

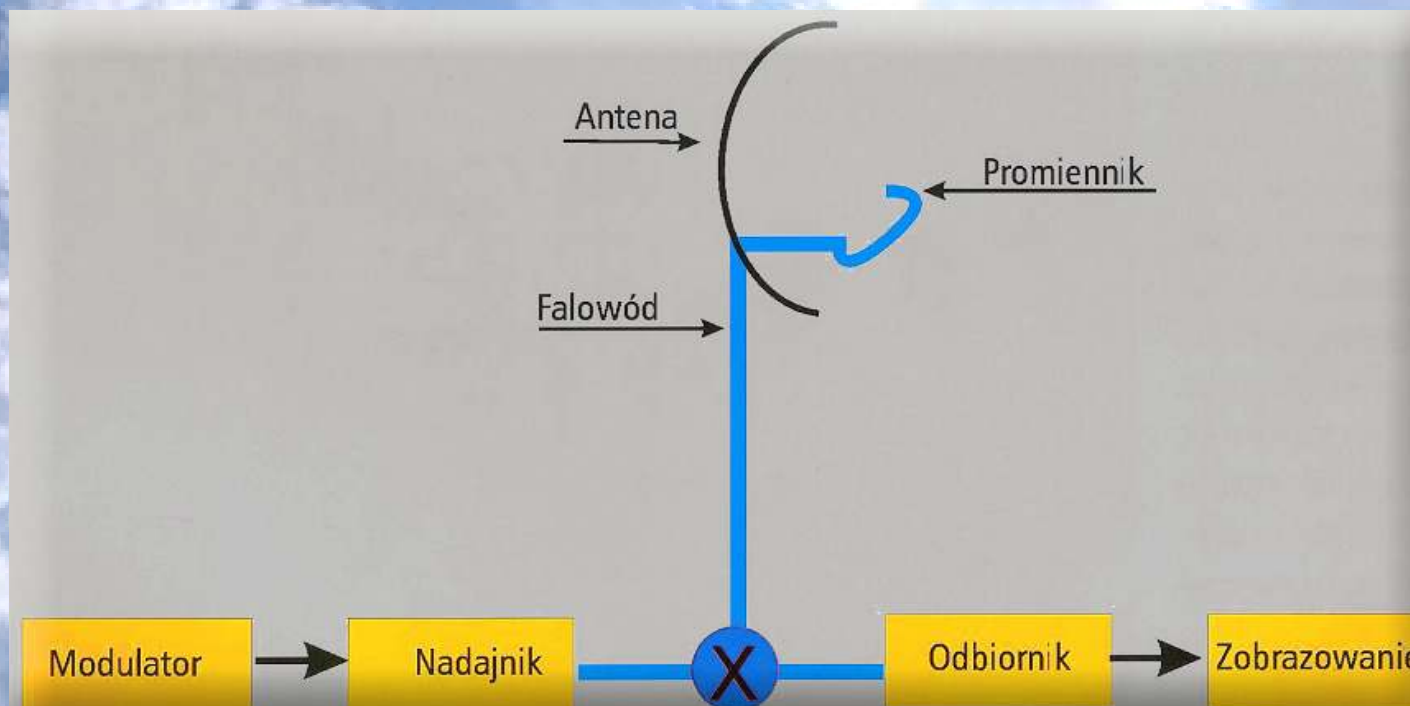


Polska sieć radarów meteorologicznych

POLRAD



Zasada działania radaru meteorologicznego



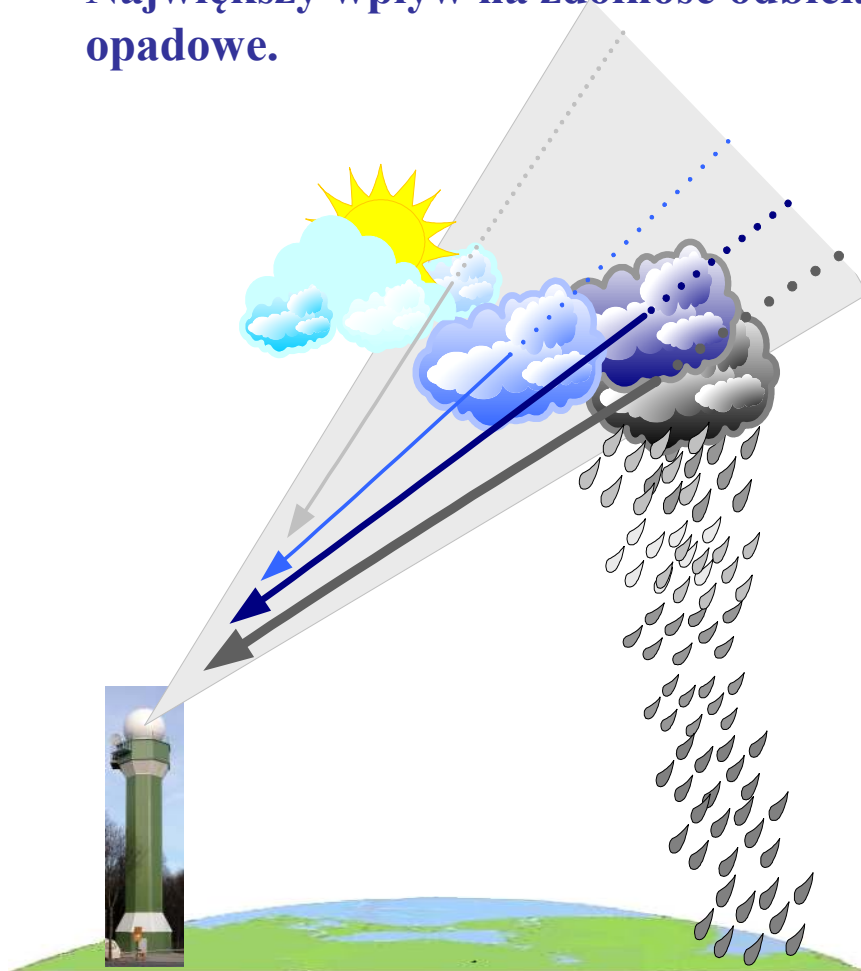
Nośnikiem informacji w przypadku meteorologicznych obserwacji radarowych są fale elektromagnetyczne z zakresu mikrofal. Energia fal elektromagnetycznych wytwarzana jest w nadajniku przez magnetron lub klistron. Następnie przesyłana falowodem do anteny, a tam skupiona w wąską wiązkę i wysłana w przestrzeń w kierunku badanego obiektu. Odbite fale odbierane są przez tą samą antenę.

Podstawową wielkością mierzoną przez radar meteorologiczny jest odbiciowość radarowa (Z)



Dla radarów meteorologicznych zdefiniowana jest jako suma szóstych potęg średnicy kropeł zawartych w obiekcie meteorologicznym.

Największy wpływ na zdolność odbicia mają duże cząstki. Są to cząstki opadowe.



$$Z = \sum_{i, \text{jedn.obj}} d_i^6$$

d - jest średnicą cząstki (kropelki), a sumowanie dotyczy jednostki objętości chmury [mm^6/m^3]

Poza pomiarem odbiciowości, w przypadku radarów dopplerowskich, mierzymy także prędkość radialną



Pomiary prędkości radialnej (V)

Otrzymujemy z przesunięcia faz $\Delta\Phi$ pomiędzy 2 impulsami (czas powtarzania impulsów Δt):

$$v_r = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{\lambda}{4\pi} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Danymi wyjściowymi z radaru dopplerowskiego są:

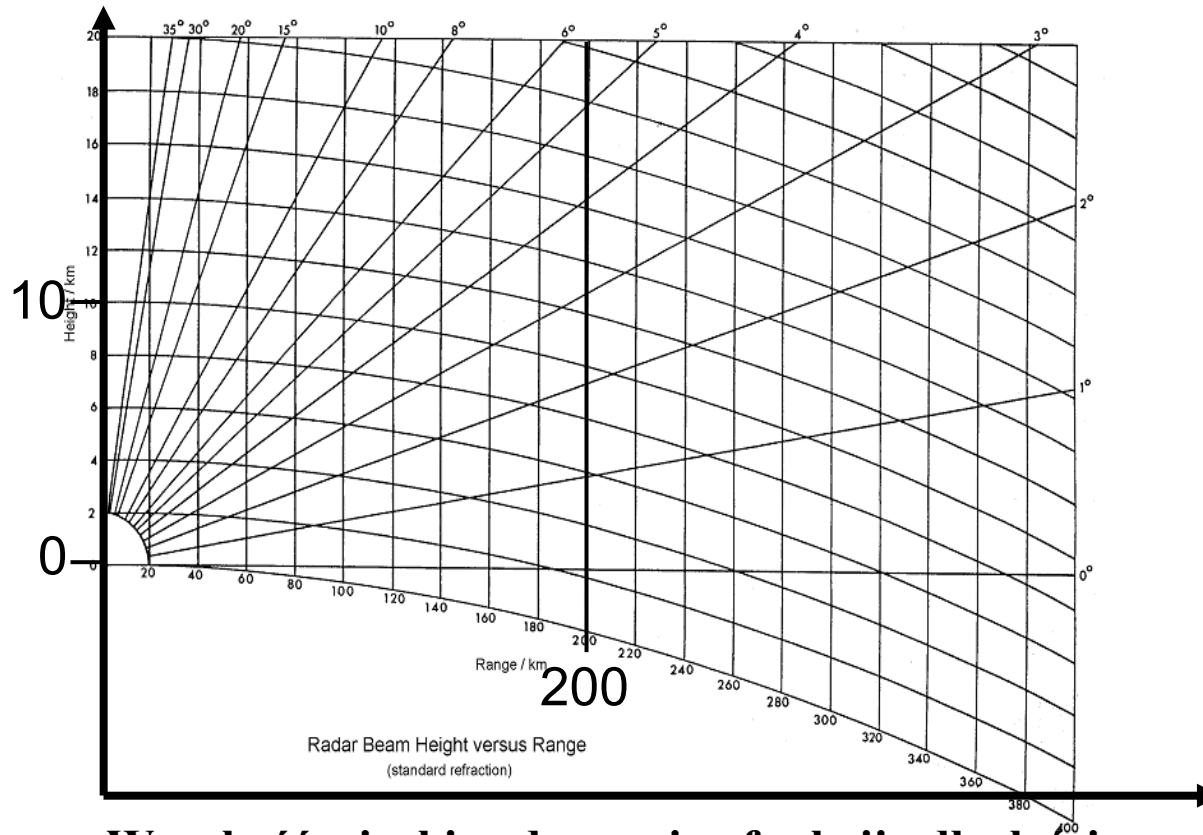
odbiciowość radarowa Z [dBZ]
prędkość radialna V [m/s]
szerokość widma dopplerowskiego
 W [m/s]

Szerokość widma dopplerowskiego W definiuje się jako odchylenie standardowe pojedynczych pomiarów prędkości. Jest mierzona do obliczeń turbulencji

„Zasięg” radaru meteorologicznego



- Źródłowe dane radarowe we współrzędnych sferycznych
- typowe rozdzielczości: radialna 100 m do 1 km
pionowa 0.5 to 2 deg
czasowa 15 sek do 10 min



Wysokość wiązki radarowej w funkcji odległości

Wysłana przez radar wiązka radarowa nie może osiągnąć ziemi we wszystkich punktach z powodu krzywizny ziemi oraz załamania, które powodowane jej przejściem przez warstwy o różnej gęstości.

Dla kąta 0,5 stopnia w odległości ok. 120 km od radaru, wiązka radarowa biegnie na wysokości 2 km nad powierzchnią ziemią.

Radar Świdwin



Radar Gdańsk



Radar Poznań



Radar Legionowo



Radary pracujące w sieci to radary dopplerowskie

Pasmo C

Częstotliwość - 5.6 GHz

Długość fali - 5.4 cm

Identyfikują - opad



Radar Pastewnik

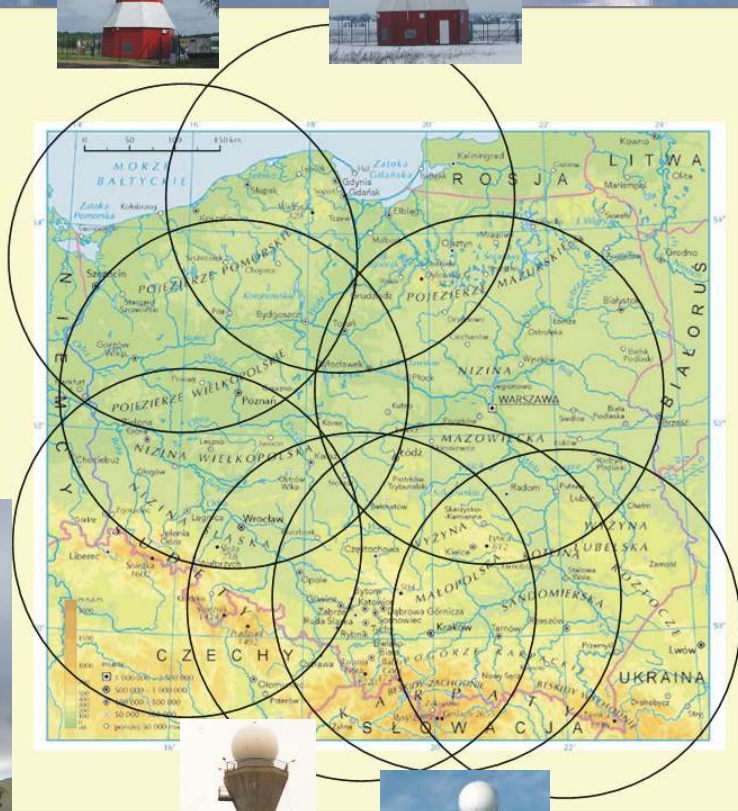
Radar Ramża



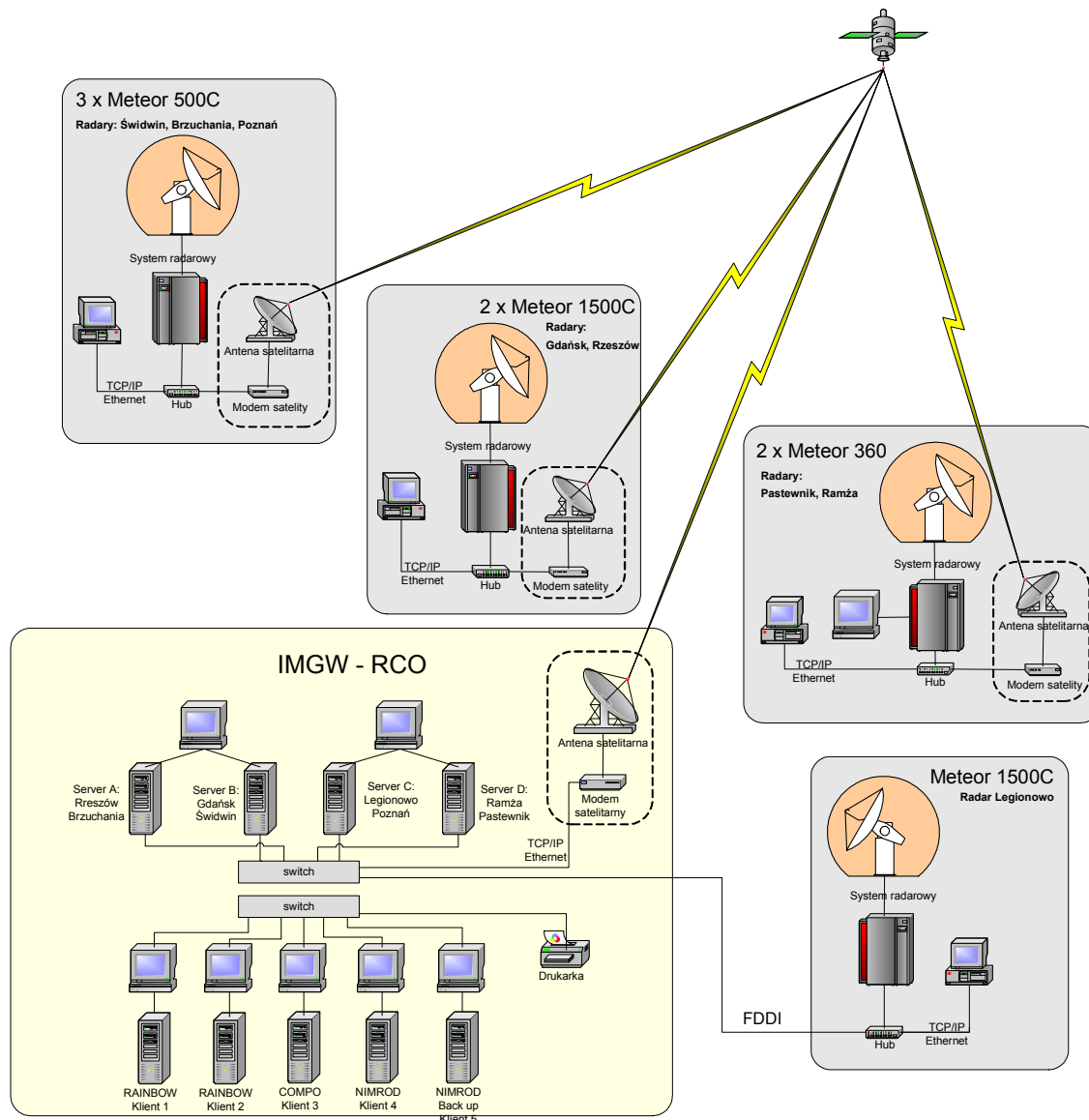
Radar Brzuchania



Radar Rzeszów



Topologia sieci systemu POLRAD



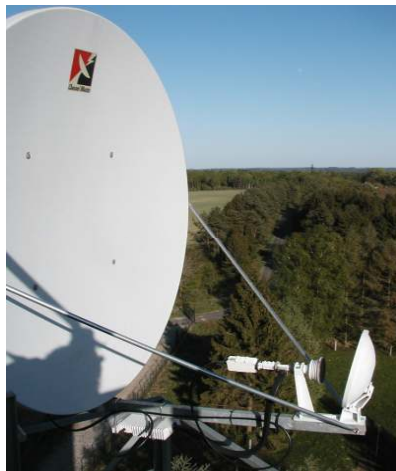
„Surowe dane” (volum) radarowe w układzie sferycznym, zebrane na stacjach radarowych, transmitowane są do stacji serwerowych. Następnie przesyłane na stacje klienta gdzie tworzone są obrazy graficzne produktów w układzie kartezyjskim

