

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy

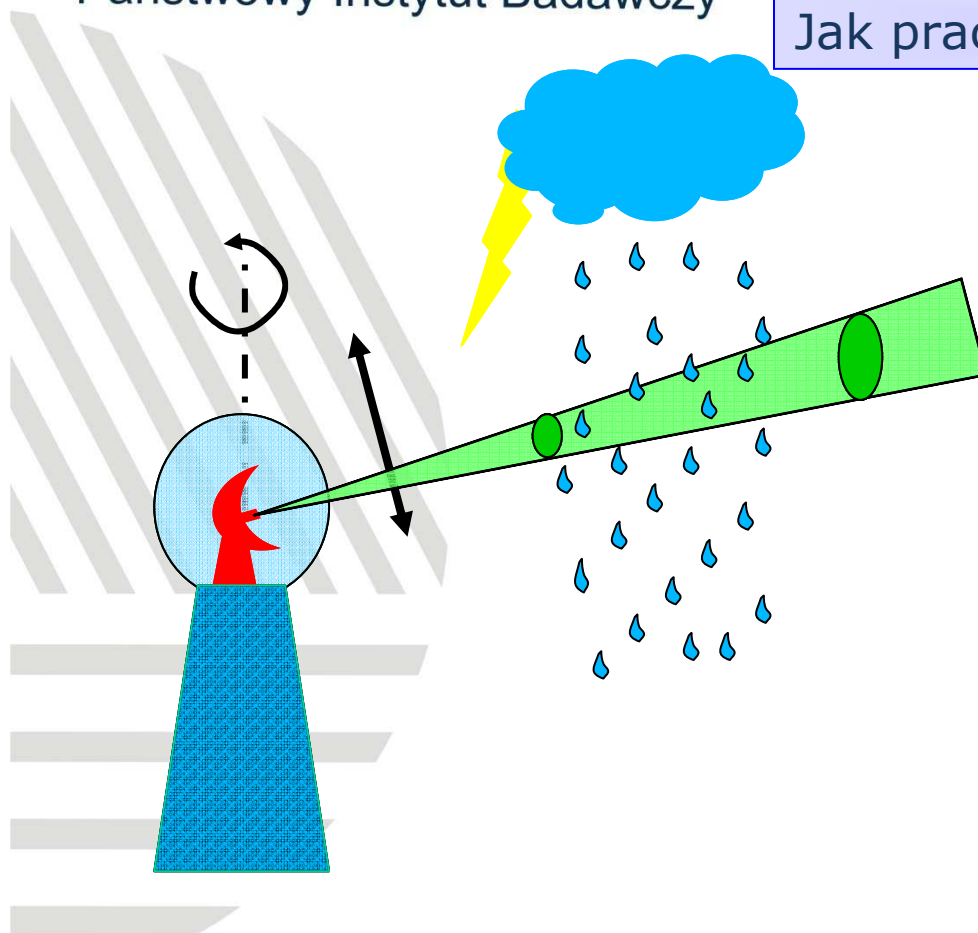


Wykorzystanie radaru meteorologicznego do detekcji i prognozy zjawisk meteorologicznych



- Cechy pomiaru radarowego, polska sieć POLRAD
- Wykrywane zjawiska, pożądane i niepożądane
- Podstawowe produkty radarowe dostępne w sieci Internet oraz dla użytkowników dedykowanych
- Zastosowanie w pracy operacyjnej
- Przykłady ciekawych zjawisk pogodowych, możliwych do zaobserwowania dzięki radarom

Jak pracuje radar meteorologiczny?



- Radar funkcjonuje na podobnej zasadzie do urządzeń np wojskowych, ale zamiast pojedynczych obiektów bada całą przestrzeń w zasięgu wiązki.
- Antena wykonuje obroty 360° w kilkunastu kątach nachylenia, zwanych elewacjami.
- Pracuje w dwóch trybach: emituje wiązkę, a potem przełącza się na nasłuch w celu odebrania sygnału zwrotnego.
- Emitowany impuls jest rzędu milionowej części sekundy, nasłuch rzędu tysięcznej części sekundy.
- Wiązka trafiając w obiekty wzbudza je i wymusza drgania elektromagnetyczne, tak jak z maleńkich nadajników, które same emitują sygnał. Ten dociera z powrotem do anteny prowadzącej nasłuch, tworząc sygnał zwrotny – echo, zwane odbiciowością.
- Wiązka ma swoją szerokość kątową. Im dalej od radaru, tym szerokość wiązki większa. W odległości 1 km przekrój ma 15 m średnicy, w odległości 100 km już 1500 m. To prowadzi do uśrednienia wartości zmierzonych w całym obszarze objętym wiązką.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Zalety obserwacji radarowej

- Polska sieć stacji synoptycznych to **61** punktów, dodatkowo około **700** automatycznych posterunków telemetrycznych, wysyłających dane co **10 minut**.
- Przy założeniu średniej rozdzielczości 1,5 km i pokryciu przeszło 95% powierzchni kraju radary dostarczają informacji ze **140.000** punktów, „obserwacji” – co **10 minut!**
- Dodatkowo między pomiarami głównymi, o zasięgu maksymalnym 250 km wykonuje się pomiary dopplerowskie, również co 10 min.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



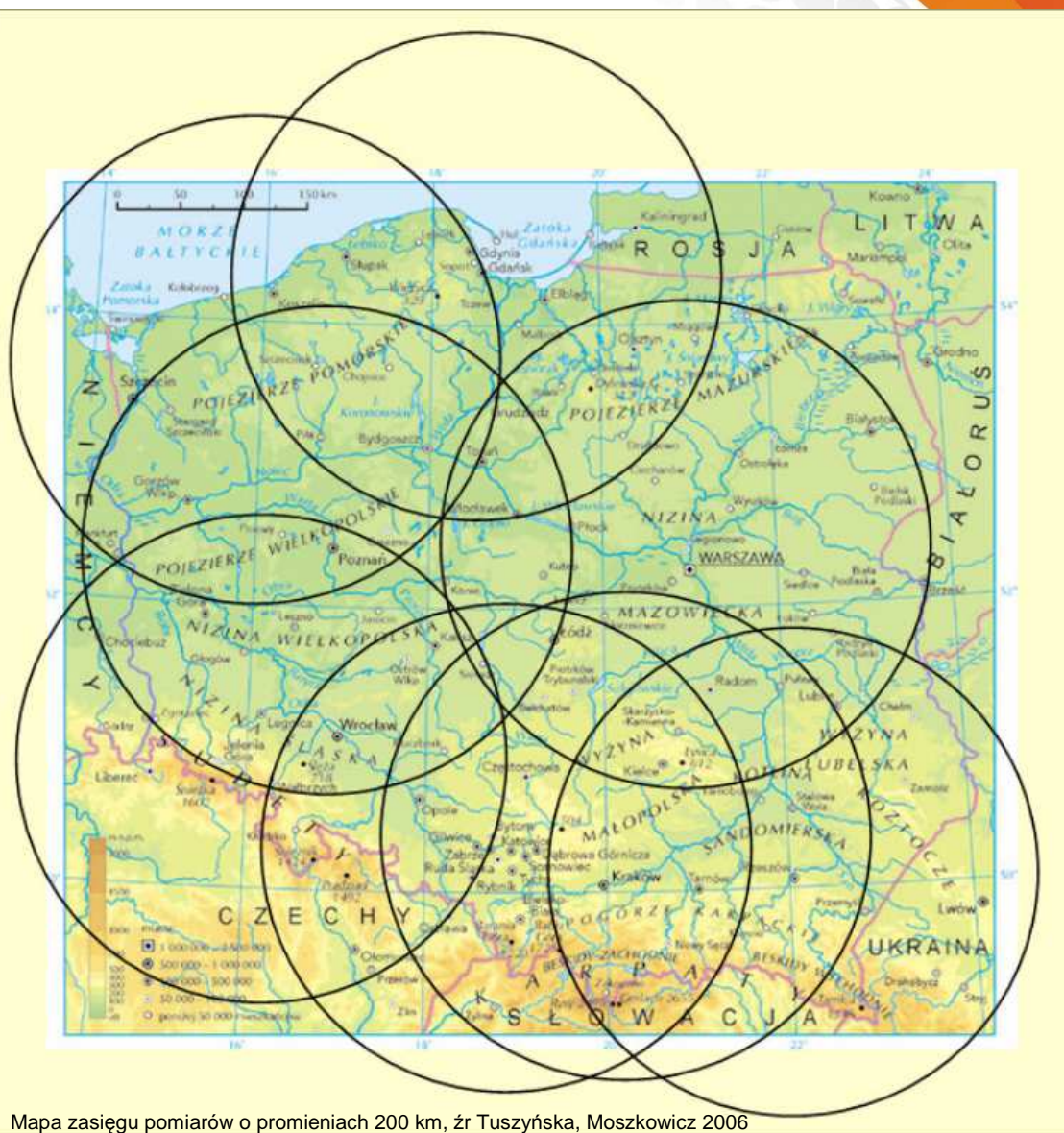
Polska sieć POLRAD

Sieć IMGW-PIB zarządza radarami zainstalowanymi w **8** lokalizacjach.

