

**MARTIN SETVÁK** [setvak@chmi.cz](mailto:setvak@chmi.cz)  
**ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV**

<http://www.setvak.cz>



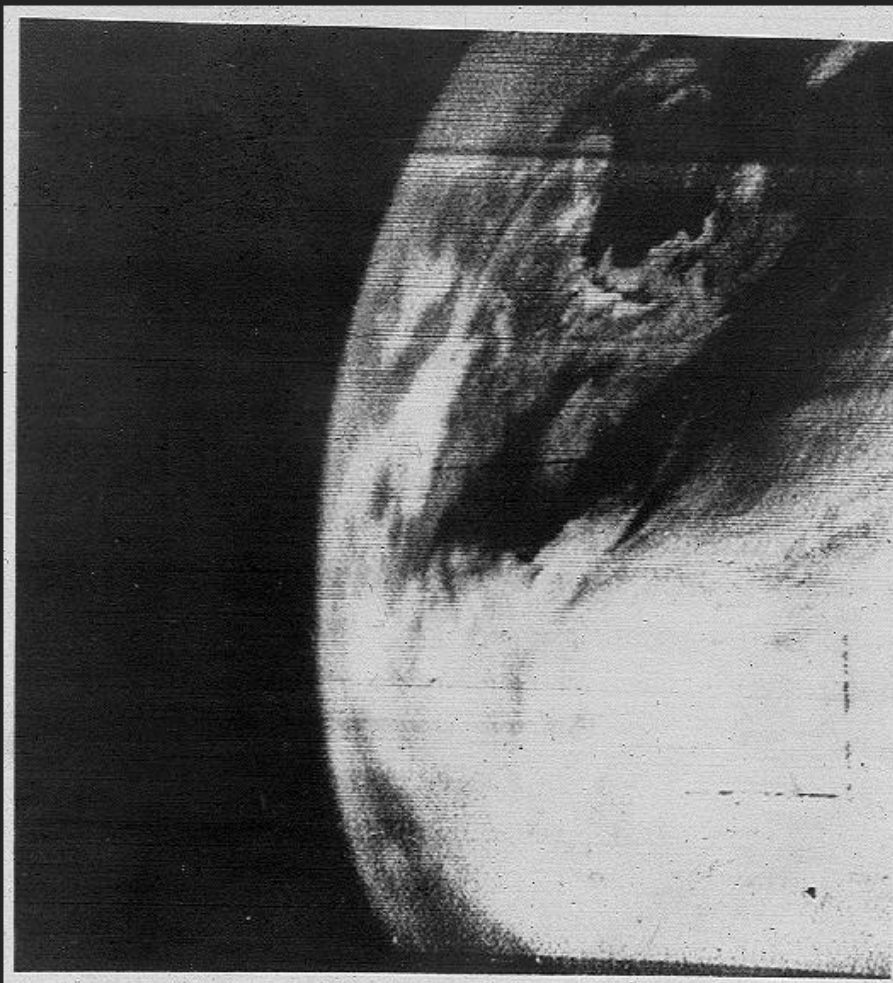
# **METEOROLOGICKÉ DRUŽICE**

UVHK FS VUT v Brně, 7. 12. 2011

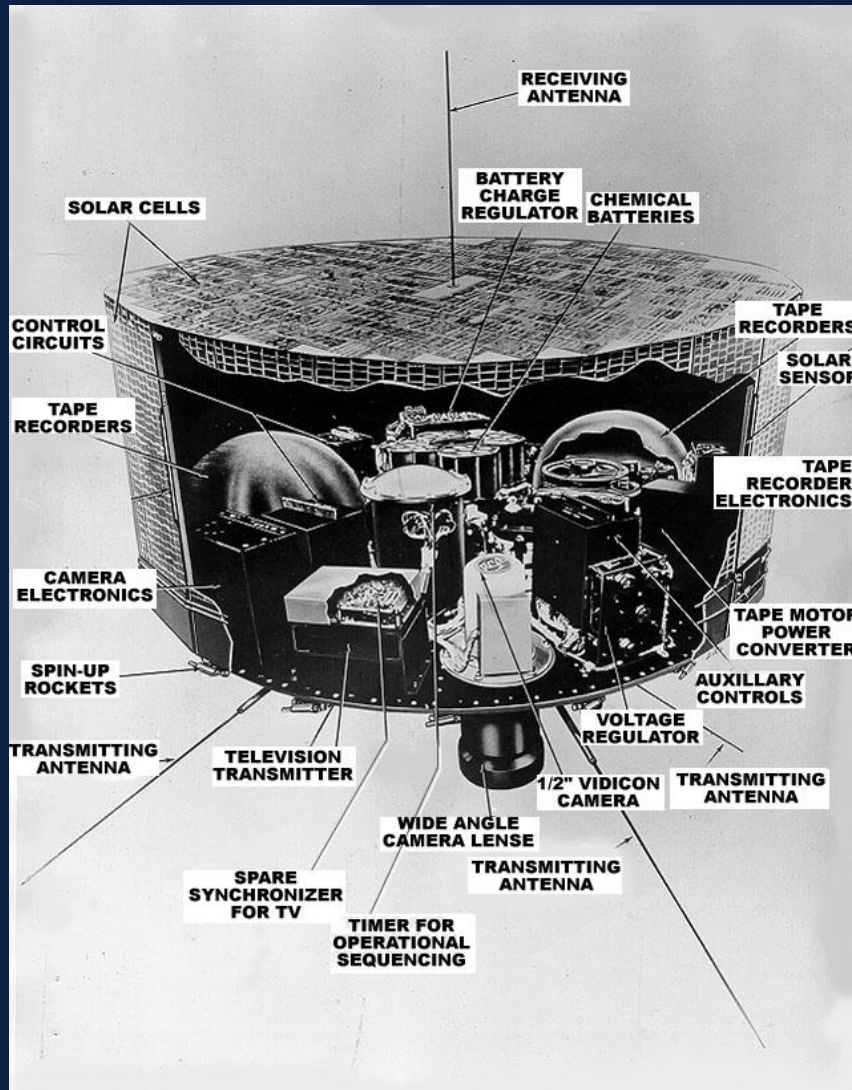
## 1. 4. 1960: *TIROS 1*



FIRST TELEVISION PICTURE FROM SPACE  
TIROS I SATELLITE  
APRIL 1, 1960

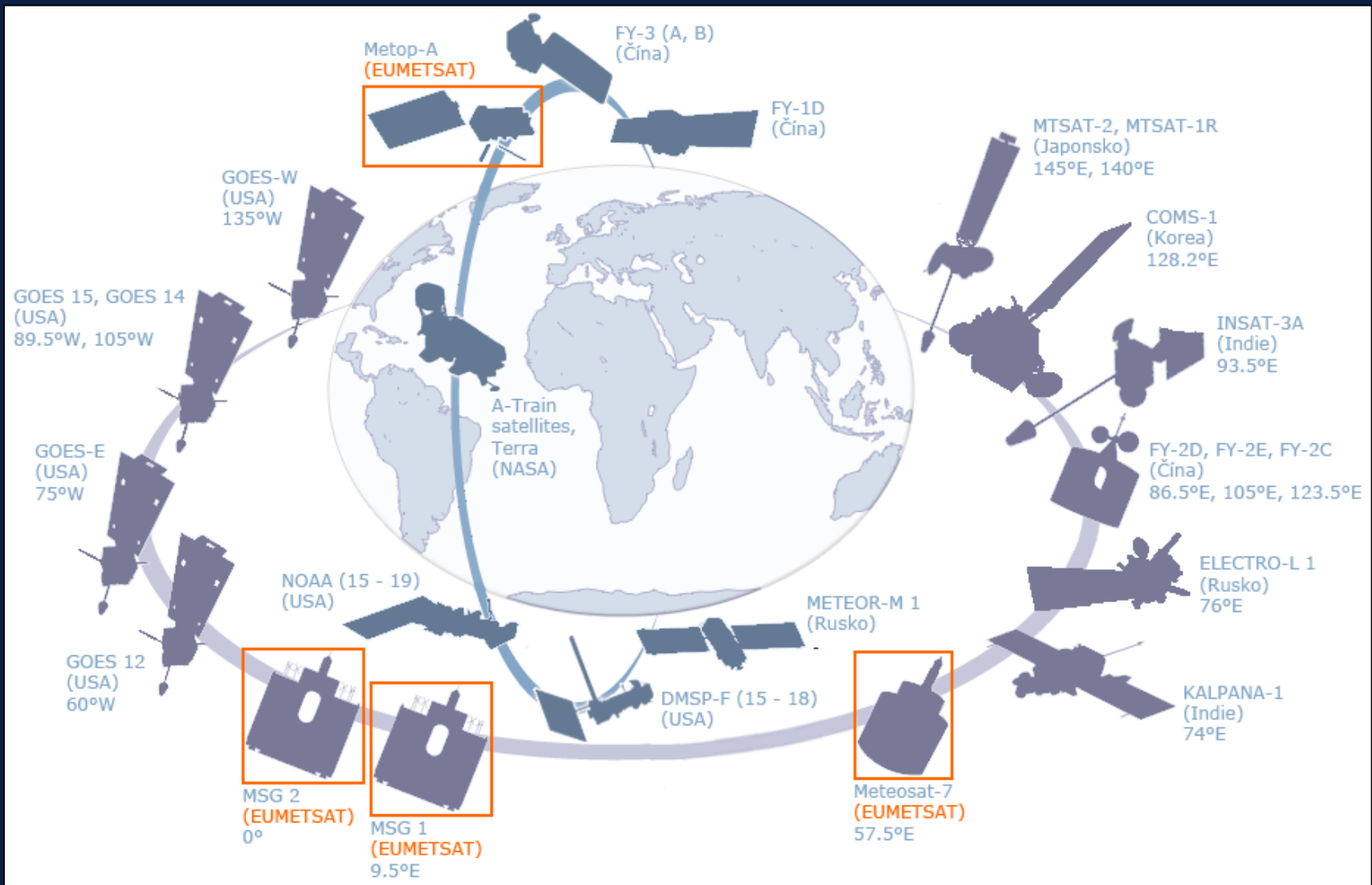


# 1. 4. 1960: TIROS 1





# Globální systém meteorologických družic (stav: 2011)





# ***GEOSTACIONÁRNÍ DRUŽICE***



# Družice na geostacionární (geosynchronní) dráze

zkráceně ***GEOSTACIONÁRNÍ DRUŽICE***

Poloměr kruhové dráhy: ***42 168 km***    sklon dráhy: 0

- výška dráhy nad zemským povrchem na rovníku ~ 35 790 km
- doba oběhu družice kolem Země totožná s dobou rotace Země
- družice zdánlivě „pevně visí“ nad určitým místem na zemském povrchu

# Geostacionární družice

- první myšlenky na využití geostacionární dráhy pro umístění umělých družic Země - 20. léta 20. století (jak na úrovni vědecko-fantastické literatury, tak v odborných člancích)
- 1945 - Arthur C. Clarke písemně formuluje myšlenky na využití geostacionární dráhy pro telekomunikační družice, explicitně se zmiňuje i o využití těchto družic pro účely meteorologie

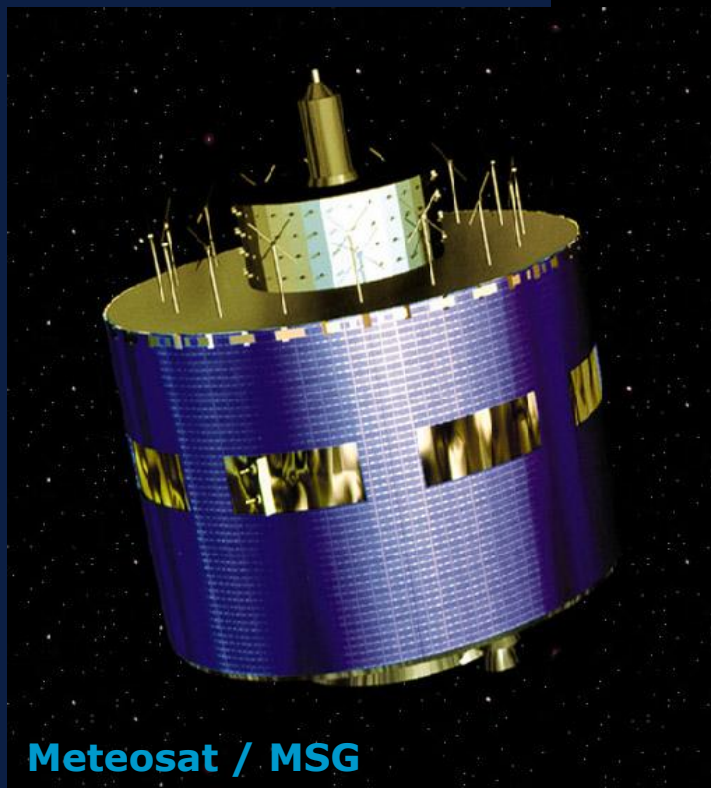
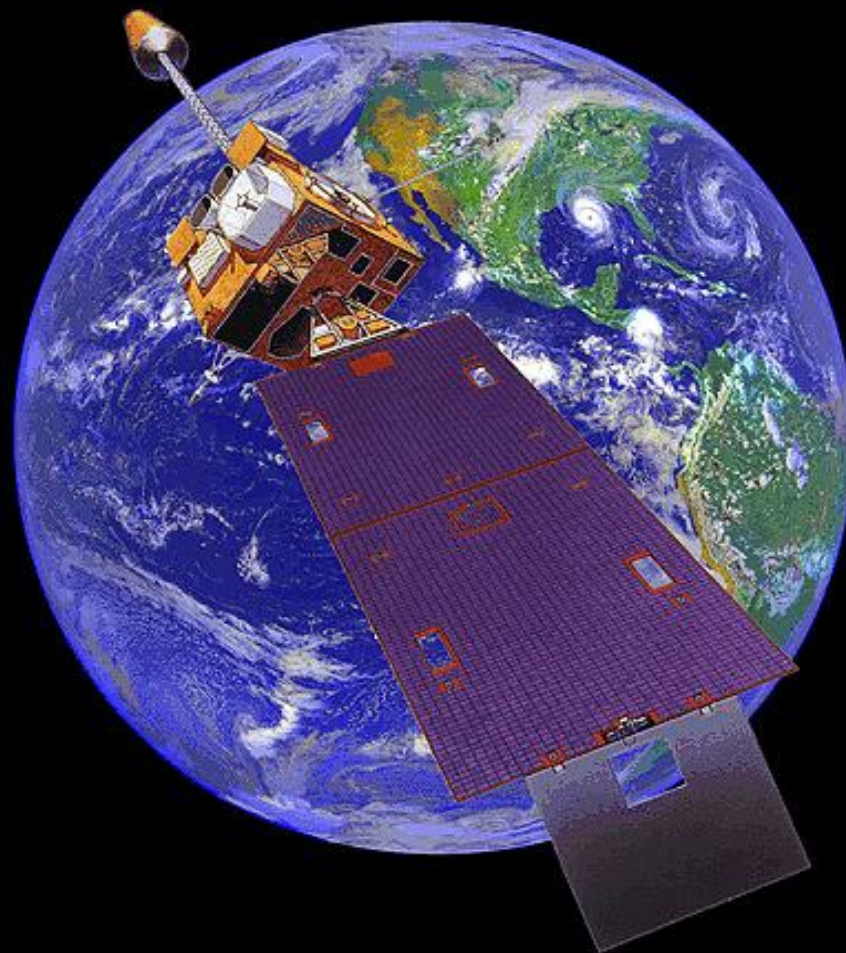


# Geostacionární družice

- 1966 - první experimentální meteorologická družice na geostacionární dráze (ATS-1)
- 1966 - start první operativní meteorologické družice na polární dráze (ESSA-1)
- 1974 - start první operativní meteorologické družice na geostacionární dráze (SMS-1)
- 1977 - start první japonské (GMS-1) a první evropské (Meteosat-1) meteorologické družice na geostacionární dráze
- 1978 - start družice TIROS-N, první ze současné série polárních družic NOAA (nyní NOAA 15 až 19)
- 1994 - start první ruské meteorologické družice na geostacionární dráze (GOMS-1)

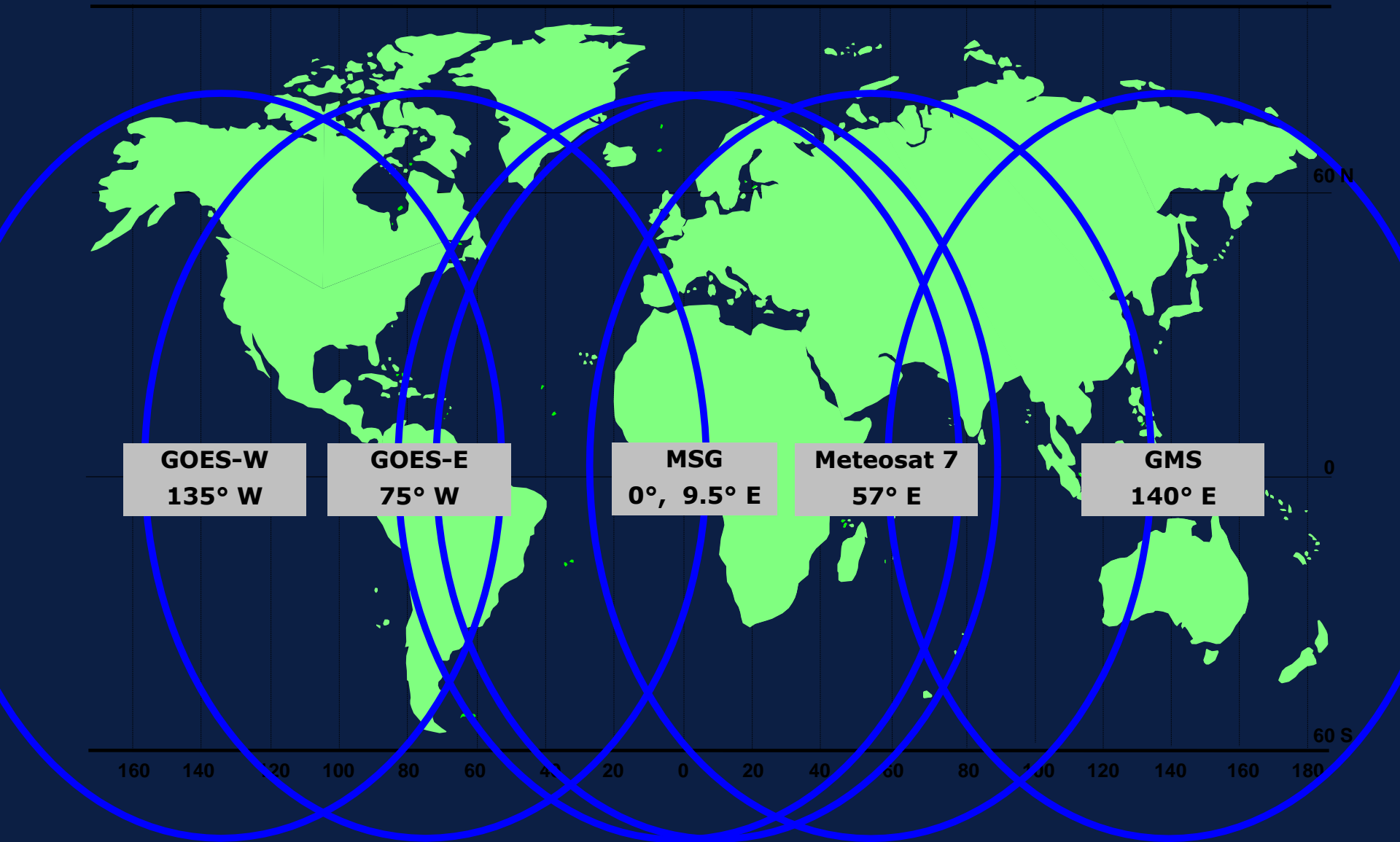
# Geostacionární družice

GOES 8 – 15



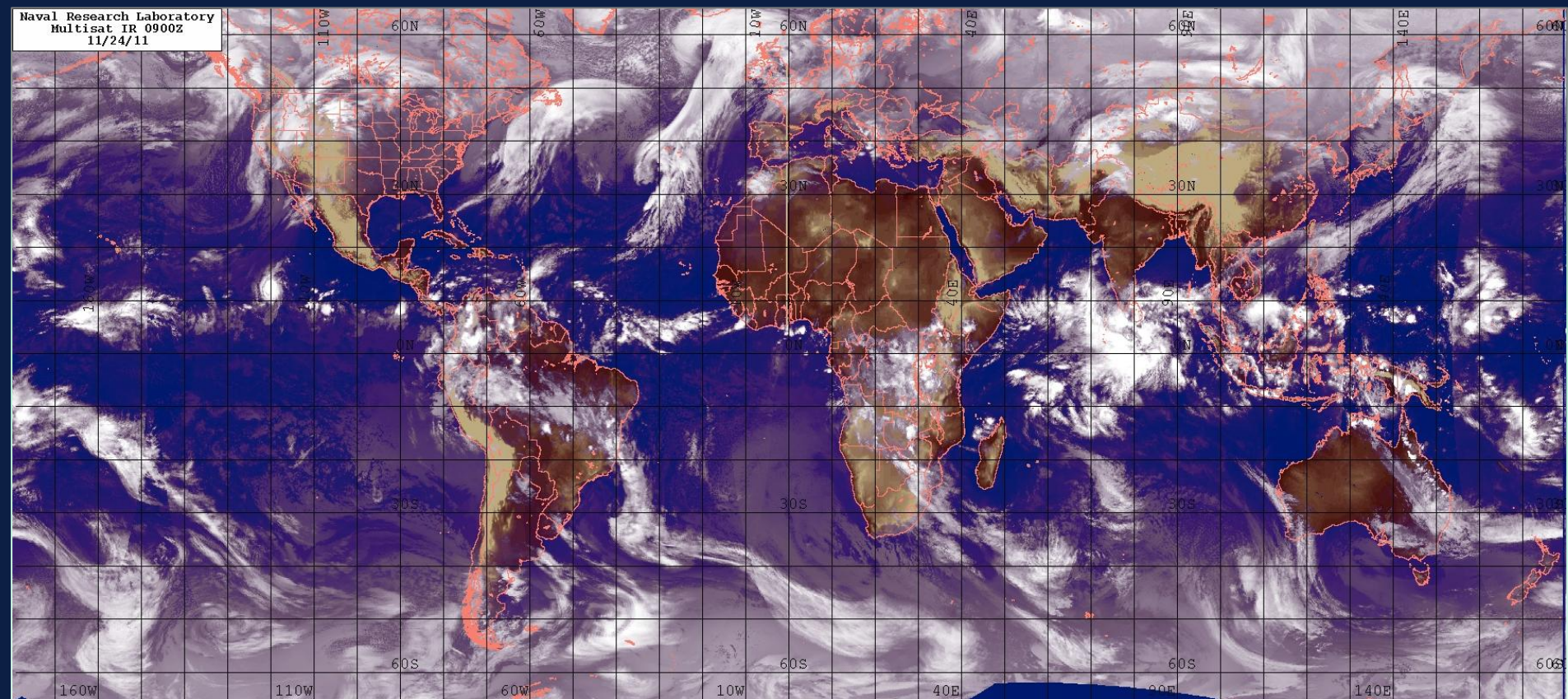
Meteosat / MSG

# Geostacionární družice





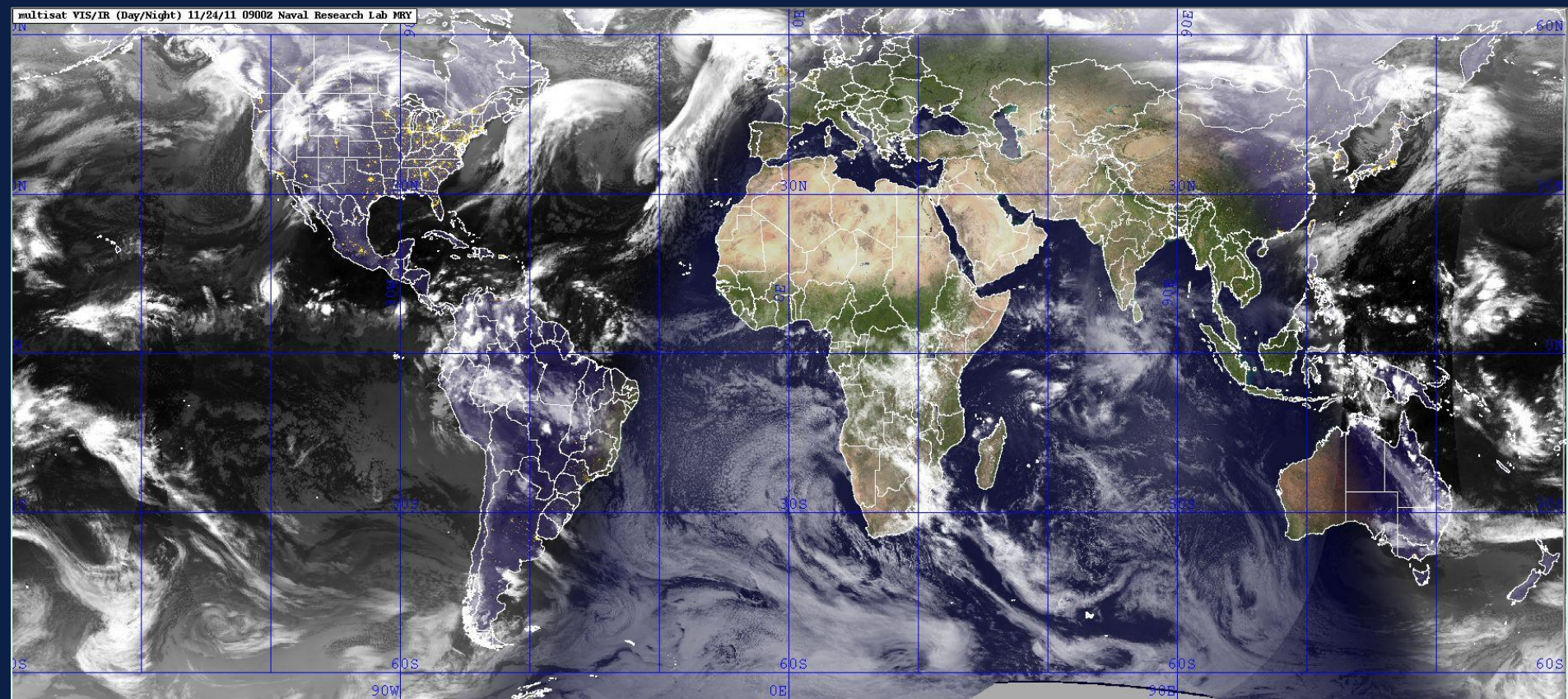
# Mozaika snímků z geostacionárních družic



Zdroj a aktuální mozaiky: [NLR](#)



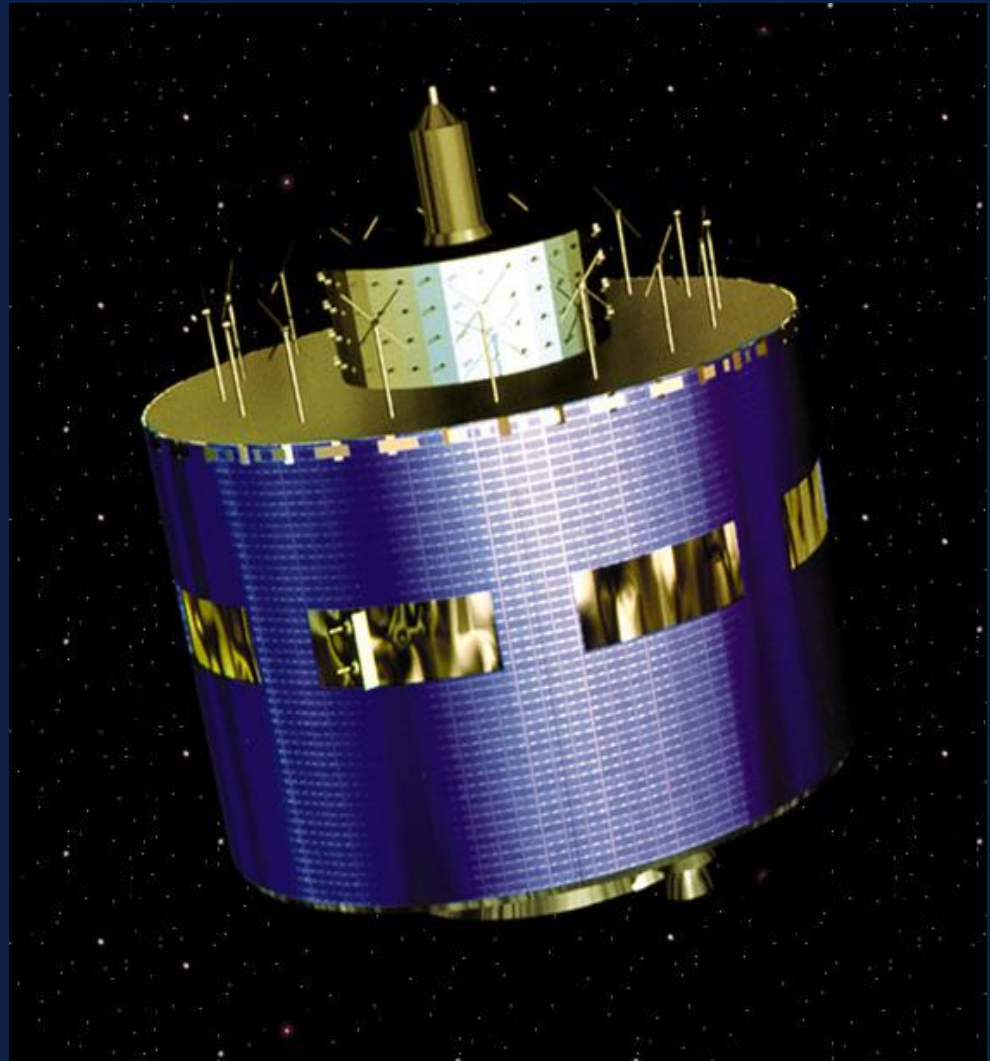
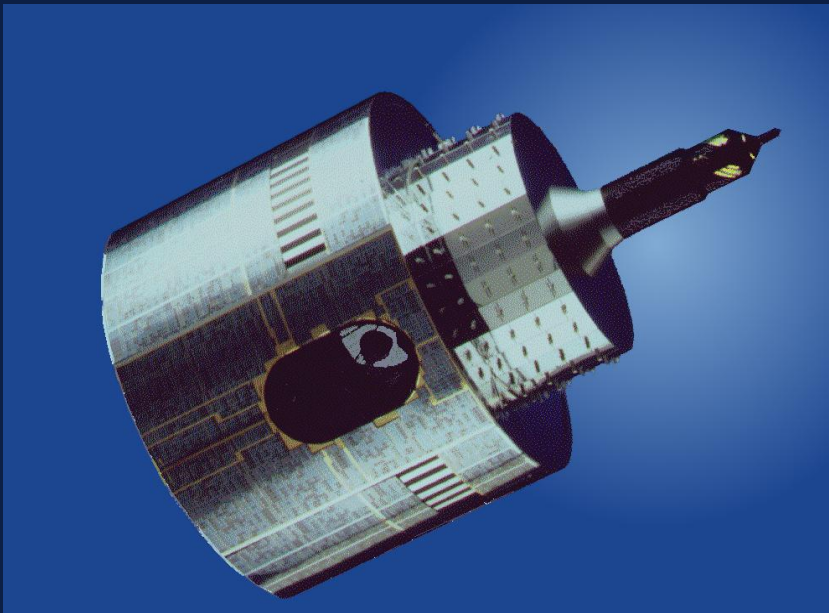
# Mozaika snímků z geostacionárních družic



Zdroj a aktuální mozaiky: [NLR](#)



***Družice Meteosat,  
resp. MSG***





*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*



## *European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*

- listopad 1977 – vypuštění družice Meteosat-1 organizací ESA
- leden 1981 – rozhodnutí o zřízení nezávislé organizace EUMETSAT
- březen 1984 – zřízení sekce EUMETSAT uvnitř ESA
- **19. 6. 1986** – osamostatnění organizace EUMETSAT, 16 členských států, sídlo v německém Darmstadtu

## *European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*

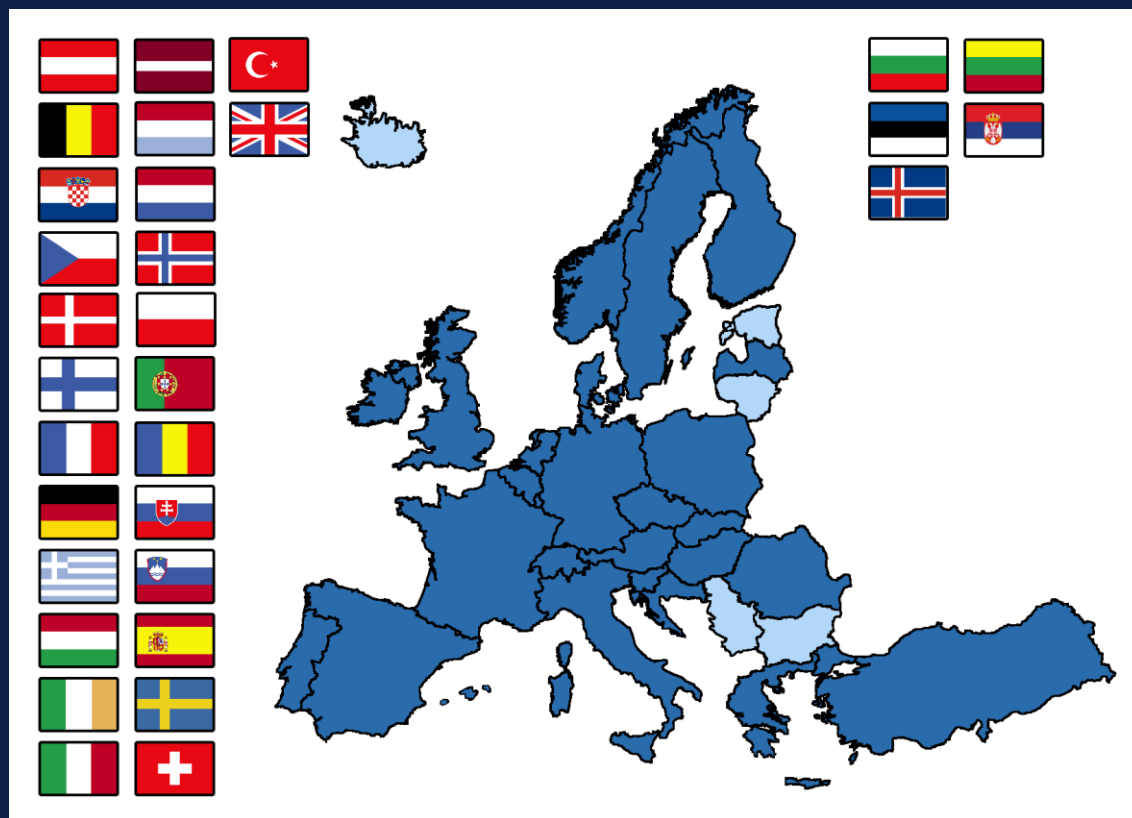
- listopad 1977 – vypuštění družice Meteosat-1 organizací ESA
- leden 1981 – rozhodnutí o zřízení nezávislé organizace EUMETSAT
- březen 1984 – zřízení sekce EUMETSAT uvnitř ESA
- **19. 6. 1986** – osamostatnění organizace EUMETSAT, 16 členských států, sídlo v německém Darmstadtu
- únor 1992 – první formální smlouva (o využívání dat) uzavřená se státem mimo organizaci EUMETSAT – ČSFR, uzavřená s ČHMÚ a SHMÚ
- březen 2005 – ČR spolupracujícím státem
- podzim 2008 – zahájení jednání o změně členství ČR ze spolupracujícího na plné
- červen 2009 – podpis smlouvy o změně členství ČR ze spolupracujícího na plné
- **květen 2010 – Česká republika plným členem organizace EUMETSAT**



*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*

*Členské a  
spolupracující státy*

*(listopad 2011)*



*Více informací k historii i současnosti EUMETSATu: <http://www.eumetsat.int>*



*Praha, 22. 6. 2009*

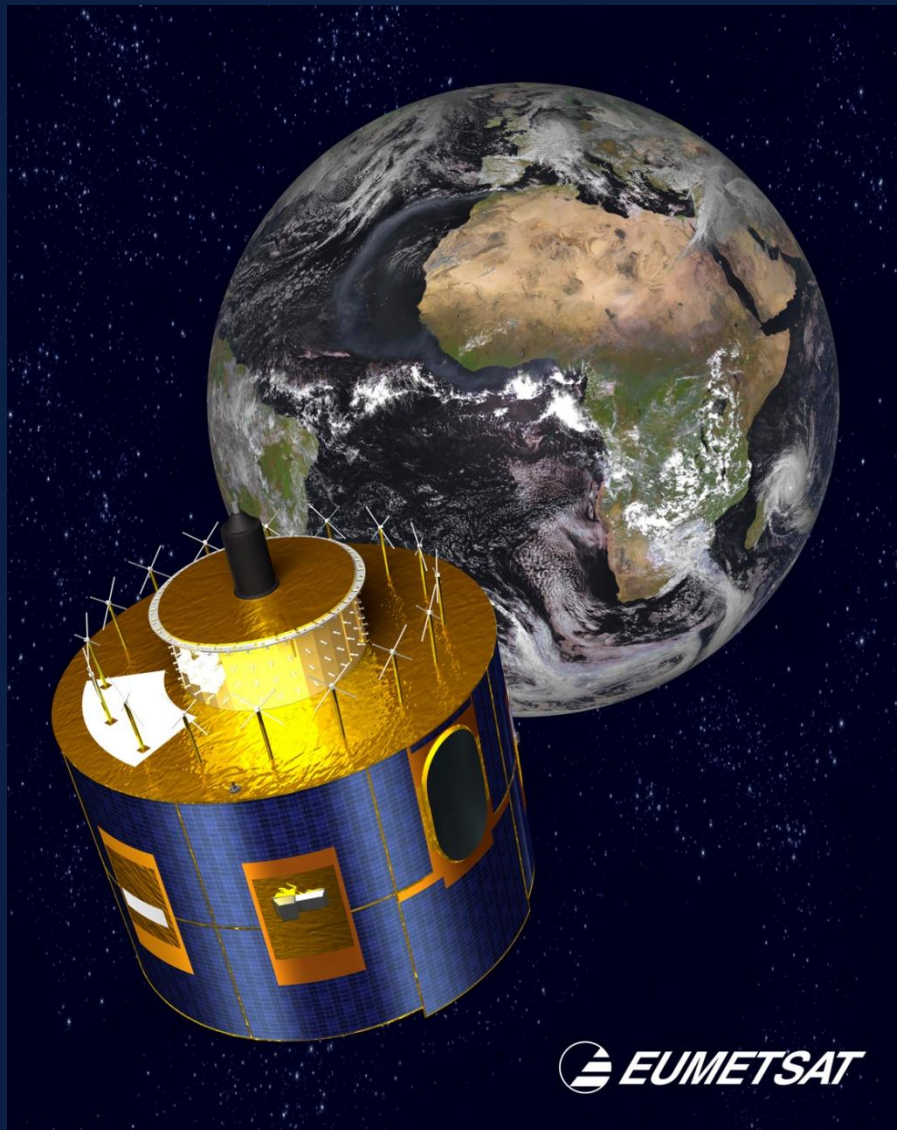
Členské poplatky: vypočítávají se z HDP daného státu, jsou odvozeny z celkového rozpočtu EUMETSATu. V současnosti (listopad 2011) tvoří členský příspěvek ČR 0,81% celkového rozpočtu EUMETSATu.

Roční poplatek za plné členství ČR: **2,5 mil. EUR** (platné pro 2012). Postupně bude narůstat v souvislosti s novými programy, např. MTG a EPS-SG. Platí MZV.

Vstupní poplatek za plné členství: trojnásobek ročního poplatku za plné členství, snížený o částku již zaplacenou daným státem jako poplatky za spolupracující členství.

V případě ČR tento poplatek činí cca 5 mil. EUR (splatný ve čtyřech ročních splátkách). Platí MŽP.

# Meteosat Second Generation (MSG)



MSG-1: 28. 8. 2002 22:45 UTC  
(Meteosat 8)

MSG-2: 21.12. 2005 22:33 UTC  
(Meteosat 9)

-----  
MSG-3 ... 2012/06-07 (Meteosat 10)

MSG-4 ... 2015/02 (Meteosat 11)

Plánovaná životnost systému MSG:  
přibližně do roku 2020

-----  
Od roku 2017 nástup třetí generace  
(Meteosat Third Generation, MTG)



# Meteosat Second Generation (MSG)

## Meteosat druhé generace (Meteosat 8, 9, 10 a 11)

## Meteosat první generace (Meteosat 1 až 7)

- 12 channels enhanced imaging and pseudo sounding radiometer.

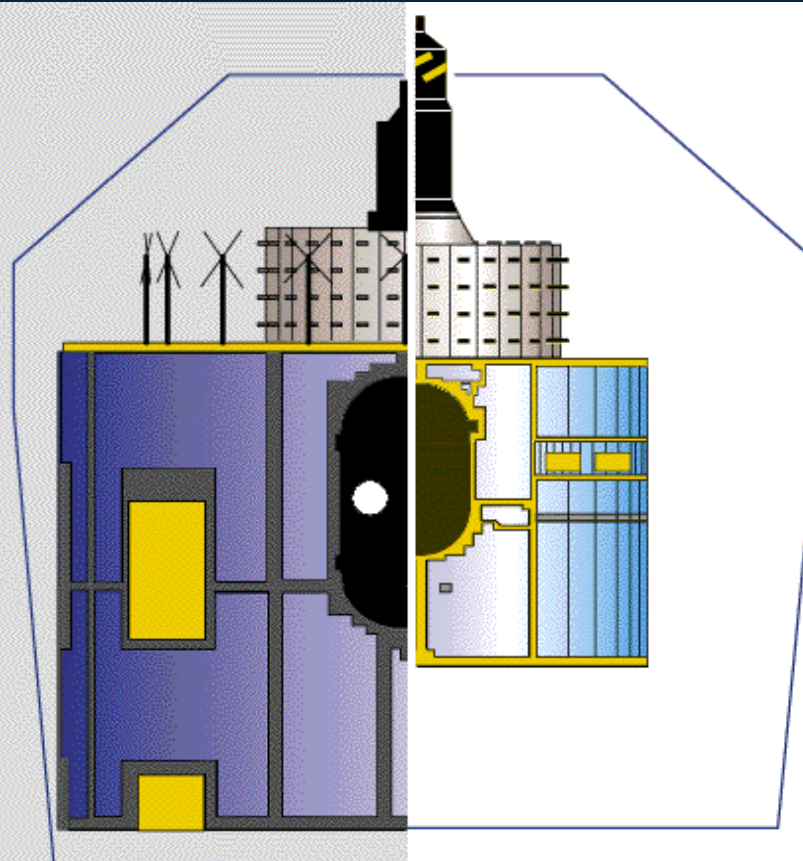
- 100 rpm spin stabilized body

- Bi-propellant unified propulsion system

- 500W power demand

- 2000kg in GTO

- Design compatibility with Ariane 4 (spelda 10) & Ariane 5



- 3 channels imaging radiometer

- 100 rpm spin stabilized body

- Solid apogee boost motor

- 200W power demand

- 720 kg in GTO

- Flight qualified with Delta 2914, Ariane 1-3-4

# Meteosat Second Generation (MSG)

	<b>Meteosat (1. generace)</b>	<b>MSG</b>
Visible/NIR/SWIR channels	1	3 + HRV
IR window	1	4
IR Water Vapour absorption	1	2
Other IR absorption channels	0	2
Sampling distance	Vis: 2.5 km IR: 5 km	Vis: 3 km / HRV: 1 km IR: 3 km
Radiometric Resolution	0.4 K	0.25 K
Image Repeat Cycle	30 min	15 min
Raw Data Rate	333 kbps	3200 kbps
Data Collection System	33 regional 0.1 kbps 33 international	210 regional 0.1 kbps 40 international + 210
Primary Dissemination	HRI: 166 kbps	HRIT: 1000 kbps
Secondary Dissemination	WEFAX: analogue	LRIT: 128 kbps
Meteorological Data Distribution	MDD: up to 4x2kbps	(data in LRIT)
DCP Retransmission System	DRS: 12.5 kbps	(data in LRIT)

**Rozlišení pro oblast ČR:**

**6x9 km (IR, WV)**

**4x6 km (vše kromě HRV)  
2x3 km pro HRV**





# Meteosat Second Generation (MSG)





# Meteosat Second Generation (MSG)





# Meteosat Second Generation (MSG)



©2002 ESA - CNES / Photo Service Optique CSC





# Meteosat Second Generation (MSG)



© 2005 ESA - CNES - CNRS - CNRS/CEOS - CNRS/CEOS - CNRS/CEOS



# Meteosat Second Generation (MSG)



*Francouzská Guayana, Kourou; Ariane 5*



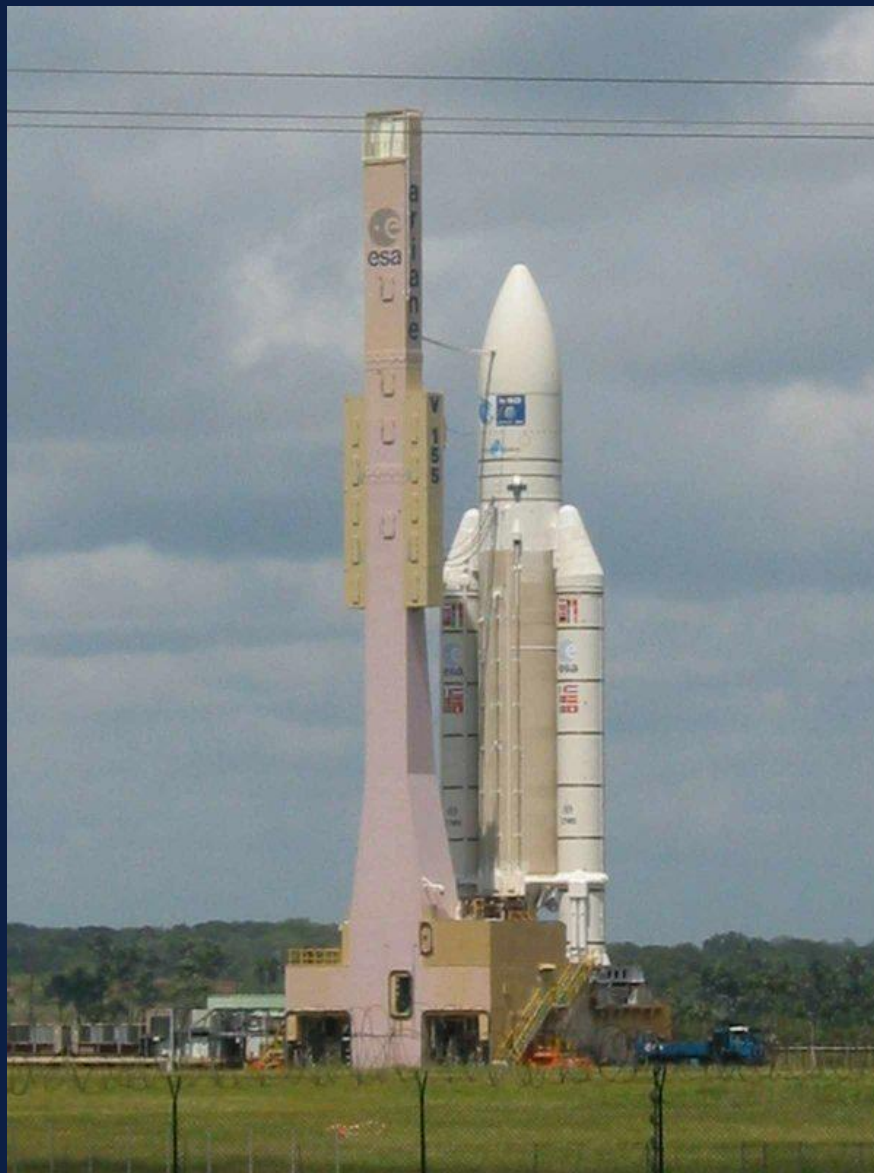
# Meteosat Second Generation (MSG)



©2002 ESA - CNES - ARIANE SPACE / Photo Service Optique Spatiale

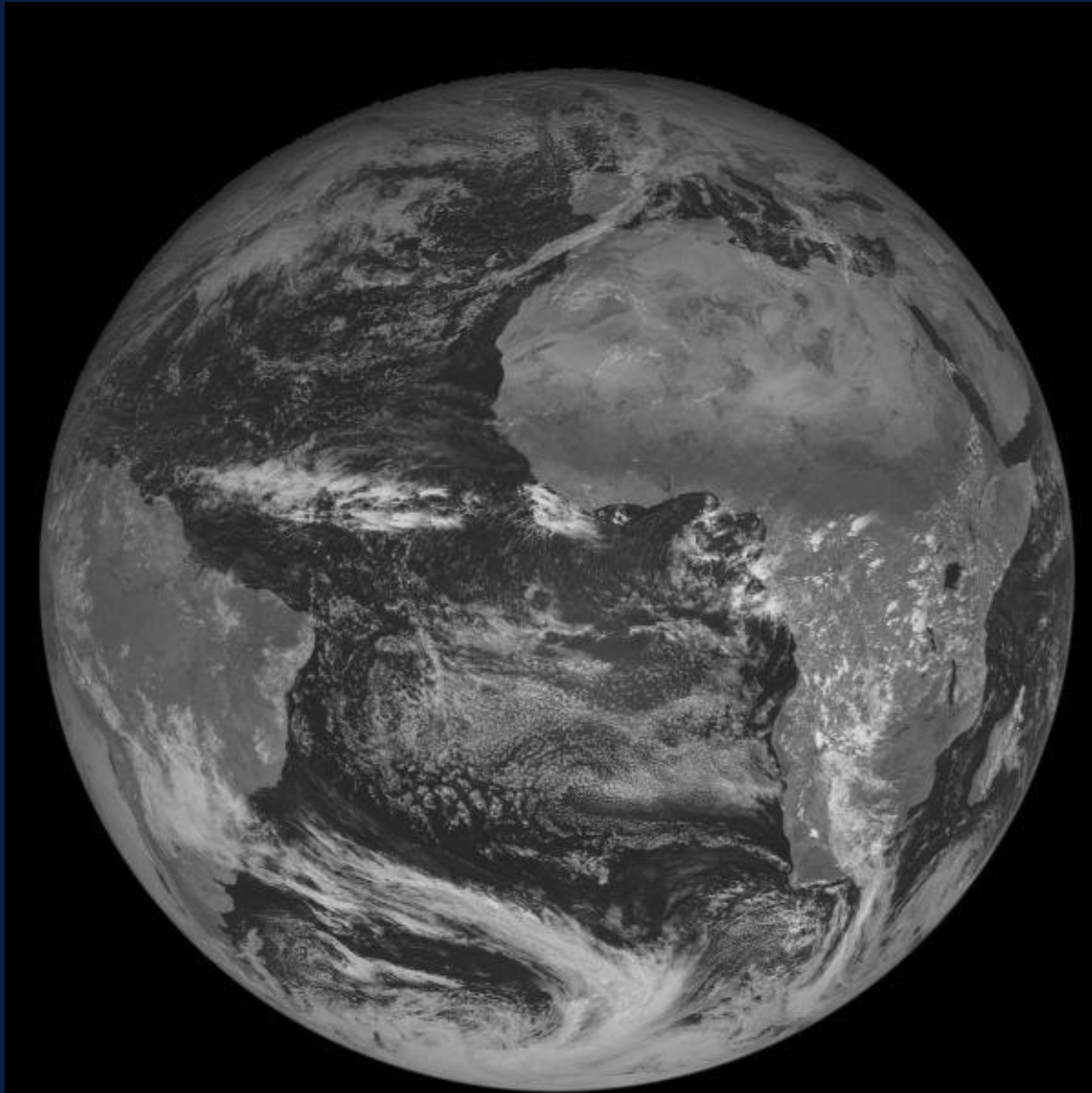


# Meteosat Second Generation (MSG)



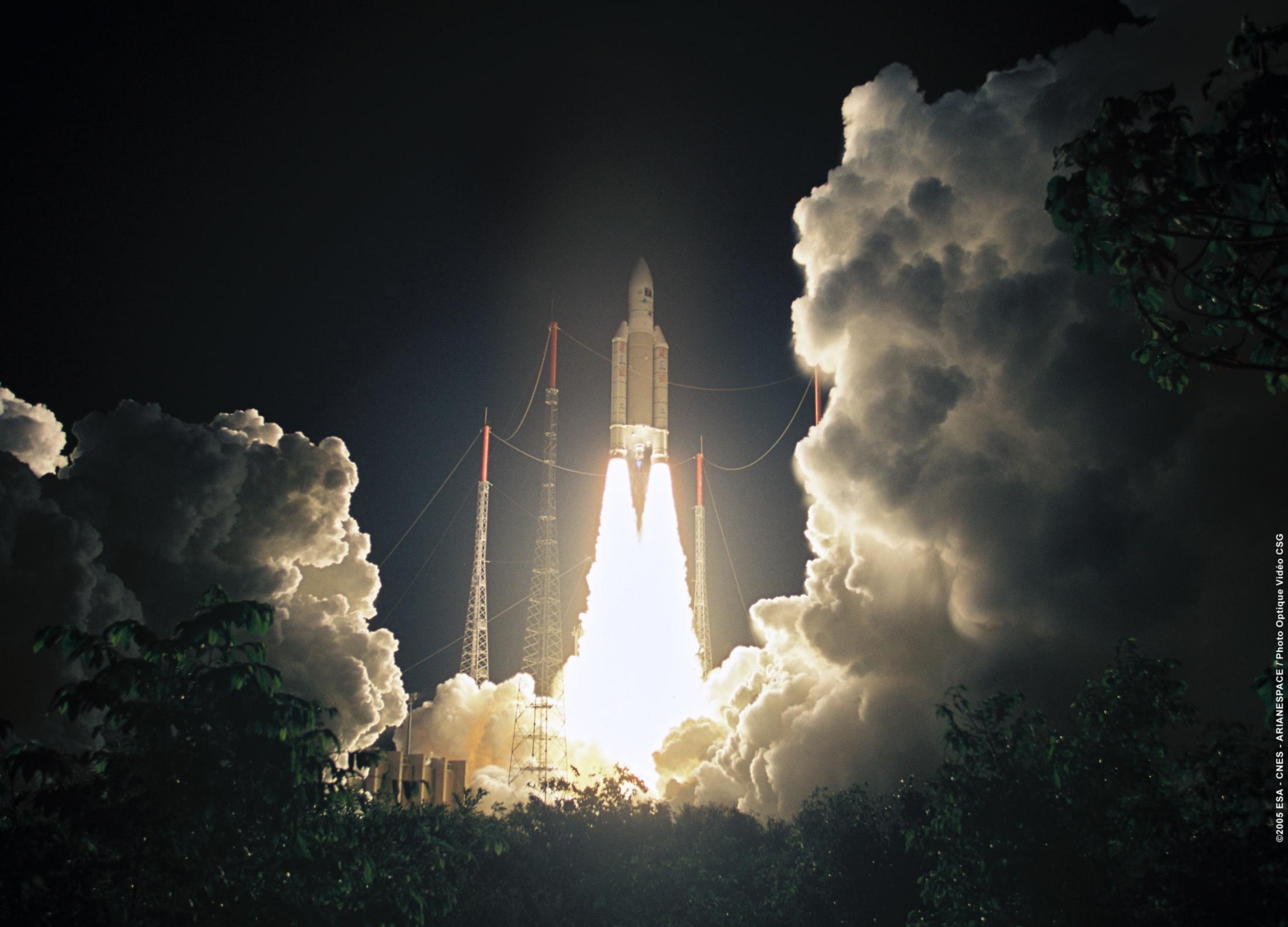
Ariane 513 Vol 155 - ATLANTIC BIRD™ 1 - MSG 1 - 28 août 2002