**Radarowe Centrum Operacyjne
Stanowisko operatora systemu**



Lokalizacje terminali VSAT w sieci radarów

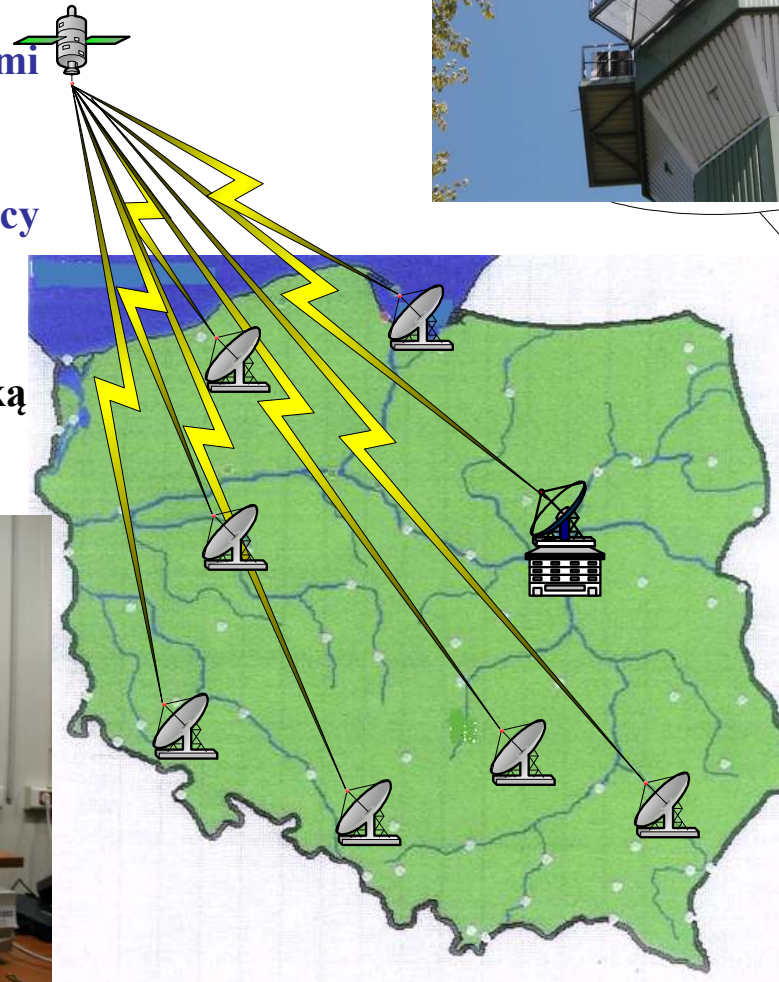
Komunikacja pomiędzy Radarowym Centrum Operacyjnym, a poszczególnymi radarami odbywa się poprzez łącza satelitarne. Realizowana jest ona przez terminale VSAT pracujące w trybie pracy interaktywnej.



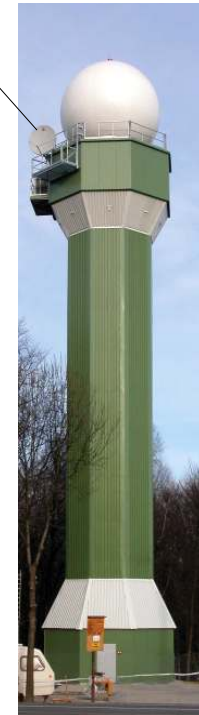
Antena ofsetowa z podwójną optyką o średnicy 1,8 m



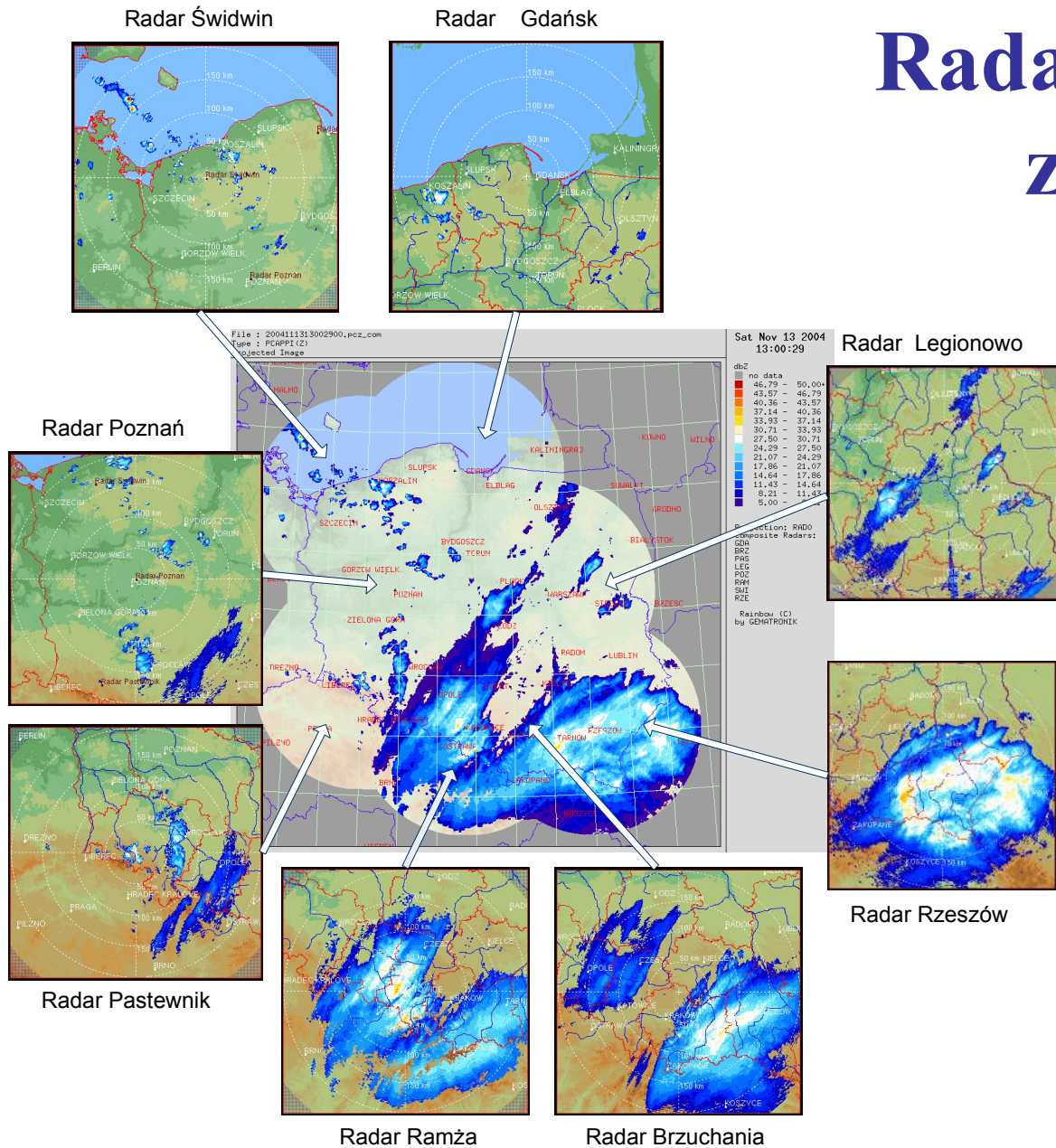
Terminal



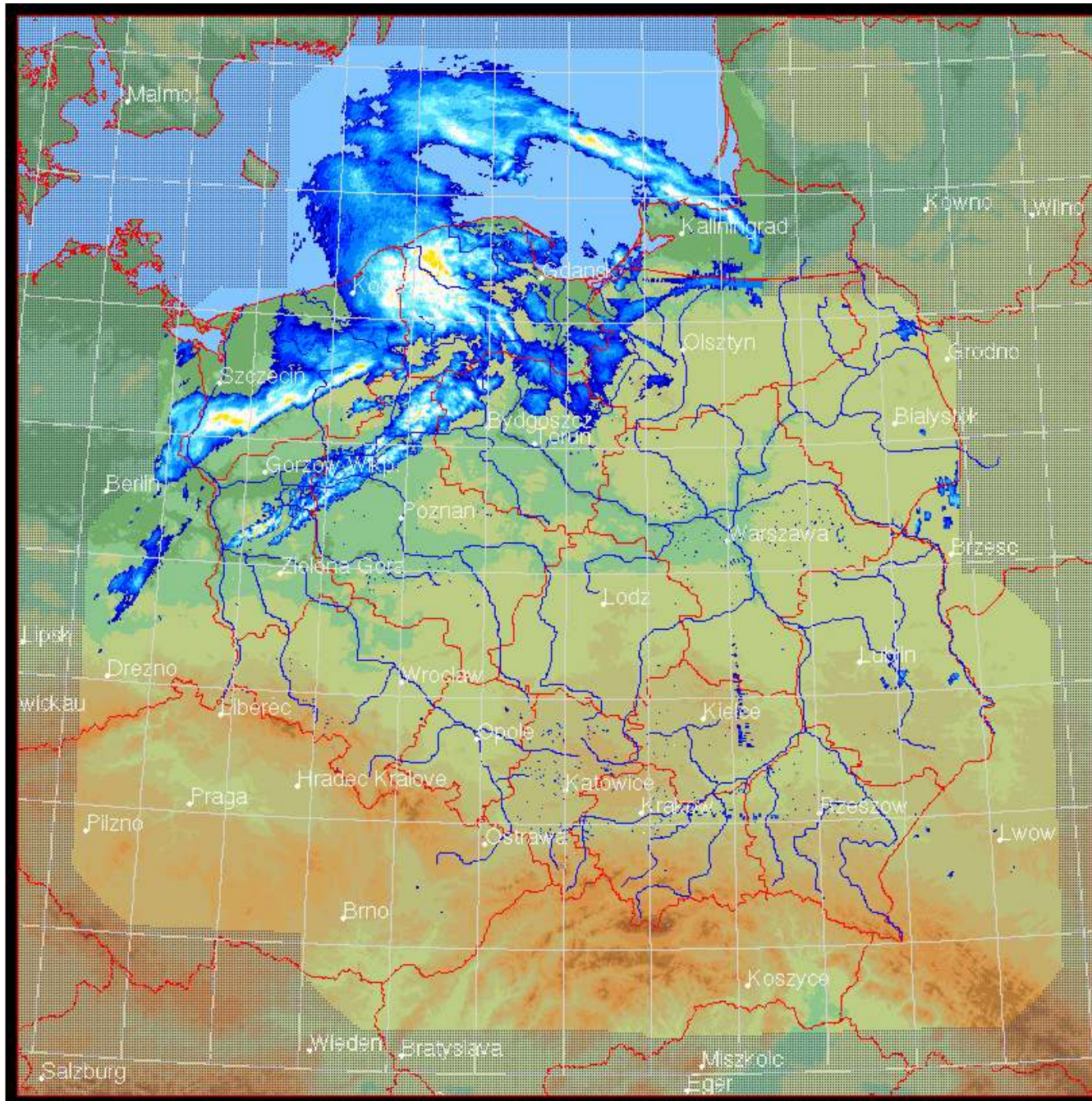
VSAT dla radaru w Brzuchani



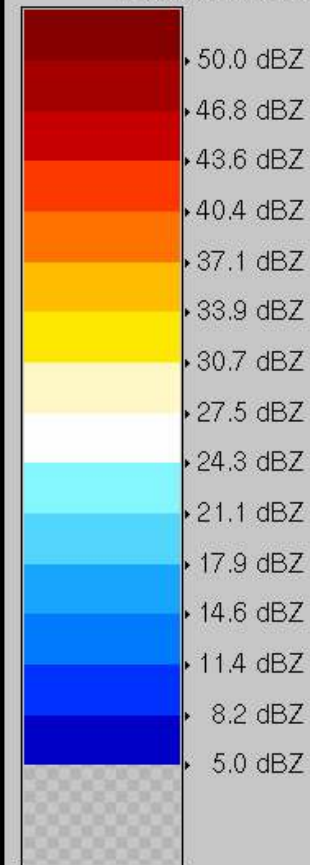
Radarowa mapa zbiorcza



Mapa odbiciowości radarowej na poziomie 700 m n.p.m. W rejonie pokrywania się radarów łączenie danych następuje według średniej odbiciowości.



COMP_CAPPI (dBZ)
05:00 / 17-Mar-2005
Poland Composite



Pdf File: COMPO_CAPPI.comp
Projection: aeqd
Merge Type:Maximum Value
Sensors: RZE LEG PAS RAM
BRZ POZ GDA
Data: Radar Data
Copyright Gematronik®

Mapy radarowe

Efektem pracy systemu są najróżniejsze mapy, przekroje, diagramy

Wyświetlane, na ekranie monitora produkty systemu wykonane są w grafice rastrowej 8-bitowej (na 1 piksel przypada 256 kolorów) w formacie PNG.

Informacje meteorologiczne prezentowane są na podkładach mapy fizycznej przeglądanej przez dany radar obszaru, opisane przez legendę zawierającą skalę kolorów z przypisanymi im przedziałami wartości oraz podstawowe informacje dotyczące zasięgu i rozdzielczości prezentowanego produktu.

Dodatkowo, na każdą mapę produktu, można nanieść dowolne informacje dotyczące danego terenu. Mogą to być: kontury rzek, granice województw, położenia większych miejscowości i ich nazwy.

