średniego poziomu morza.

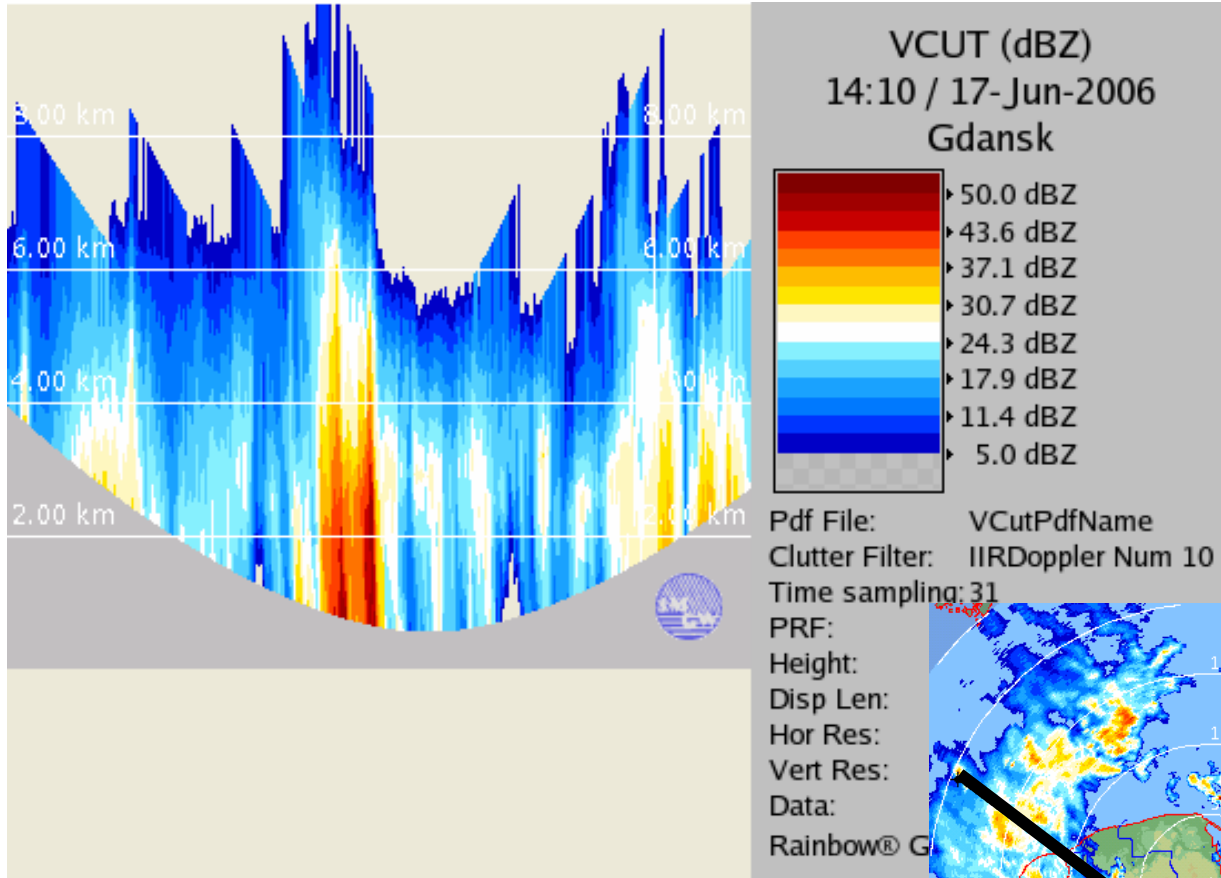
EHT (Echo Height) **Wysokość echa radarowego**

W ramach tego produktu możemy utworzyć m.in.
Echo Top - wysokość wierzchołków echa