# ***Meteosat Second Generation (MSG)***

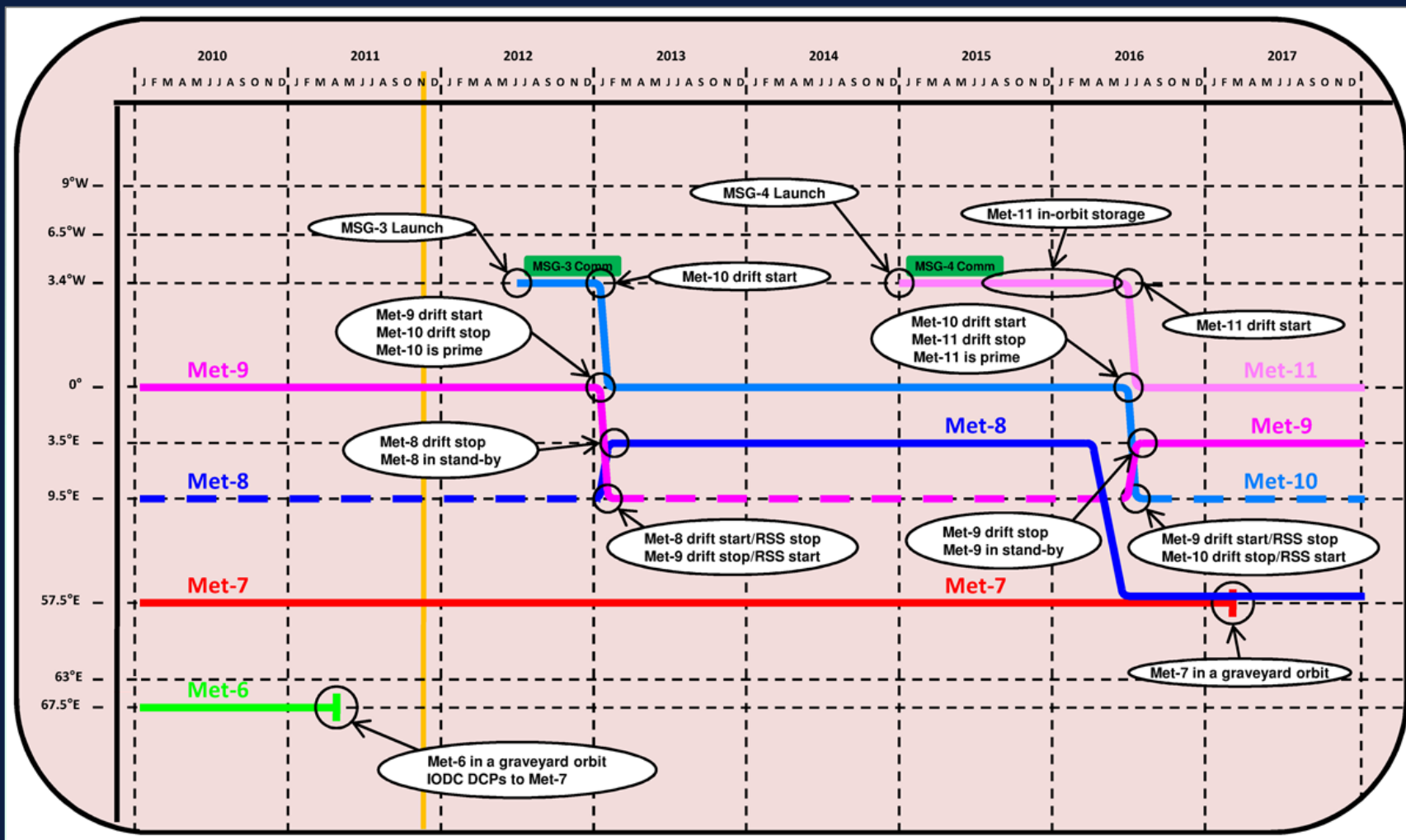


První snímek z MSG-1  
28.11.2002





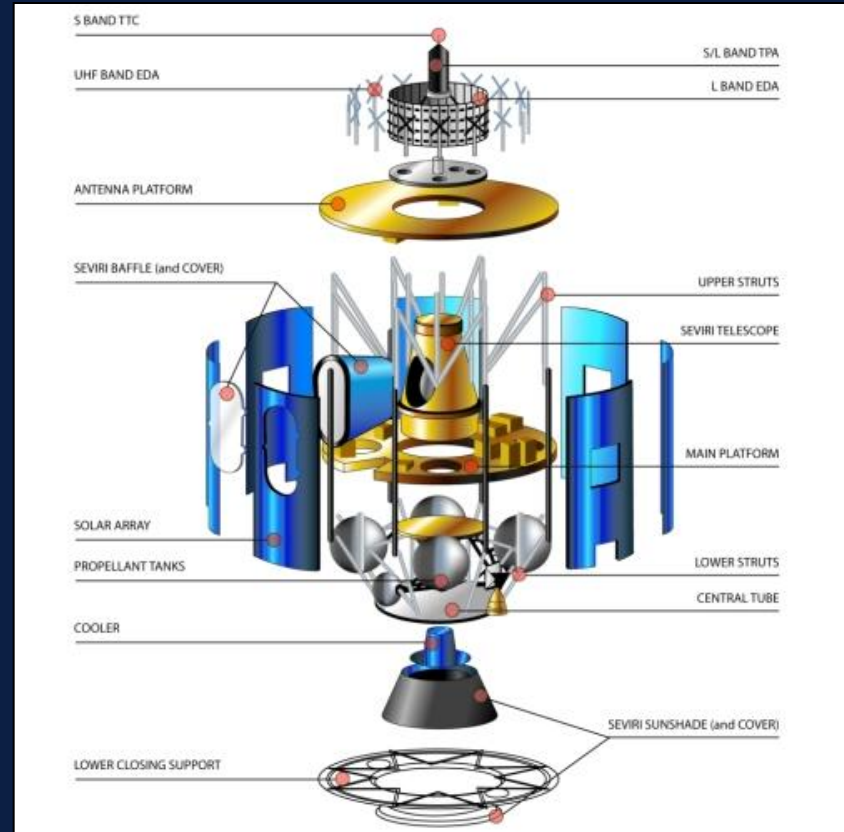
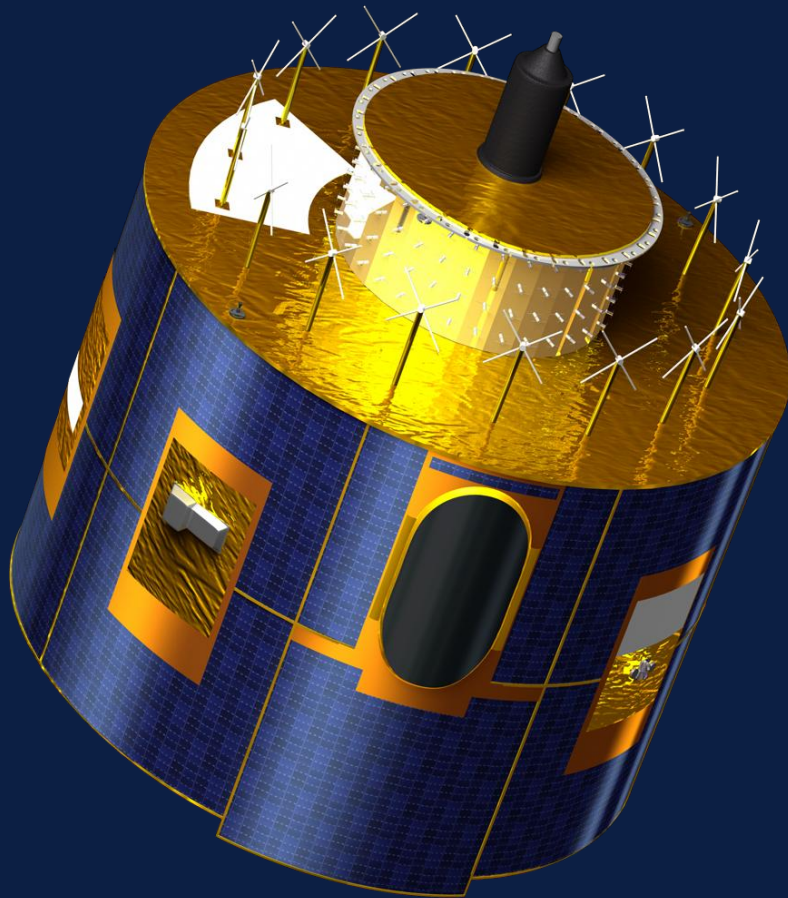
# Meteosat Second Generation (MSG)



Poloha jednotlivých družic Meteosat na oběžné dráze (stav a plány k listopadu 2011).

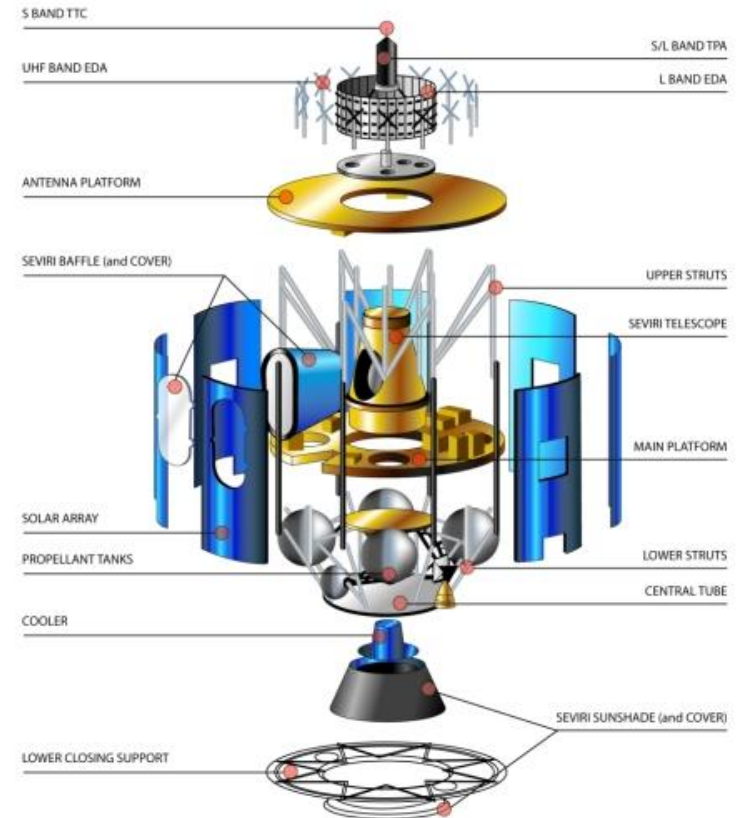
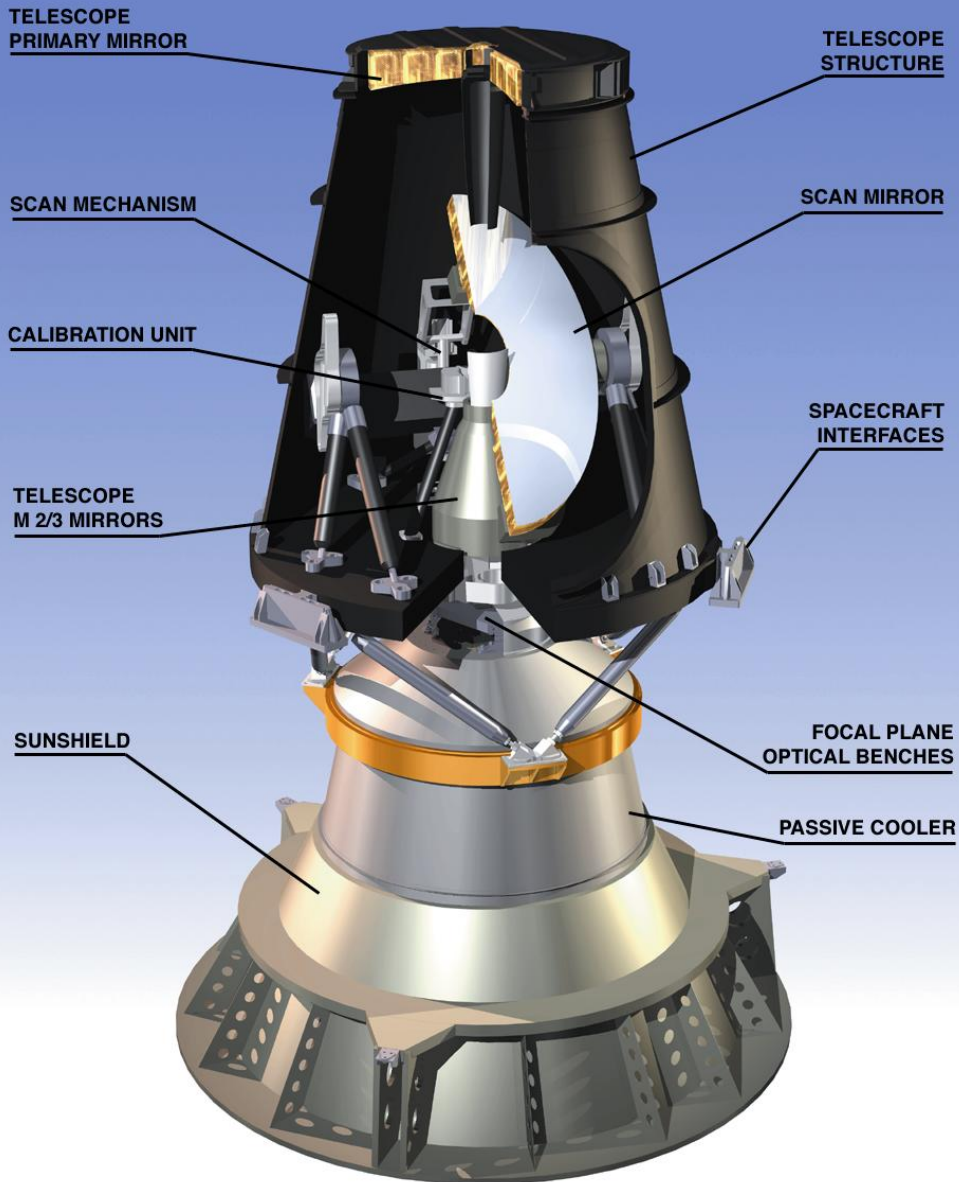


# Meteosat Second Generation (MSG)



# SEVIRI

## Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager





průměr primárního zrcadla: 500 mm

TELESCOPE  
PRIMARY MIRROR

TELESCOPE  
STRUCTURE

SCAN MECHANISM

SCAN MIRROR

CALIBRATION UNIT

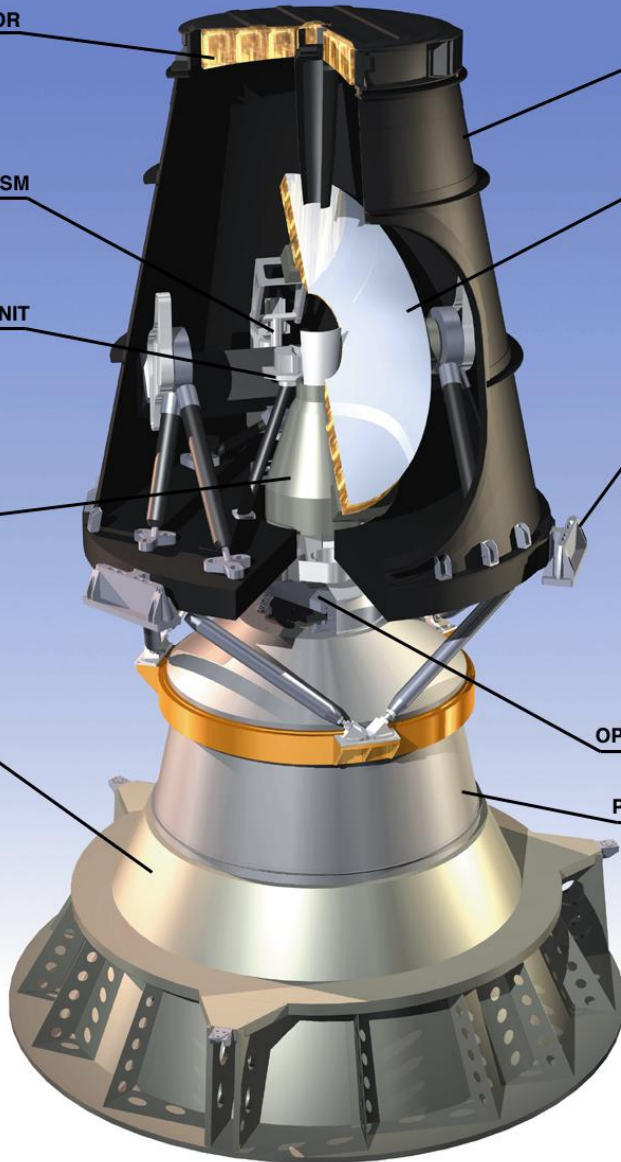
SPACECRAFT  
INTERFACES

TELESCOPE  
M 2/3 MIRRORS

SUNSHIELD

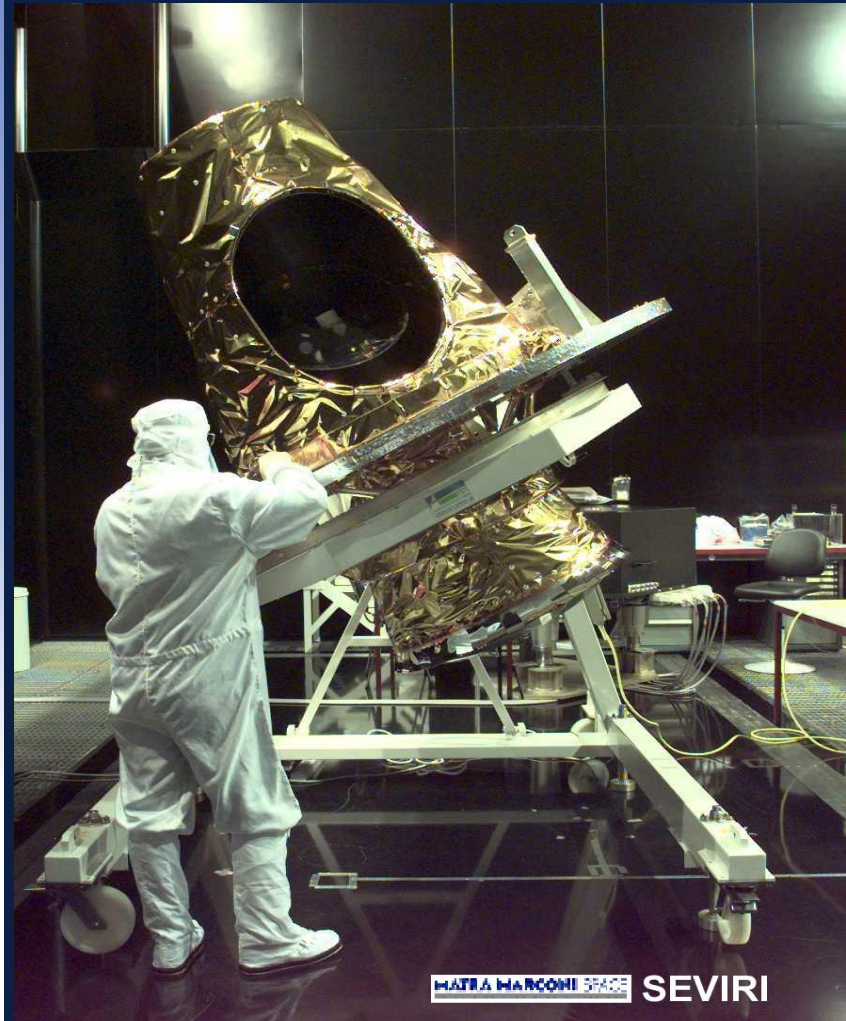
FOCAL PLANE  
OPTICAL BENCHES

PASSIVE COOLER



# SEVIRI

*Spinning Enhanced Visible  
and Infrared Imager*



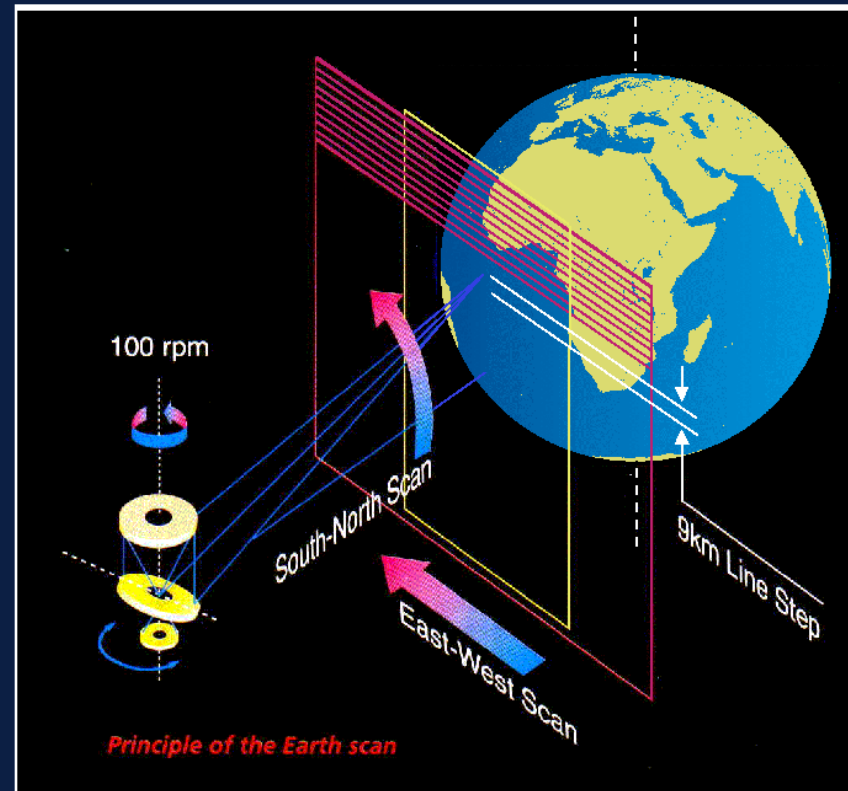
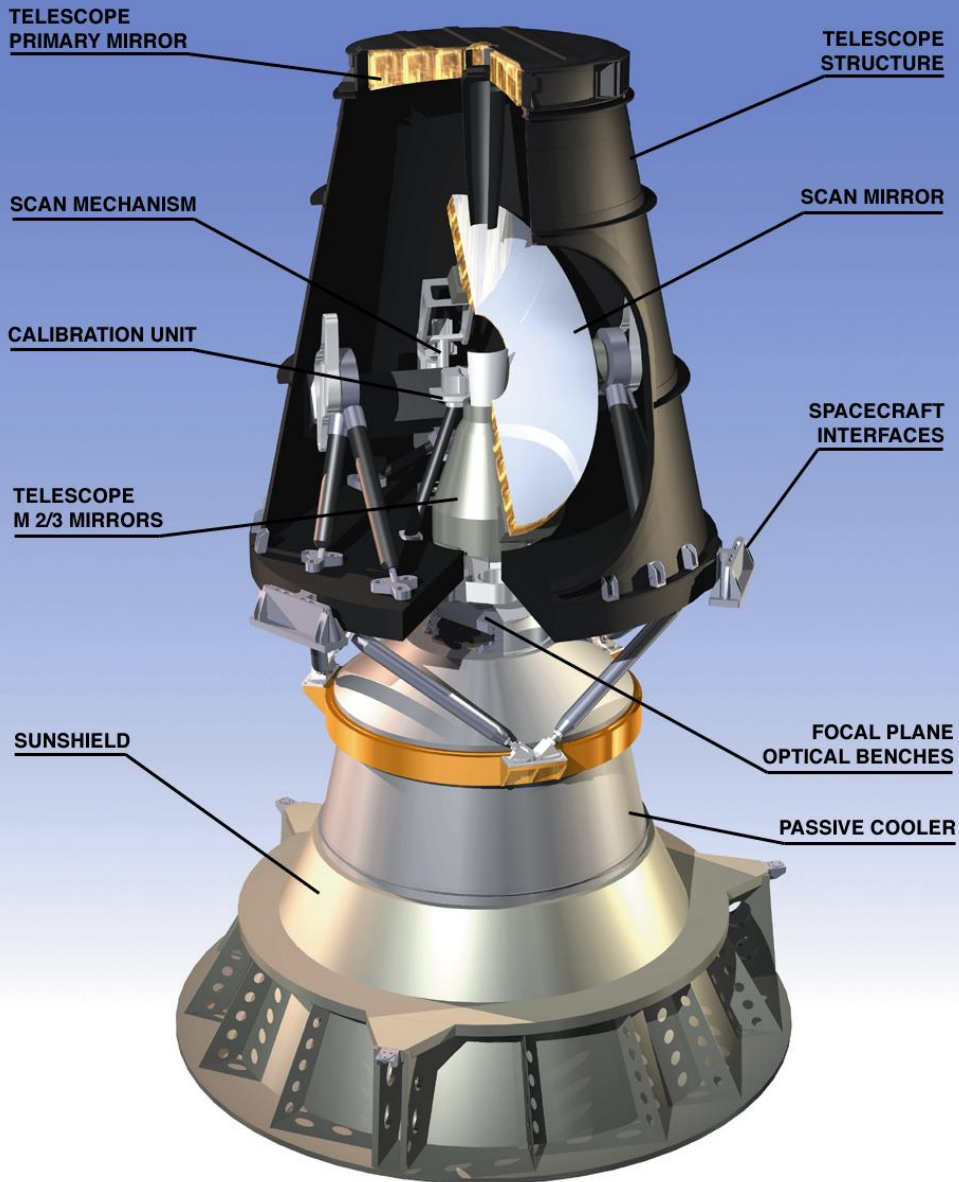
MATIA MARCONI SPACE SEVIRI





# SEVIRI

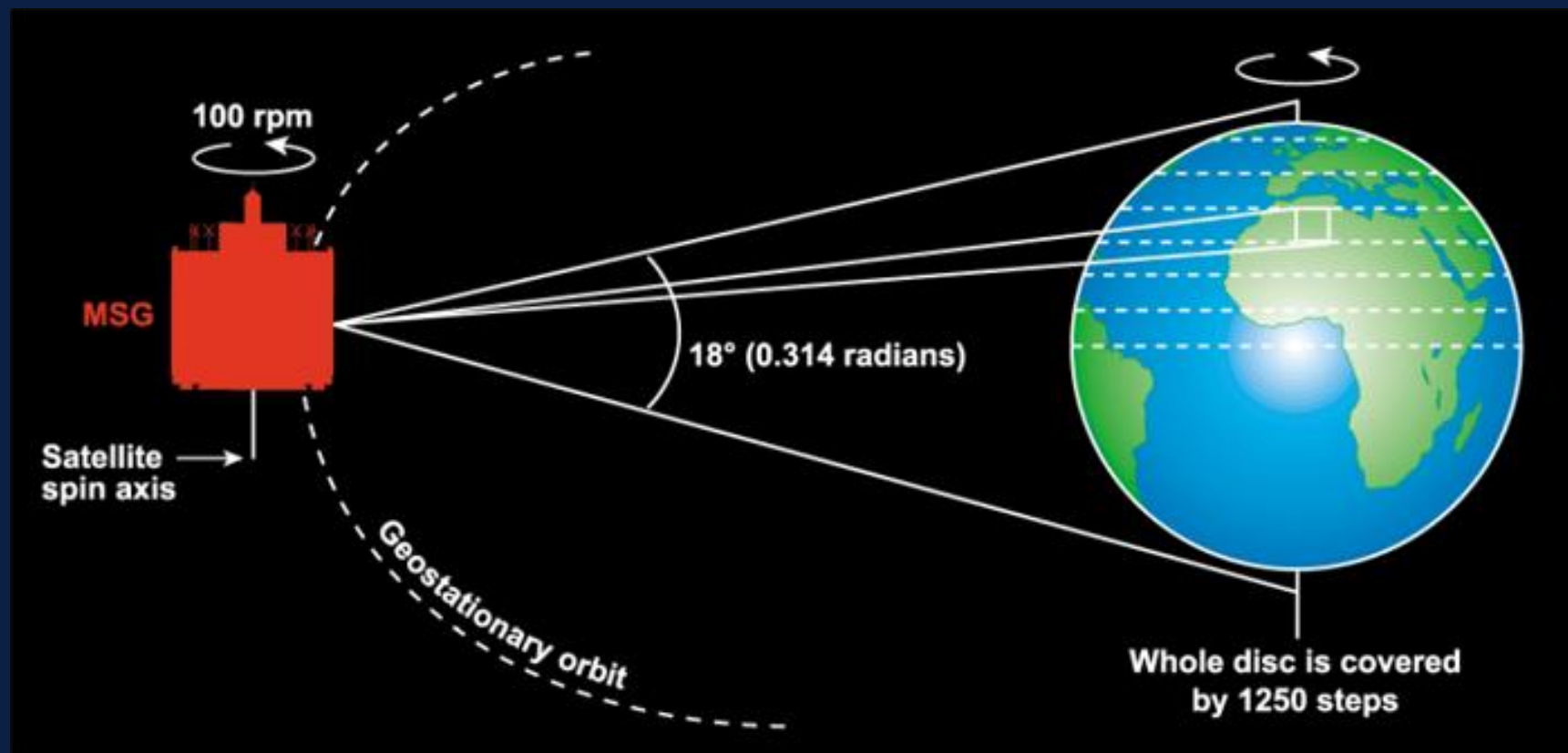
## Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager



## Princip snímání obrazových dat

## Snímání obrazových dat – základní režim (15 minut):

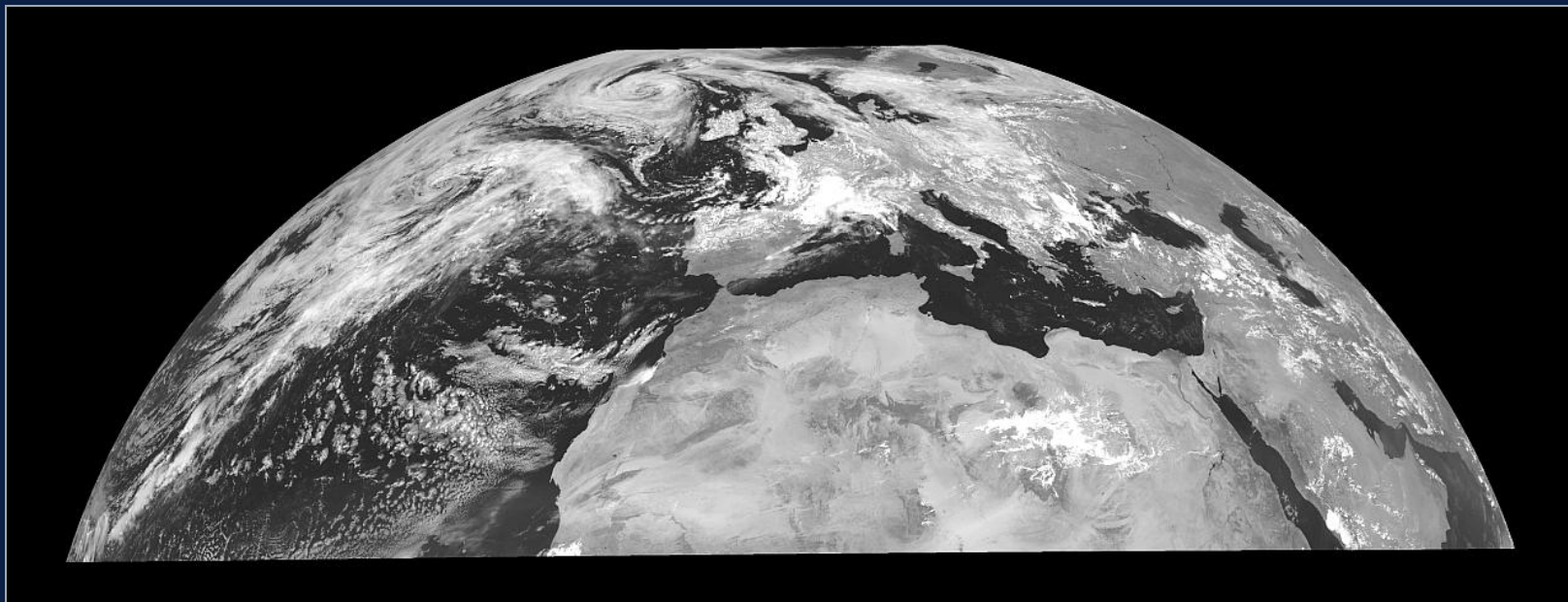
- začátek snímku (od jihu k severu) vždy v 15., 30., 45. a 60. minutě;
- nasnímání celého zemského disku za 12 minut;
- 3 minuty na návrat přístrojů do výchozí polohy a stabilizaci družice;
- oblast ČR snímána vždy o cca 10 minuty později než je „hlavičkový čas“ snímku



Rozměr snímku: 3712 x 3712 obr. bodů, resp. (HRV) 11136 x 5568 obr. bodů

## Snímání obrazových dat – Rapid Scan Service (RSS)

- snímání každých 5 minut, pouze část zemského disku ( $15^{\circ}$  až  $70^{\circ}\text{N}$ )



- v současnosti Meteosat 8 (MSG-1), umístěný na  $9.5^{\circ}\text{E}$
- experimentální charakter služby
- v případě problémů Meteosatu 9 přebírá jeho funkci (snímání po 15 minutách, celý disk)
- pravidelné odstávky služby (2 dny každý měsíc, a přibližně 1 měsíc koncem roku)

## Spektrální kanály přístroje SEVIRI

•	kanál 01	VIS 0.6	0.56 - 0.71 $\mu\text{m}$
•	kanál 02	VIS 0.8	0.74 - 0.88 $\mu\text{m}$
•	kanál 03	IR 1.6	1.50 - 1.78 $\mu\text{m}$
•	kanál 04	IR 3.9	3.48 - 4.36 $\mu\text{m}$
•	kanál 05	WV 6.2	5.35 - 7.15 $\mu\text{m}$
•	kanál 06	WV 7.3	6.85 - 7.85 $\mu\text{m}$
•	kanál 07	IR 8.7	8.30 - 9.10 $\mu\text{m}$
•	kanál 08	IR 9.7	9.38 - 9.94 $\mu\text{m}$
•	kanál 09	IR 10.8	9.80 - 11.80 $\mu\text{m}$
•	kanál 10	IR 12.0	11.00 - 13.00 $\mu\text{m}$
•	kanál 11	IR 13.4	12.40 - 14.40 $\mu\text{m}$

solární kanály

tepelné kanály

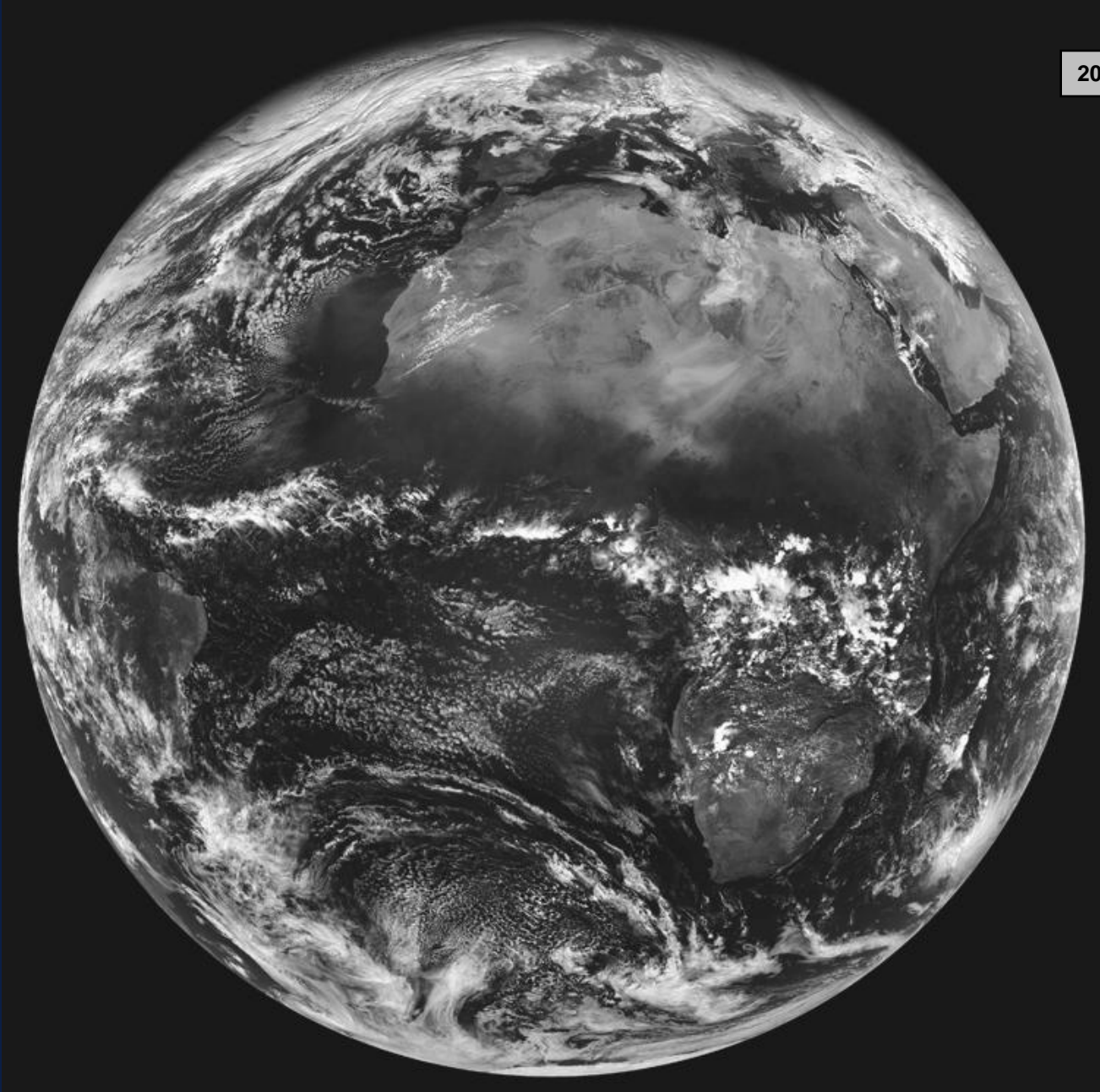
•	kanál 12	HRV	0.5 - 0.9 $\mu\text{m}$
---	----------	-----	-------------------------



# Spektrální kanály přístroje SEVIRI

• kanál 01	VIS 0.6	0.56 - 0.71 $\mu\text{m}$	viditelné a blízké IR pásmo
• kanál 02	VIS 0.8	0.74 - 0.88 $\mu\text{m}$	
• kanál 03	IR 1.6	1.50 - 1.78 $\mu\text{m}$	mikrofyzikální kanály
• kanál 04	IR 3.9	3.48 - 4.36 $\mu\text{m}$	
• kanál 05	WV 6.2	5.35 - 7.15 $\mu\text{m}$	pásmo absorpce vodní parou
• kanál 06	WV 7.3	6.85 - 7.85 $\mu\text{m}$	
• kanál 07	IR 8.7	8.30 - 9.10 $\mu\text{m}$	
• kanál 08	IR 9.7	9.38 - 9.94 $\mu\text{m}$	pásmo absorpce O <sub>3</sub>
• kanál 09	IR 10.8	9.80 - 11.80 $\mu\text{m}$	kanály atmosférického okna
• kanál 10	IR 12.0	11.00 - 13.00 $\mu\text{m}$	
• kanál 11	IR 13.4	12.40 - 14.40 $\mu\text{m}$	pásmo absorpce CO <sub>2</sub>
• kanál 12	HRV	0.5 - 0.9 $\mu\text{m}$	viditelné a blízké IR pásmo

2005-01-06 12:00



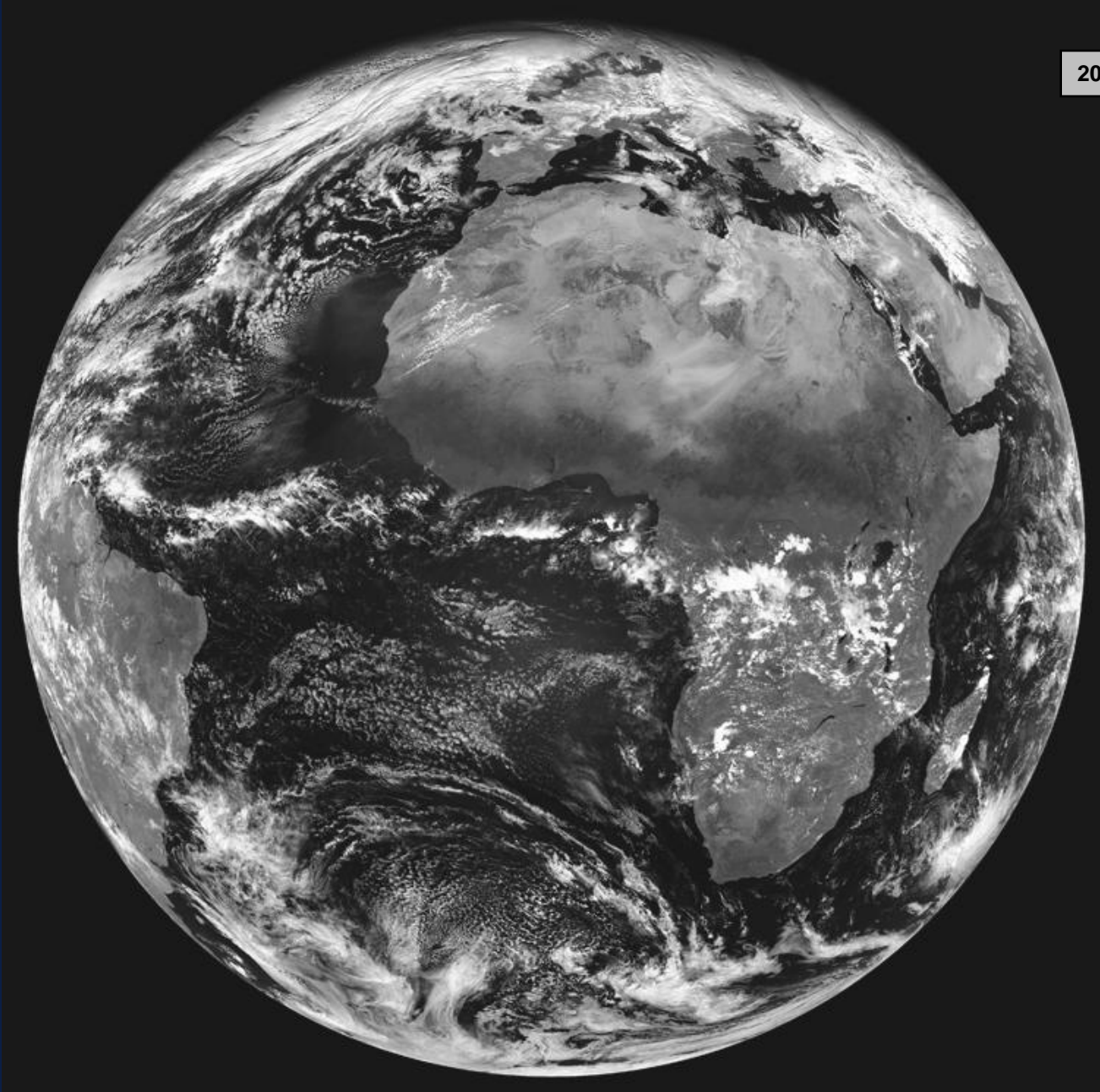
0.6  $\mu\text{m}$



1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5



2005-01-06 12:00



0.8  $\mu\text{m}$

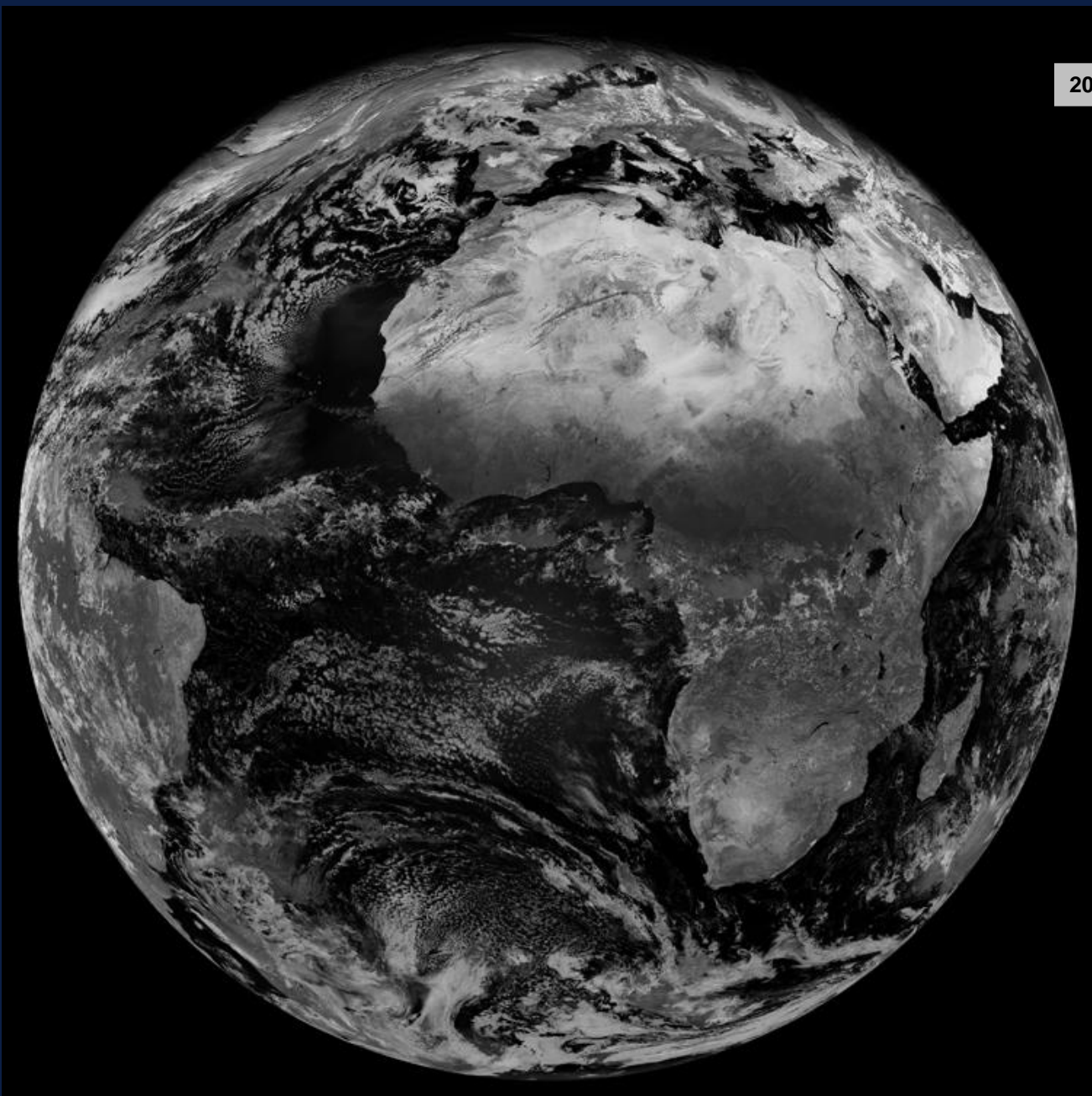


1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5





2005-01-06 12:00



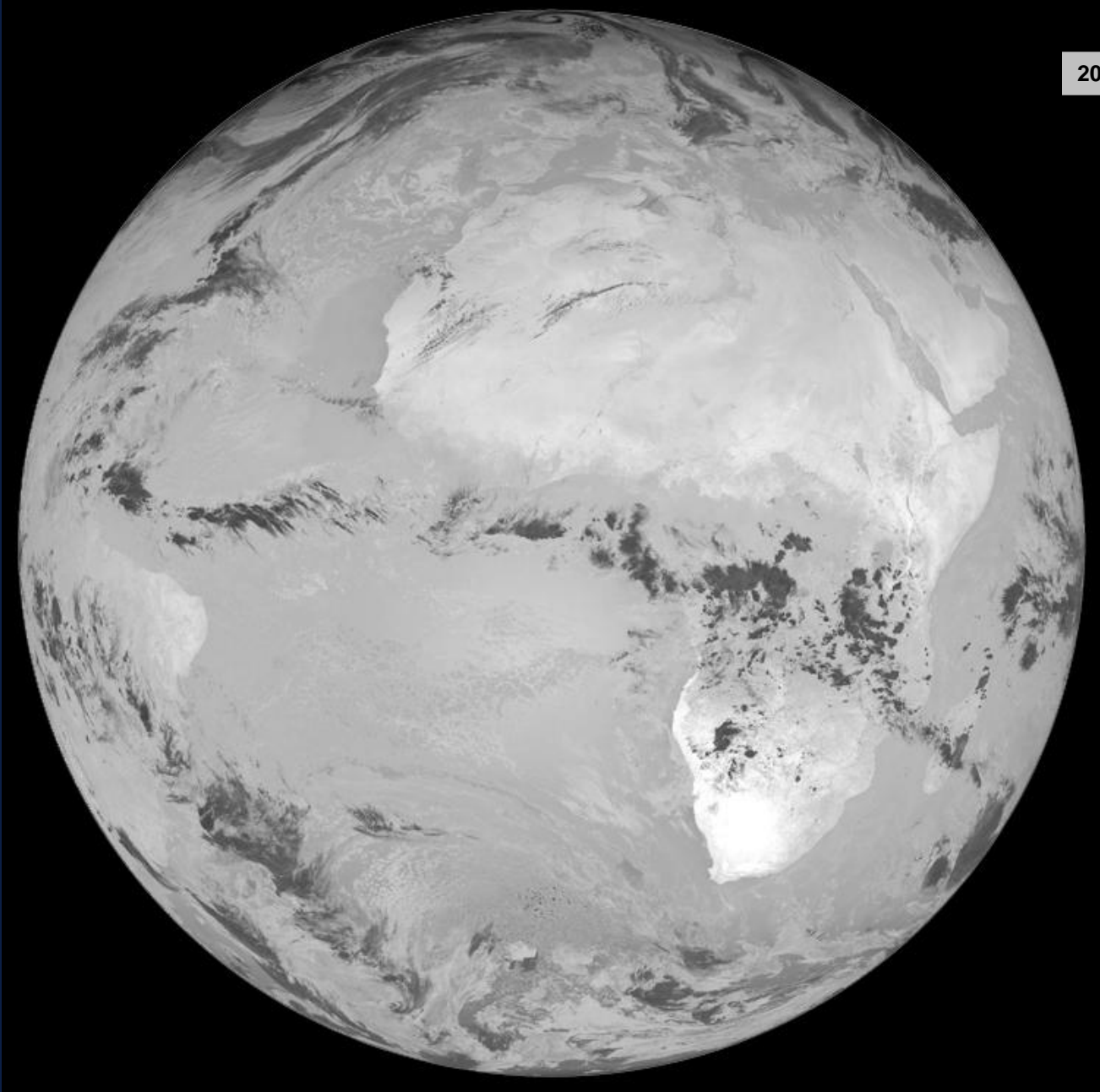
1.6  $\mu\text{m}$



1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5



2005-01-06 12:00



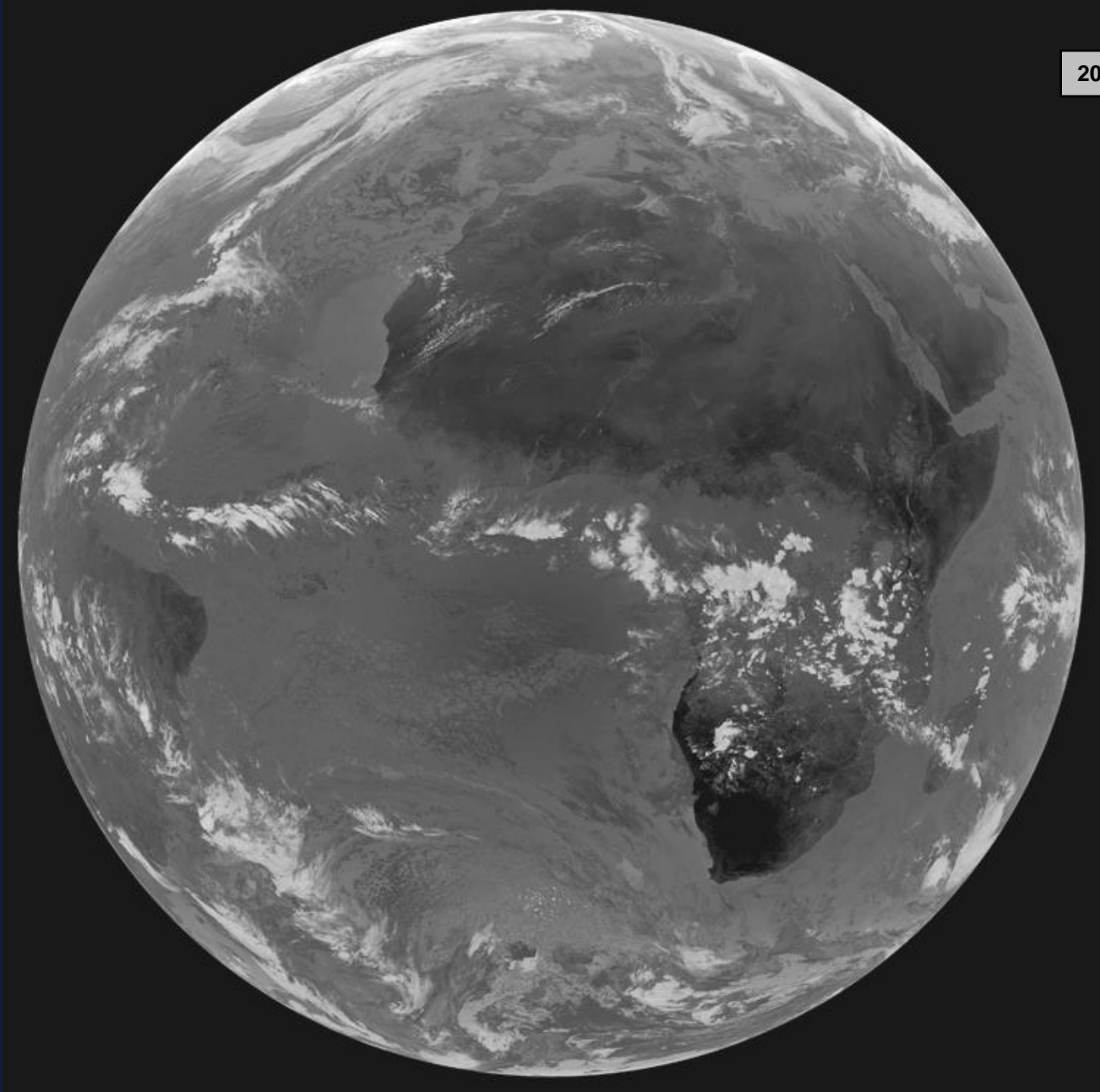
3.9  $\mu\text{m}$   
(REF)



1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5



2005-01-06 12:00



3.9  $\mu\text{m}$   
(IR)

