

# Meteosat třetí generace Meteosat Third Generation (MTG)

RNDr. Martin Setvák, CSc.

[martin.setvak@chmi.cz](mailto:martin.setvak@chmi.cz)

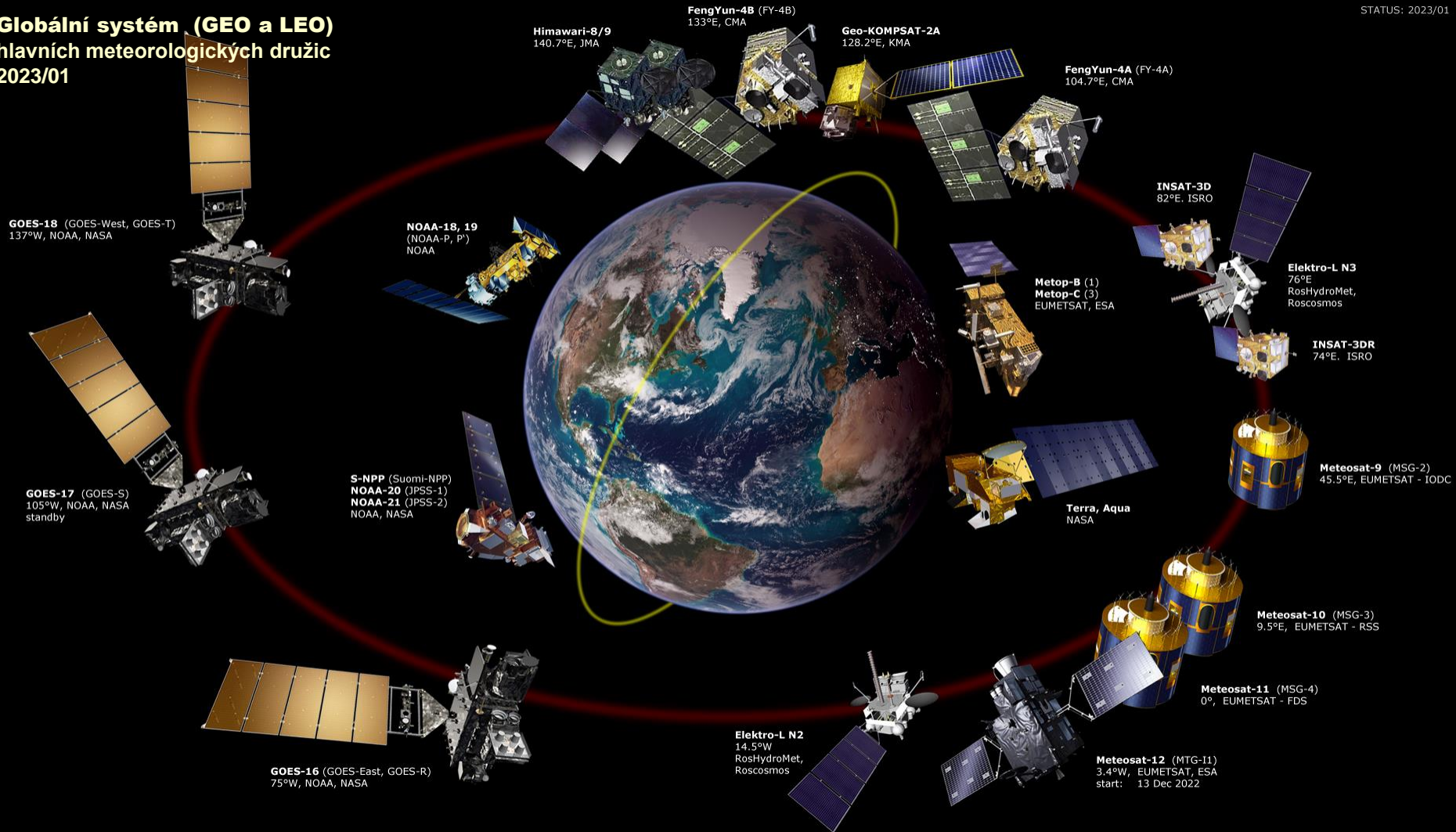
družicové oddělení ČHMÚ, Odbor distaních měření a informací, Praha

osobní stránky a info: [www.setvak.cz](http://www.setvak.cz)

14. června 2023, Plzeň



# Globální systém (GEO a LEO) hlavních meteorologických družic 2023/01



## Družice na geostacionární (geosynchronní) dráze

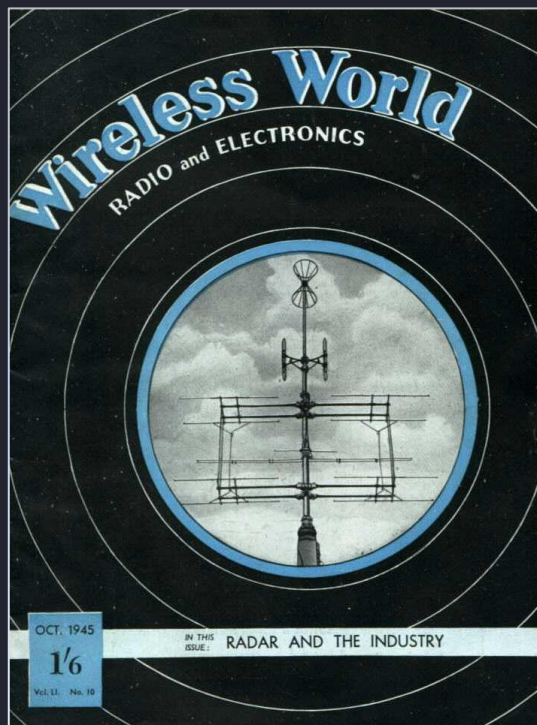
zkráceně: **GEOSTACIONÁRNÍ DRUŽICE**

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 - úvod

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



# Wireless World

Radio and Electronics  
35th YEAR OF PUBLICATION  
OCTOBER 1945

Proprietors :  
ILIFFE & SONS LTD.  
Managing Editor :  
HUGH S. POCOCK,  
M.I.E.E.  
Editor :  
H. F. SMITH

Editorial, Advertising  
and Publishing Offices:  
DORSET HOUSE,  
STAMFORD STREET,  
LONDON, S.E.1.  
Telephone :  
Waterloo 3333 (35 lines).  
Telegrams :  
"Ethaworld, Sedist, London."

△

**PUBLISHED  
MONTHLY**  
Price : 1/6  
(Publication date 26th  
of preceding month)  
Subscription Rate :  
Home and Abroad  
20/- per annum.

MONTHLY COMMENTARY .. .. .	289
RADAR PRODUCTION .. .. .	290
AMATEUR TRANSMISSION By "Etheris" .. .. .	296
FUNDAMENTALS OF RADAR—I.. .. .	299
RANDOM RADIATIONS By "Diallist" .. .. .	303
<b>EXTRA-TERRESTRIAL RELAYS By Arthur C. Clarke .. .. .</b>	<b>305</b>
CONTRAST EXPANSION (Concluded) By J. G. White .. .. .	309
LETTERS TO THE EDITOR .. .. .	313
UNBIASED. By Free Grid .. .. .	316
WORLD OF WIRELESS .. .. .	317
RECENT INVENTIONS .. .. .	320

Branch Offices ;  
COVENTRY :  
8-10, Corporation Street,  
Telephone : Coventry 5210.  
Telegrams :  
"Autocar, Coventry."  
BIRMINGHAM :  
Guildhall Buildings,  
Navigation Street 2.  
Telephone :  
Midland 2971 (5 lines).  
Telegrams :  
"Autopress, Birmingham."  
MANCHESTER :  
260, Deansgate, 3.  
Telephone :  
Blackfriars 4412 (4 lines).  
Telegrams :  
"Iliffe, Manchester."  
GLASGOW :  
260, Renfield Street, C.2.  
Telephone : Central 4837.  
Telegrams : "Iliffe, Glasgow."  
△  
*As many of the circuits and  
apparatus described in these  
pages are covered by patents,  
readers are advised, before  
making use of them, to satisfy  
themselves that they would  
not be infringing patents.*

## EXTRA-TERRESTRIAL RELAYS

### Can Rocket Stations Give World-wide Radio Coverage?

ALTHOUGH it is possible, by a suitable choice of frequencies and routes, to provide telephony circuits between any two points or regions of the earth for a large part of the time, long-distance communication is greatly hampered by the peculiarities of the ionosphere, and there are even occasions when it may be impossible. A true broadcast service, giving constant field strength at all times over the whole globe would be invaluable, not to say indispensable, in a world society.

Unsatisfactory though the telephony and telegraph position is, that of television is far worse, since ionospheric transmission cannot be employed at all. The service area of a television station, even on a very good site, is only about a hundred miles across. To cover a small country such as Great Britain would require a network of transmitters, connected by coaxial lines, waveguides or VHF relay links. A recent theoretical study<sup>1</sup> has shown that such a system would require repeaters at intervals of fifty miles or less. A system of this kind could provide television coverage, at a very considerable cost, over the whole of a small country. It would be out of the question to provide a large continent with such a service, and only the main centres of population could be included in the network.

The problem is equally serious when an attempt is made to link television services in different parts of the globe. A relay chain several thousand miles long would cost millions, and transoceanic services would still be impossible. Similar considerations apply to the provision of wide-band frequency modulation and other services, such as high-speed facsimile which are by their nature restricted to the ultra-high-frequencies.

Many may consider the solution proposed in this discussion too far-fetched to be taken very seriously. Such an attitude is unreasonable, as everything envisaged here is a

By ARTHUR C. CLARKE

logical extension of developments in the last ten years—in particular the perfection of the long-range rocket of which V2 was the prototype. While this article was being written, it was announced that the Germans were considering a similar project, which they believed possible within fifty to a hundred years.

Before proceeding further, it is necessary to discuss briefly certain fundamental laws of rocket propulsion and "astronautics." A rocket which achieved a sufficiently great speed in flight outside the earth's atmosphere would never return. This "orbital" velocity is 8 km per sec. (5 miles per sec), and a rocket which attained it would become an artificial satellite, circling the world for ever with no expenditure of power—a second moon, in fact.

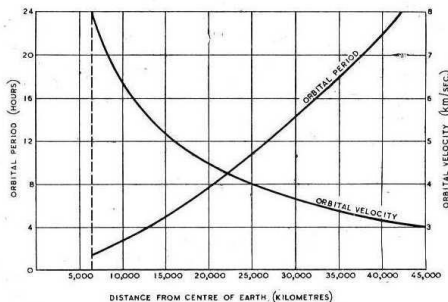


Fig. 1. Variation of orbital period and velocity with distance from the centre of the earth.

The German transatlantic rocket A10 would have reached more than half this velocity.

It will be possible in a few more years to build radio controlled rockets which can be steered into such orbits beyond the limits of

the atmosphere and left to broadcast scientific information back to the earth. A little later, manned rockets will be able to make similar flights with sufficient excess power to break the orbit and return to earth.

There are an infinite number of possible stable orbits, circular and elliptical, in which a rocket would remain if the initial conditions were correct. The velocity of 8 km/sec. applies only to the closest possible orbit, one just outside the atmosphere, and the period of revolution would be about 90 minutes. As the radius of the orbit increases the velocity decreases, since gravity is diminishing and less centrifugal force is needed to balance it. Fig. 1 shows this graphically. The moon, of course, is a particular case and would lie on the curves of Fig. 1 if they were produced. The proposed German space-stations

would have a period of about four and a half hours.

It will be observed that one orbit, with a radius of 42,000 km, has a period of exactly 24 hours. A body in such an orbit, if its plane coincided with that of the

#### Extra-terrestrial Relays—

earth's equator, would revolve with the earth and would thus be stationary above the same spot on the planet. It would remain fixed in the sky of a whole hemisphere and unlike all other heavenly bodies would neither rise nor set. A body in a smaller orbit would revolve more quickly than the earth and so would rise in the west, as indeed happens with the

#### moon or Mars.

Using material ferried up by rockets, it would be possible to construct a "space-station" in such an orbit. The station could be provided with living quarters, laboratories and everything needed for the comfort of its crew, who would be relieved and provisioned by a regular rocket service. This project might be undertaken for purely scientific reasons as it would contribute enormously to our knowledge of astronomy, physics and meteorology. A good deal of literature has already been written on the subject.<sup>2</sup>

Although such a undertaking may seem fantastic, it requires

ments would be very small, as direct line of sight transmission would be used. There is the further important point that arrays on the earth, once set up, could remain fixed indefinitely.

Moreover, a transmission received from any point on the hemisphere could be broadcast to the whole of the visible face of

necessary evidence by exploring for echoes from the moon. In the meantime we have visual evidence that frequencies at the optical end of the spectrum pass through with little absorption except at certain frequencies at which resonance effects occur. Medium high frequencies go through the E layer twice to be reflected from the F

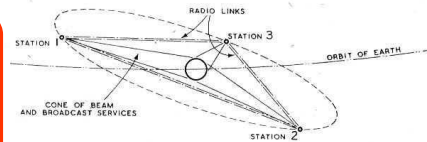


Fig. 3. Three satellite stations would ensure complete coverage of the globe.

the globe, and thus the requirements of all possible services would be met (Fig. 2).

It may be argued that we have as yet no direct evidence of radio waves passing between the surface

layer and echoes have been received from meteors in or above the F layer. It seems fairly certain that frequencies from, say, 50 Mc/s to 100,000 Mc/s could be used without undue absorption in the atmosphere or the ionosphere.

A single station could only provide coverage to half the globe, and for a world service three would be required, though more could be readily utilised. Fig. 3 shows the simplest arrangement. The stations would be arranged approximately equidistantly around the earth, and the following longitudes appear to be suitable:—

- 30° E—Africa and Europe.
- 150° E—China and Oceania.
- 90° W—The Americas.

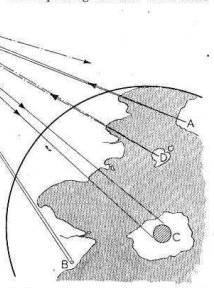
The stations in the chain would be linked by radio or optical beams, and thus any conceivable beam or broadcast service could be provided.

The technical problems involved in the design of such stations are extremely interesting,<sup>3</sup> but only a few can be gone into here. Batteries of parabolic reflectors would be provided, of apertures depending on the frequencies employed. Assuming the use of 3,000 Mc/s waves, mirrors about a metre across would beam almost all the power on to the earth. Larger reflectors could be used to illuminate single countries or regions for the more restricted services, with con-

Fig. 2. Typical extra-terrestrial relay services. Transmission from A being relayed to point B and area C; transmission from D being relayed to whole hemisphere.

for its fulfilment rockets only twice as fast as those already in the design stage. Since the gravitational stresses involved in the structure are negligible, only the very lightest materials would be necessary and the station could be as large as required.

Let us now suppose that such a station were built in this orbit. It could be provided with receiving and transmitting equipment (the problem of power will be discussed later) and could act as a repeater to relay transmissions between any two points on the hemisphere beneath, using any frequency which will penetrate the ionosphere. If directive arrays were used, the power require-



of the earth and outer space; all we can say with certainty is that the shorter wavelengths are not reflected back to the earth. Direct evidence of field strength above the earth's atmosphere could be obtained by V2 rocket technique, and it is to be hoped that someone will do something about this soon as there must be quite a surplus stock somewhere! Alternatively, given sufficient transmitting power, we might obtain the

sequent economy of power. On the higher frequencies it is not difficult to produce beams less than a degree in width, and, as mentioned before, there would be no physical limitations on the size of the mirrors. (From the space station, the disc of the earth would be a little over 17 degrees across). The same mirrors could be used for many different transmissions if precautions were taken to avoid cross modulation.

It is clear from the nature of the system that the power needed will be much less than that required for any other arrangement, since all the energy radiated can be uniformly distributed over the service area, and none is wasted. An approximate estimate of the power required for the broadcast service from a single station can be made as follows:—

The field strength in the equatorial plane of a  $\lambda/2$  dipole in free space at a distance of  $d$  metres is  $^4$

$$e = 6.85 \frac{\sqrt{P}}{d} \text{ volts/metre, where}$$

$P$  is the power radiated in watts.

Taking  $d$  as 42,000 km (effectively it would be less), we have  $P = 37.6 e^2$  watts. ( $e$  now in  $\mu\text{V/metre}$ .)

If we assume  $e$  to be 50 microvolts/metre, which is the F.C.C. standard for frequency modulation,  $P$  will be 94 kW. This is the power required for a single dipole, and not an array which would

concentrate all the power on the earth. Such an array would have a gain over a simple dipole of about 80. The power required for the broadcast service would thus be about 1.2 kW.

Ridiculously small though it is, this figure is probably much too generous. Small parabolas about a foot in diameter would be used for receiving at the earth end and would give a very good signal/noise ratio. There would be very little interference, partly because of the frequency used and partly because the mirrors would be pointing towards the sky which could contain no other source of signal. A field strength of 10 microvolts/metre might well be ample, and this would require a transmitter output of only 50 watts.

When it is remembered that these figures relate to the broadcast service, the efficiency of the system will be realised. The point-to-point beam transmissions might need powers of only 10 watts or so. These figures, of course, would need correction for ionospheric and atmospheric absorption, but that would be quite small over most of the band. The slight falling off in field strength due to this cause towards the edge of the service area could be readily corrected by a non-uniform radiator.

The efficiency of the system is strikingly revealed when we consider that the London Television

service required about 3 kW average power for an area less than fifty miles in radius.<sup>5</sup>

A second fundamental problem is the provision of electrical energy to run the large number of transmitters required for the different services. In space beyond the atmosphere, a square metre normal to the solar radiation intercepts 1.35 kW of energy.<sup>6</sup> Solar engines have already been devised for terrestrial use and are an economic proposition in tropical countries. They employ mirrors to concentrate sunlight on the boiler of a low-pressure steam engine. Although this arrangement is not very efficient it could be made much more so in space where the operating components are in a vacuum, the radiation is intense and continuous, and the low-temperature end of the cycle could be not far from absolute zero. Thermo-electric and photo-electric developments may make it possible to utilise the solar energy more directly.

Though there is no limit to the size of the mirrors that could be built, one fifty metres in radius would intercept over 10,000 kW and at least a quarter of this energy should be available for use.

The station would be in continuous sunlight except for some weeks around the equinoxes, when it would enter the earth's shadow for a few minutes every day. Fig. 4 shows the state of affairs during the eclipse period. For

**Extra-terrestrial Relays—**

this calculation, it is legitimate to consider the earth as fixed and the sun as moving round it. The station would graze the earth's shadow at A, on the last day in February. Every day, as it made its diurnal revolution, it would cut more deeply into the shadow, undergoing its period of maxi-

channels would be available.

(3) The power requirements are extremely small since the efficiency of "illumination" will be almost 100 per cent. Moreover, the cost of the power would be very low.

(4) However great the initial expense, it would only be a fraction of that required for the

ever, owing to its finite acceleration, the rocket loses velocity as a result of gravitational retardation. If its acceleration (assumed constant) is  $\alpha$  metres/sec.<sup>2</sup>, then the necessary ratio  $R_0$  is increased to

$$R_0 = R \frac{\alpha + g}{\alpha}$$

For an automatically controlled rocket a would be about 5g and so the necessary  $R$  would be 37 to 1. Such ratios cannot be realised with a single rocket but can be attained by "step-rockets"<sup>7,8</sup>, while very much higher ratios (up to 1,000 to 1) can be achieved by the principle of "cellular construction"<sup>9,10</sup>.