Produkty radarowe

| | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Przekrój stożkowy | | | | | |
| Przekrój Pionowy RHI | | Prędkość wiatru radialnego | | | |
| Przekrój pionowy VCUT | Natężenie opadu | Profil pionowy wiatru | Gradient azymutalny | | |
| Przekrój poziomy | Suma opadu | Wiatr jednorodny | Gradient horyzontalny | | |
| Odbiciowość maksymalna | Wodność w pionie | Pole wiatru | Gradient pionowy | Mezocyklony | Śledzenie komórek burzowych |
| Wysokość echa radarowego | Akumulacja opadu w podzlewniach | Odbiciowość średnia w warstwie | Turbulencje | Wskaźnik groźnych zjawisk | Śledzenie komórek opadowych |
| Podstawowe Produkty meteorologiczne | Produkty Hydrologiczne | Dodatkowe Produkty Meteorologiczne | Produkty Uskoków Wiatru | Produkty Detekcji Zjawisk | Produkty Progностyczne |

Podstawowe produkty meteorologiczne

Przekrój stożkowy PPI

Przekrój pionowy RHI

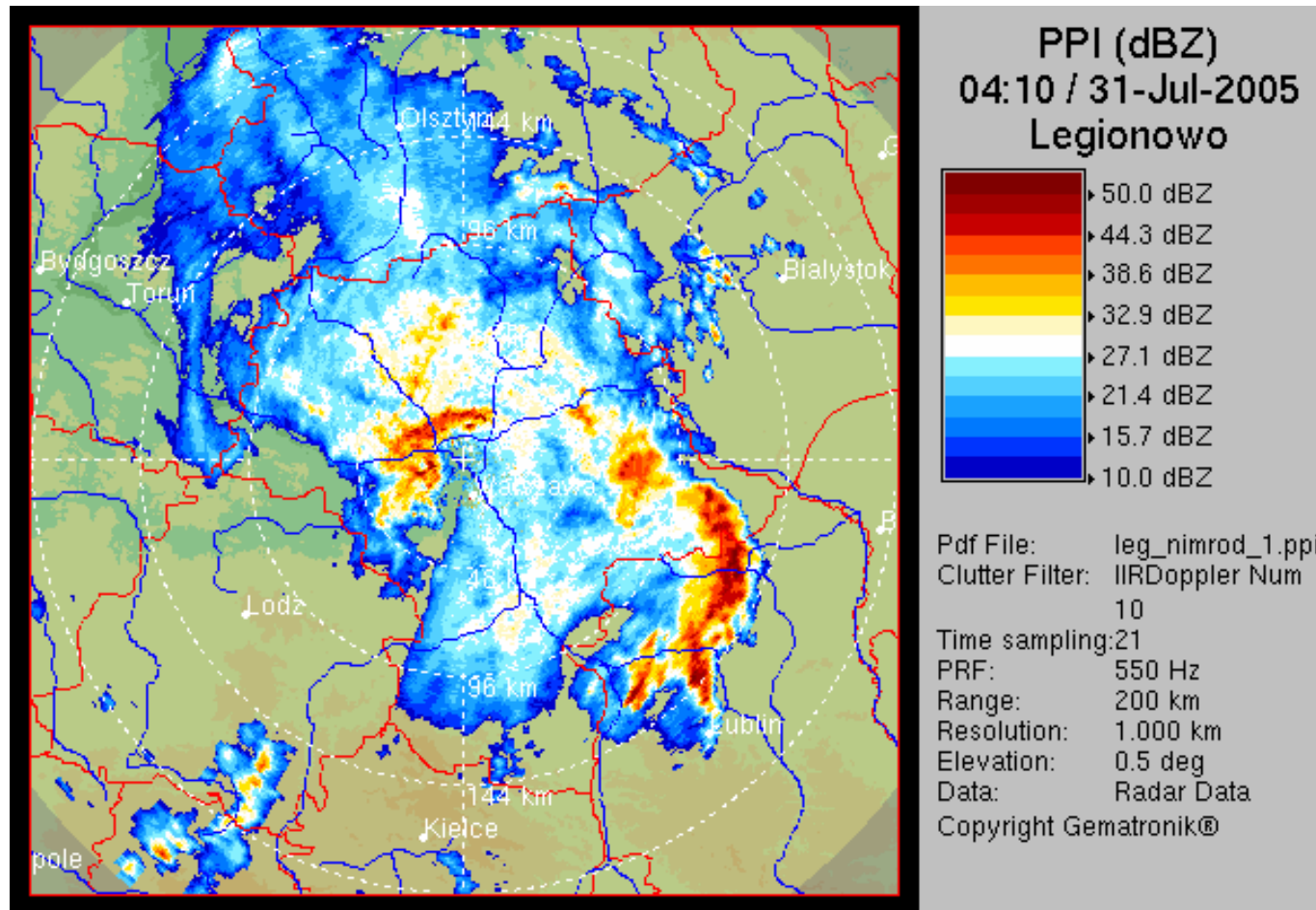
Przekrój pionowy VCUT

Przekrój poziomy CAPPI i PCAPPI

Odbiciowość maksymalna MAX

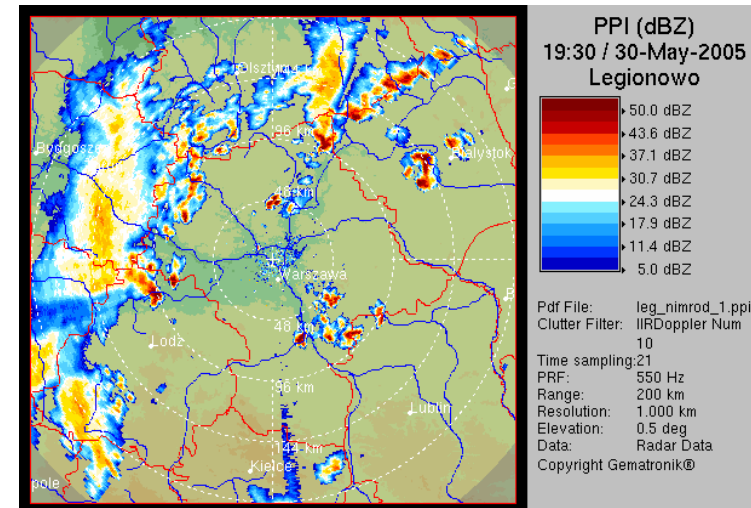
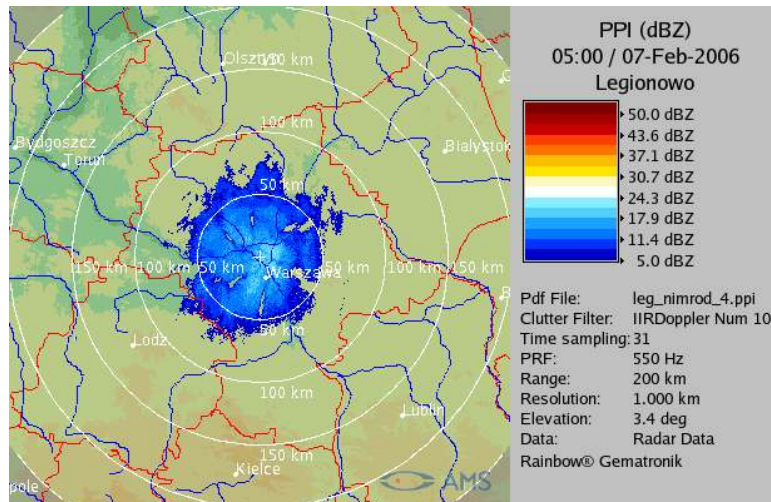
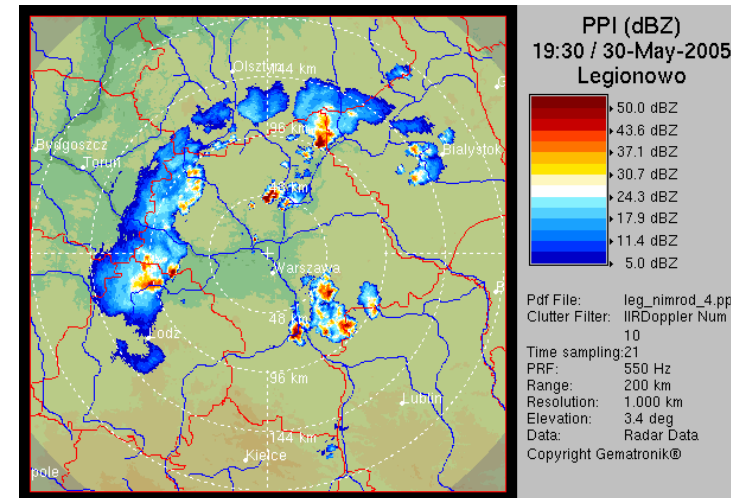
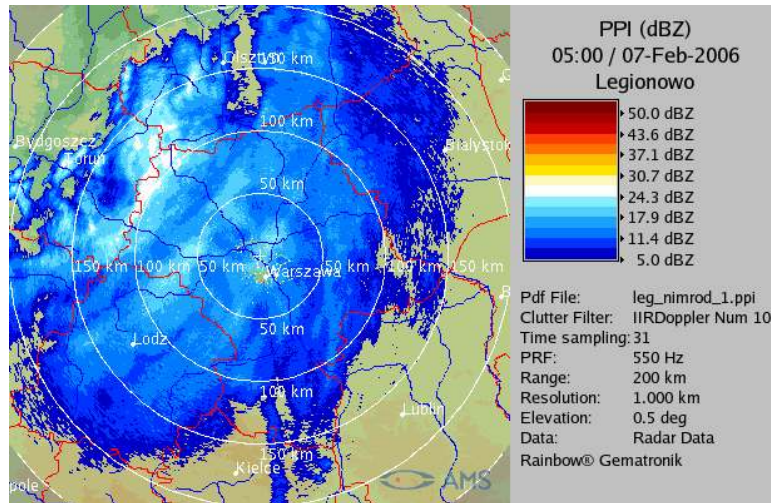
Wysokość echa radarowego EHT

PPI (Plan Position Indicator) Przekrój stożkowy



Mapa tworzona z jednego pełnego obrotu anteny w azymucie na zadanym kącie elewacji

PPI (Plan Position Indicator) Przekrój stożkowy

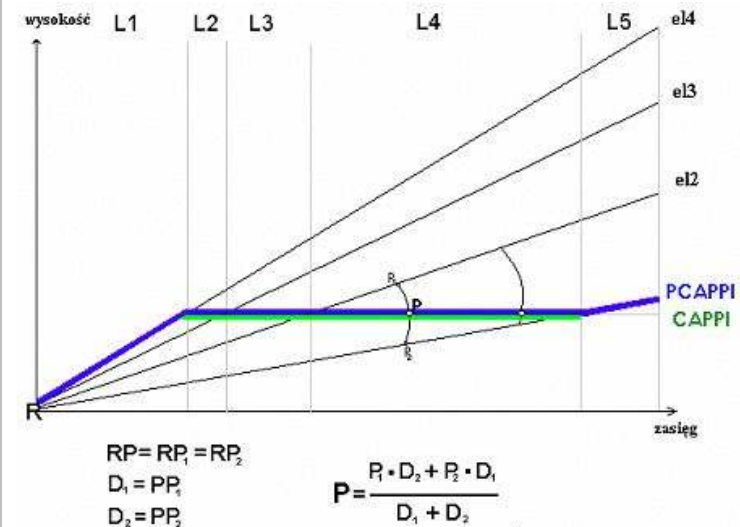
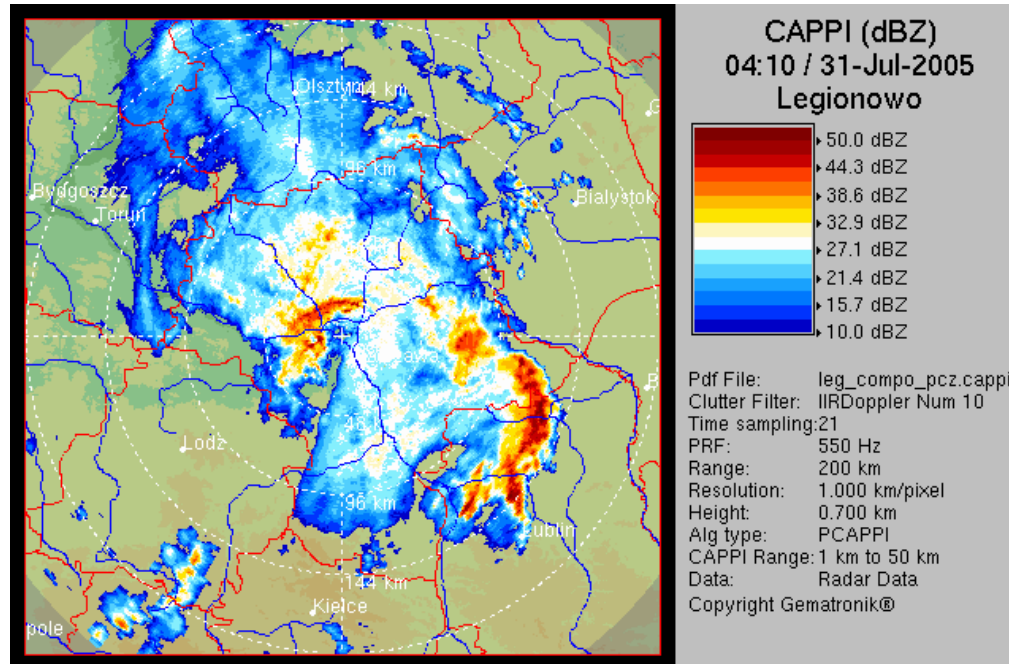


PPI dla okresu zimy

PPI dla okresu lata

CAPPI i PCAPPI (Constant Altitude PPI)

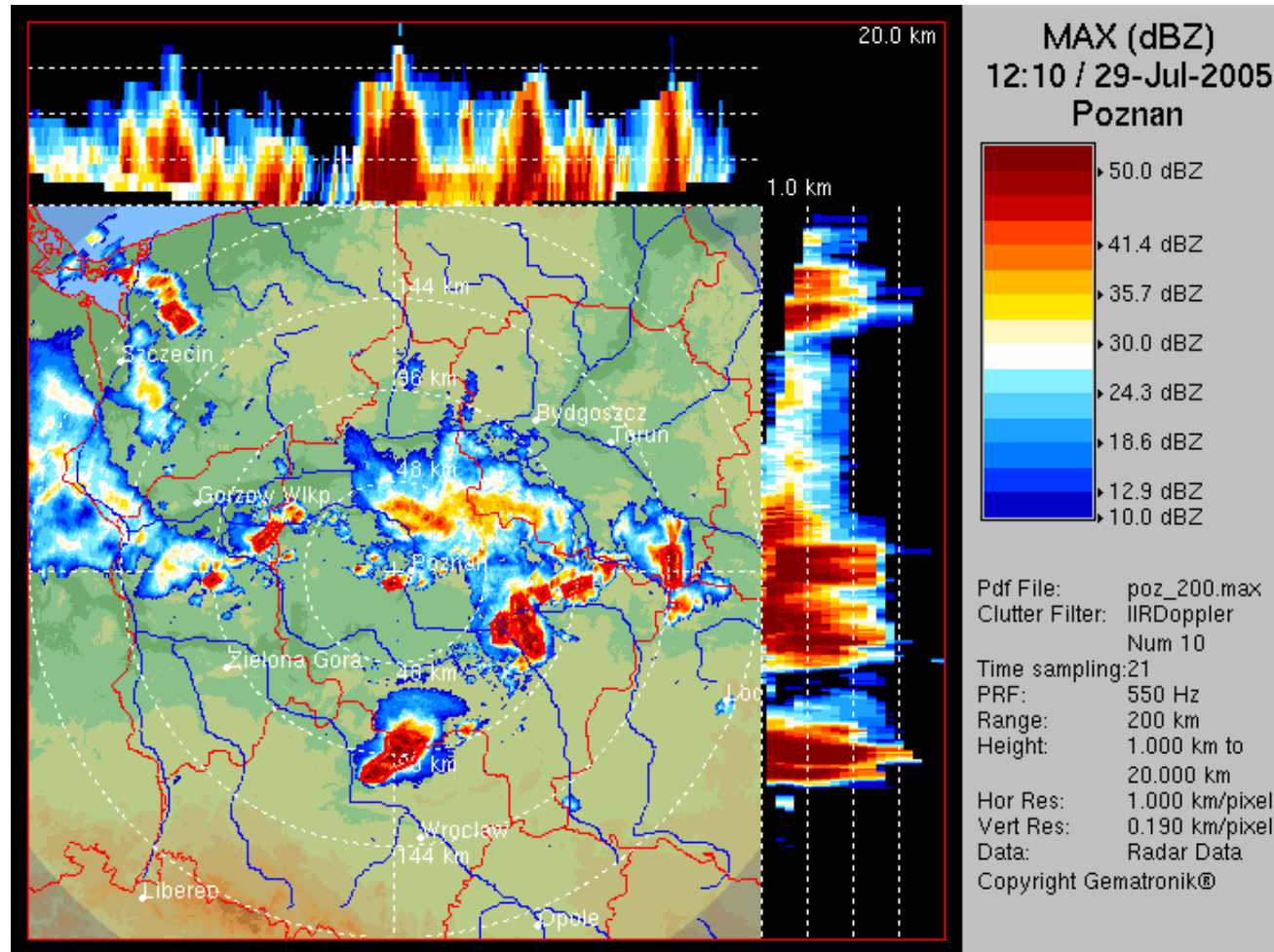
PPI na stałej wysokości



Generuje obraz zdefiniowanej przez użytkownika warstwy, powyżej średniego poziomu morza. Produkt pozyskiwany z kilku elewacji. W produkcji Pseudo-CAPPI części obrazu, których brak w zdefiniowanej warstwie uzupełniane są o informacje z najniższej lub najwyższej elewacji.