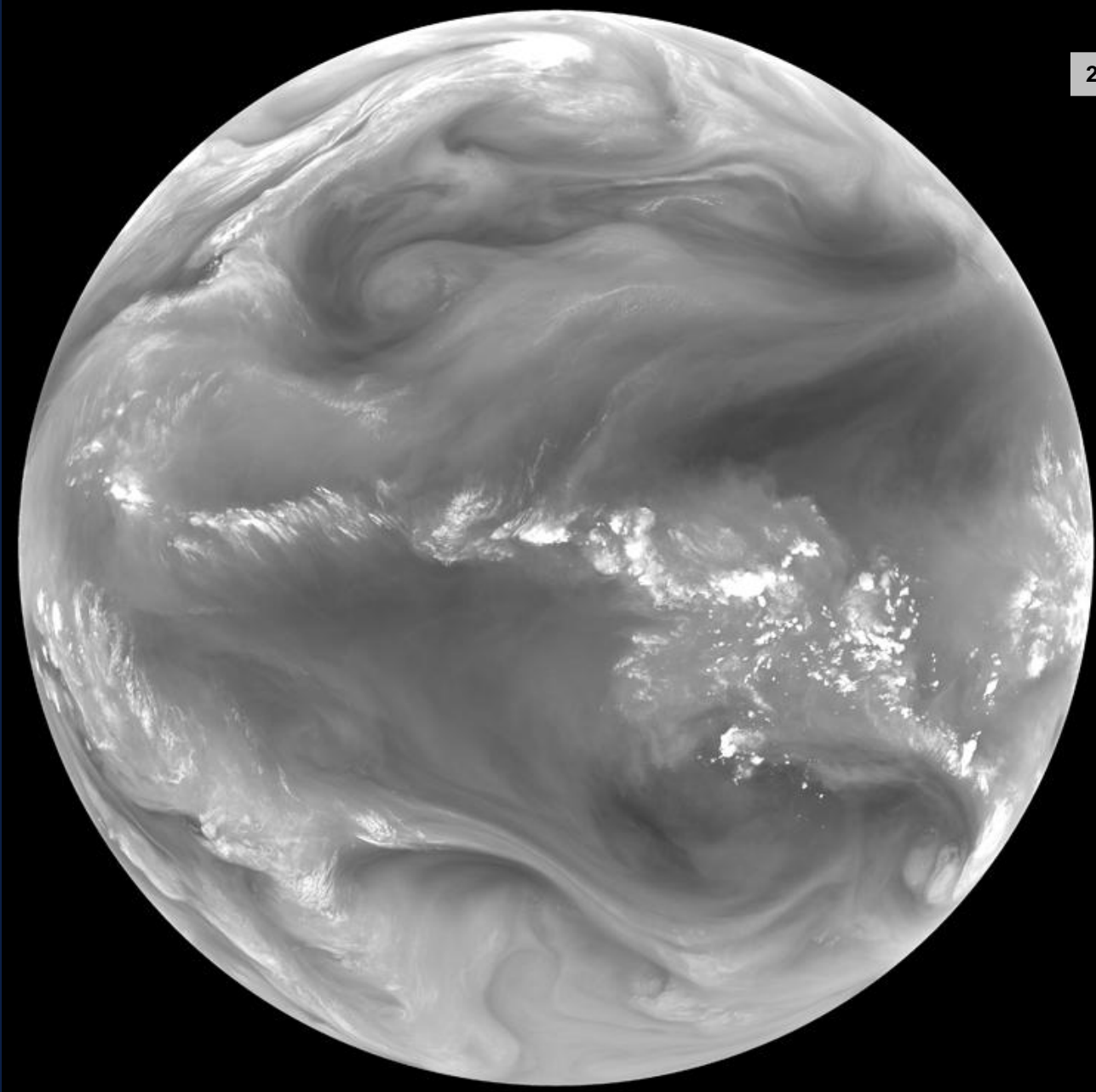


1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5





2005-01-06 12:00



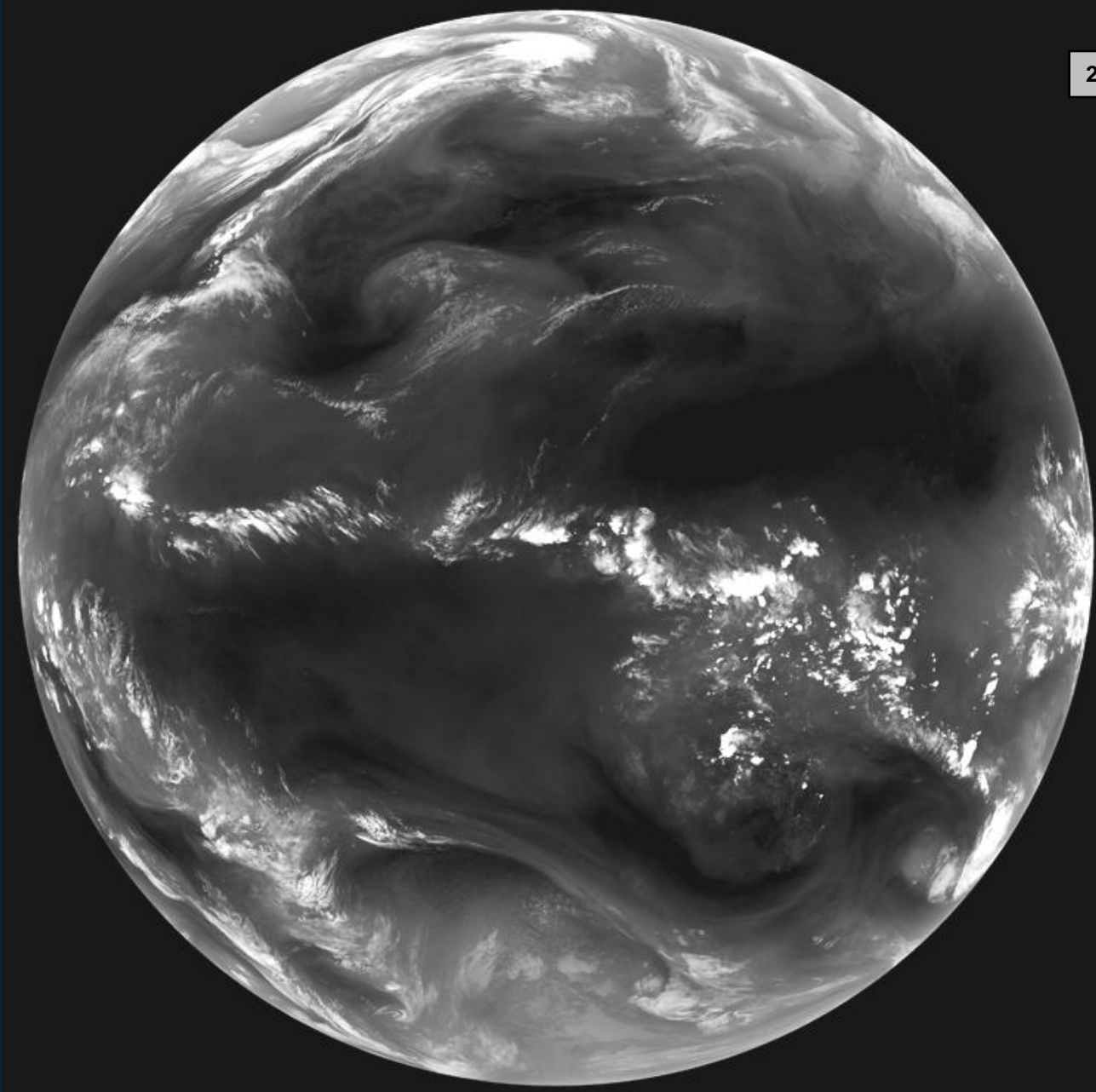
6.2  $\mu\text{m}$



1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5



2005-01-06 12:00

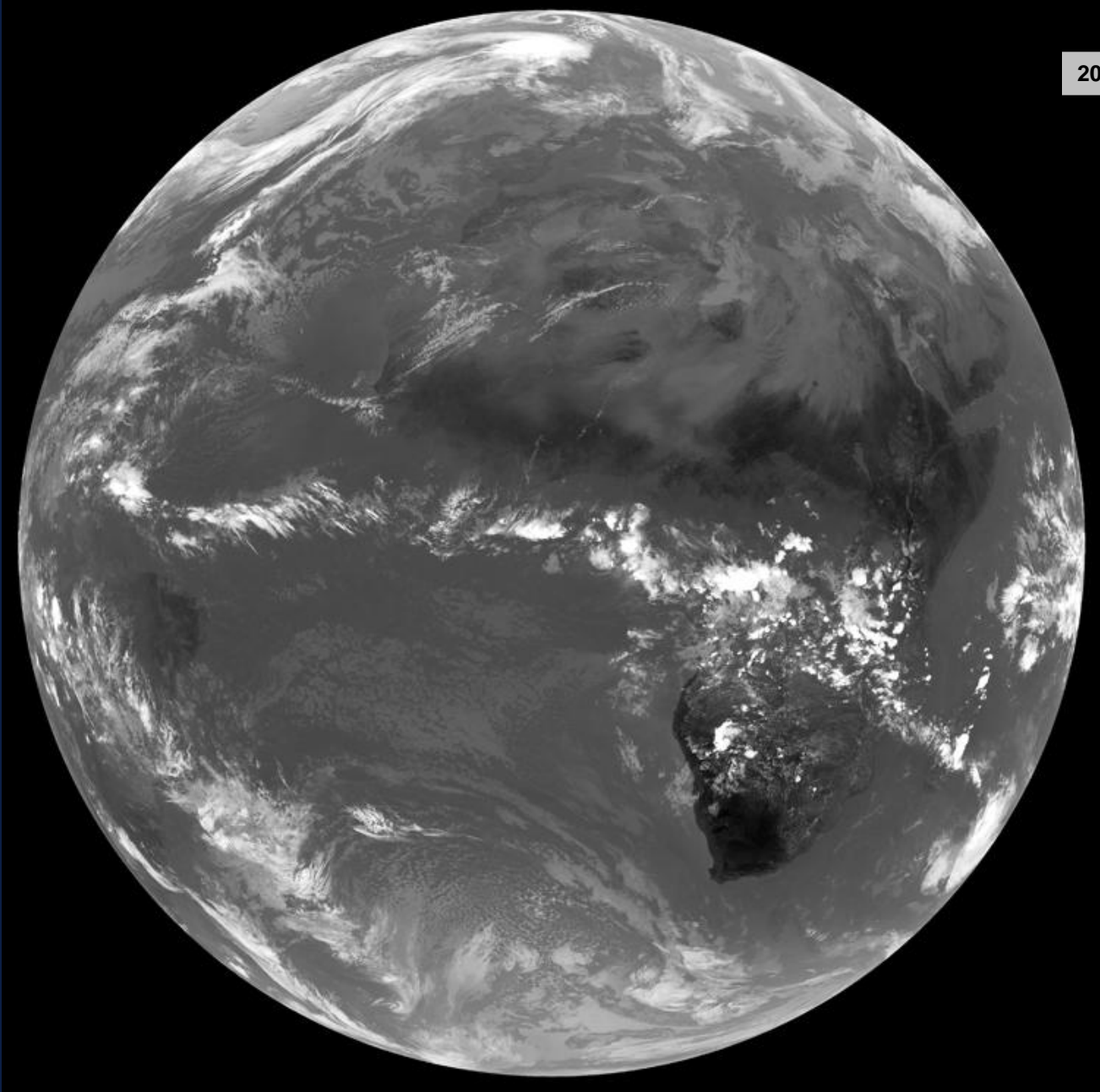


7.3  $\mu\text{m}$



1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5

2005-01-06 12:00



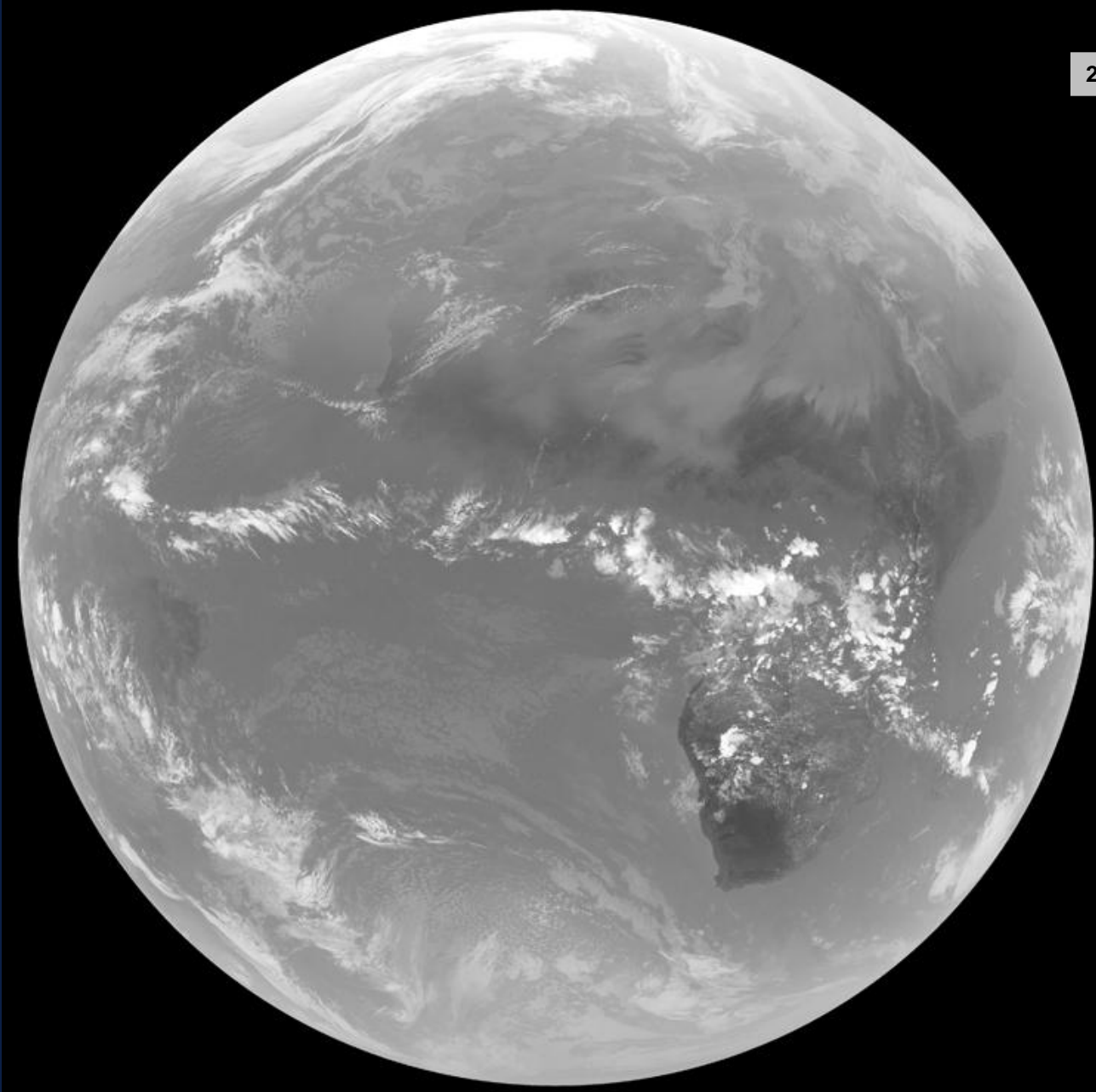
8.7  $\mu\text{m}$



1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5



2005-01-06 12:00



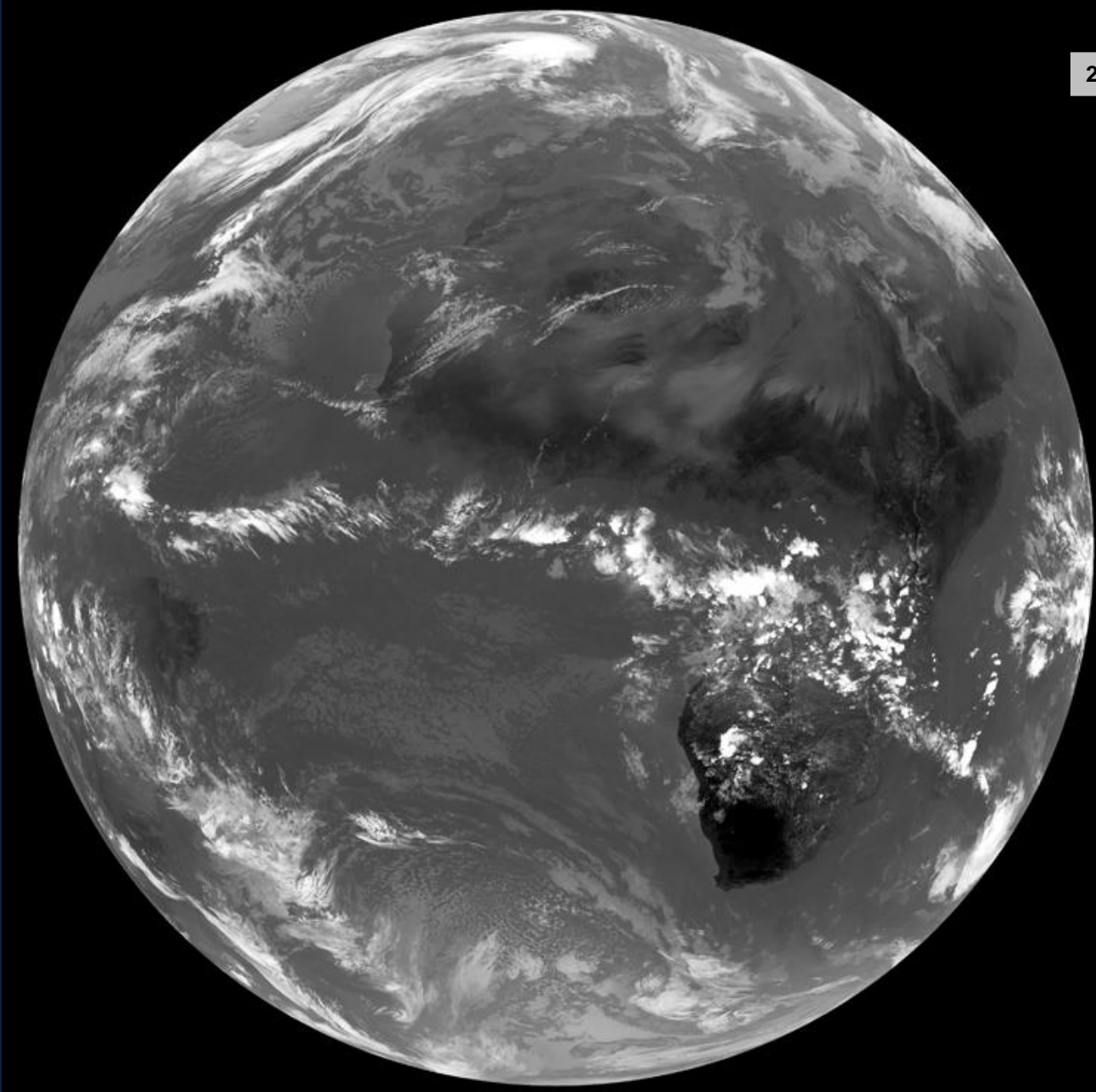
9.7  $\mu\text{m}$



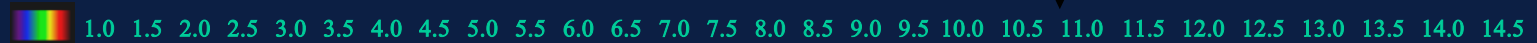
1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5



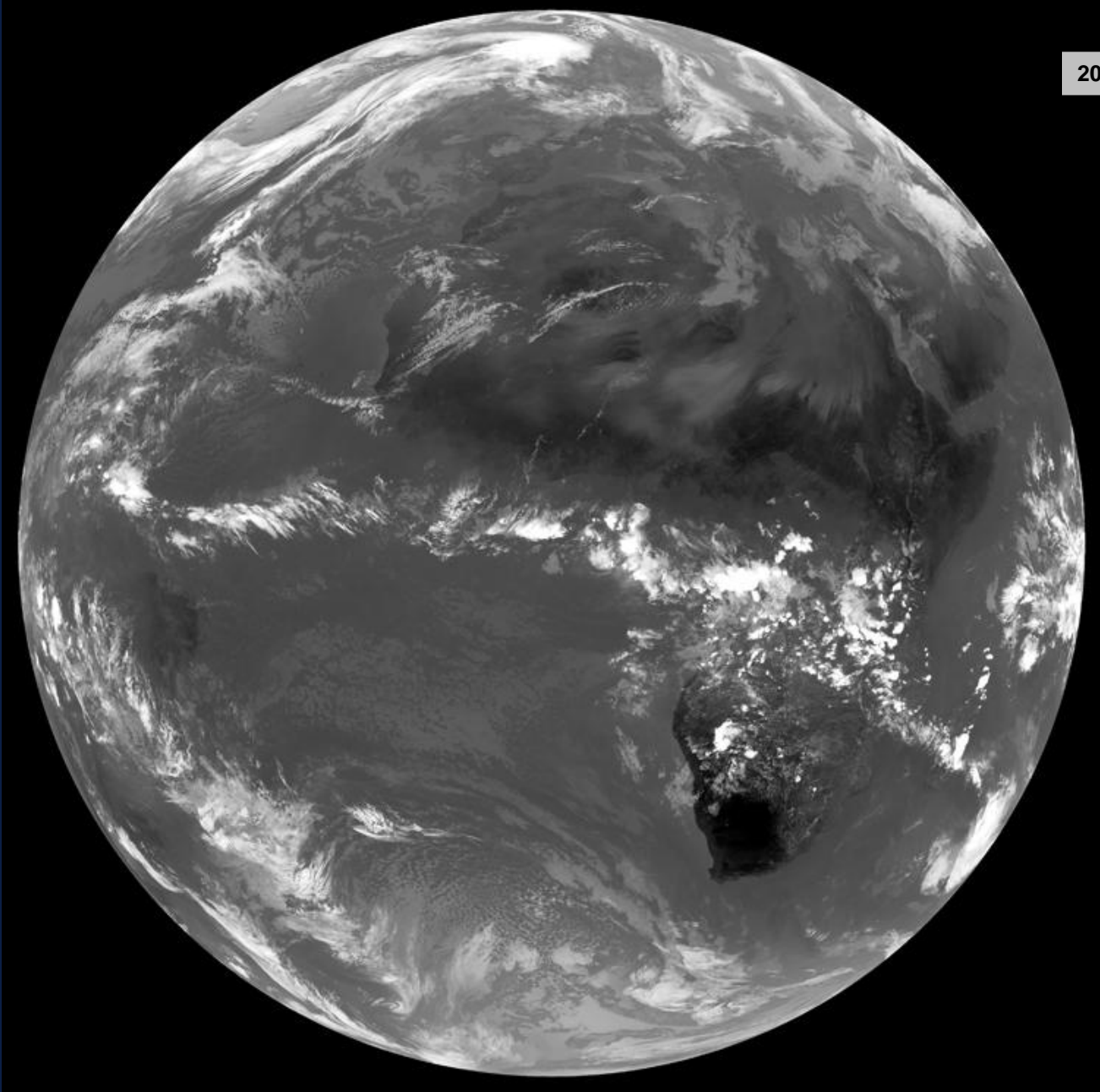
2005-01-06 12:00



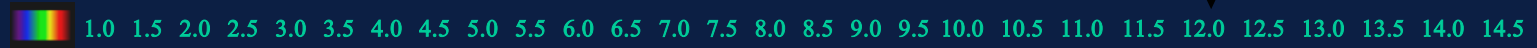
10.8  $\mu\text{m}$



2005-01-06 12:00

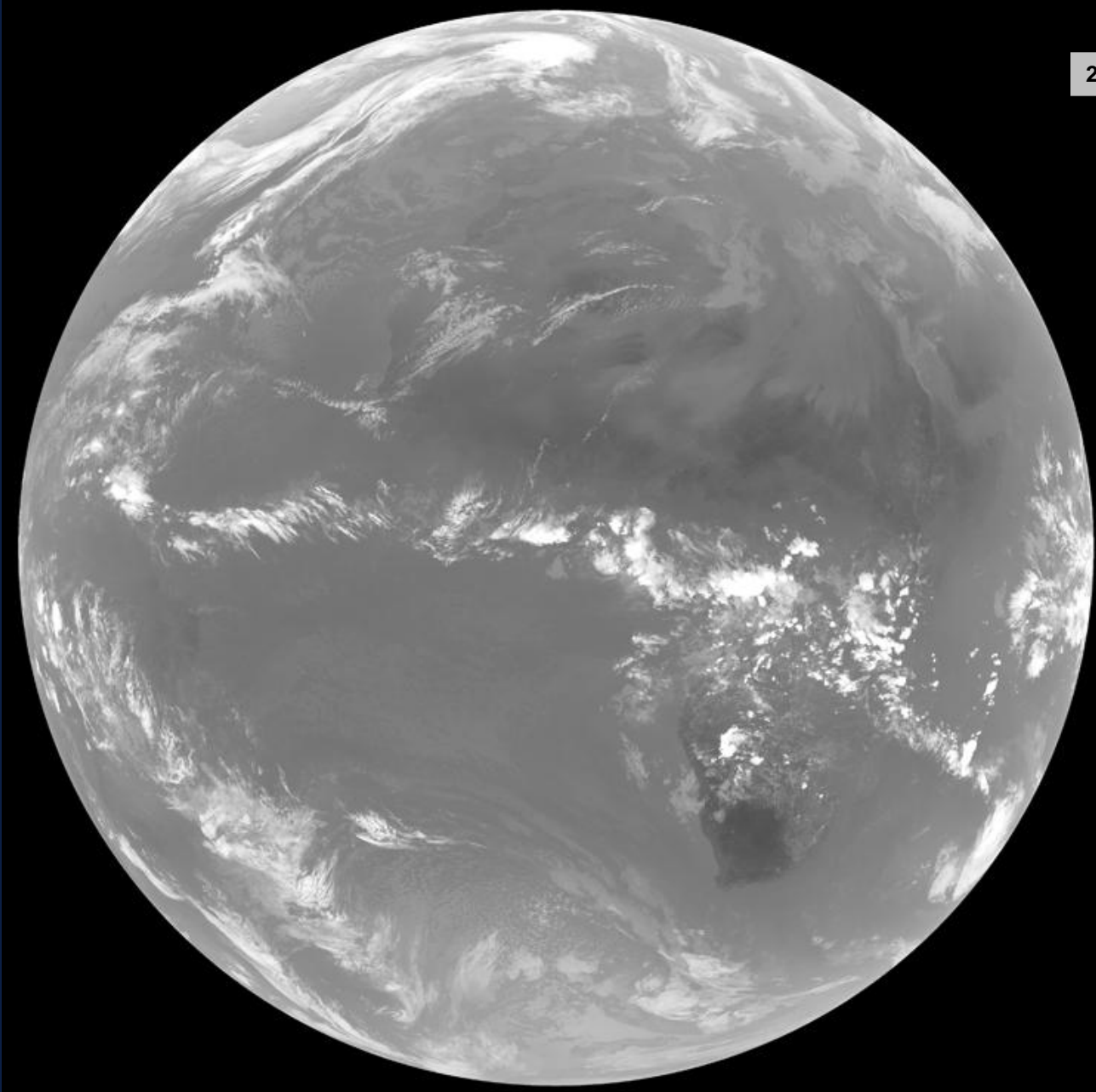


12.0  $\mu\text{m}$

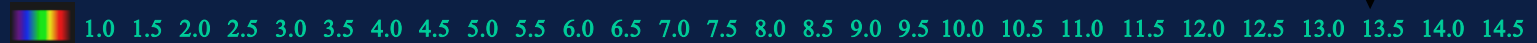




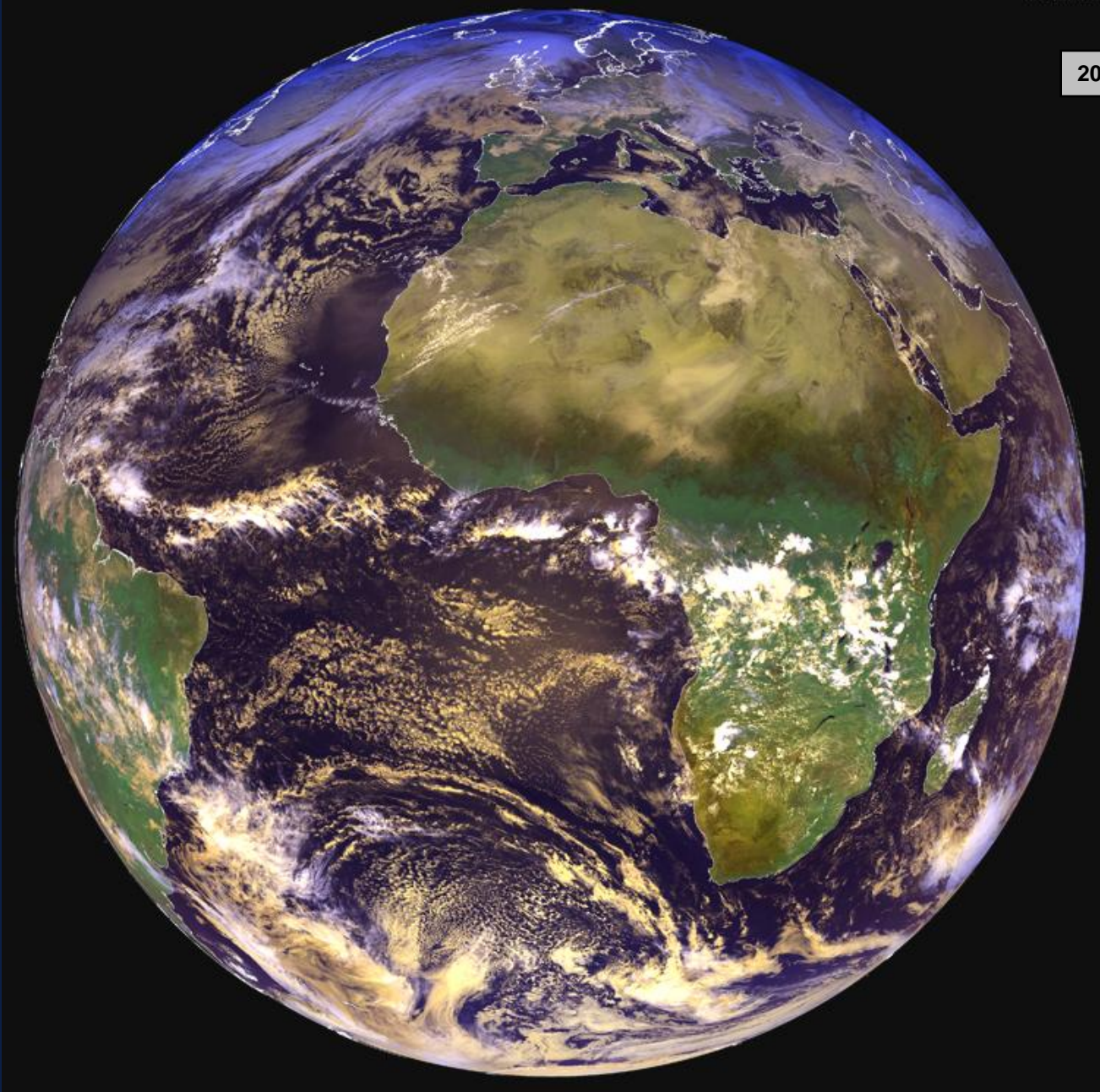
2005-01-06 12:00



13.4  $\mu\text{m}$



2005-01-06 12:00



RGB 129



1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5



## **Přenos dat MSG ke koncovým uživatelům:**

**HRIT** (High Rate Information Transmission)

... plný tok všech dat

**LRIT** (Low Rate Information Transmission)

... pouze část dat

- charakteristika dle obsahu, nikoliv způsobu přenosu dat

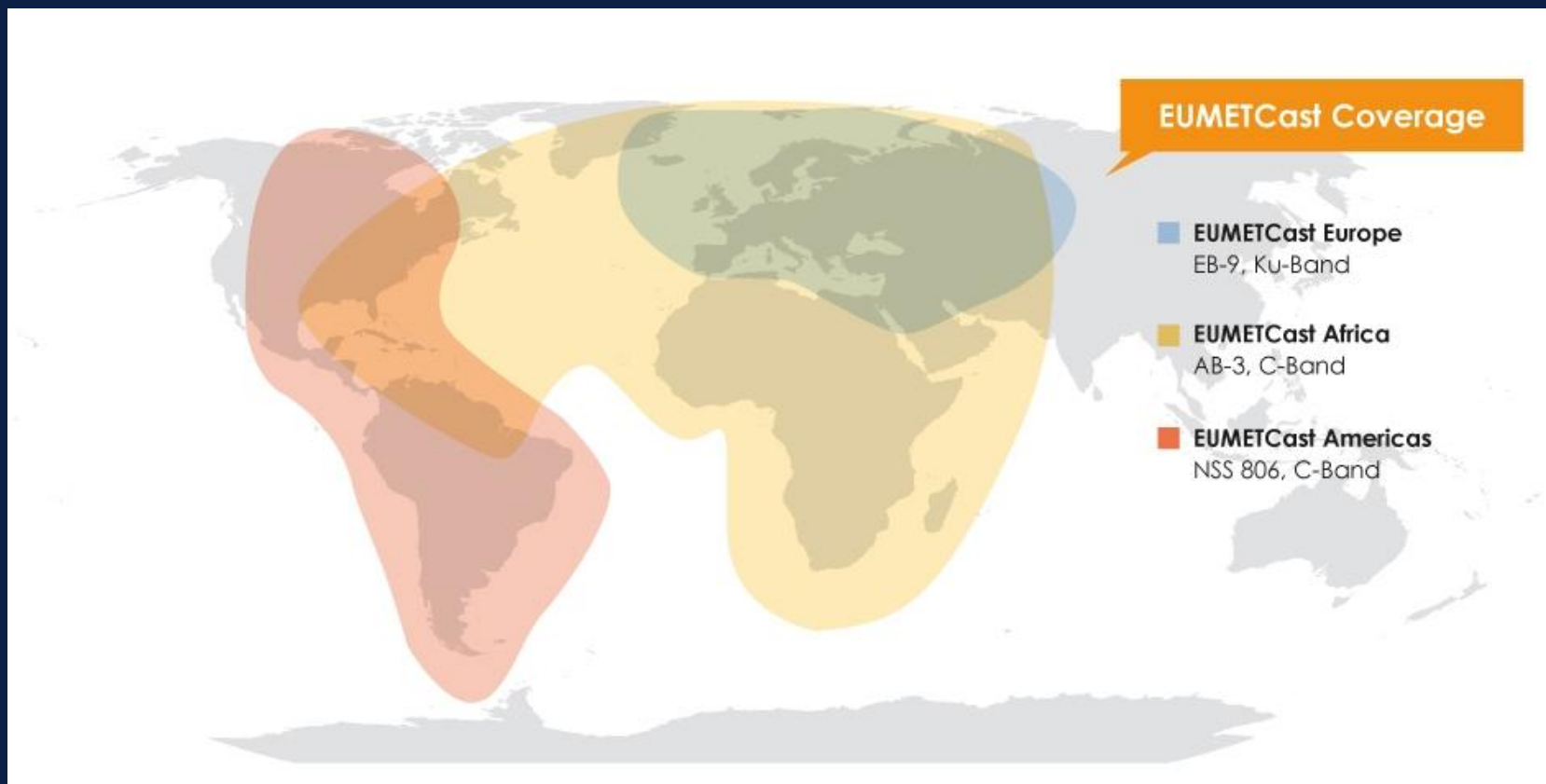
## **EUMETCast (způsob přenosu dat):**

- přenos přes komerční telekomunikační družice, formát (metoda)  
*Digital Video Broadcasting* – **DVB**
- jak HRIT a LRIT, tak různé odvozené produkty, rovněž data z jiných družic (jak geostacionárních, tak na polárních drahách), aj.



## *Přenos dat MSG ke koncovým uživatelům:*

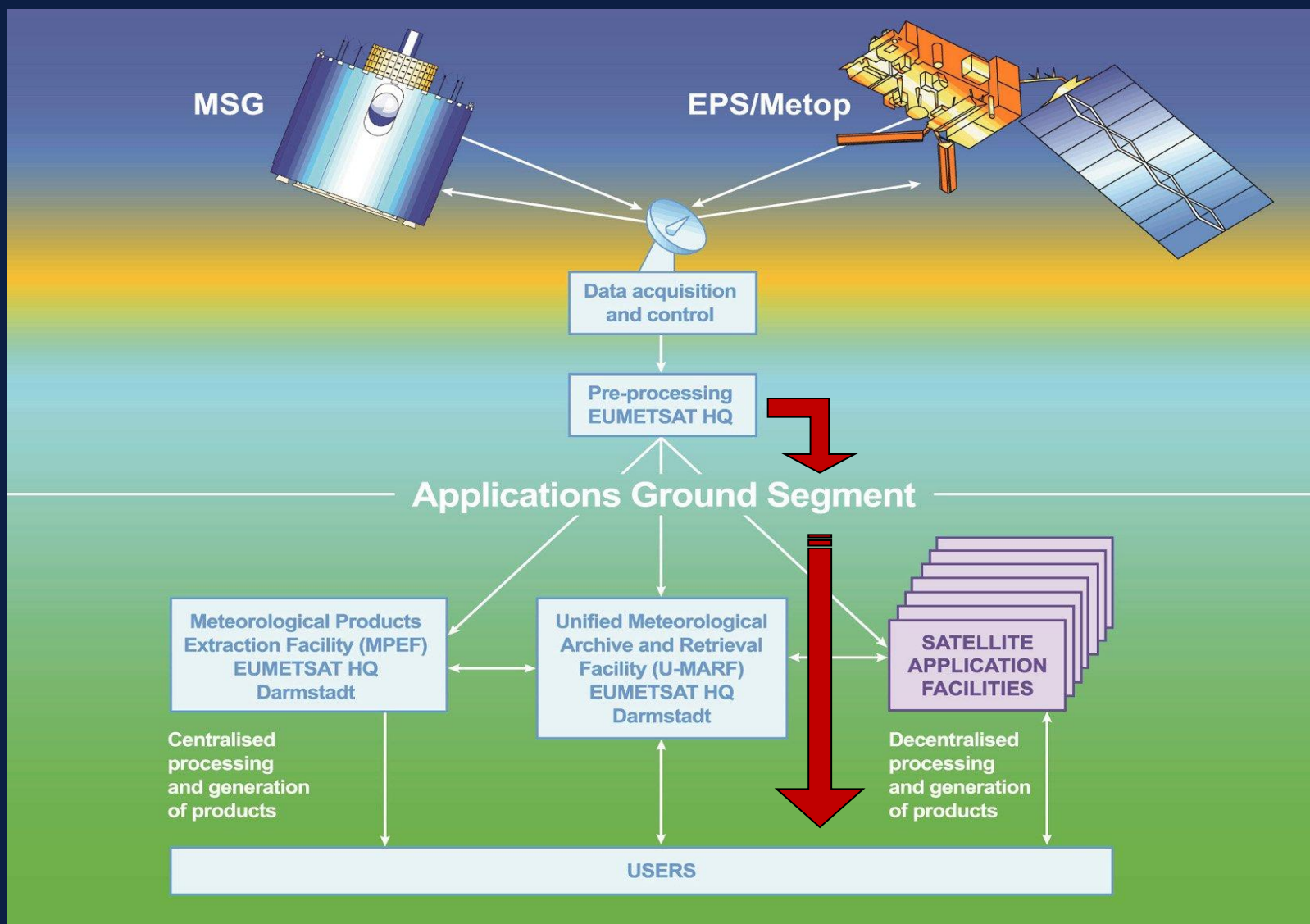
**System EUMETCast – využití komerčních telekomunikačních družic EuroBird 9 (Ku-pásmo), Atlantic Bird 3 (C-pásmo) a NSS806 (C-pásmo)**



Podrobnosti ohledně přenášeného obsahu viz

[http://www.eumetsat.int/Home/Main/Access to Data/Delivery Mechanisms/SP 1117714355151](http://www.eumetsat.int/Home/Main/Access%20to%20Data/Delivery%20Mechanisms/SP_1117714355151)

# Přenos dat MSG (a MetOp) a produktů ke koncovým uživatelům:



## **Level 1.0 data:**

- „surová data“ produkovaná radiometrem družice (SEVIRI), bez jakýchkoliv oprav a různých korekcí, přijímaná a archivovaná pouze v řídicím centru EUMETSATu v Darmstadtu

## **Level 1.5 data:**

- primární data odvozená ze surových dat (L1.0), korigovaná jak radiometricky, tak geometricky pro polohu družice na nominální poloze 0 E (resp. 9.5°E pro RSS) a 0 N, doplněná o kalibrační informace, 10-bitová reprezentace každého spektrálního kanálu;
- data distribuovaná systémem HRIT (DVB/EUMETCast) nebo prostřednictvím internetu, určená pro stanice typu HRIT >>> základní formát dat pro běžné uživatele (resp. pro další odborné zpracování, např. v rámci SAFů)

## **Level 2.0 data:**

- meteorologické či jiné produkty odvozené z „level 1.5“ dat a dalších zdrojů



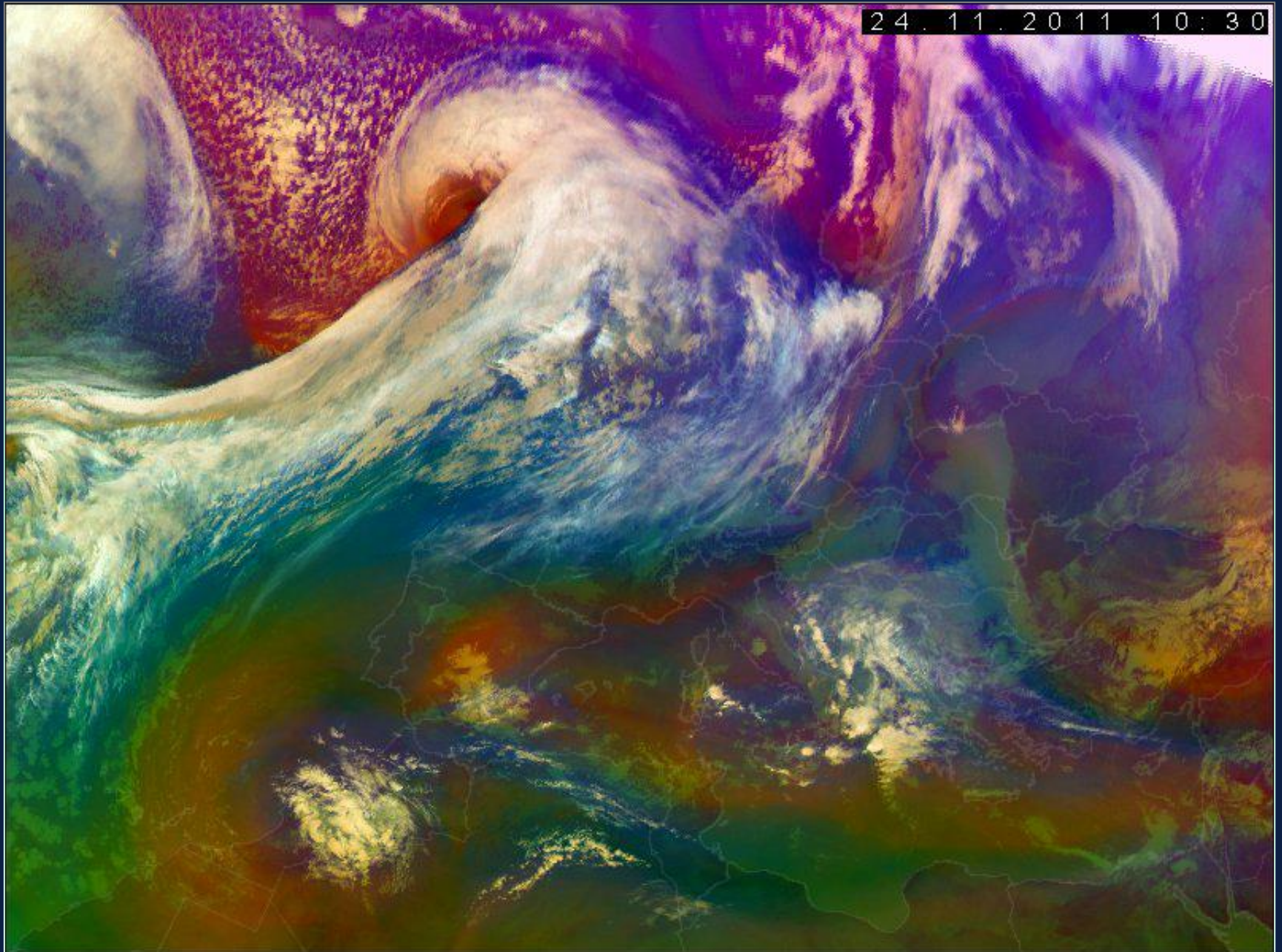
**Odvozené produkty** ... různé kompozitní RGB snímky, sendvičové produkty, nebo složitěji zpracovaná data ...

RGB snímky a sendvičové produkty - vytvořené kombinací různých kanálů tak, aby zvýrazňovaly určitý jev, usnadňovaly jeho detekci; např. základní klasifikace typů oblačnosti, mikrofyzika oblačnosti, detekce prachových bouří, odlišení vzduchových hmot (dynamika atmosféry), detekce sněhové pokrývky, noční detekce mlh a nízké oblačnosti, aj. Určené primárně pro subjektivní využití (prohlížení „okem“).

Meteorologické odvozené produkty – kombinací družicových dat, případně dalších podpůrných či doplňkových dat vytvořené různě tematicky zaměřené produkty, zpravidla určené pro další počítačové či statistické využití, nikoliv pro subjektivní „prohlížení okem“ ... např. produkty jednotlivých SAFů.

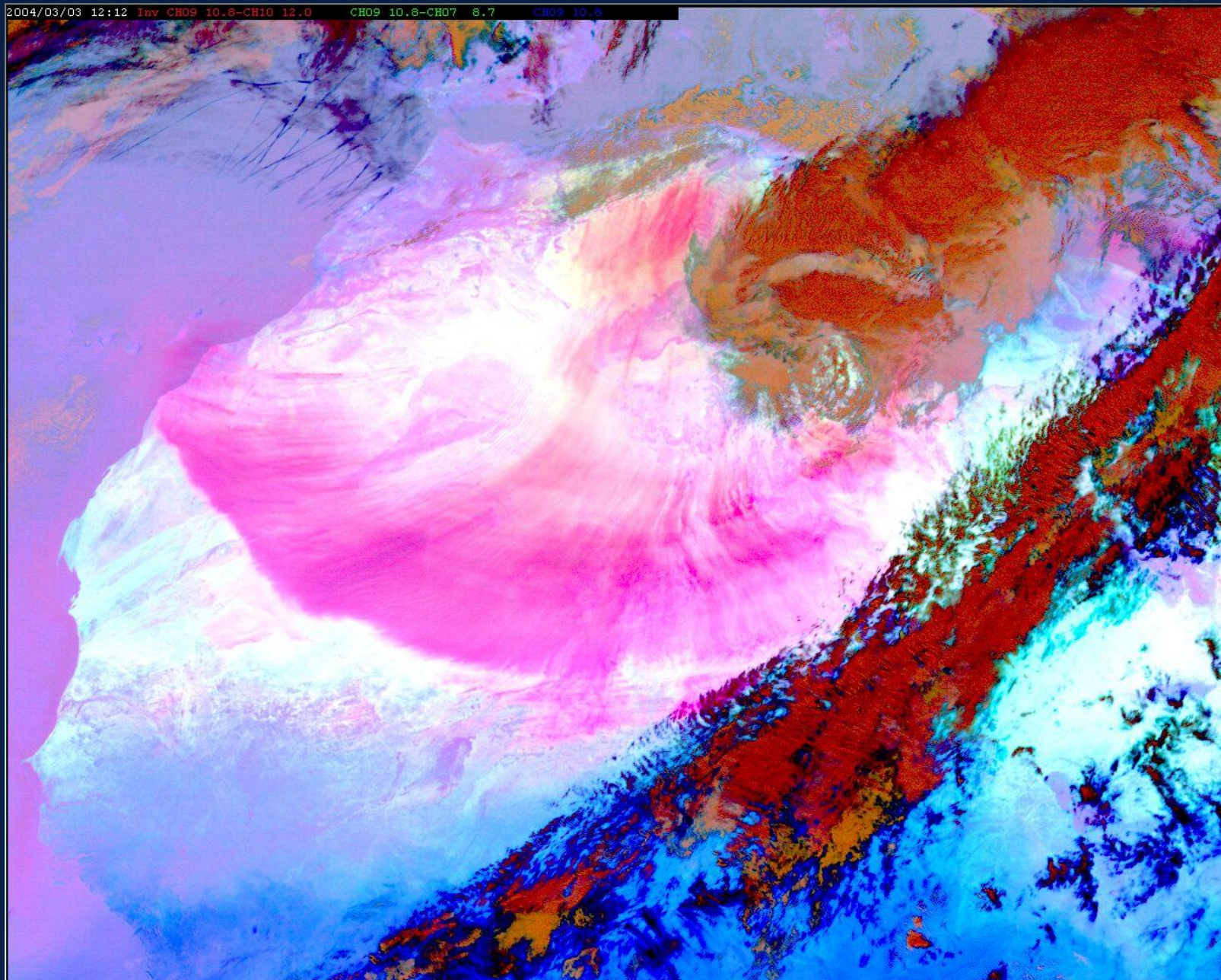
Přehled všech produktů generovaných EUMETSATem viz:  
<http://www.eumetsat.int/Home/Main/DataProducts/ProductNavigator/>  
<http://www.eumetsat.int/Home/Main/DataProducts/Atmosphere/>

# Příklad RGB produktu – tzv. "airmass" RGB produkt



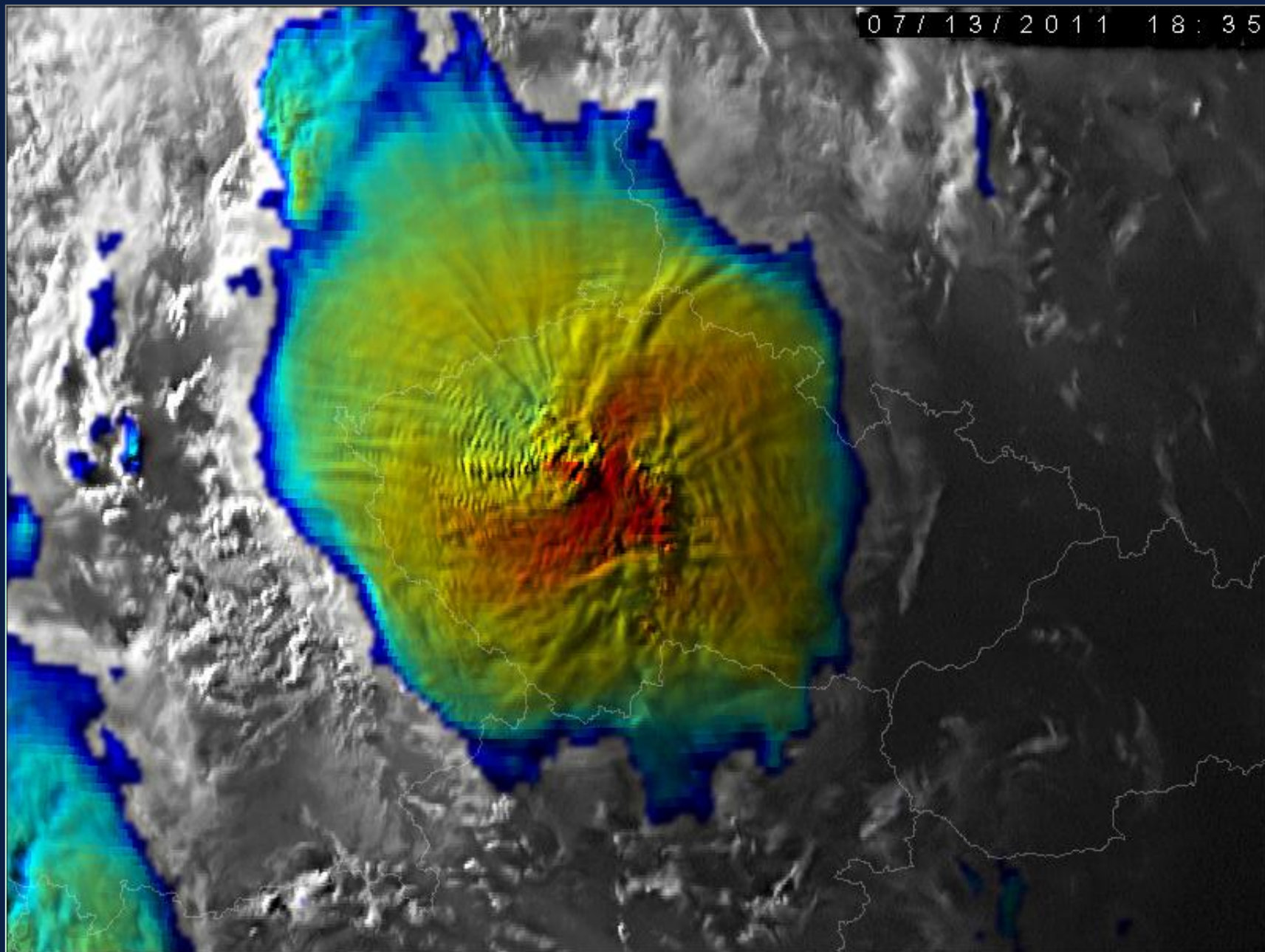


# Příklad RGB produktu – detekce (saharských) písečných bouří:





Příklad „sendvičového“ produktu SEVIRI – kombinace HRV a IR snímku, silná konvektivní bouře:



**EUMETSAT Data Centre Online Ordering**

Log in... Register Help Product Navigator About... EUMETSAT Not logged in

Query and Order Shopping Trolley Specific Product Order Order Follow-Up

Search Type **GEO** Mode **Simple**

Generic Attributes

Tree Management

- root
  - Active Fire Monitoring in ASCII
  - Active Fire Monitoring in GRIB
  - All Sky Radiances
  - Atmospheric Motion Vectors
  - Atmospheric Motion Vectors Collocated
  - Calibration Product
  - Clear Sky Radiances
  - Clear Sky Radiances - Reprocessed
  - Clear Sky Water Vapour Winds
  - Clear-Sky Radiances
  - Clear-Sky Reflectance Map
  - Climate Data Set - MFG
  - Climate Data Set - MSG
  - Climate Data Set - Reprocessed
  - Climate Data Set in BUFR
  - Cloud Analysis - MSG
  - Cloud Analysis - MTP
  - Cloud Analysis Image

Tree Sorting **Prod->Sat->Inst**

Date/Time Range (UTC)

From **2010/09/01 07:29:30** Sub Sat Longitude **All**

To **2010/09/01 07:29:30** Overall Quality **All**

User Defined

Query management... Search

Map Navigation Footprint Selection Area Selection Map Layers...