**Epilogue—Atomic Power**

The advent of atomic power has at one bound brought space travel half a century nearer. It seems unlikely that we will have to wait as much as twenty years before atomic-powered rockets are developed, and such rockets could reach even the remotest planets with a fantastically small fuel/mass ratio—only a few per cent. The equations developed in the appendix still hold, but  $v$  will be increased by a factor of about a thousand.

In view of these facts, it appears hardly worth while to expend much effort on the building of long-distance relay chains. Even the local networks which will soon be under construction may have a working life of only 20-30 years.

**References**

- <sup>1</sup> "Radio-Relay Systems," C. W. Hansell, *Proc. I.R.E.*, Vol. 33, March, 1945.
- <sup>2</sup> "Rockets," Willy Ley, (Viking Press, N.Y.).
- <sup>3</sup> "Das Problem der Befahrung des Weltraums," Hermann Noordung.
- <sup>4</sup> "Frequency Modulation," A. Handl, (McGraw Hill).
- <sup>5</sup> "London Television Service," MacNamara and Birkinshaw, *J.I.E.E.*, Dec., 1938.
- <sup>6</sup> "The Sun," C. G. Abbot, (Appleton-Century Co.).
- <sup>7</sup> *Journal of the British Interplanetary Society*, Jan., 1939.

**EUROPEAN FREQUENCY ALLOCATIONS**

THE Postmaster-General is understood to be planning an early Conference of interested parties to consider the allocation of frequency channels for the liberated countries of Europe. No detailed information on the scope of the Conference was available up to the time of going to press.

A project which goes part of the way towards the goal envisaged in this article has been put forward by Westinghouse in collaboration with the Glen L. Martin Co. of America. The radius of coverage would be increased from 50 to 215 miles by beamed radiation from an aircraft flying at a height of 30,000 ft. and equipped with television and FM transmitters.

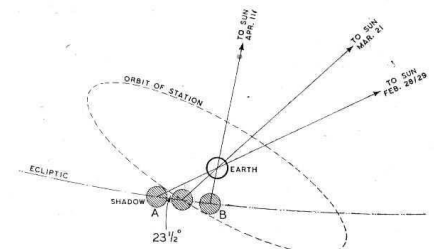
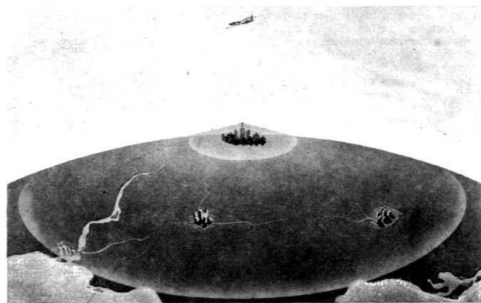


Fig. 4. Solar radiation would be cut off for a short period each day at the equinoxes.

mum eclipse on March 21st, on that day it would only be in darkness for 1 hour 9 minutes. From then onwards the period of eclipse would shorten, and after April 11th (B) the station would be in continuous sunlight again until the same thing happened six months later at the autumn equinox, between September 12th and October 14th. The total period of darkness would be about two days per year, and as the longest period of eclipse would be little more than an hour there should be no difficulty in storing enough power for an uninterrupted service.

**Conclusion**

Briefly summarised, the advantages of the space station are as follows:—

- (1) It is the only way in which true world coverage can be achieved for all possible types of service.
- (2) It permits unrestricted use of a band at least 100,000 Mc/s wide, and with the use of beams an almost unlimited number of

world networks replaced, and the running costs would be incomparably less.

**Appendix—Rocket Design**

The development of rockets sufficiently powerful to reach "orbital" and even "escape" velocity is now only a matter of years. The following figures may be of interest in this connection.

The rocket has to acquire a final velocity of 8 km/sec. Allowing 2 km/sec. for navigational corrections and air resistance loss (this is legitimate as all space-rockets will be launched from very high country) gives a total velocity needed of 10 km/sec. The fundamental equation of rocket motion is <sup>2</sup>

$$V = v \log R$$

where  $V$  is the final velocity of the rocket,  $v$  the exhaust velocity and  $R$  the ratio of initial mass to final mass (payload plus structure). So far  $v$  has been about 2-2.5 km/sec for liquid fuel rockets but new designs and fuels will permit of considerably higher figures. (Oxygen-hydrogen fuel has a theoretical exhaust velocity of 5.2 km/sec and more powerful combinations are known.) If we assume  $v$  to be 3.3 km/sec,  $R$  will be 20 to 1. How-

## Geostacionární družice – začátky

1966 – start první experimentální meteorologické geostacionární družice USA (ATS-1)



1974 – start první operativní meteorologické geostacionární družice USA (SMS-1)

1977 – první japonská meteorologická geostacionární družice (GMS-1)

1977 – první evropská meteorologická geostacionární družice (Meteosat-1)

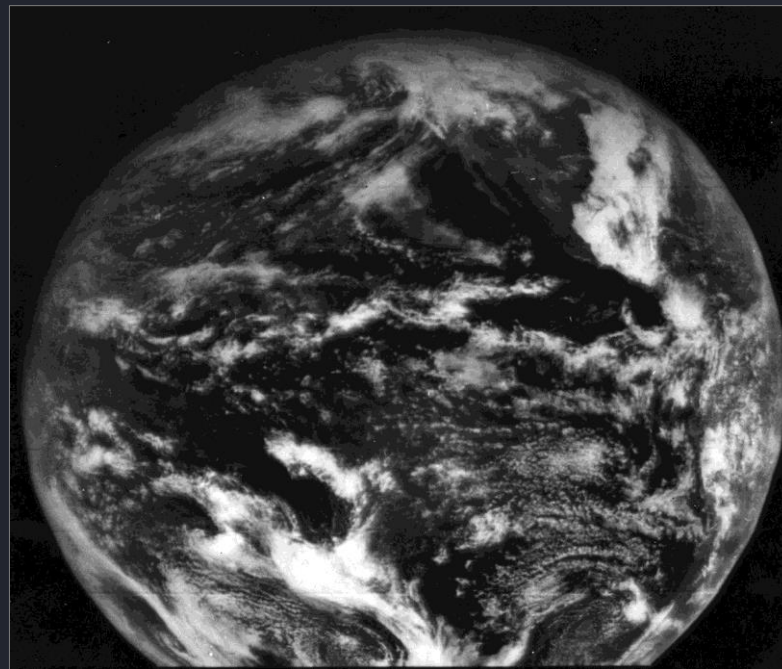
1983 – první (funkční) indická meteorologická geostacionární družice (INSAT-1B)

1994 - start první ruské meteorologické geostacionární družice (GOMS-1)

1997 – start první čínské meteorologické geostacionární družice (FY-2A)

2002 – start první z družic Meteosat druhé generace (MSG-1, resp. Meteosat-8)

2010 – start první Korejské meteorologické geostacionární družice (COMS-1)

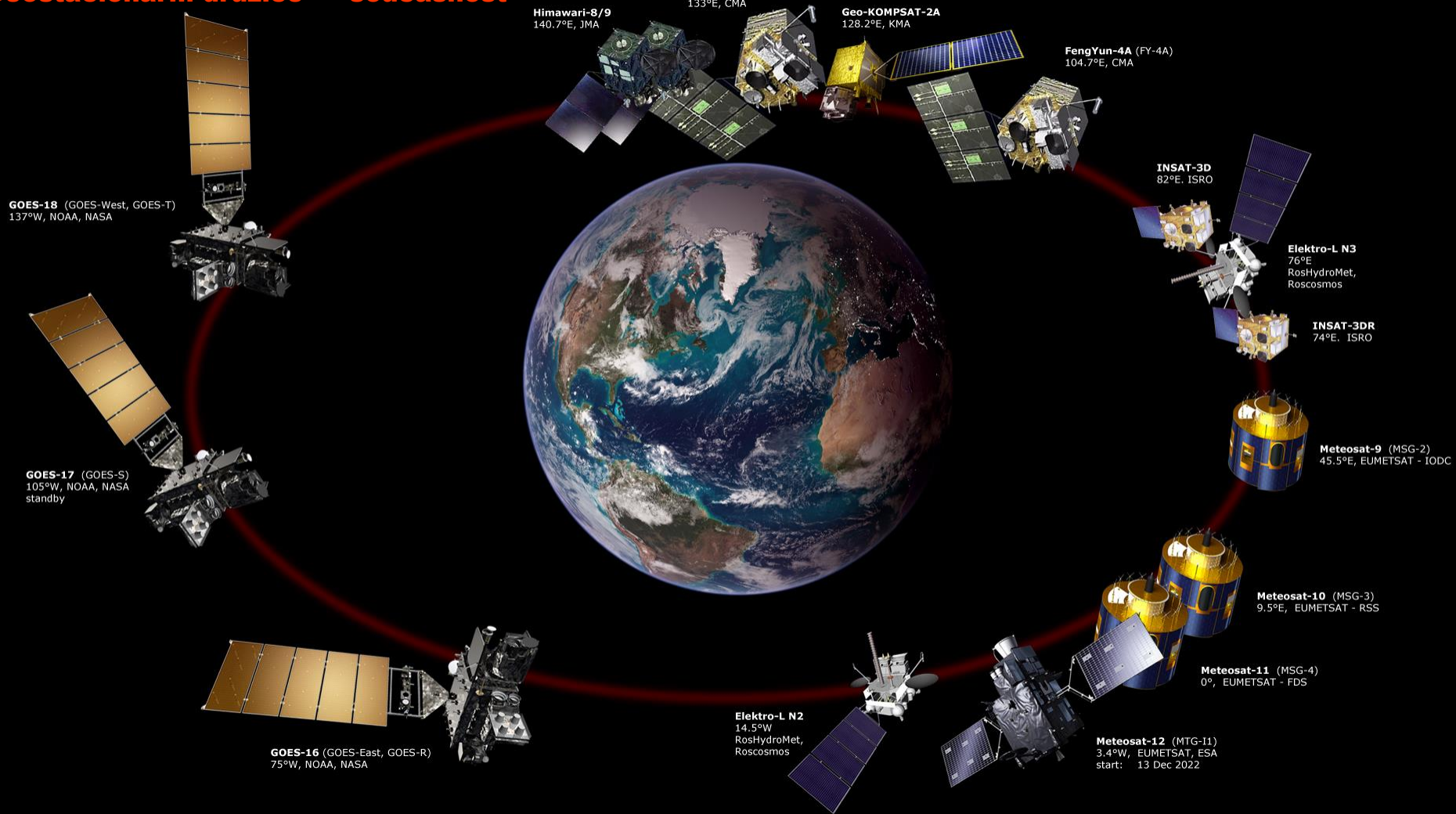


ATS-1, 11. 12. 1966 – vůbec první snímek Země pořízený (jakoukoliv) družicí z geostacionární dráhy



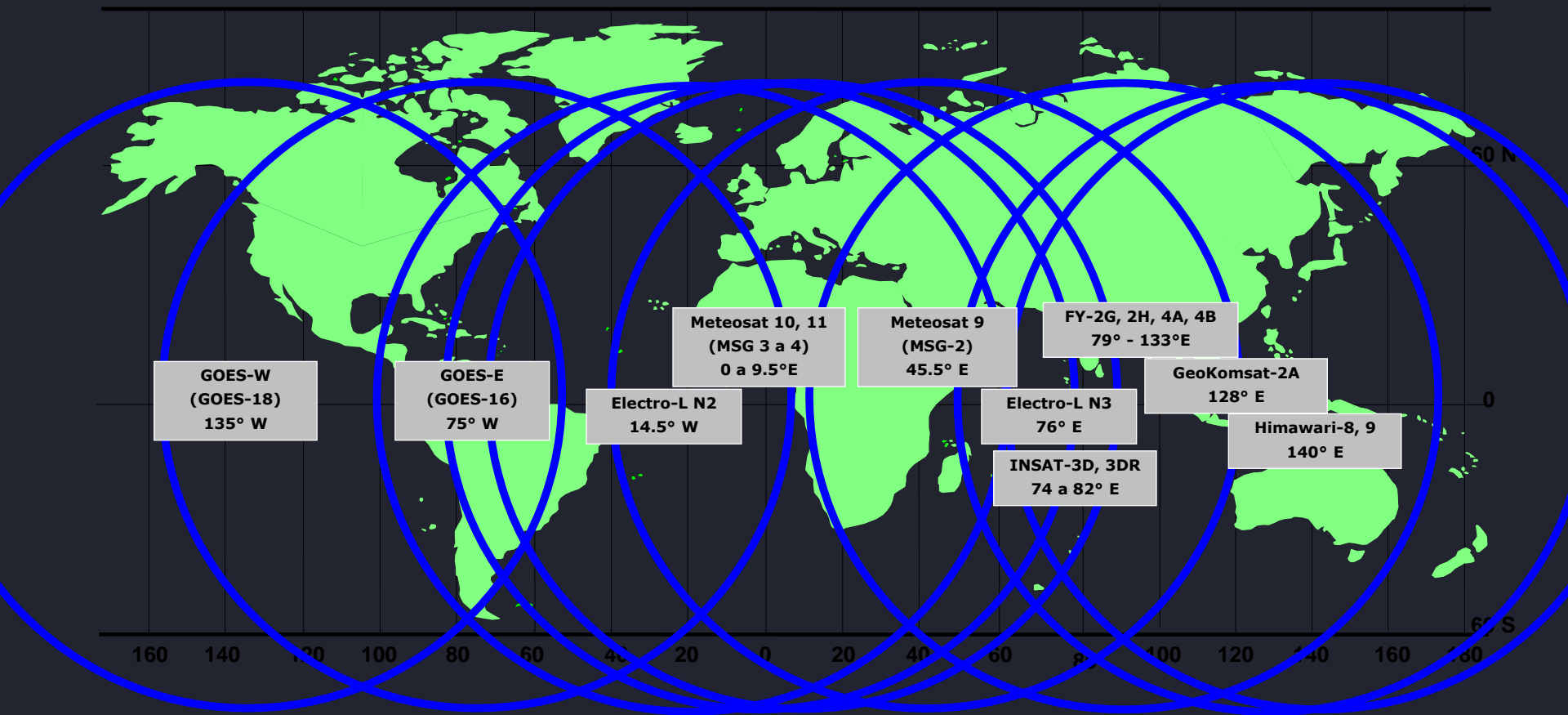
# Geostacionární družice – současnost

STATUS: 2023/01



# Geostacionární družice – globální pokrytí

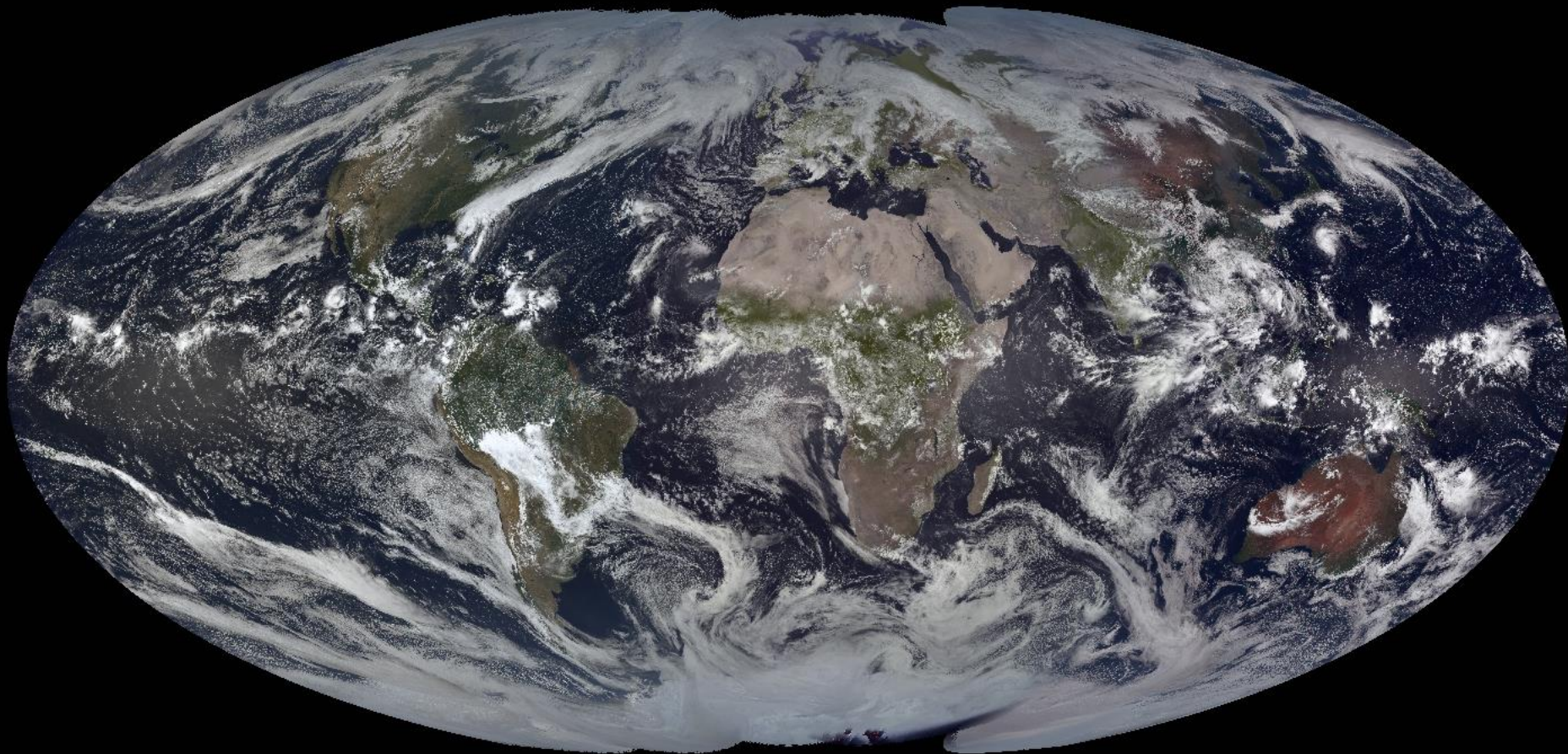
Podrobný přehled operativních a budoucích GEO družic viz <https://space.oscar.wmo.int/satellitestatus/status>



# Geostacionární družice – globální pokrytí

zdroj: <https://www.ssec.wisc.edu/data/composites/local-noon>

LOCAL NOON IMAGE 2022-09-29 HIMAWARI, GOES-WEST, GOES-EAST, METEOSAT-PRIME AND METEOSAT-IODC SSEC/MCIDAS - UW MADISON



LOCAL NOON IMAGE 2022-09-29 HIMAWARI, GOES-WEST, GOES-EAST, METEOSAT-PRIME AND METEOSAT-IODC SSEC/MCIDAS - UW MADISON

## Organizace EUMETSAT

### a její geostacionární družice Meteosat

Meteosat první generace (MFG): Meteosat 1 (1977) až Meteosat 7 (1997)

Meteosat druhé generace (MSG): Meteosat 8 (2002) až Meteosat 11 (2015)