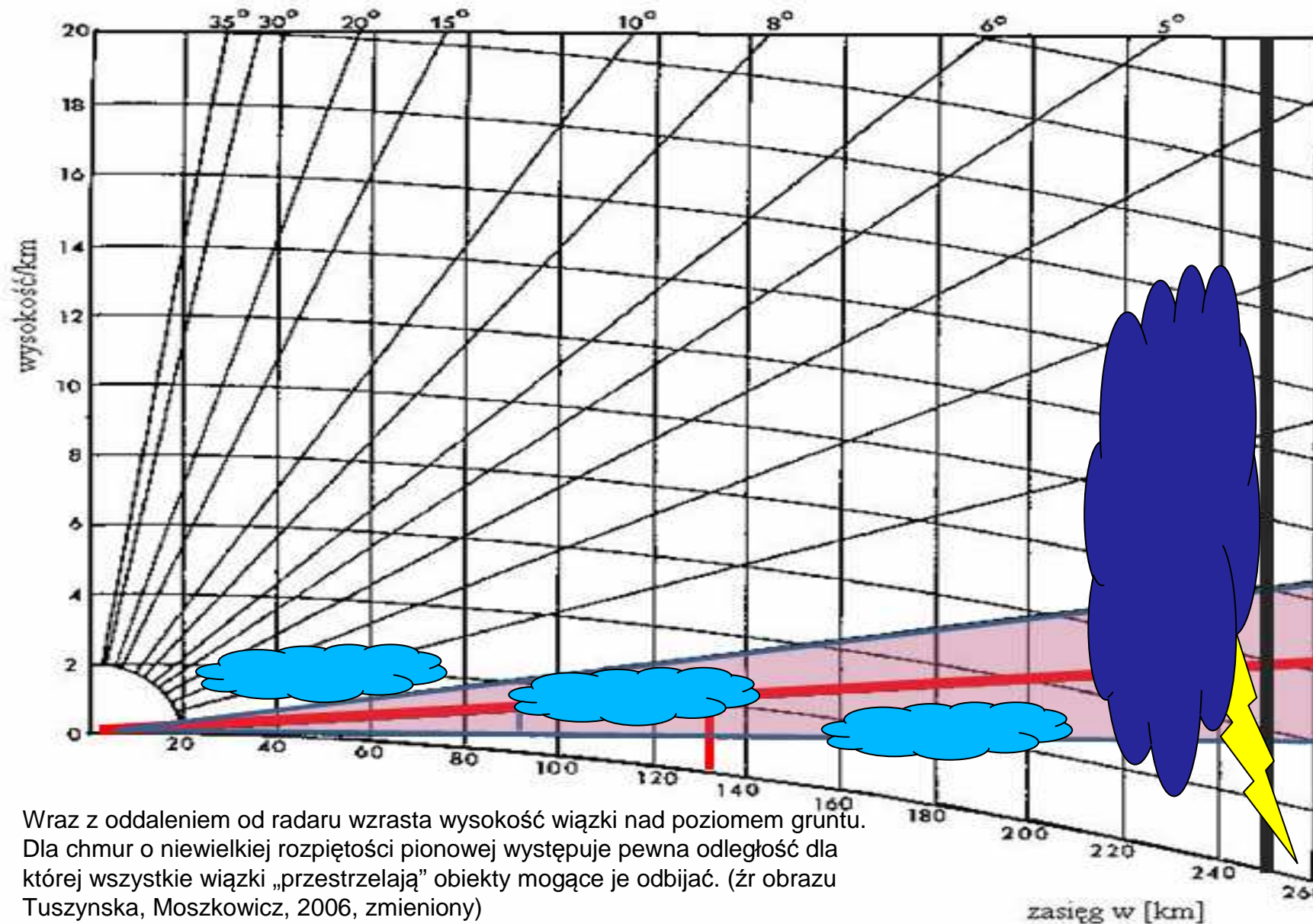
Przy założeniu zasięgu 200 km (obrazek obok) pokrywa to około 95% powierzchni kraju.

Na krawędzi zasięgu jakość sygnału jest słabsza, dlatego najlepszą jakość uzyskujemy w promieniu do ok **100 km**.

Standardowe pomiary w zasięgu 200 km (maksymalnie 250 km) dokonywane są co **10 min**.



Mapa zasięgu pomiarów o promieniach 200 km, źr Tuszyńska, Moszkowicz 2006



Wraz z oddaleniem od radaru wzrasta wysokość wiązki nad poziomem gruntu.
Dla chmur o niewielkiej rozpiętości pionowej występuje pewna odległość dla której wszystkie wiązki „przestrzelają” obiekty mogące je odbijać. (źr obrazu Tuszynska, Moszkowicz, 2006, zmieniony)

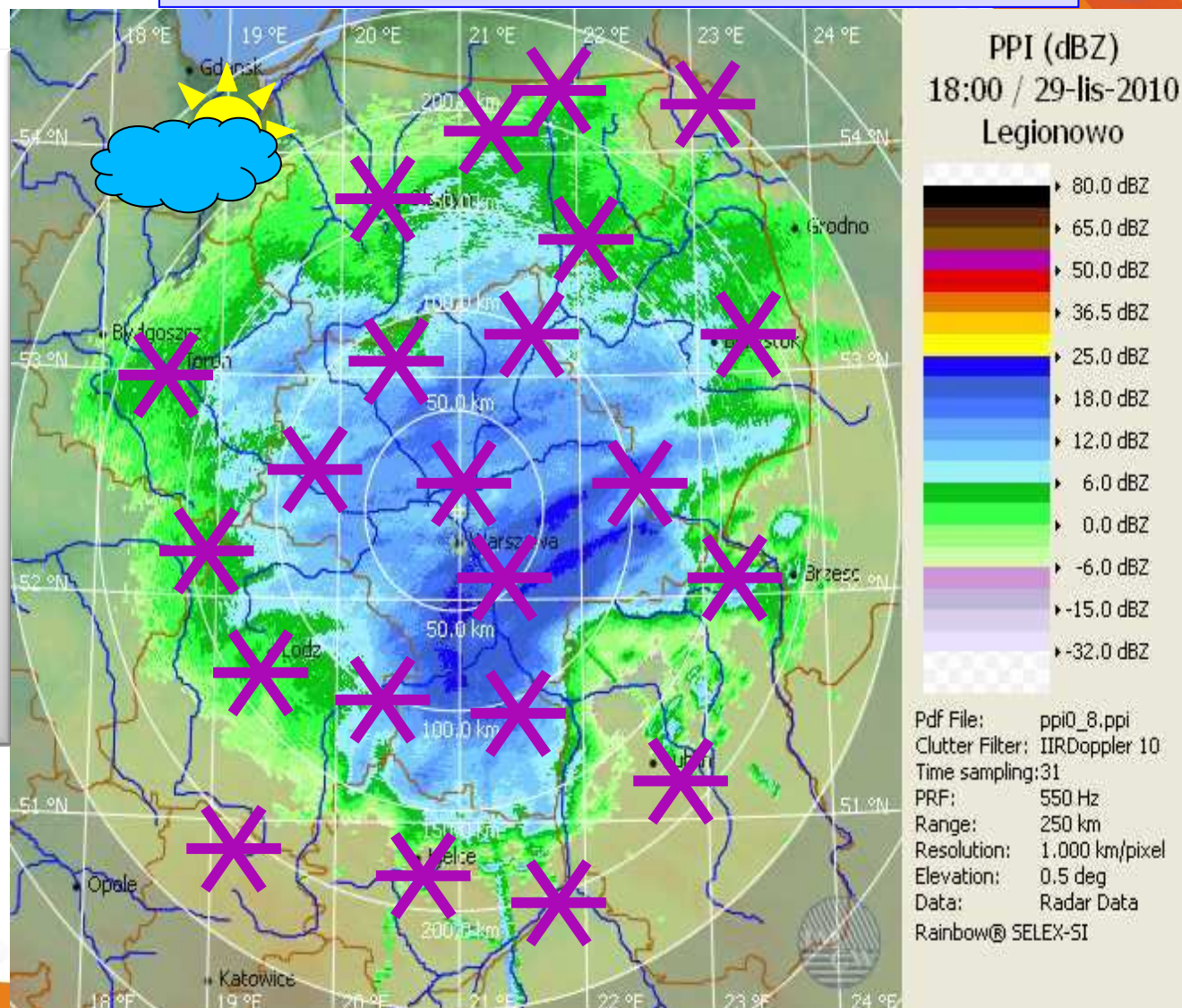
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy Ograniczenia zasięgu – szczególnie zimą



Zimą chmury zawieszane są niżej; w związku z tym powstawanie opadów jest również nisko zawieszane.

Dlatego efekt „przestrzelenia” strefy opadowej wiązką radaru jest zjawiskiem częstym.



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy Efekty zakłócające - tłumienie

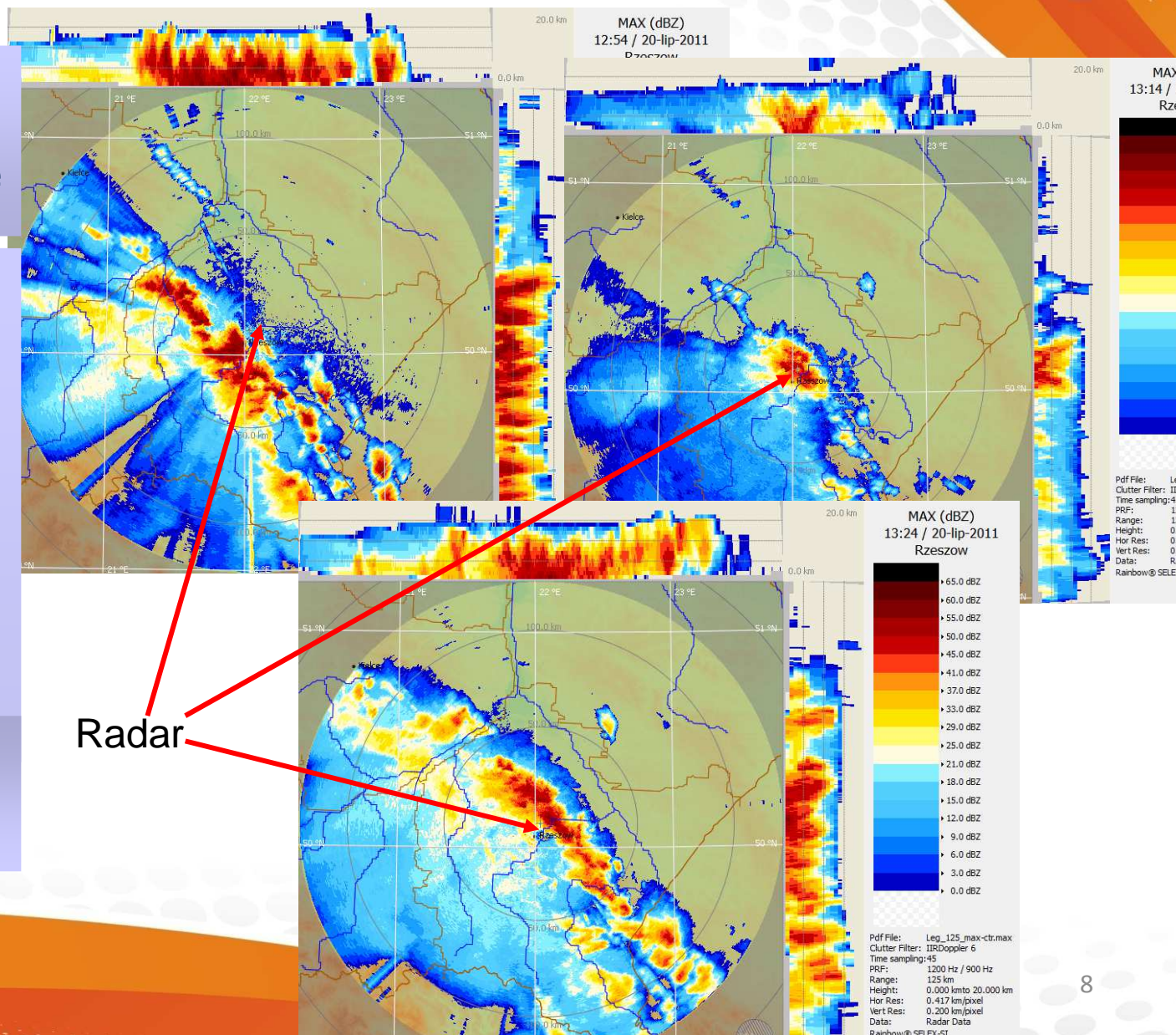


Silne rdzenie opadowe potrafią pochłonąć tak znaczną część wiązki, tak, że nic poza nimi nie widać.