MAX (Maximum Display)

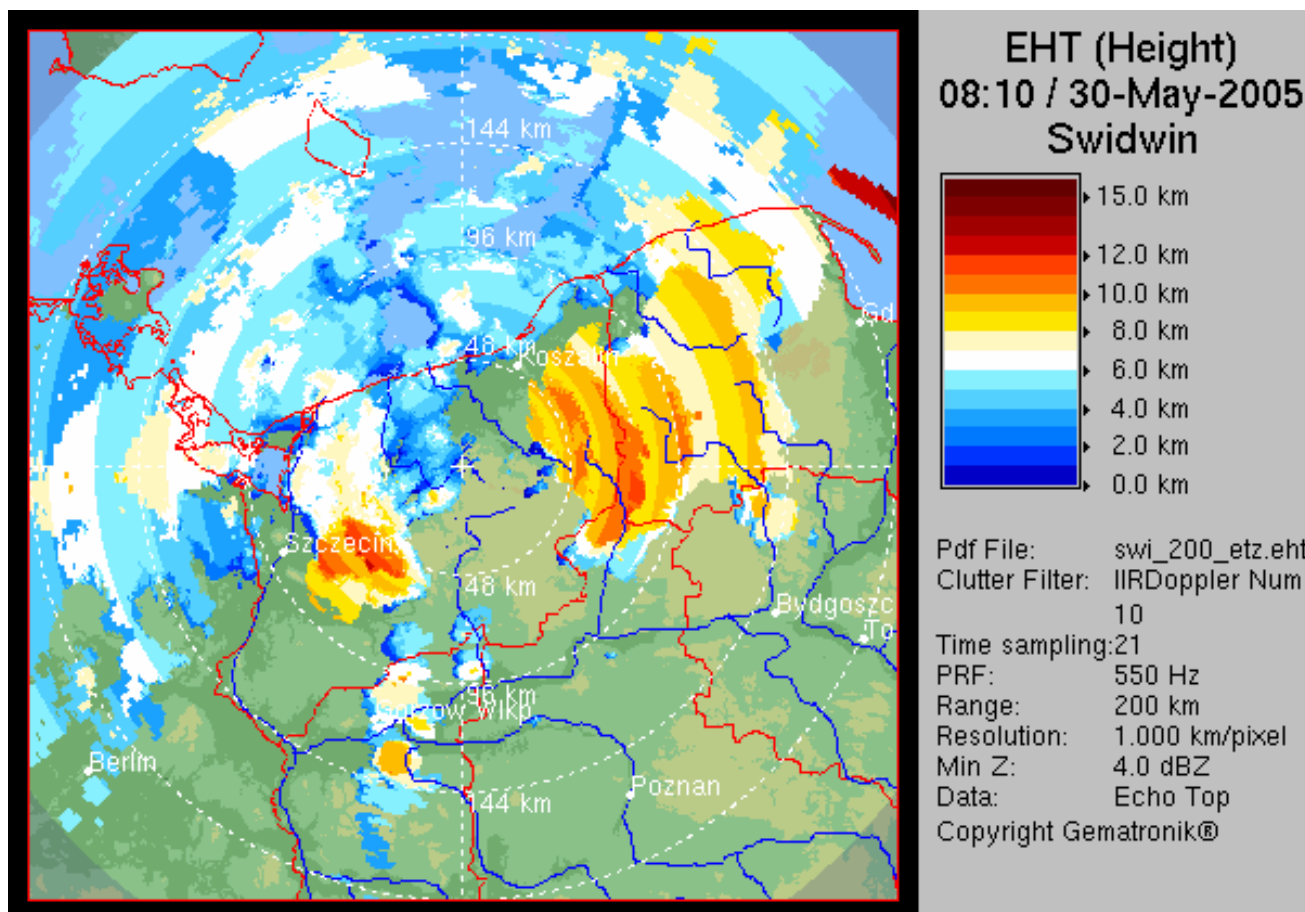
Odbiciowość maksymalna



Tworzony jest z zapisanych w wolumach danych sferycznych, które przekształca do układu w siatce kartezyjskiej. Następnie generuje obraz echa w rzucie na 3 płaszczyzny i łączy je w jeden obraz

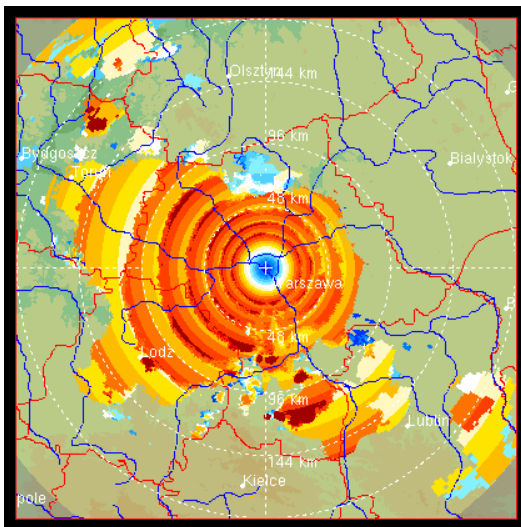
EHT (Echo Top)

Wysokość wierzchołków echa



Pokazuje najwyższą wysokość, na której zmierzono odbiciowość wyższa niż próg zdefiniowany przez użytkownika

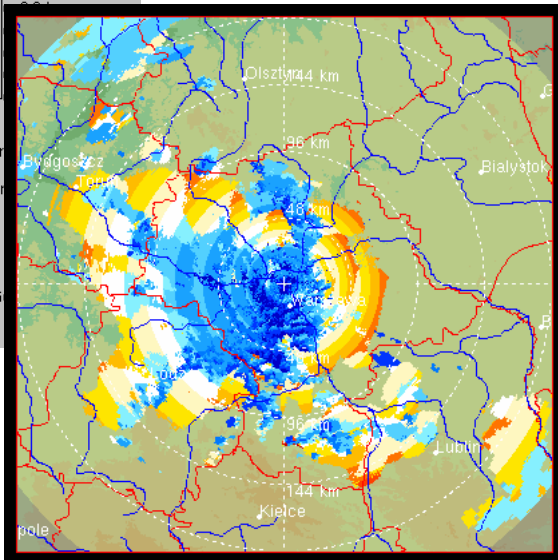
Echo Top – Wysokość wierzchołków echa



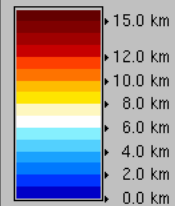
EHT (Height)
15:50 / 29-Jul-2005
Legionowo



Pdf File:
Clutter Filter:
Time sampling:
PRF:
Range:
Resolution:
Min Z:
Data:
Copyright G



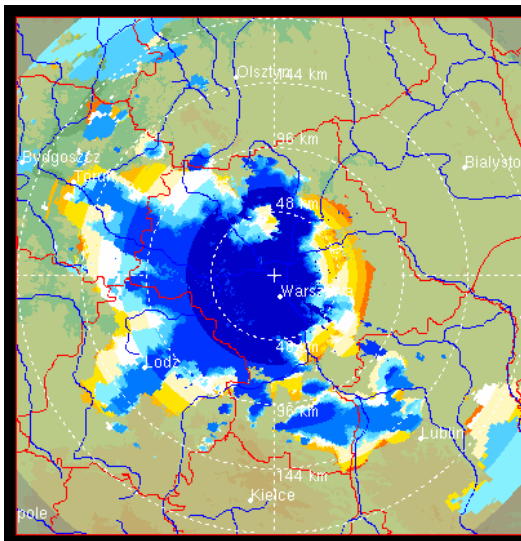
EHT (Height)
15:50 / 29-Jul-2005
Legionowo



Pdf File: leg_200_hmz.eht
Clutter Filter: IIRDoppler Num
10
Time sampling: 21
PRF:
Range:
Resolution:
Min Z:
Data:
Copyright

Echo Max Z Wysokość echa dla max wartości opadu

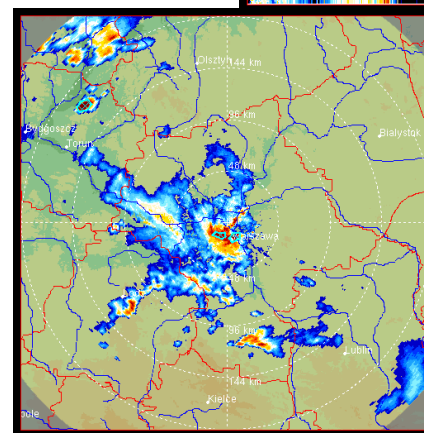
Echo Base wysokość podstaw echa



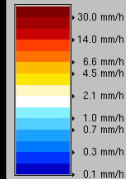
EHT (Height)
15:50 / 29-Jul-2005
Legionowo



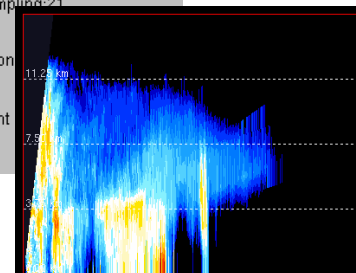
Pdf File: leg_200_ebz.eht
Clutter Filter: IIRDoppler Num
10
Time sampling: 21
PRF: 550 Hz
Range: 200 km
Resolution: 1.000 km/pixel
Min Z: 5.0 dBZ
Data: Echo Base
Copyright Gematronik®



SRI (dBR)
15:50 / 29-Jul-2005
Legionowo

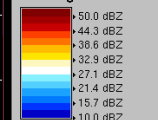


Pdf File: leg_200_leads.sri
Clutter Filter: IIRDoppler Num
10
Time sampling: 21
PRF: 550 Hz
Range: 200 km
Resolution: 0.800 km/pixel
Alg type: Pseudo SRI
ZR: a=200, b=1.60
SRI H: 0.5 km
Data: Radar Data
Copyright Gematronik®



RHI

RHI (dBZ)
15:48 / 29-Jul-2005
Legionowo

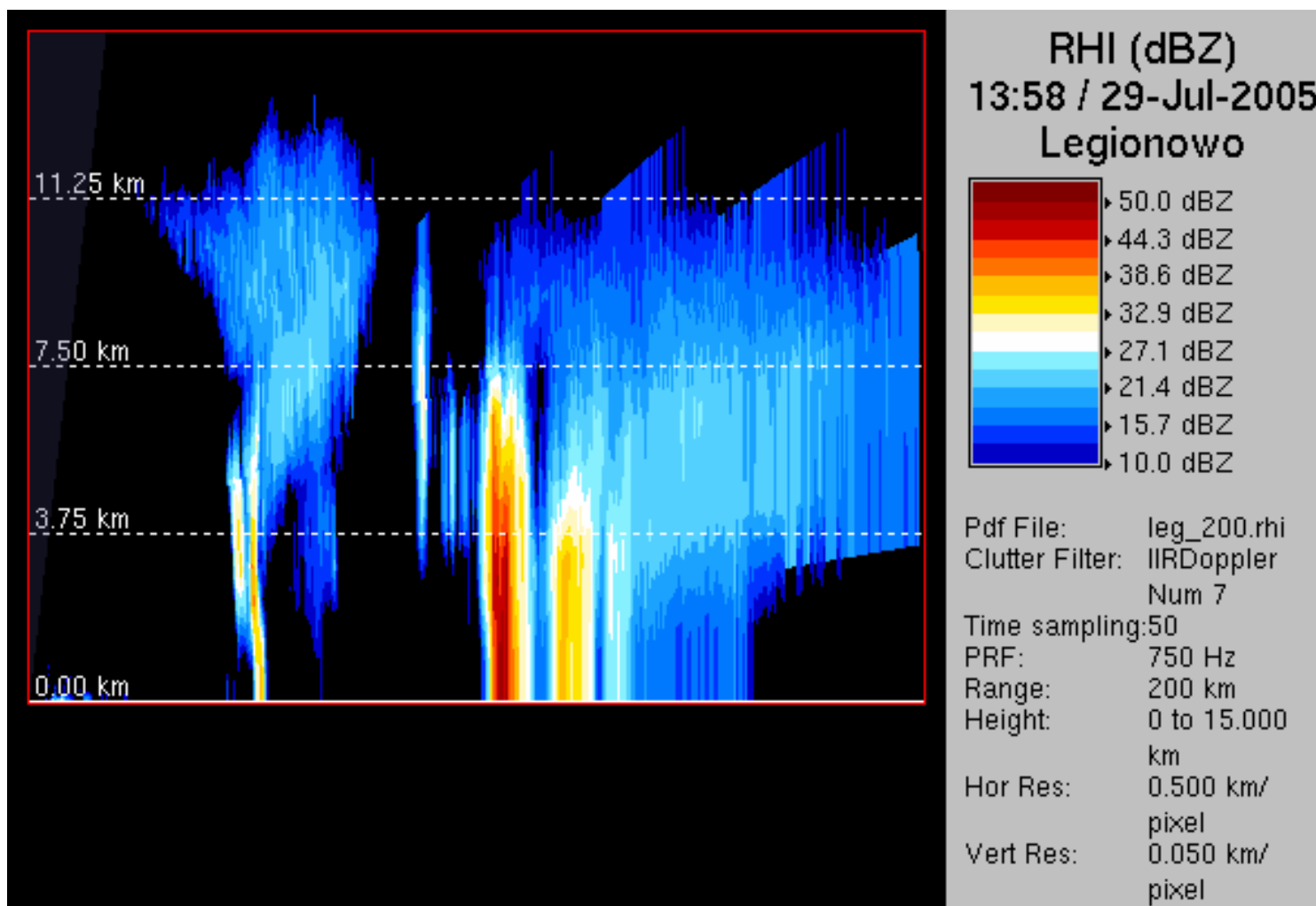


Pdf File: leg_200_rhi
Clutter Filter: IIRDoppler
Num 7
Time sampling: 50
PRF: 750 Hz
Range: 200 km
Height: 0 to 15.000 km
Hor Res: 0.500 km/pixel
Vert Res: 0.050 km/pixel

SRI

RHI (Range Height Indicator)

Przekrój pionowy



Produkty hydrologiczne

Nateżenie opadu SRI

Suma opadu PAC

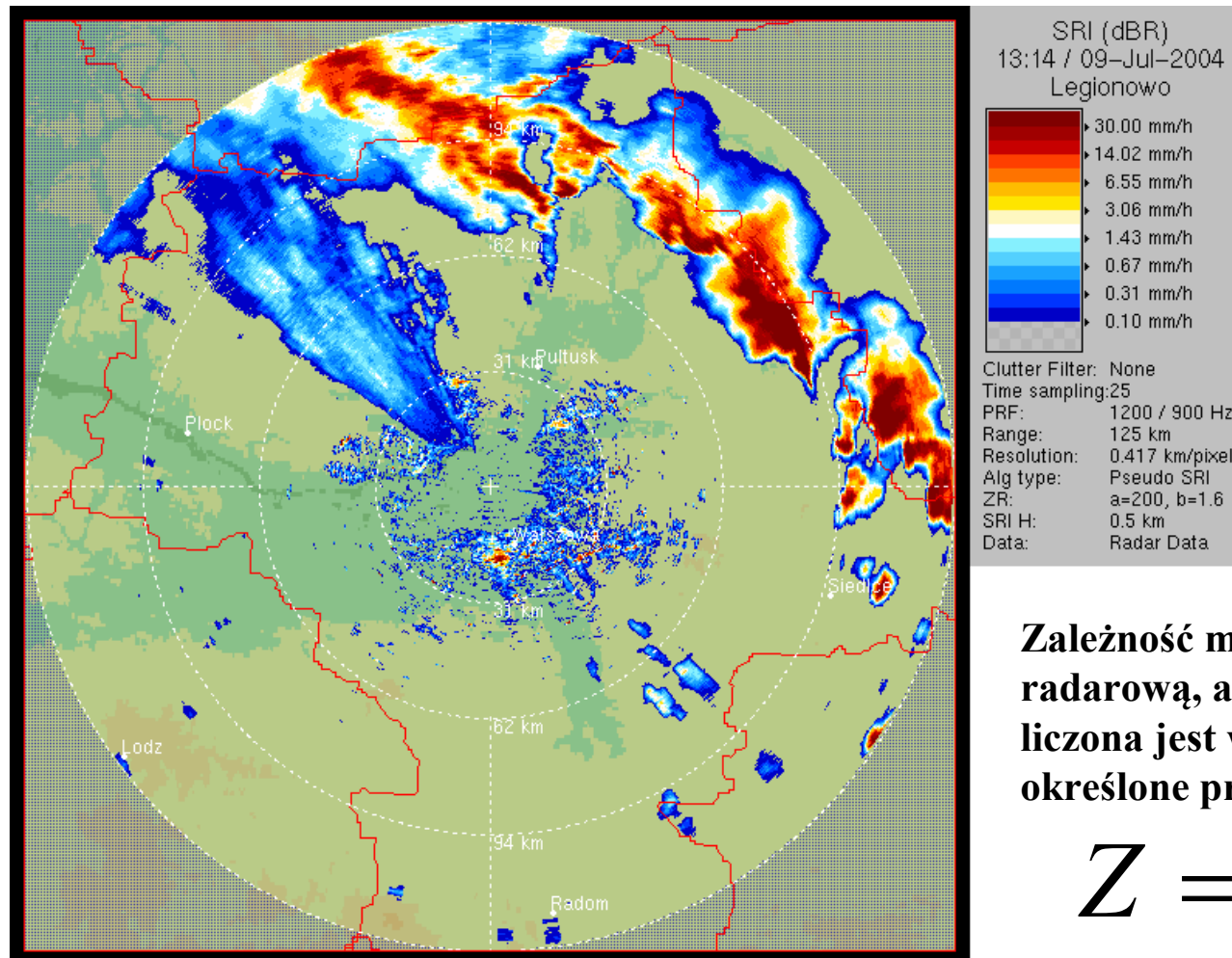
Wodność w pionie VIL

Akumulacja opadu w podzlewniach RSA

SRI

(Surface Rainfall Intensity)