Meteosat třetí generace (MTG): budoucí Meteosat 12 (2022) a následující

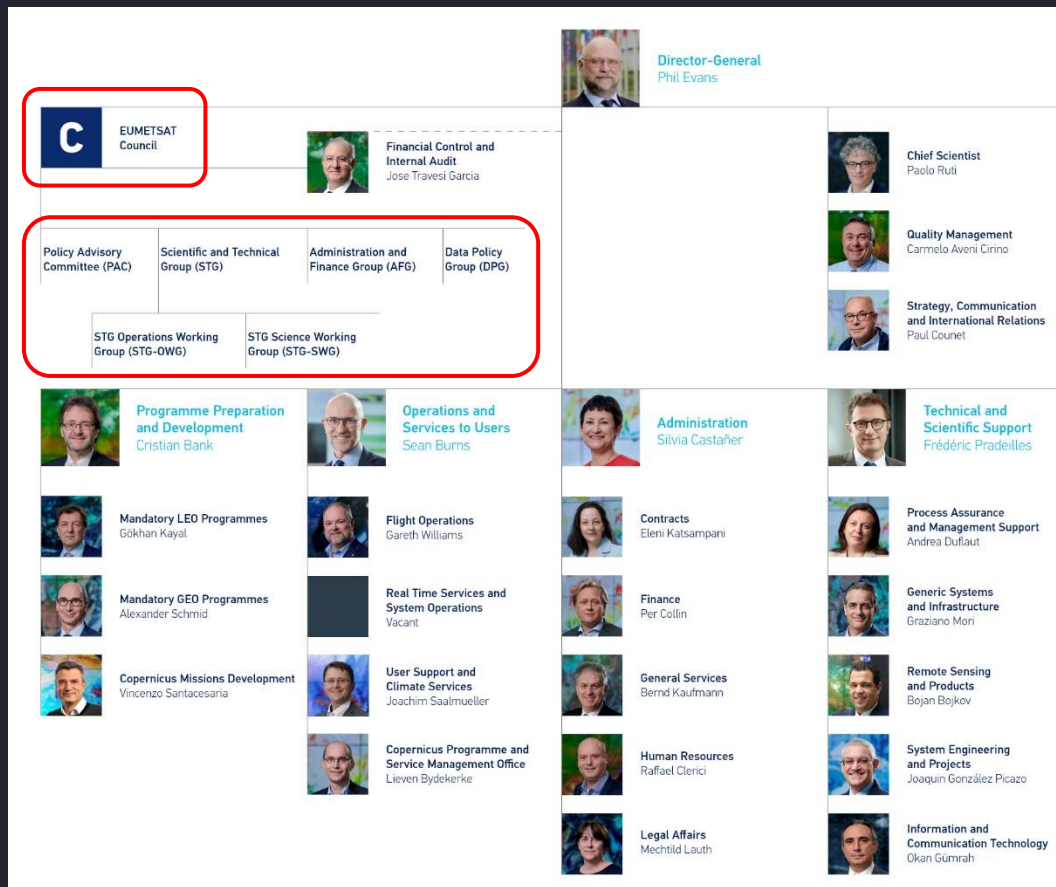


- listopad 1977 – vypuštění družice Meteosat-1 organizací ESA
- leden 1981 – rozhodnutí o zřízení nezávislé organizace EUMETSAT
- březen 1984 – zřízení sekce EUMETSAT uvnitř ESA
- **19. 6. 1986** – osamostatnění organizace EUMETSAT, v té době celkem 16 členských států, sídlo v německém Darmstadtu
- únor 1992 – první formální smlouva (o využívání dat) uzavřená se státem mimo organizaci EUMETSAT: ČSFR zastupovanou 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
- **12. květen 2010** – ČR plným členem organizace EUMETSAT



Sídlo organizace EUMETSAT v Darmstadtu (Německo, cca 30 km jižně od Frankfurtu)

## Organizační struktura EUMETSATu



Vrcholným orgánem organizace je Rada (EUMETSAT Council), která se zpravidla schází 2x ročně (pouze ve výjimečných případech vícekrát). Zasedání Rady se většinou konají přímo v sídle organizace EUMETSAT v Darmstadtu, zpravidla na přelomu června a července, a podzimní koncem listopadu až začátkem prosince.

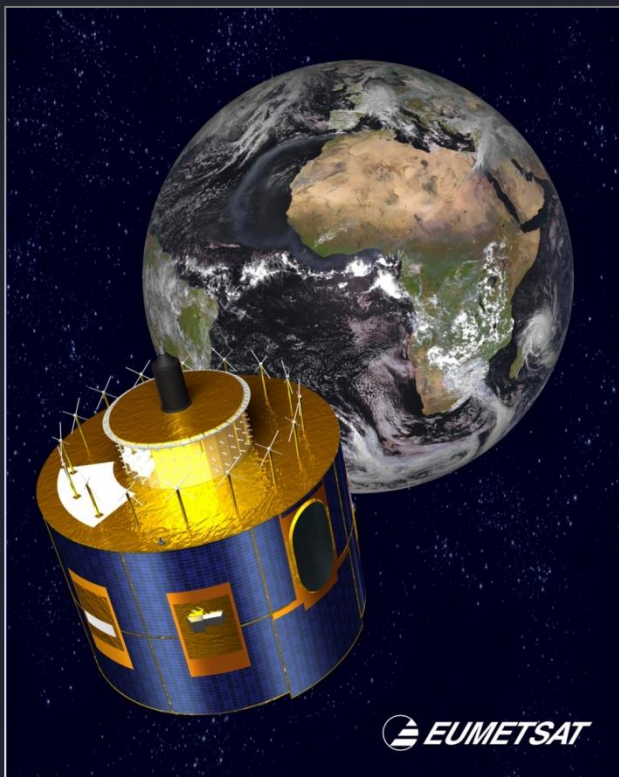
Jednotlivé členské státy zastupují (zpravidla) ředitelé národních meteorologických služeb.

Jednotlivým Zasedáním Rady předcházejí jednání v poradních skupinách, jejichž doporučeními se Zasedání Rady zpravidla řídí. Předpokládá se účast zástupců všech členských států v každé poradní skupině.

**Meteosat druhé generace**  
**Meteosat Second Generation**

**MSG**





MSG-1:	28. 8. 2002	Meteosat 8
MSG-2:	21.12. 2005	Meteosat 9
MSG-3:	5. 7. 2012	Meteosat 10
MSG-4:	15. 7. 2015	Meteosat 11

-----

#### Meteosat 10 & 11:

- nominální pozice: 0° (FDS, full disk scan, interval 15 minut)
- 9.5°E (Rapid Scan Service, RSS, interval 5 minut)
- ostatní polohy k dispozici: 3.4°W a 3,5°E (nové, resp. záložní družice)

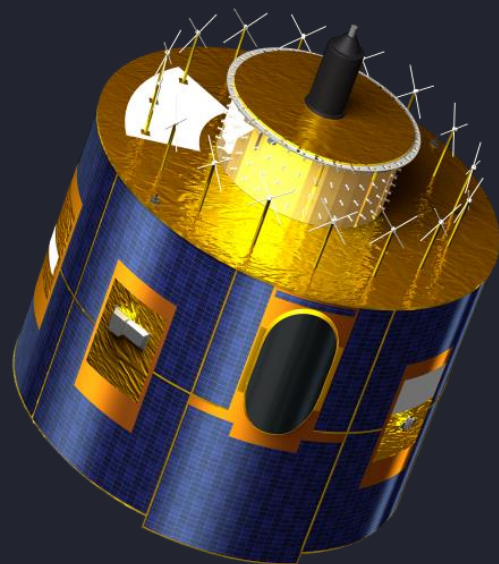
#### Meteosat 9:

- IODC (Indian Ocean Coverage Service): 45.5°E

Meteosat 8 – [v průběhu října 2022 deaktivován, naveden na finální hřbitovní dráhu](#)

-----

Meteosat Třetí Generace (MTG) – start MTG-I1 13. prosince 2022



## Meteosat druhé generace

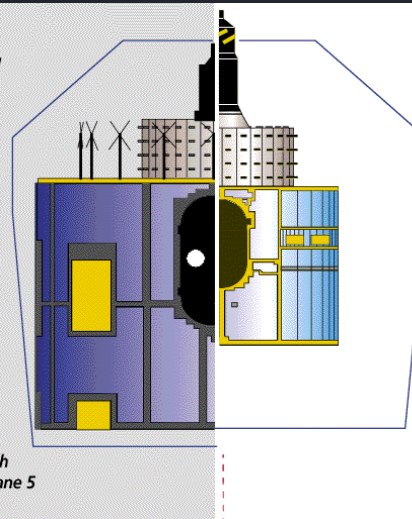
(Meteosat 8, 9, 10 a 11)

- 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 (spalda 10) & Ariane 5

## Meteosat první generace

(Meteosat 1 až 7)

- 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



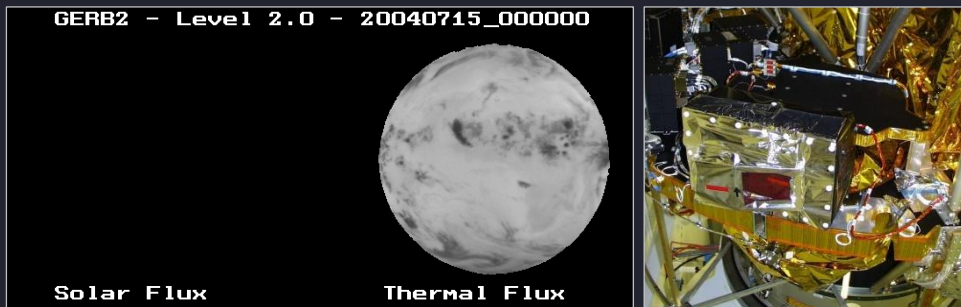
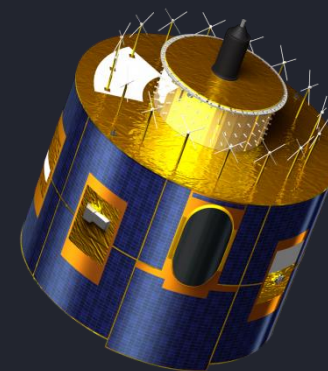
## Meteosat druhé generace – přístrojové vybavení

Přístrojové vybavení družice MSG – limitované stabilizací družice její rotací

**SEVIRI** Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager  
(podrobněji viz dále)

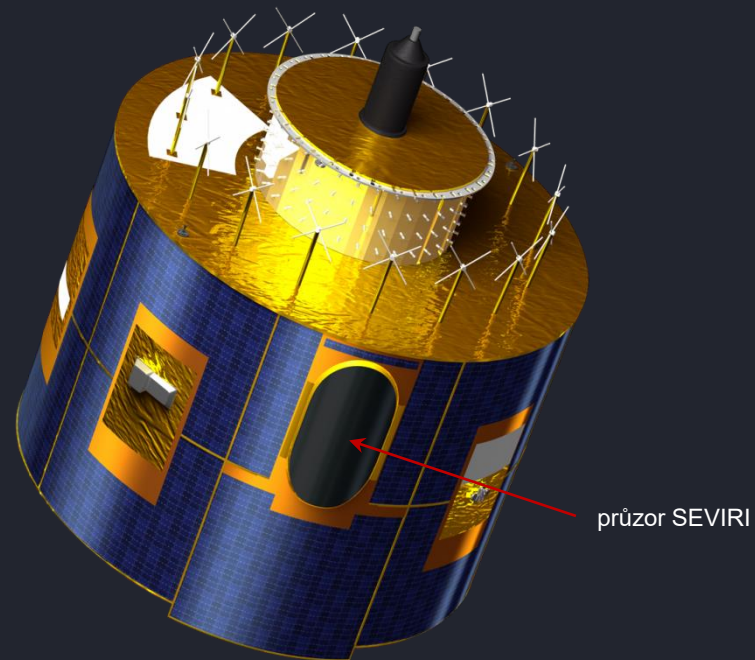
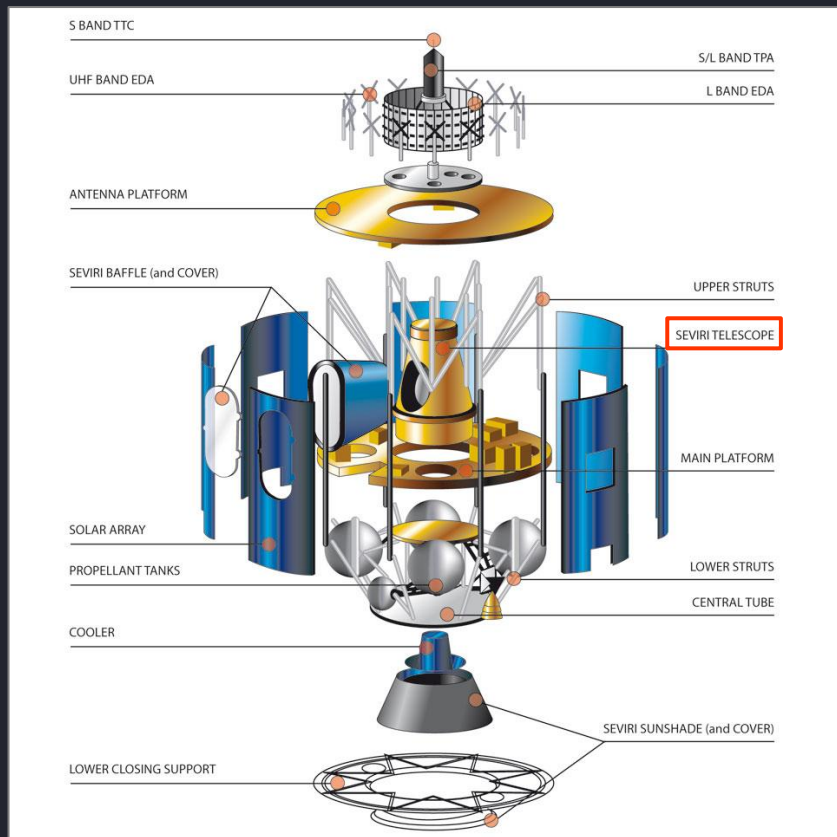
**GERB** Geostationary Earth Radiation Budget

- dvoukanalový radiometr pro měření radiační bilance Země
- 0.32 – 4.0  $\mu\text{m}$  (UV, VIS, NIR) a 4 – 30  $\mu\text{m}$  (IR a MW)
- přesná radiometrická kalibrace, 256x256 pixelů, 45x40 km v nadiru
- návaznost na předchozí obdobná měření na polárních družicích
- podrobnější informace např. [zde](#)

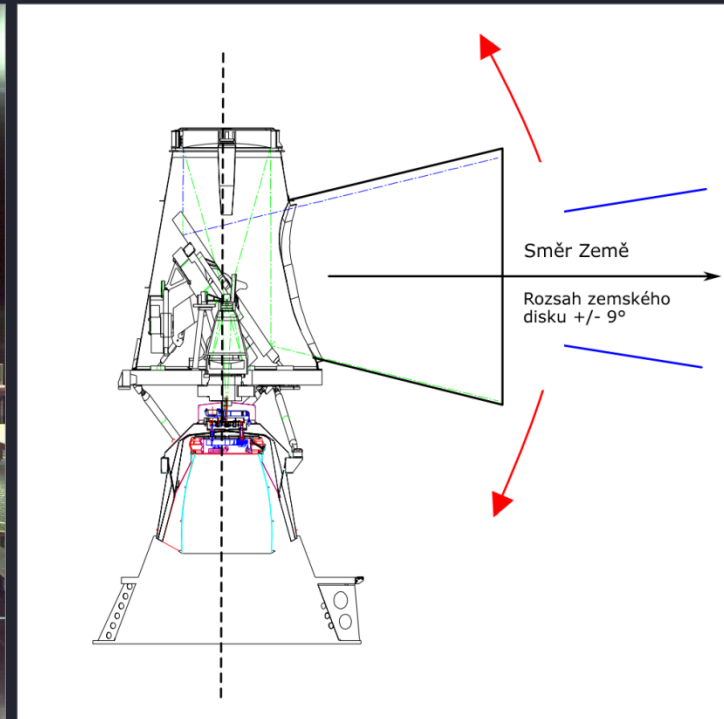
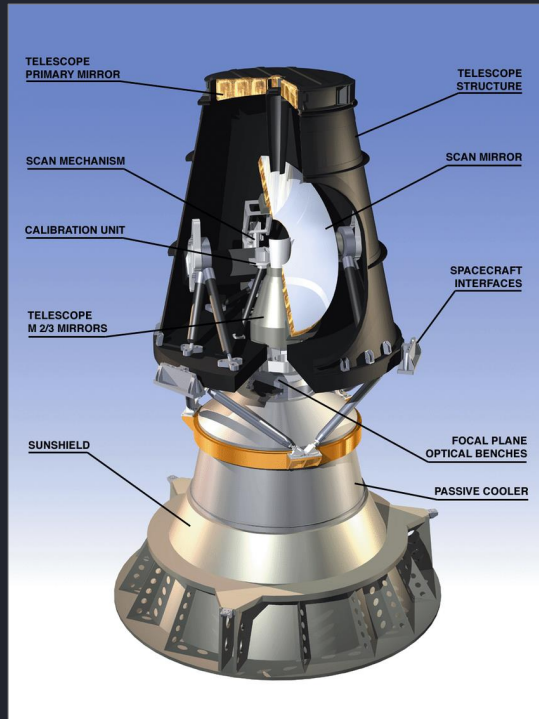


**SARR** Search and Rescue signal repeater – podpora programu [COSPAS-SARSAT](#)  
(retranslace nouzových signálů z pozemních vysílačů)

## Meteosat druhé generace – přístroj SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager)



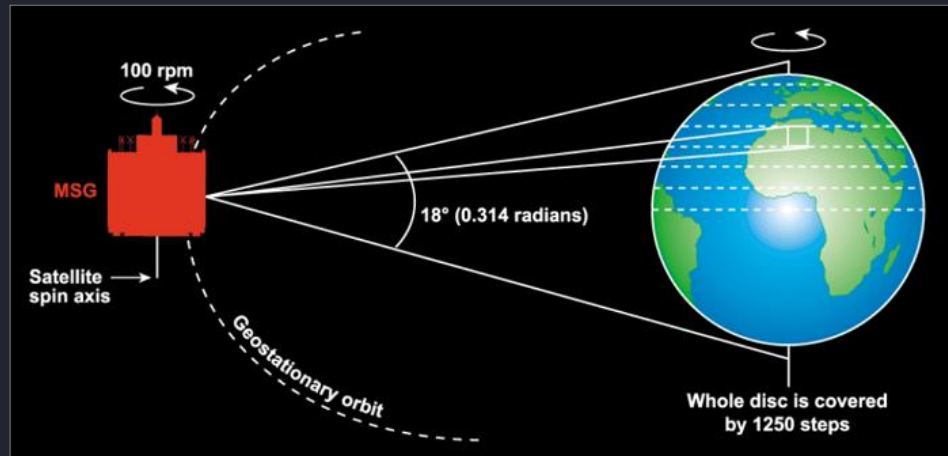
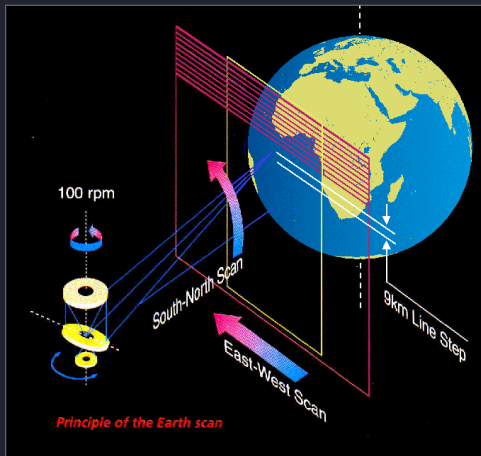
# Meteosat druhé generace – přístroj SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager)



## Meteosat druhé generace – princip snímání SEVIRI

### Snímání primární družicí na nultém poledníku – základní režim – 15 minut, celý zemský disk (FDS, Full Disc Scan)

- začátek snímku (od jihu k severu) vždy v 15., 30., 45. a 60. minutě;
- nasnímání celého zemského disku za 12.5 minuty
- 2.5 minuty na návrat přístrojů do výchozí polohy a stabilizaci družice;
- oblast ČR snímána vždy o cca 10 minuty později než je „hlavičkový čas“ snímku