Map Navigation

## **Archivace dat MSG:**

### **Celkový objem přijímaných a archivovaných 15-min. dat:**

Příjem: formát HRIT, po dekompresi celkem: **430 MB dat každých 15 minut**  
**41 GB dat za 24 hodin**

Archivace: nejsevernější 3/8 celého snímaného disku (všechny kanály), komprese (GZ), pak cca 50 až 60 MB dat každých 15 minut (den), resp. cca 30 MB (noc) – bez "solárních" kanálů, formát XPIF a zpracované snímky



**denní objem archivovaných dat: cca 3.5 GB**

### **Celkový objem archivovaných RSS dat:**

Archivace: komprimovaný formát HRIT, zpracované snímky



**denní objem archivovaných dat: cca 13 GB**



# ***Archivace dat MSG:***

2006/11/23 12:00



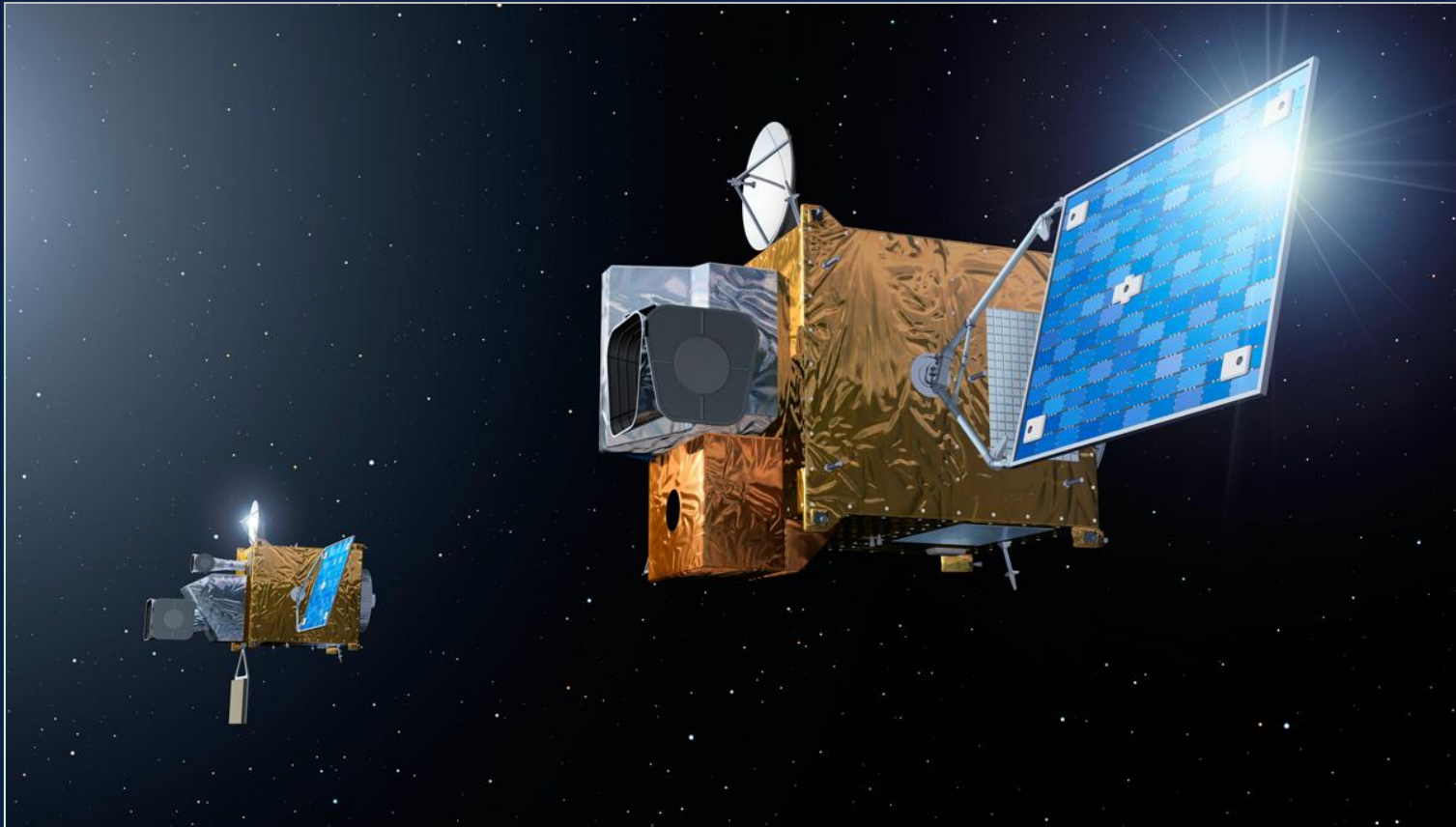
Geografické vymezení oblasti trvale archivovaných 15-minutových dat

***Meteosat třetí generace***

***Meteosat Third Generation***

***MTG***





**MTG-I** ... MTG Imager      předpoklad: 2018, celkem 4 družice

**MTG-S** ... MTG Sounder      předpoklad: 2019, celkem 2 družice



# MTG – Meteosat Third Generation

## MTG-Imager

přístrojové vybavení: Flexible Combined Imager (FCI)

Lightning Imager (LI)

konfigurace družic: na oběžné dráze vždy alespoň dvě provozní družice současně, jedna provozující FCI v základním *Full Disc Scan* (FDS, 10 minut), druhá v *Regional Rapid Scan* (RRS, 2.5 minuty) skenovacích cyklech

## MTG-Sounder

přístrojové vybavení: Infrared Sounder (IRS) – hyperspektrální sondáž atmosféry

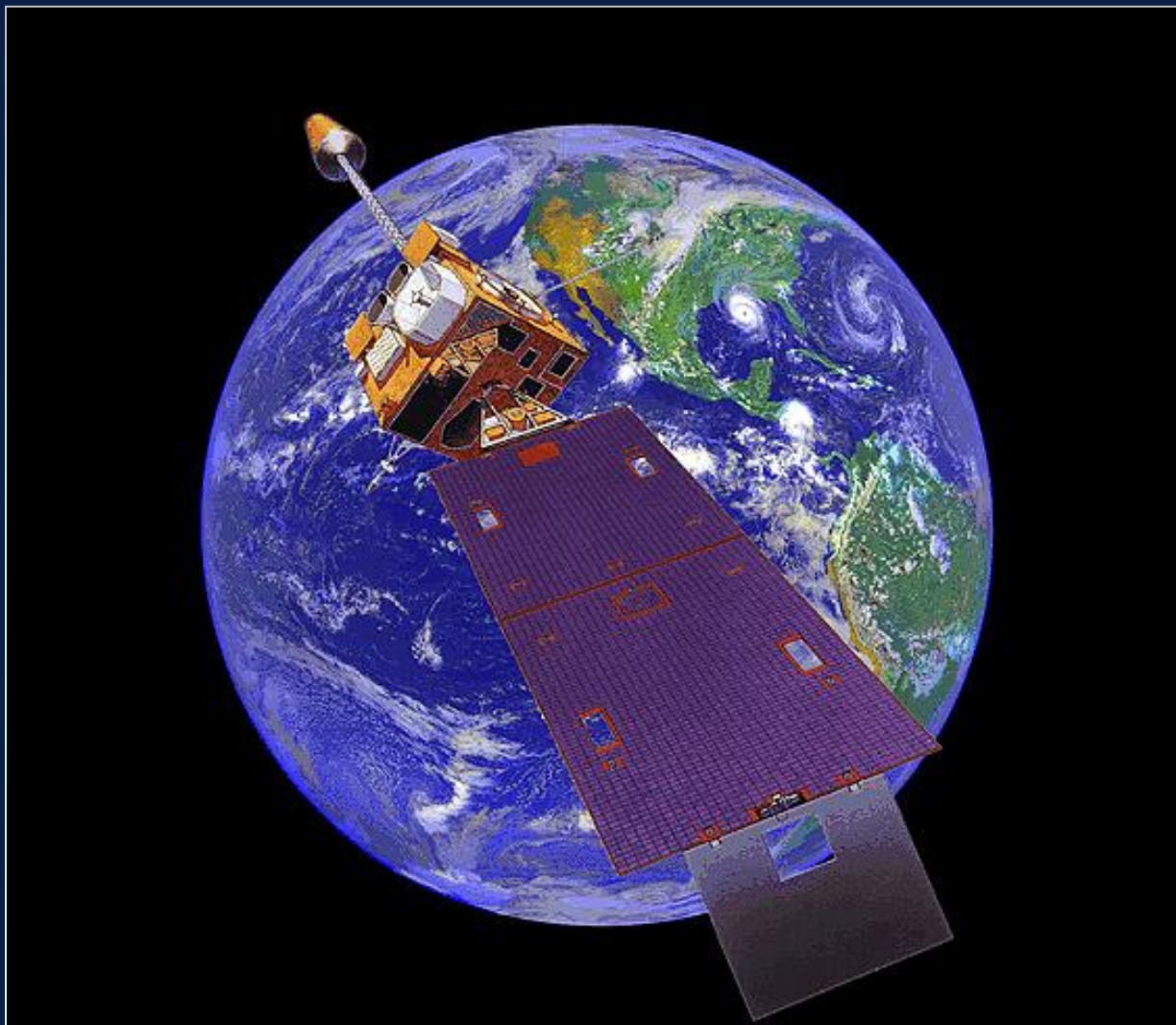
Ultraviolet Visible Near-infrared spectrometer (UVN)

konfigurace družic: na oběžné dráze operativní vždy pouze jedna družice

## MTG-I (Imager) ... Flexible Combined Imager (FCI)

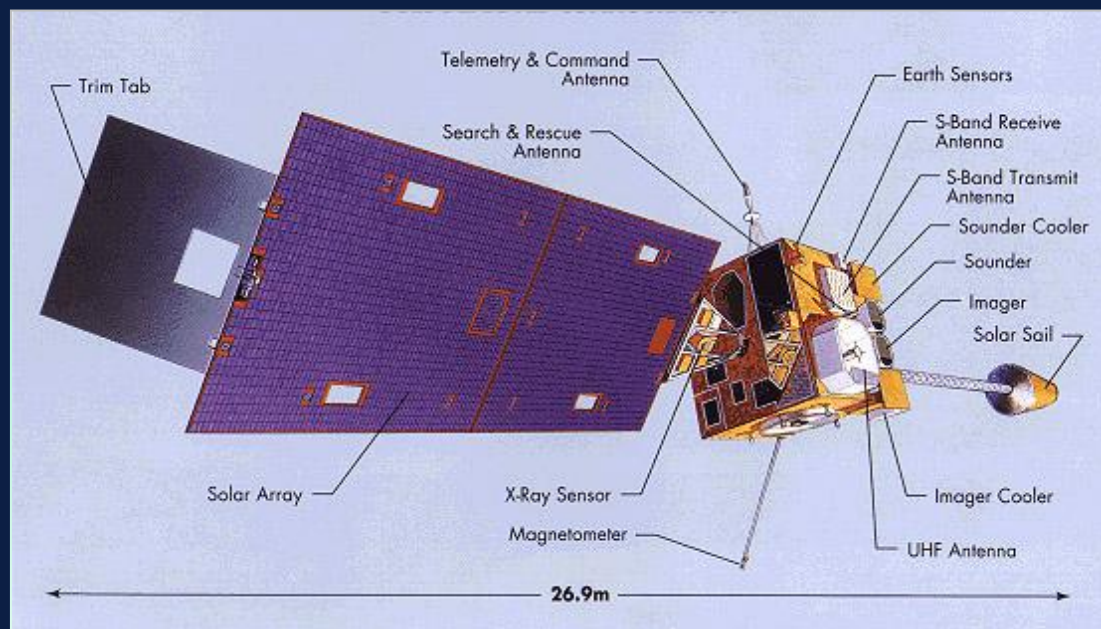
označení kanálu	střední vlnová délka	rozlišení (nadir)
VIS 0.4	0.444 $\mu\text{m}$	1 km
VIS 0.5	0.510 $\mu\text{m}$	1 km
VIS 0.6	0.640 $\mu\text{m}$	1 km FDS / 0.5 km RRS
VIS 0.8	0.865 $\mu\text{m}$	1 km
VIS 0.9	0.914 $\mu\text{m}$	1 km
NIR 1.3	1.380 $\mu\text{m}$	1 km
NIR 1.6	1.610 $\mu\text{m}$	1 km
NIR 2.2	2.250 $\mu\text{m}$	1 km FDS / 0.5 km RRS
IR 3.8	3.800 $\mu\text{m}$	2 km FDS / 1.0 km RRS
WV 6.3	6.300 $\mu\text{m}$	2 km
WV 7.3	7.350 $\mu\text{m}$	2 km
IR 8.7	8.700 $\mu\text{m}$	2 km
IR 9.7 (O3)	9.660 $\mu\text{m}$	2 km
IR 10.5	10.50 $\mu\text{m}$	2 km FDS / 1.0 km RRS
IR 12.3	12.30 $\mu\text{m}$	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 $\mu\text{m}$	2 km

## ***Geostacionární družice USA NOAA/GOES (GOES-8 až GOES-15)***





# GOES-I, J, K, L, M (GOES 8 - 12)

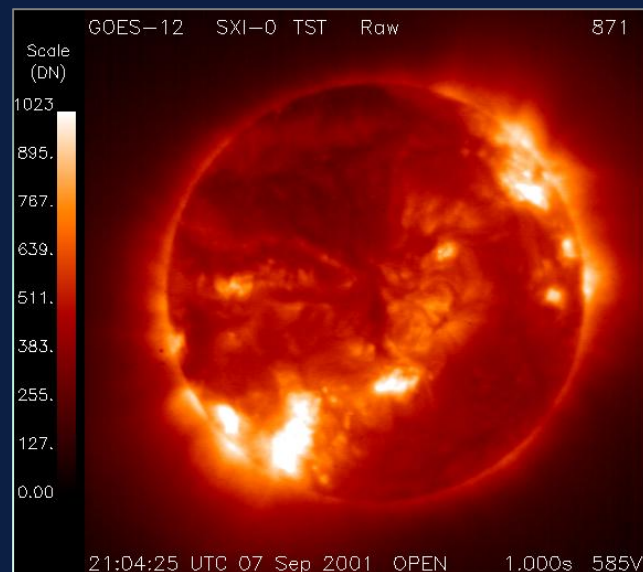


## Základní parametry družice:

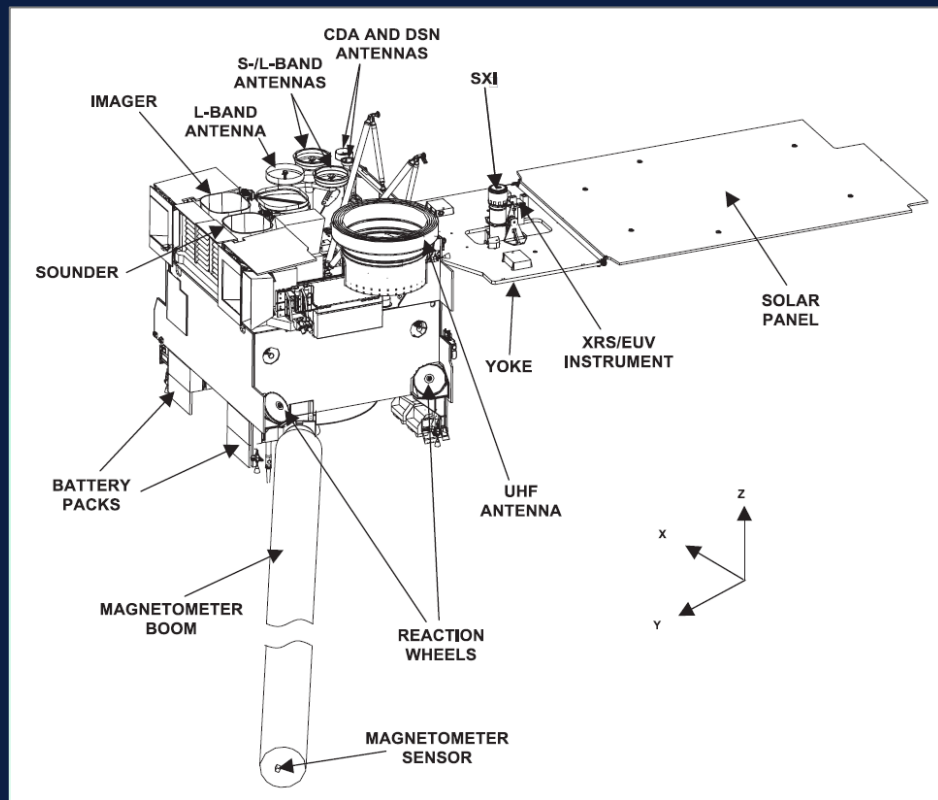
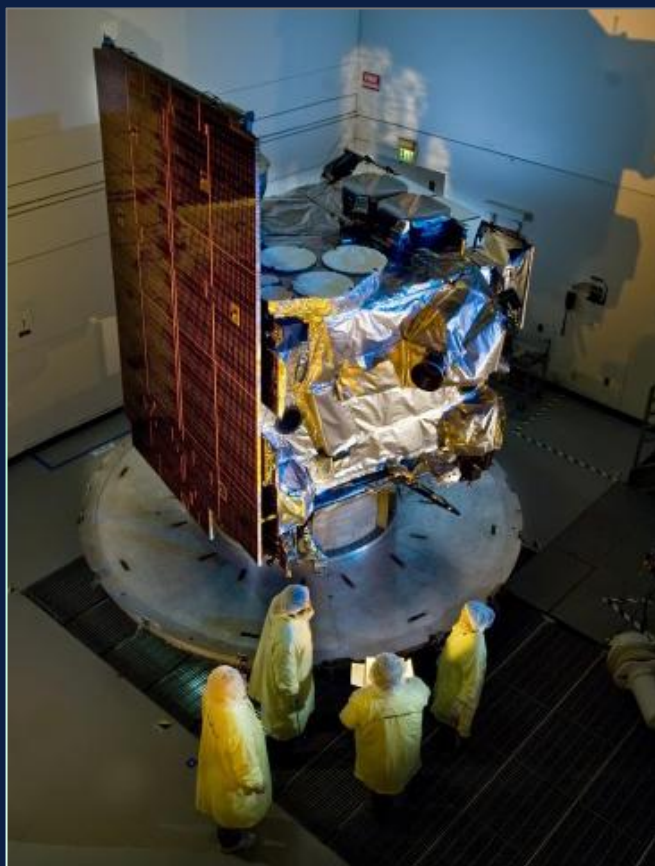
- velikost: 2.0 x 2.1 x 2.3 m
- solární panel: 4.8 x 2.7 m
- váha při startu: 2100 kg

## GOES I-M Imager:

kanál (vlnová délka)	rozlišení (v nadiru)
0.55-0.75 $\mu\text{m}$ (VIS)	1 km
3.80-4.00 $\mu\text{m}$ (NIR)	4 km
6.50-7.00 $\mu\text{m}$ (WV)	4 km
10.2-11.2 $\mu\text{m}$ (IR window)	4 km
11.5-12.5 $\mu\text{m}$ (CO2)	8 km



# GOES-N, O, P (GOES 13, 14, 15)



## GOES NOP Imager:

kanál (vlnová délka)	rozlišení (v nadiru)
0.52-0.71 $\mu\text{m}$ (VIS)	1 km
3.73-4.07 $\mu\text{m}$ (NIR)	4 km
5.70-7.30 $\mu\text{m}$ (WV)	4 km
10.2-11.2 $\mu\text{m}$ (IR window)	4 km
13.0-13.7 $\mu\text{m}$ (CO <sub>2</sub> )	4 km (8 km pro GOES-N)

## **Geostacionární družice NOAA/GOES (USA)**

Aktuální stav (prosinec 2011) – operativní družice:

- GOES 13 (GOES-East), 75 W
- GOES 11 (GOES-West), 135 W
- GOES 12 ... Jižní Amerika, 60° W
- GOES 14 ... záložní, hybernován na oběžné dráze, 105° W
- GOES 15 ... záložní (89.5° W)

Více k družicím NOAA GOES-8 až GOES-15:

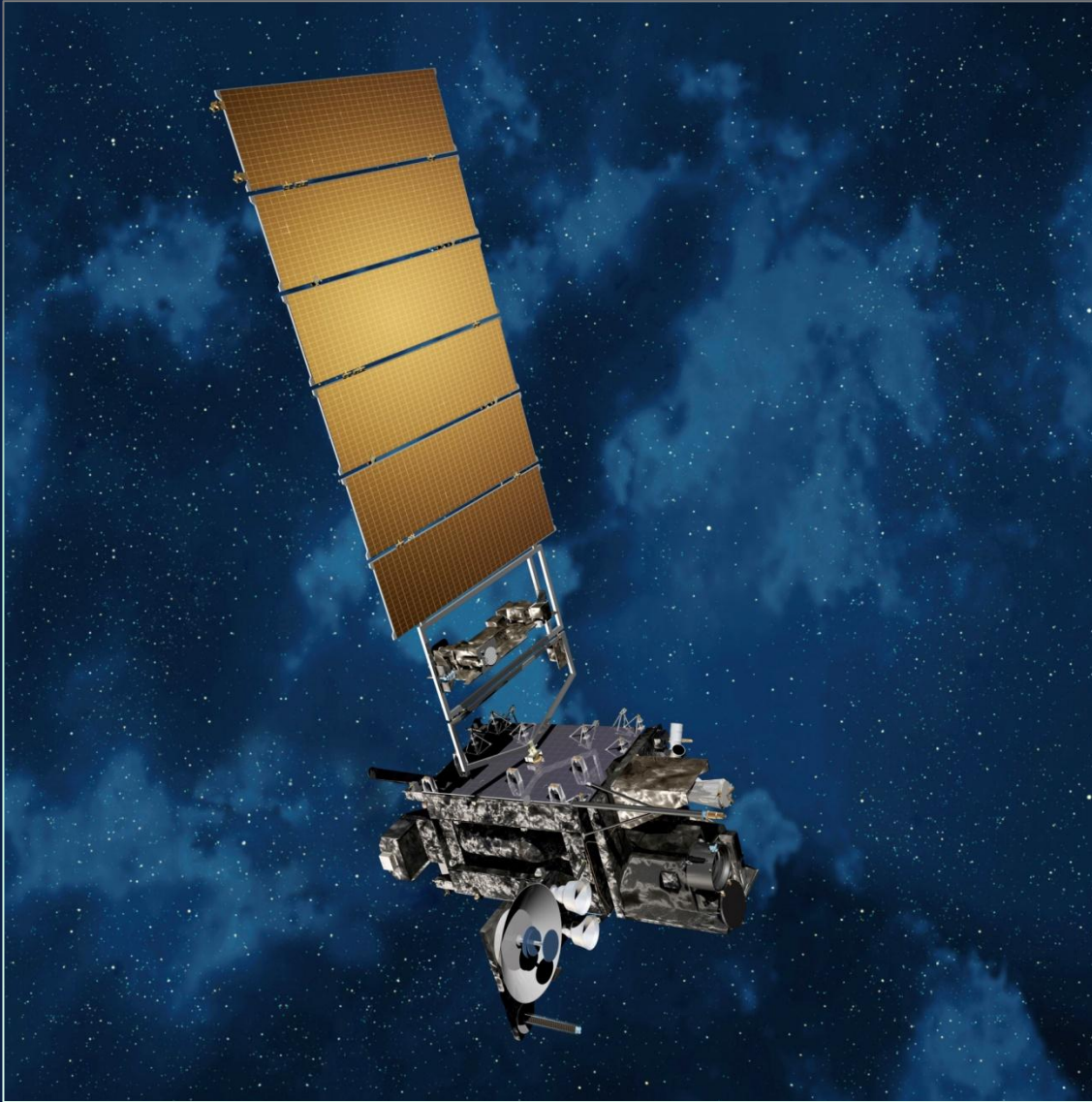
<http://goespoes.gsfc.nasa.gov/goes/index.html>

<http://www.oso.noaa.gov/goes/index.htm>

<http://www.goes.noaa.gov/>



# GOES-R ... geostacionární družice NOAA a NASA příští (třetí) generace



- předpokládaný start koncem r. 2015
- plně operativní od roku 2017
- předpokládaná životnost do r. 2025



# GOES-R ... geostacionární družice NOAA a NASA příští (třetí) generace



- předpokládaný start koncem r. 2015
- plně operativní od roku 2017
- předpokládaná životnost do r. 2025
  
- bude následovat ještě obdobná družice GOES-S (start 2017, operativní od roku 2020, předpokládaná životnost do r. 2028)
  
- časové údaje platné koncem r. 2011

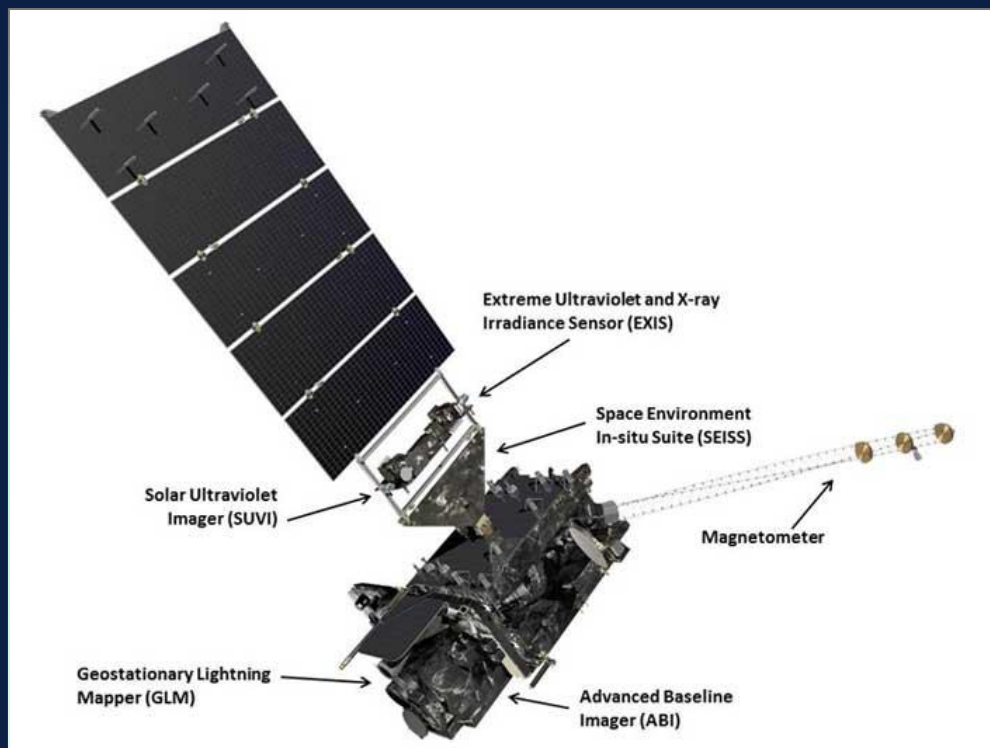




# GOES-R

## Základní přístrojové vybavení družice

- *Advanced Baseline Imager (ABI)*
- *Geostationary Lightning Mapper (GLM)*
- *Solar Ultraviolet Imager (SUVI)*
- *Extreme Ultraviolet and X-ray Irradiance Sensors (EXIS)*
- *GOES-R Magnetometer (MAG)*
- *Space Environment In-Situ Suite (SEISS)*
- *GOES-R Unique Payload Services (UPS)*



## Spektrální kanály ABI

číslo kanálu	rozsah ( $\mu\text{m}$ )	střední vlnová délka	rozlíšení v nadíru
1	0.45 - 0.49	0.47 $\mu\text{m}$	1 km
2	0.59 - 0.69	0.64 $\mu\text{m}$	0.5 km
3	0.846 - 0.885	0.885 $\mu\text{m}$	1 km
4	1.371 - 1.386	1.378 $\mu\text{m}$	2 km
5	1.58 - 1.64	1.61 $\mu\text{m}$	1 km
6	2.225 - 2.275	2.25 $\mu\text{m}$	2 km
7	3.80 - 4.00	3.90 $\mu\text{m}$	2 km
8	5.77 - 6.60	6.19 $\mu\text{m}$	2 km
9	6.75 - 7.15	6.95 $\mu\text{m}$	2 km
10	7.24 - 7.44	7.34 $\mu\text{m}$	2 km
11	8.30 - 8.70	8.5 $\mu\text{m}$	2 km
12	9.42 - 9.80	9.61 $\mu\text{m}$	2 km
13	10.1 - 10.6	10.35 $\mu\text{m}$	2 km
14	10.8 - 11.6	11.2 $\mu\text{m}$	2 km
15	11.8 - 12.8	12.3 $\mu\text{m}$	2 km
16	13.0 - 13.6	13.3 $\mu\text{m}$	2 km

### Skenovací frekvence ABI:

- celý zemský disk: 5 resp. 15 minut
- kontinentální USA (CONUS): 5 minut
- mezoměřítková oblast: 30 sekund



# ***POLÁRNÍ DRUŽICE***



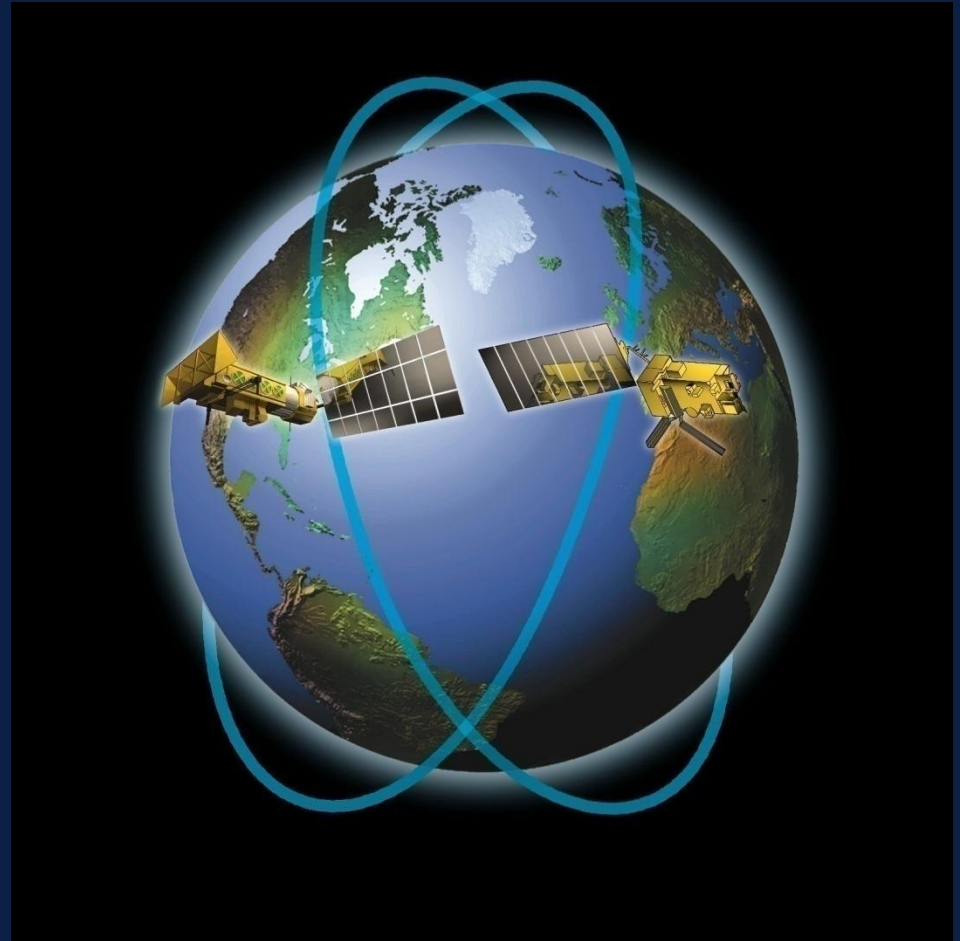
# ***Družice na (kvazi)polárních dráhách***

***Zkráceně (a trochu nepřesně)***

## ***POLÁRNÍ DRUŽICE***

***Například:***

- ***družice NOAA POES***
- ***družice DMSP***
- ***MetOp (EUMETSAT)***
- ***EOS Terra, Aqua (NASA)***
- ***CloudSat, CALIPSO (NASA)***
  
- ***a spousta dalších ...***



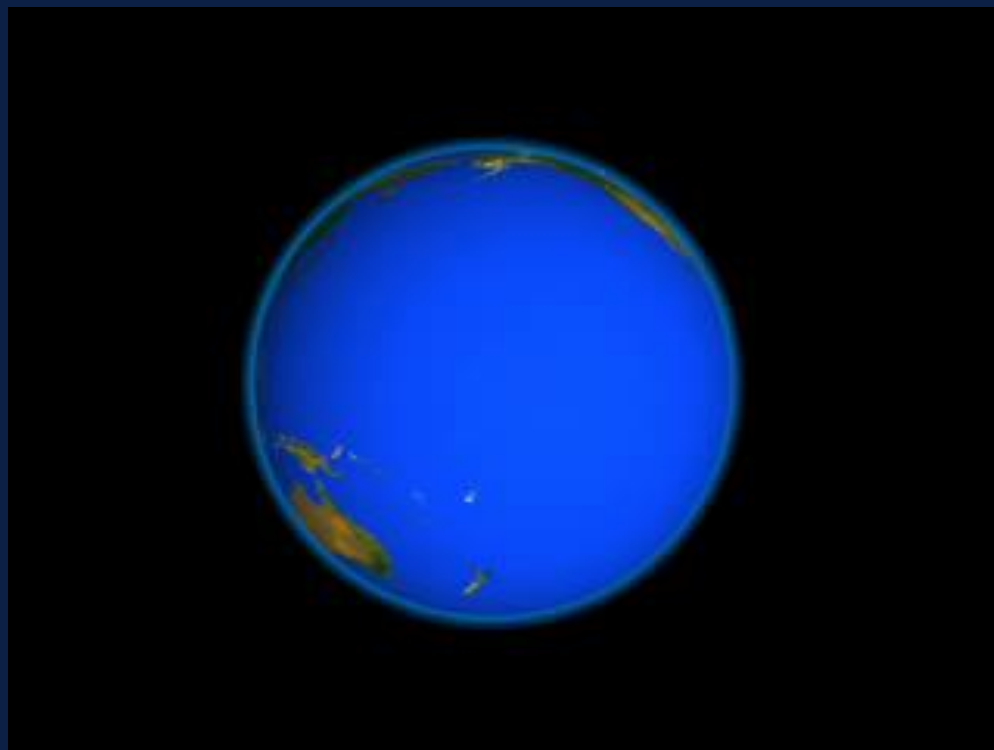
# ***Družice na (kvazi)polárních dráhách***

***Zkráceně (a trochu nepřesně)***

## ***POLÁRNÍ DRUŽICE***

***Například:***

- ***družice NOAA POES***
- ***družice DMSP***
- ***MetOp (EUMETSAT)***
- ***EOS Terra, Aqua (NASA)***
- ***CloudSat, CALIPSO (NASA)***
  
- ***a spousta dalších ...***



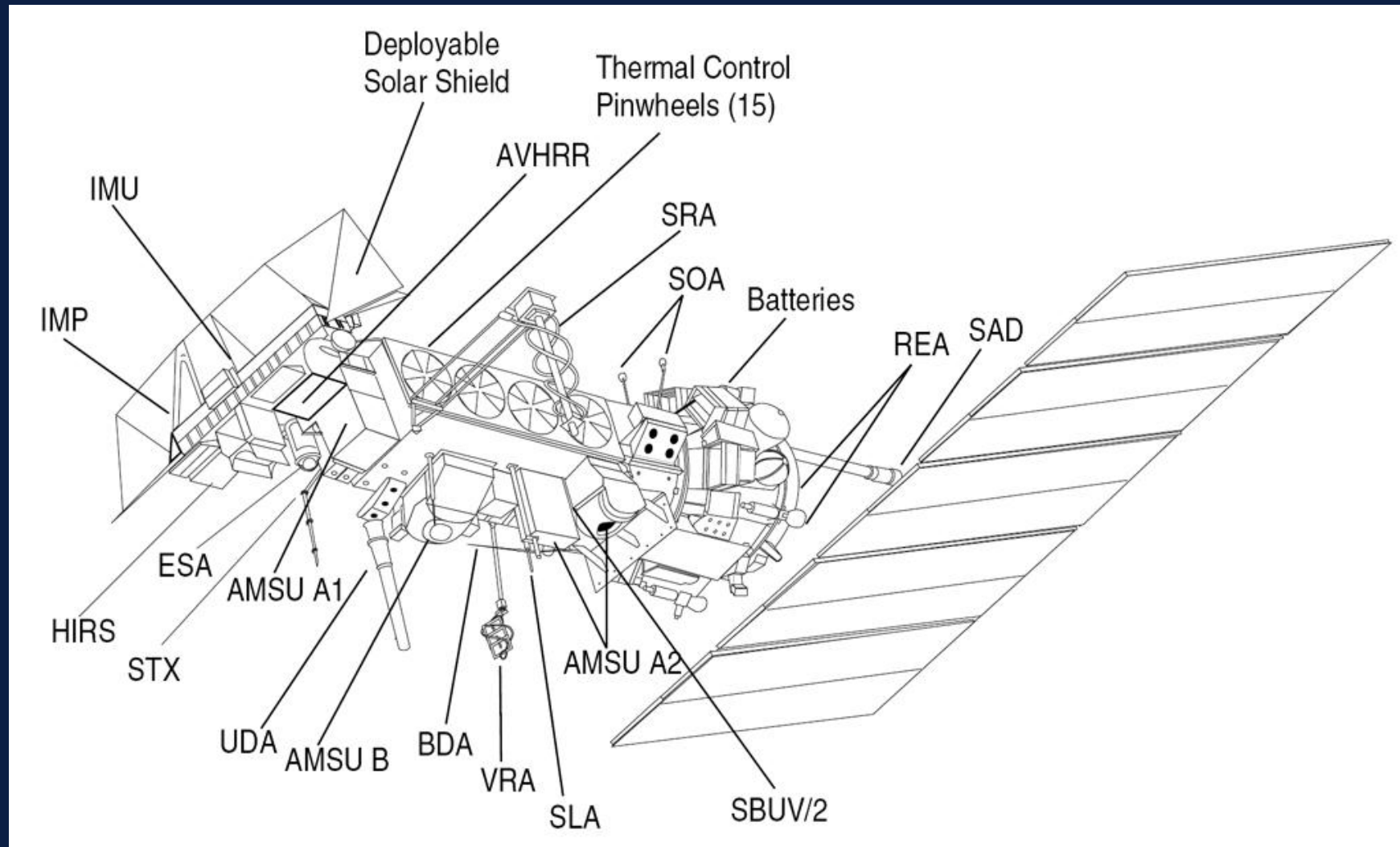


# ***Polární družice NOAA POES*** ***National Oceanic and Atmospheric Administration***



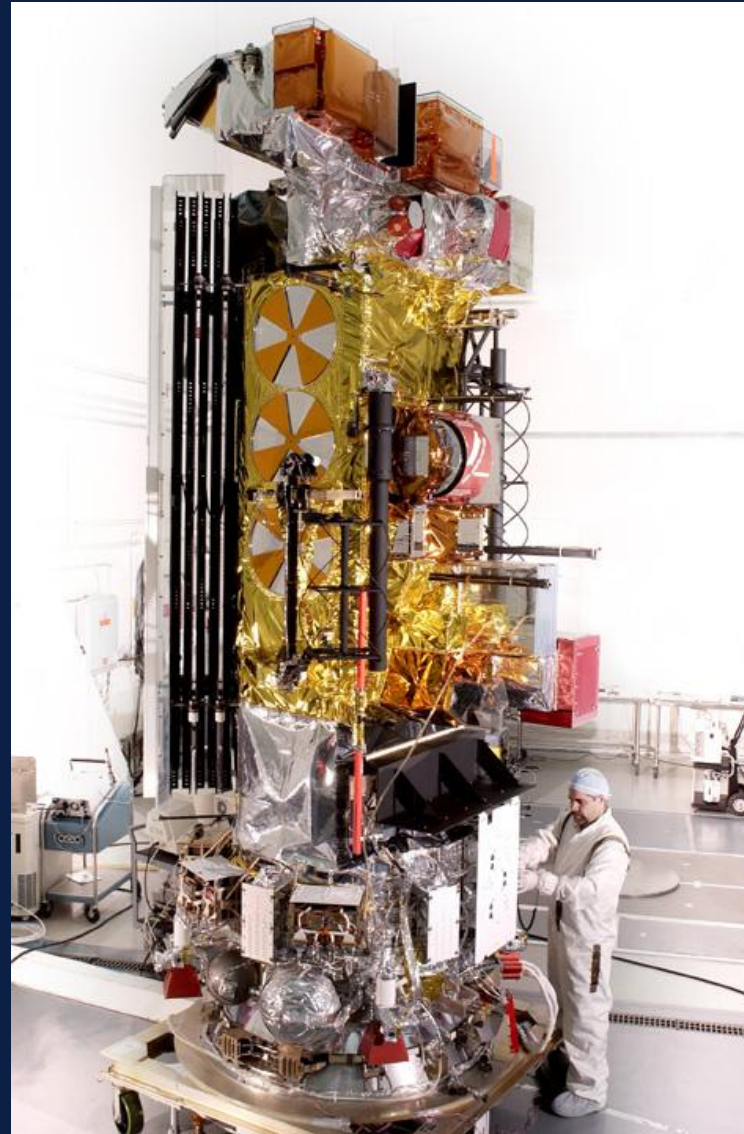
# Polární družice NOAA POES

## National Oceanic and Atmospheric Administration





# Polární družice NOAA POES



NOAA-M (NOAA-17), Air Force Base Vandenberg, Kalifornie, USA



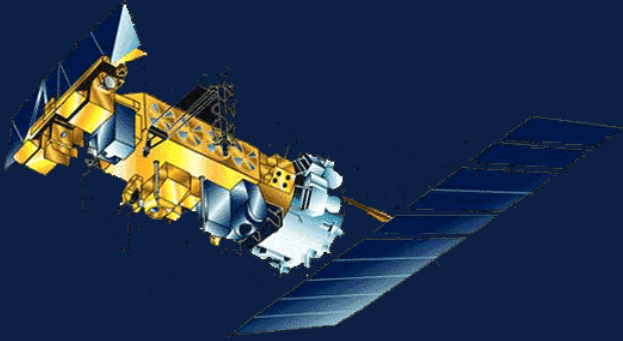
# **Polární družice NOAA POES**

## **National Oceanic and Atmospheric Administration**

NOAA-15 Characteristics	
Main body:	4.2m (13.75 ft) long, 1.88m (6.2 ft) diameter
Solar array:	2.73m (8.96 ft) by 6.14m (20.16 ft)
Weight at liftoff:	2231.7 kg (4920 pounds) including 756.7 kg of expendable fuel
Launch vehicle:	Lockheed Martin Titan II
Launch date:	May 13, 1998 Vandenberg Air Force Base, CA
Orbital information:	Type: sun synchronous Altitude: 833 km Period: 101.2 minutes Inclination: 98.70 degrees
Sensors:	Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR/3) Advanced Microwave Sounding Unit-A (AMSU-A) Advanced Microwave Sounding Unit-B (AMSU-B) High Resolution Infrared Radiation Sounder (HIRS/3) Space Environment Monitor (SEM/2) Search and Rescue (SAR) Repeater and Processor Data Collection System (DCS/2)

# **Polární družice NOAA POES**

## **National Oceanic and Atmospheric Administration**



**POES = Polar-Orbit Earth Observation Mission**

**alternativní označení:**

**družice série TIROS-N  
družice NOAA-KLM,  
družice NOAA-N a N', ...**

- **před startem družice označena písmenem abecedy (dle pořadí výroby družice)**
- **po dosažení oběžné dráhy je družici přiřazeno pořadové číslo**
- **například NOAA-K >> NOAA 15, NOAA-L >> NOAA 17, NOAA-N >> NOAA 18, NOAA-N' >> NOAA-19**
  
- **v současnosti (listopad 2011) operativní NOAA 15, 16, 18 a 19 (a Metop2)**

# Polární družice NOAA POES



Titan 2, Air Force Base Vandenberg, Kalifornie, USA



# Polární družice NOAA POES

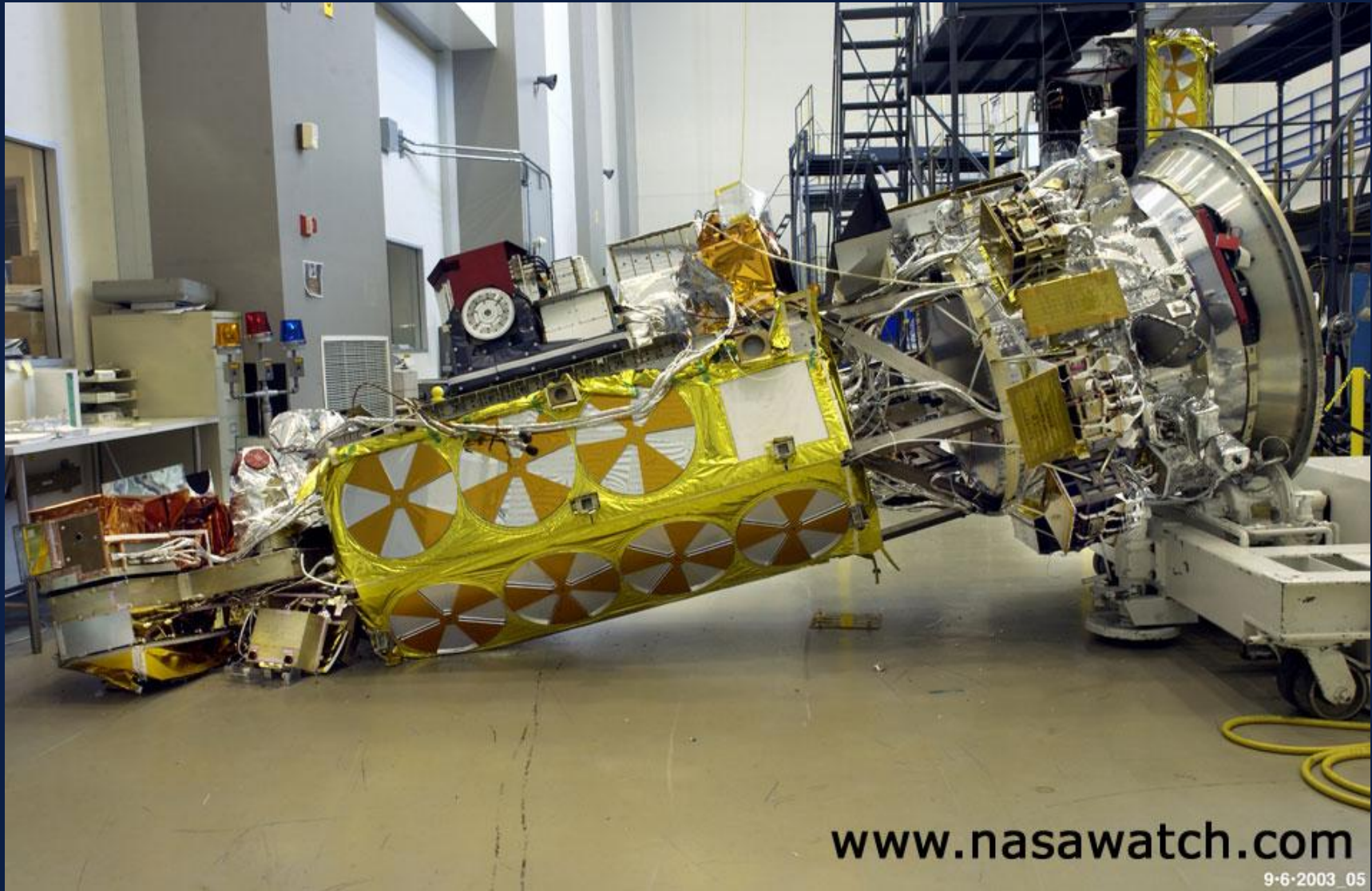


[www.nasawatch.com](http://www.nasawatch.com)

9-6-2003\_01

Havárie NOAA-N' (NOAA-N Prime) při montáži v hale Lockheed Martin Corp., Sunnyvale, Kalifornie, 6.9.2003

# Polární družice NOAA POES

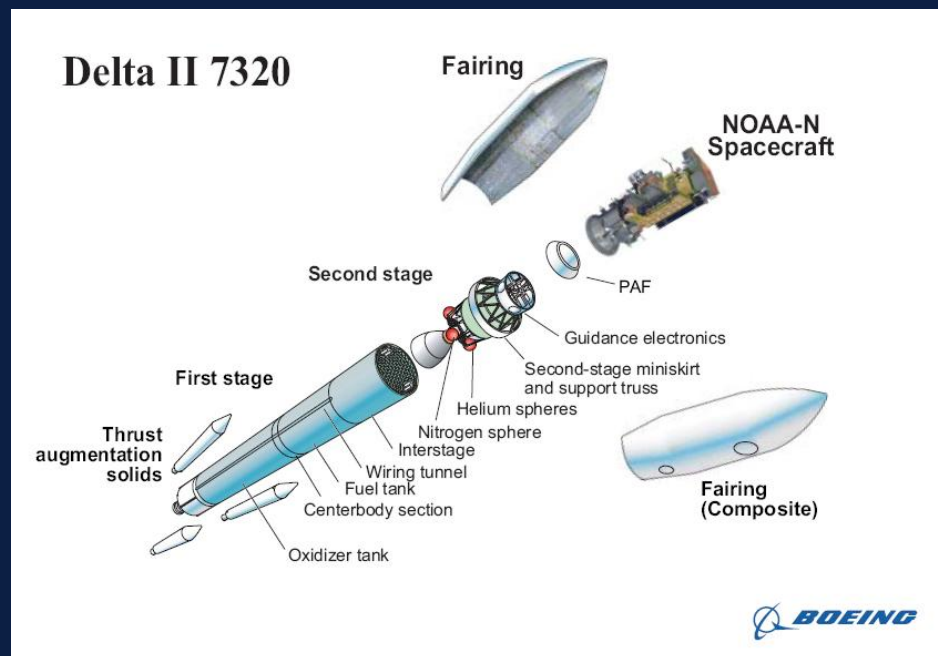


Havárie NOAA-N' (NOAA-N Prime) při montáži v hale Lockheed Martin Corp., Sunnyvale, Kalifornie, 6.9.2003





# Polární družice NOAA POES

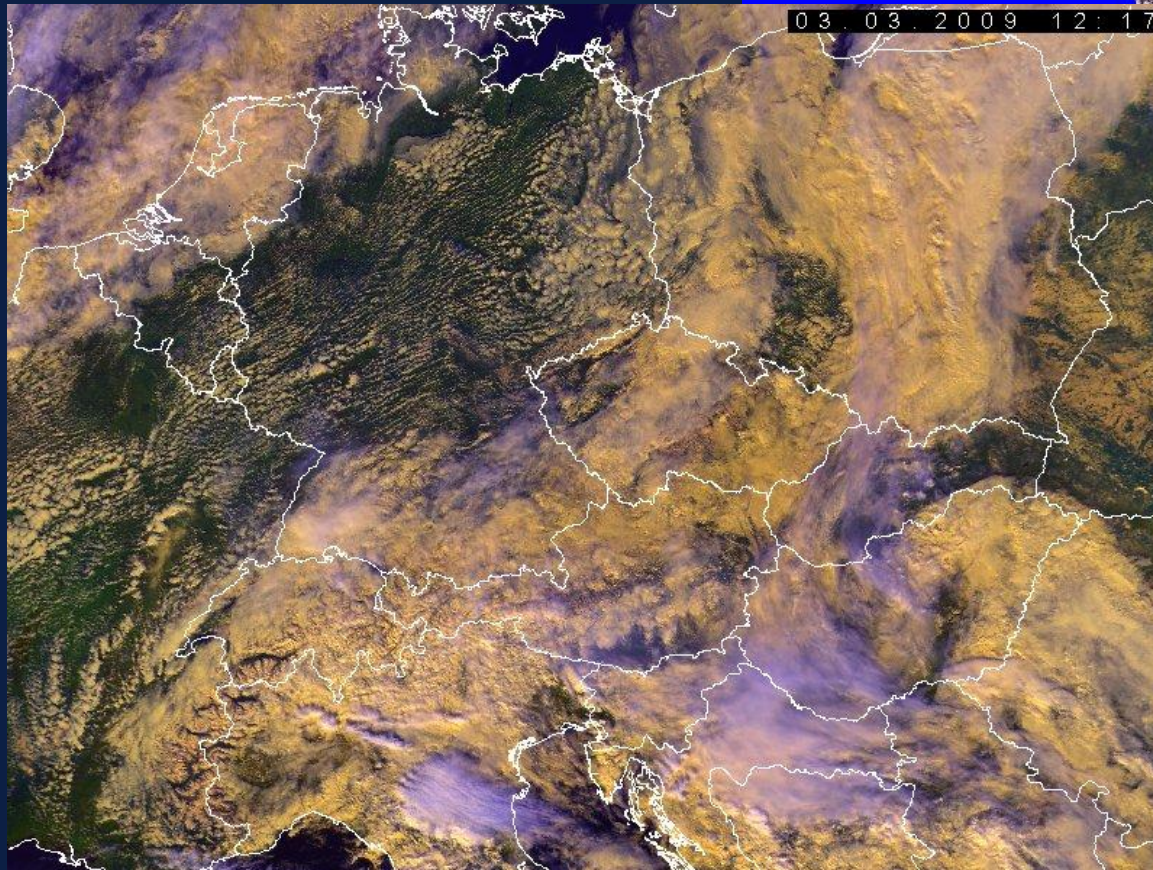
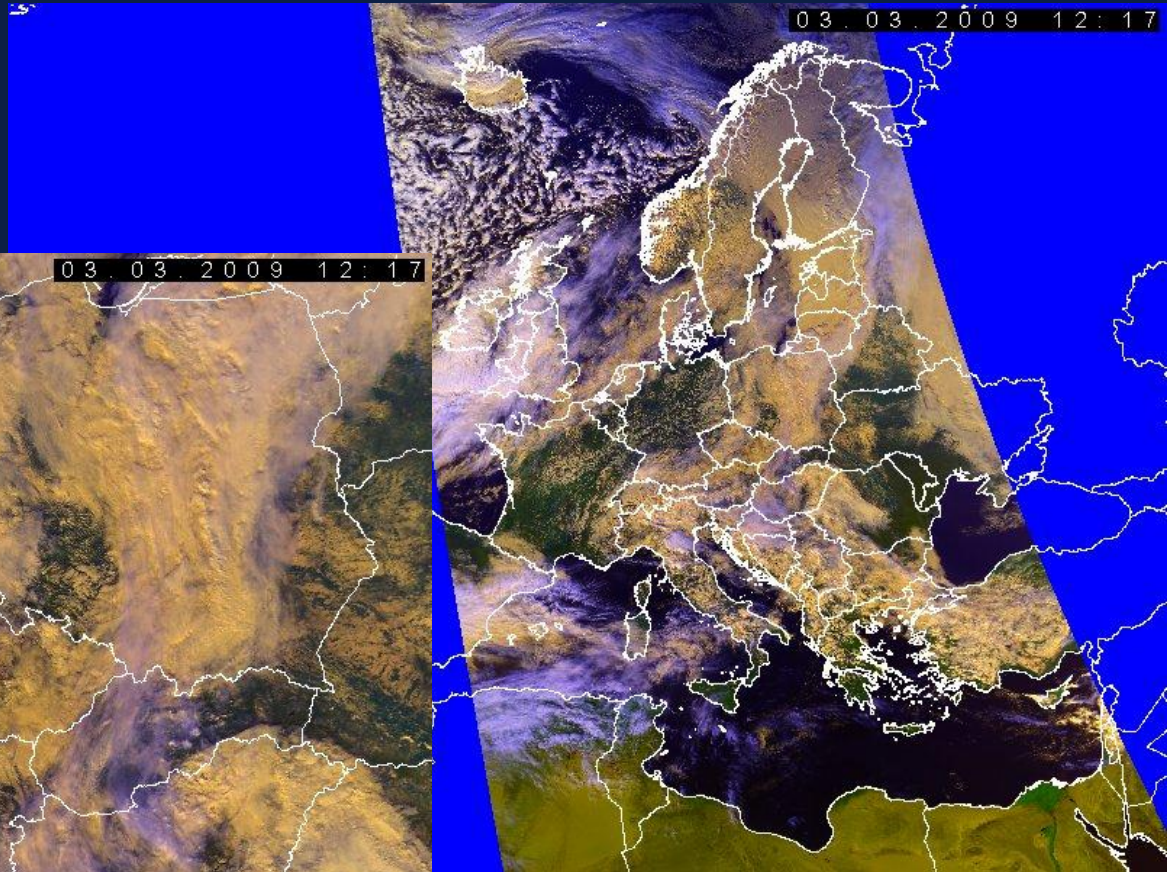


6. února 2009: start NOAA-N Prime (NOAA-19)  
Delta II, základna Vandenberg, Kalifornie, USA