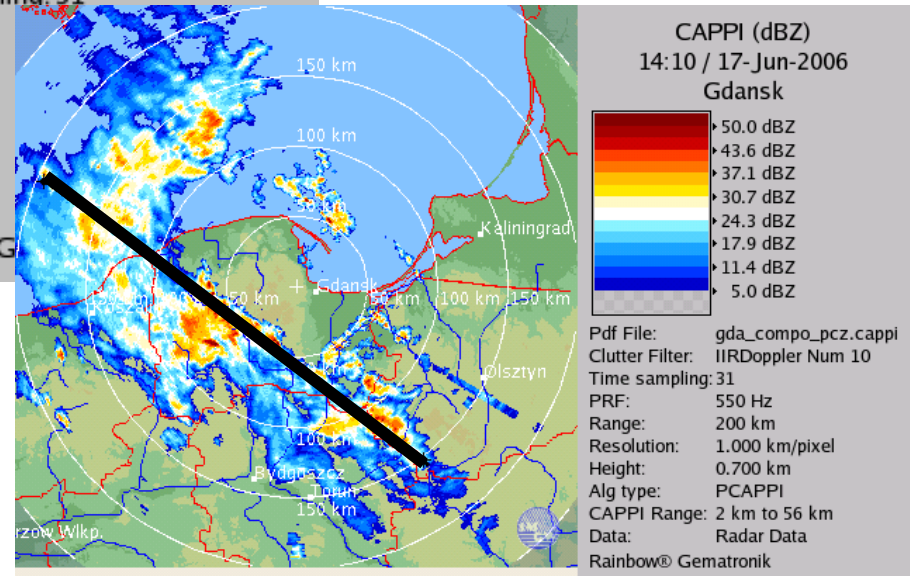


VCUT (Vertical Cut) **Przekrój pionowy** między dwoma punktami

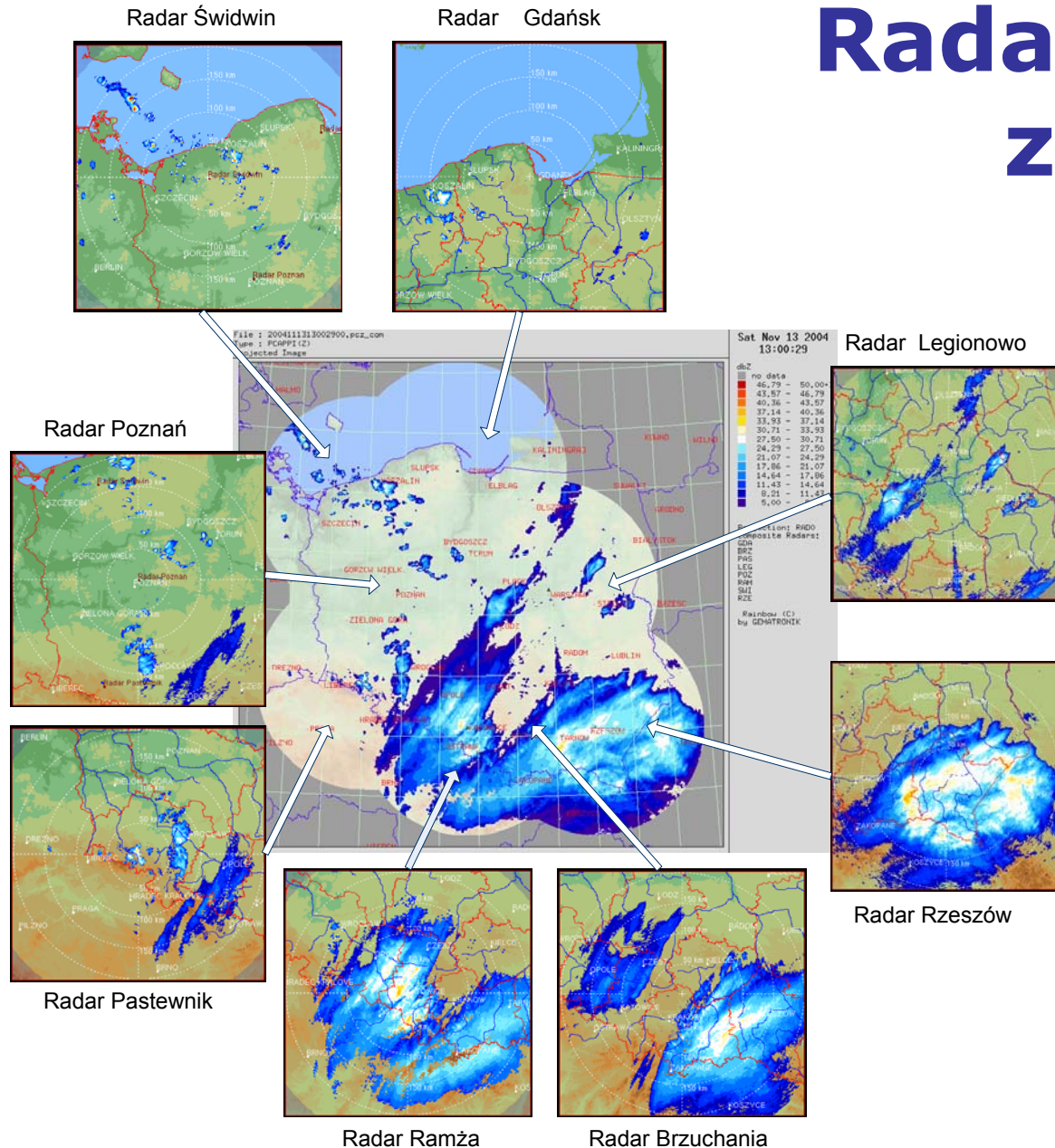
Obrazuje przekrój pionowy atmosfery wzdłuż wyznaczonego odcinka na mapie dowolnego produktu pochodzącego ze skanu klasycznego.



Początek i koniec cięcia są ustalane interaktywnie (przy użyciu myszki).

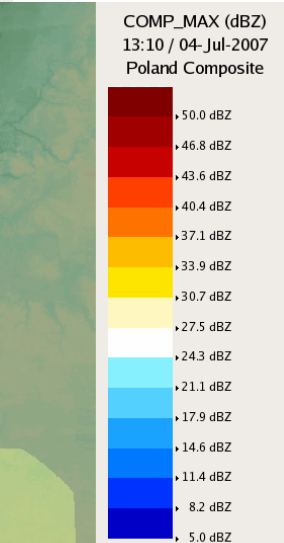
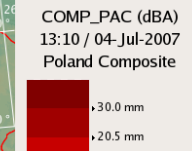
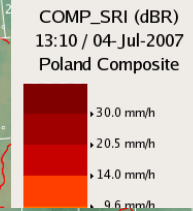
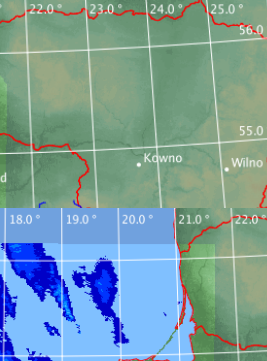
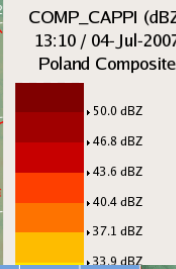
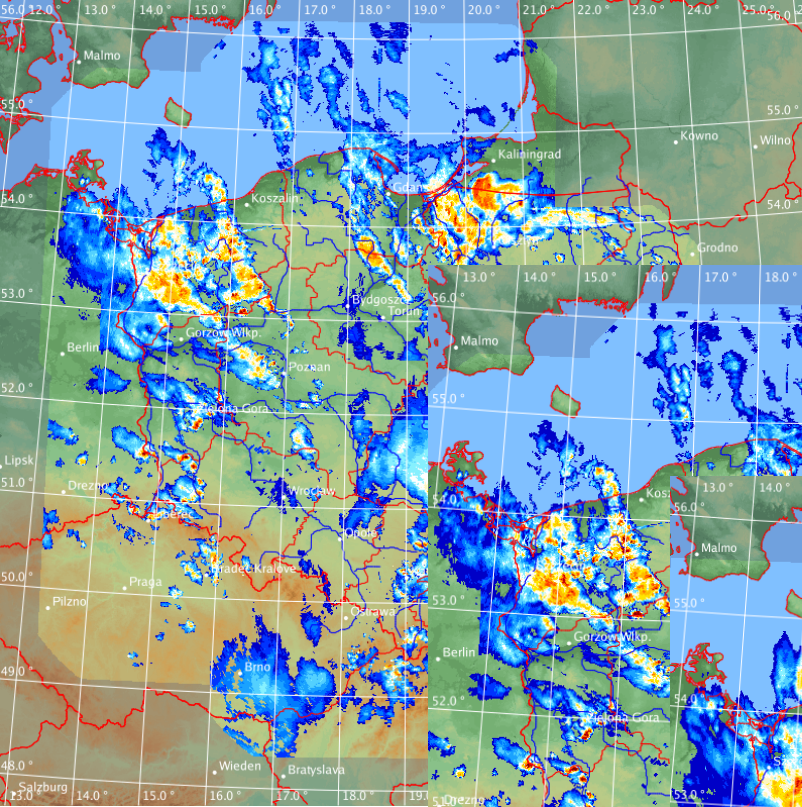