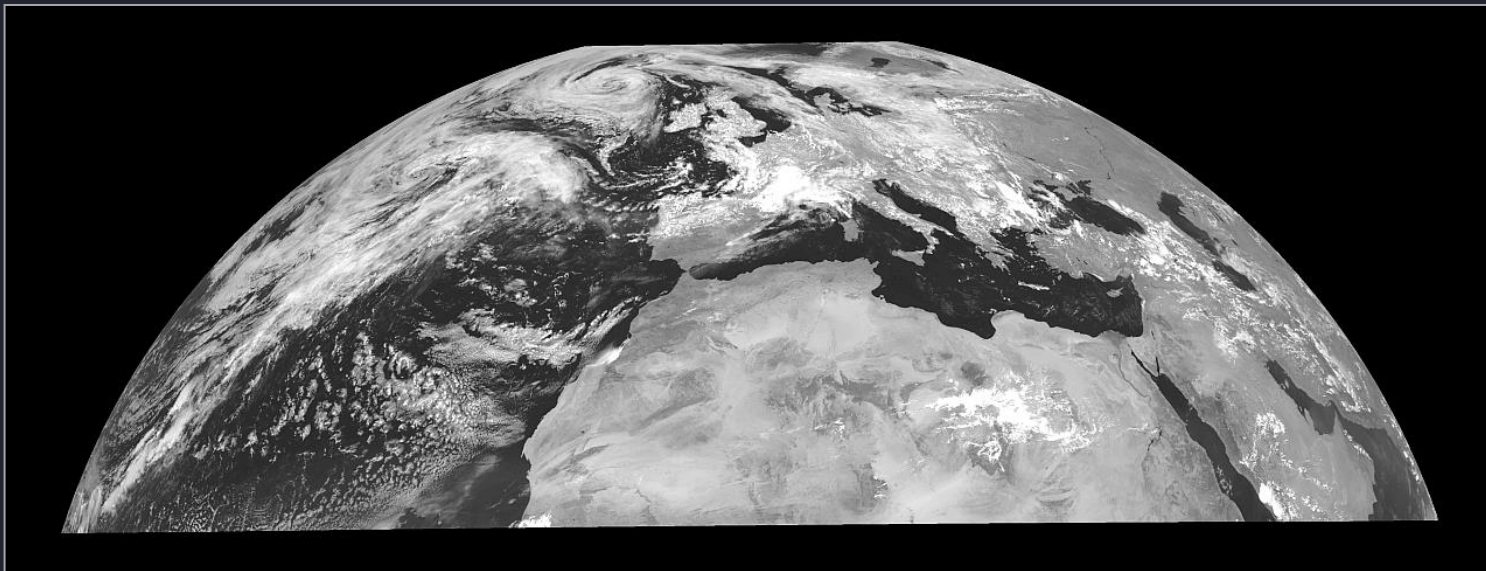


### Rozměr snímku celého disku:

3712 x 3712 obr. bodů, rozlišení 3x3 km v nadiru, pro střední Evropu asi 3.2 x 6 km  
pro HRV 11136 x 5568 obr. bodů, rozlišení 1x1 km v nadiru, resp. 1.07 x 2 km u nás

## Meteosat druhé generace – princip snímání SEVIRI

Snímání družicí na 9.5°E – Rapid Scan Service (RSS) – snímání po 5 minutách, pouze část disku (15°N až 70°N)



- v současnosti Meteosat-11 (MSG-4), umístěný na 9.5°E
- experimentální charakter služby
- pravidelné odstávky služby (2 dny každý měsíc, a přibližně 1 měsíc koncem roku), částečné vykrývání záložní družicí

## Meteosat druhé generace – 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  $\mu\text{m}$

solární kanály

- kanál 04 IR 3.9 3.48 - 4.36  $\mu\text{m}$
- kanál 05 WV 6.2 5.35 - 7.15  $\mu\text{m}$
- 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  $\mu\text{m}$

tepelné kanály

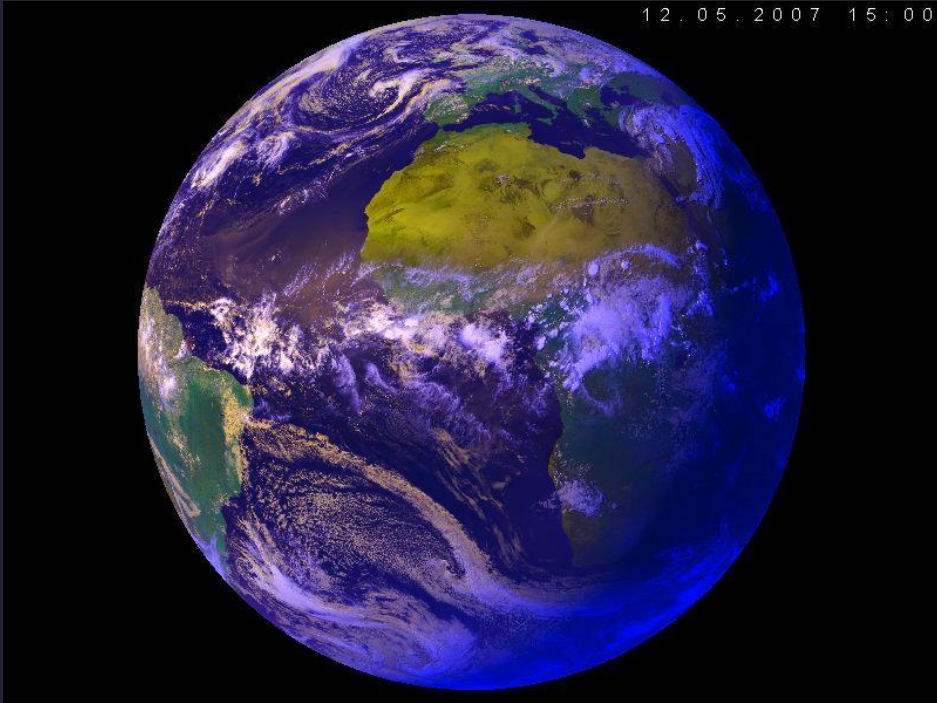
- kanál 12 HRV 0.5 - 0.9  $\mu\text{m}$



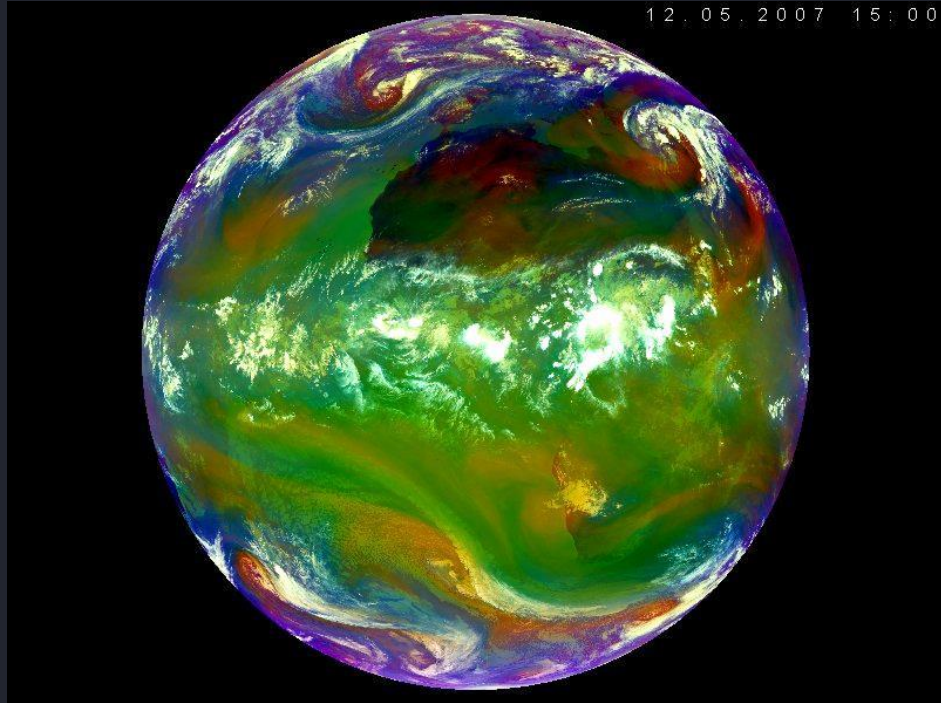
## Meteosat druhé generace – spektrální kanály přístroje SEVIRI

- |            |         |                             |                                |
|------------|---------|-----------------------------|--------------------------------|
| • 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 atmosférického okna      |
| • 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 $\mu\text{m}$  |                                |
| • kanál 10 | IR 12.0 | 11.00 - 13.00 $\mu\text{m}$ | kanály atmosférického okna     |
| • 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    |

## MSG – příklady obrazových produktů („advanced image products“) – RGB produkty

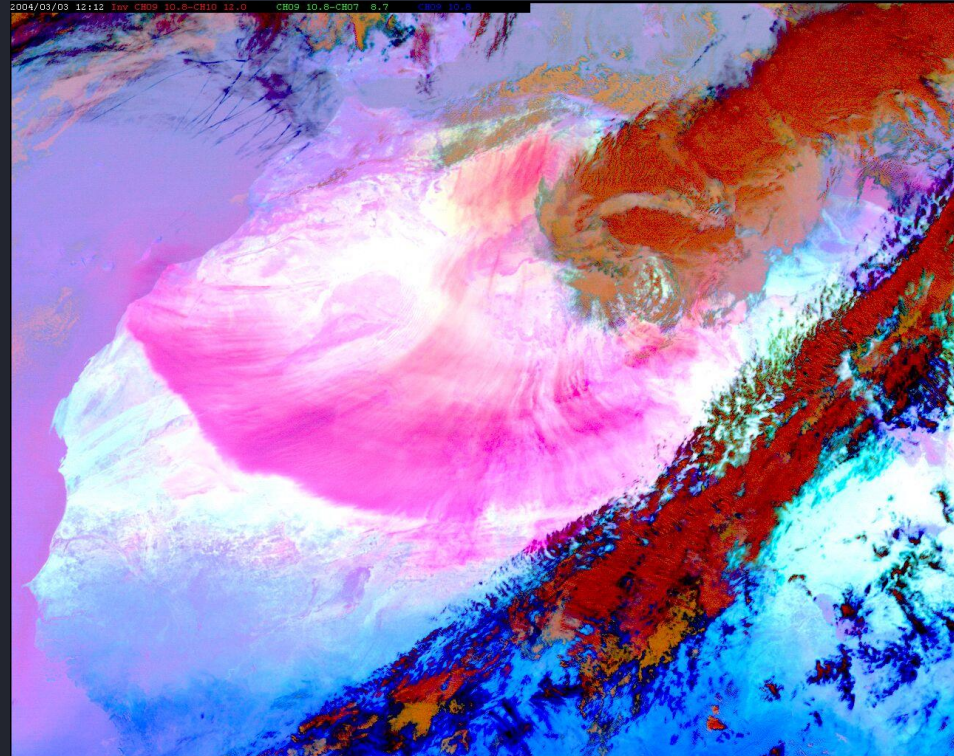
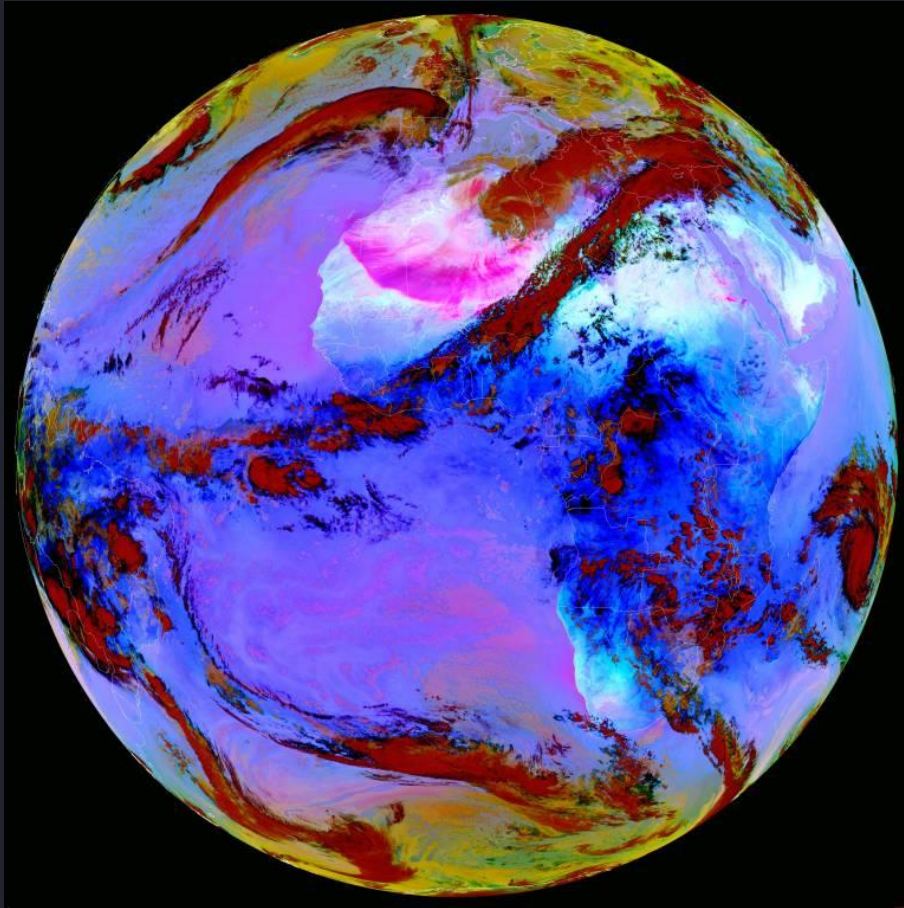


VIS-IR RGB



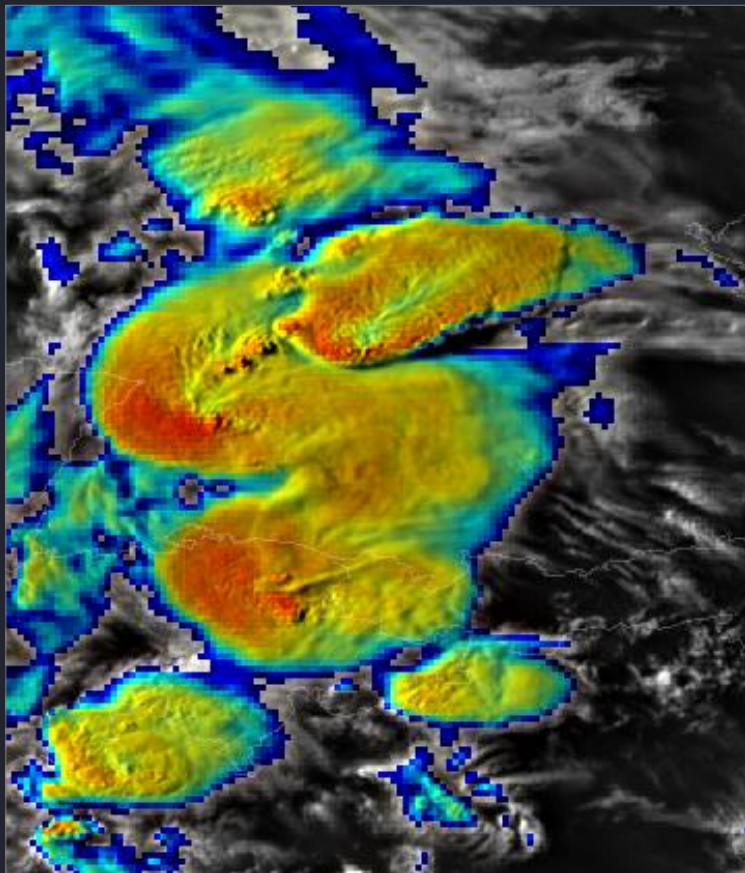
Airmass RGB

## MSG – příklady obrazových produktů („advanced image products“) – RGB produkty

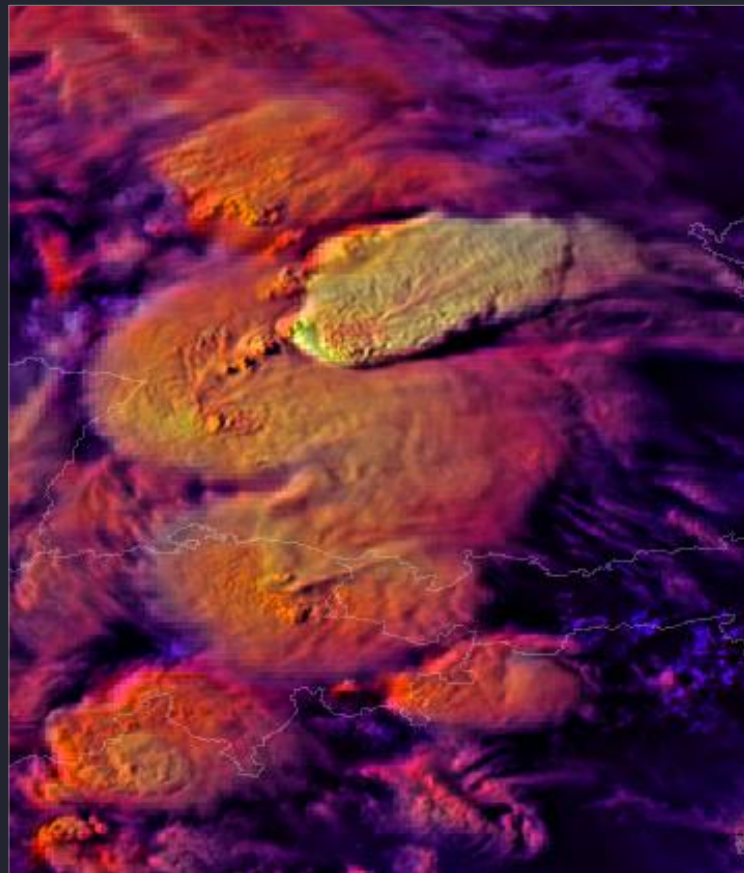


Dust Microphysical RGB

## MSG – sendvičové produkty – kombinace HRV a barevně zvýrazněných IR 10.8 nebo RGB snímků



sendvič HRV & IR10.8-BT



sendvič HRV & storm RGB

12. 7. 2011 17:40 UTC MSG-1, Německo

MSG-1	28. 8. 2002	Meteosat 8
MSG-2	21.12. 2005	Meteosat 9
MSG-3	5. 7. 2012	Meteosat 10
MSG-4	15. 7. 2015	Meteosat 11

-----

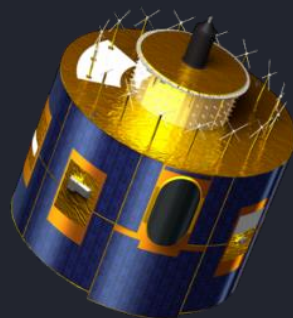
## Meteosat 10 & 11:

- nominální pozice:  $0^{\circ}$  (FDS, full disk scan, interval 15 minut)
- $9.5^{\circ}$  E (Rapid Scan Service, RSS, interval 5 minut)
- ostatní polohy k dispozici:  $3.4^{\circ}$ W a  $3,5^{\circ}$ E (nové, resp. záložní družice)