Na sekwencji obrazów widzimy przemieszczającą się linię silnych opadów burzowych.

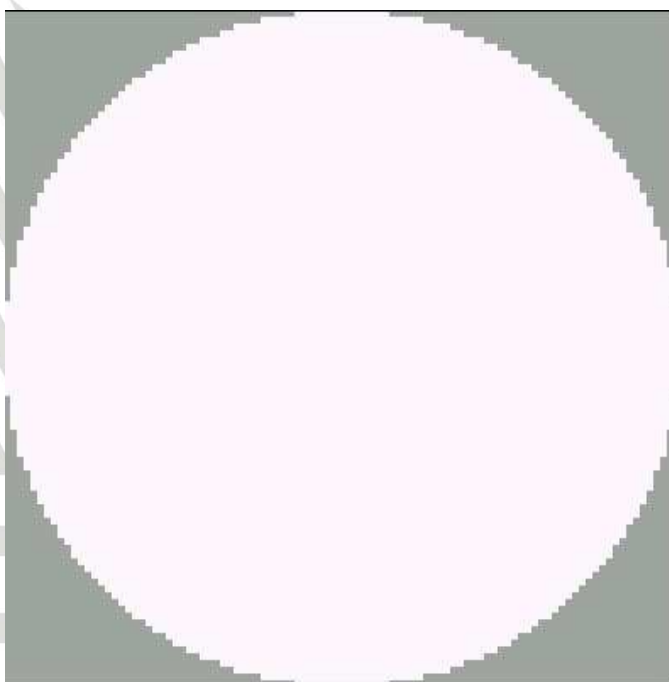
W momencie przechodzenia przez położenie radaru (w środku obrazków) obszar silnej odbiciowości istotnie się zmniejszył.

Strefa burz po opuszczeniu otoczenia radaru znów widoczna jest w całej rozciągłości.



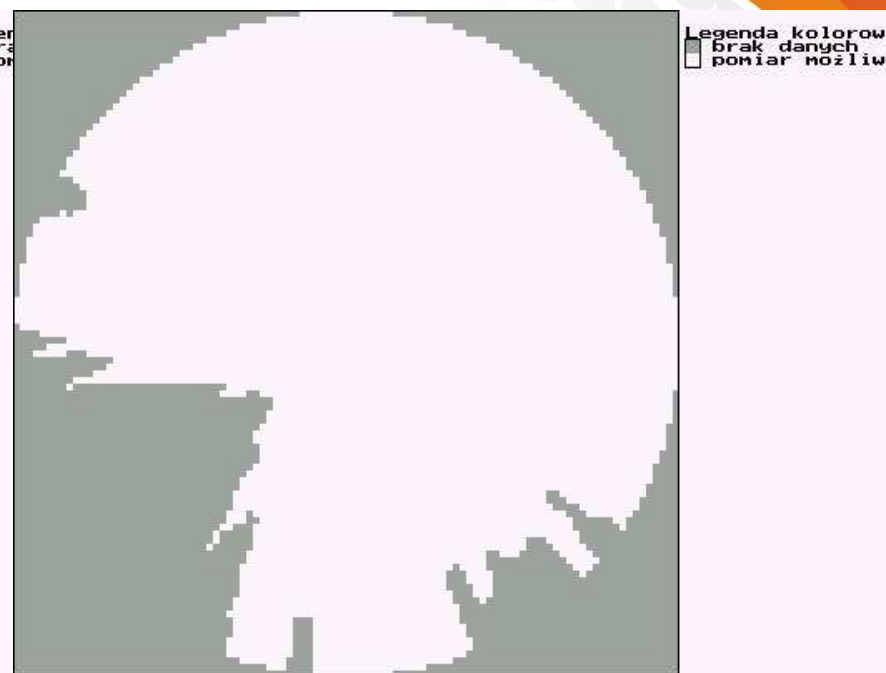
Radar

Efekty zakłócające – przeszkody terenowe



Mapa dostępu do poziomu 1500 m

Legionowo



Mapa dostępu do poziomu 1500 m

Pastewnik (Przedgórze Sudeckie)

Również ukształtowanie terenu ma znaczenie. Radar na Mazowszu (Legionowo) praktycznie nie doświadcza przeszkód (obraz po lewej). Górską linię w Sudetach ogranicza możliwy sygnał zwrotny w południowej połowie obiegu skanowania. Na obrazach obszar możliwego pomiaru na wysokości 1500 m n.p.m (mapa 200x200 km) (źr. Tuszyńska, Moszkowicz, 2006)



Efekte zakłócające – błędy szacowania

Na odbiciowość wpływają:

- **Rozmiar obiektu** (2x większa średnica oznacza 64x silniejszy sygnał) – korekta trudna.
- **Odległość obiektu** (2x zwiększenie dystansu to 4x słabszy sygnał – można korygować.
- **Rodzaj obiektu** – najlepiej „odbija” woda, gorzej lód i inne substancje.
- **Wysokość obiektu** – wiązka może interesujący obiekt „przestrzelić”

Obiekt	Zakres odległości		
	<100 km	100-150 km	150 - 200 km
chmura piętra średniego, bez opadu	20	-	-
mżawka, śnieg lodowy	5	-	-
śnieg jednostajny	60	30	-
śnieg z deszczem jednostajny	70	40	10
deszcz jednostajny	90	70	30
śnieg przelotny	60	30	-
śnieg z deszczem przelotny	70	40	10
deszcz przelotny	90	80	50
deszcz z burzą	100	95	75
grad	100	100	100

Orientacyjne prawdopodobieństwa wykrywania przez radar obiektów meteorologicznych (%)

źr. Tuszyńska, Moszkowicz, 2006

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy

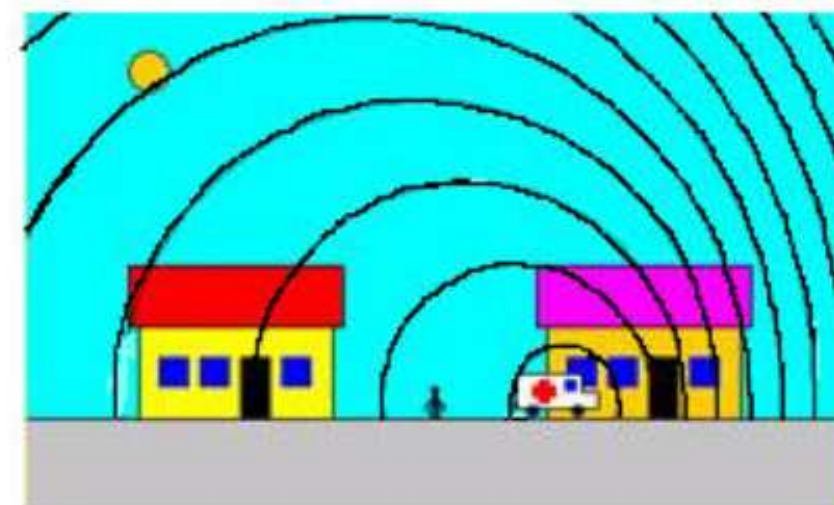
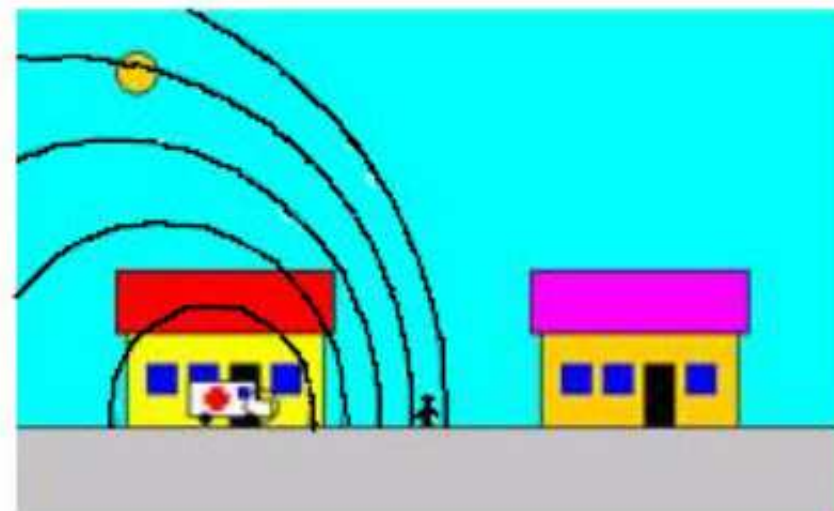


Pomiar dopplerowski – fotoradary?

Pomiar prędkości wykorzystuje zasadę efektu Dopplera.

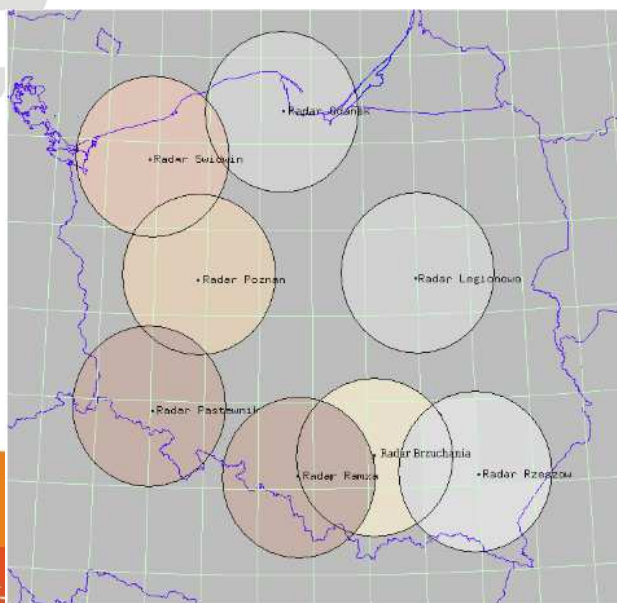
W uproszczeniu, wysyła dwa impulsy w jednym kierunku i mierzy różnicę fazy sygnału zwrotnego.