Radarowa mapa zbiorcza



Np. mapa odbiciowości radarowej na poziomie 700 m n.p.m. W rejonie pokrywania się radarów łączenie danych następuje według maksymalnych wartości odbiciowości lub innego algorytmu np. średniej odbiciowości

Zbiorcza mapa radarowa



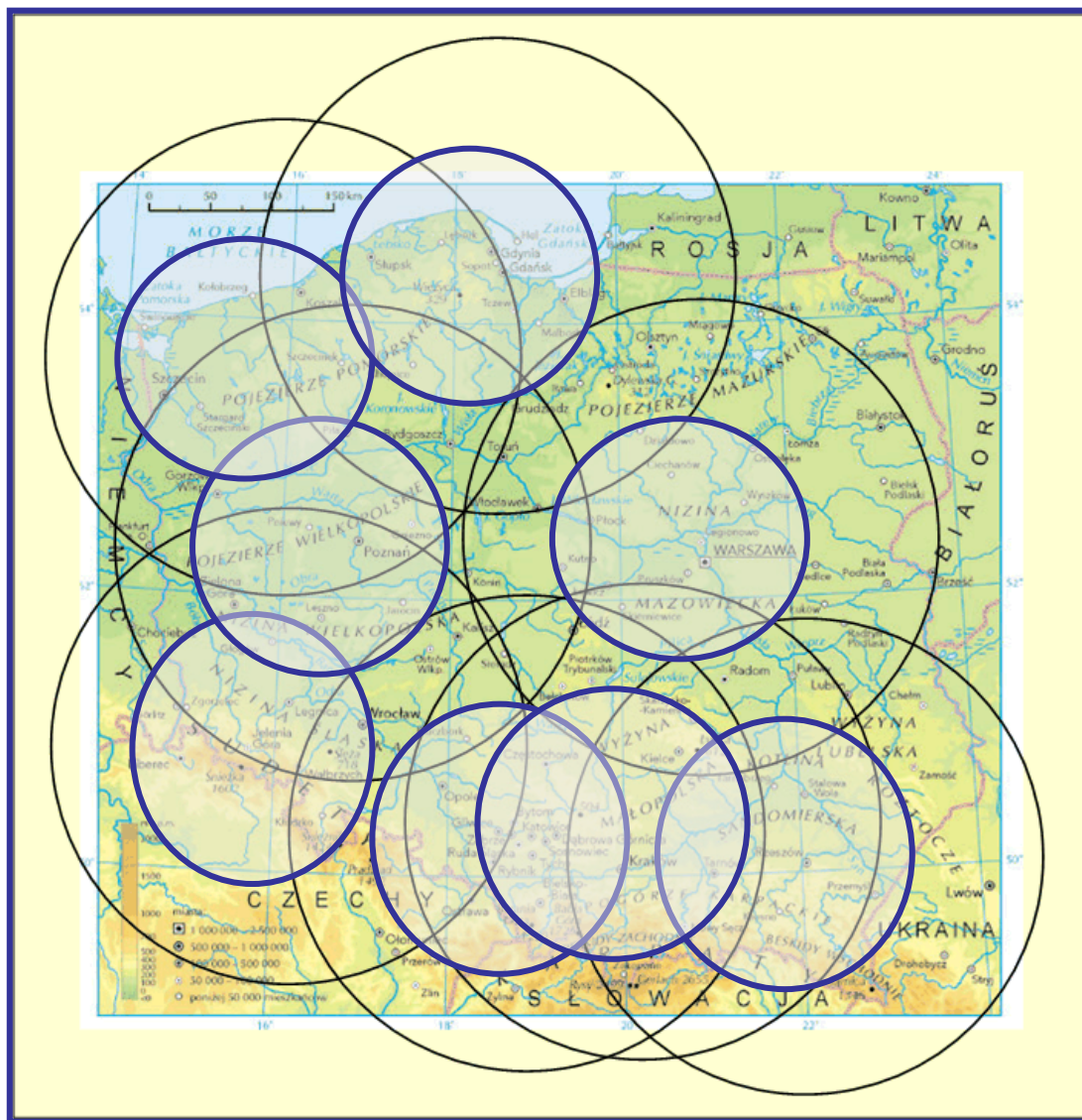
COMP_CAPPI

COMP_SRI