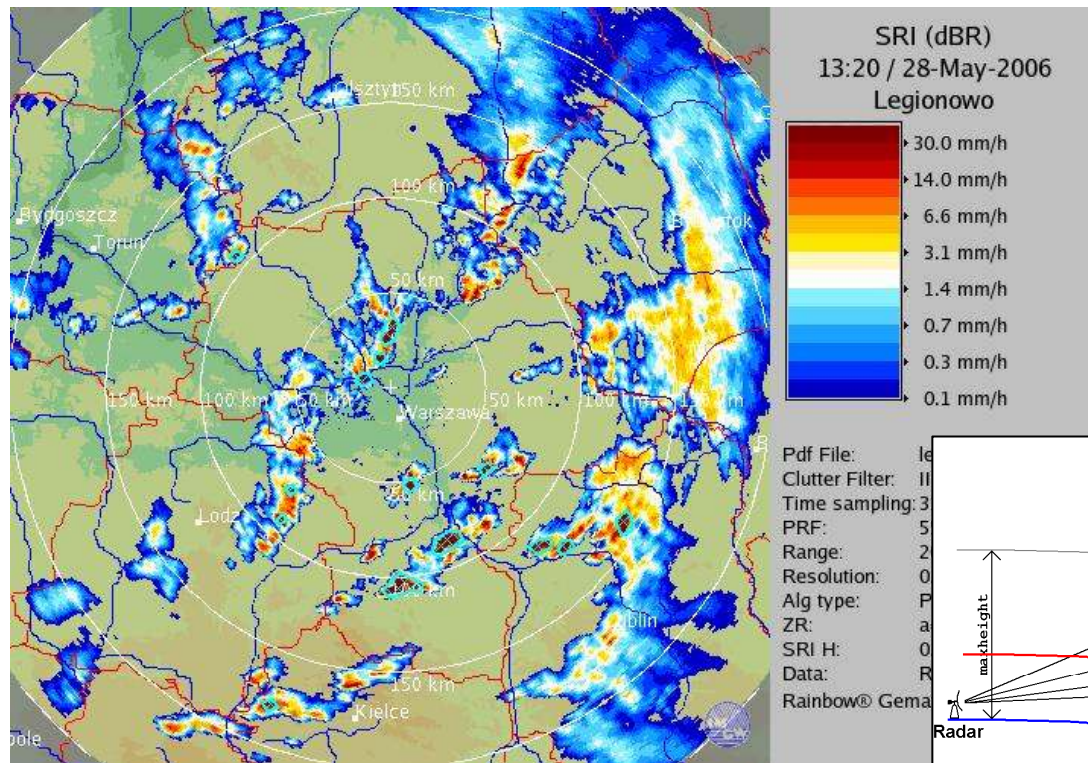
Nateżenie opadu



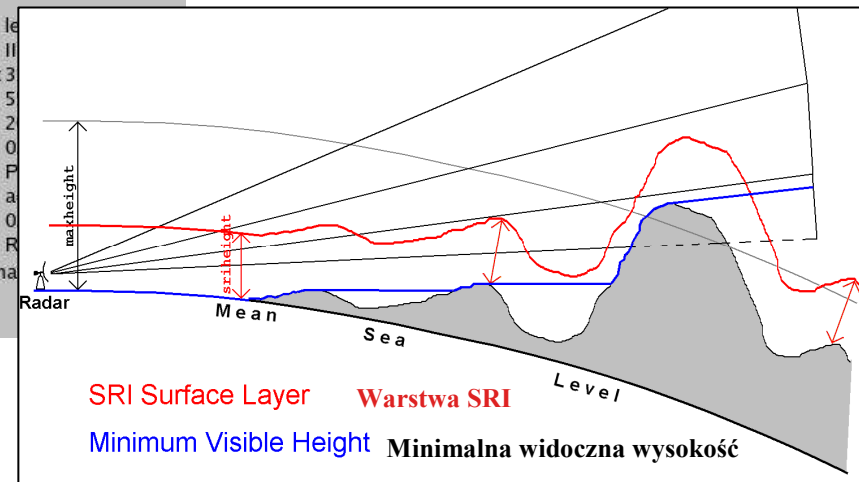
Zależność między odbiciowością (Z) radarową, a natężeniem opadu (R) liczona jest w oparciu o współczynniki określone przez Marshalla i Palmera

$$Z = 200 R^{1.6},$$

SRI



Używany jako zestaw danych wejściowych przy tworzeniu większości innych produktów hydrologicznych.



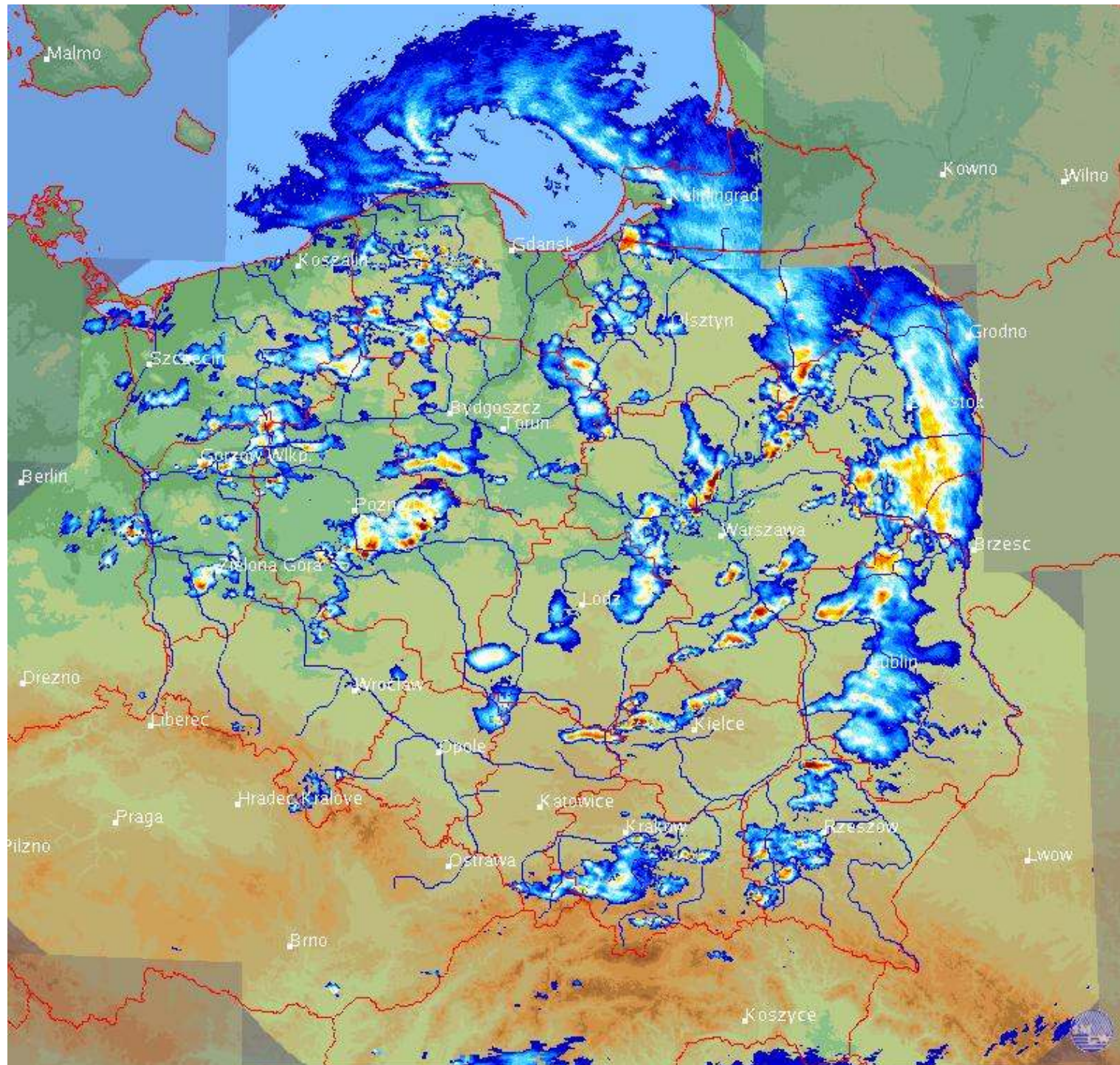
Produkt SRI generuje obraz *nateżenia opadu* w zdefiniowanej przez użytkownika warstwie charakteryzującej się stałą wysokością nad powierzchnią terenu. Warstwa ta odzwierciedla topografię terenu.

15.20 / 20 May 2008

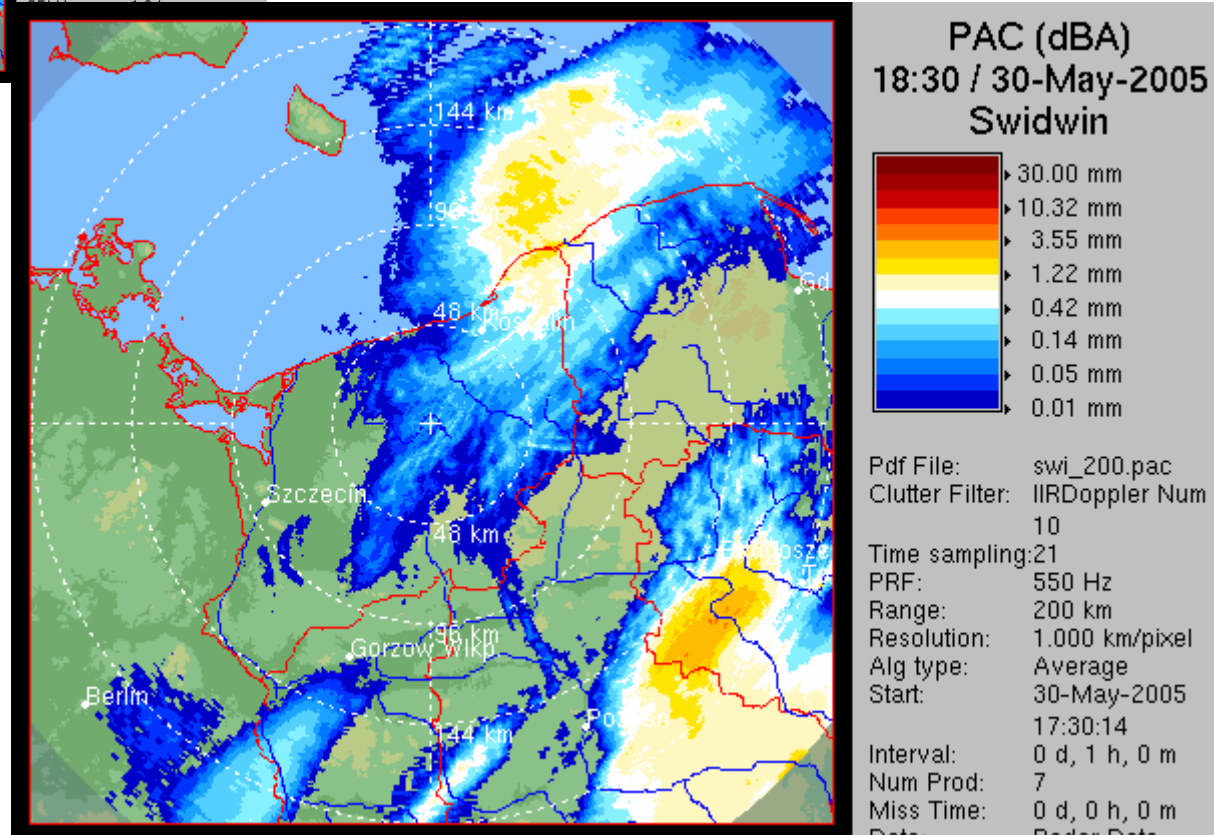
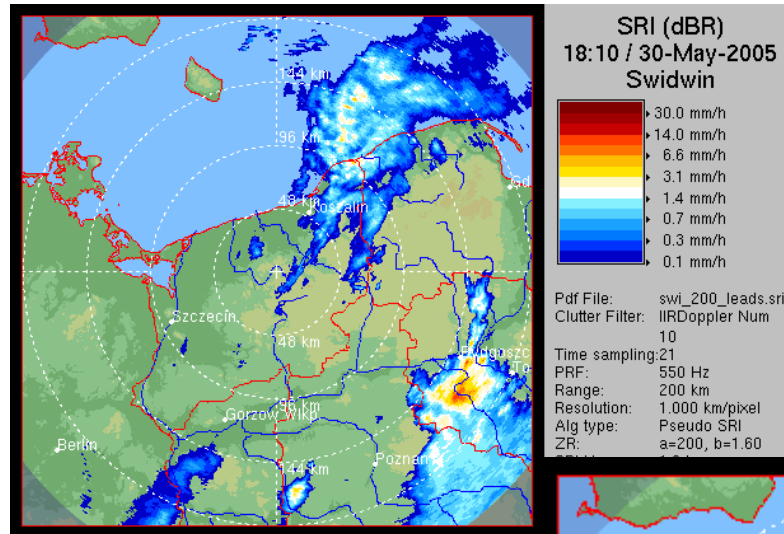
Poland Composite



Pdf File: COMPO_SRI.comp
Range: 420.073
Projection: aeqd
Merge Type: Logarithmic Average
Sensors: LEG RAM PAS
BRZ RZE POZ
GDA
Data: Radar Data
Rainbow® Gematronik



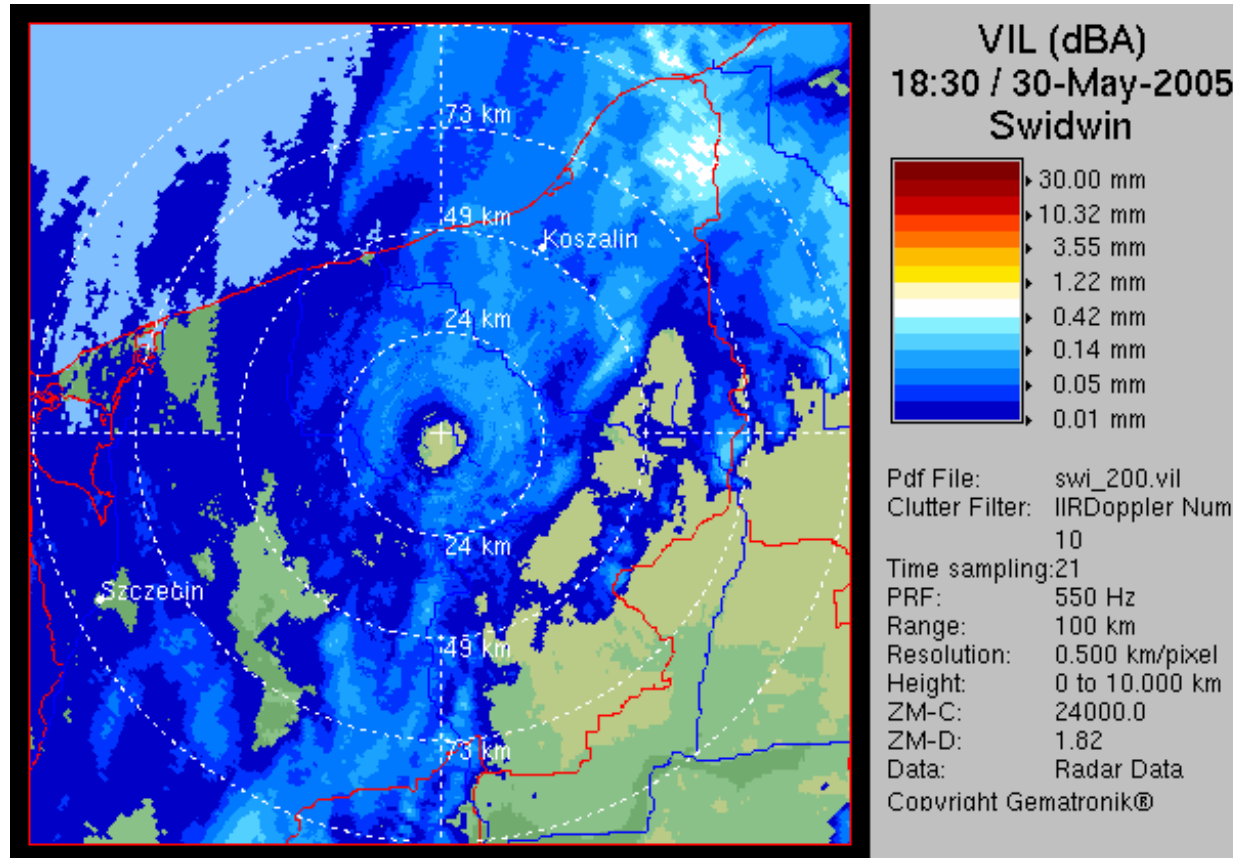
PAC (Precipitation Accumulation) Suma opadu