## Meteosat 9:

- IODC (Indian Ocean Coverage Service):  $45.5^{\circ}$ E

Meteosat 8 – v říjnu 2022 deaktivován a naveden na finální hřbitovní dráhu



**Meteosat třetí generace**  
**Meteosat Third Generation**

**MTG**

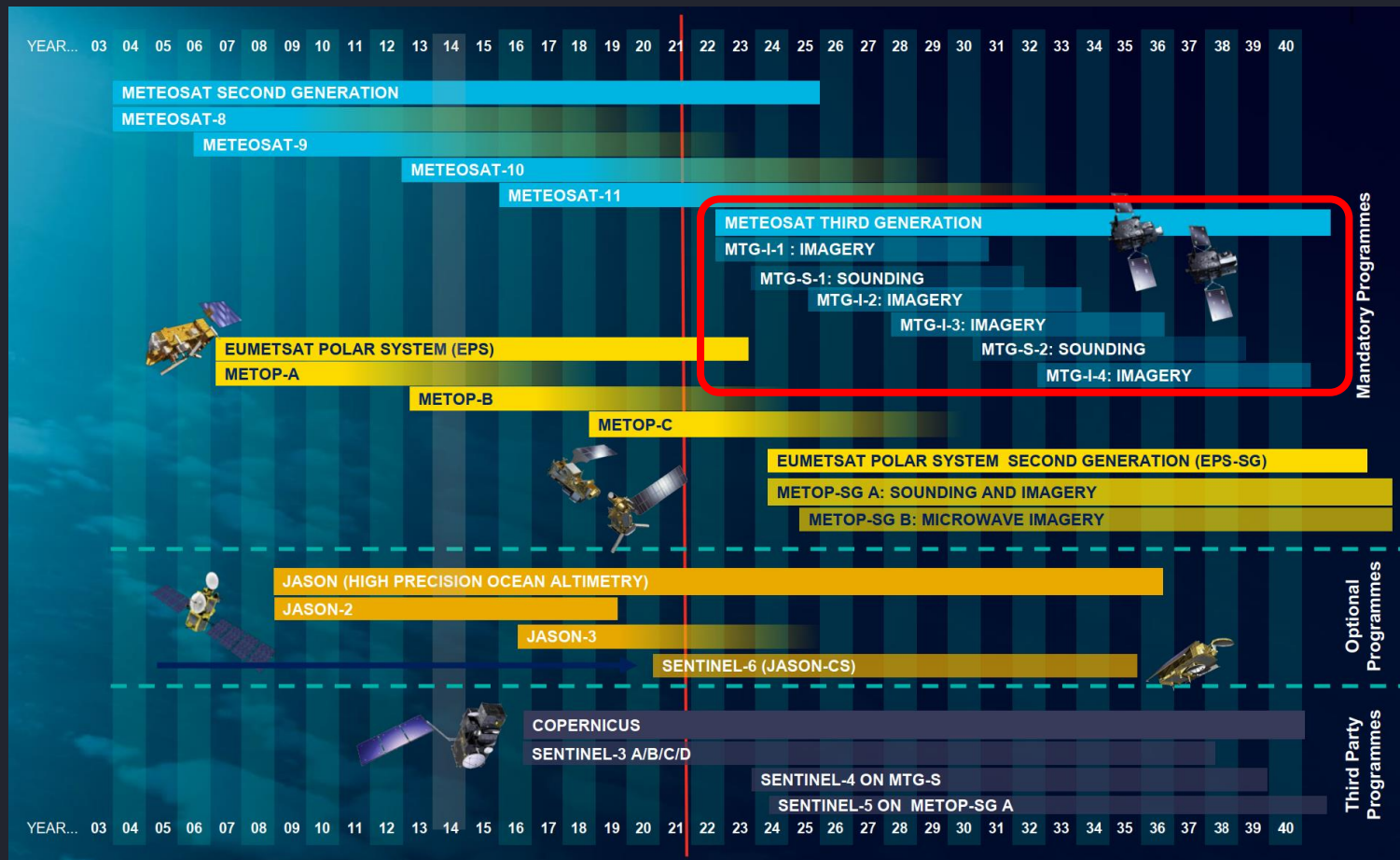
**MTG – Meteosat Third Generation**  
**Meteosat třetí generace**

**MTG Imager**  
(MTG-I)



**MTG Sounder**  
(MTG-S)





stav a plány:  
leden 2022





## **MTG-I** ... MTG – Imager

start MTG-I1: 13. prosince 2022  
celkem 4 družice MTG-I

## **MTG-S** ... MTG – Sounder

předpoklad startu: 2024 až 2025  
celkem 2 družice (MTG-S1 a S2)

## MTG-Imager

přístrojové vybavení:

**Flexible Combined Imager (FCI)**

**Lightning Imager (LI)**

Search and Rescue (SAR)

Data Collection System (DCS)

konfigurace družic:

na oběžné dráze vždy alespoň dvě provozní družice současně,  
jedna provozující FCI v základním **Full Disc Scan** (FDS, 10 minut),  
druhá v **Rapid Scan Service** (RSS, 2.5 minuty) skenovacích režimech

## MTG-Sounder

přístrojové vybavení:

**Infrared Sounder (IRS)** – hyperspektrální sondáž atmosféry

**Ultraviolet Visible Near-infrared spectrometer (UVN)**, resp. **Sentinel-4**

konfigurace družic:

na oběžné dráze operativní vždy pouze jedna družice

podrobnější informace:

<https://www.eumetsat.int/meteosat-third-generation>

[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Meteorological\\_missions/meteosat\\_third\\_generation](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Meteorological_missions/meteosat_third_generation)

# MTG – Imager

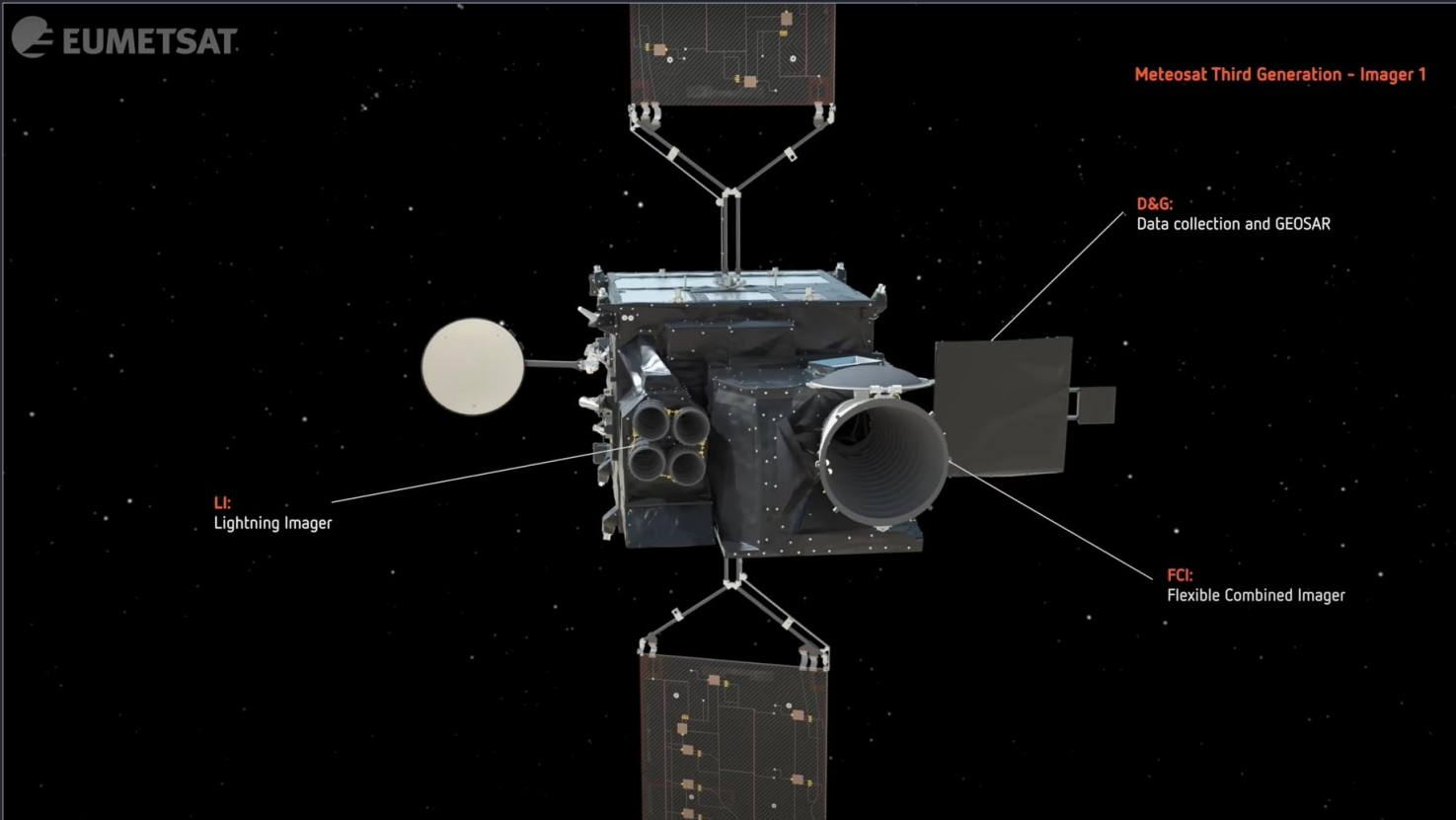
**MTG Imager**  
(MTG-I)



**MTG Sounder**  
(MTG-S)



# MTG – Imager



## MTG – Imager

Lightning  
Imager (LI)

Flexible  
Combined  
Imager (FCI)



zdroj: ESA



[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Meteorological\\_missions/meteosat\\_third\\_generation/MTG-I\\_weather\\_satellite\\_passes\\_tests\\_in\\_preparation\\_for\\_liftoff](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Meteorological_missions/meteosat_third_generation/MTG-I_weather_satellite_passes_tests_in_preparation_for_liftoff)

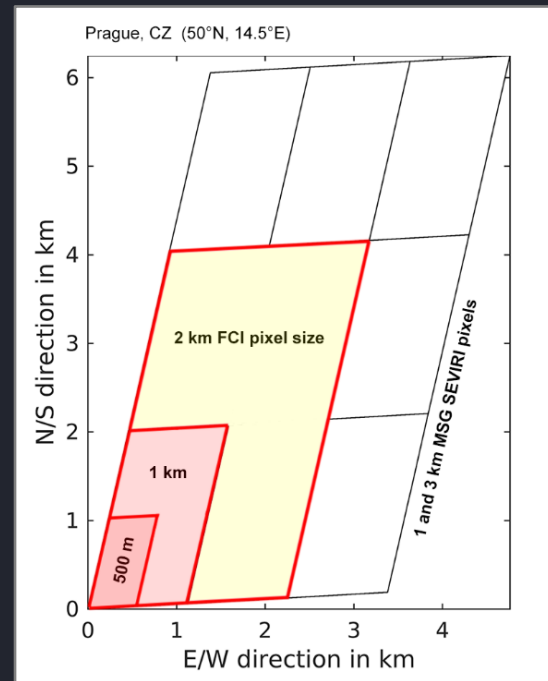
# MTG-I Flexible Combined Imager (FCI)

označení kanálu	střední vlnová délka	rozlíšení (velikost pixlu v nadiru)
* 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 $\mu\text{m}$	<b>1 km NR / 0.5 km HR RSS</b>
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 $\mu\text{m}$	<b>1 km NR / 0.5 km HR RSS</b>
IR 3.8	3.800 $\mu\text{m}$	<b>2 km NR / 1.0 km HR RSS</b>
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 $\mu\text{m}$	<b>2 km NR / 1.0 km HR RSS</b>
IR 12.3	12.30 $\mu\text{m}$	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 $\mu\text{m}$	2 km

\* nové kanály, nedostupné na MSG SEVIRI

10 min FDS a RSS NR / 2.5 min RSS HR

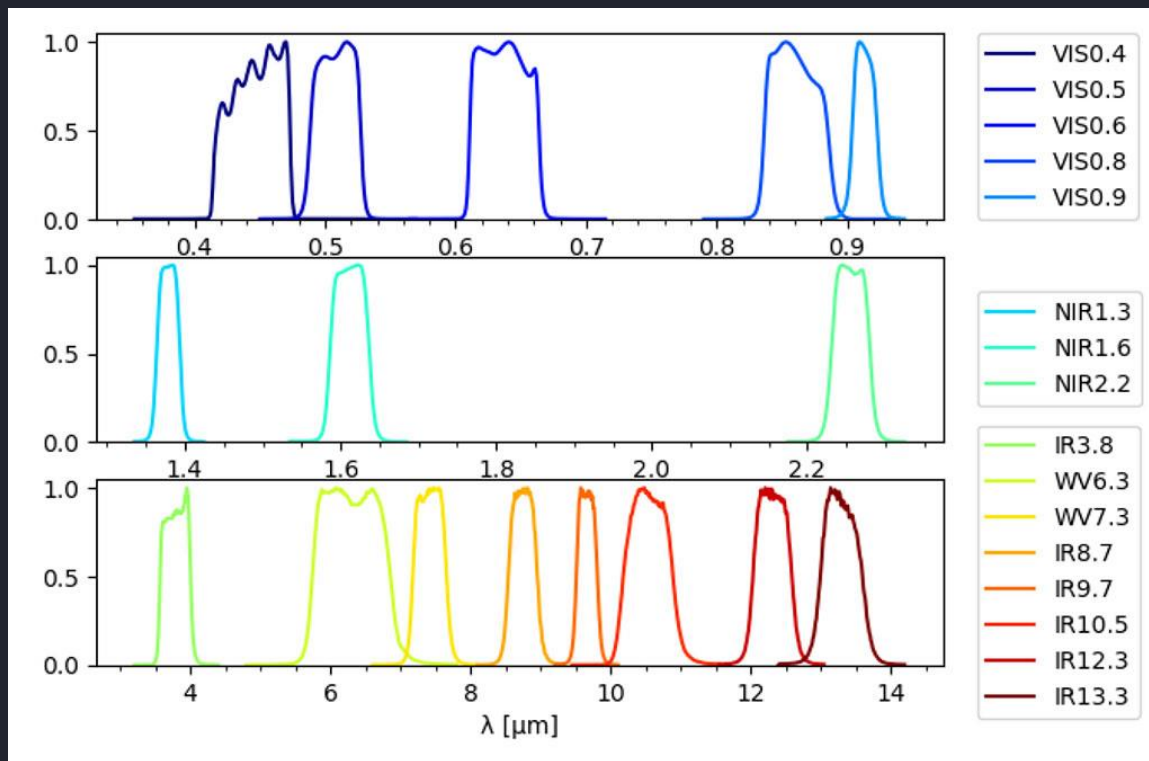
rozlíšení FCI pro oblast ČR



FDS = Full Disk Service  
RSS = Rapid Scan Service

NR = Normal Resolution bands  
HR = High Resolution bands

## MTG-I FCI – spektrální funkce (rozsah) kanálů



Předběžné spektrální funkce, upřesněné budou teprve postupně měřeny pro jednotlivé konkrétní kusy přístroje FCI.

[verze: 8. 4. 2021](#)



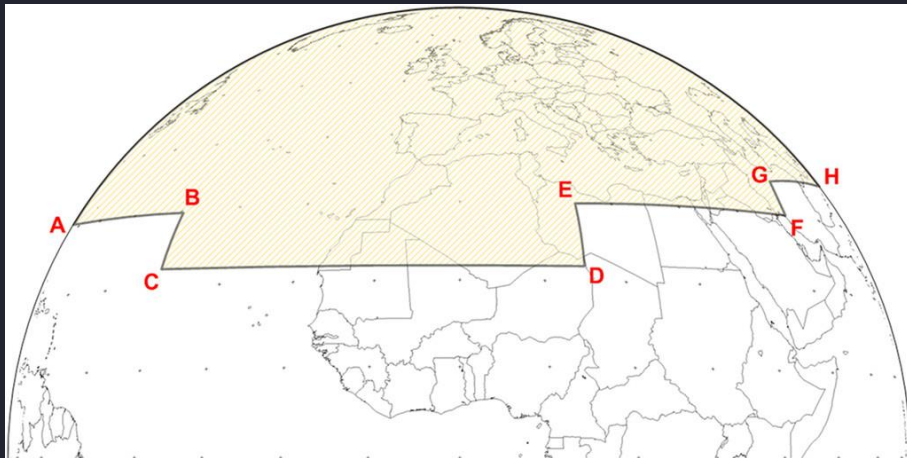
## Pro potřeby seznámení se s vlastnostmi nových kanálů a RGB produktů FCI možnost využití dat ze stávajících přístrojů – především VIIRS, MODIS a ABI

MTG FCI				CORRESPONDING BANDS OF OTHER SATELLITES / INSTRUMENTS															
				MSG SEVIRI				NPP & NOAA 20 VIIRS (Moderate Bands)				TERRA & AQUA MODIS				GOES ABI			
VIS 0.4	0.444		1 km	—				M2	0.445	0.436 - 0.454		b3	0.470	0.459 - 0.479	0.5 km	b1	0.47	0.45 - 0.49	1 km
VIS 0.5	0.510		1 km	—				M4	0.555	0.545 - 0.565		b4	0.555	0.545 - 0.565	0.5 km	—			
VIS 0.6	0.640		0.5 / 1 km	VIS 0.6	0.635	0.56 - 0.71	3 km	M5	0.672	0.662 - 0.682		b1	0.659	0.620 - 0.670	0.25 km	b2	0.64	0.59 - 0.69	0.5 km
—				HRV *	0.75	0.6 - 0.9	1 km	M6	0.746	0.739 - 0.754		—				—			
VIS 0.8	0.865		1 km	VIS 0.8	0.81	0.74 - 0.88	3 km	M7	0.865	0.846 - 0.885		b2 *	0.865	0.841 - 0.876	0.25 km	b3	0.865	0.846 - 0.885	1 km
VIS 0.9 (H <sub>2</sub> O)	0.914		1 km	—				—				b17 **	0.905	0.890 - 0.920	1 km	—			
NIR 1.3 (H <sub>2</sub> O)	1.380		1 km	—				M9	1.378	1.371 - 1.386		b26	1.375	1.360 - 1.390	1 km	b4	1.378	1.371 - 1.386	2 km
NIR 1.6	1.610		1 km	NIR 1.6	1.64	1.50 - 1.78	3 km	M10	1.61	1.58 - 1.64		b6 ***	1.64	1.628 - 1.652	0.5 km	b5	1.61	1.58 - 1.64	1 km
NIR 2.2	2.25		0.5 / 1 km	—				M11	2.25	2.23 - 2.28	0.75 km	b7	2.13	2.105 - 2.155	0.5 km	b6	2.25	2.225 - 2.275	2 km
IR 3.8	3.80		1 / 2 km	IR 3.9	3.92	3.48 - 4.36	3 km	M12	3.7	3.61 - 3.79		b20	3.75	3.660 - 3.840	1 km	b7	3.90	3.80 - 4.00	2 km
WV 6.3 (H <sub>2</sub> O)	6.30		2 km	WV 6.2	6.25	5.35 - 7.15	3 km	—				b27 ****	6.72	6.535 - 6.895	1 km	b8	6.19	5.77 - 6.60	2 km
WV 7.3 (H <sub>2</sub> O)	7.35		2 km	WV 7.3	7.35	6.85 - 7.85	3 km	—				b28 ****	7.33	7.175 - 7.475	1 km	b10	7.34	7.24 - 7.44	2 km
IR 8.7	8.70		2 km	IR 8.7	8.70	8.30 - 9.10	3 km	M14	8.55	8.4 - 8.7		b29	8.55	8.400 - 8.700	1 km	b11	8.5	8.30 - 8.70	2 km
IR 9.7 (O <sub>3</sub> )	9.66		2 km	IR 9.7	9.66	9.38 - 9.94	3 km	—				b30	9.73	9.580 - 9.880	1 km	b12	9.61	9.42 - 9.80	2 km
IR 10.5	10.50		1 / 2 km	IR 10.8	10.8	9.80 - 11.8	3 km	M15	10.763	10.26 - 11.26		b31	11.03	10.78 - 11.28	1 km	b13	10.35	10.1 - 10.6	2 km
IR 12.3	12.30		2 km	IR 12.0	12.0	11.0 - 13.0	3 km	M16	12.013	11.54 - 12.49		b32	12.02	11.77 - 12.27	1 km	b15	12.3	11.8 - 12.8	2 km
IR 13.3 (CO <sub>2</sub> )	13.30		2 km	IR 13.4	13.4	12.4 - 14.4	3 km	—				b33	13.34	13.185 - 13.485	1 km	b16	13.3	13.0 - 13.6	2 km
				* broadband channel								* oversaturated for clouds							
												** slightly broader band than FCI VIS 0.9							
												*** bad (striped) on Aqua							
												**** bad (striped) on Terra							

Zde jsou zvýrazněny ty kanály, které budou na FCI nové oproti SEVIRI, a jejich ekvivalenty na jiných družicích, resp. přístrojích.