Efekt jest podobny jak przy przejeżdżającej karetkce. Obiekty oddalające się wydłużają falę, zbliżające skracają.



Wada?

Maksymalny
zasięg
125 km



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Pomiar dopplerowski pole wiatru „radialnego”

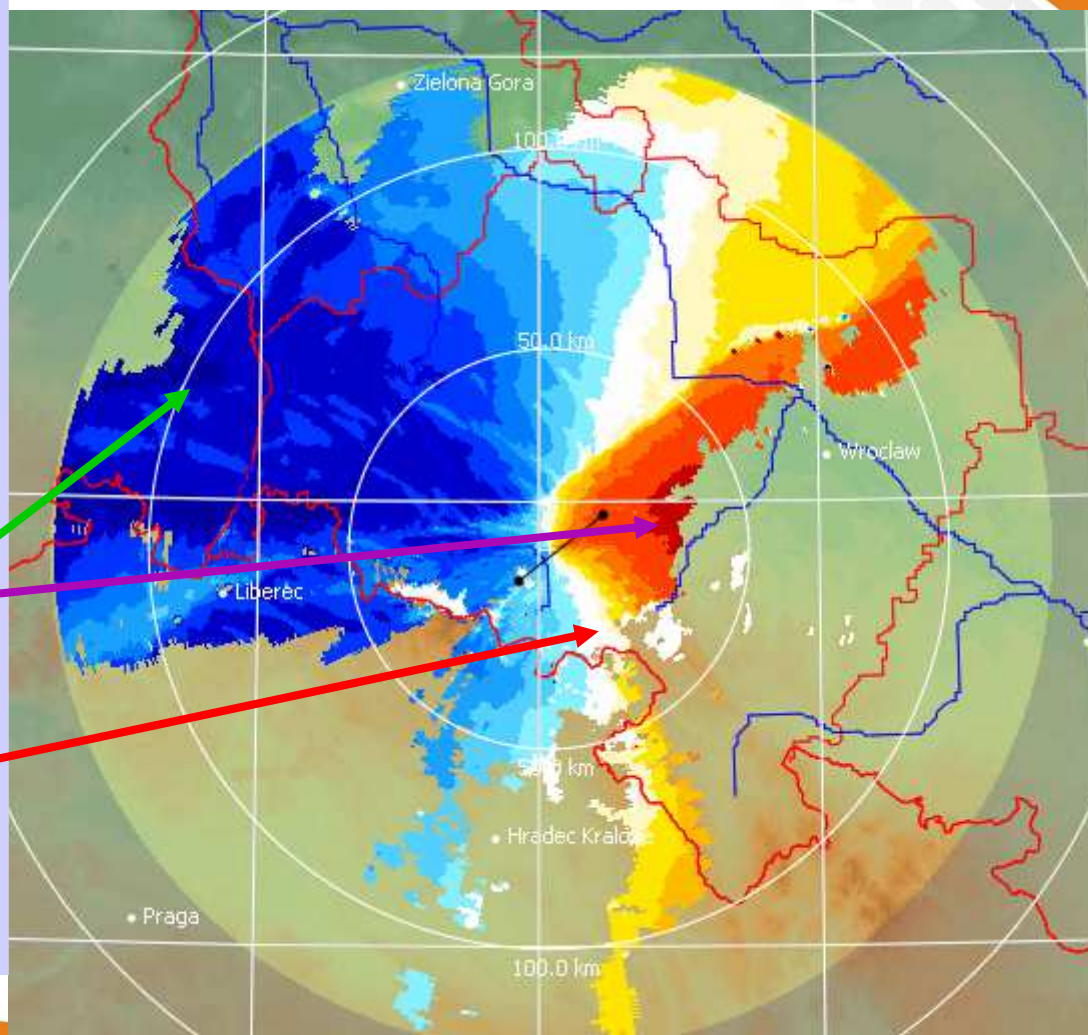
Barwy ciepłe
-od radaru

Barwy zimne
-do radaru

Pomiar obejmuje prędkości
od 0 do 30 m/s.

Prędkość będzie zbliżona do
prawdziwej gdy wiatr wieje
równoległe do promienia
okręgów wokół radaru.

Gdy kierunek wiatru jest
prostopadły do promienia,
prędkość radialna wynosi
zero (kolor biały), nawet
jeśli rzeczywista prędkość
jest większa.



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



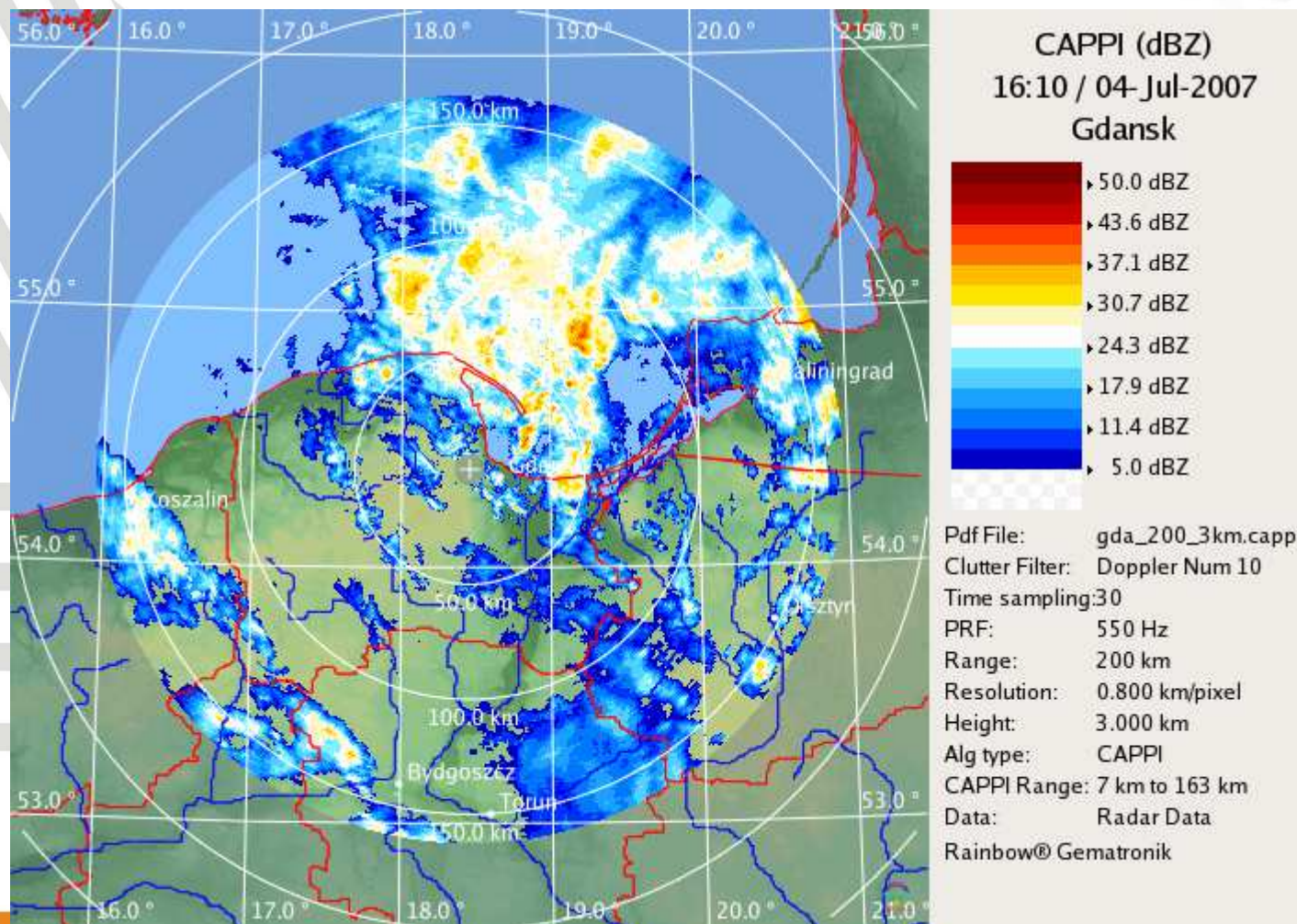
Produkty i zastosowanie

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Podstawowe produkty - CAPPI



Pomiar odbiciowości na stałej wysokości. Wadą jest ograniczony zasięg możliwego pomiaru stałej wysokości.

Dla wysokości 1 km jest to maksymalnie 70 km, dla 3 km jest to maksymalnie około 160 km.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