COMP_PAC

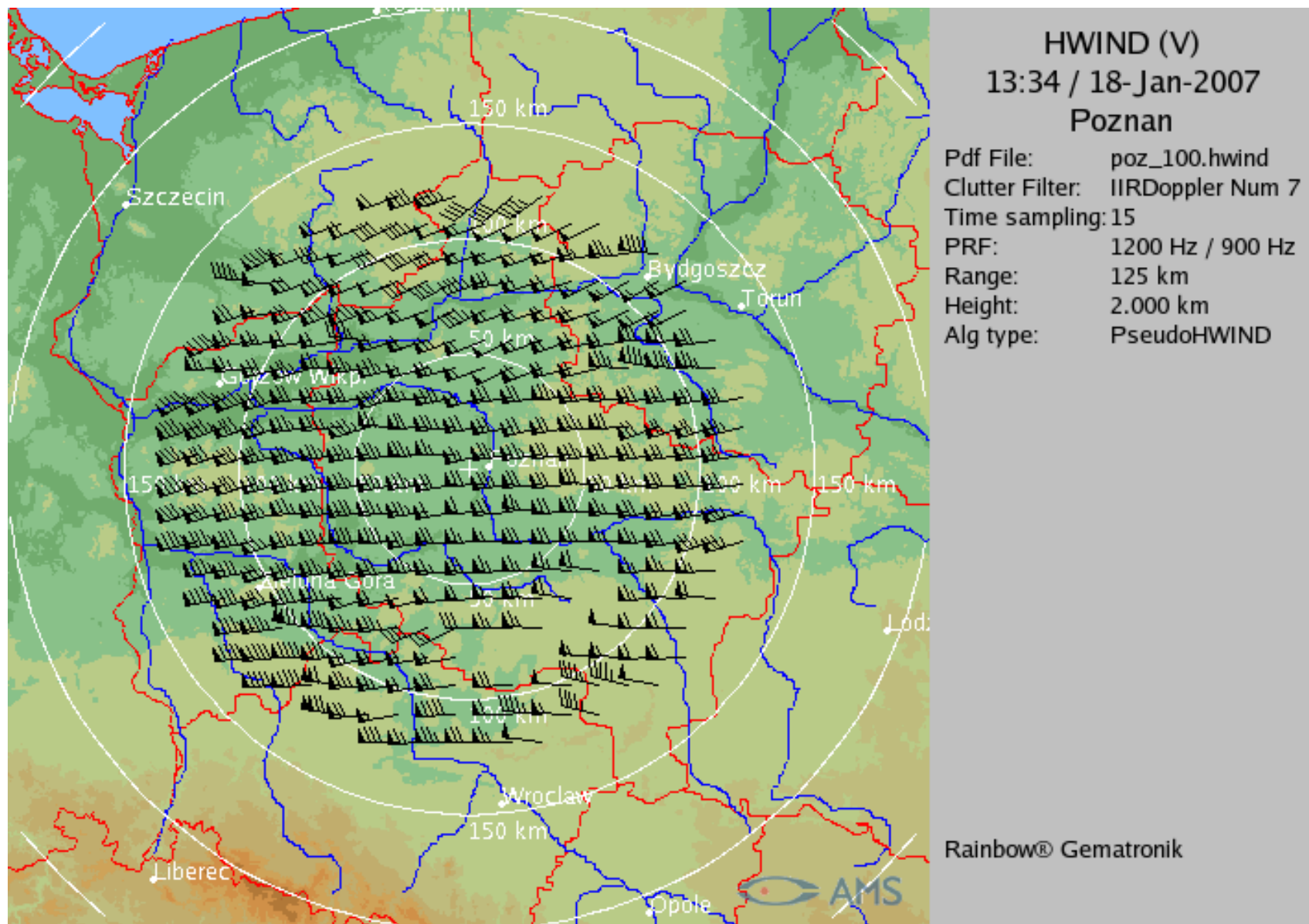
COMP_MAX

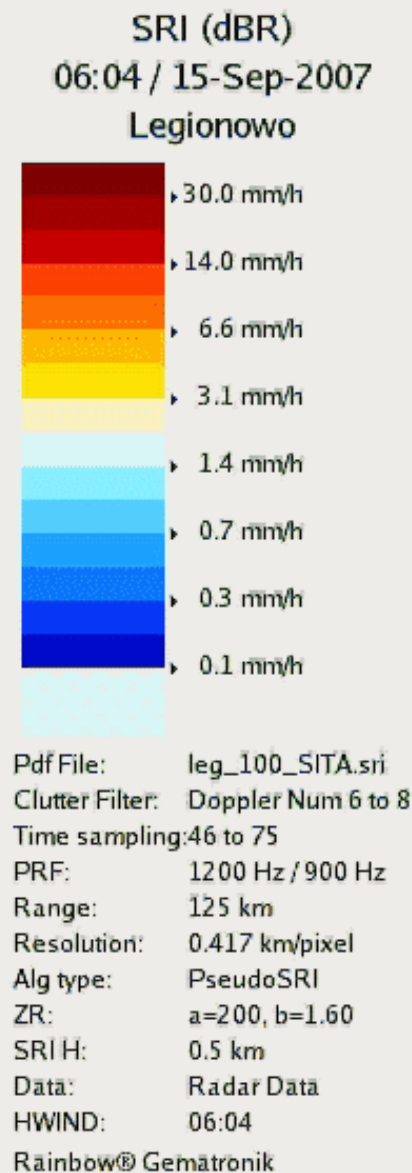
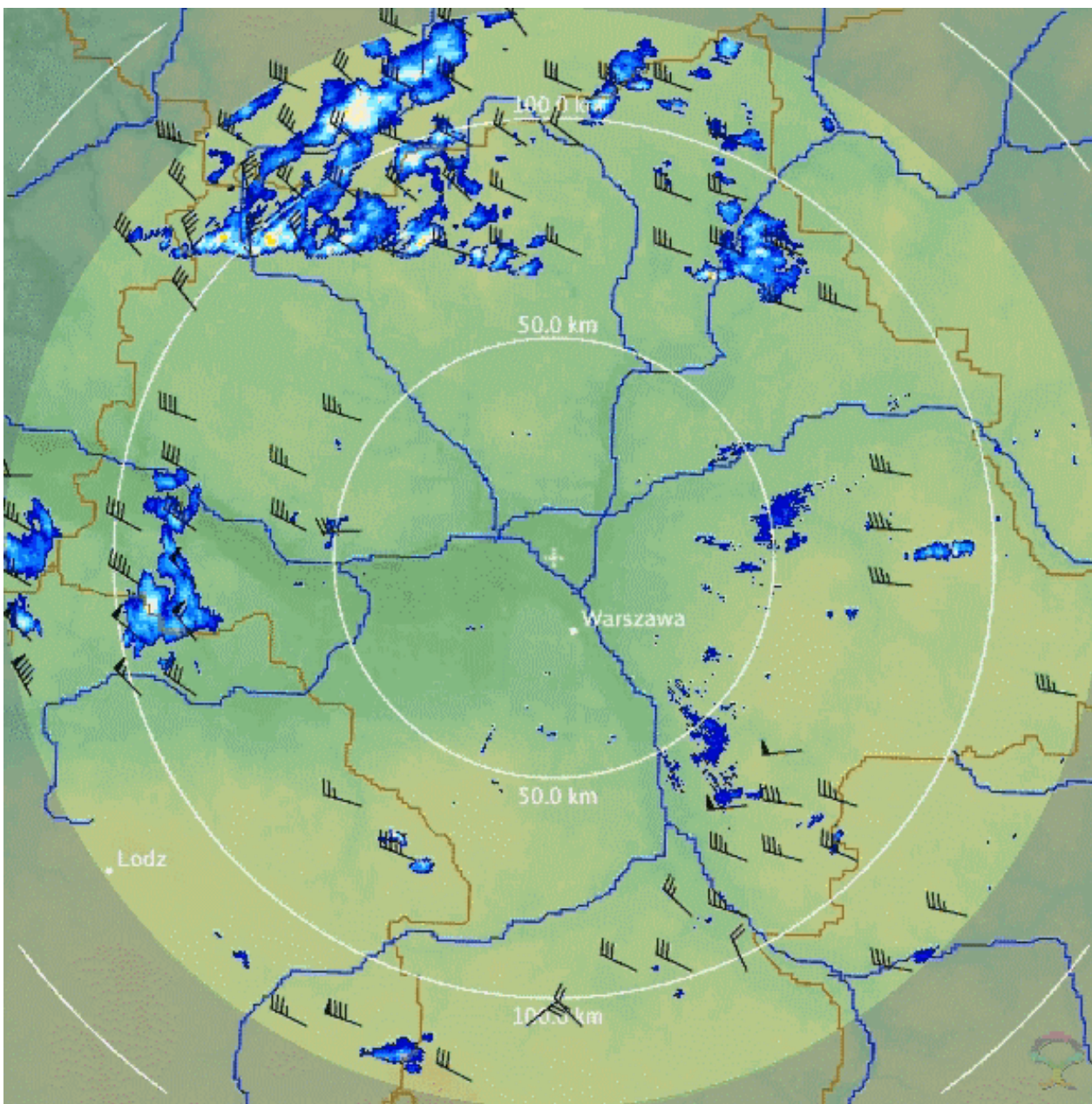
Pdf File: COMPO_MAX.comp
Range: 398.754
Projection: aeqd
Merge Type: Maximum Value
Sensors: BRZ+ GDA+ LEG+
PAS+ POZ+
RAM+ RZE+
SWI+
Data: Radar Data
Rainbow@ Gematronik