# Polární družice NOAA POES

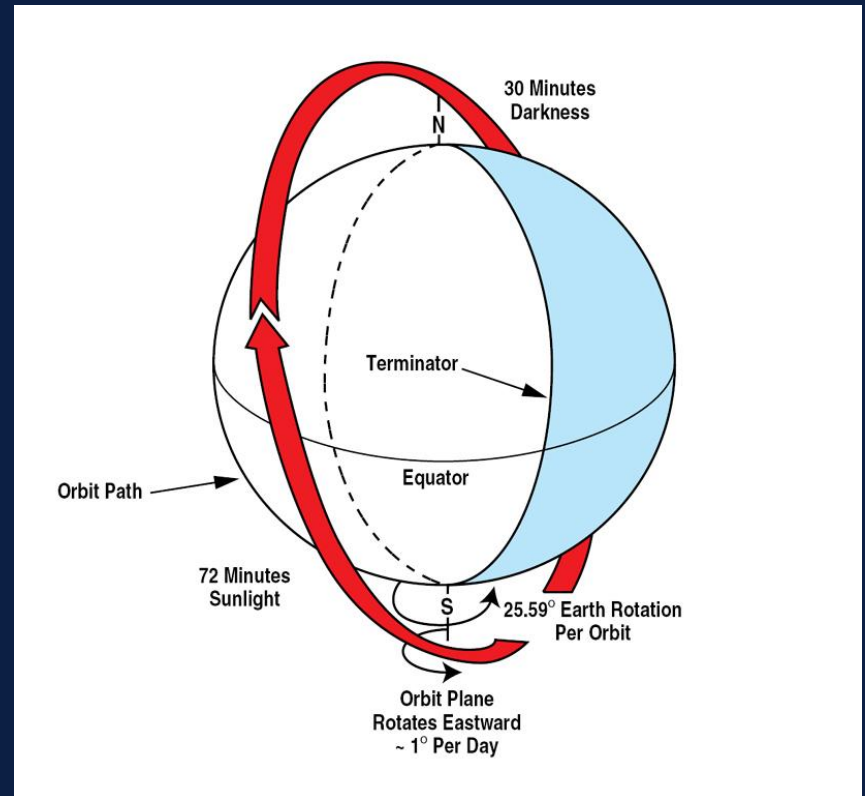
NOAA-19, 3. 3. 2009, ČHMÚ



# Polární družice NOAA POES

## Dráhy družic

- kruhová helio-synchronní dráha
- výška dráhy: cca 810 až 870 km
- oběžná doba: ~ 100 minut
- sklon dráhy: 98 až 100 stupňů vůči rovině rovníku
- posuv na rovníku mezi dvěma následnými přelety: ~ 25.6 stupně
- stočení roviny oběžné dráhy: přibližně 1° za 1 den (k východu)

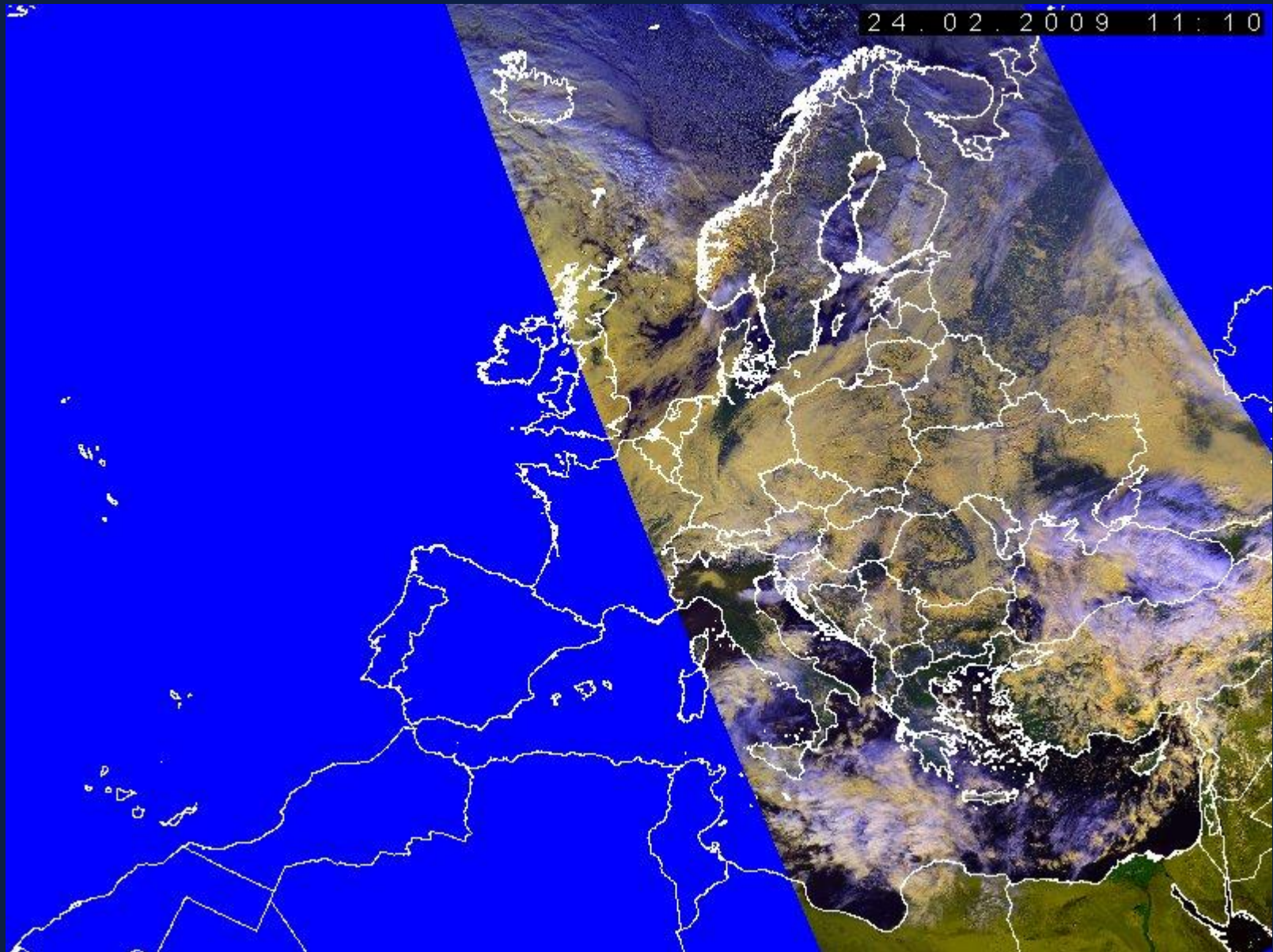


- šířka snímaného pásu území přístrojem AVHRR: cca 3000 km



# Polární družice NOAA POES

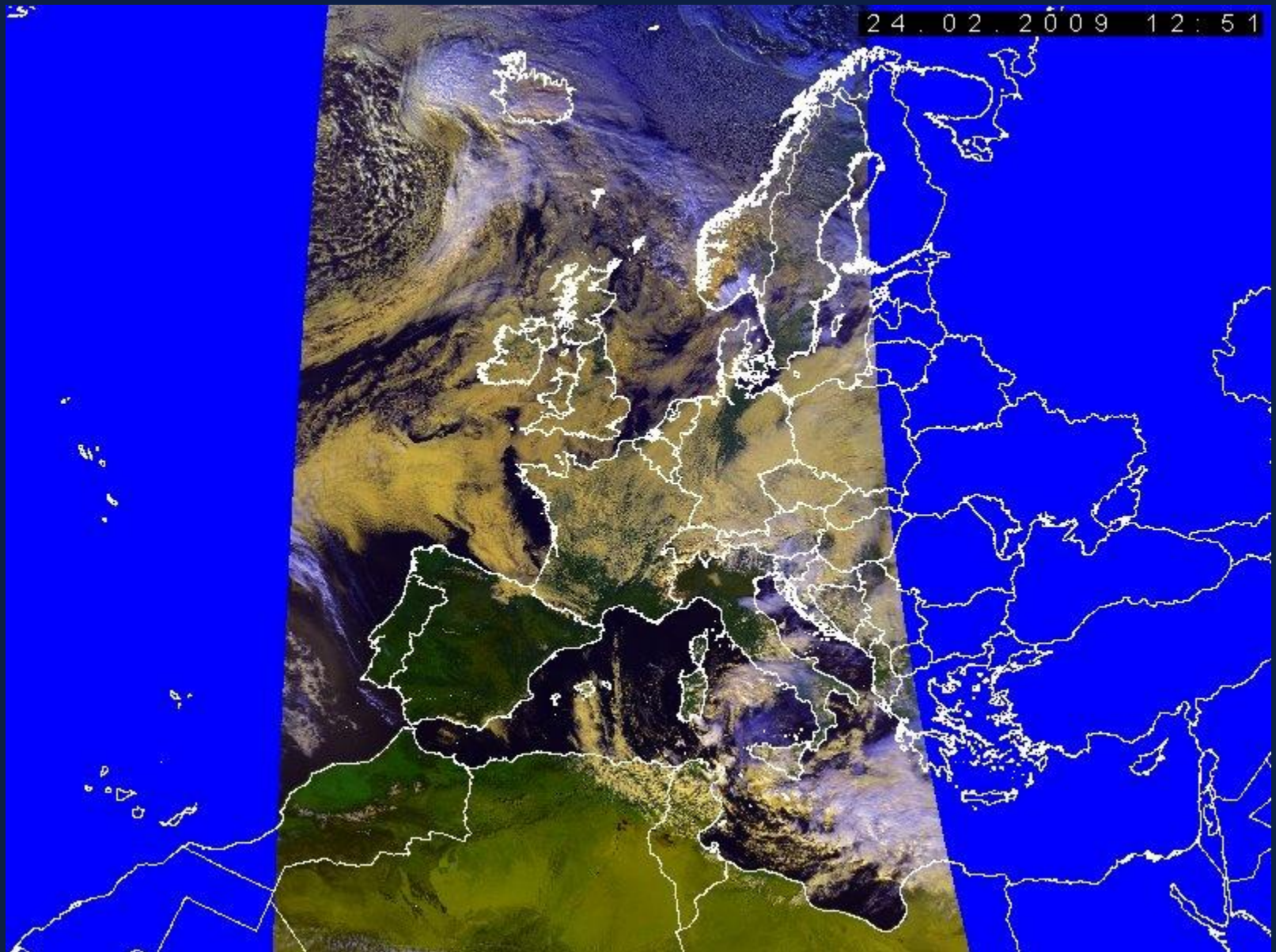
dva po sobě následující přelety



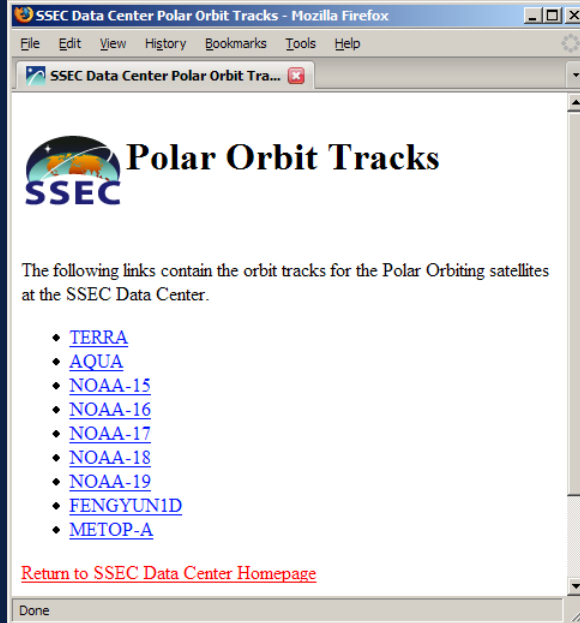


# Polární družice NOAA POES

dva po sobě následující přelety



# Polární družice NOAA POES – předpovědi přeletů:



**SSEC Polar Orbit Tracks**

The following links contain the orbit tracks for the Polar Orbiting satellites at the SSEC Data Center.

- ♦ [TERRA](#)
- ♦ [AQUA](#)
- ♦ [NOAA-15](#)
- ♦ [NOAA-16](#)
- ♦ [NOAA-17](#)
- ♦ [NOAA-18](#)
- ♦ [NOAA-19](#)
- ♦ [FENGYUN1D](#)
- ♦ [METOP-A](#)

[Return to SSEC Data Center Homepage](#)



**NOAA-19 Orbit Tracks**

- ♦ [Go to NOAA15 GLOBAL](#)
- ♦ [Go to NOAA16 GLOBAL](#)
- ♦ [Go to NOAA17 GLOBAL](#)
- ♦ [Go to NOAA18 GLOBAL](#)
- ♦ [Go to FENGYUN1D GLOBAL](#)
- ♦ [Go to METOP-A GLOBAL](#)

**NOAA-19 Orbit Tracks**

- ♦ [GLOBAL](#)
- ♦ [Hawaii](#)
- ♦ [North America](#)
- ♦ [South America](#)
- ♦ [Europe](#)
- ♦ [Africa](#)
- ♦ [Asia](#)
- ♦ [Australia](#)
- ♦ [Arctic](#)
- ♦ [Antarctic](#)

**NOAA Polar Schedule at SSEC**

- ♦ [Wallops/Fairbanks Relay](#)
- ♦ [Direct Broadcast](#)

**NOAA-15 Orbit Tracks**

- ♦ [NOAA-16 Orbit Tracks](#)
- ♦ [NOAA-17 Orbit Tracks](#)
- ♦ [NOAA-18 Orbit Tracks](#)
- ♦ [FENGYUN1D Orbit Tracks](#)
- ♦ [METOP-A Orbit Tracks](#)
- ♦ [NOAA-19 Orbit Track Archive](#)

- ♦ [SSEC Data Center](#)

**SPACE SCIENCE AND ENGINEERING CENTER**

**NOAA19 Orbit Tracks GLOBAL**



- ♦ [March 01,2009 \(Day 2009060\)](#)
- ♦ [March 02,2009 \(Day 2009061\)](#)
- ♦ [March 03,2009 \(Day 2009062\)](#)
- ♦ [March 04,2009 \(Day 2009063\)](#)
- ♦ [March 05,2009 \(Day 2009064\)](#)
- ♦ [March 06,2009 \(Day 2009065\)](#)
- ♦ [March 07,2009 \(Day 2009066\)](#)

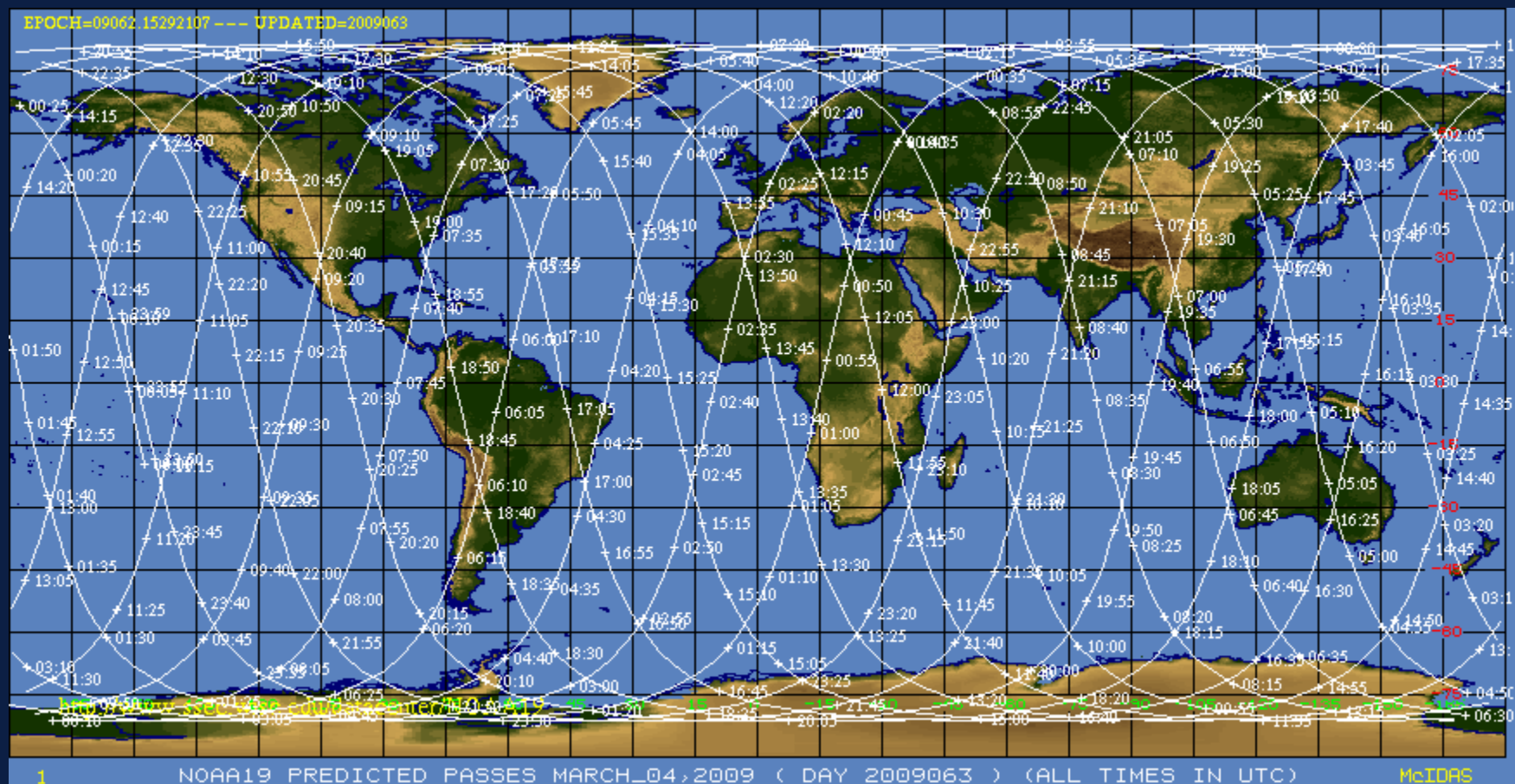
['GLOBAL' Orbit Track Archive](#)

*Updated Wed Mar 4 01:00:04 UTC 2009 by SSEC.*

[Return to SSEC Data Center Homepage](#)

[http://www.ssec.wisc.edu/datacenter/orbit\\_tracks.html](http://www.ssec.wisc.edu/datacenter/orbit_tracks.html)

# Polární družice NOAA POES – předpovědi přeletů:



[http://www.ssec.wisc.edu/datacenter/orbit\\_tracks.html](http://www.ssec.wisc.edu/datacenter/orbit_tracks.html)



# **Polární družice NOAA POES – předpovědi přeletů, navigace:**

On-line:

<http://science.nasa.gov/Realtime/JTrack/NOAA.html>

<http://science.nasa.gov/Realtime/jtrack/3d/JTrack3D.html>

Off-line:

<http://www.satsignal.eu/software/wxtrack.htm> (WXTrack, David Taylor)

<http://www.stoff.pl/> (Orbitron)

TLE (Two-Line Elements):

<http://www.celestrak.com/NORAD/elements/> (CelesTrak)

další informace a odkazy:

<http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/ml/navigation.html>

<http://www.osdpc.noaa.gov/PSB/NAVIGATION/navpage.html>



# Polární družice NOAA POES

## AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)

channel 1	0.58 - 0.68 $\mu\text{m}$
channel 2	0.72 - 1.10 $\mu\text{m}$
channel 3A	1.58 - 1.64 $\mu\text{m}$
channel 3B	3.55 - 3.93 $\mu\text{m}$
channel 4	10.3 - 11.3 $\mu\text{m}$
channel 5	11.5 - 12.5 $\mu\text{m}$

AVHRR/3

solární kanály

tepelné kanály

přenos dat:

HRPT (High Resolution Picture Transmission)

- digitální

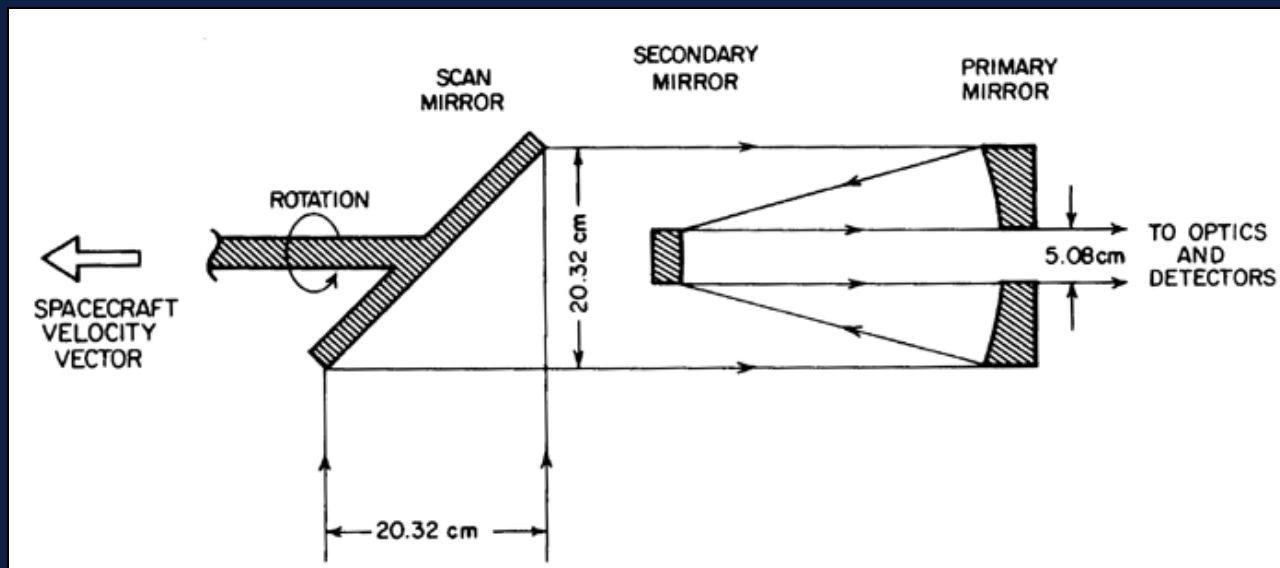
APT (Automatic Picture Transmission)

- analogový

## TOVS (TIROS Operational Vertical Sounder) HIRS, AMSU, SSU, ...

# Polární družice NOAA POES

## AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)

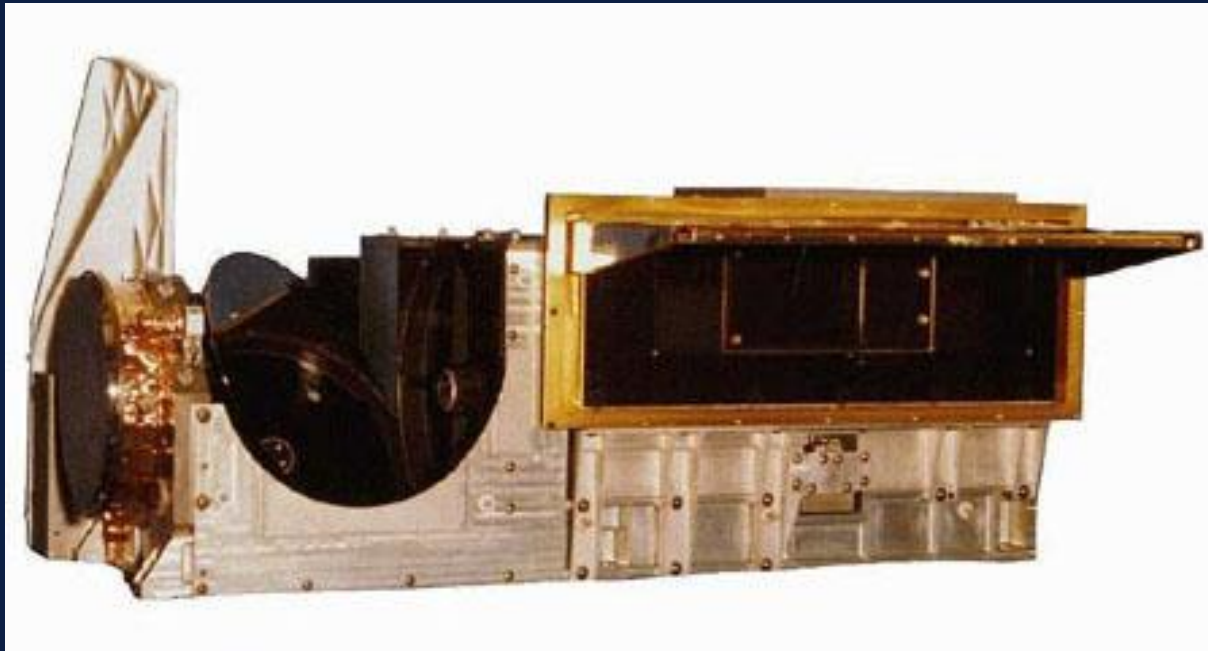


- snímání rychlostí 6 řádků za sekundu
- každý řádek následně segmentován na 2048 dílčích pixlů
- každý kanál v 10-bitové úrovni
- přenos uživatelům v téměř reálném čase (zpoždění ~ ms)



# Polární družice NOAA POES

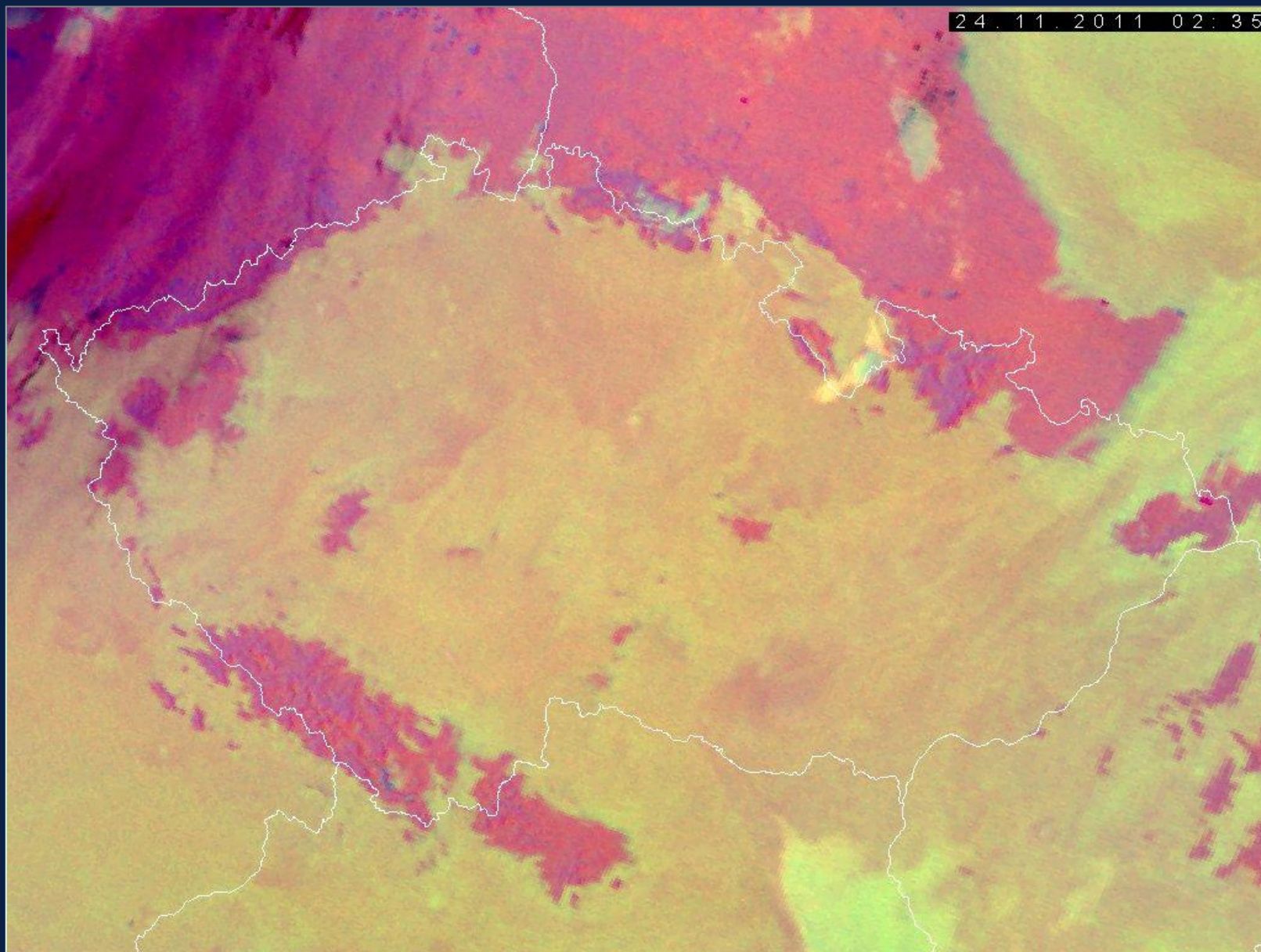
## AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)



- rozlišení v nadiru (poddružicovém bodě): 1.1 x 1.1 km
- rozlišení na kraji přeletu: cca 2,5 x 5 km

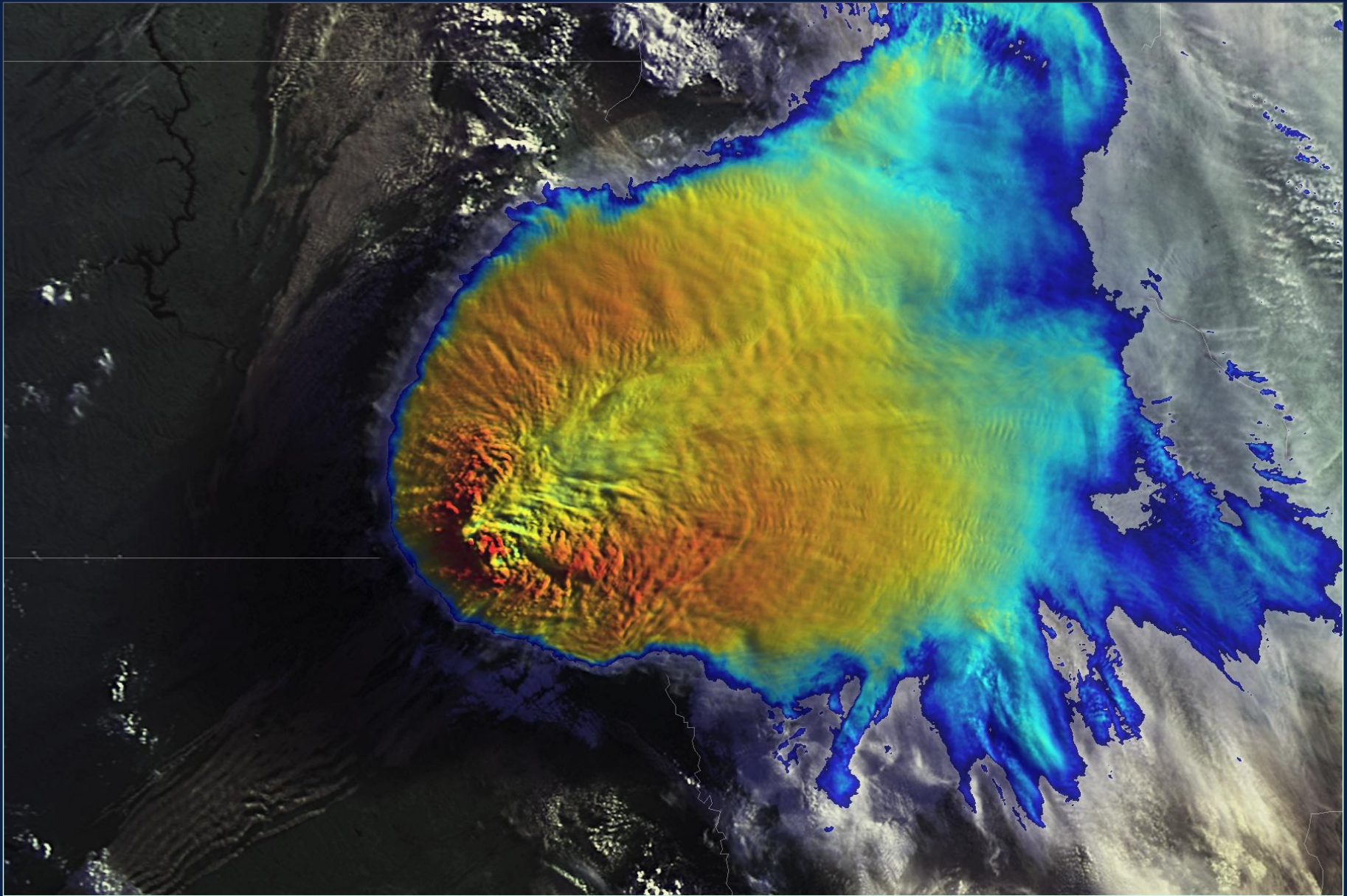
Více k AVHRR: <http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/ml/avhrr.html>  
<http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/eps-pg/AVHRR/AVHRR-PG-0TOC.htm>

Příklad RGB produktu AVHRR – tzv. noční mikrofyzikální produkt (detekce mlha nízké oblačnosti):





Příklad „sendvičového“ produktu AVHRR – kombinace VIS a IR snímku, silná konvektivní bouře:



2009-07-09 11:35 UTC NOAA 15 (South Dakota, Minnesota, Nebraska, Iowa, U.S.A.)

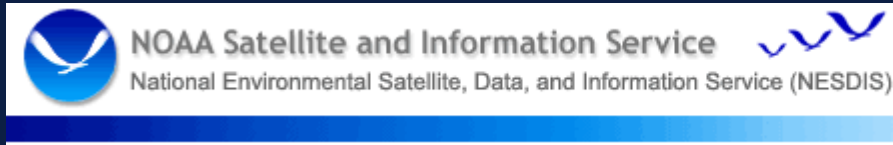


# Polární družice NOAA POES

Zdroj Level-1b dat:

<http://www.class.noaa.gov/>

(nutná předchozí bezplatná registrace!)



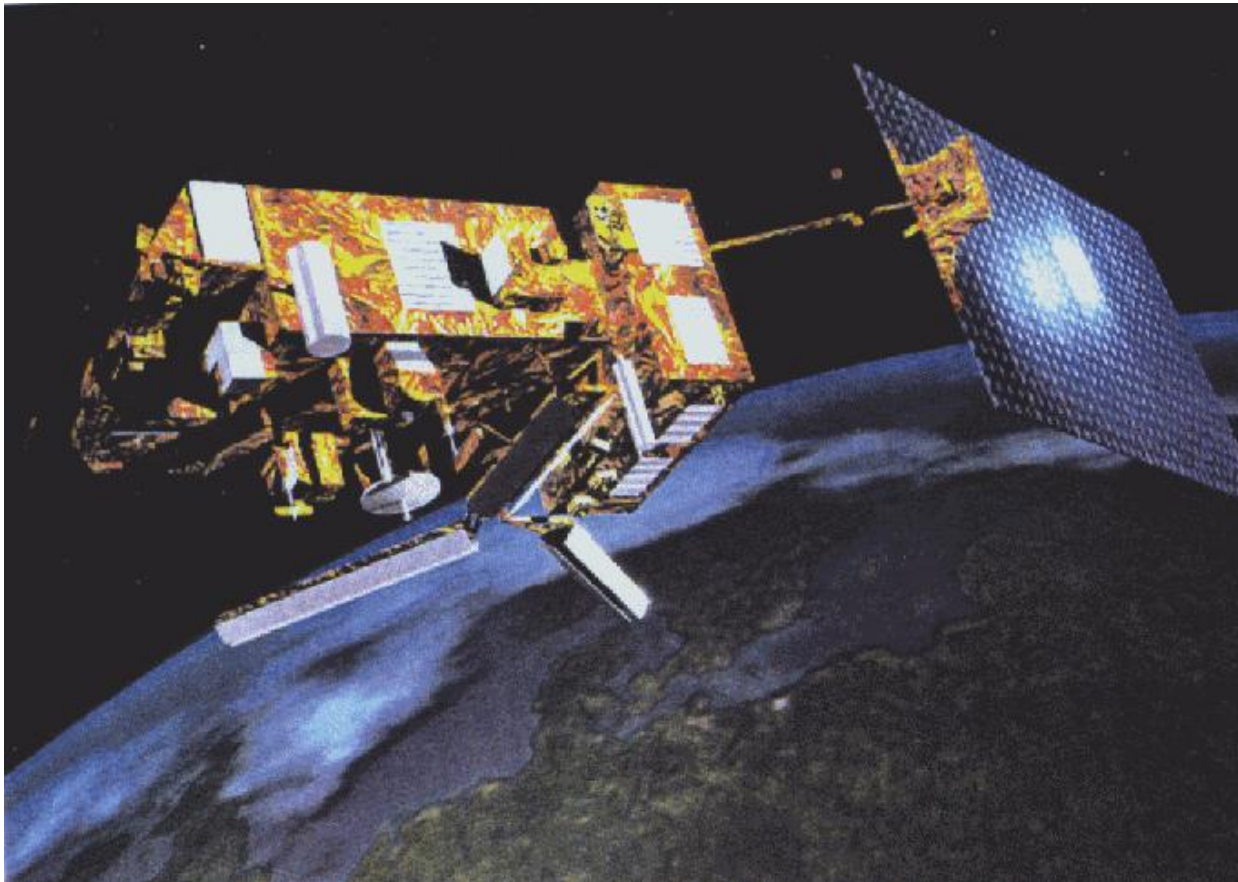
Software (freeware) pro jejich základní vizualizaci:

<http://www.satsignal.eu/software/hrpt.htm>

nebo např.

<http://www.pcigeomatics.com/products/freeview.html>

## **METOP (EPS, EUMETSAT Polar System)**



height: 6.3 m

transverse section:  
3.4 m x 3.4 m  
(launch configuration)

solar panel: 11.3 m

power: 2210 W  
(end of life, orbit average)

lifetime: 5 years

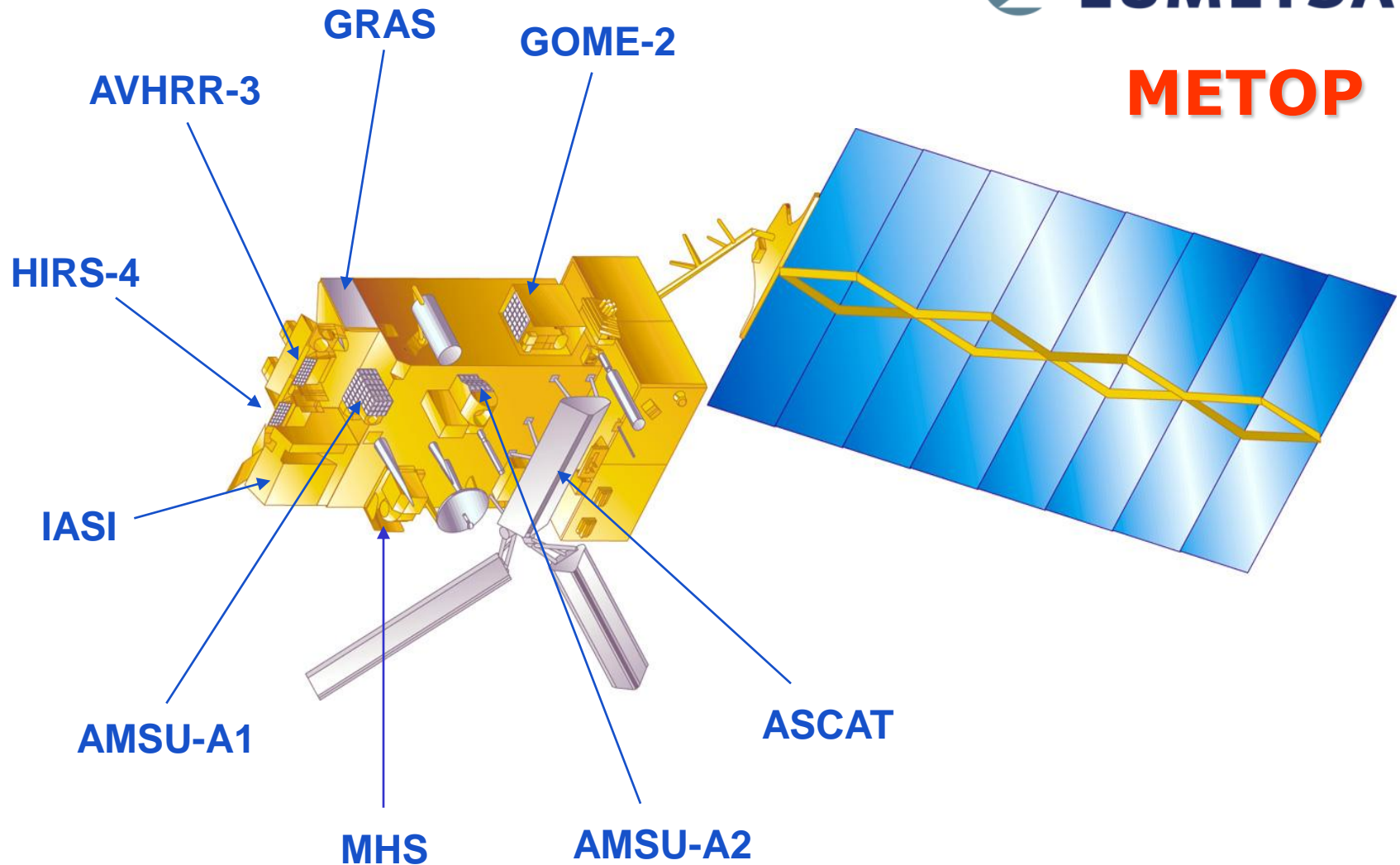
13 instruments

launch mass: 4200 kg

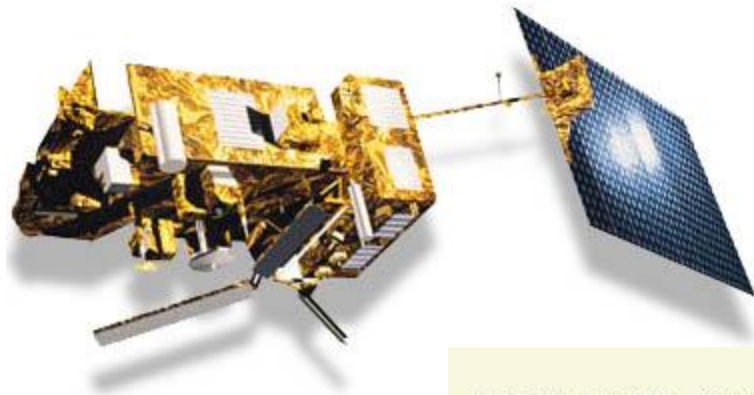
data flow: 3500 kbps

METOP 1: 19/10/2006

**METOP**

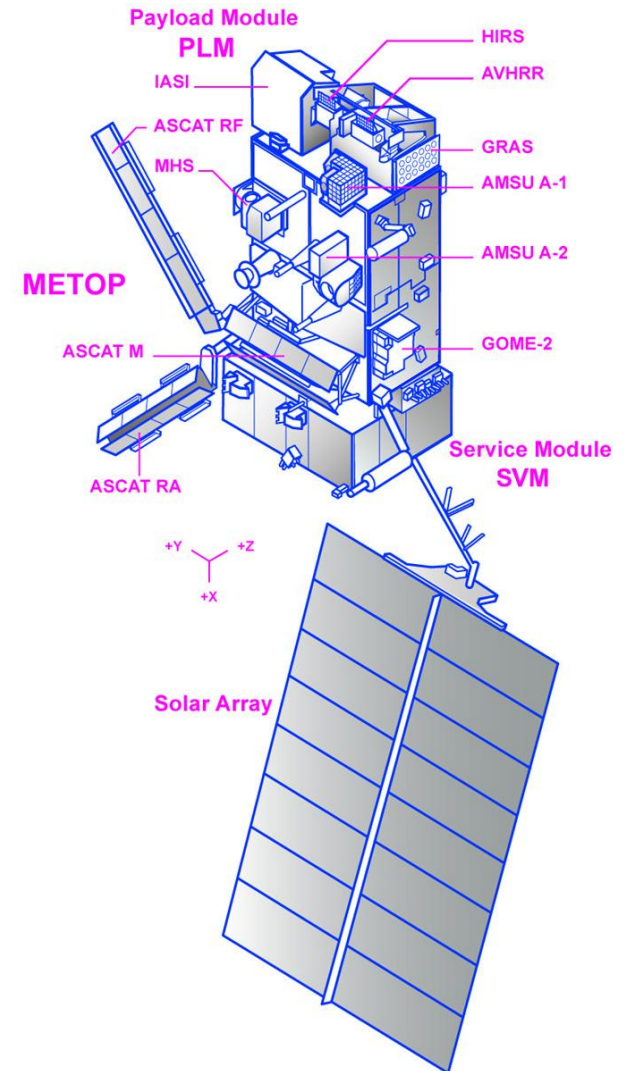






INSTRUMENT	FULL NAME	PRIMARY FUNCTION
AVHRR/3*	Advanced Very High Resolution Radiometer	Global imagery of clouds, the ocean and land surface
HIRS/4	High Resolution Infrared Radiation Sounder	Temperature and humidity of the global atmosphere in cloud-free conditions
AMSU-A*	Advanced Microwave Sounding Unit-A	Temperature of the global atmosphere in all weather conditions
MHS	Microwave Humidity Sounder	Humidity of the global atmosphere
IASI	Infrared Atmospheric Sounding Interferometer	Enhanced atmospheric soundings
GRAS	Global Navigation Satellite System Receiver for Atmospheric Sounding	Temperature of the upper troposphere and in the stratosphere with high vertical resolution
ASCAT	Advanced Scatterometer	Near-surface wind speeds over the global oceans
GOME-2*	Global Ozone Experiment-2	Monitoring Profiles of ozone and other atmospheric constituents

# METOP





# Initial Joint Polar System

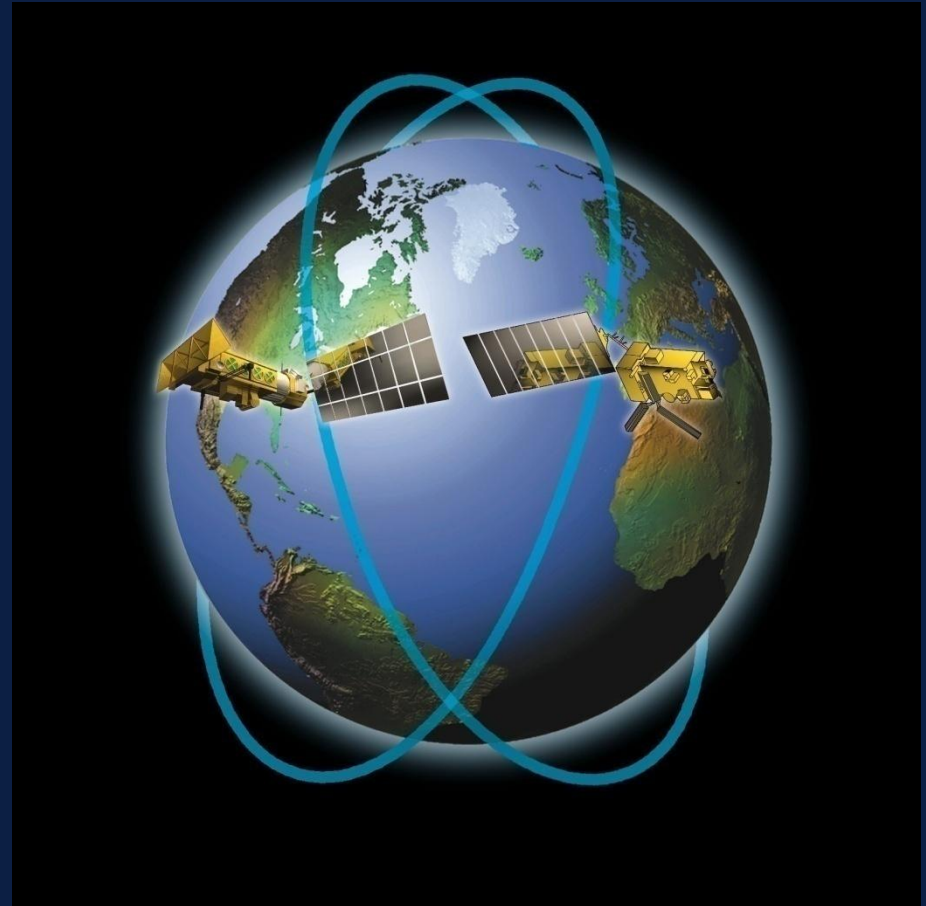
Od roku 2005 „sdílení“ polárních družic mezi organizacemi NOAA a EUMETSAT, shodný základní přístroj (AVHRR)

METOP-1	2006
METOP-2	2011
METOP-3	2014

NOAA-18	2006
NOAA-19	2009

---

<u>JPSS-1</u>	2016 (?)
---------------	----------



**Družice Metop - ranní přelety, družice NOAA - polední a odpolední přelety**



# MODIS

## Moderate Resolution Imaging Spectrometer

(družice NASA EOS Terra a Aqua)



Družice NASA programu EOS Terra (1999) a Aqua (2002)

Pouze odražené sluneční záření:

Band	Bandwidth	Central Wavelength	Pixel Size
1	0.620 - 0.670 $\mu\text{m}$	0.6455 $\mu\text{m}$	250 m
2	0.841 - 0.876 $\mu\text{m}$	0.8565 $\mu\text{m}$	250 m
3	0.459 - 0.479 $\mu\text{m}$	0.4656 $\mu\text{m}$	500 m
4	0.545 - 0.565 $\mu\text{m}$	0.5536 $\mu\text{m}$	500 m
5	1.230 - 1.250 $\mu\text{m}$	1.2416 $\mu\text{m}$	500 m
6	1.628 - 1.652 $\mu\text{m}$	1.6291 $\mu\text{m}$	500 m
7	2.105 - 2.155 $\mu\text{m}$	2.1141 $\mu\text{m}$	500 m
8	0.405 - 0.420 $\mu\text{m}$	0.4113 $\mu\text{m}$	1000 m
9	0.438 - 0.448 $\mu\text{m}$	0.4420 $\mu\text{m}$	1000 m
10	0.483 - 0.493 $\mu\text{m}$	0.4869 $\mu\text{m}$	1000 m
11	0.526 - 0.536 $\mu\text{m}$	0.5296 $\mu\text{m}$	1000 m
12	0.546 - 0.556 $\mu\text{m}$	0.5468 $\mu\text{m}$	1000 m
13	0.662 - 0.672 $\mu\text{m}$	0.6655 $\mu\text{m}$	1000 m
14	0.673 - 0.683 $\mu\text{m}$	0.6768 $\mu\text{m}$	1000 m
15	0.743 - 0.753 $\mu\text{m}$	0.7464 $\mu\text{m}$	1000 m
16	0.862 - 0.877 $\mu\text{m}$	0.8662 $\mu\text{m}$	1000 m
17	0.890 - 0.920 $\mu\text{m}$	0.9040 $\mu\text{m}$	1000 m
18	0.931 - 0.941 $\mu\text{m}$	0.9355 $\mu\text{m}$	1000 m
19	0.915 - 0.965 $\mu\text{m}$	0.9352 $\mu\text{m}$	1000 m

odražené (20-26) a tepelné (20-25) záření

Band	Bandwidth	Central Wavelength	Pixel Size
20	3.660 - 3.840	3.785 $\mu\text{m}$	1000 m
21	3.930 - 3.989	3.960 $\mu\text{m}$	1000 m
22	3.930 - 3.989	3.960 $\mu\text{m}$	1000 m
23	4.020 - 4.080	4.056 $\mu\text{m}$	1000 m
24	4.433 - 4.498	4.472 $\mu\text{m}$	1000 m
25	4.482 - 4.549	4.545 $\mu\text{m}$	1000 m
26	1.360 - 1.390	1.383 $\mu\text{m}$	1000 m
27	6.535 - 6.895	6.752 $\mu\text{m}$	1000 m
28	7.175 - 7.475	7.334 $\mu\text{m}$	1000 m
29	8.400 - 8.700	8.518 $\mu\text{m}$	1000 m
30	9.580 - 9.880	9.737 $\mu\text{m}$	1000 m
31	10.780 - 11.280	11.017 $\mu\text{m}$	1000 m
32	11.770 - 12.270	12.032 $\mu\text{m}$	1000 m
33	13.185 - 13.485	13.359 $\mu\text{m}$	1000 m
34	13.485 - 13.785	13.675 $\mu\text{m}$	1000 m
35	13.785 - 14.085	13.907 $\mu\text{m}$	1000 m
36	14.085 - 14.385	14.192 $\mu\text{m}$	1000 m

pouze tepelné záření – kanály 27-36

Rozlišení (v nadiru): 250 m, 500 m a 1000 m; šířka snímaného pásu 2330 km

## Odpovídající kanály MSG SEVIRI

Band	Bandwidth	Central Wavelength	Pixel Size
1	0.620 - 0.670 $\mu\text{m}$	0.6455 $\mu\text{m}$	250 m
2	0.841 - 0.876 $\mu\text{m}$	0.8565 $\mu\text{m}$	250 m
3	0.459 - 0.479 $\mu\text{m}$	0.4656 $\mu\text{m}$	500 m
4	0.545 - 0.565 $\mu\text{m}$	0.5536 $\mu\text{m}$	500 m
5	1.230 - 1.250 $\mu\text{m}$	1.2416 $\mu\text{m}$	500 m
6	1.628 - 1.652 $\mu\text{m}$	1.6291 $\mu\text{m}$	500 m
7	2.105 - 2.155 $\mu\text{m}$	2.1141 $\mu\text{m}$	500 m
8	0.405 - 0.420 $\mu\text{m}$	0.4113 $\mu\text{m}$	1000 m
9	0.438 - 0.448 $\mu\text{m}$	0.4420 $\mu\text{m}$	1000 m
10	0.483 - 0.493 $\mu\text{m}$	0.4869 $\mu\text{m}$	1000 m
11	0.526 - 0.536 $\mu\text{m}$	0.5296 $\mu\text{m}$	1000 m
12	0.546 - 0.556 $\mu\text{m}$	0.5468 $\mu\text{m}$	1000 m
13	0.662 - 0.672 $\mu\text{m}$	0.6655 $\mu\text{m}$	1000 m
14	0.673 - 0.683 $\mu\text{m}$	0.6768 $\mu\text{m}$	1000 m
15	0.743 - 0.753 $\mu\text{m}$	0.7464 $\mu\text{m}$	1000 m
16	0.862 - 0.877 $\mu\text{m}$	0.8662 $\mu\text{m}$	1000 m
17	0.890 - 0.920 $\mu\text{m}$	0.9040 $\mu\text{m}$	1000 m
18	0.931 - 0.941 $\mu\text{m}$	0.9355 $\mu\text{m}$	1000 m
19	0.915 - 0.965 $\mu\text{m}$	0.9352 $\mu\text{m}$	1000 m

**VIS 0.6**  
**VIS 0.8**

**NIR 1.6**

**VIS 0.6**

**VIS 0.8**

Band	Bandwidth	Central Wavelength	Pixel Size
20	3.660 - 3.840	3.785 $\mu\text{m}$	1000 m
21	3.930 - 3.989	3.960 $\mu\text{m}$	1000 m
22	3.930 - 3.989	3.960 $\mu\text{m}$	1000 m
23	4.020 - 4.080	4.056 $\mu\text{m}$	1000 m
24	4.433 - 4.498	4.472 $\mu\text{m}$	1000 m
25	4.482 - 4.549	4.545 $\mu\text{m}$	1000 m
26	1.360 - 1.390	1.383 $\mu\text{m}$	1000 m
27	6.535 - 6.895	6.752 $\mu\text{m}$	1000 m
28	7.175 - 7.475	7.334 $\mu\text{m}$	1000 m
29	8.400 - 8.700	8.518 $\mu\text{m}$	1000 m
30	9.580 - 9.880	9.737 $\mu\text{m}$	1000 m
31	10.780 - 11.280	11.017 $\mu\text{m}$	1000 m
32	11.770 - 12.270	12.032 $\mu\text{m}$	1000 m
33	13.185 - 13.485	13.359 $\mu\text{m}$	1000 m
34	13.485 - 13.785	13.675 $\mu\text{m}$	1000 m
35	13.785 - 14.085	13.907 $\mu\text{m}$	1000 m
36	14.085 - 14.385	14.192 $\mu\text{m}$	1000 m