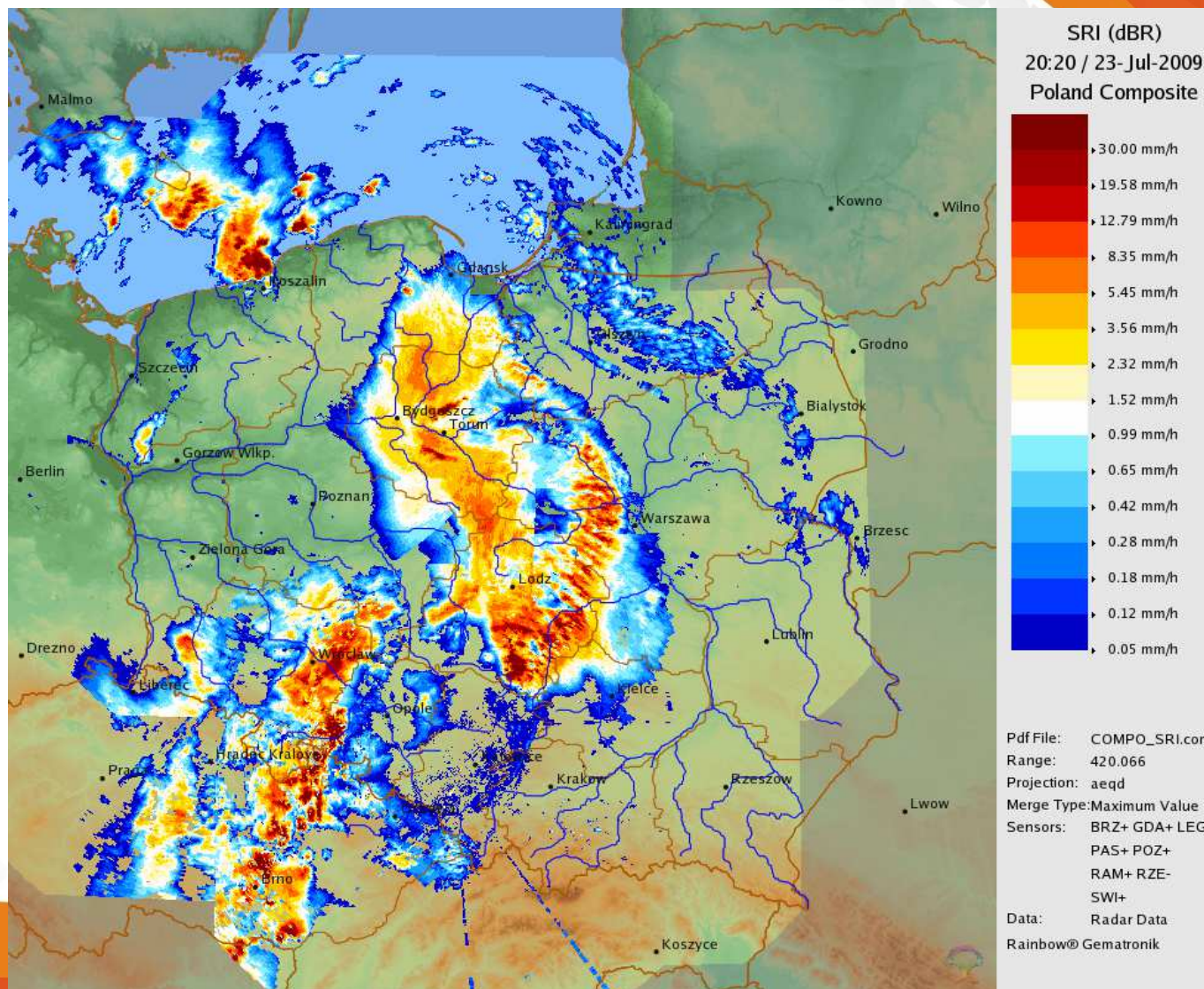
Podstawowe produkty - SRI

Każdy skan oszacowuje chwilowe natężenie opadów.

Przeliczone jest na jednostkę [mm/h].

Należy zwracać szczególną uwagę na silne opady wolno przemieszczające się lub stacjonarne.

Opady z gradem mogą być przeszacowane.



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

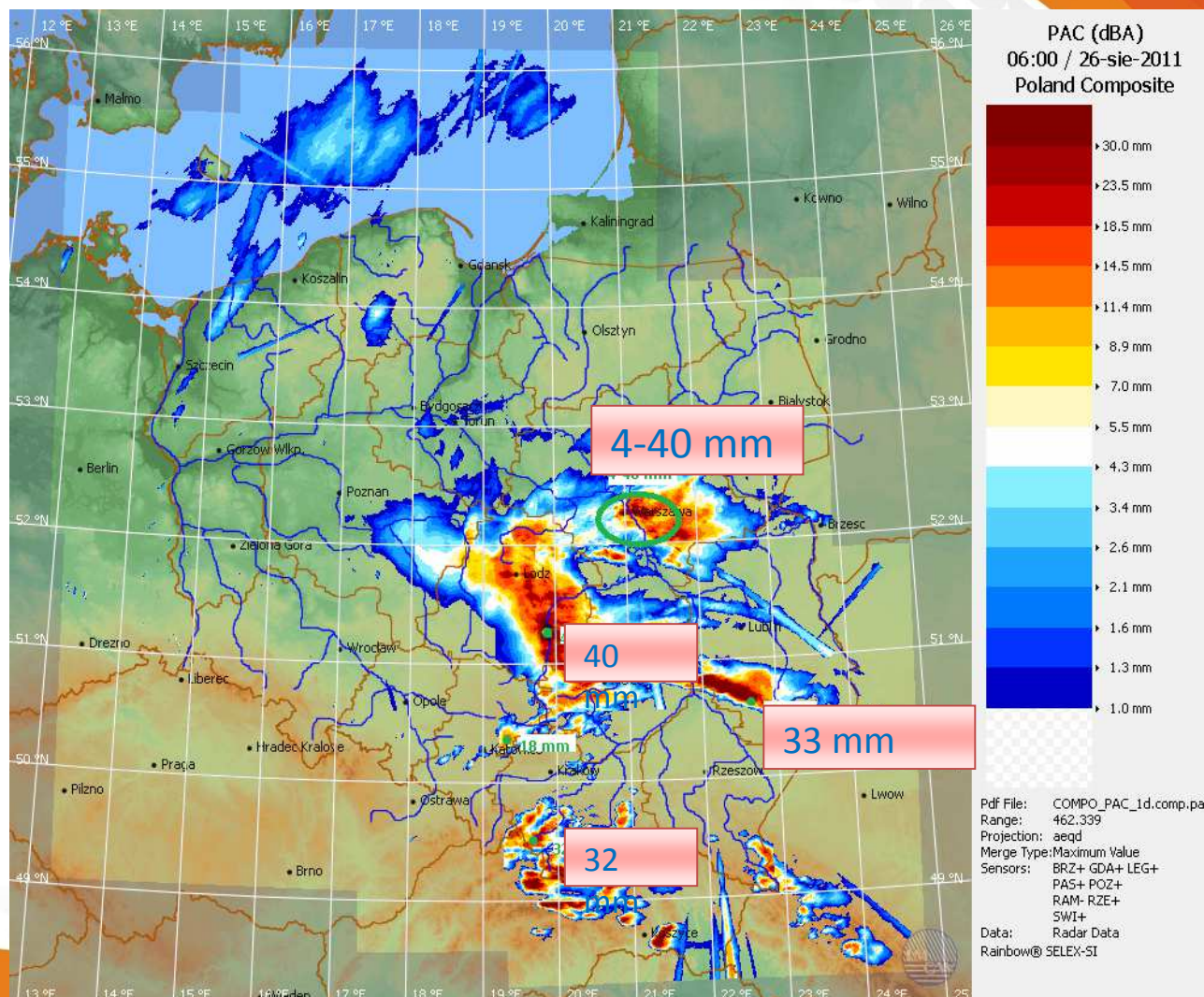
Państwowy Instytut Badawczy



Podstawowe produkty - PAC

Aby poznać faktyczną sumę opadu należy wybrać czas trwania akumulacji.

Produkt PAC może zliczać opad np z 1h, 6h, 24h.

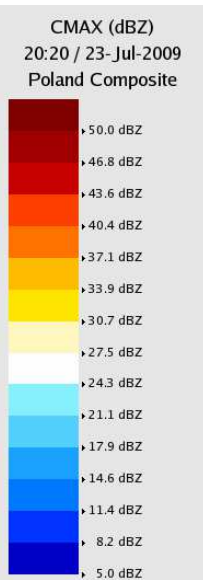
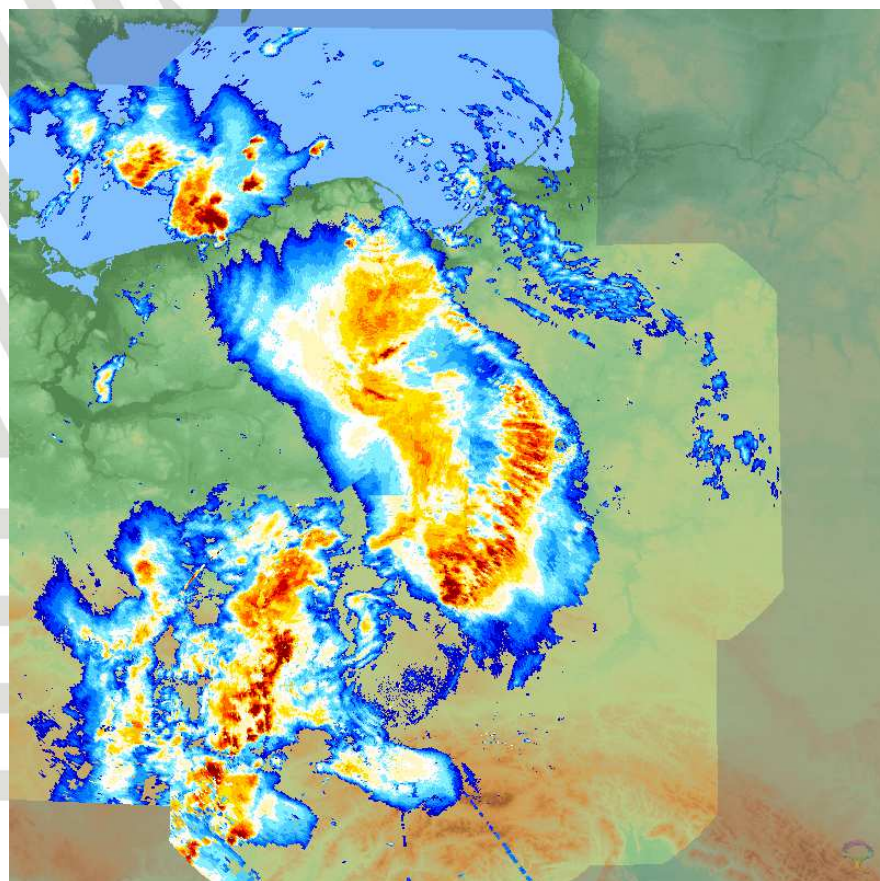


Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Podstawowe produkty – CMAX



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

POGODYNKA.PL
SERWIS POGODOWY IMGW

POLSKA EUROPA ŚWIAT BAŁTYK GÓRY

Aktualna pogoda Radary Ostrzeżenia Indeks UV

Korzystaj z aplikacji mobilnych: Pogodynka oraz PogodynkaPro dostępnych na Android i iOS.