W przypadku produktów meteorologicznych i hydrologicznych dane pochodzą z obszaru o promieniu 200-220 km, a w przypadku produktów ze skanu dopplerowskiego dane pochodzą z obszaru 100-120 km wokół radaru.

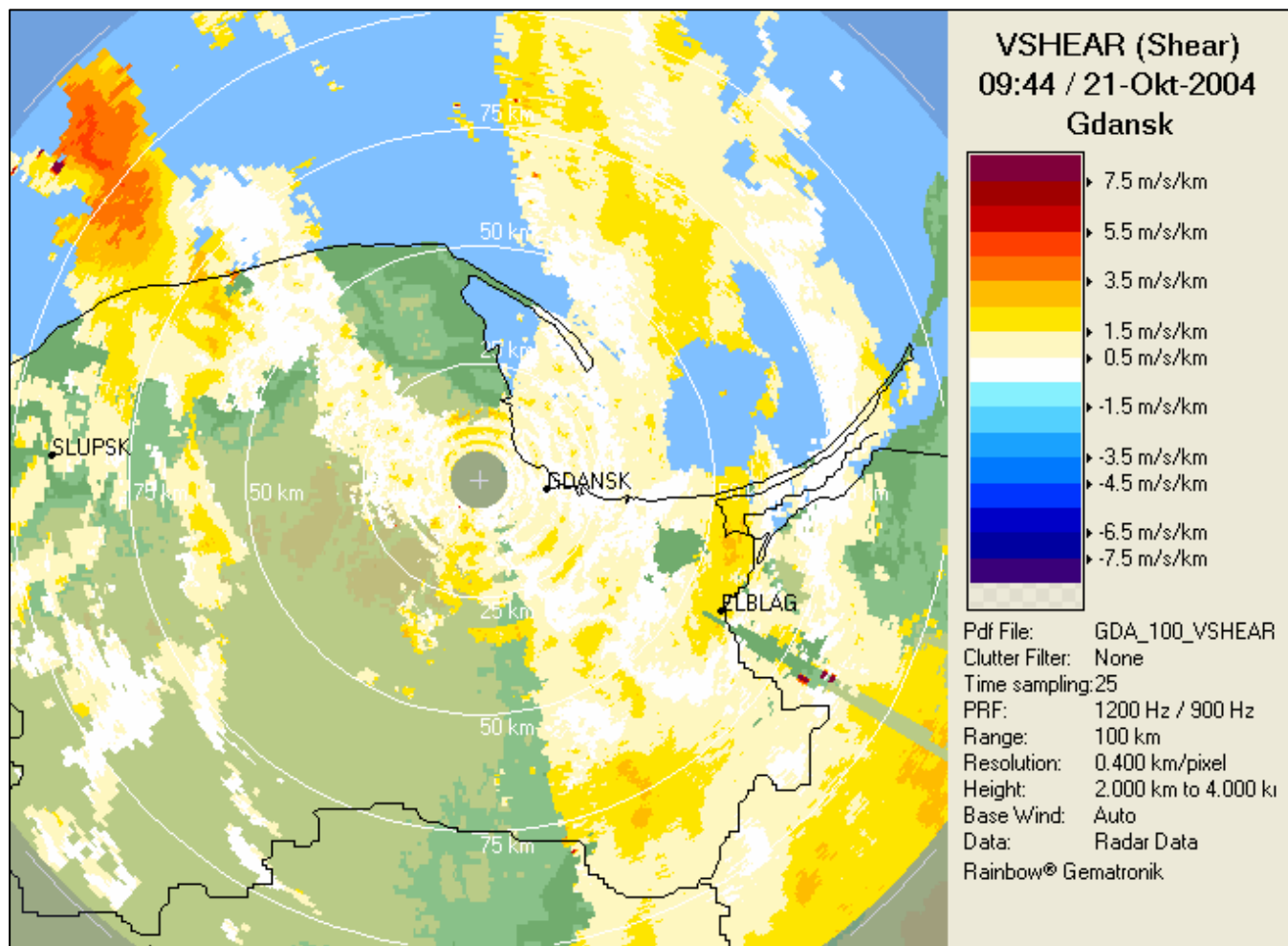
HWIND (Horizontal Wind Technique) **Wiatr poziomy**