**IR 3.9**

**WV 6.2**

**WV 7.3**

**IR 8.7**

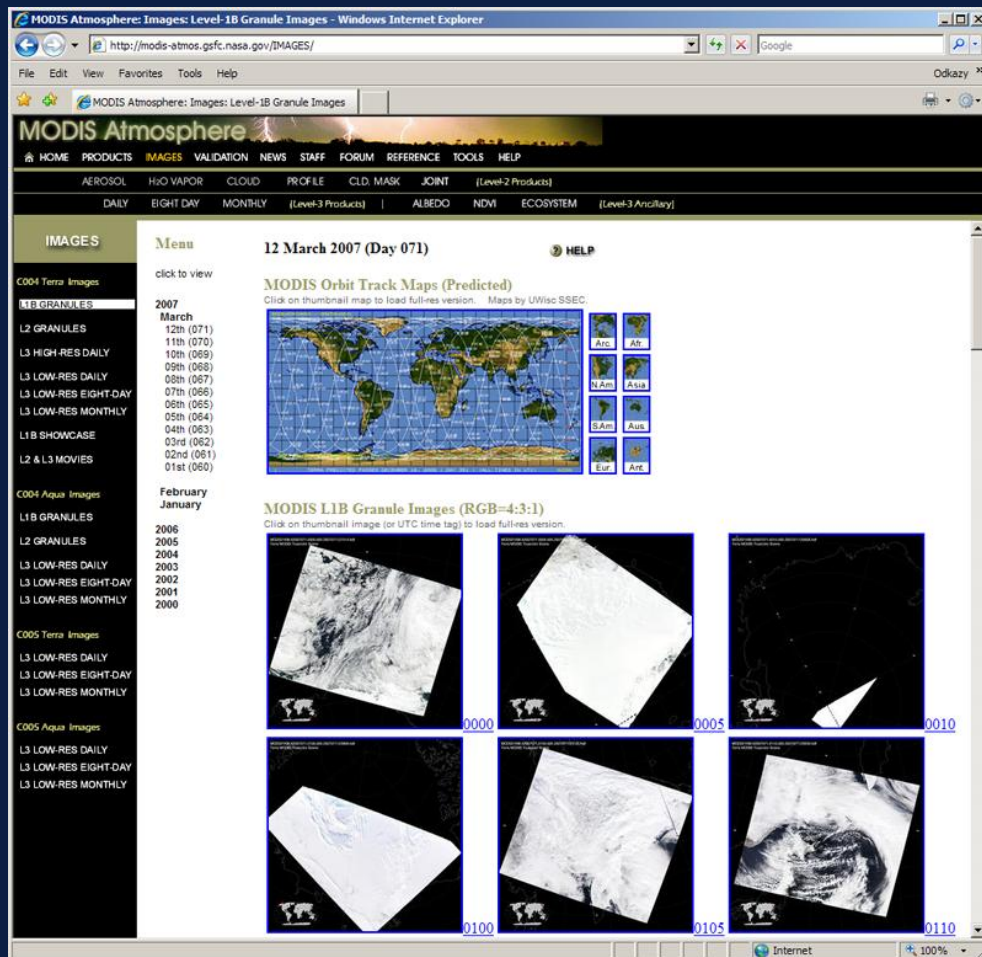
**IR 9.7**

**IR 10.8**

**IR 12.0**

**IR 13.4**





## MODIS Atmosphere

- volně dostupné snímky (5-minutové L1B „granule“) z obou družic, pouze denní části přeletů, celý svět, mapy přeletů (trajektorií);

- časování „granulí“ koresponduje časování dat na ostatních serverech

<http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/IMAGES/>

Data (typ level 1B, HDF-EOS formát)

<http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html>

Software (freeware) pro jejich základní zpracování a zobrazení:

<http://newsroom.gsfc.nasa.gov/sdptoolkit/HEG/HEGHome.html>

nebo

[http://www-loa.univ-lille1.fr/Hdflook/hdflook\\_gb.html](http://www-loa.univ-lille1.fr/Hdflook/hdflook_gb.html)

nebo

<http://www.hdfgroup.org/>

# MODIS

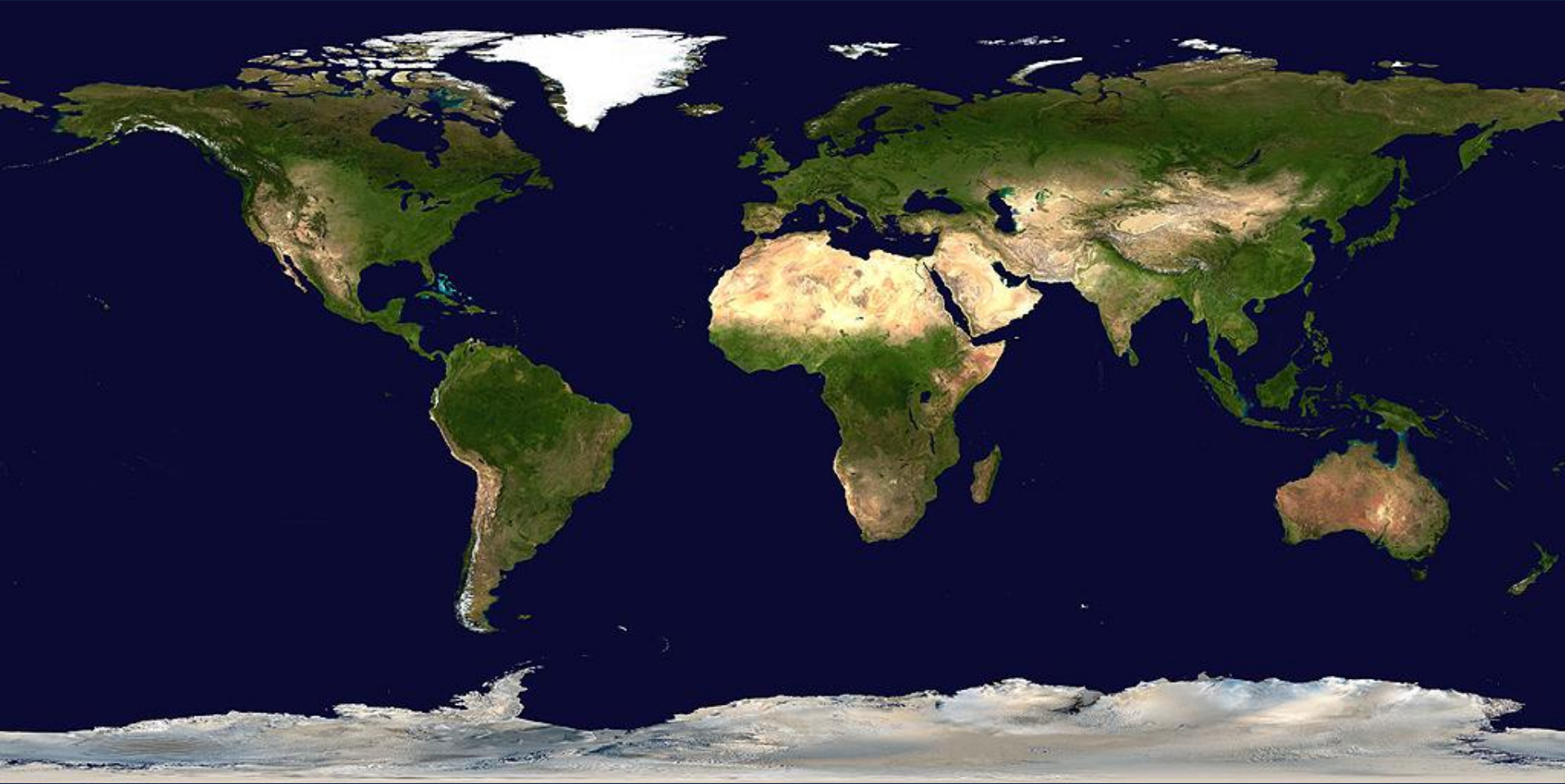
*Mozaikování (skládání jednotlivých přeletů):*





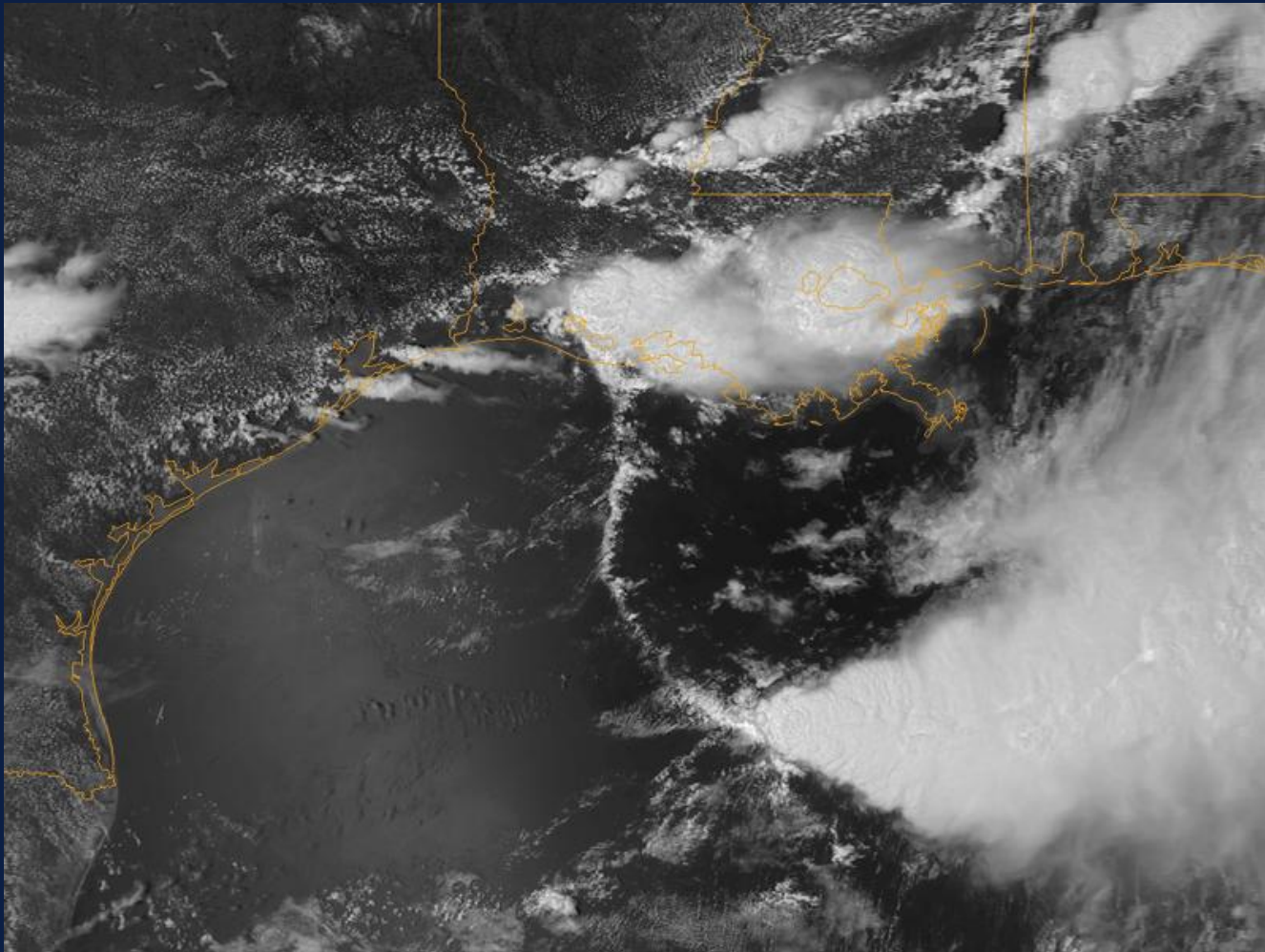
# MODIS

*Mozaikování (skládání jednotlivých přeletů):*



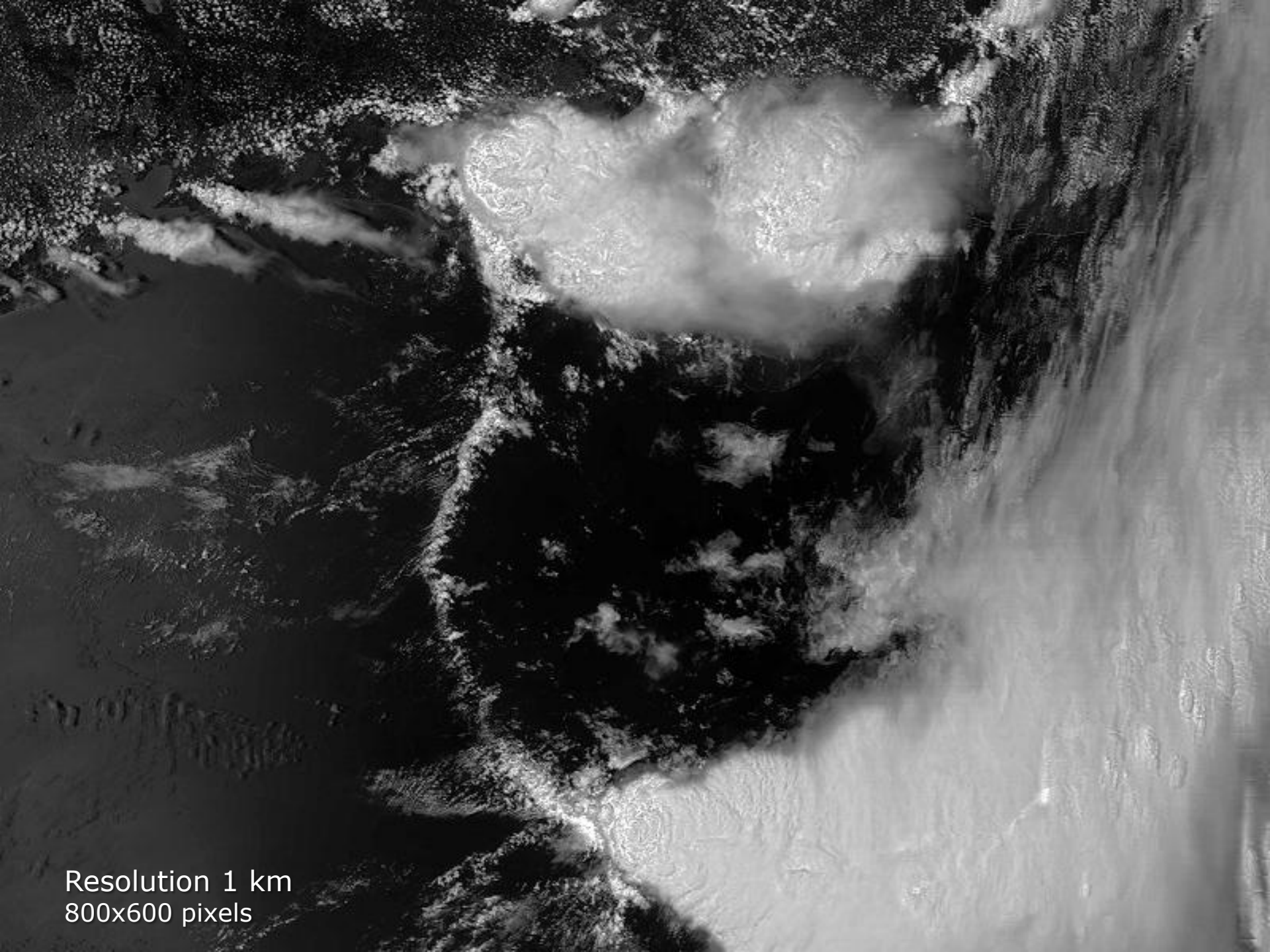
# MODIS

*Vysoké geometrického rozlišení ...*



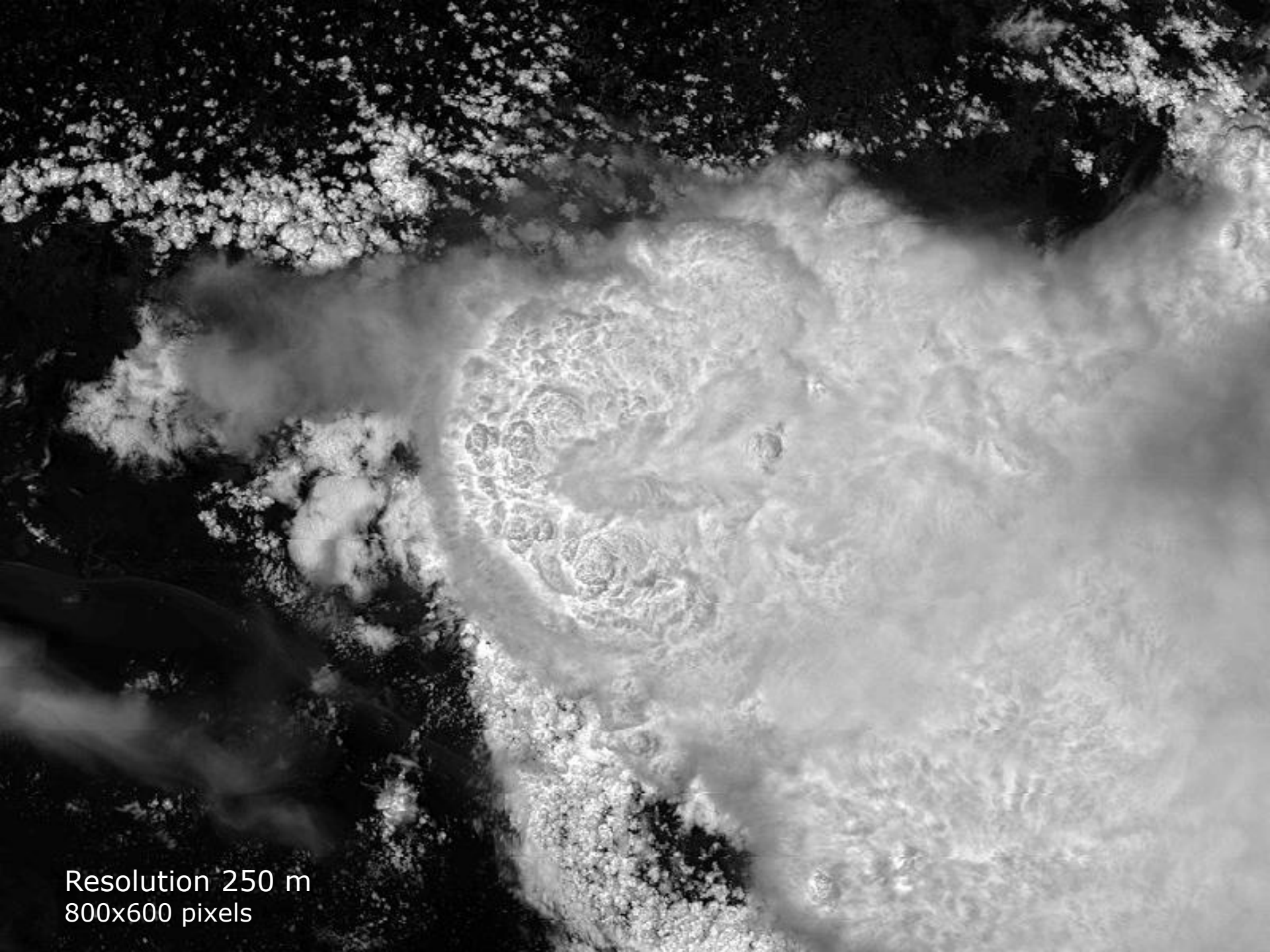
MODIS – Aqua, 03.06.2003, 19:28 UTC, kanál 1, Louisiana, USA





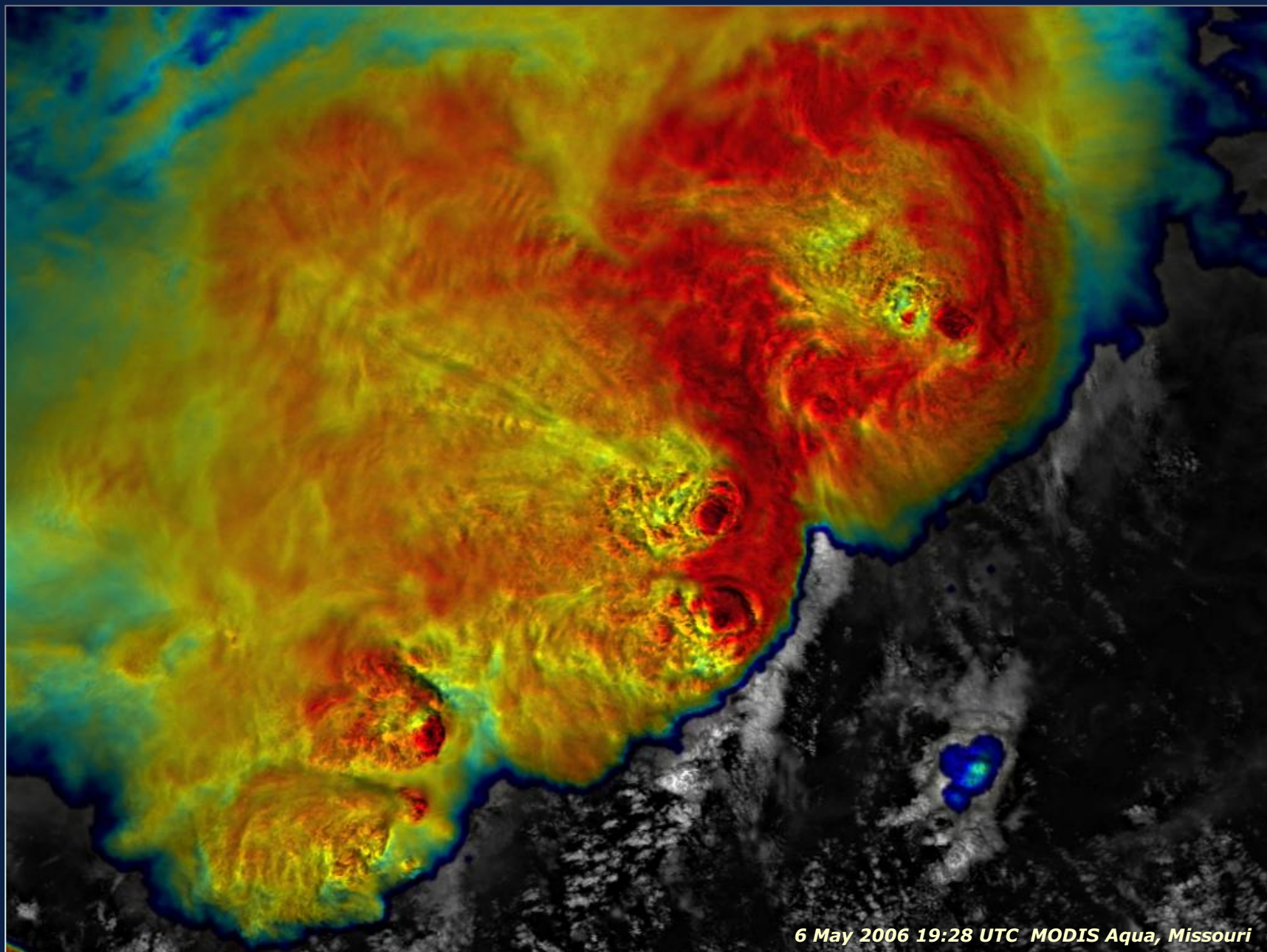
Resolution 1 km  
800x600 pixels





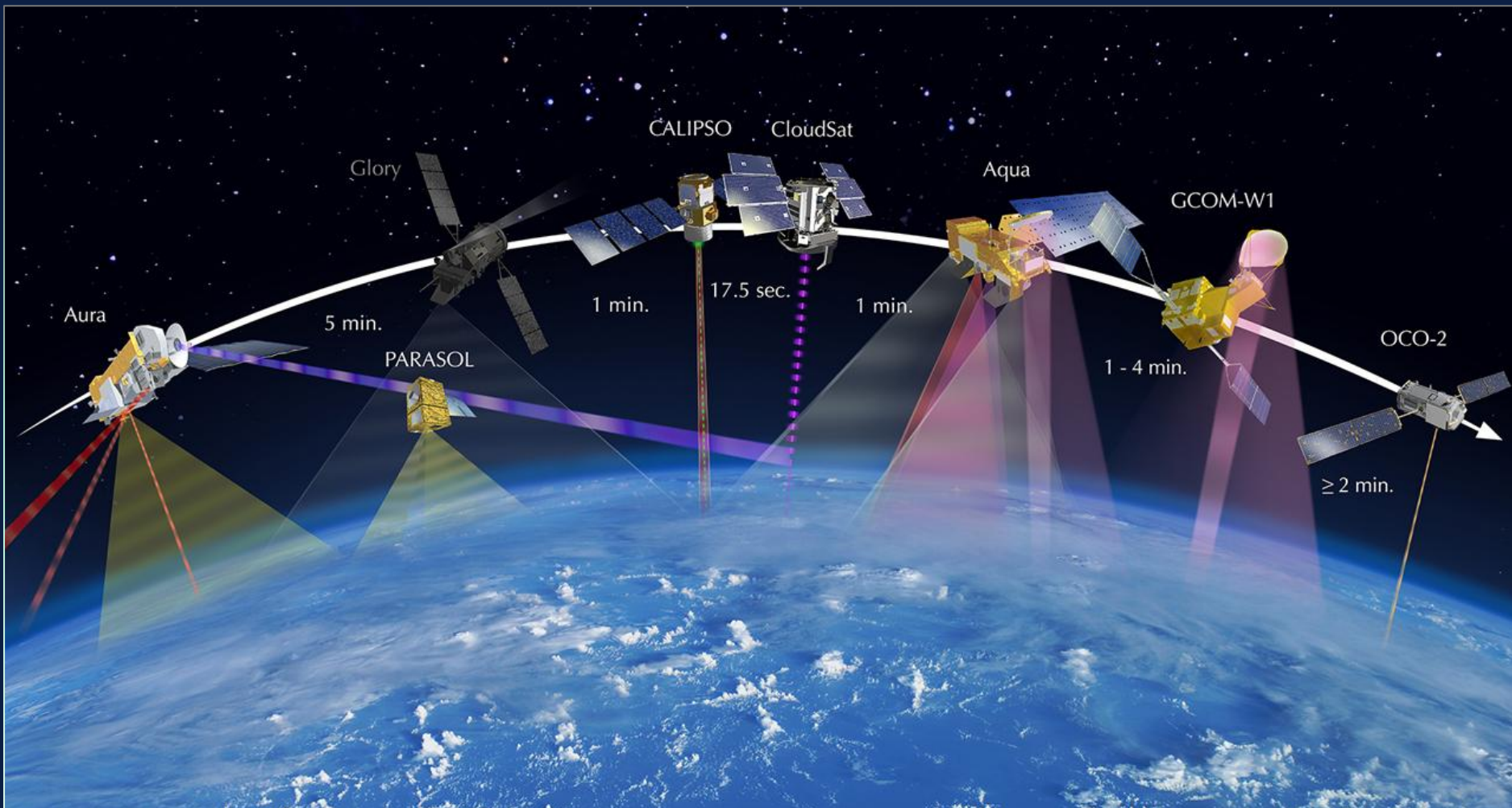
Resolution 250 m  
800x600 pixels

Příklad „sendvičového“ produktu MODIS – kombinace VIS a IR snímku, silné konvektivní bouře:





## MODIS/Aqua – součást seskupení družic A-Train ...

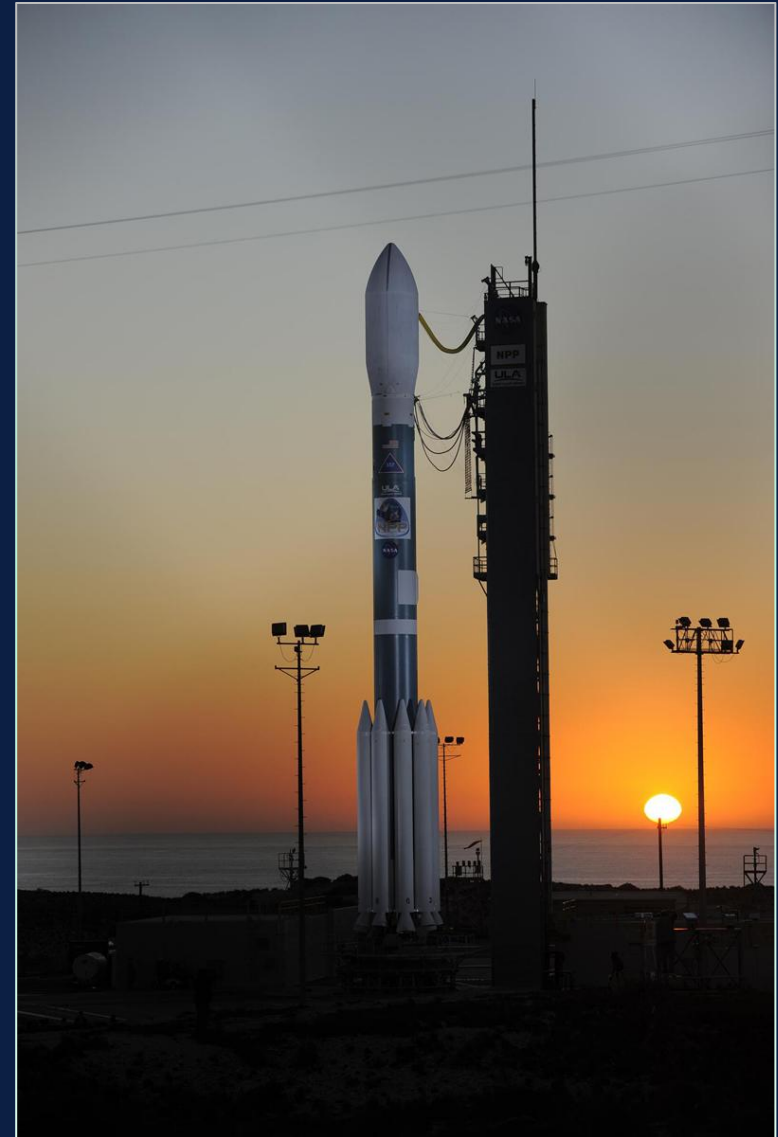
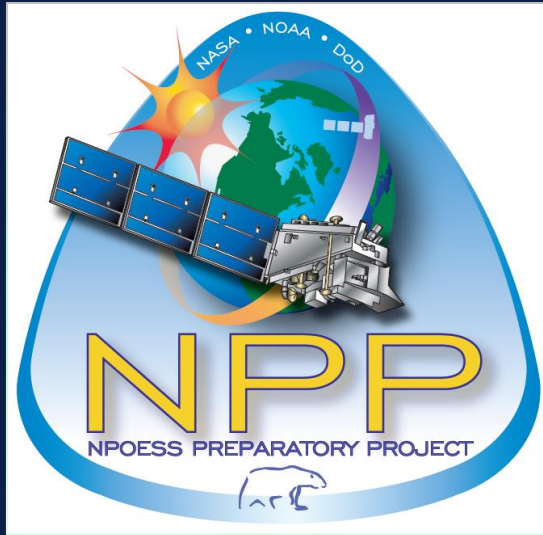


**A-Train** = „The Afternoon Train” (1:30 p.m.) nebo též „Aqua Train” <http://atrain.nasa.gov/>

**Aqua**: 2002/05/04, **CloudSat**: 2006/04/28 - 2011/04/17, **CALIPSO**: 2006/04/28, **Aura**: 2004/07/15



# NPP – NPOESS Preparatory Project



## ***NPP – NPOESS Preparatory Project***



Vandenberg Air Force Base, 28. 10. 2011 09:48 UTC (Boeing Delta II-7920-10)

# NPP – NPOESS Preparatory Project

„ ... prototyp budoucích operativních družic NPOESS a jejich přístrojového vybavení“

## **NPOESS** (*National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System*)

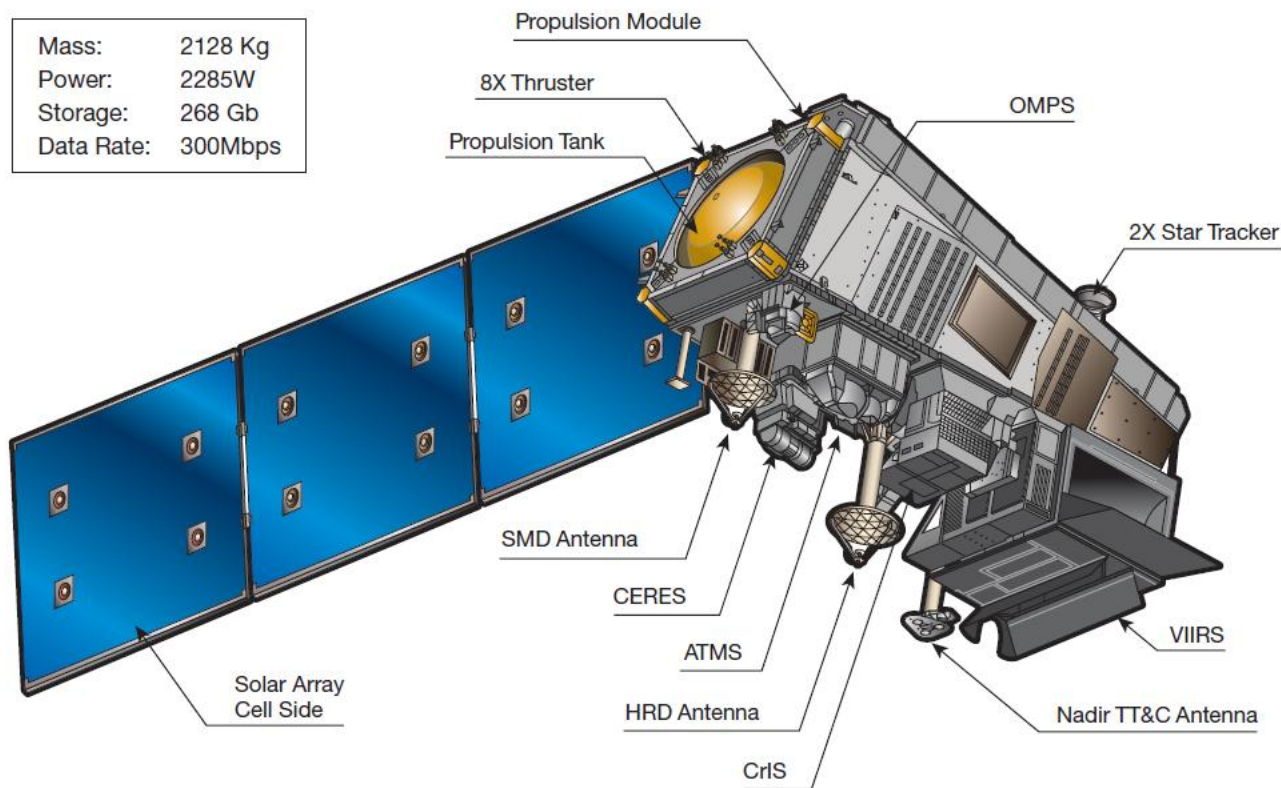
- **JPSS** (*Joint Polar Satellite System*) – civilní segment systému NPOESS, provozovaný společně NOAA a NASA; návaznost na družice NOAA/POES a NASA (družice Terra a Aqua); odpolední družice systému NPOESS
- **DWSS** (*Defense Weather Satellite System*) – vojenský segment systému NPOESS, provozovaný DoD (*Department of Defense*); ranní družice systému NPOESS

**Původně navrhovaný společný projekt NPOESS definitivně zrušen a zpětně rozdělen na civilní (JPSS) a vojenskou (DWSS) část v dubnu 2010. Podrobnosti např. [zde](#)**

**Plánovaný start JPSS-1 v roce 2016, JPSS-2 v roce 2018 (přibližně ve stejné době jako nástup druhé generace polárních družic EUMETSATu, EPS-SG).**



# NPP – NPOESS Preparatory Project



- polární oběžná dráha (helio-synchronní kruhová), výška 824 km, 13:30 místního času (vzestupná)
- rozměry družice: 4.0 x 2.6 x 2.2 m, váha družice cca 2100 kg (včetně paliva)
- sběr dat při každém přeletu družice nad přijímací stanicí Svalbard v Norsku, přenos dat k archivaci a dalšímu zpracování optickým kabelem do NSOF (NOAA Satellite Operations Facility), Suitland, USA
- předpokládaná životnost družice: alespoň 5 let

# ***NPP – NPOESS Preparatory Project***



# NPP – NPOESS Preparatory Project





# ***NPP – NPOESS Preparatory Project***

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

ve spolupráci s: The Department of Defense

Ball Aerospace & Technologies

Northrop Grumman Aerospace Systems

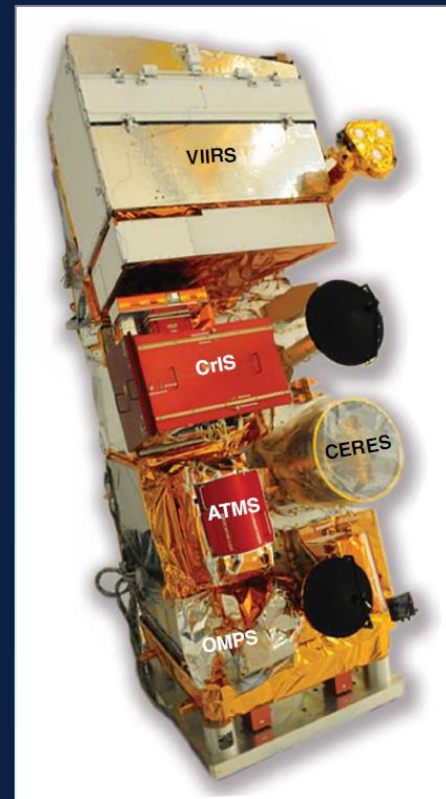
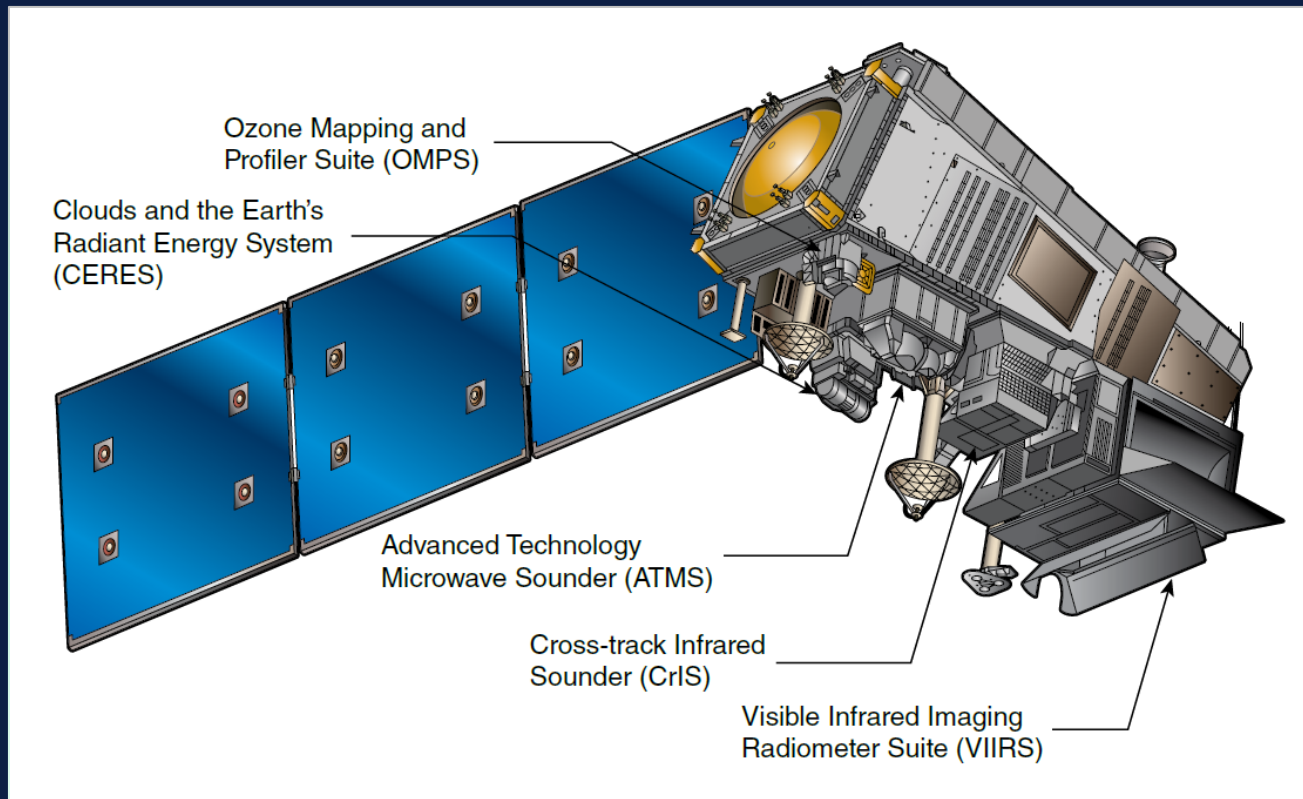
Northrop Grumman Electronic Systems

ITT industries Inc.

Raytheon



# NPP – vědecké přístroje družice



- [Visible Infrared Imaging Radiometer Suite \(VIIRS\)](#)
- [Advanced Technology Microwave Sounder \(ATMS\)](#)
- [Cross-track Infrared Sounder \(CrIS\)](#)
- [Ozone Mapping and Profiler Suite \(OMPS\)](#)
- [Clouds and the Earth's Radiant Energy System \(CERES\)](#)

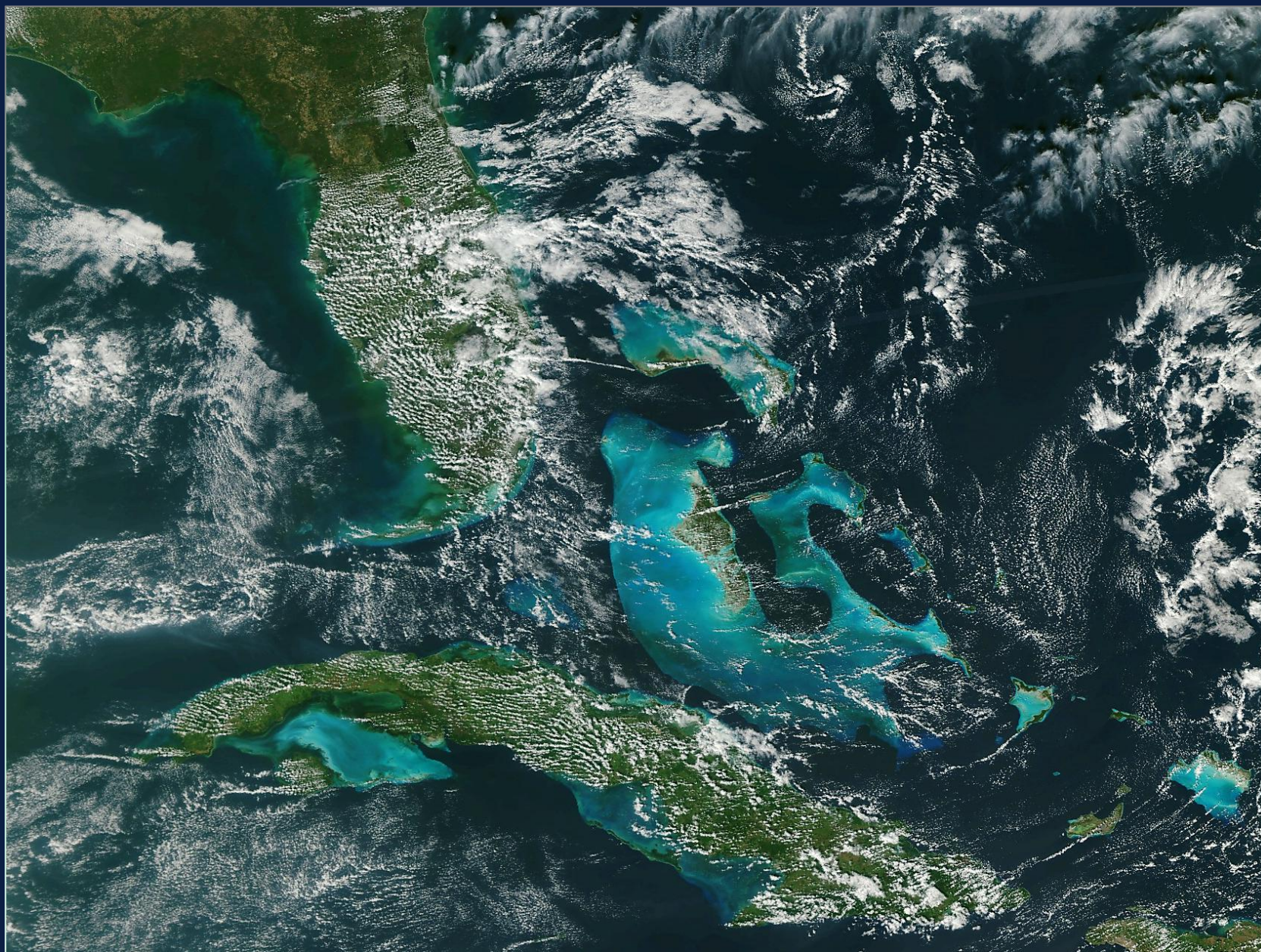
# NPP – VIIRS (Visible/Infrared Imaging Radiometer Suite)

		Band No.	Wave-length (μm)	Horiz Sample Interval (km Downtrack x Crosstrack)		Driving EDRs	Radiance Range	Ltyp or Ttyp	Signal to Noise Ratio (dimensionless) or NEΔT (Kelvins)		
				Nadir	End of Scan				Required	Predicted	Margin
VISNIR FPA	Silicon PIN Diodes	M1	0.412	0.742 x 0.259	1.60 x 1.58	Ocean Color Aerosols	Low High	44.9 155	352 316	483 827	37% 162%
		M2	0.445	0.742 x 0.259	1.60 x 1.58	Ocean Color Aerosols	Low High	40 146	380 409	501 774	32% 89%
		M3	0.488	0.742 x 0.259	1.60 x 1.58	Ocean Color Aerosols	Low High	32 123	416 414	573 747	38% 80%
		M4	0.555	0.742 x 0.259	1.60 x 1.58	Ocean Color Aerosols	Low High	21 90	362 315	482 586	33% 86%
		I1	0.640	0.371 x 0.387	0.80 x 0.789	Imagery	Single	22	119	135	13%
		M5	0.672	0.742 x 0.259	1.60 x 1.58	Ocean Color Aerosols	Low High	10 68	242 360	306 450	26% 25%
		M6	0.746	0.742 x 0.776	1.60 x 1.58	Atmospheric Corr'n	Single	9.6	199	279	40%
		I2	0.865	0.371 x 0.387	0.80 x 0.789	NDVI	Single	25	150	212	41%
		M7	0.865	0.742 x 0.259	1.60 x 1.58	Ocean Color Aerosols	Low High	6.4 33.4	215 340	467 467	117% 37%
CCD	DNB	0.7	0.742 x 0.742	0.742 x 0.742	Imagery	Var.	6.70E-05	6	6.2	3%	
SMWIR	PV HgCdTe (HCT)	M8	1.24	0.742 x 0.776	1.60 x 1.58	Cloud Particle Size	Single	5.4	74	109	47%
		M9	1.378	0.742 x 0.776	1.60 x 1.58	Cirrus/Cloud Cover	Single	6	83	156	88%
		I3	1.61	0.371 x 0.387	0.80 x 0.789	Binary Snow Map	Single	7.3	6.0	71	1084%
		M10	1.61	0.742 x 0.776	1.60 x 1.58	Snow Fraction	Single	7.3	342	461	35%
		M11	2.25	0.742 x 0.776	1.60 x 1.58	Clouds	Single	0.12	10	14	44%
		I4	3.74	0.371 x 0.387	0.80 x 0.789	Imagery Clouds	Single	270 K	2.500	0.236	68%
		M12	3.70	0.742 x 0.776	1.60 x 1.58	SST	Single	270 K	0.396	1.039	141%
		M13	4.05	0.742 x 0.259	1.60 x 1.58	SST Fires	Low High	300 K 380 K	0.107 0.423	0.051 0.353	111% 20%
LWIR	PV HCT	M14	8.55	0.742 x 0.776	1.60 x 1.58	Cloud Top Properties	Single	270 K	0.091	0.057	60%
		M15	10.763	0.742 x 0.776	1.60 x 1.58	SST	Single	300 K	0.070	0.034	105%
		I5	11.450	0.371 x 0.387	0.80 x 0.789	Cloud Imagery	Single	210 K	1.500	1.004	49%
		M16	12.013	0.742 x 0.776	1.60 x 1.58	SST	Single	300 K	0.072	0.059	23%

Snímaný pás území: celková šířka 3000 km, úhel snímání ± 56° od nadiru.