Nejsou zahrnuty přístroje dalších družic, které některé z nových kanálů – především 0.9 μm a 1.38 μm – buď vůbec nemají (Himawari), nebo jejichž data jsou hůře dostupná (série FY-4, rovněž nemají 0.9 μm).

## MTG-I FCI – Rapid Scan Service (RSS), interval 2.5 min



Předpokládané geografické pokrytí režimem MTG-I FCI RSS. Zdroj: [BAMS 2021](#)

V rámci EUMETCast-Europe je možné přenést RSS jedním transpondérem buď pouze 16 kanálů v NR rozlišení (1 km / 2 km) nebo 4 kanály v HR rozlišení (0.5 km / 1 km). Nelze současně.

Zatím (květen 2023) předpoklad, že přes EUMETCast-Europe (SAT) budou přenášeny NR kanály v rámci primárních (zálohovaných) transpondérů, a odpovídající HR kanály budou přenášeny nezálohovanými transpondéry přes záložní družici (viz dále). Všechna data budou zároveň distribuována pozemními přenosovými trasami (EUMETCast-Terrestrial a/nebo komerčními vysokorychlostními sítěmi).

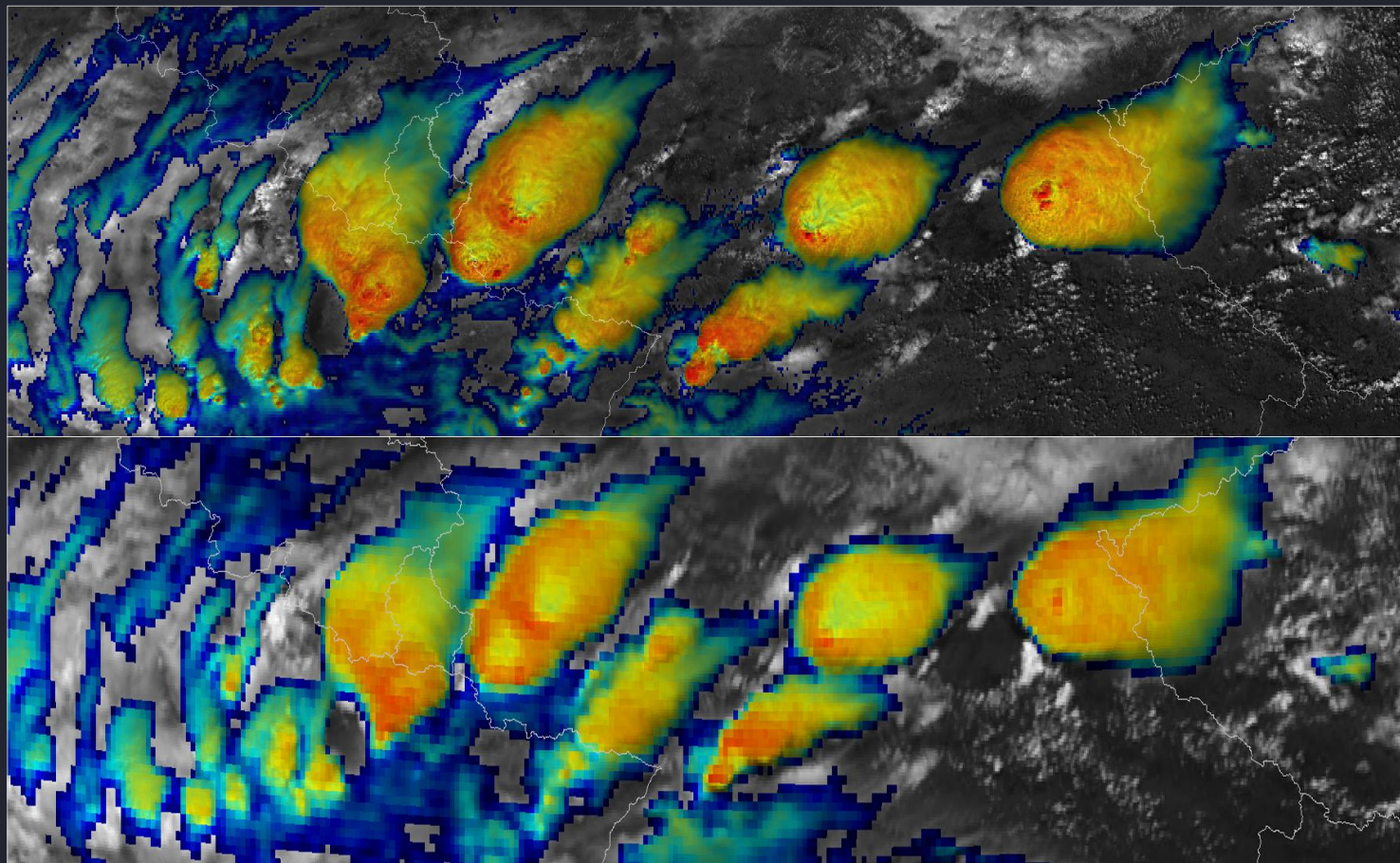
FCI RSS bude realizován samostatnou družicí, nejspíš až MTG-I2 (~ 2024 až 2025). Každá družice může snímat buď celý disk (FDS) po 10 minutách, nebo RSS po 2.5 minutách, nemůže ale snímat oba režimy současně.

Družice ale snímá v obou režimech současně jak NR, tak HR data, která budou v plném rozsahu rovněž dostupná z archivu.

Na rozdíl od družic série GOES-R nebo Himawari-8/9, které mohou snímat až s intervalem 30 s, ale pouze omezenou oblast, MTG RSS bude snímát „pouze“ v intervalu 2.5 min, zato ale daleko větší oblast, viz schéma vlevo.

V minulosti (2012 a 2013) experimenty s 2.5minutovým snímáním družicemi MSG – coby experimentální data pro porovnání mezi 2.5 a 5-minutovým režimem. Zaměřeno především na silné konvektivní bouře. Viz např. [tato ukázka](#), nebo souhrn všech sérií [zde](#), na stránkách [Konvektivní pracovní skupiny](#) (CWG) EUMETSATU.

## MTG-I FCI – porovnání rozlišení s MSG SEVIRI



Simulovaný snímek FCI  
v rozlišení HR kanálů  
pro střední Evropu, tj.

0,5 x 1 km ve VIS  
1 x 2 km v IR

-----

Simulace snímku  
s využitím 375 m kanálů  
I2 a I5 VIIRS polární  
družice NPP

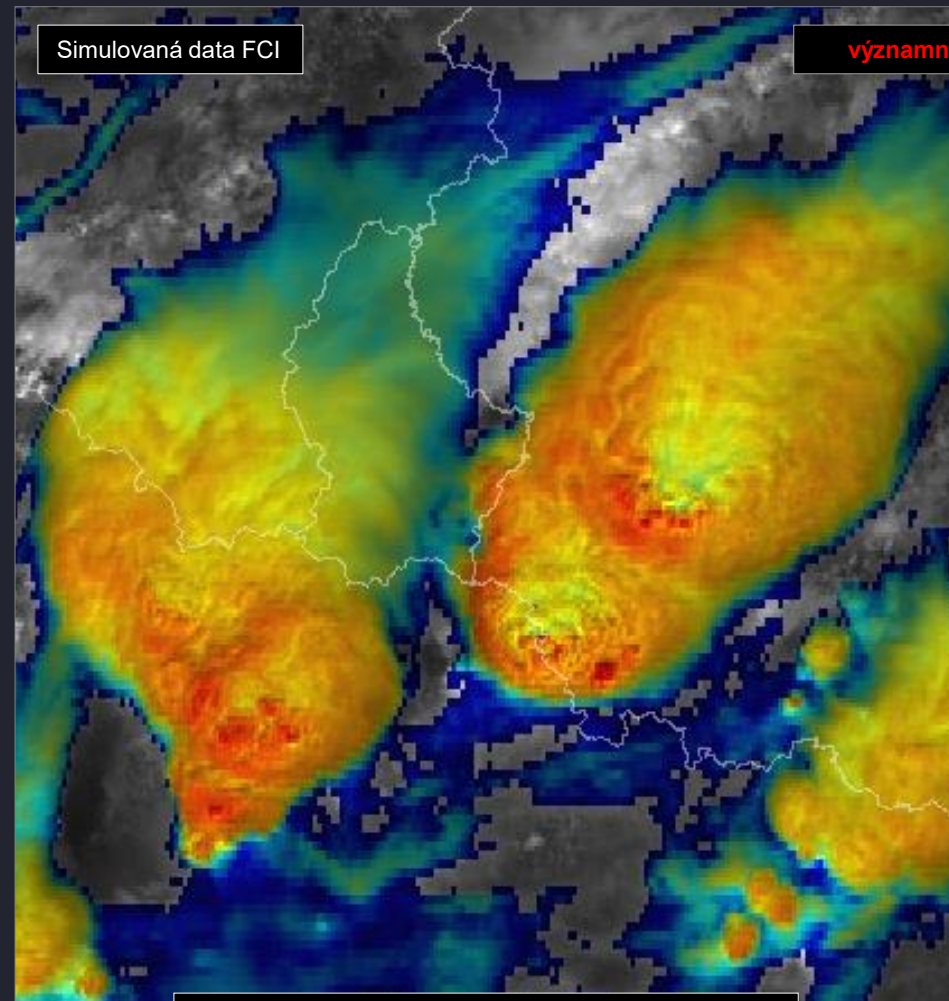
Skutečný snímek MSG-3  
SEVIRI, sendvič HRV  
a IR10.8 v rozlišení

1 x 2 km v HRV  
3 x 6 km v IR10.8

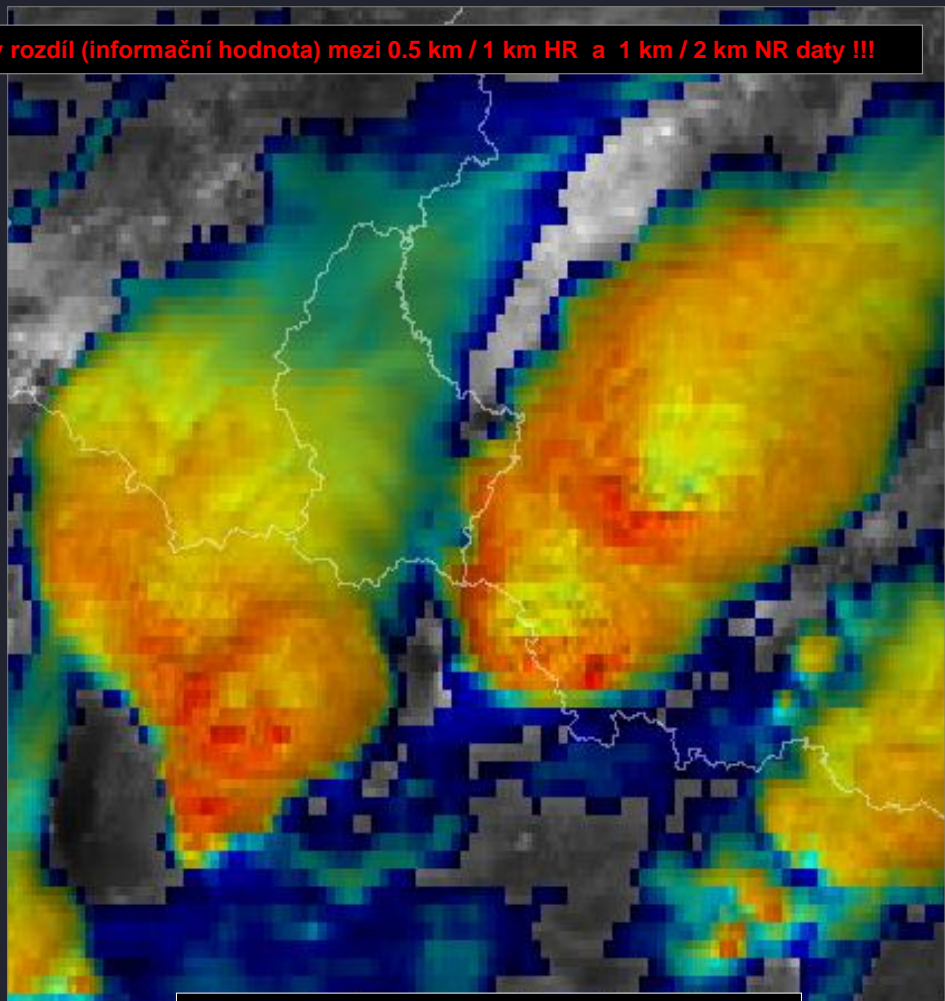
11. 6. 2018 11:37 UTC

Simulovaná data FCI

významný rozdíl (informační hodnota) mezi 0.5 km / 1 km HR a 1 km / 2 km NR daty !!!

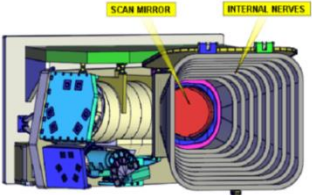


simulace rozlišení 0.5x1 km (VIS) / 1x2 km (IR)

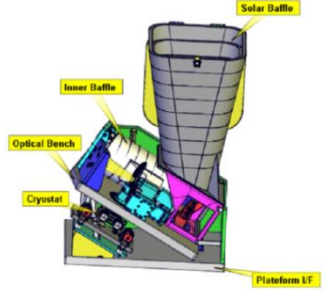


simulace rozlišení 1x2 km (VIS) / 2x4 km (IR)

# MTG-I FCI – princip snímání a konverze dat do uživatelského formátu Level 1c



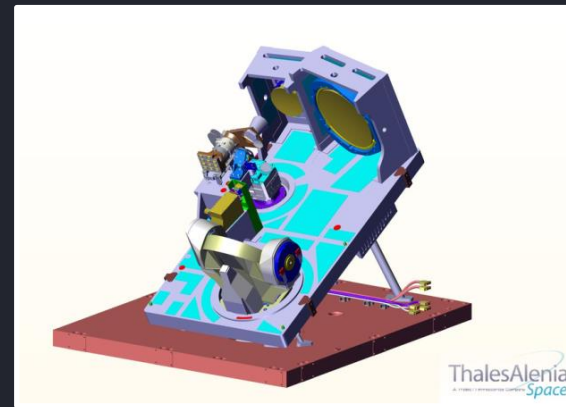
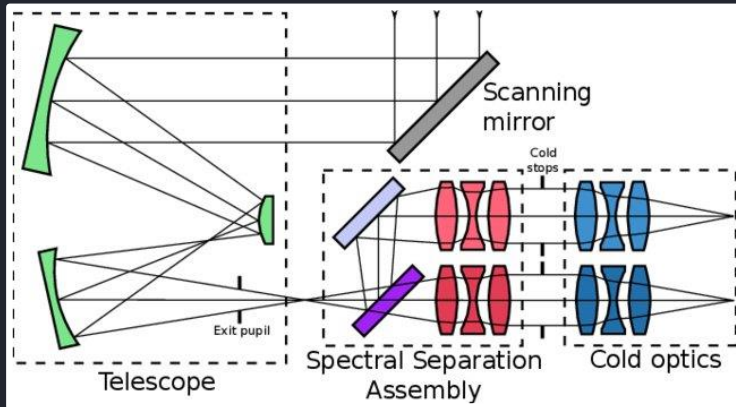
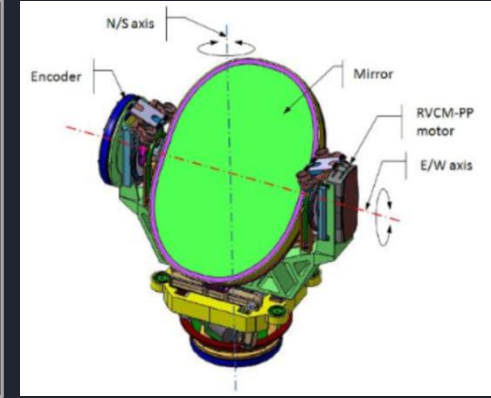
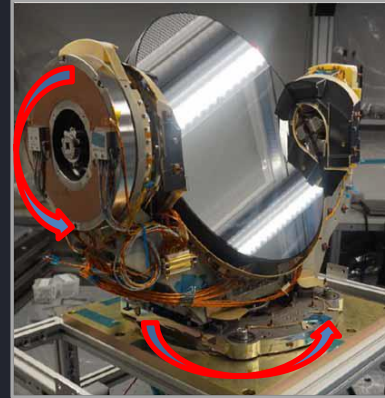
SCAN MIRROR  
INTERNAL Baffles



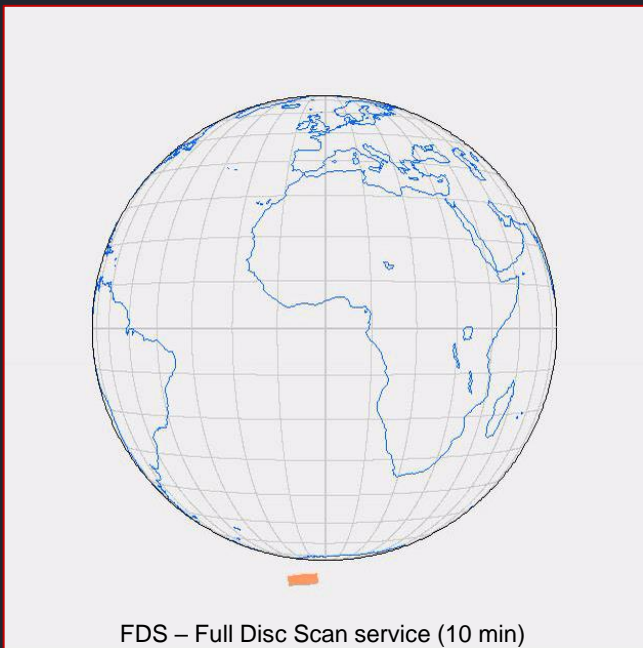
Solar Baffle  
Inner Baffle  
Optical Bench  
Cryostat  
Platform Lift

FCI Main Budgets	
Volume (m <sup>3</sup> )	1.1 x 1.1 x 1.6
Mass (kg) nom / max	248 / 296
Power (W) nom / max	241 / 320
Data Rate (Mb.s <sup>-1</sup> ) max	58.4