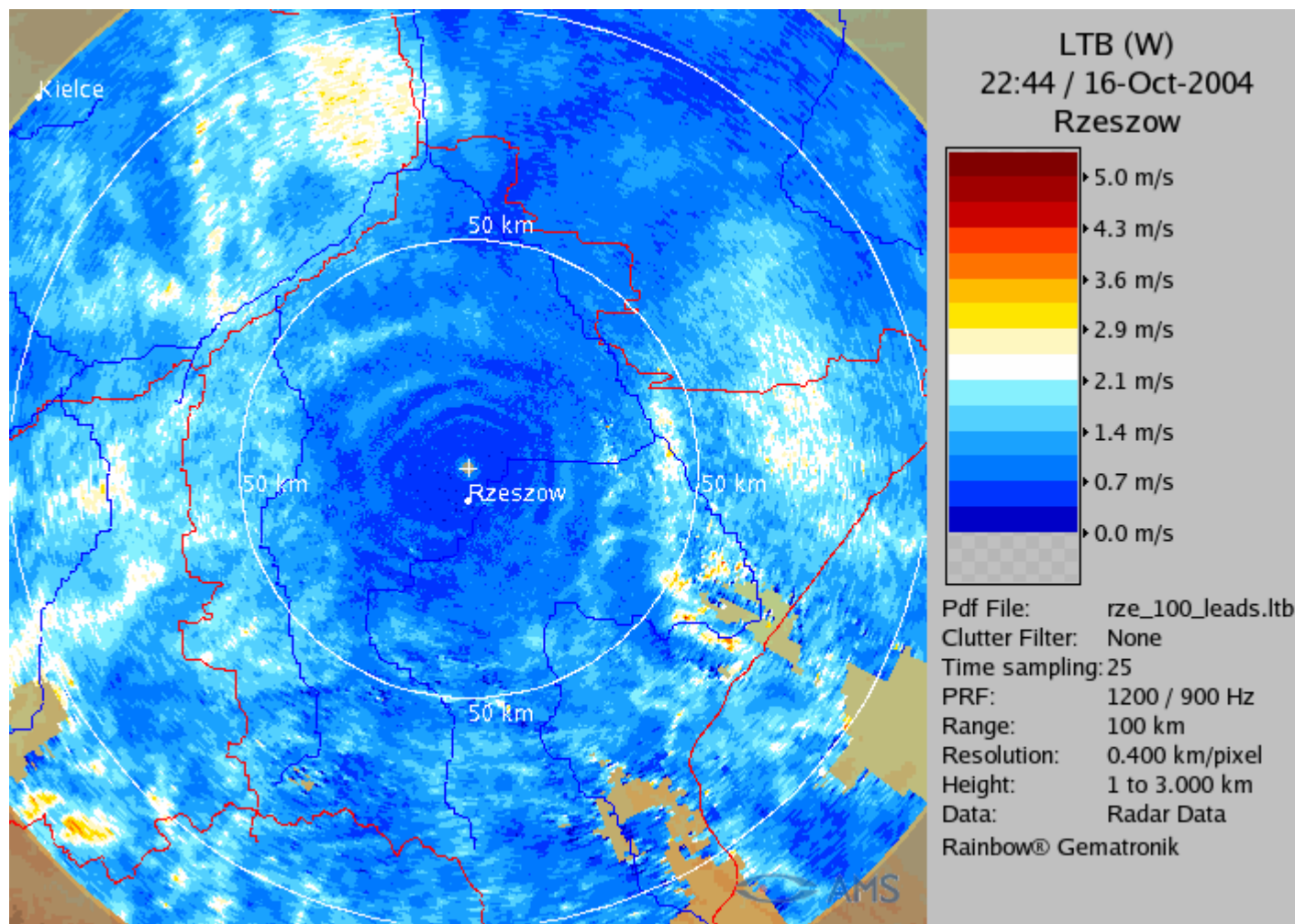
brak ech = "brak" wiatru

VSHEAR (Vertical Shear) Gradient pionowy wiatru

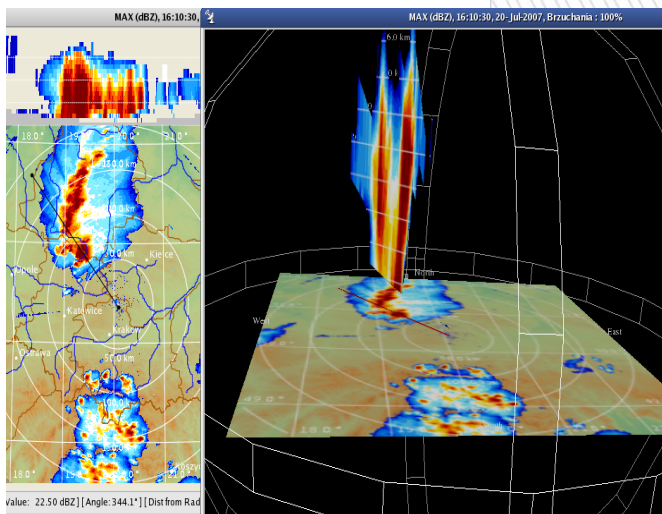


Obliczane są wartości prędkości w 2 płaszczyznach kartezyjskich. Wartość gradientu jest zdefiniowana jako absolutna różnica wartości prędkości dla sąsiadujących w pionie pikseli na 2 płaszczyznach kartezyjskich.

LTB (Layer Turbulence) Turbulencje (wskaźnik)



Produkt LTB wyświetla maksymalne wartości szerokości widmowej w pionowej kolumnie pomiędzy dwoma zadanymi warstwami. Warstwy winny być dostosowane do wysokości tras lotniczych.