Wydano ostrzeżenie hydrologiczne - Ujściowy odcinek Wisły (pomorskie)

Polska >> Radary

2013/04/22 10:40:00

Siatka Miasta Kontur Rzeki Polfiz

Legenda:

- 80.00 dBZ
- 56.07 dBZ
- 52.14 dBZ
- 48.21 dBZ
- 44.29 dBZ
- 40.36 dBZ
- 36.43 dBZ
- 32.50 dBZ
- 28.57 dBZ
- 24.64 dBZ
- 20.71 dBZ
- 16.79 dBZ
- 12.86 dBZ
- 8.93 dBZ
- 5.00 dBZ

dBZ	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
R [mm/h]	0,07	0,15	0,3	0,6	1,3	2,7	5,6	11,5	23,7	48,7	100	205
Opis opadu	Słaby			Średni			Silny		Bardzo silny		Ekstremalny (grad)	

Odbiciowość maksymalna. Daje wyraziste obrazy, ale gorsze oszacowanie intensywności. Dostępny na stronie pogodynka.pl



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

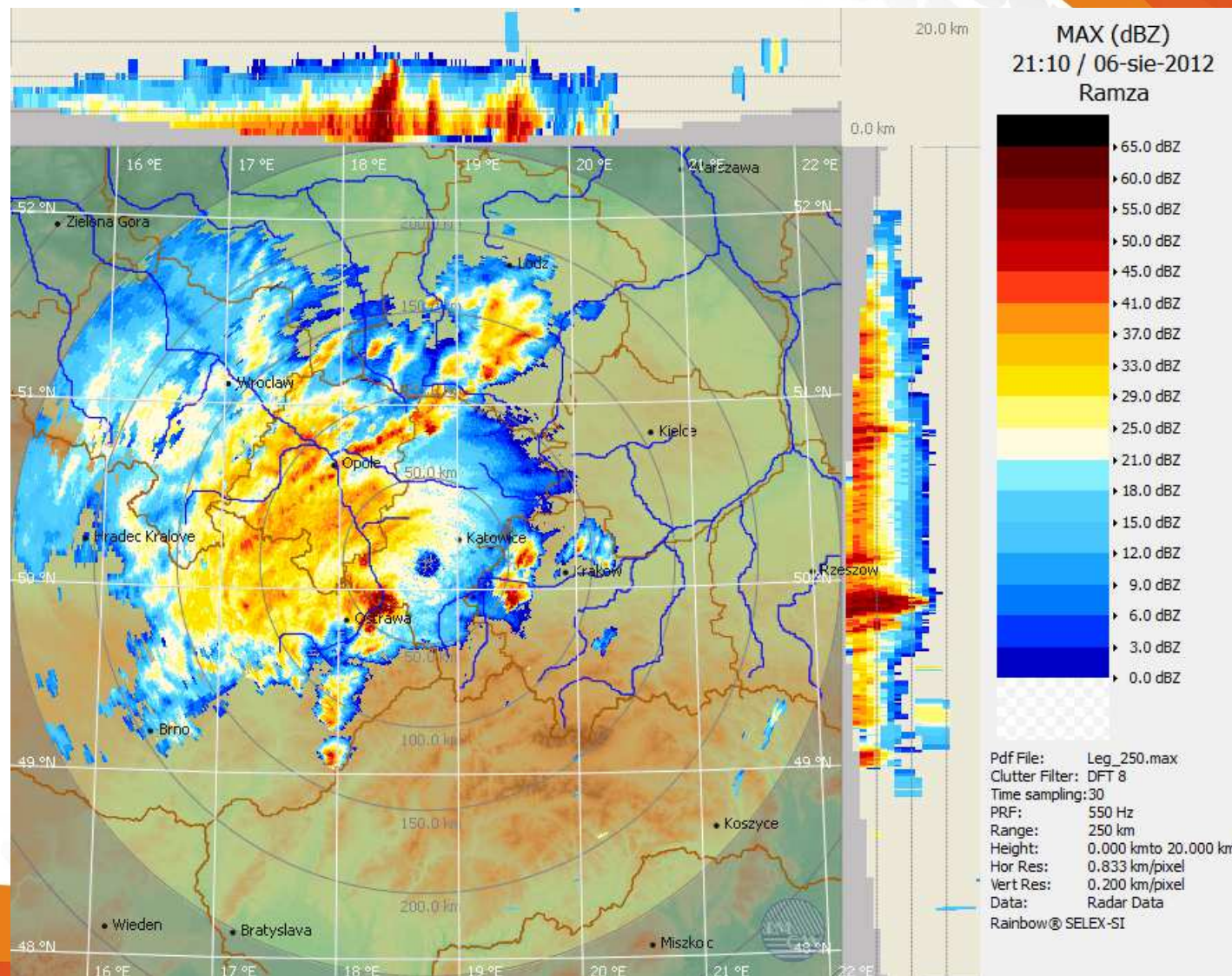
Państwowy Instytut Badawczy



Podstawowe produkty - MAX

Produkt MAX podkreśla najsilniejszą odbiciowość z całego pionowego przekroju chmury, jaki przecina radar.

Obrazy burz są bardziej wyraziste, pionowe przekroje rzutowane są na osie pionową i poziomą.

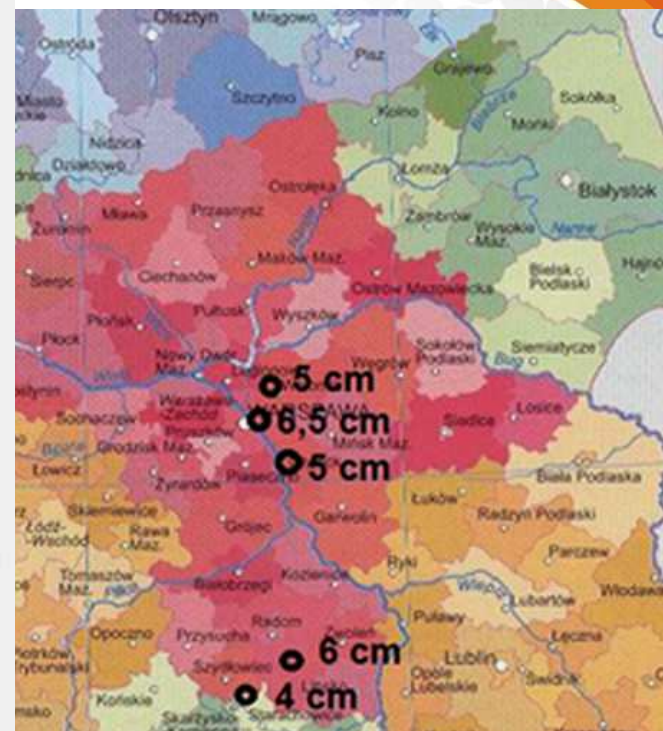
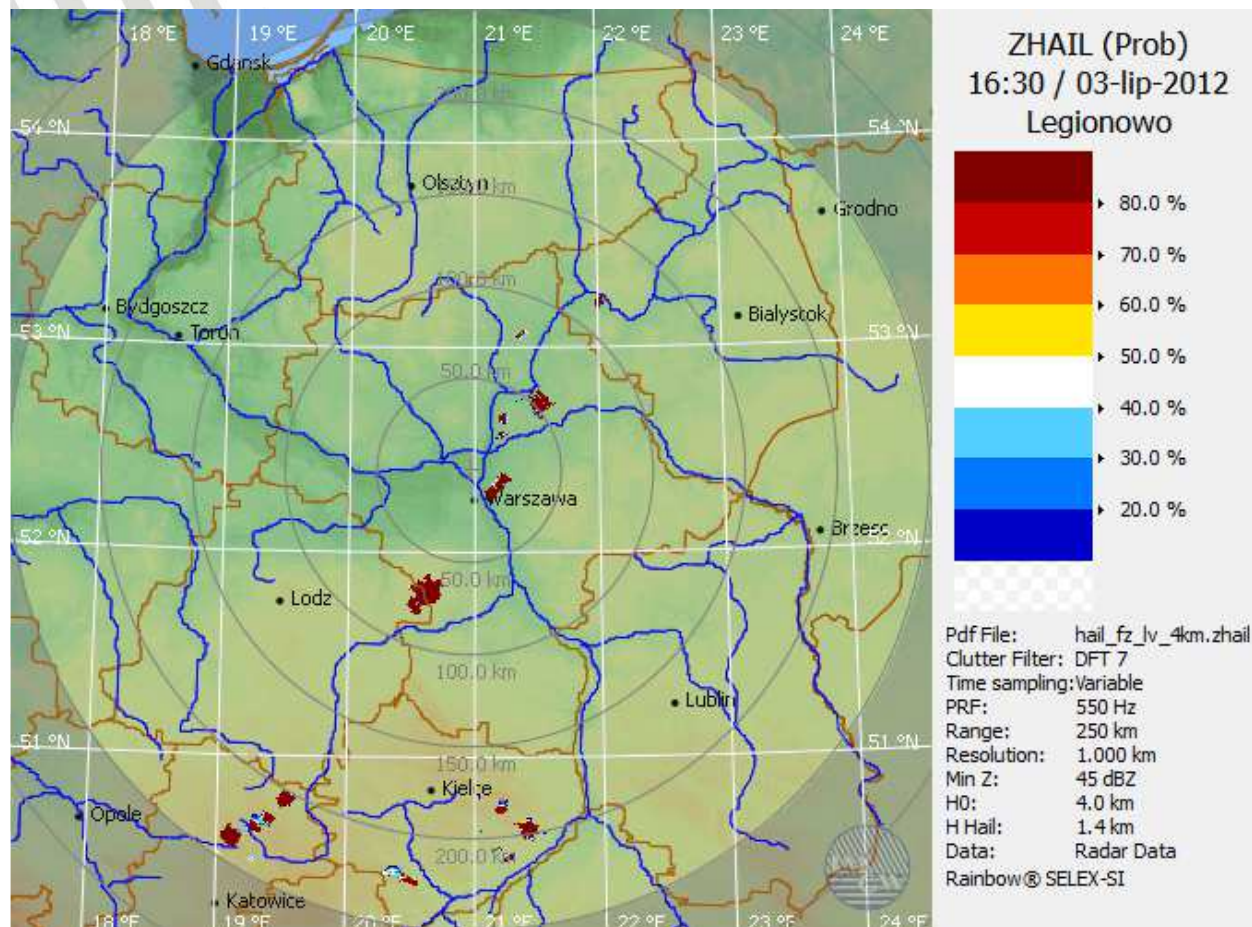


Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Podstawowe produkty - ZHAIL



Produkt do detekcji opadów gradu. Bardzo dobra jakość, ale nie potrafi określić wielkości opadu. Na obrazie po prawej, mapa największych obserwacji z całego danego dnia. Po lewej, chwilowa aktywność gradowa z radaru.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