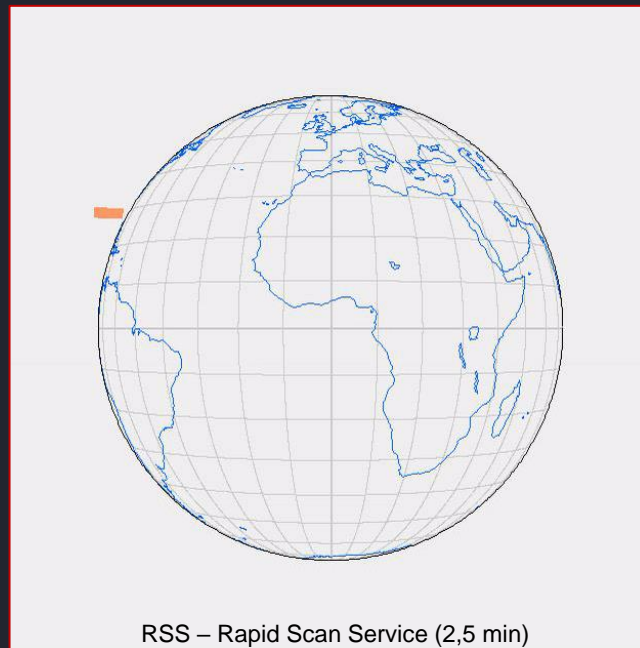
THALES



## MTG-I FCI – princip snímání a konverze dat do uživatelského formátu Level 1c



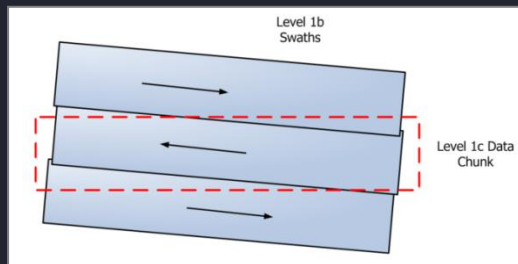
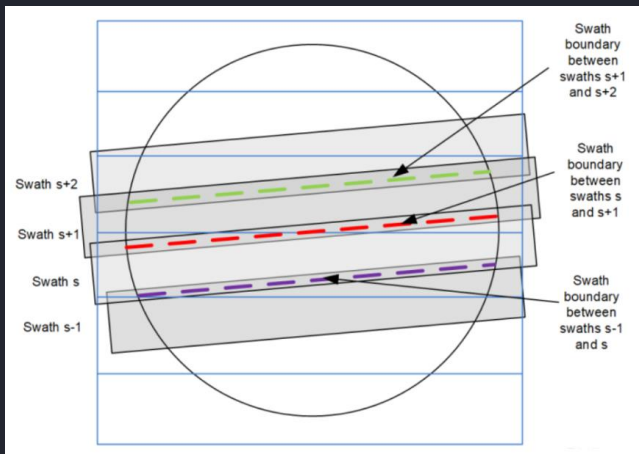
FDS – Full Disc Scan service (10 min)



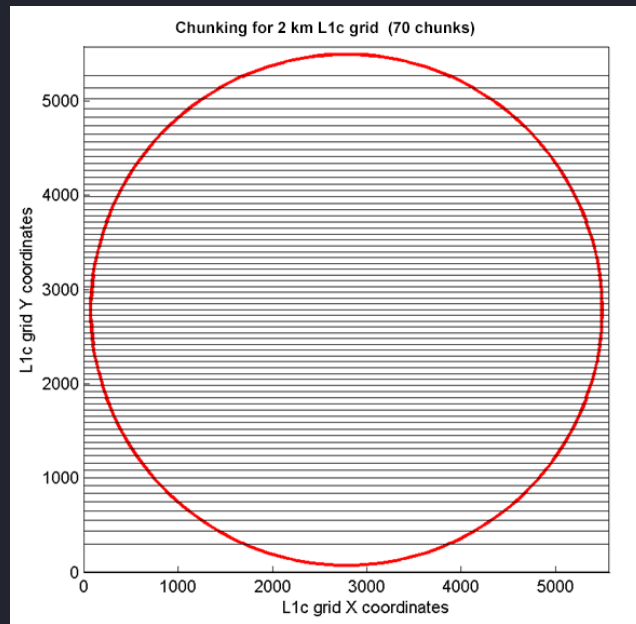
RSS – Rapid Scan Service (2,5 min)

- nasnímání celého zemského disku: celkem 70 „swaths“ (pásů snímání) za ~ 9,5 min
- 1. swath od východu na západ, 2. swath od západu na východ, atd.
- šířka jednotlivých pásů snímání – 180 km, vzhledem k mechanismu snímání šikmo vůči rovníku
- průběžně (hodně složitě) transformováno do finální pravoúhlé sítě

# MTG-I FCI – princip snímání a konverze dat do uživatelského formátu Level 1c



konverze z L1b (swaths) do L1c (chunks)



- Level 0 – surová naměřená data (swaths)
- Level 1a – základní technické zpracování L0 dat (swaths)
- Level 1b – kalibrované radiance a geolokační informace (swaths)

- Level 1c – L1b po převodu do pravoúhlé sítě (chunks)
- Level 2 – odvozené produkty (z L1c)

data distribuovaná uživatelům přes EUMETCast

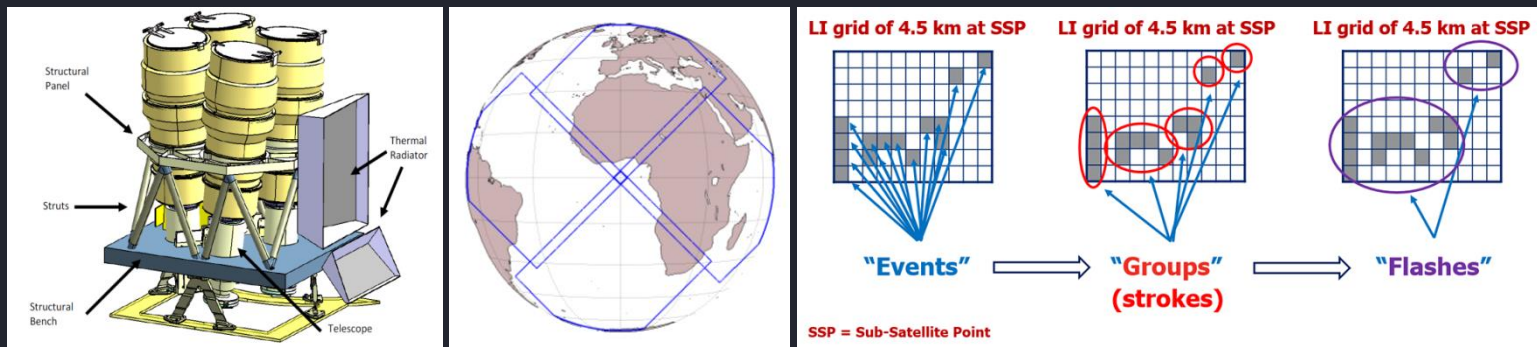
Data distribuovaná koncovým uživatelům systémem EUMETCast ve formátu L1c (chunks) – distribuce po jednotlivých chunks v co nejkratším čase od naměření, přičemž každý chunk obsahuje stejný objem dat, ale různý počet obrazových řádků (v závislosti na vzdálenosti od rovníku).





# MTG-I Lightning Imager (LI)

- optická detekce blesků (všech, CG, IC a CC) v emisní čáře 777.4 nm atomárního kyslíku
- trvale, i v denních hodinách
- celkem 4 kamery, každá 1170 x 1000 pixlů (CMOS), v nadíru rozlišení 4.5 km



## Postup zpracování (L2 data)

- Events* – záznamy záblesků (vybuzení) jednotlivými pixly senzoru
- Groups* – skupiny navazujících pixlů vybuzených v rozmezí 1 ms (odpovídající jednotlivým výbojům)
- Flashes* – souhrn skupin (výbojů) vyhodnocených jako jeden blesk

## Výstupní data pro uživatele:

- bodová data – jednotlivé výboje a blesky
- akumulovaná data – suma bodových dat za nějaký pevný interval (od 30s výše), plošná „hustota“ blesků za zvolený časový interval, zobrazení ve stejné obrazové síti jako 2 km IR data FCI

Podrobněji v samostatné přednášce v rámci NMET079 (Distanční metody II.)

# MTG – Sounder

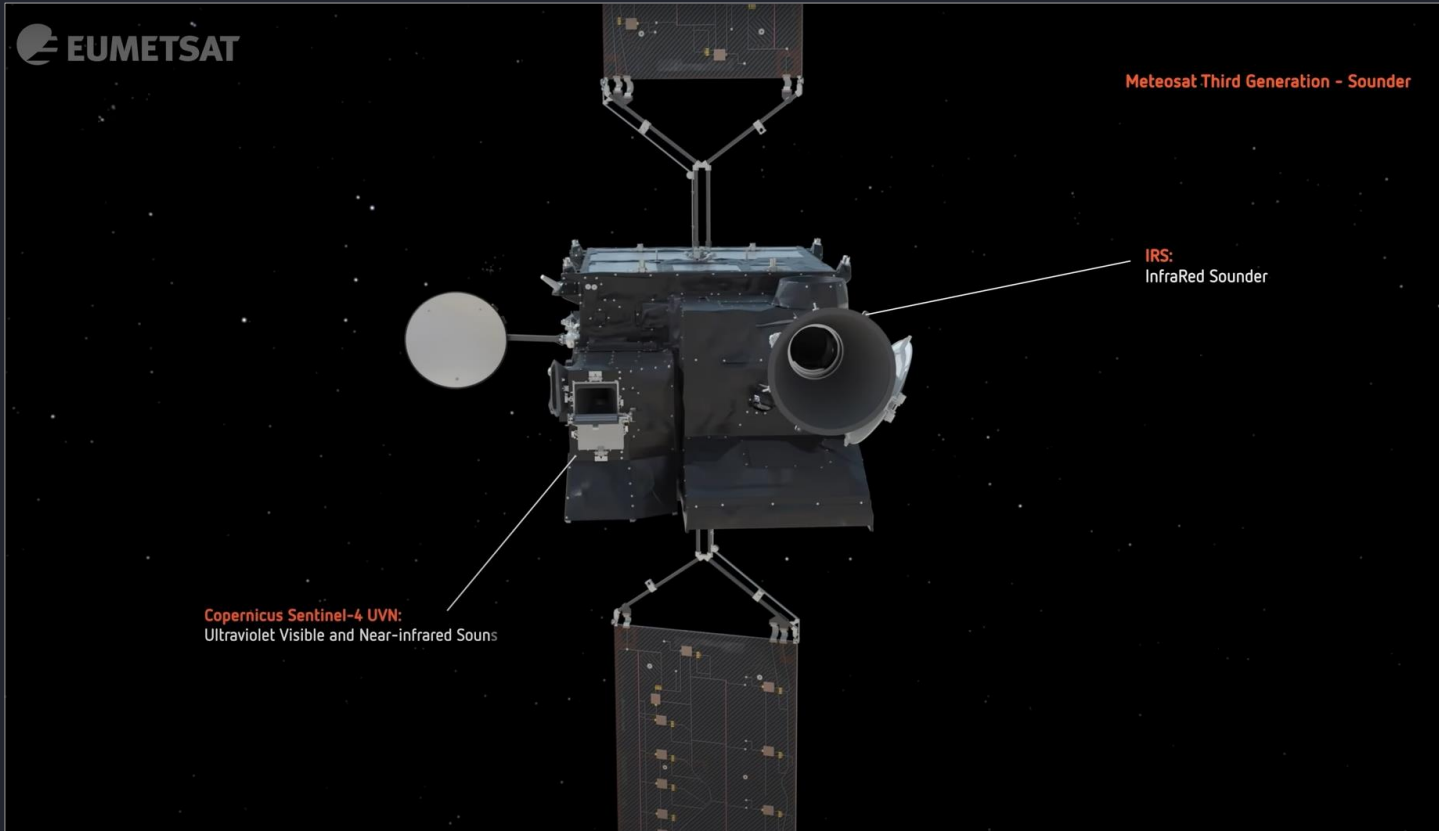
**MTG Imager**  
(MTG-I)



**MTG Sounder**  
(MTG-S)



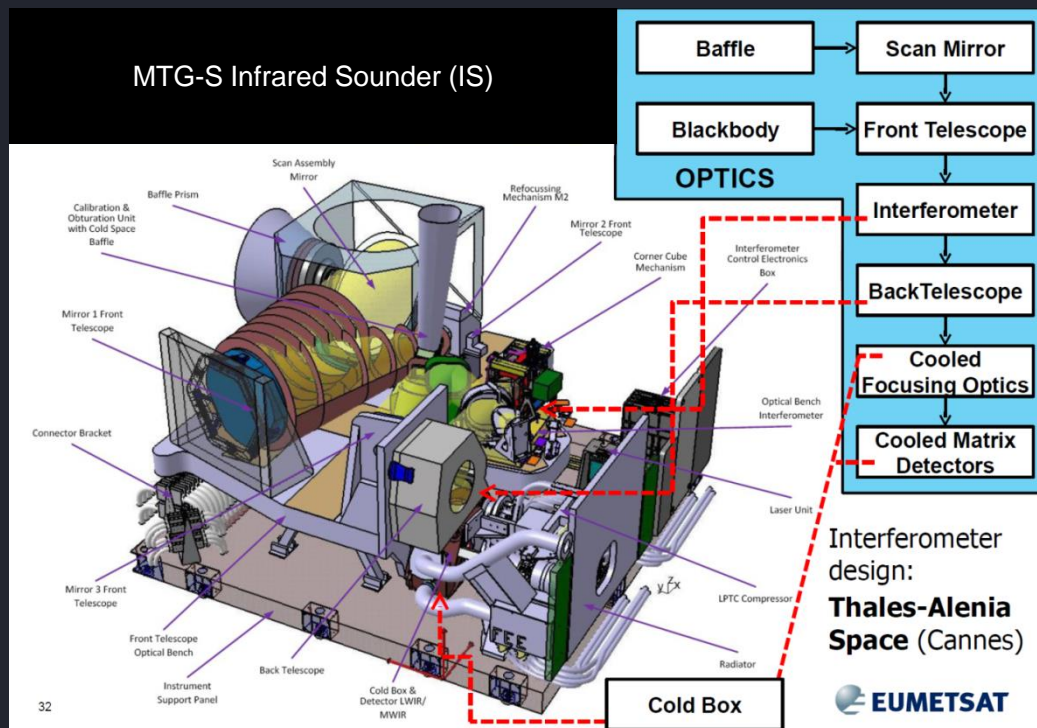
# MTG – Sounder



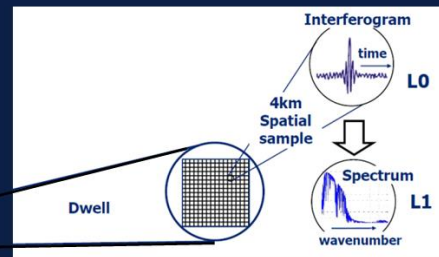
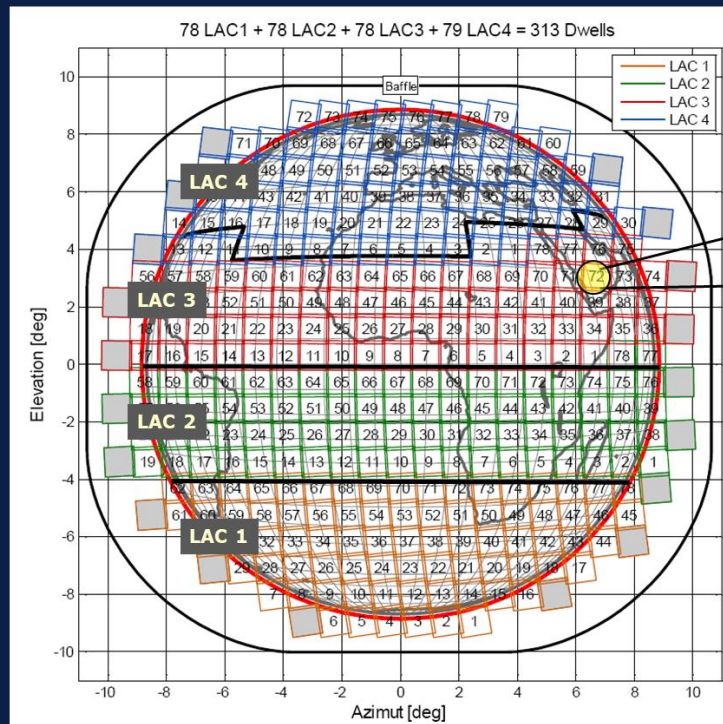
# MTG-S Infrared Sounder (IS)

## Hyperspektrální interferometrická sondaž atmosféry

- pásma 14.3–8.3  $\mu\text{m}$  (800 spektrálních kanálů) a 6.25–4.6  $\mu\text{m}$  (900 kanálů)
- rozlišení 4 km (v nadiru), frekvence snímání 30 minut (Evropa), resp. 1 hodina (zbytek polokoule)



# MTG-S Infrared Sounder (IS) – princip snímání

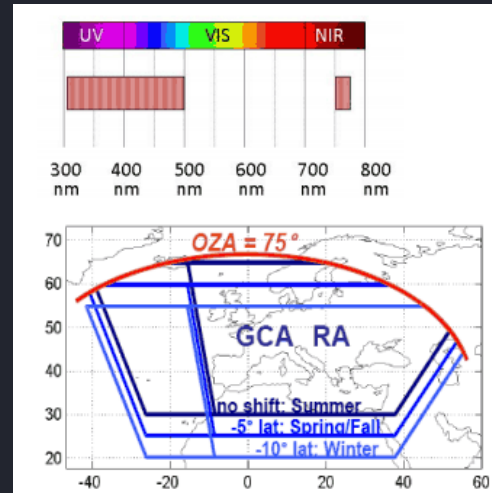
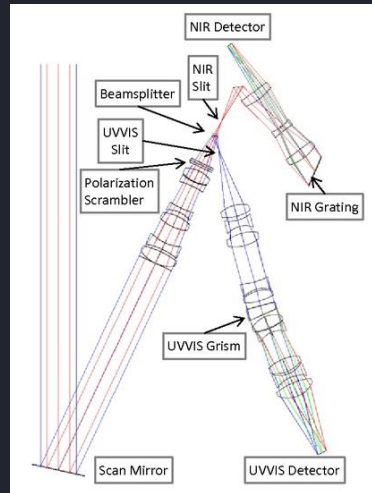
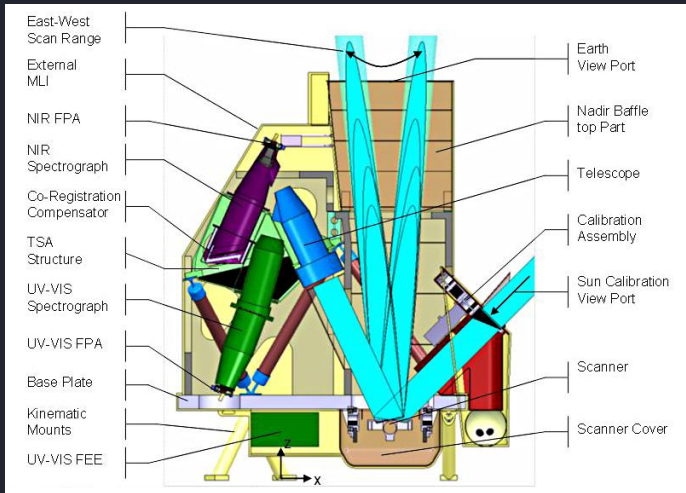


- Zemský disk rozdělen na 4 oblasti (Local Area Coverage, LAC),
- každá LAC obsahuje 78 – 79 „dwells”, zastávky krokujícího mechanismu IRS (cca 10s)
- snímač (odpovídající rozsahu „dwell”) obsahuje 160x160 pixlů, které při každé zastávce naměří interferogram (L0 data), který je následně odeslán z družice k dalšímu zpracování na zemi, kde jsou z něj pak odvozena L1 data.
- Oblast Evropy (LAC 4) snímána každých 30 minut, celá Země pak každou hodinu.