CZĘŚĆ :

II

TEMAT :

MeteoFlight

Zapotrzebowanie.

Polska Agencja Żeglugi Powietrznej
zapewnia kontrolę
przelotów nad terytorium
Polski (ATC).

**Kontrolerzy pracują
w dużym napięciu,
a analiza sytuacji
meteorologicznej
wymaga czasu.**



**Zachodzi konieczność przygotowania informacji
syntetycznej (tylko kilka klas zagrożenia),
odświeżanej bardzo często (np. 30 sek.)**

Zjawiska niebezpieczne dla samolotu.

METEOROLOGICZNE.

- Silny opad.
- Grad.
- Silne prądy pionowe.
- Uskok wiatru.
- Turbulencje.
- Strefy wyładowań atmosferycznych.
- Oblodzenie.
- Ograniczenie widzialności.
- Inwersja temperatur.
- Fronty.

NIE METEOROLOGICZNE

- Stada ptaków.
- Chmury pyłów (wulkanicznych, piaskowych).

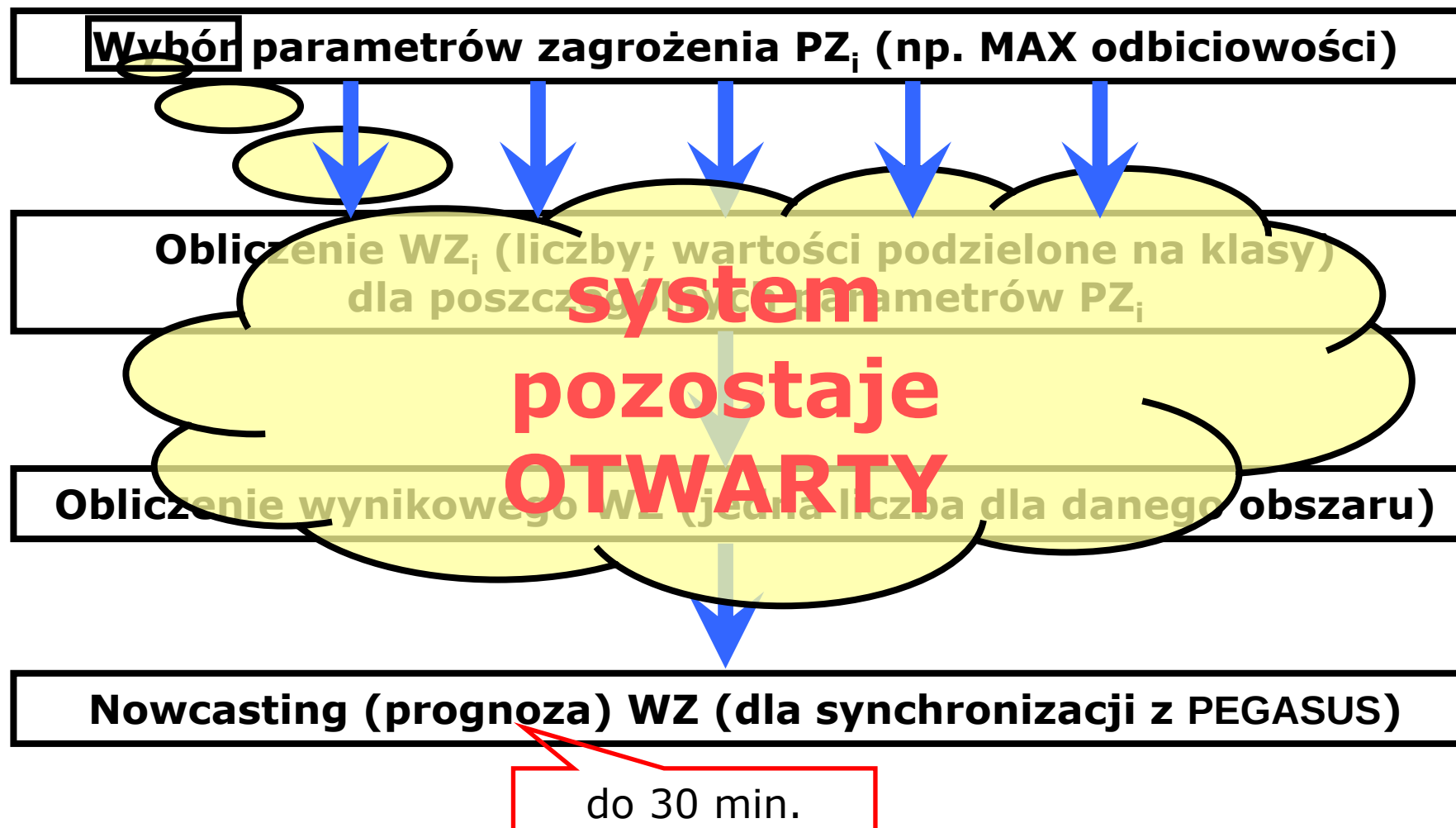
uwzględnimy
w pierwszym
etapie

w
drugim
etapie

później ...

Koncepcja wskaźnika zagrożeń WZ - schemat ogólny

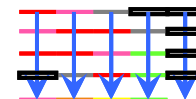
Koncepcja przewiduje jeden produkt grupujący kilka parametrów meteo.