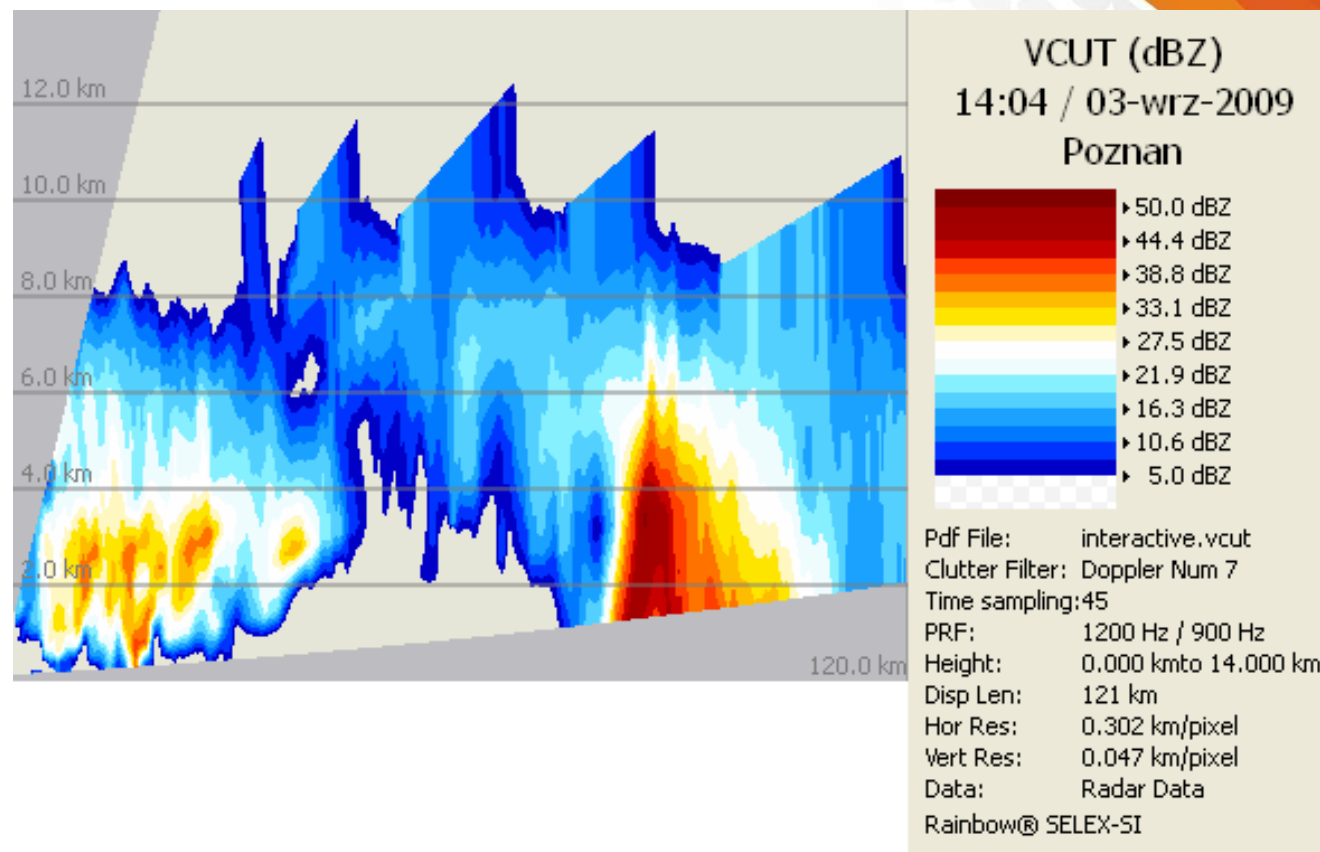
Państwowy Instytut Badawczy



Zaawansowane produkty – przekroje pionowe VCUT

Dla analizy pionowego przekroju struktur chmurowych dostępne są pionowe cięcia wszystkich elewacji.

„Zęby” na górnej krawędzi wskazują na elewację, z której pochodzi obraz.



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

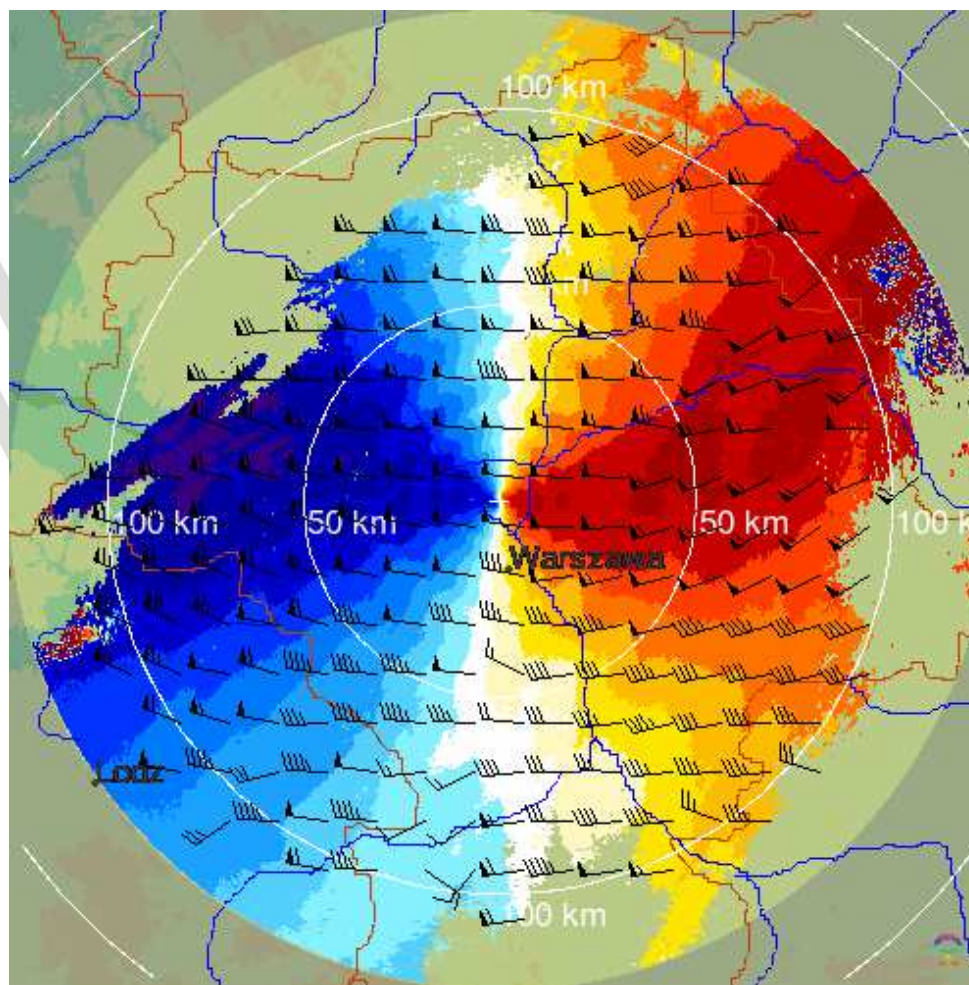
Państwowy Instytut Badawczy



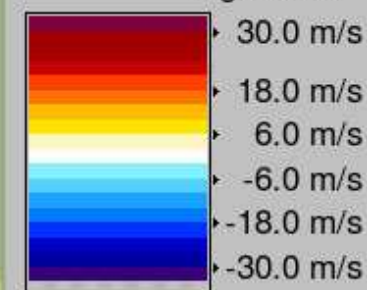
Zaawansowane produkty – Doppler CAPPI

Specjalne algorytmy pozwalają na interpretację kierunku i prędkości wiatru w skanie dopplerowskim.

Tym niemniej obrazy dopplerowskie są trudne w interpretacji i wymagają wprawy.



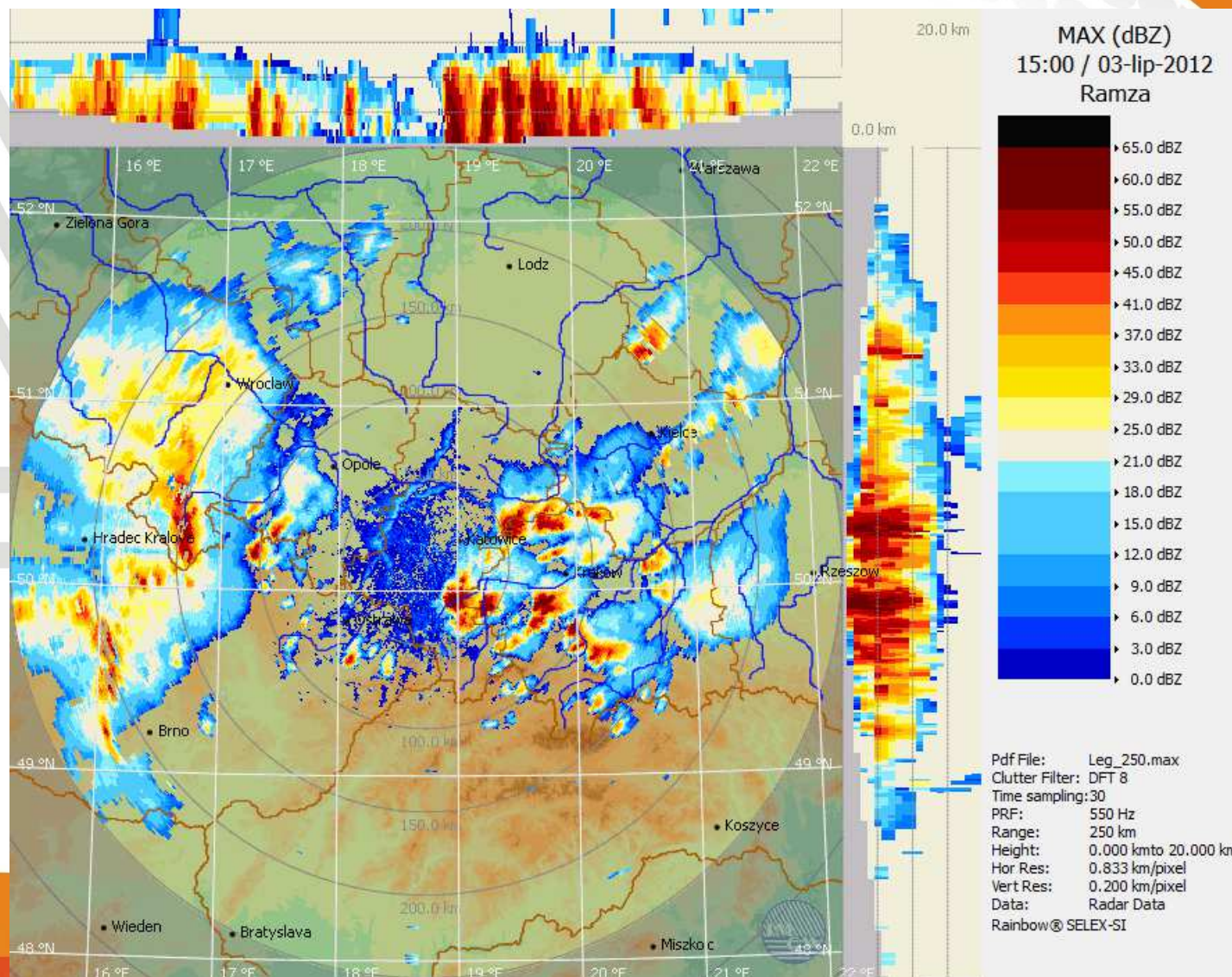
CAPPI (V)
22:15 / 18-Nov-2009
Legionowo



Pdf File: leg_2.cappi
Clutter Filter: IIRDoppler
Num 5 to 11
Time sampling: 31 to 75
PRF: 1200 Hz / 900 Hz
Range: 125 km
Resolution: 0.500 km/pixel
Height: 2.000 km
Alg type: PCAPPI
CAPPI Range: 4 km to 120 km
Data: Radar Data
UWT: 22:15
Rainbow® Gematronik