Oblicza sumaryczne natężenie opadu na podstawie serii produktów SRI. Przy czym suma opadu jest obliczana dla zadanego, przedziału czasowego. Wielkość opadu jest podawana w jednostkach: $\text{mm} = \text{litr}/\text{m}^2$

VIL (Vertical Integrated Liquid)

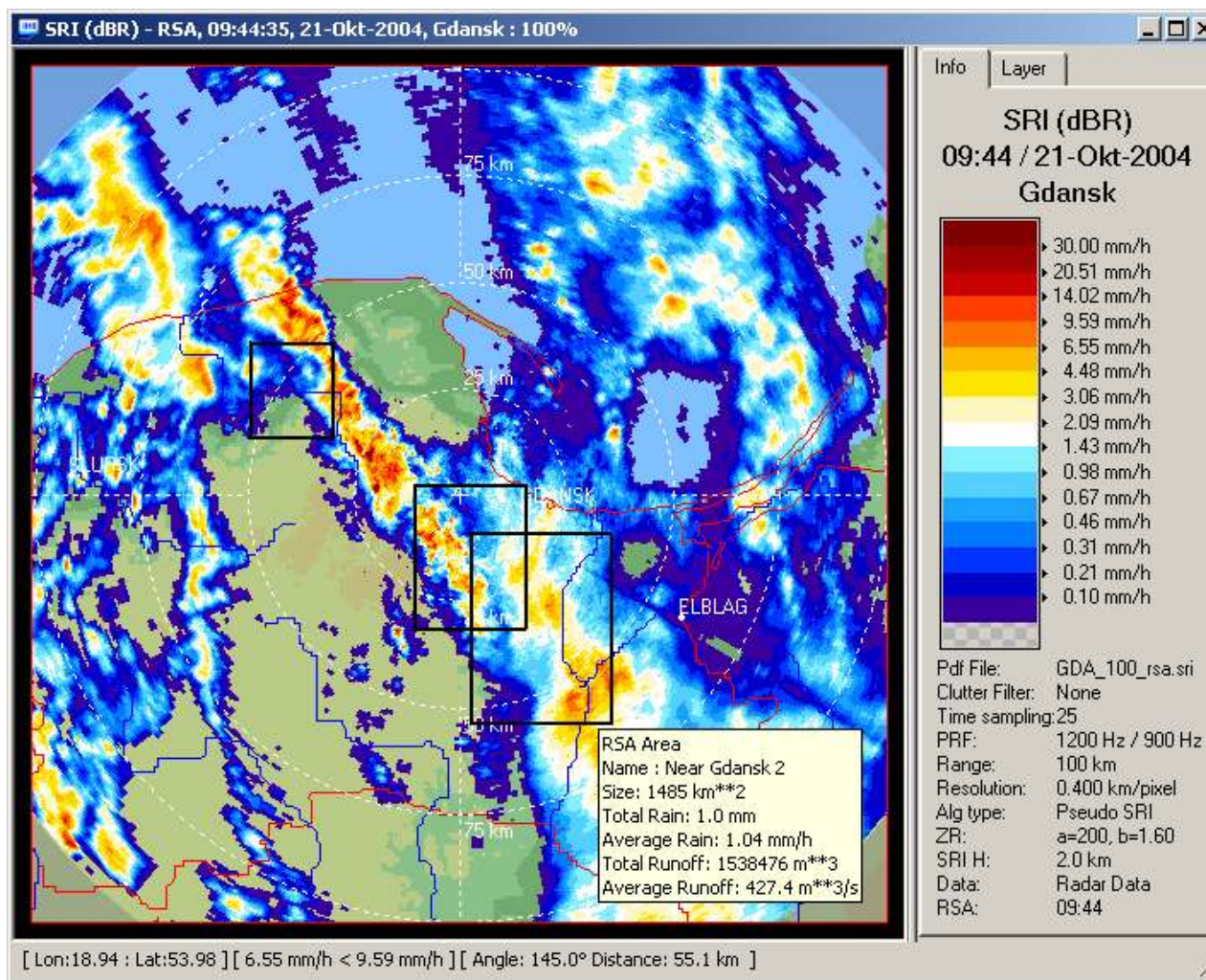
Wodność scałkowana w pionie



Zadaniem produktu jest natychmiastowe oszacowanie zawartości wody w zdefiniowanej przez użytkownika warstwie atmosfery celem określenia potencjału burzowego komórek opadowych

RSA (River Subcatchment Accumulation)

Suma opadu na zlewni cząstkowej



Produkt RSA zapewnia informacje o akumulacji opadu w zdefiniowanych przez użytkownika zlewniach (zazwyczaj będą to zlewnie cząstkowe) w określonym przedziale czasowym.

Produktem wyjściowym do jego utworzenia jest produkt SRI.

Dodatkowe produkty meteorologiczne

Prędkość wiatru radialnego VAD

Profil pionowy wiatru VVP

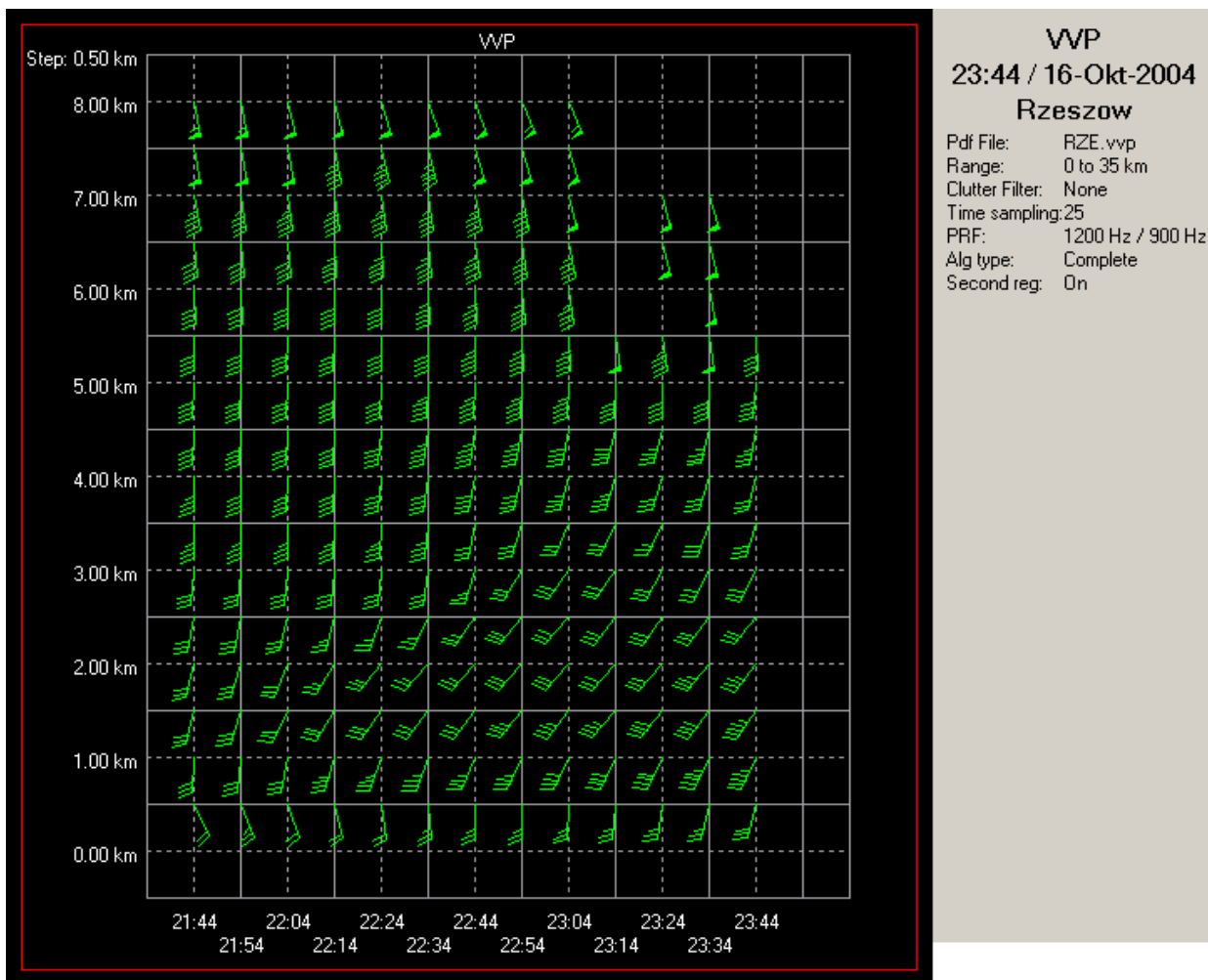
Wiatr jednorodny UWT i HWIND

Odbiciowość średnia w warstwie LMR

VVP

(Volume Velocity Processing)

Profil pionowy wiatru



Strzałki wiatru prezentują dla poszczególnych poziomów kierunek oraz prędkość wiatru w kolumnie pionowej ponad radarem w ustalonym przedziale czasowym.

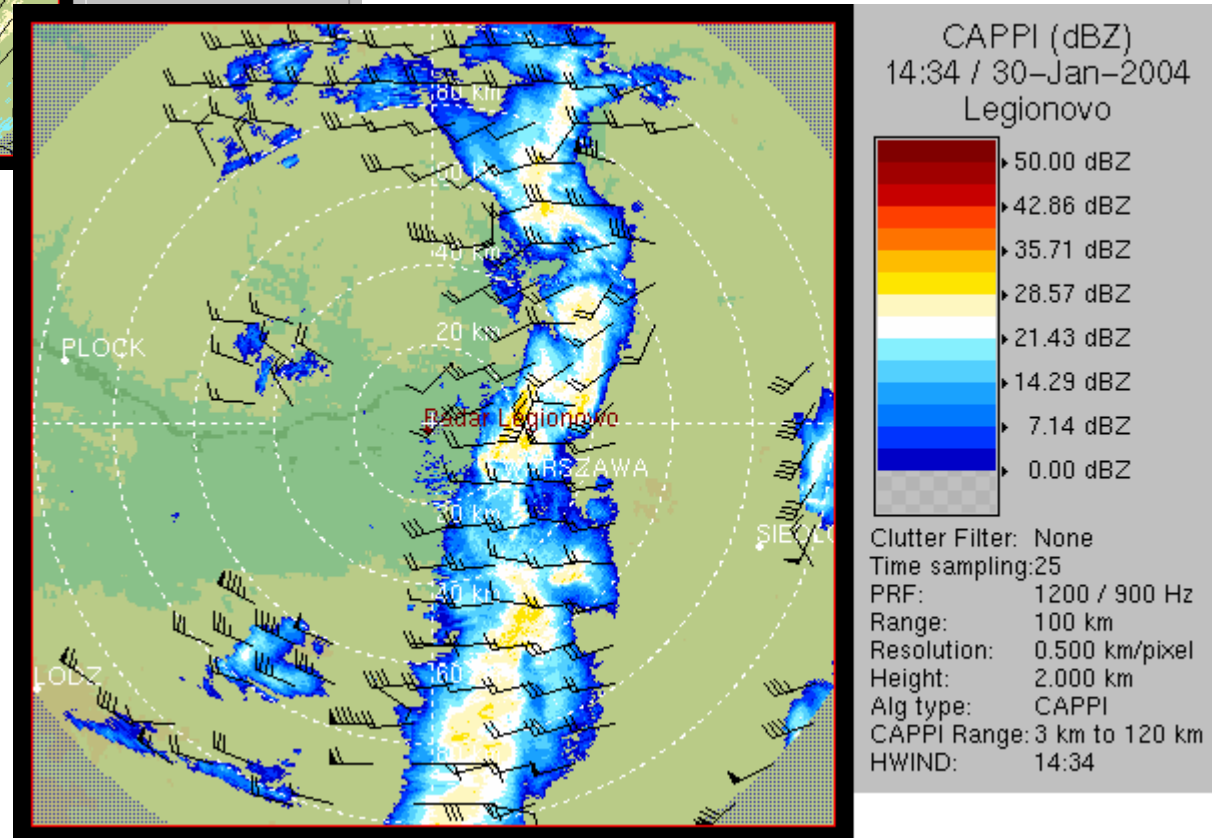
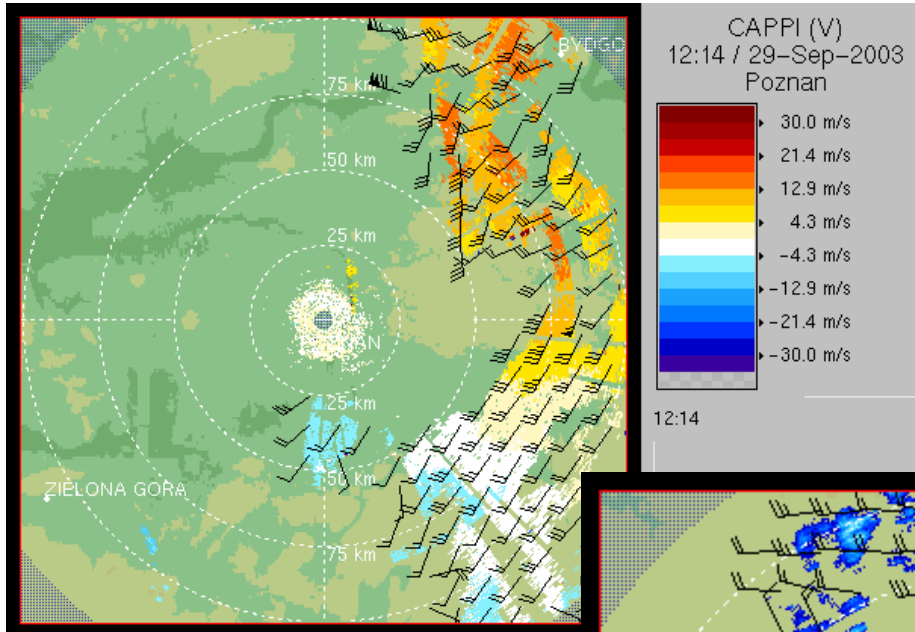
Strzałki są zorientowane wg zasady geograficznej (północ do góry).