Koncepcja Wskaźnika Zagrożeń



Klasy wynikowego Wskaźnika Zagrożeń



STOP

Jeśli

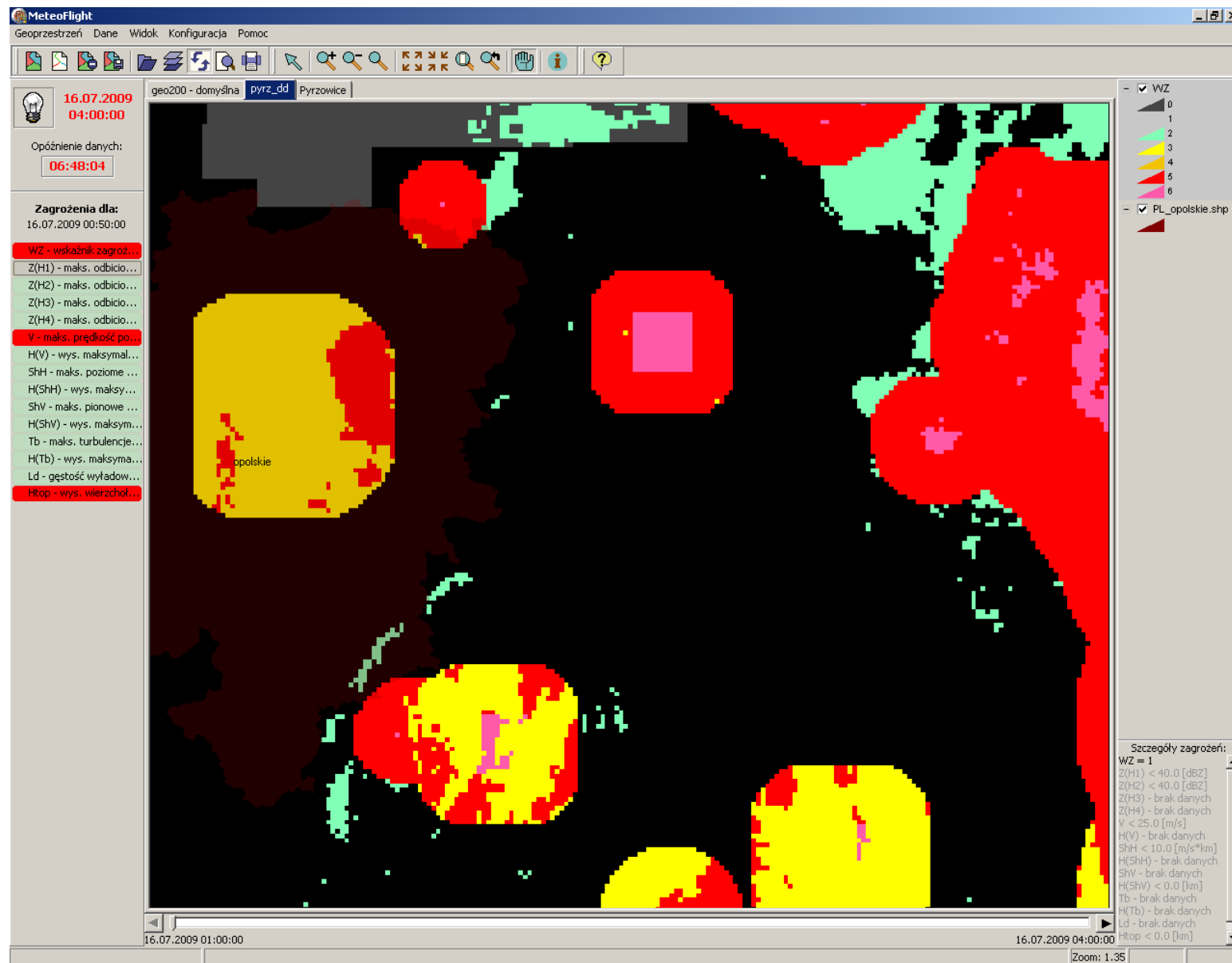
musisz

Lecz

ostrożnie

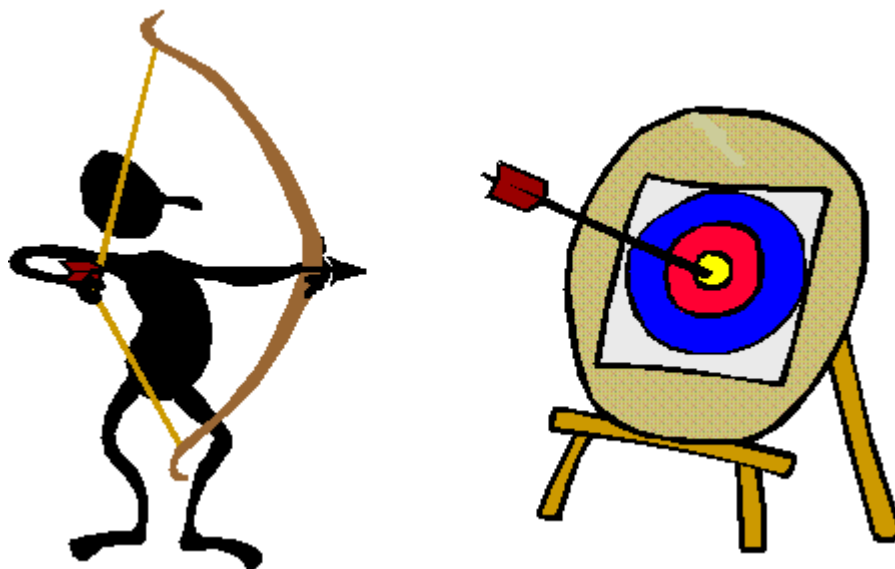
- 7 – reserved / not used**
(color: transparent)
- 6 – flight totally forbidden**
(phenomenon zone)
- 5 – flight totally forbidden**
(vicinity)
- 4 – flight conditionally permitted**
(take-off/landing zone)
- 3 – flight conditionally permitted**
(special conditions)
- 2 – flight permitted**
(area of phenomena under threat threshold)
- 1 – flight permitted**
(area of limitation in meteo data)
- 0 – no detected threats**
(color: transparent)

Aplikacja MeteoFlight



Kluczowe założenia dla systemu MeteoFlight

- **Wskaźnik Zagrożeń obejmuje jedynie WYKRYTE niebezpieczeństwa, tj. mogą istnieć niebezpieczeństwa, których nie da się wykryć z powodu ograniczeń sprzętowych**
- **Wskaźnik Zagrożeń jest wielkością obliczaną w systemie całkowicie automatycznym, tj. nie podlega weryfikacji przez człowieka (pracownika IMGW)**



Potrzebne:

- * perfekcyjne dane meteo**
- * szkolenia i doświadczenie użytkowników**
- * rozwój systemu**



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Zdzislaw.Dziewit@imgw.pl

IMGW

01-673 Warszawa, ul. Podleśna 61

tel.: (022) 56 94 490

faks: (022) 56 94 488

rco@imgw.pl

www.imgw.pl

www.pogodynka.pl