Śledzenie opadów - animacja

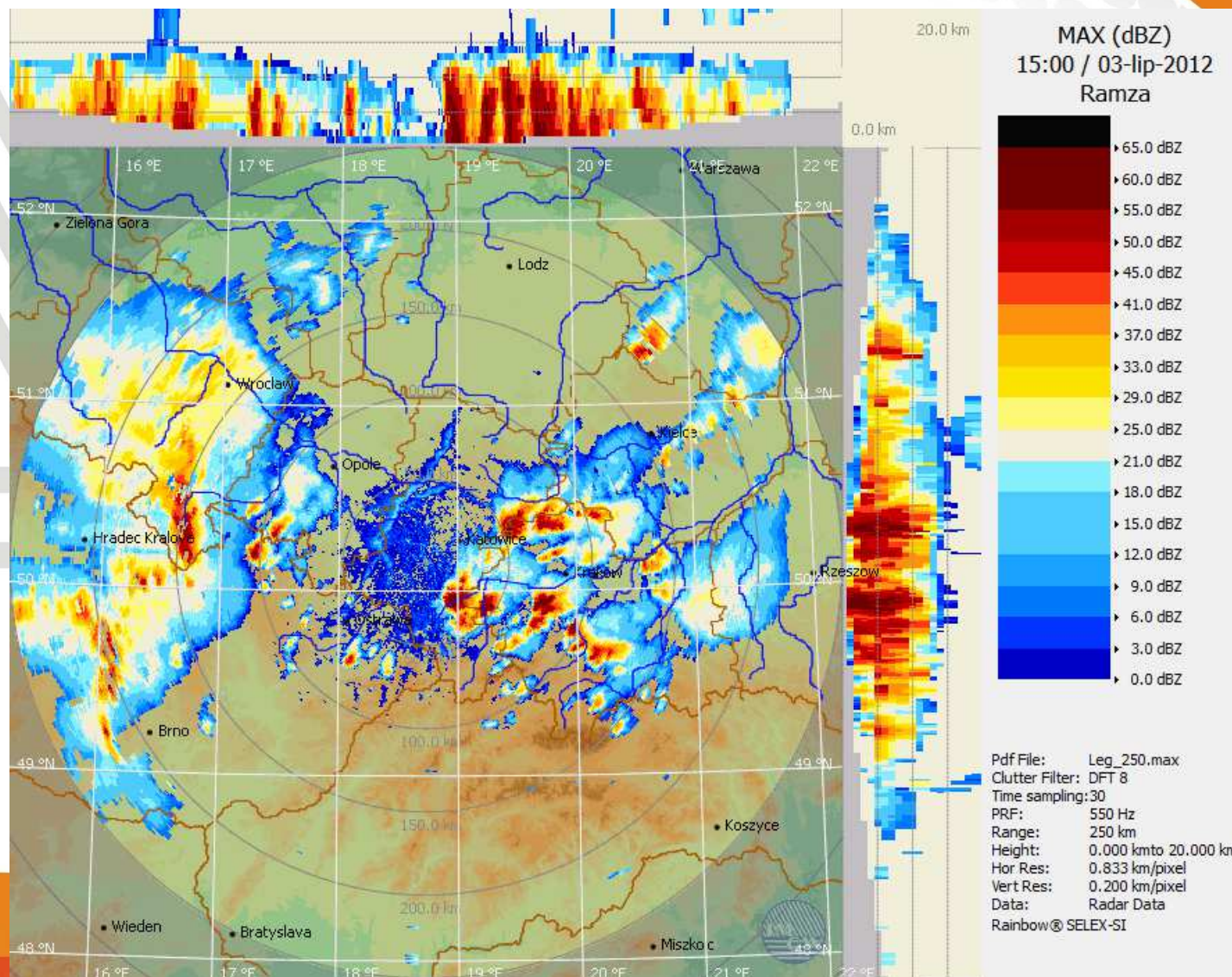


Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy

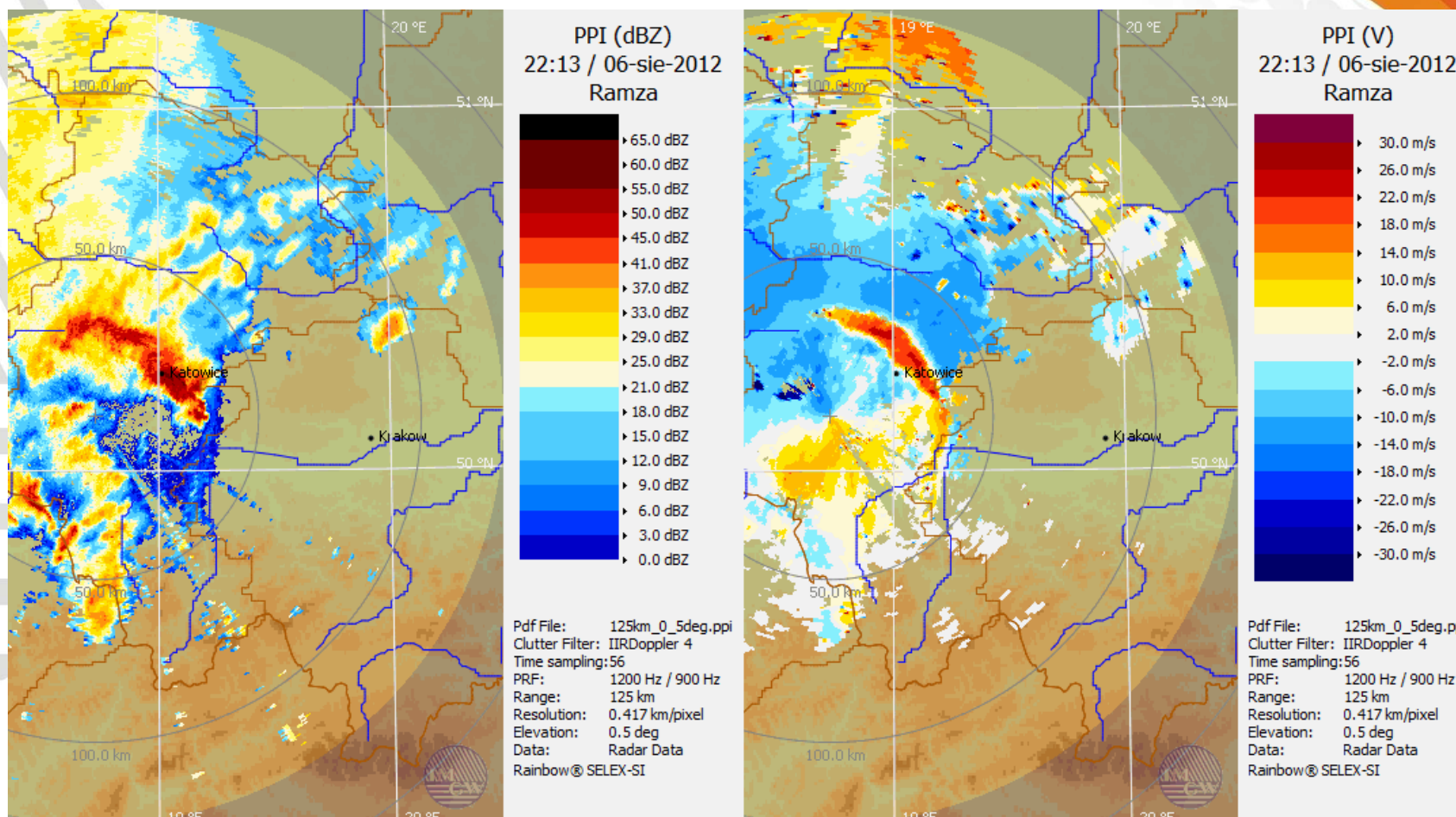


Śledzenie opadów - animacja





Śledzenie opadów - animacja



Jednoczesne zastosowanie pomiaru odbiciowości i prędkości dopplerowskiej pozwala na dodatkowe uszczegółowienie charakteru danej burzy. Na obrazku powyżej front burzowy (po lewej, odbiciowość) z podkreślonym zagrożeniem porywami szkwałowymi wykrytymi w pomiarze prędkości (obraz po prawej).



Śledzenie opadów - animacja

- Radar daje informację o lokalizacji i intensywności (jakościowo) opadów na przestrzeni prawie całego kraju.
- Zaawansowane produkty przetworzone pozwalają na identyfikację silnych opadów, gradu, potencjalnych obszarów zagrożonych silnymi porywami wiatru (ekspertyza)
- Obrazy radarowe należy traktować jako detekcja niewprost, najlepiej jeżeli obserwacje te są potwierdzone przez pomiary naziemne.
- Ograniczenia związane z zasięgiem i typem obiektów zmuszają nas przyjąć, że radar nie zawsze zaobserwuje zjawisko, które notuje się w danym obszarze.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Bibliografia

- Charakterystyka produktów radarowych – Podręcznik użytkownika, I. Tuszyńska, 2011
- Meteorologia radarowa - Podręcznik użytkownika informacji radarowej IMGW, I. Tuszyńska, S. Moszkowicz, 2006

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Dziękuję za uwagę

Mateusz Barczyk
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Państwowy Instytut Badawczy
01-673 Warszawa, ul.: Podleśna 61
Tel. (22) 56-94-151
Fax. (22) 56-94-151

mateusz.barczyk@imgw.pl
www.imgw.pl
www.pogodynka.pl