Prędkość wiatru w kolumnie pionowej ponad radarem

UWT

(Uniform Wind Technique)

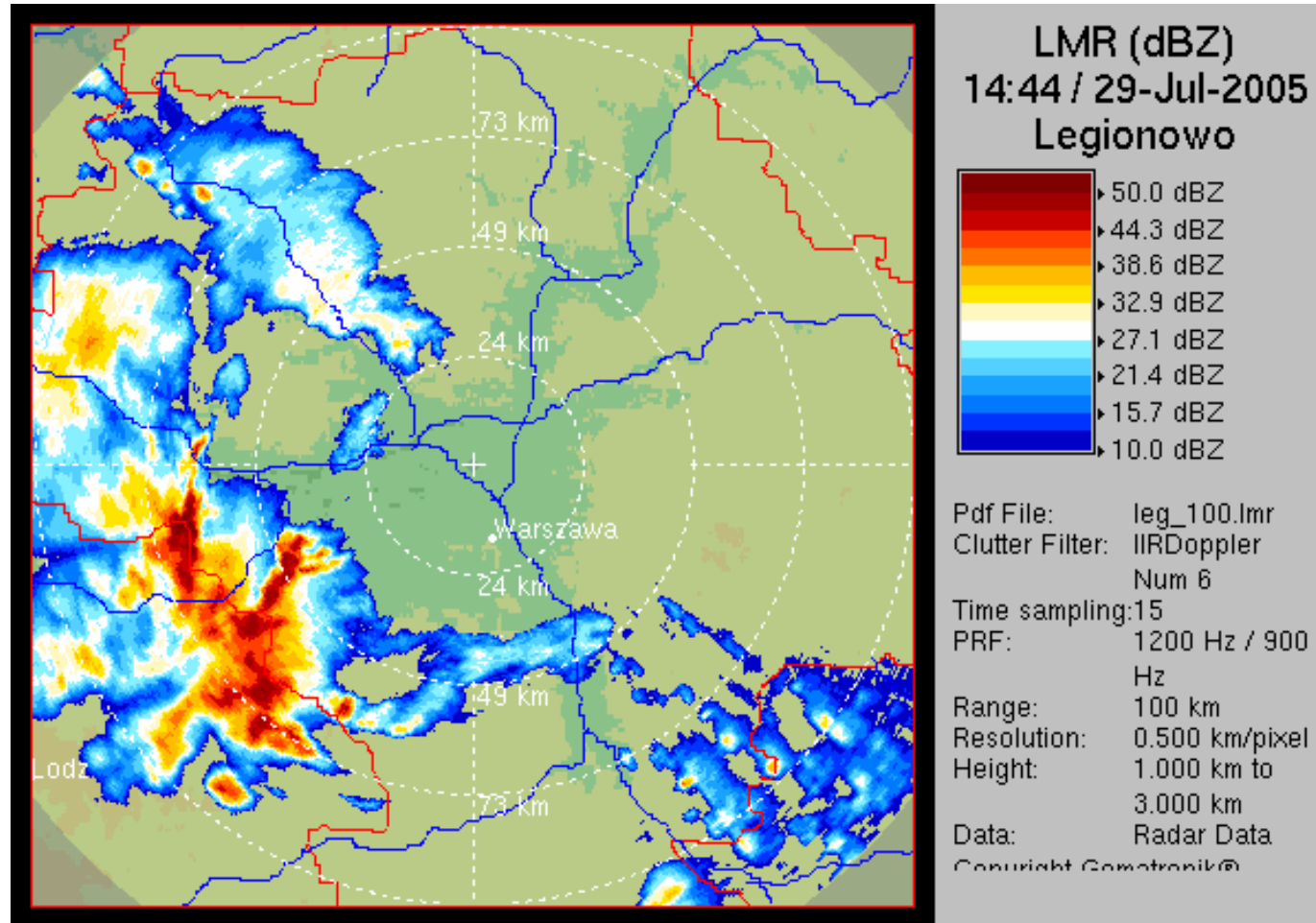
Technika wiatru jednorodnego



**Pokazuje
poziome
wektory wiatru
w dowolnym
typie projekcji
jako nakładkę
dynamiczną**

LMR (Layer Mean Reflectivity)

Odbiciowość średnia w danej warstwie



Podaje średnie odbiciowości w warstwie atmosfery zdefiniowanej przez użytkownika

Produkty uskoków wiatru

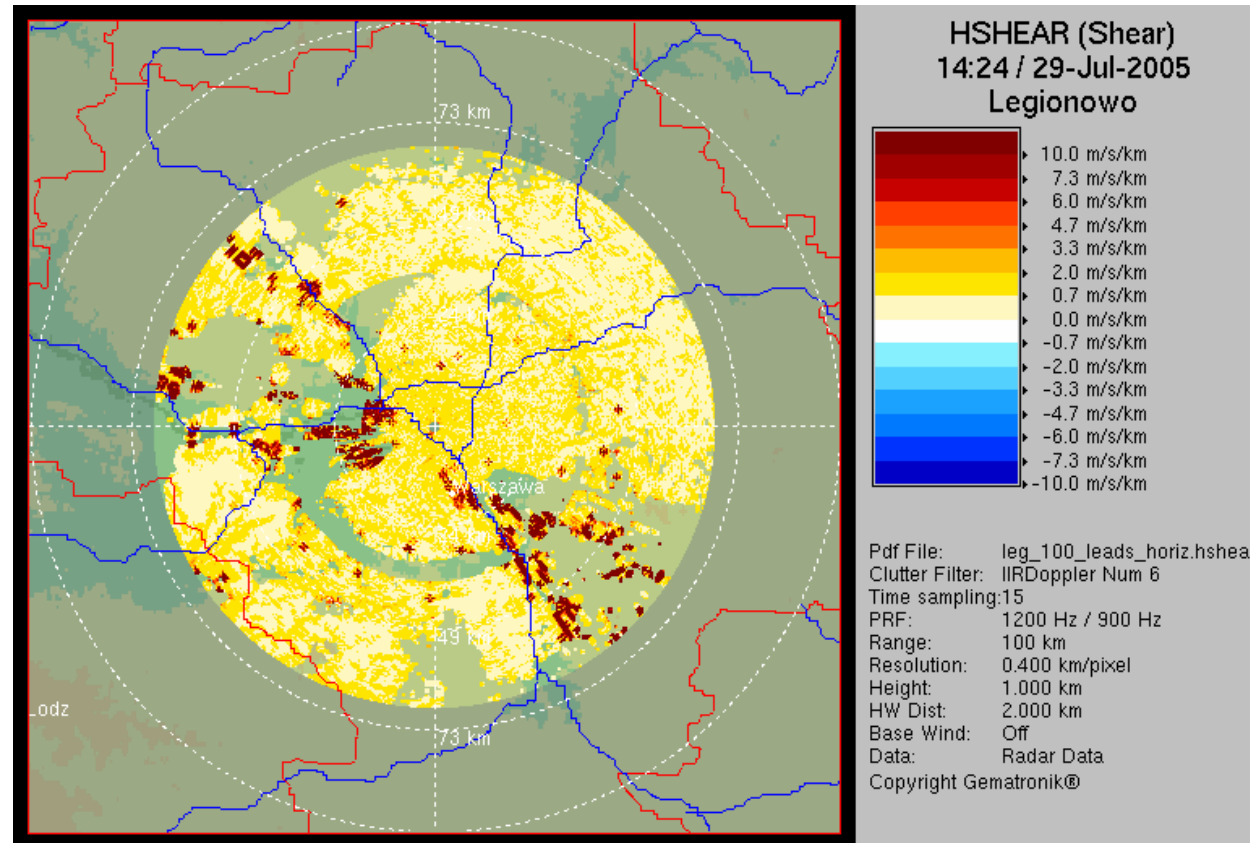
Gradient azymutalny SHEAR

Gradient horyzontalny HSHEAR

Gradient pionowy VSHEAR

Turbulencje LTB

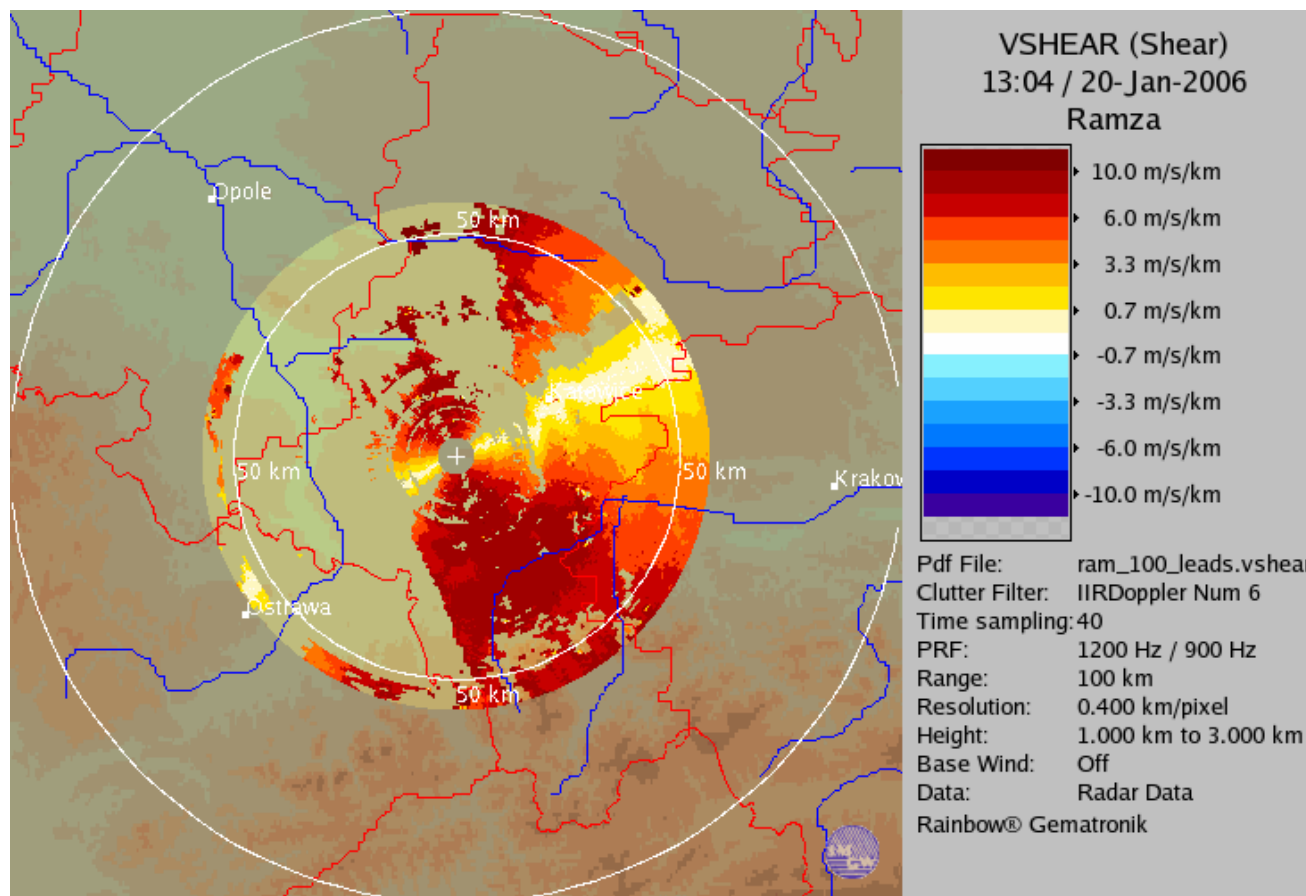
HSHEAR (Horizontal Shear) Gradient poziomy



Wartości produktu są obliczane na podstawie oszacowania zmiany prędkości wiatru w kierunku półn.-poł. oraz zach.-wsch dla pojedynczej warstwy charakteryzującej się stałą wysokością nad poziomem morza.

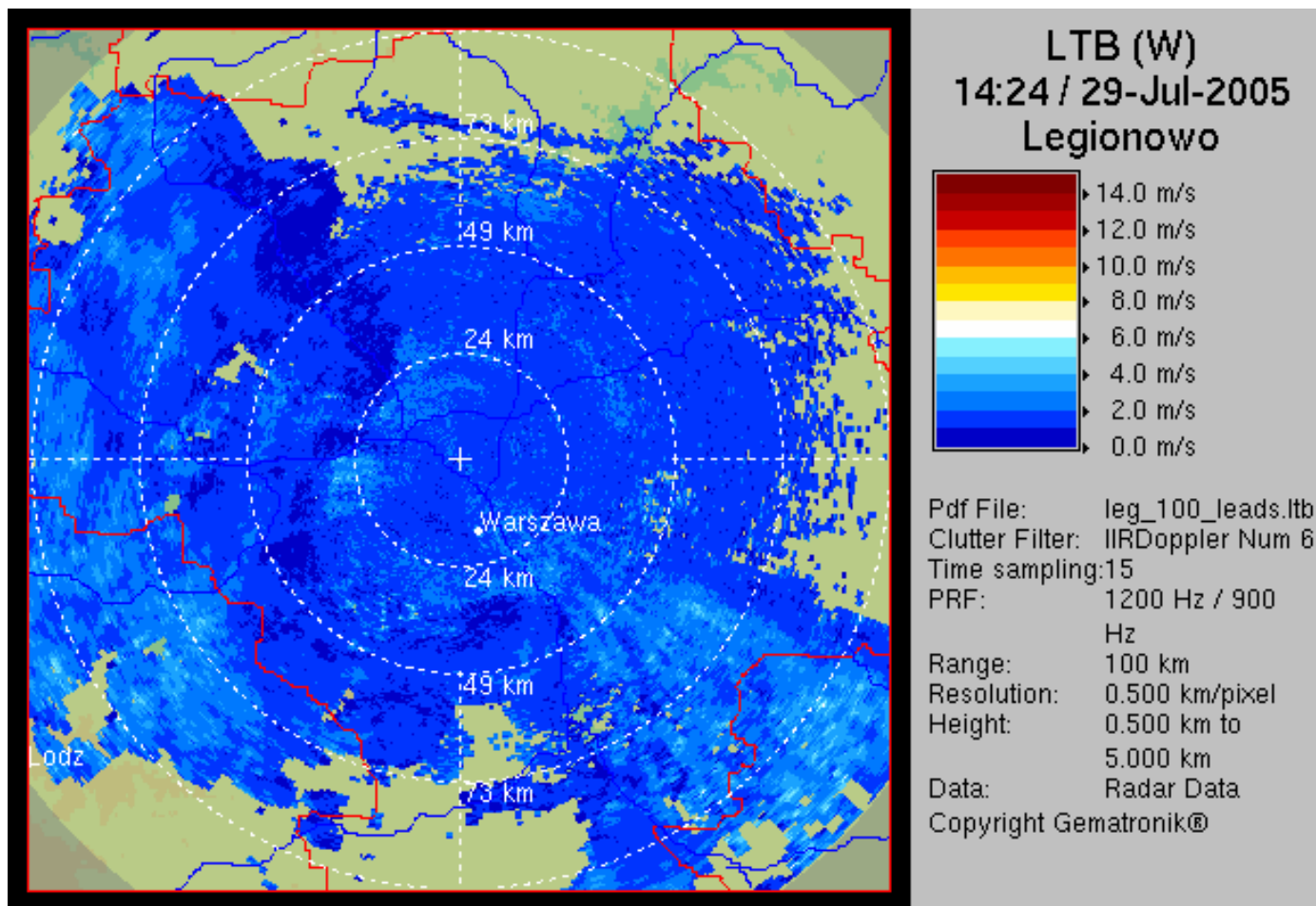
Wiatry do radaru mają kolory zimne (znak minus), zaś wiatry od radaru mają kolory ciepłe (znak dodatni)

VSHEAR (Vertical Shear) Gradient pionowy



Oblicza wartości prędkości w 2 płaszczyznach kartezjańskich. Wartość gradientu jest zdefiniowana jako całkowita różnica wartości prędkości dla sąsiadujących w pionie pikseli na 2 płaszczyznach kartezjańskich. Wartości wyjściowe są zawsze dodatnie.

LTB (Layer Turbulence) Turbulencje



Produkt LTB wyświetla maksymalne wartości szerokości widmowej w pionowej kolumnie pomiędzy dwoma warstwami zdefiniowanymi przez użytkownika. Warstwy te są zazwyczaj dostosowane do wysokości tras lotniczych.