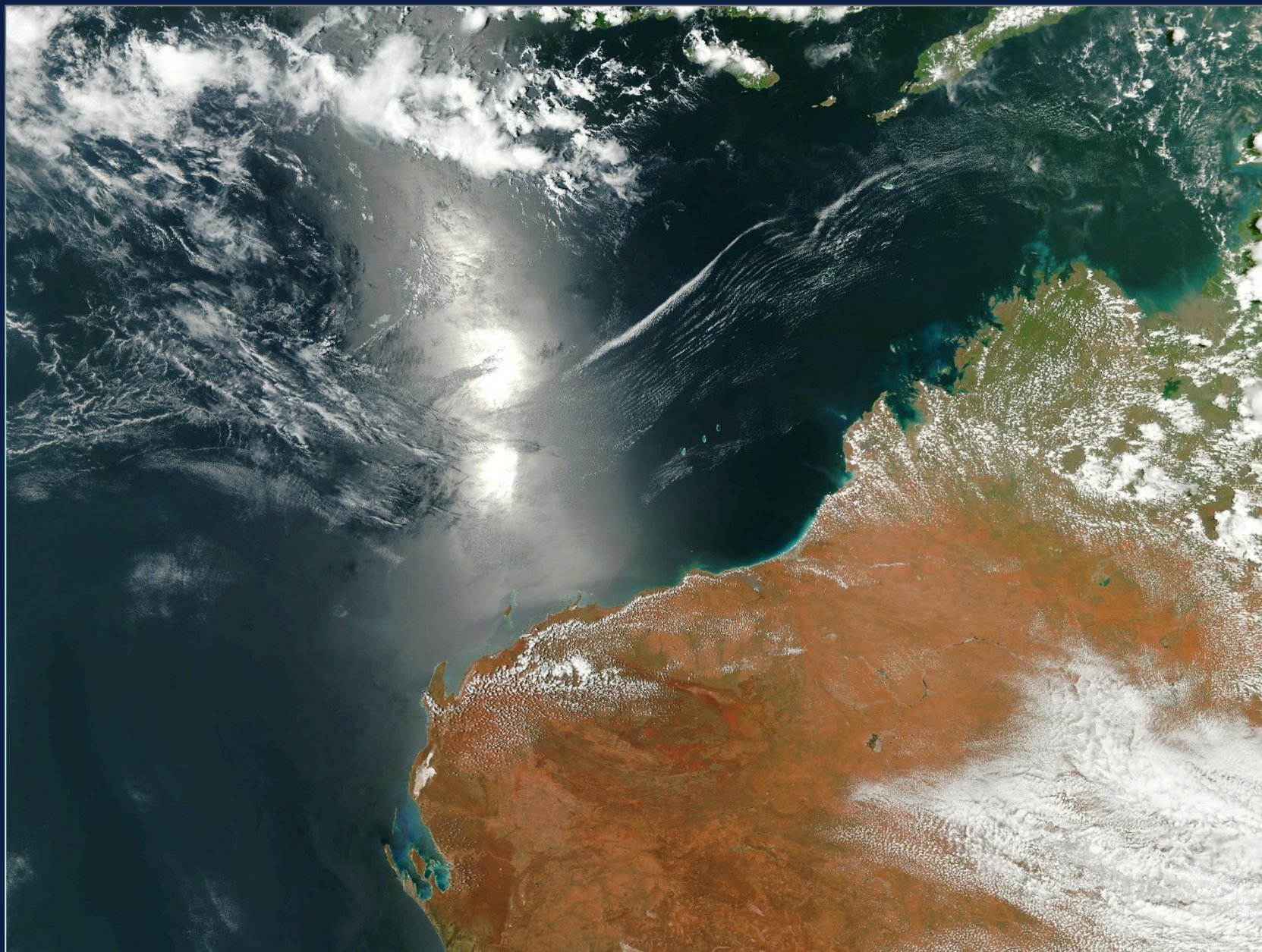


# NPP – první snímky (21. 11. 2011)





# **NPP** – první snímky (22. 11. 2011)



## **NPP – další informace na internetu:**

<http://npp.gsfc.nasa.gov/>

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/NPP/main/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/NPP/main/index.html)

<http://npp.gsfc.nasa.gov/science/documents.html>



# ***Družicová technika ČHMÚ***

*(přibližně od roku 1970 do současnosti)*



*družicové oddělení ČHMÚ  
Praha - Libuš*





Praha - Libuš

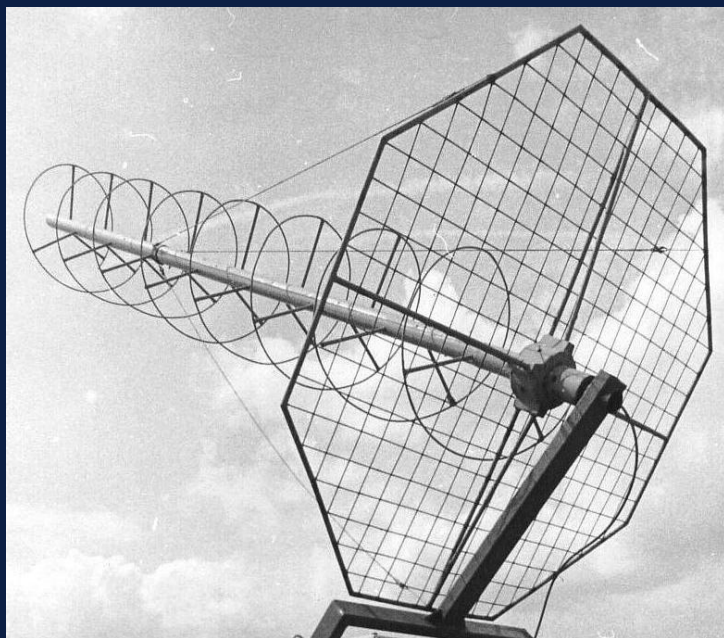


# Český hydrometeorologický ústav, Observatoř Praha - Libuš



## Počátky příjmu družicových snímků v ČHMÚ

1967 – 1968 v „Laboratoři techniky“ Ing. Š. Kyjovským vyvinut první systém ČHMÚ pro příjem APT z polárních družic (anténa, přijímač, telefoto-přijímač Něva), příjem od roku 1968



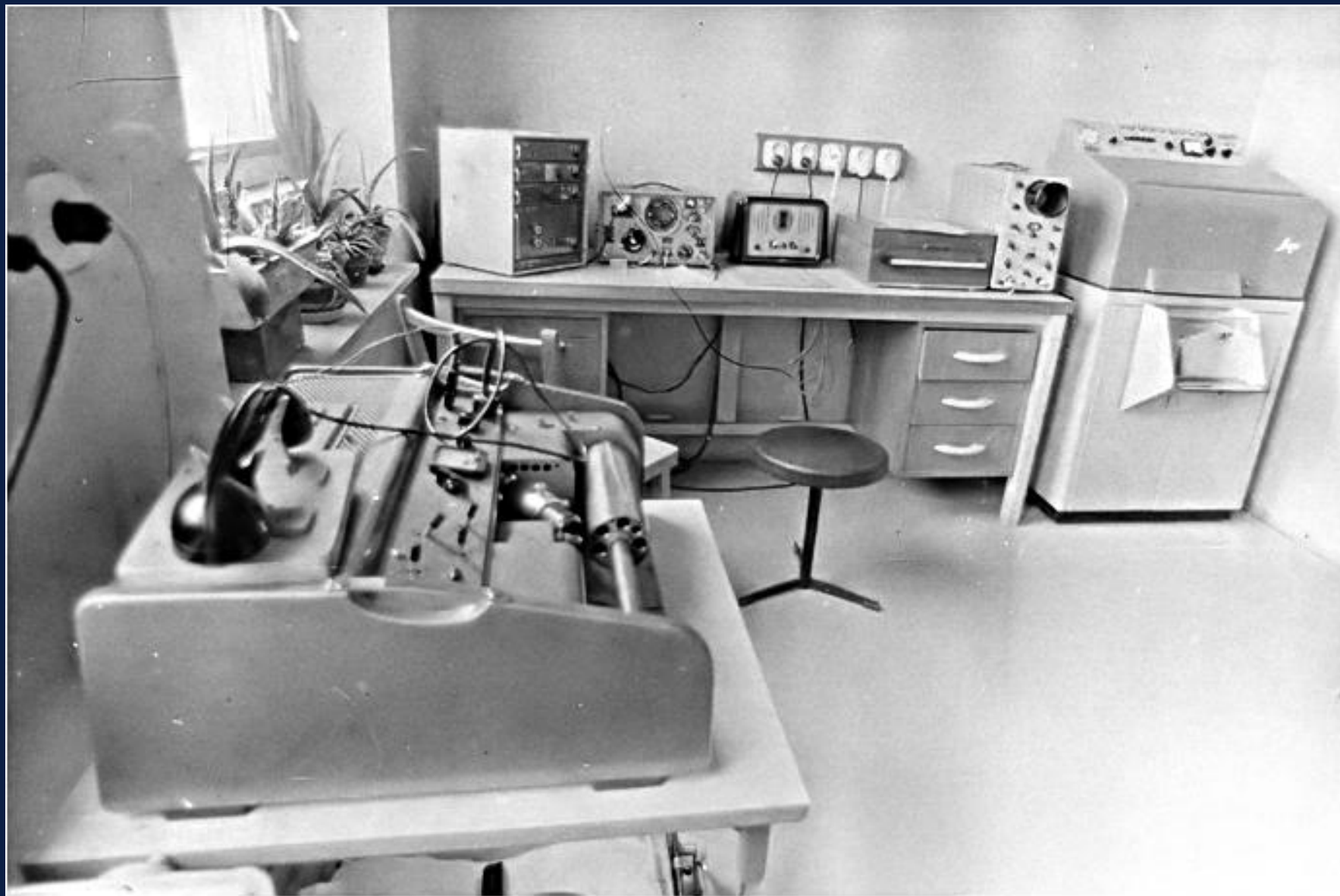


70. léta ... příjem APT (analogové snímky) z polárních družic, jak amerických, tak sovětských (ruských)





70. léta - příjem APT (analogové snímky) z polárních družic, jak amerických, tak sovětských (ruských)



70. léta - telefontní vysílač Muirhead

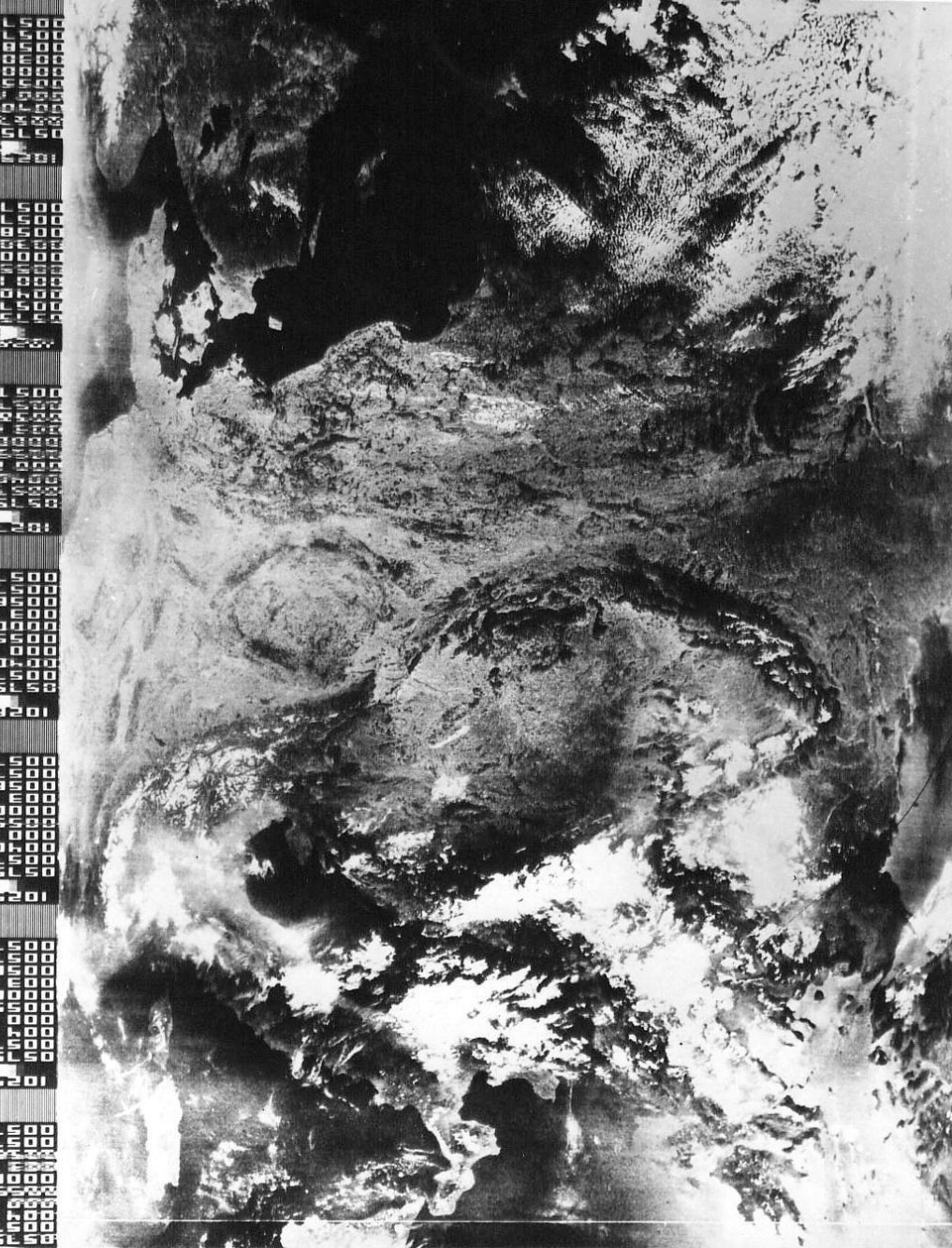


70. léta - příjem APT (analogové snímky) z polárních družic, jak amerických, tak sovětských (ruských)





Точка М-25 В-659 033 НП Инк 0 5-0.6 1.7 76г 11419М-11426М Восх → Д<sub>3</sub>+15



*70. léta - příjem APT (analogové snímky) z polárních družic, jak amerických, tak sovětských (ruských)*



*Konec 70. až začátek 90. lét ... telefontní vysílač Muirhead*





**1978**



**1978: První systém pro příjem digitálních dat (HRPT)  
z meteorologických družic**



**MDA (MacDonald Dettwiler and Associates Ltd.)  
NOAA - HRPT (1979-1995)**

**1978: První systém pro příjem digitálních dat (HRPT)  
z meteorologických družic**

**System MDA NOAA/HRPT**

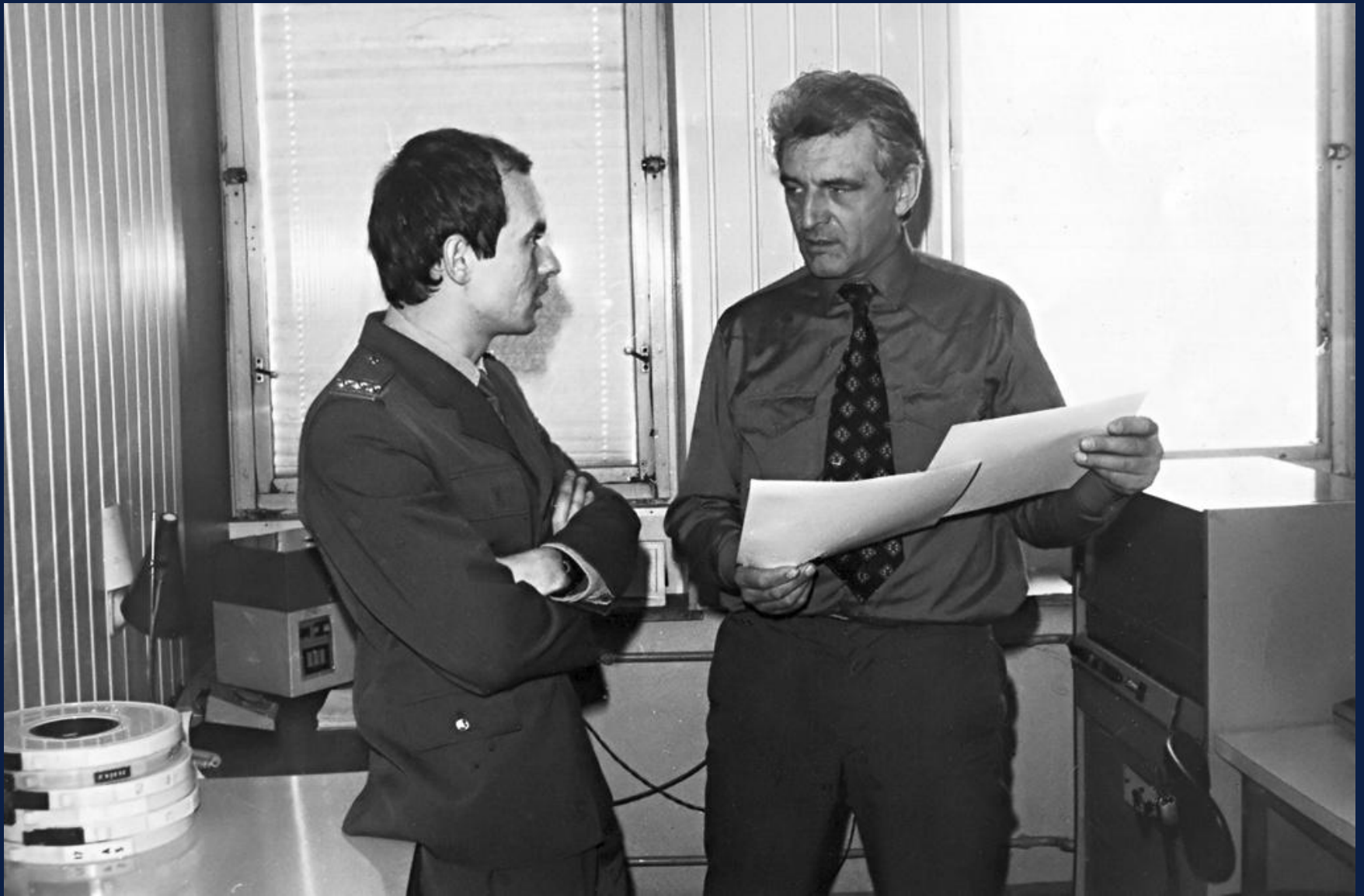
- instalován v prosinci 1978
- funkční od ledna 1979
- v provozu do poloviny 1995







***MDA (MacDonald Dettwiler and Associates Ltd.)  
NOAA - HRPT (1979-1995)***



***MDA (MacDonald Dettwiler and Associates Ltd.)  
NOAA - HRPT (1979-1995)***

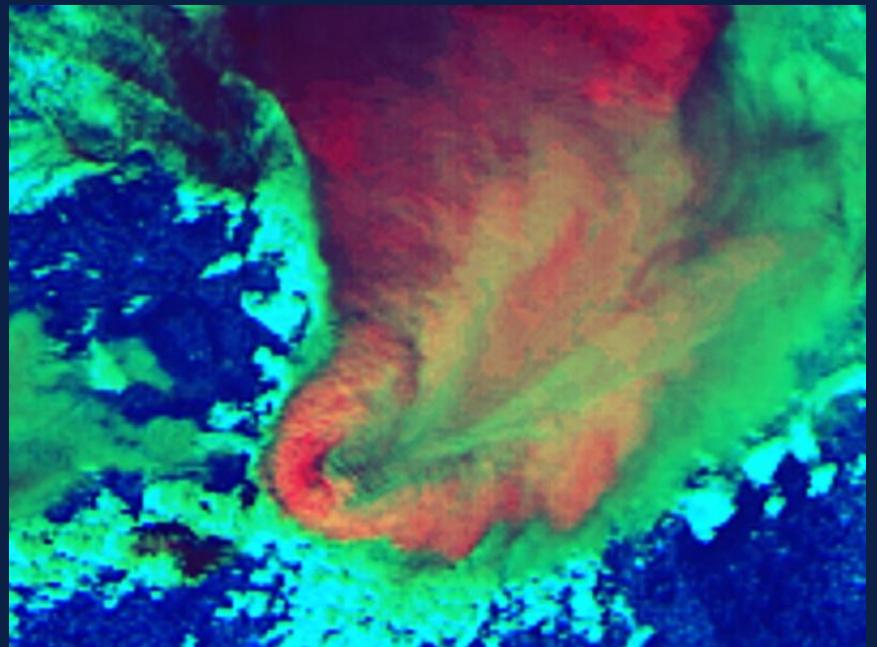
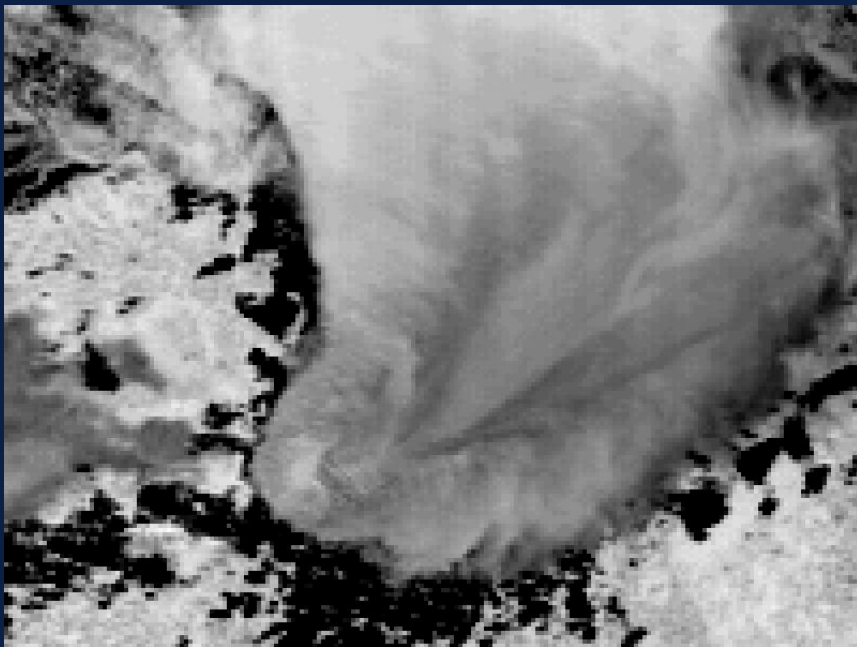
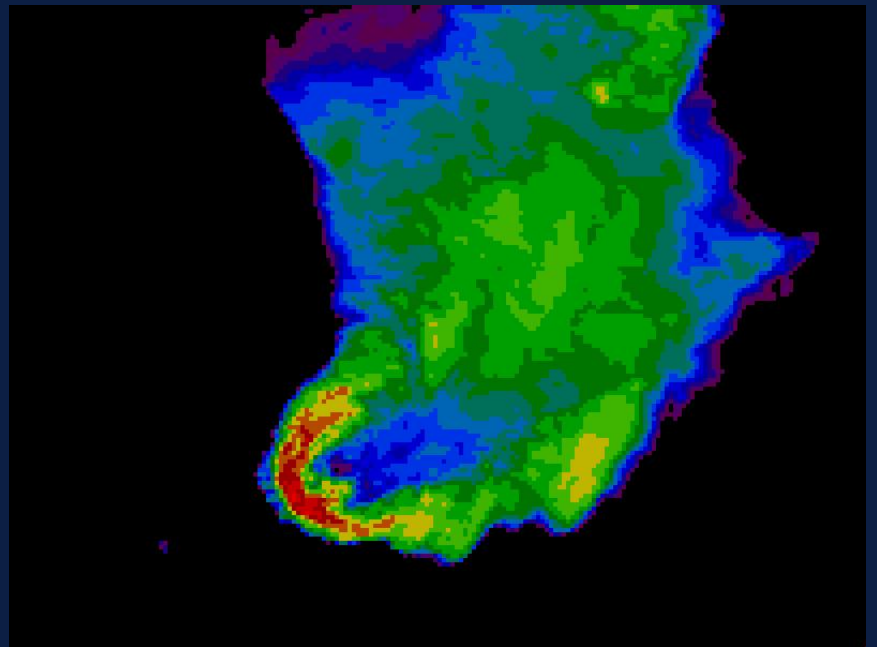
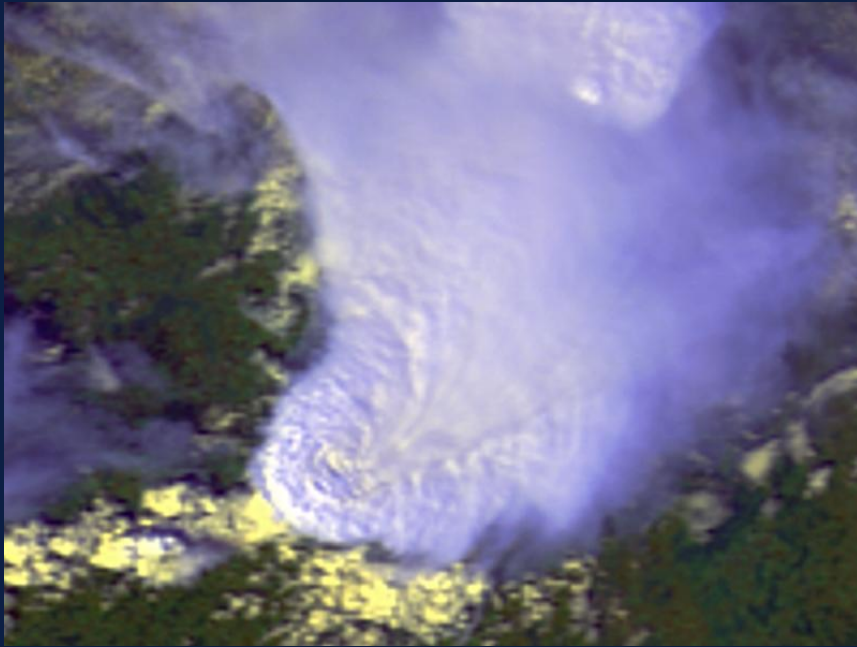




***MDA (MacDonald Dettwiler and Associates Ltd.)  
NOAA - HRPT (1979-1995)***

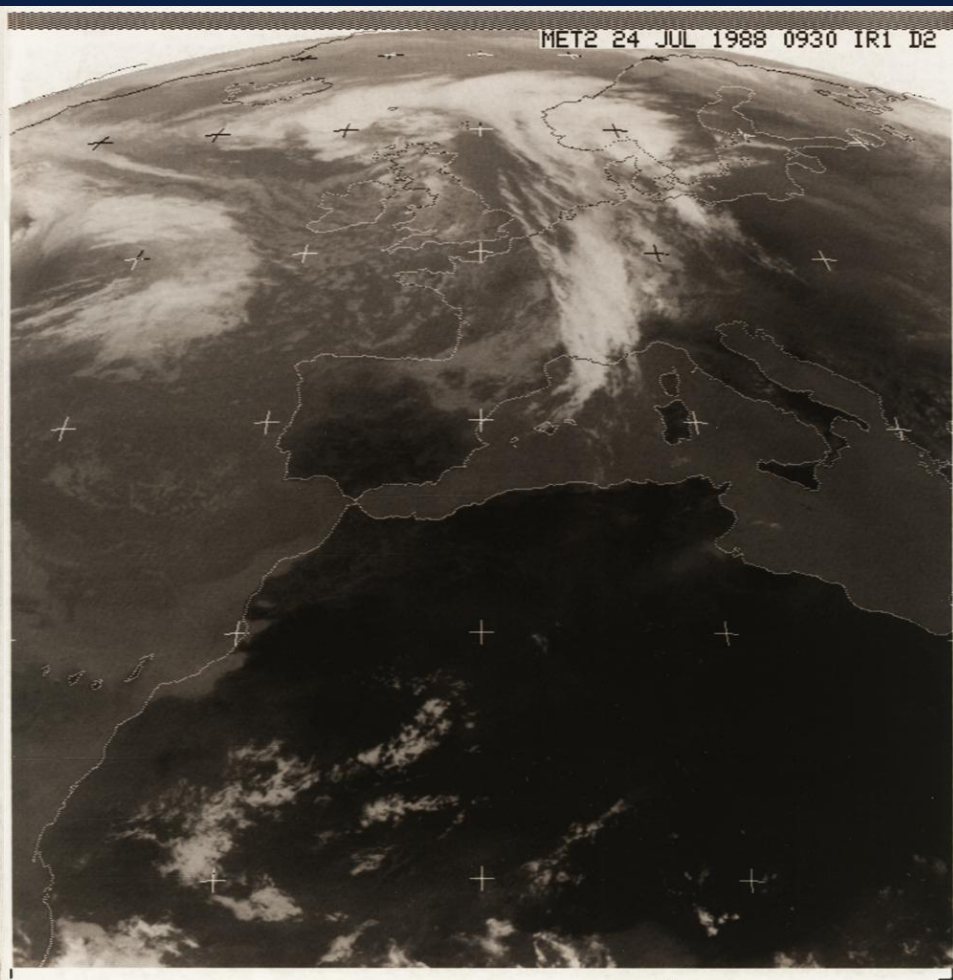
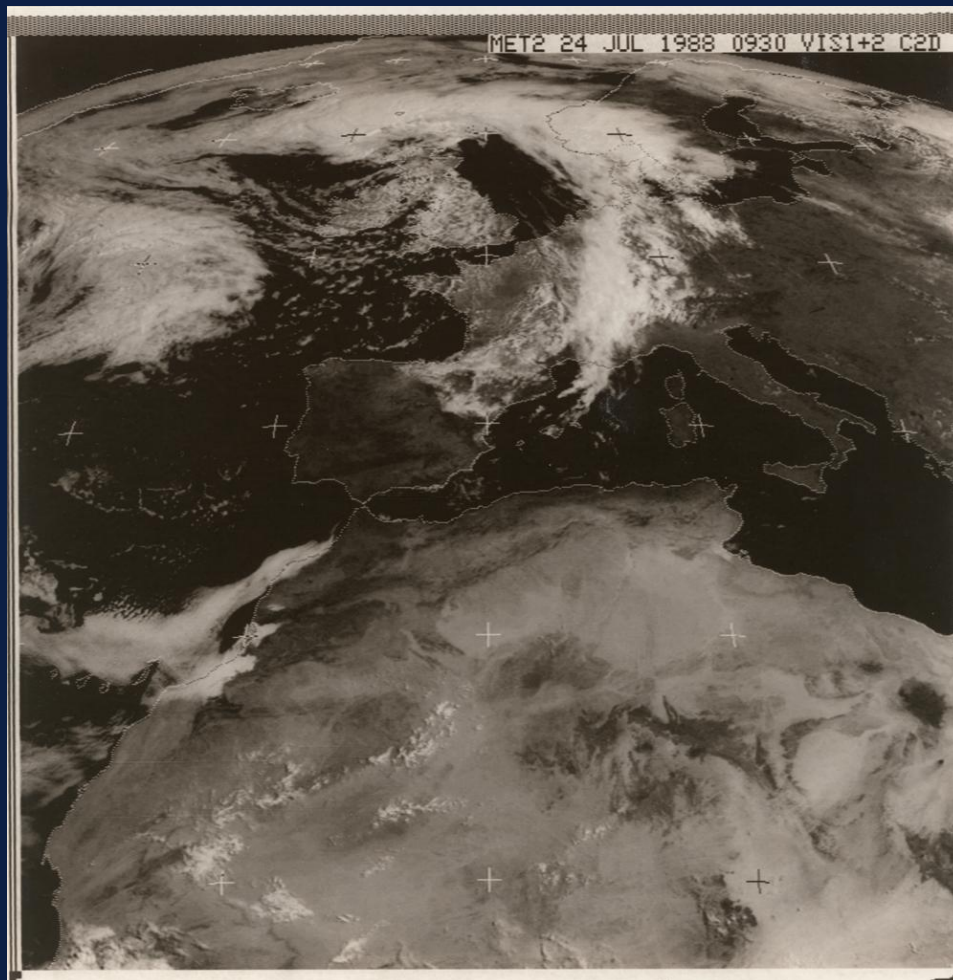








# **Červenec 1986: instalace prvního systému pro příjem družic Meteosat (režim WEFAX)**



**(poloprovozní do roku 1992)**



***Polovina roku 1991:      Meteosat SDUS systém (PC286)  
(UKW Technik GmbH)***



**Říjen 1991: První snímky z Meteosatu pravidelně v České televizi  
(OK3 – „Každá sudá – počasí“)**



**11. únor 1992:**

**První smlouva o „spolupráci“ mezi EUMETSATem a ČSFR, zastoupenou ČHMÚ a SHMÚ, upravující přístup a využívání dat a snímků z družic Meteosat (první generace).**

**COOPERATION AGREEMENT**

Between

**The European Organisation for the  
Exploitation of Meteorological Satellites  
(EUMETSAT)**

**Am Elfengrund 45,  
D-6100 Darmstadt-Eberstadt**

represented by its Director,  
Mr. John Morgan

and

**The Czech and Slovak Hydrometeorological Services  
Czecho-Slovakia**

(hereinafter called the Meteorological Services)

represented by: Czecho-Slovak Space Research Council  
Mr. Ladislav Sehnal, its President  
111 42 Praha 1, Národní  
Czecho-Slovakia

**Article 10  
Transfer of Agreement**

The Meteorological Services shall not transfer this agreement to a third party either in whole or in part.

In ... *Prague* .....

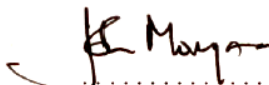
on ... *11. Feb. 1992* ...

for The Czech and Slovak  
Hydrometeorological Services

for EUMETSAT

  
.....

Ladislav Sehnal  
President  
Czecho-Slovak Space Research Council

  
.....

John Morgan  
Director



***Prosinec 1994:***

***Instalace systému Meteosat PDUS  
(VCS Nachrichtentechnik GmbH)***

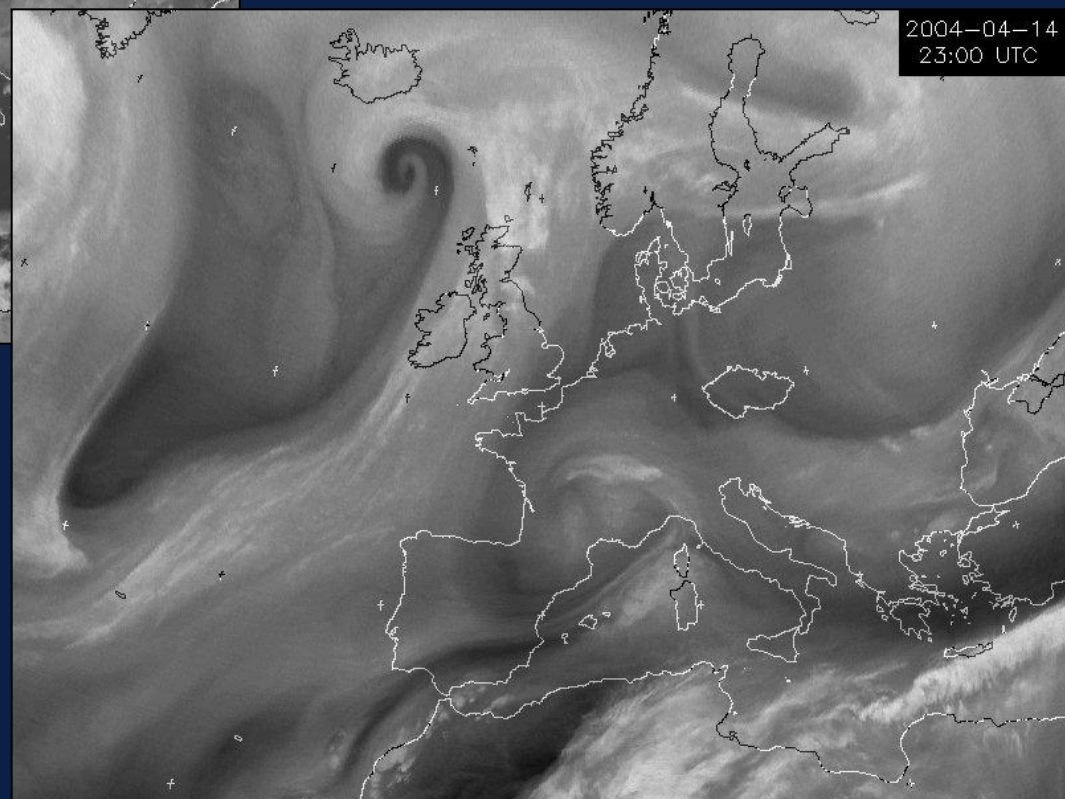
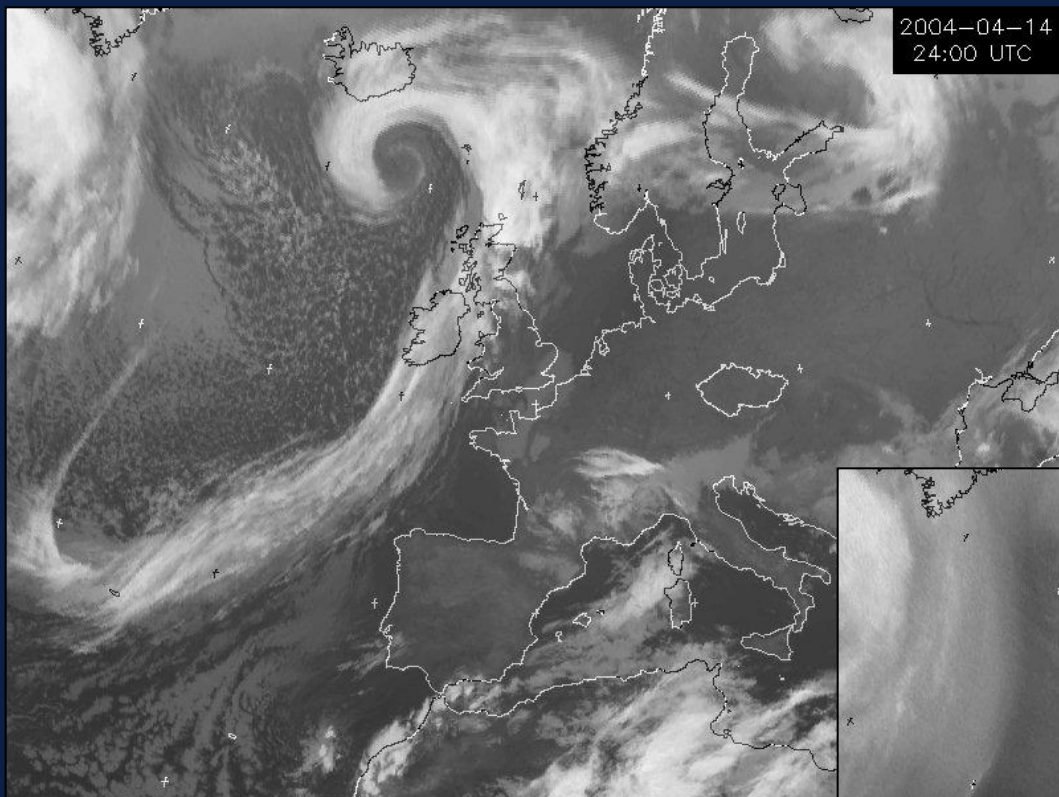
***Červen 1995:***

***Instalace nového HRPT systému  
(VCS, VAX-based system)***

***(PDUS v provozu do roku 2005)***



# Ukázka operativních snímků IR a WV z družice Meteosat (systém PDUS)







**6. prosinec 2004**

**Instalace MSG HRIT systému  
(VCS Engineering GmbH)**



6. prosinec 2004

## Instalace MSG HRIT systému (VCS Engineering GmbH)

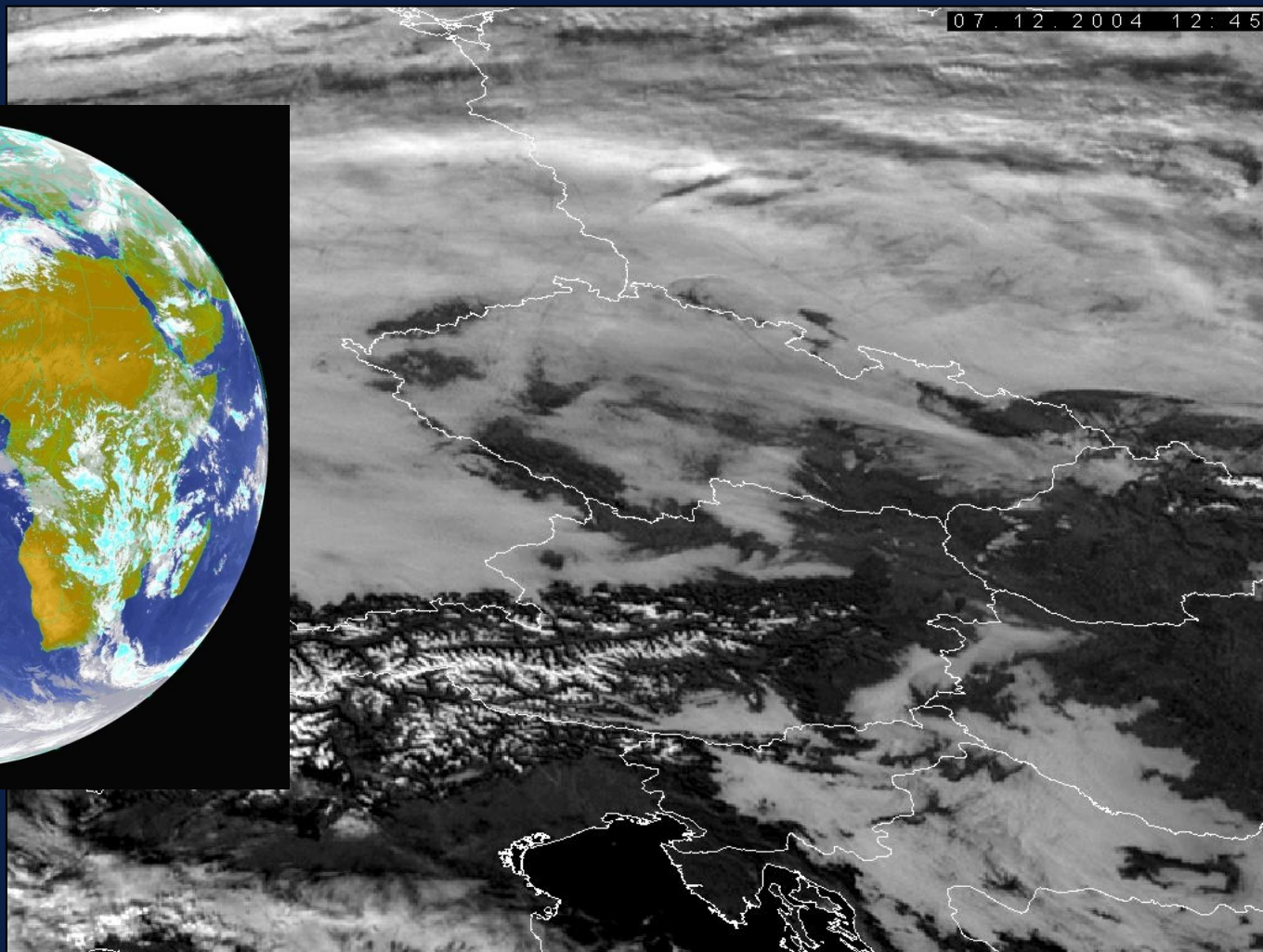
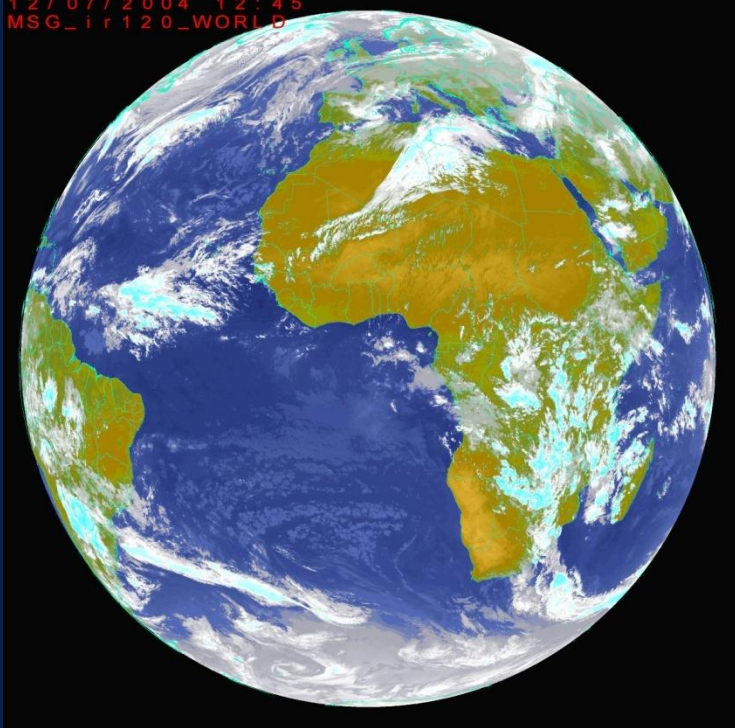




**7. prosince 2004 12:45 UTC**

**Příjem prvních snímků MSG v ČHMÚ**

12/07/2004 12:45  
MSG\_ir120\_WORLD





**17. – 21. říjen 2005**

**Upgrade stávajícího systému AVHRR/HRPT  
(VCS Engineering GmbH)**



## *Současnost ... systém MSG (VCS Engineering GmbH)*



## ***System VCS Space (2met!) – MSG RSS a HRPT***

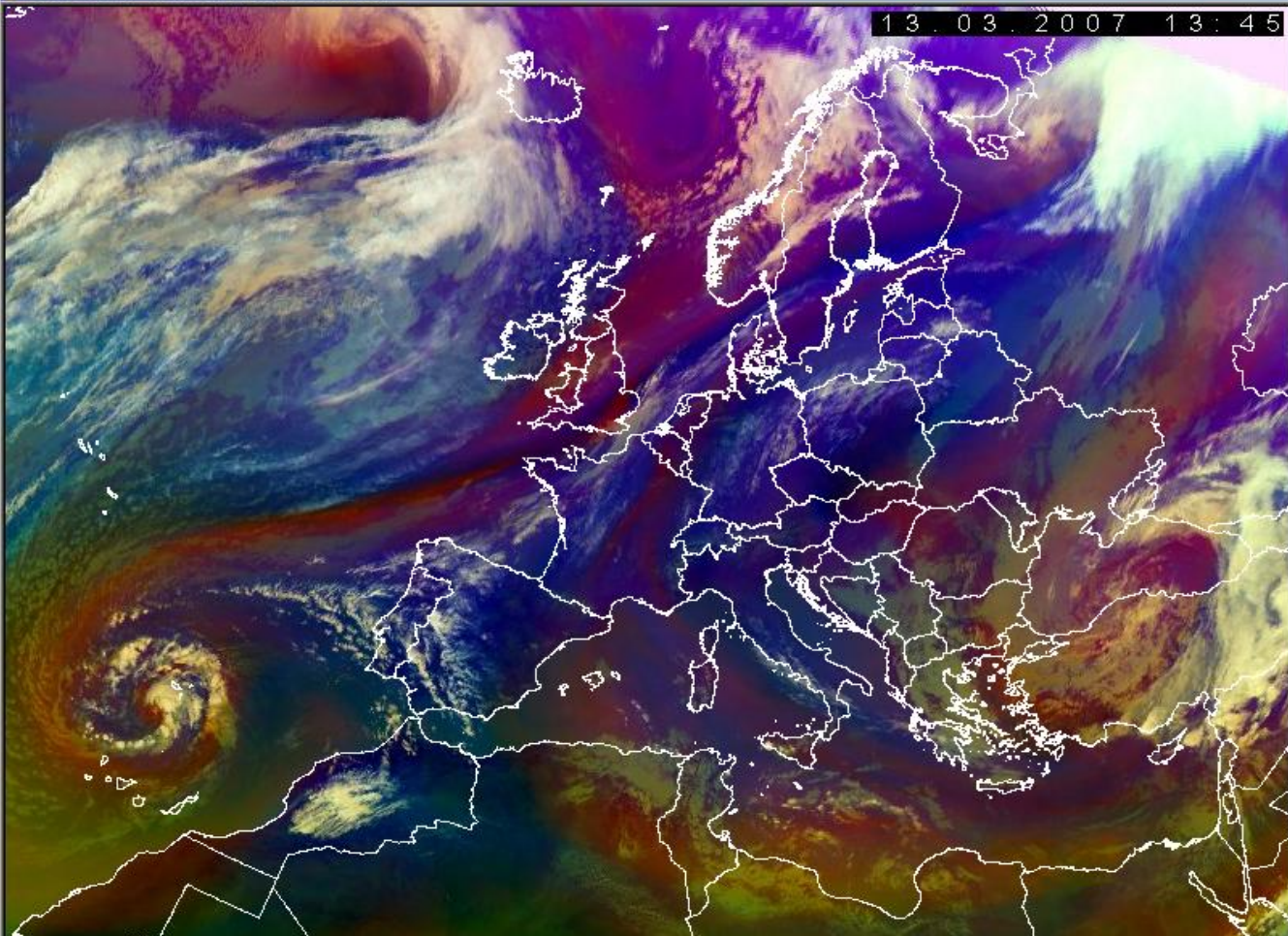




# Vizualizace produktů v rámci intranetu ČHMÚ (Java skript)

JMSGView - Windows Internet Explorer

13.03.2007 13:45



JMSGView  
TAVACIEM

Every 8th 4rd

- 13.03.2007 13:45UTC
- 13.03.2007 13:30UTC
- 13.03.2007 13:15UTC
- 13.03.2007 13:00UTC
- 13.03.2007 12:45UTC
- 13.03.2007 12:30UTC
- 13.03.2007 12:15UTC
- 13.03.2007 12:00UTC
- 13.03.2007 11:45UTC
- 13.03.2007 11:30UTC
- 13.03.2007 11:15UTC

(8/8)

Quick switch:

IR:	EU	CE	CZ
IR BT:	EU	CE	CZ
VIS:	EU	CE	CZ
Storm:	EU	CE	CZ
Airmass:	EU	CE	CZ
WV:	EU	CE	CZ
VIS-IR:	EU	CE	CZ
RGB321:	EU	CE	CZ
Snow:	EU	CE	CZ
Night-MF:	EU	CE	CZ
24h-MF:	EU	CE	CZ

< << || >> > >> ANIM: 250 ms/img LAST: +2 s AUTO UPDATE: 2 min UPDATE NOW

OVR1 boundaries OVR2 none OVR3 none

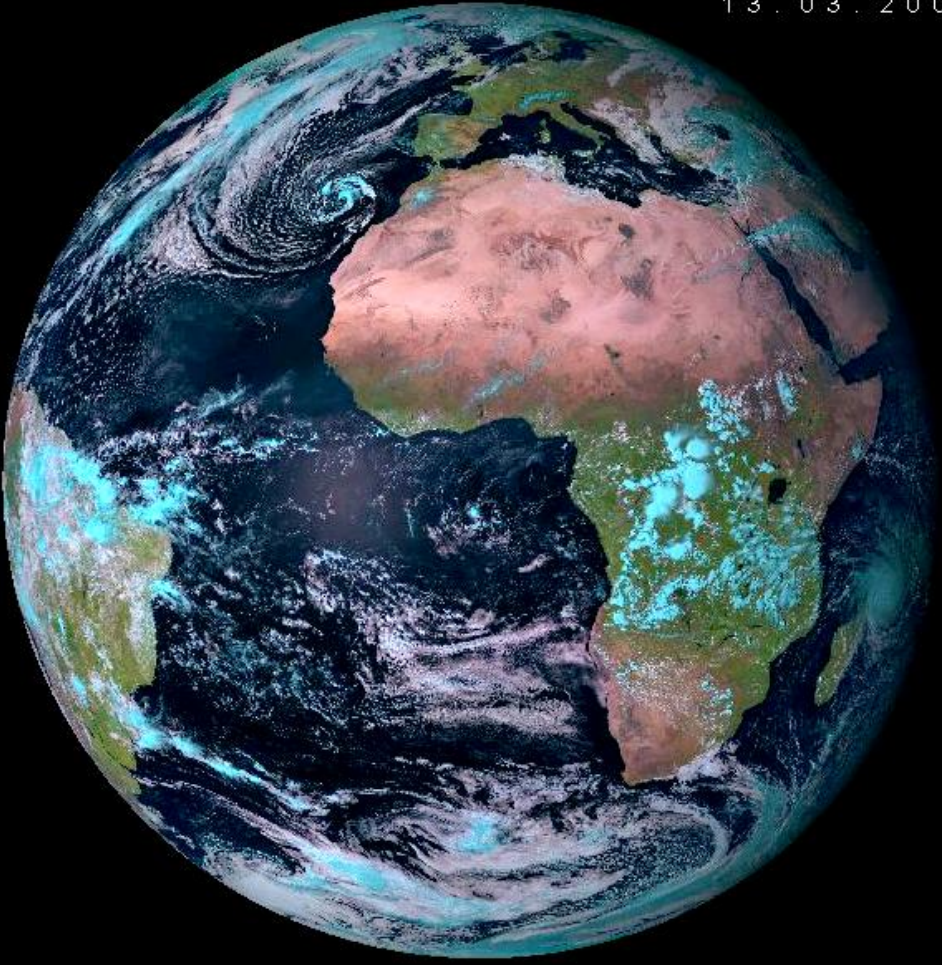
Copyright (c) 2001-2006 Petr Novák. Data - copyright (c) 2006 Eumetsat and CHMI. All rights reserved. 17.7.2006, petr\_novak@chmi.cz



# Vizualizace produktů v rámci intranetu ČHMÚ (Java skript)

JMSGView Extra - Windows Internet Explorer

13.03.2007 13:45



JMSGView  
extra

Every 8th 4rd

- 13.03.2007 13:45UTC
- 13.03.2007 13:30UTC
- 13.03.2007 13:15UTC
- 13.03.2007 13:00UTC
- 13.03.2007 12:45UTC
- 13.03.2007 12:30UTC
- 13.03.2007 12:15UTC
- 13.03.2007 12:00UTC
- 13.03.2007 11:45UTC
- 13.03.2007 11:30UTC
- 13.03.2007 11:15UTC
- 13.03.2007 11:00UTC

(8 / 8)

Quick switch:

IR:

WV:

RGB129:

RGB321:

RGB-IR-WV:

RGB-Airmass:

OVR1

OVR2

< < || >> > >| ANIM: 250 ms/img LAST: +2 s AUTO UPDATE 2 min UPDATE NOW

Copyright (c) 2001-2006 Petr Novák. Data - copyright (c) 2005 Eumetsat and CHMI. All rights reserved.

1.3.2006, petr\_novak@chmi.cz

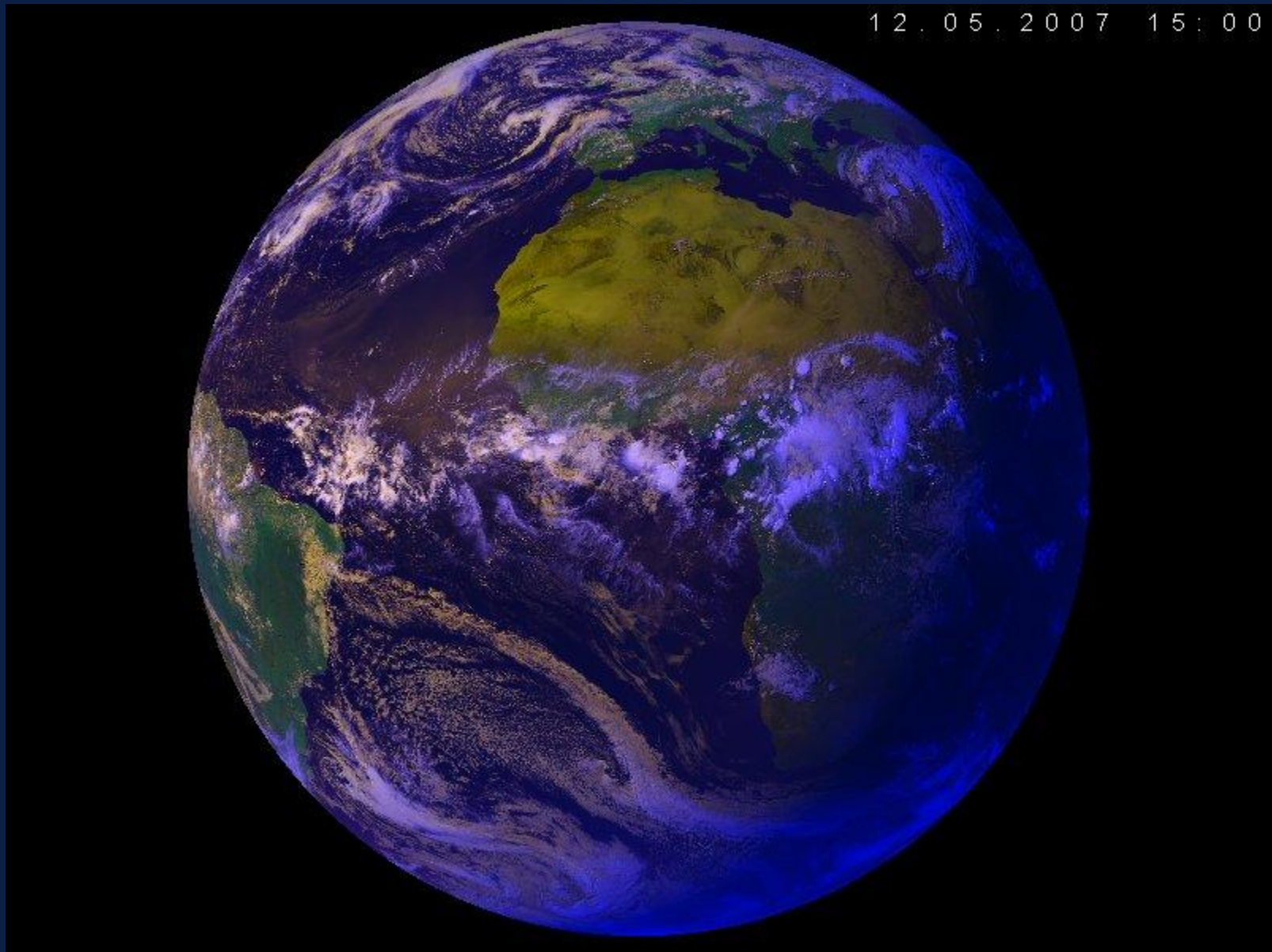


## Současnost ... systém MSG a HRPT – archivace dat

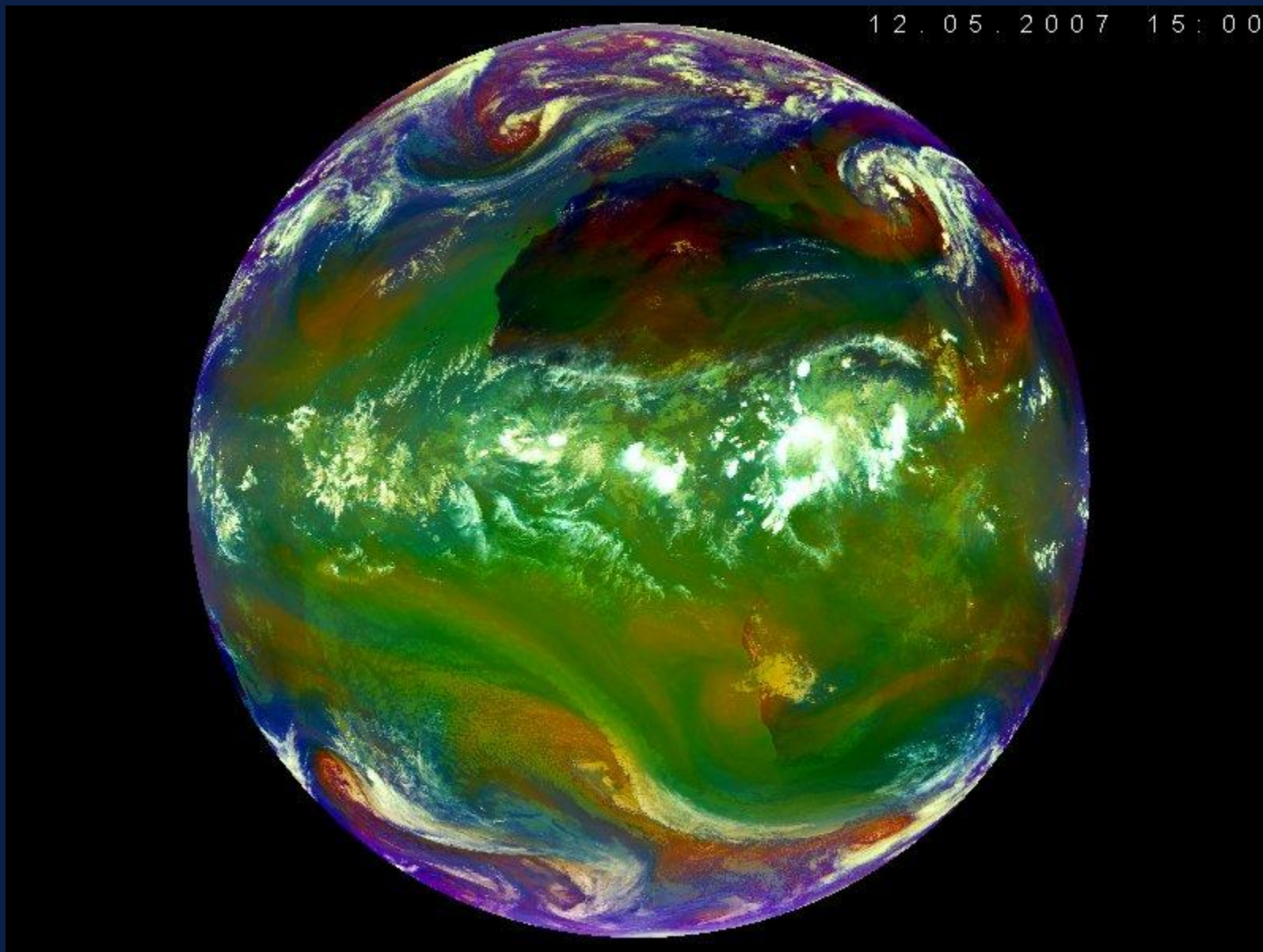




## ***Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ***

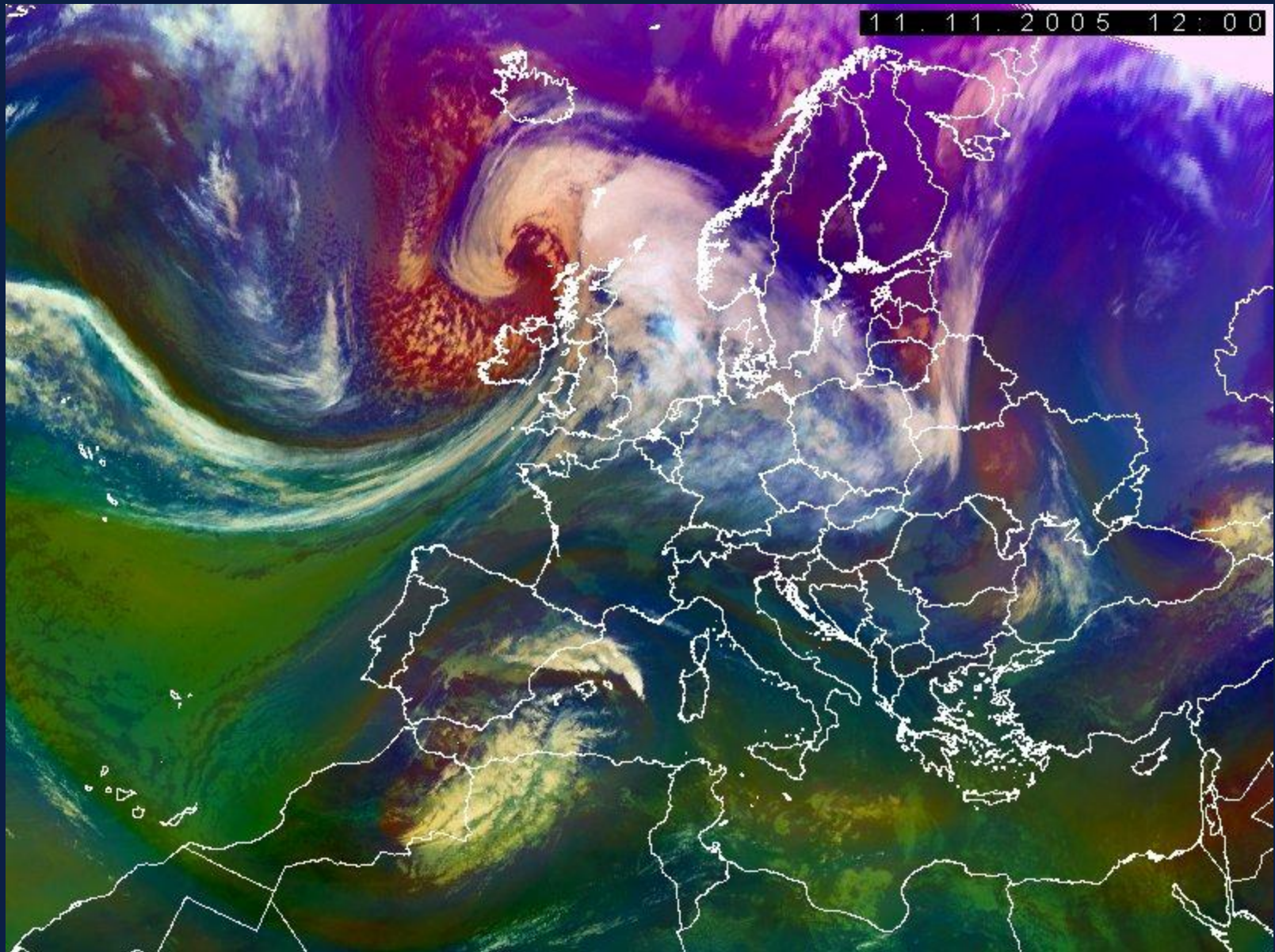


## *Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ*



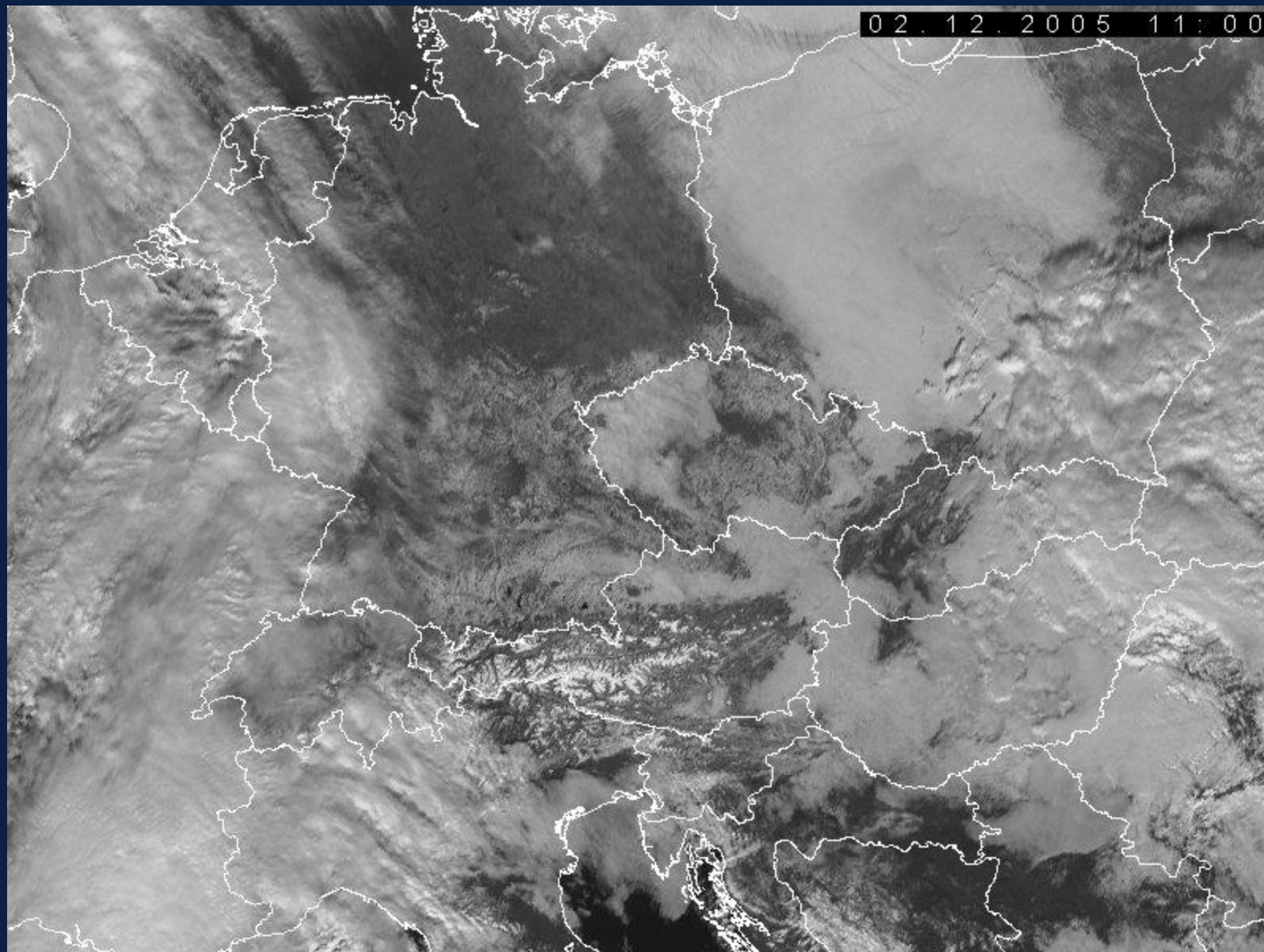


## ***Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ***

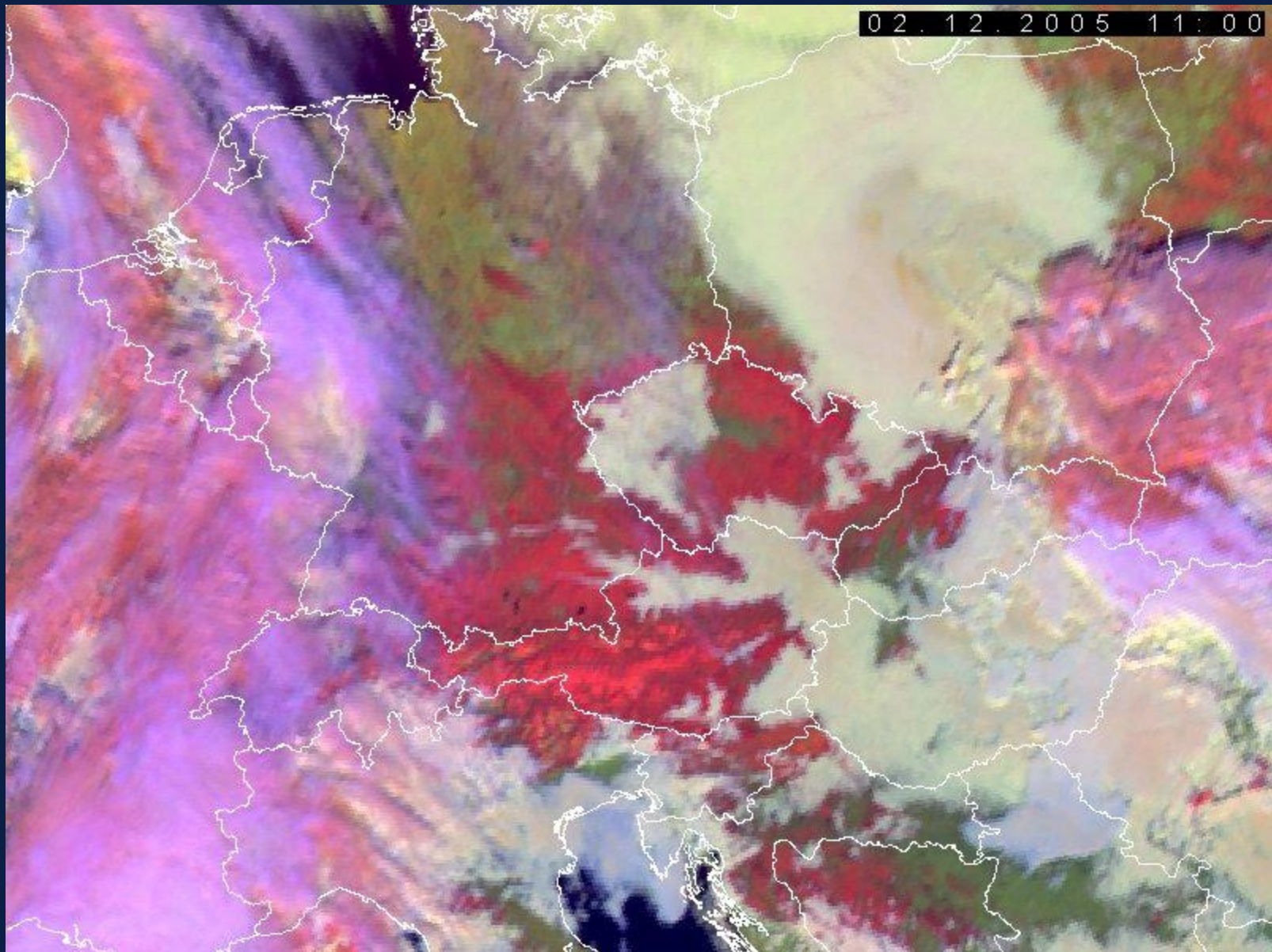




## ***Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ***

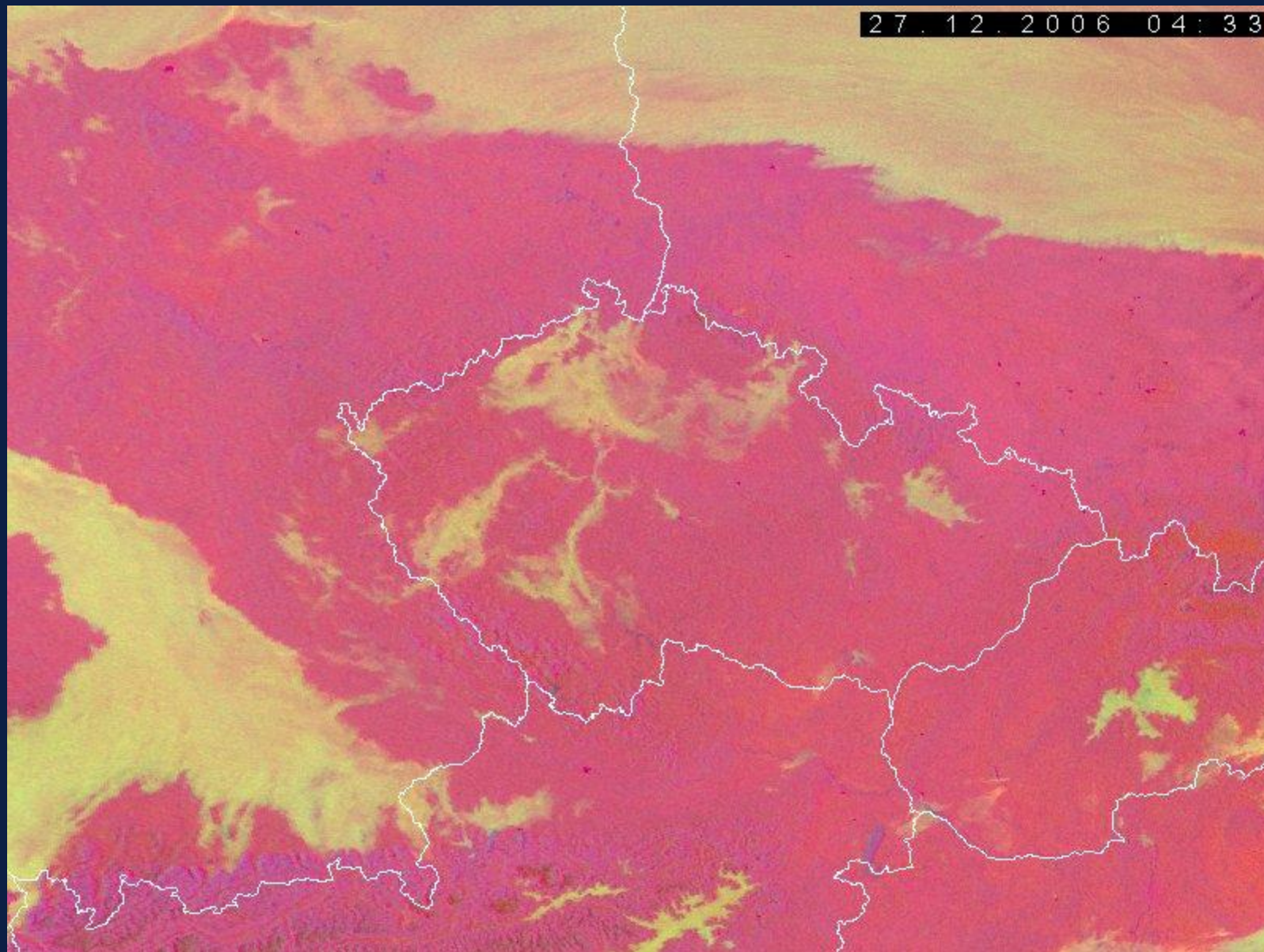


## ***Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ***



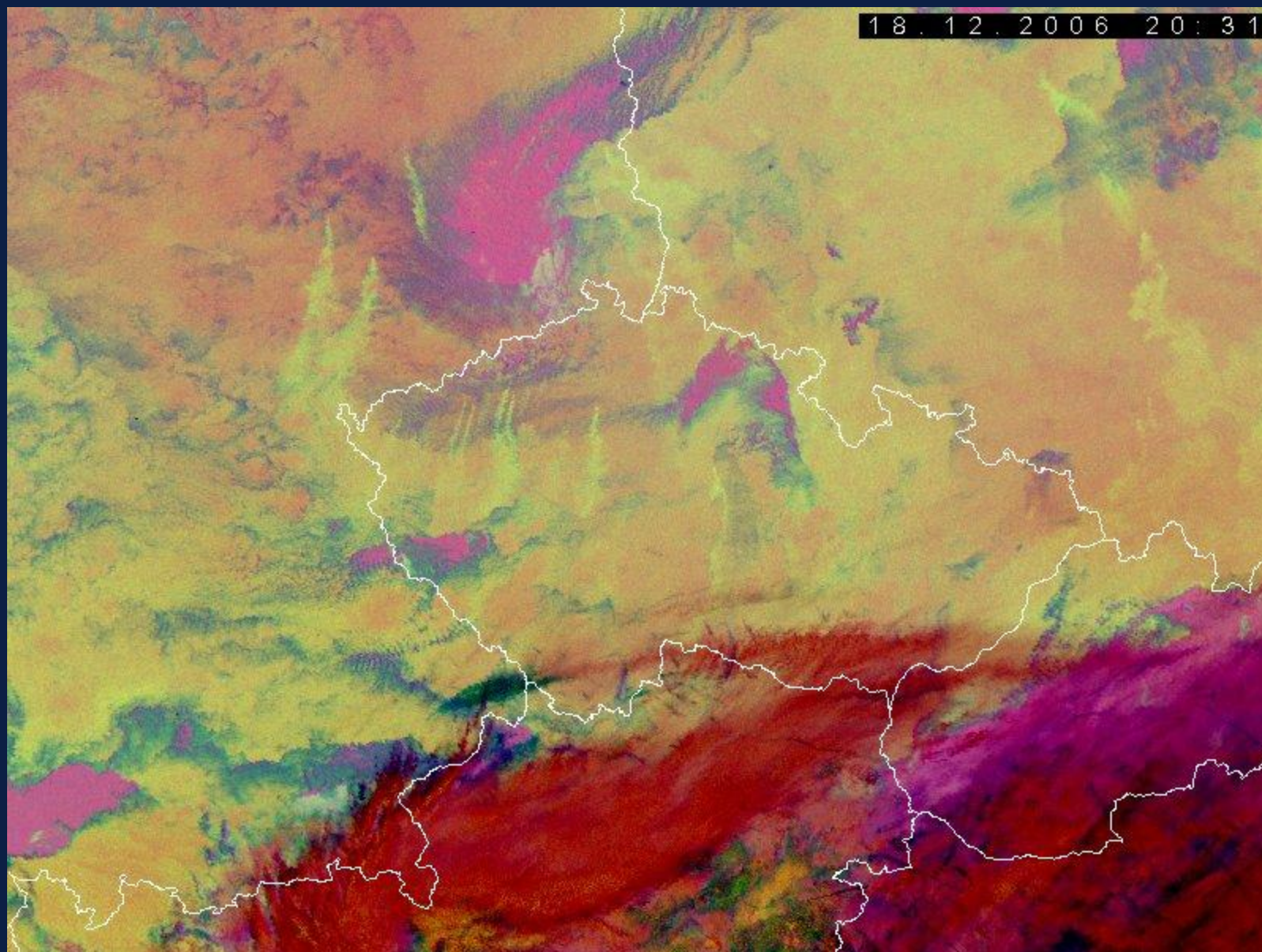


## ***Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ***



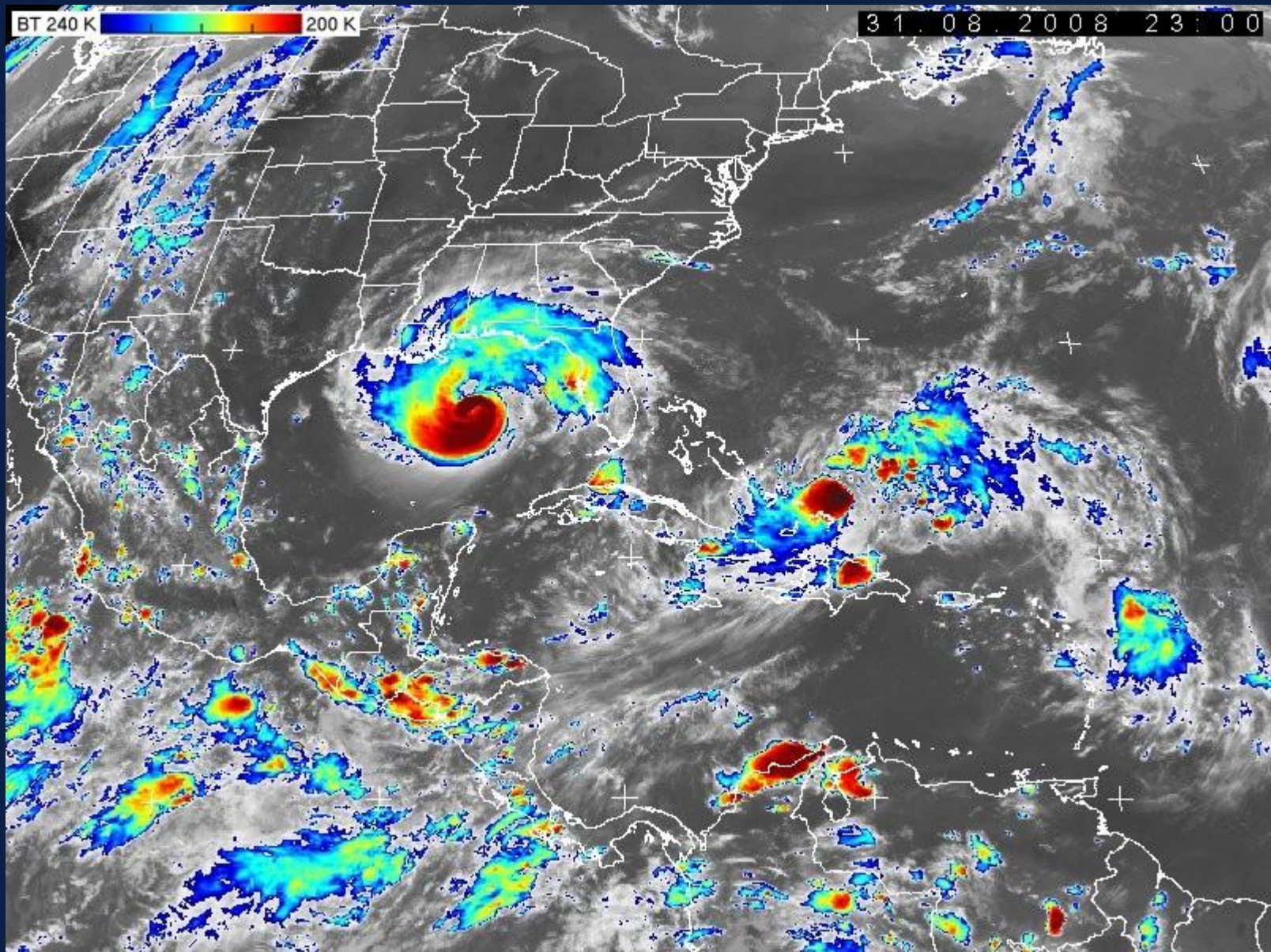


## ***Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ***



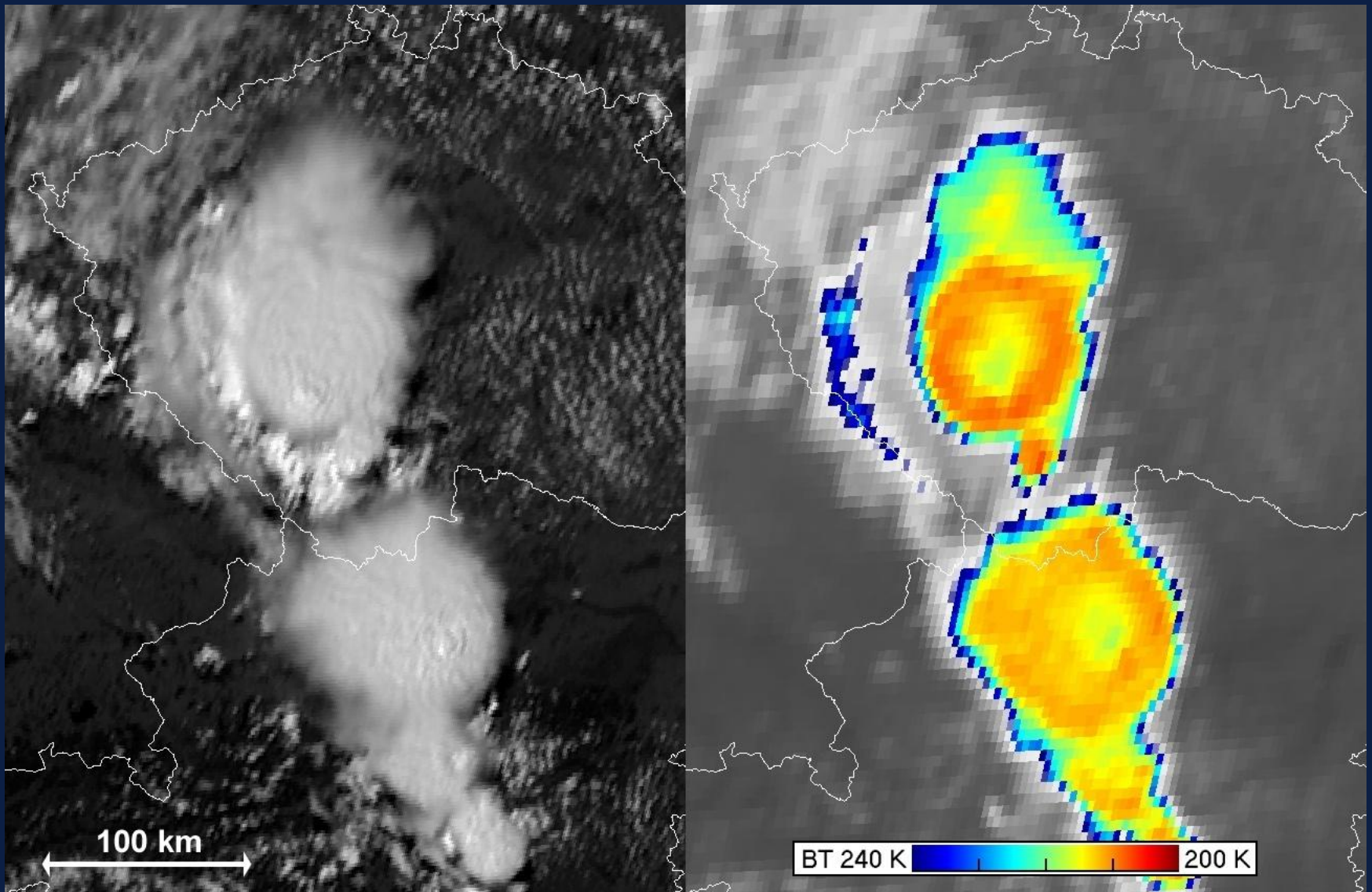


## Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ





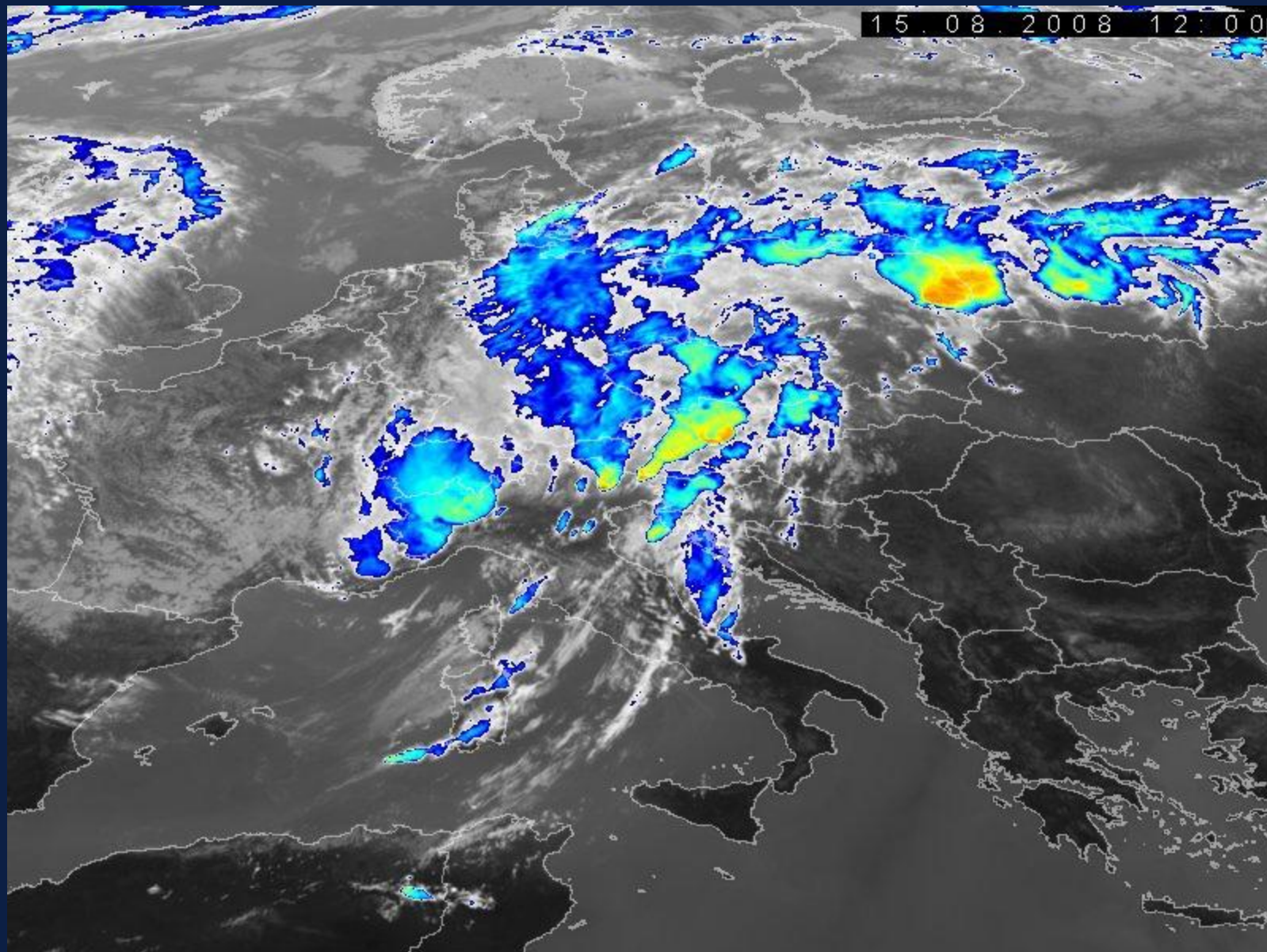
## Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ



25 June 2006, 1345 UTC, Meteosat-8 (MSG-1)

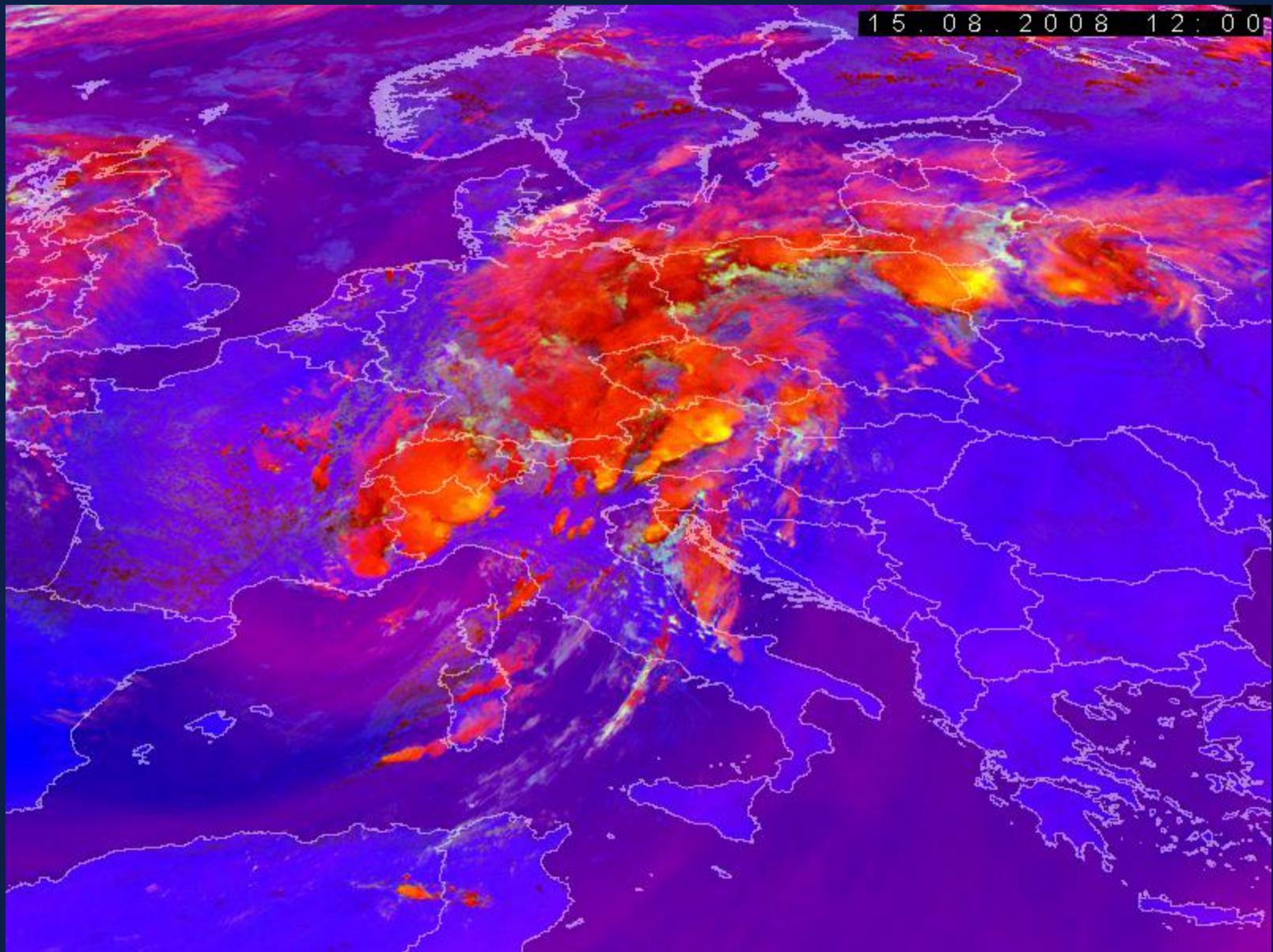


## *Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ*





## ***Příklady různých produktů, používaných operativně v ČHMÚ***



# Porovnání výhod a slabin družic na polární dráze (NOAA-POES, MetOp) a družic na geostacionární dráze (MSG):

## Polární družice NOAA-POES a MetOp:

- + lepší geometrická rozlišovací schopnost
- + možnost umístění dalších přístrojů (zejména sondáž atmosféry)
- + využitelnost v polárních oblastech
- komplikovanější příjem dat a jejich zpracování
- data pouze 4x až 8x denně (podle počtu aktivních družic)

## Meteosat druhé generace (MSG):

- + data každých 15, resp. 5 minut, 12 spektrálních kanálů !!!
- horší geometrická rozlišovací schopnost



## ***Družicové snímky na stránkách ČHMÚ:***

MSG pro veřejnost

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/data\\_jsmsgview.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/data_jsmsgview.html)

AVHRR

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/data\\_jsavhrrview.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/data_jsavhrrview.html)

## ***Družicové snímky mimo ČHMÚ:***

EUMETSAT

<http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/>

<http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/latestImages.html>

SATREP Online

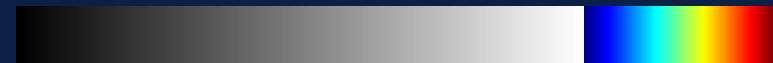
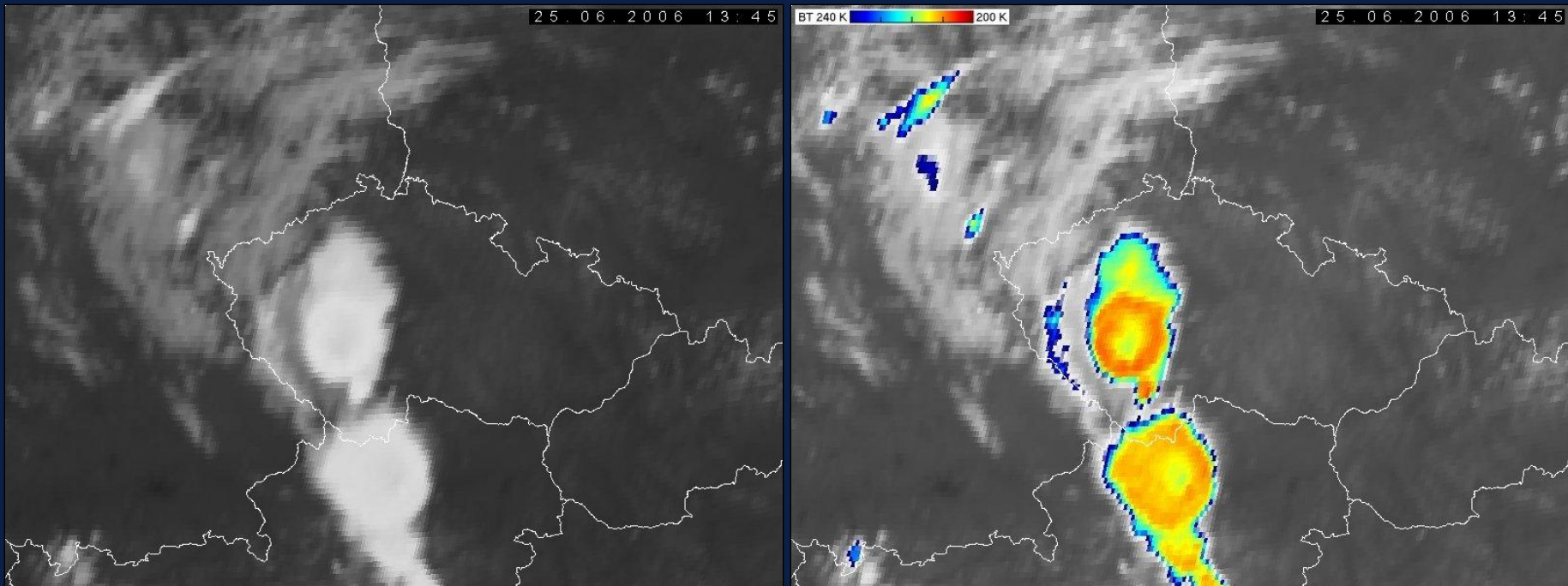
<http://www.satreponline.org/>

SAT24

<http://www.sat24.com/>



## Barevně zvýrazněné IR tepelné snímky (konvence EUMETSAT/CWG)



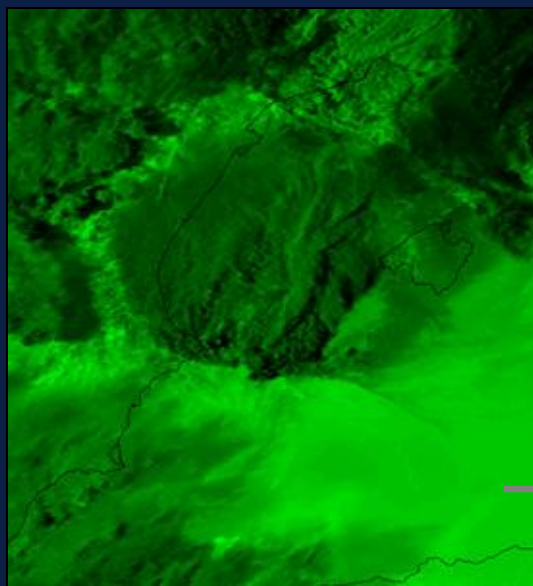
Zvýraznění určitého teplotního intervalu barevnou škálou (angl. *color enhancement*). Tato konkrétní škála (BT 240-200K) je vhodná pro typické poměry v mírných zeměpisných šířkách (střední Evropa); pro jiné geografické oblasti je nutná její modifikace, především v závislosti na typické výšce tropopauzy. Definice škály a další informace zde: [CWG website](#), [galérie EUMETSATu](#) (především [zde](#)).



# RGB kompozitní snímky (RGB syntéza tří a více spektrálních kanálů)

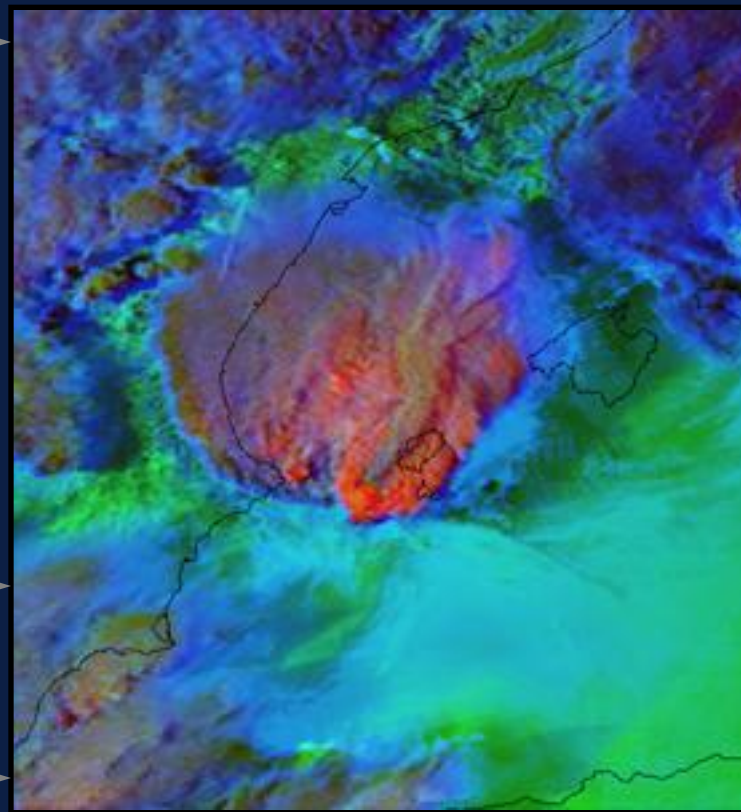
11 September 1996 1724 UTC NOAA 12

AVHRR ch4 ENH



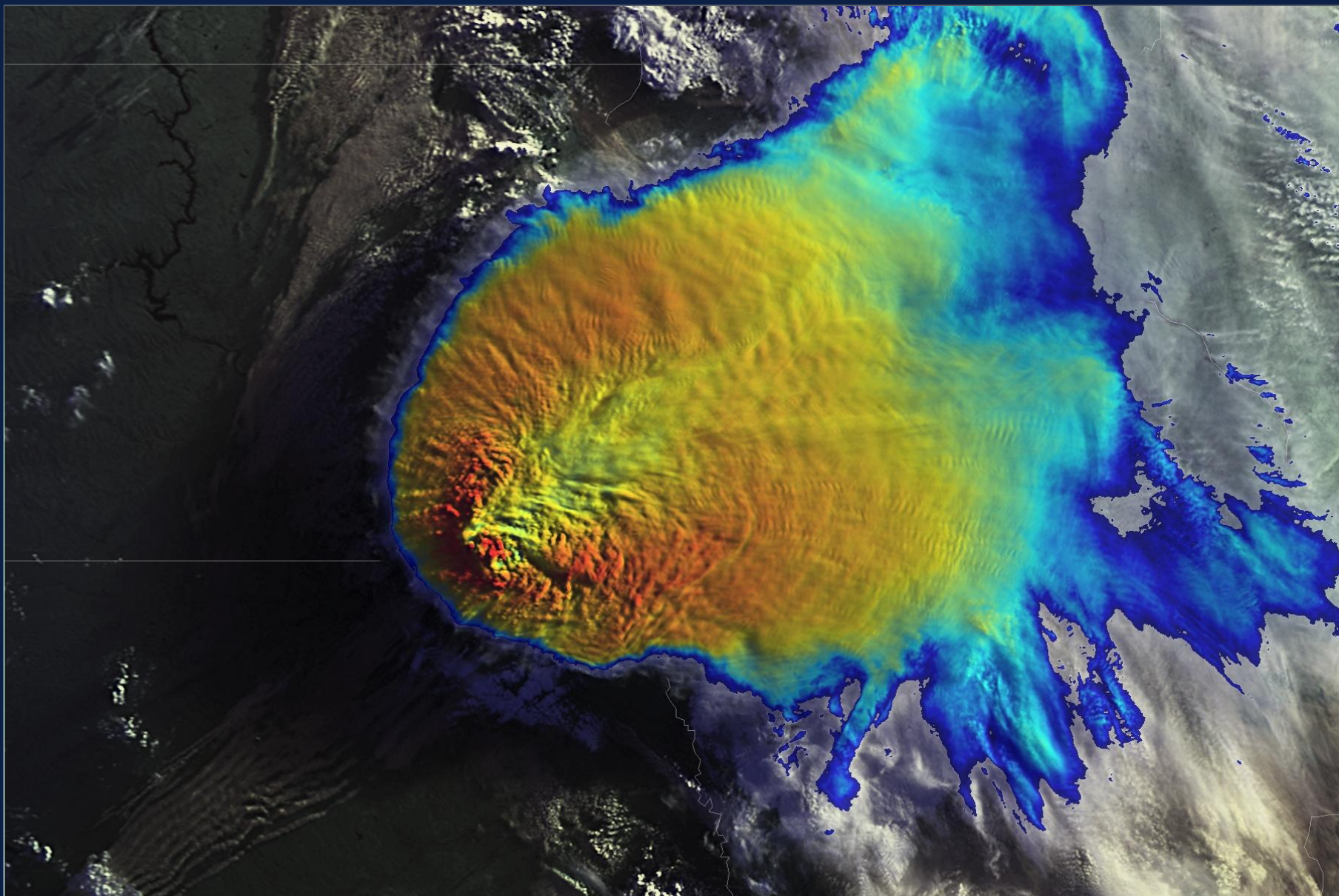
AVHRR ch3

AVHRR DIF ch (5-4)



Experimentálně používáno již od konce 80. let; v operativní meteorologii výrazné rozšíření až se startem družic MSG (Rosenfeld, Kerkmann, aj.)

## „Sendvičové“ produkty

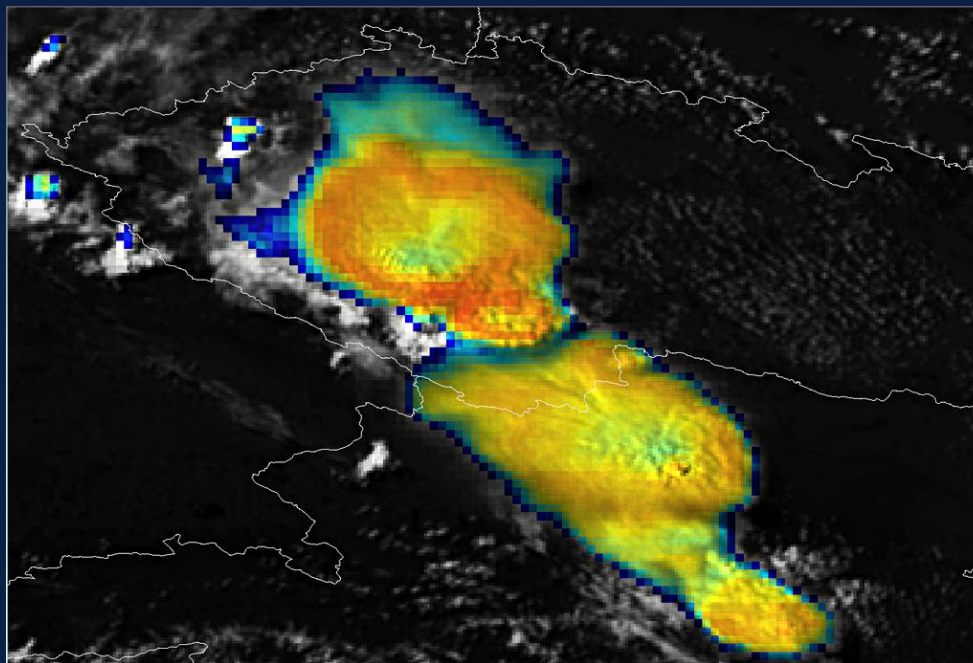


2009-07-09 11:35 UTC NOAA 15 (South Dakota, Minnesota, Nebraska, Iowa, U.S.A.)





## „Sendvičové“ produkty



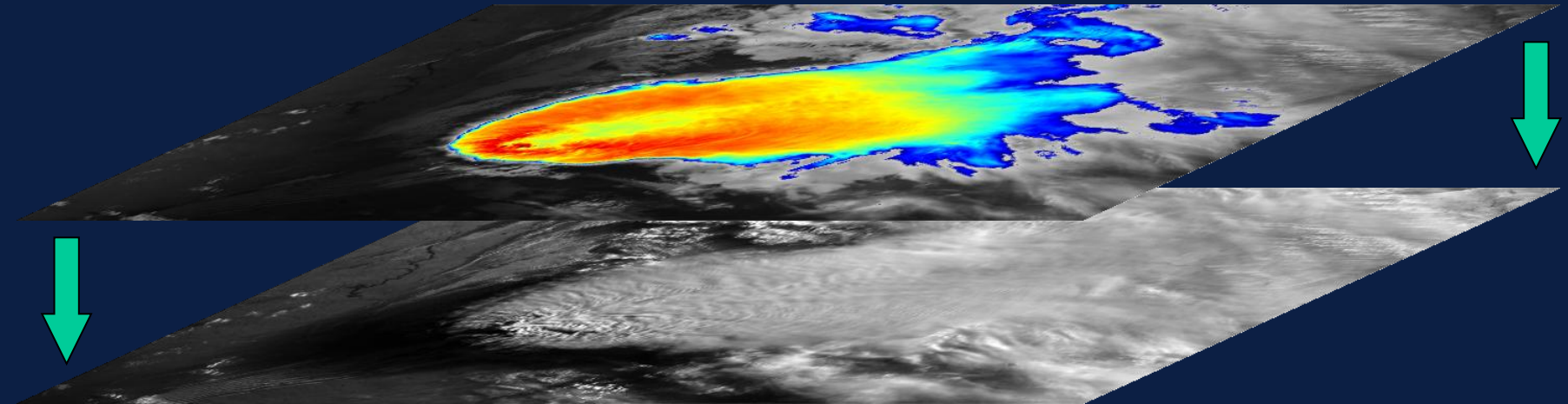
2006-06-25 Meteosat 8 (MSG-1), sendvič HRV + IR10.8

- Zobrazení určitého produktu (například barevně zvýrazněného tepelného IR snímku nebo mikrofyzikálního produktu) se snímkem ve viditelném oboru (nebo jiným RGB produktem) v pozadí;
- prolnutí informací jinak zobrazených oběma zdrojovými snímky nezávisle – například teplotního pole z IR kanálu a morfologie horní hranice bouře z kanálu ve viditelném oboru;
- alternativa porovnávání zdrojových snímků jejich zobrazením „vedle sebe“ nebo jejich „přepínáním“ (obojí nepoužitelné např. v animacích);
- sendvičové produkty = „rodina“ produktů (podobně jako RGB kompozitní snímky).



# „Sendvičové“ produkty

Horní vrstva („*layer*“): snímek IR10.8 BT

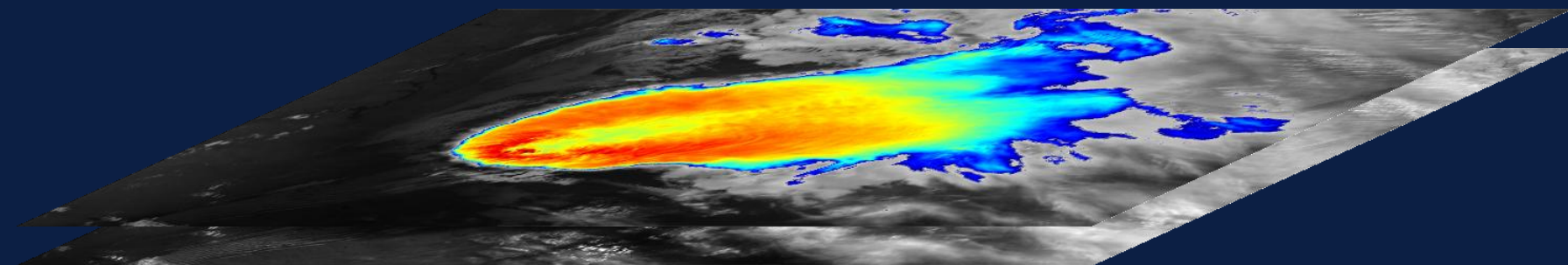


Spodní vrstva (pozadí, „*background*“): snímek HRV

## „Sendvičové“ produkty

Horní vrstva („*layer*“): snímek IR10.8 BT

Spodní vrstva (pozadí, „*background*“): snímek HRV



Vícevrstevný obrazový soubor („*multi-layer image*“)

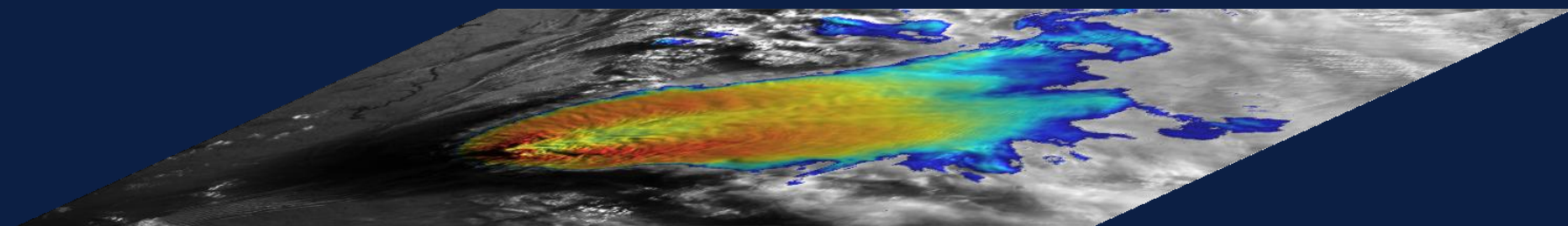
... v tomto konkrétním případě 2 vrstvy ... např. PSD formát (Photoshop)

# „Sendvičové“ produkty

Horní vrstva („layer“): snímek IR10.8 BT

Spodní vrstva (pozadí, „background“): snímek HRV

Volba prolnutí – aplikována na horní vrstvu!



## Vícevrstevný obrazový soubor („multi-layer image“)

... v tomto konkrétním případě 2 vrstvy ... např. PSD formát (Photoshop)

Podrobněji popsáno na stránkách EUMETSATu (Case Studies, Image of the Month)

[http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/iotm/iotm/20090923\\_convection/20090923\\_convection.html](http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/iotm/iotm/20090923_convection/20090923_convection.html)

a na stránkách CWG <http://www.convection-wg.org/sandwich.php>



# „Sendvičové“ produkty

The screenshot shows the Adobe Photoshop CS3 interface. The main canvas displays a satellite image of a coastal region with a color overlay (blue, green, yellow, red) representing a data layer. The top menu bar includes File, Edit, Image, Layer, Select, Filter, View, Window, and Help. The top toolbar shows various tools like Move, Lasso, Eraser, and Text. The top status bar indicates the document name: "00\_AVHRR\_band2\_band4bw\_band4-BT-198-233K\_1024x720.psd @ 66.7% (IR10.8 BT, RGB/8)".

The **Layer Style** dialog box is open, showing the **Blending Options** section. The **General Blending** section is selected, showing the **Blend Mode** set to **Multiply** and the **Opacity** slider set to 80%. The **Advanced Blending** section shows **Fill Opacity** at 100%, **Channels** checked for R, G, and B, and **Knockout** set to None. The **Blend If** section shows **Gray** selected, with **This Layer** and **Underlying Layer** sliders both set to 0.

The **Layers** panel on the right shows the **IR10.8 BT** layer selected, with a **Multiply** blend mode and **80%** opacity. The **HRV** layer is visible below it.

V Adobe Photoshopu (CS3, anglická verze): *Layers >>> Blending Options >>> General Blending >>> Multiply* nebo *Linear Burn*, propustnost (*Opacity*) v rozmezí 80 – 100%

## „Sendvičové“ produkty

Alternativa Adobe Photoshopu (především pro interaktivní zpracování):

### **GIMP** (GNU Image Manipulation Program)

freeware, (téměř) plně kompatibilní s Photoshopem

<http://www.gimp.org/>

Pro operativní, plně automatické zpracování:

**ImageMagic** (freeware): <http://www.imagemagick.org/>

```
# alpha blending of the IR-BT layer  
alpha=70
```

```
# sets the alpha blending of the IR-BT layer  
convert  $\{ir\_bt\}$  -alpha On -channel Alpha -evaluate set  $\{\alpha\}\%$   $\{ir\_bt\_png\}$ 
```

```
# merging (blending) the two images together  
composite  $\{hrv\}$   $\{ir\_bt\_png\}$  -compose Multiply -quality 90  $\{output\}$ 
```

(podrobnosti [Jindřich Štástka](#) nebo [Lukáš Ronge](#))