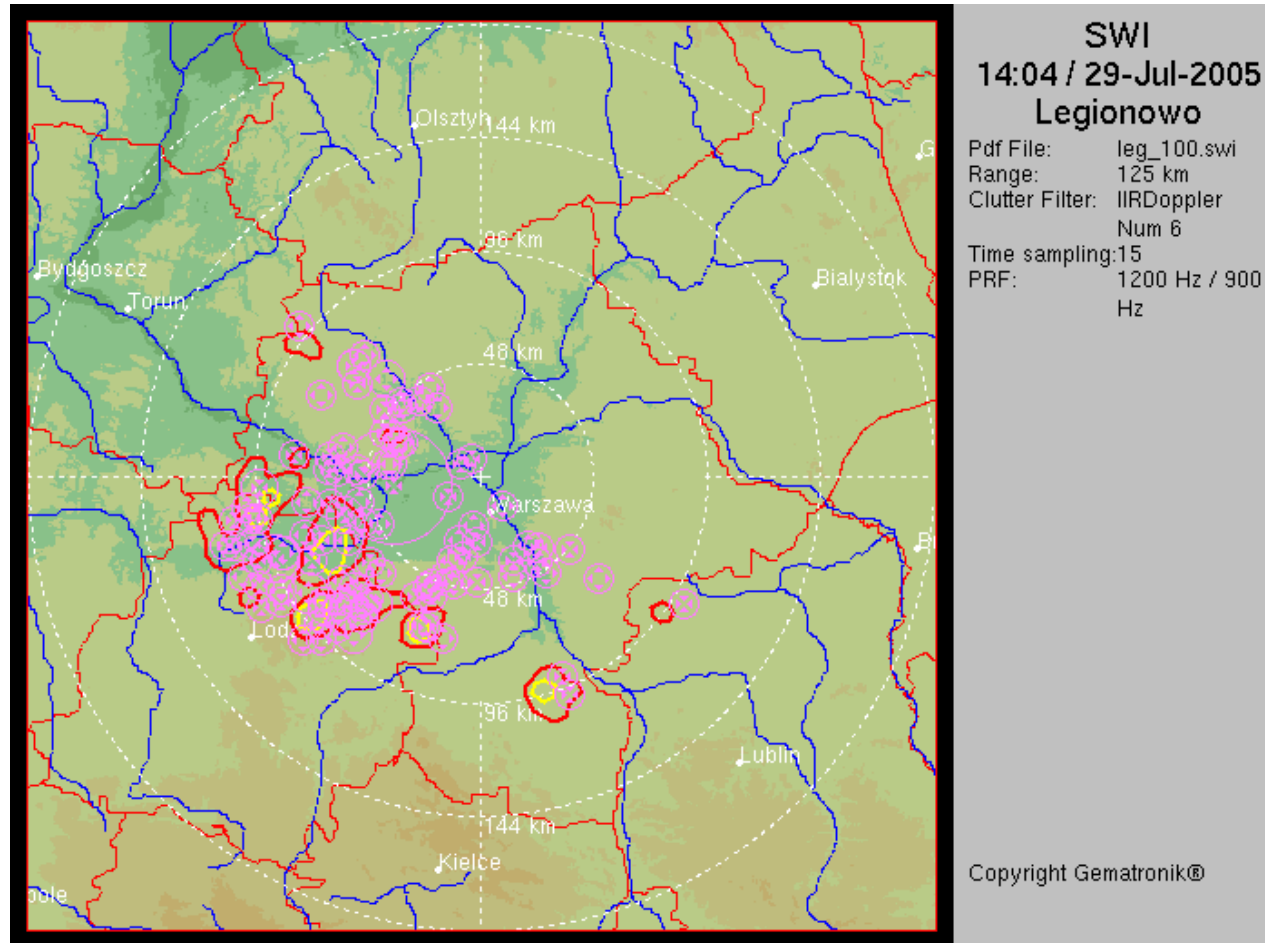
Produkty detekcji groźnych zjawisk i ostrzeżeń

Mezocyklony MESO

Wskaźnik groźnych zjawisk SWI

SWI (Severe Weather Indicator)

Wskaźnik groźnych zjawisk



Wszystkie obszary pojedynczych ostrzeżeń są łączone i prezentowane na jednym obrazie, który może być wyświetlany razem z innymi produktami jako dynamiczna nakładka

Produkty prognostyczne

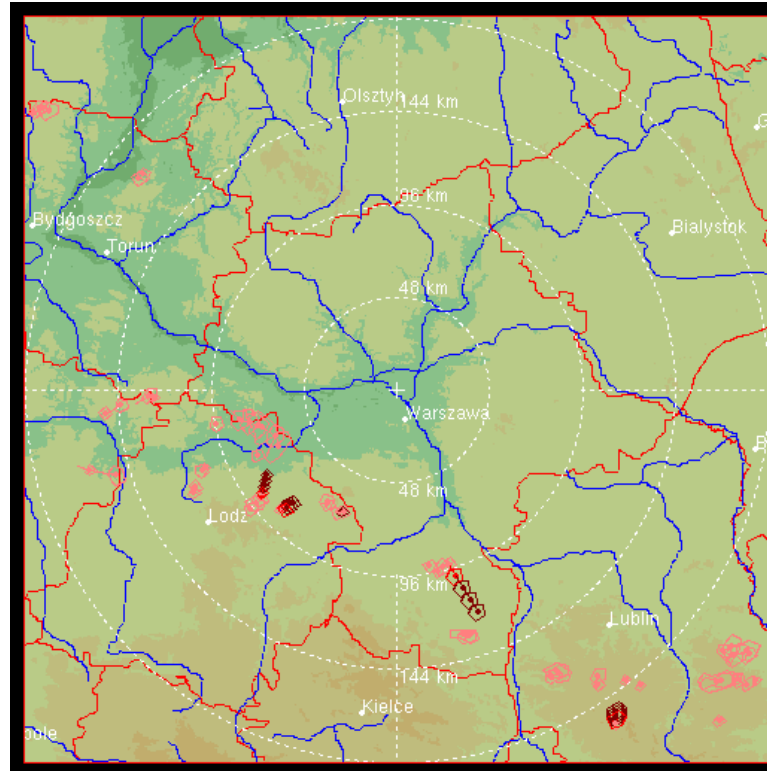
Śledzenie komórek burzowych CTR

Śledzenie komórek opadowych RTR

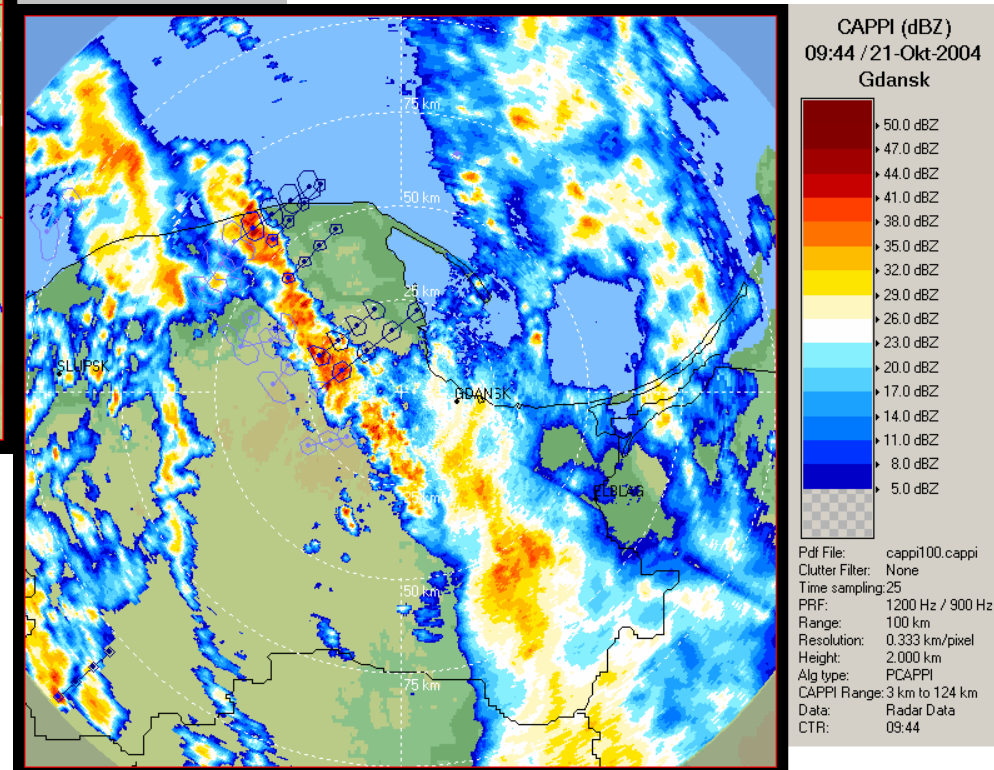
CTR (Cell Centroid Tracking)

Śledzenie komórek burzowych

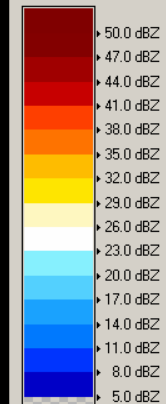
Produkt analizuje dane o odbiciowości w celu identyfikacji i śledzenia komórek burzowych. Z każdym nowym przeglądem wykonywanym przez antenę radaru obraz śledzonych komórek jest aktualizowany



CTR
14:20 / 29-Jul-2005
Legionowo
Pdf File: leg.ctr
Clutter Filter: IIRDoppler
Num 10
Time sampling: 21
PRF: 550 Hz



CAPPI (dBZ)
09:44 / 21-Okt-2004
Gdansk



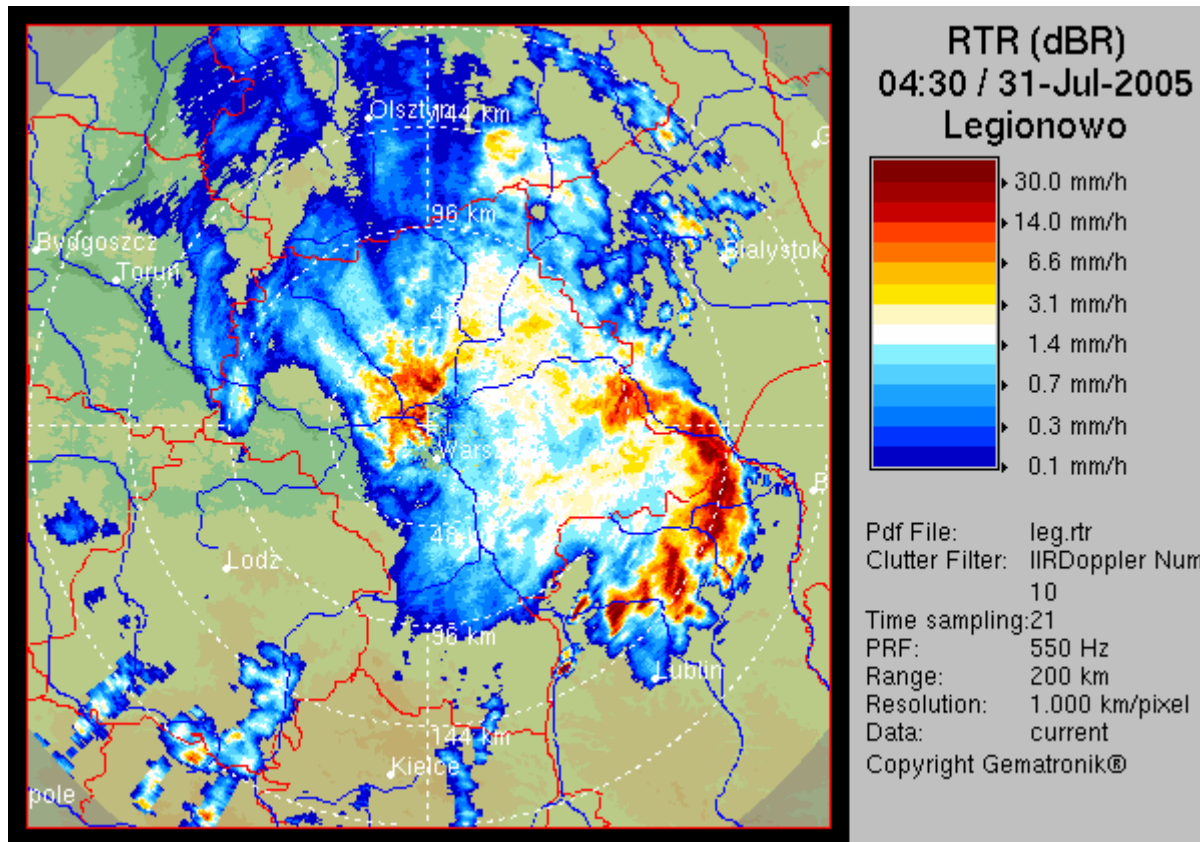
Pdf File: cappi100.cappi
Clutter Filter: None
Time sampling: 25
PRF: 1200 Hz / 900 Hz
Range: 100 km
Resolution: 0.333 km/pixel
Height: 2,000 km
Alg type: PCAPPI
CAPPI Range: 3 km to 124 km
Data: Radar Data
CTR: 09:44

Produkt zawiera:

- aktualne komórki burzowe
- obraz śladu komórek z poprzednich przeglądów
- obraz komórek prognozowanych

RTR (Rain Tracking)

Śledzenie komórek opadowych



Dostępne są różne warstwy wynikowe:

- Średnie wartości opadu
- PAC+...
- Aktualny opad
- opad prognozowany

Produkt RTR jest oparty na produktach typu PPI, CAPPI or SRI. Produkt RTR śledzi i prognozuje pola opadu. Wektor przemieszczenia pola opadu jest pozyskiwany za pomocą jednej z technik wybranych przez użytkownika

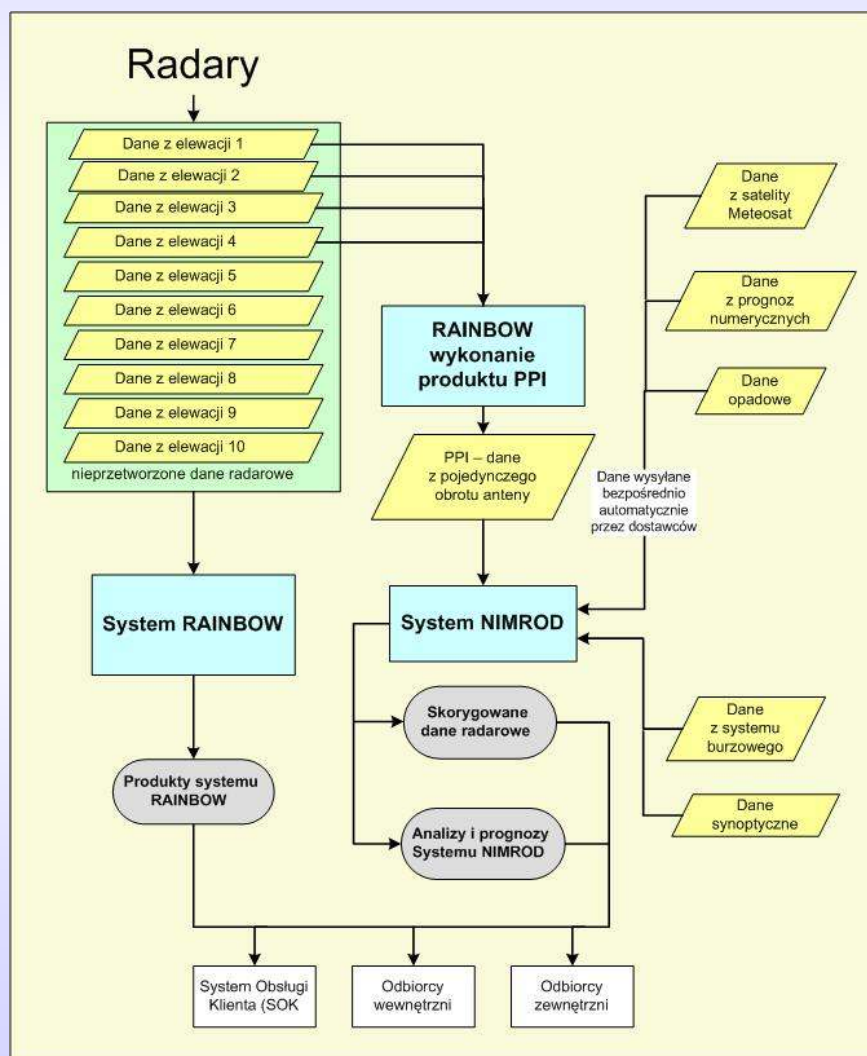
Zalety pomiaru radarowego:

Obserwacje w czasie rzeczywistym opadów i związanych z nimi zjawisk na dużym terytorium (400 x 400 km) z wysoką rozdzielczością (1 km)

Automatyczne wykonywanie pomiarów, przetwarzanie, interpretacja, rozpowszechnianie i prezentacja danych

Ostrzeżenia o groźnych zjawiskach (burze, ulewy, szkwały) dla osłony meteorologicznej i hydrologicznej gospodarki narodowej i ludności

Schemat tworzenia i dystrybucji produktów w sieci POLRAD



Dostęp do bazy produktów i danych w Systemie Obsługi Klienta jest możliwy poprzez:

- komutowane łącza telefoniczne,
- dzierżawione łącza telekomunikacyjne,
- publiczną sieć INTERNET.

Komunikacja systemu SOK z klientami może odbywać się za pomocą następujących protokołów:

FTP - możliwość pobierania produktów od producentów i wysyłania ich do klientów,
HTTP - możliwość pobierania produktów od producentów i wysyłania ich do klientów,
E-mail - możliwość pobierania produktów od producentów i wysyłania ich do klientów,
SMS (w przygotowaniu).

Potencjalnymi użytkownikami produktów radarowych mogą być:

- służby hydrologiczne zarówno cywilne jak i wojskowe: biura prognoz hydrologicznych i działy służby hydrologicznej,
- służby zajmujące się monitorowaniem zbiorników retencyjnych,
- służby ochrony radiologicznej,
- służby zajmujące się ochroną środowiska: do monitorowania różnego rodzaju zanieczyszczeń gazowych i pyłowych,
- sztaby kryzysowe powołane na skutek klęsk żywiołowych,
- centralne laboratorium ochrony radiologicznej,
- służby ratownictwa pożarowego,
- lotnictwo cywilne i wojskowe, aerokluby i lotniarze,
- gospodarka morska, platformy wiertnicze i żegluga śródlądowa,
- służby utrzymania dróg, służby oczyszczania miast,
- służby ratownictwa pożarowego, służby ratownictwa górskiego i wodnego,
- służby leśne,
- służby energetyczne,
- budownictwo,
- oczyszczalnie ścieków dla dużych aglomeracji miejskich,
- wszelkiego rodzaju instytucje organizujące imprezy publiczne o charakterze masowym,
- firmy transportowe i przewozowe, hotele i turystyka,
- służby rolne,
- media,
- instytucje badawcze i naukowe.



Radarowe Centrum Operacyjne



www.imgw.pl



Widok ze stacji meteo na Kasprowym