Podrobněji v samostatné přednášce v rámci NMET079 (Distanční metody II.)

# MTG-S Ultra-violet, Visible and Near-infrared Spectrometer (UVN), též Sentinel-4

- Společný přístroj programu Copernicus (EC) a organizací ESA a EUMETSAT, proto též označován jako Sentinel-4, zaměřený na chemizmus atmosféry
- především celkové množství  $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ , HCHO (formaldehyd) a CHOCHO (glyoxal)
- dále též základní (optické) parametry aerosolů a oblačnosti
- hyperspektrální spektrometr, snímající v pásmech 305 – 500 nm (UV, VIS) a 750 – 775 nm (NIR)
- spektrální rozlišení 0.5 nm, geografické rozlišení 8 km (na 45°N)
- snímá oblast Evropy a severní Afriky, interval snímání 1 hodina



# EUMETSAT Příprava a přeprava MTG-I1 na start



Doprava MTG-I1 z Francie do Kourou lodí MN TOUCAN (29. září – 12. října 2022, zdroj: ESA a EUMETSAT)







## Přechod od družic MSG na družice MTG-I a MTG-S

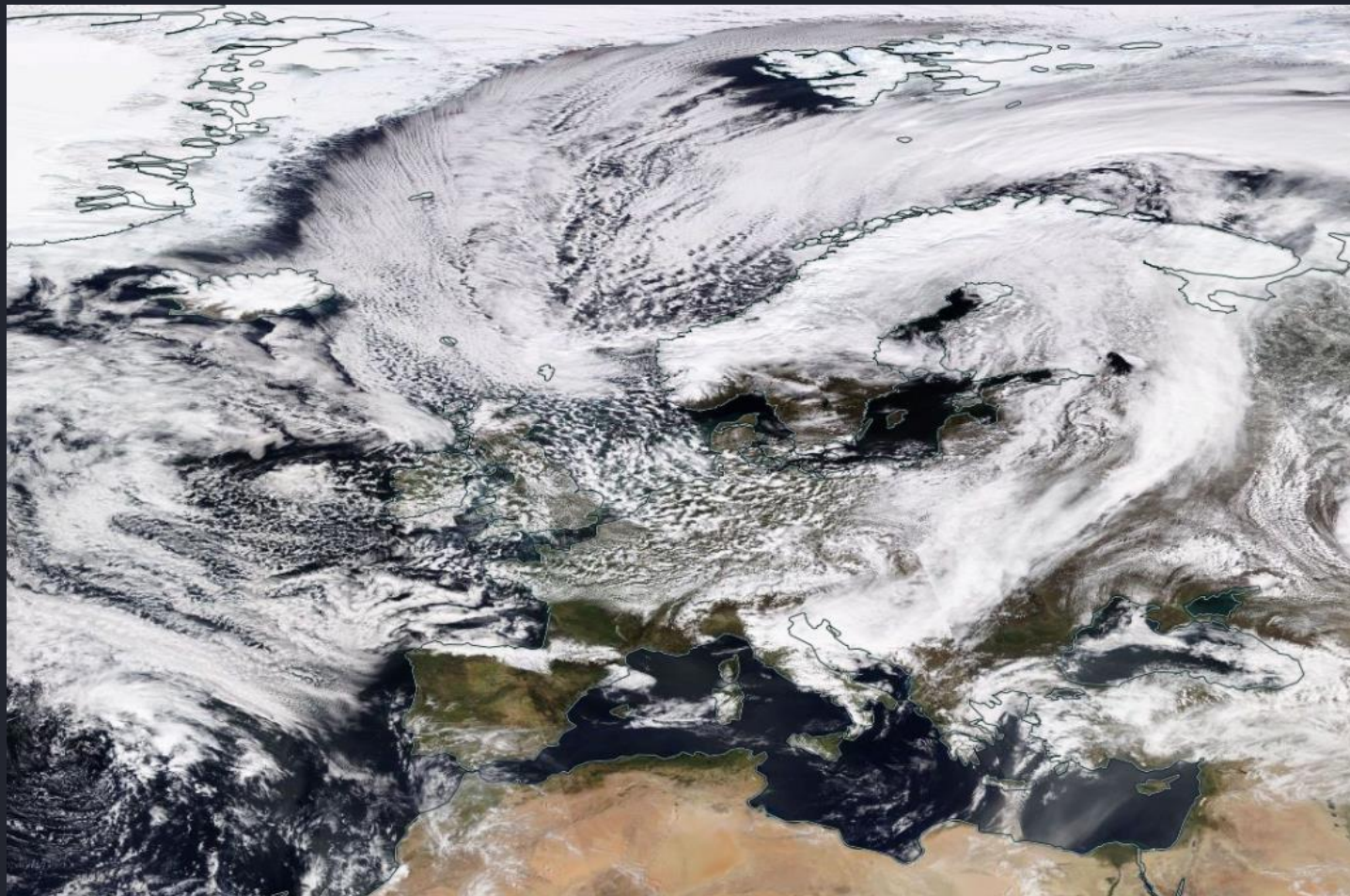
- Meteosat-8 (MSG-1) – program IODC do června 2022, poté postupně přemístěn na hřbitovní dráhu a jeho deaktivace
- Meteosat-9 (MSG-2) – od července 2022 program IODC
- Meteosat-10 (MSG-3) – primární družice pro RSS do konce roku 2022, poté k dispozici pro FES do roku 2030
- Meteosat-11 (MSG-4) – k dispozici pro FES do konce 2033 (za předpokladu 5 let provozování RSS, dokud nebude k dispozici MTG-I2)
  
- MTG-I1 (budoucí Meteosat-12) – start 13. prosince 2022, následovaný 11 měsíci testování a zprovoznování, operativně FES služba
- MTG-S1 (budoucí Meteosat-13) – předpokládaný start v první polovině 2025 (v závislosti na připravenosti a dostupnosti Ariane 64)
- MTG-I2 (budoucí Meteosat-14) – předběžně plánovaný start konec 2026, služba RSS
- ... v současnosti (červen 2023) se zvažuje prohození pořadí startů MTG-S1 a MTG-I2
  
- MTG-I3, I4 a MTG-S2 ...

## MTG – Meteosat Third Generation – MTGUP! (MTG User Preparedness)

Projekt EUMETSATu zaměřený na přípravu uživatelů na nástup družic MTG (a obdobně na družice EPS-SG):

- pracovní skupiny (users groups) ze zástupců uživatelů ze všech meteorologických služeb členských států
- informovanost uživatelů o tom, co vše bude přechod obnášet (jak technicky, tak z hlediska očekávaného přínosu nových dat)
- technické otázky – příjem a zpracování dat, formát a objem dat, navýšení systému EUMETCast
- nová data – co nového přinesou, jak nová data interpretovat, vzdělávací workshopy a školení – příprava vzdělávacích materiálů a informativních stránek
- [portál EUMETSATu zaměřený na program MTG](#), jak informační a technické materiály, simulovaná data, informační fórum, ...
- simulovaná testovací data pro přípravu IT na navýšení objemu dat a jejich nové formáty, testovací přenosy, zpracování, ...
- inicializace komunikace mezi uživateli a výrobcí komerčních systémů, ...
- atd.





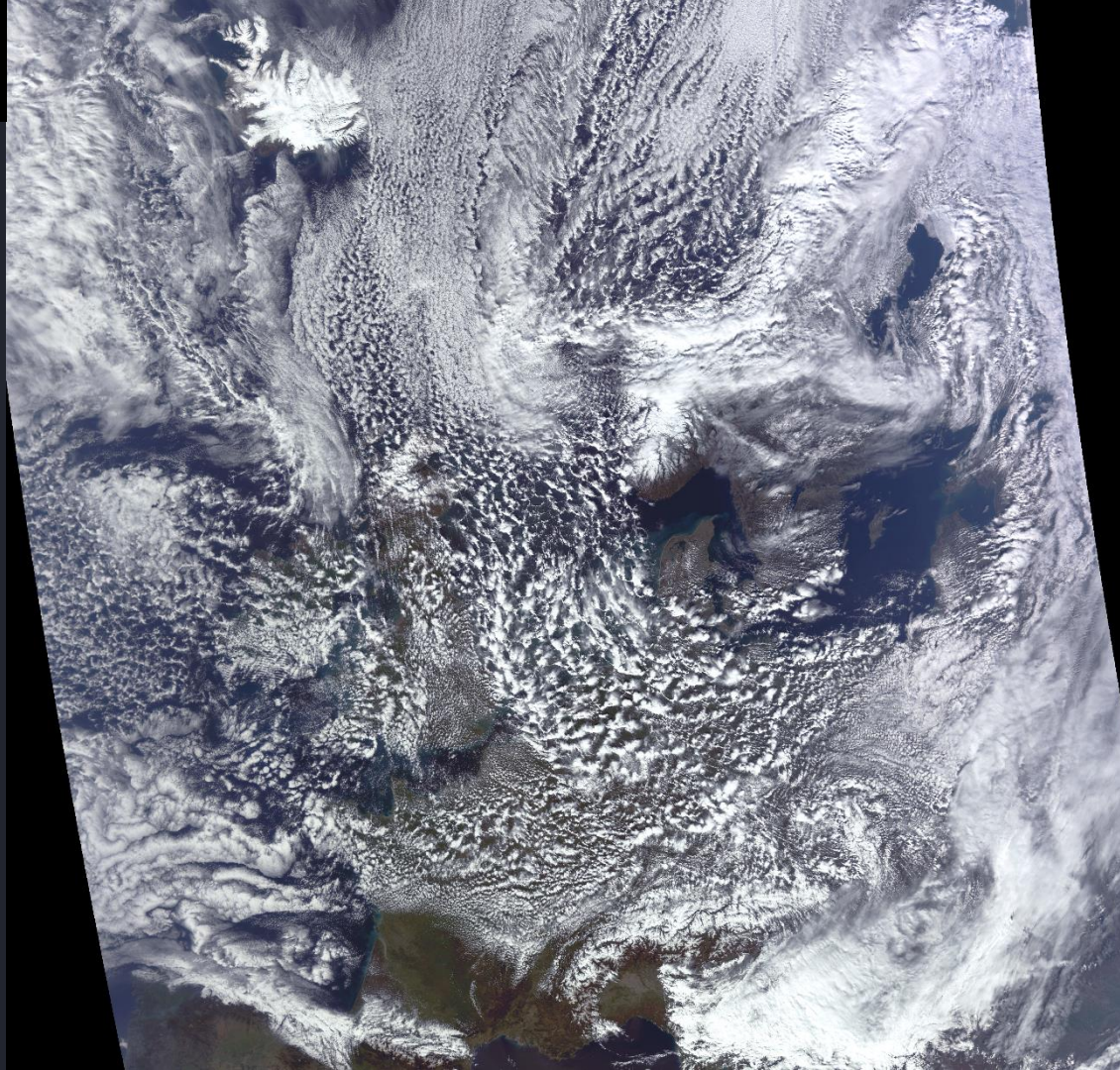
### RGB True Color

M5 (0.672  $\mu\text{m}$ ), FCI VIS0.6

M4 (0.555  $\mu\text{m}$ ), FCI VIS0.5

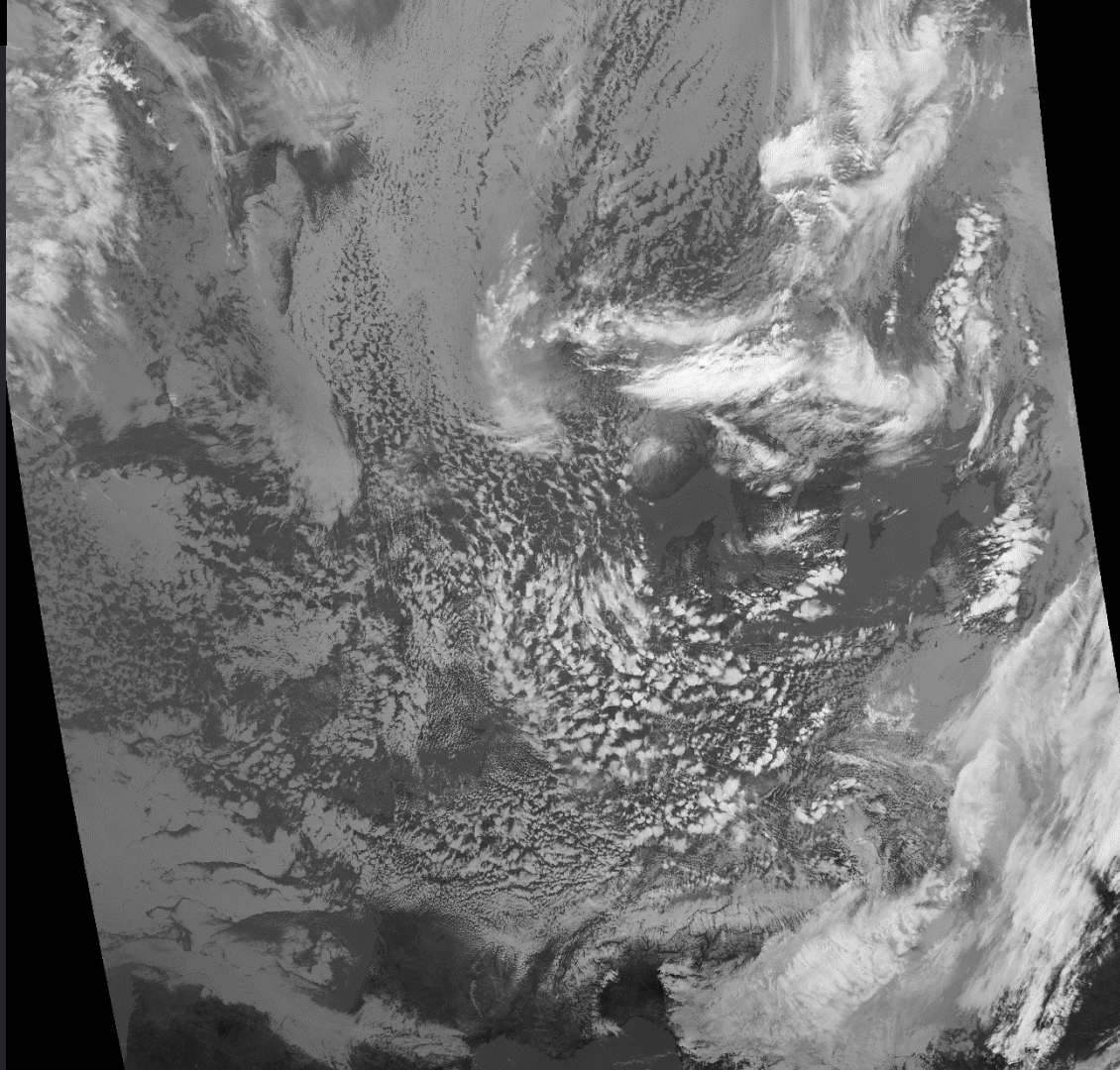
M3 (0.488  $\mu\text{m}$ ), FCI VIS0.4

Díky kanálům v modré, zelené a červené oblasti spektra je možné generovat RGB snímky blížíící se reálným barvám.



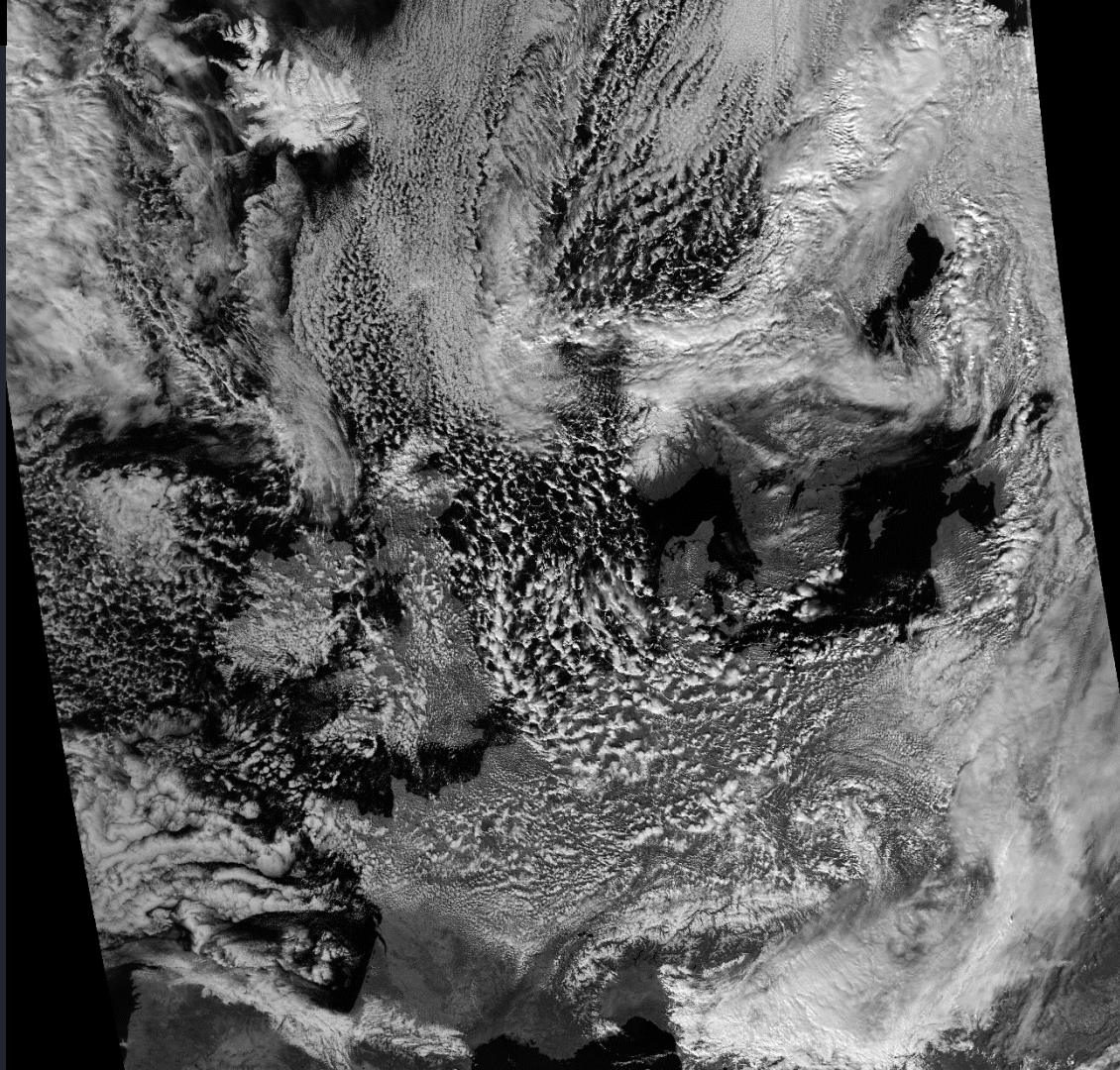
**M15** (10.76  $\mu\text{m}$ ), BT 210 – 310K, IR 10.5

Klasický tepelný kanál. Zde je uveden pouze pro základní orientaci ve snímku.



**M7** (0.865  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 – 1.1, FCI VIS0.8

Klasický kanál ve viditelném / blízkém IR pásmu. Zde je uveden pouze pro základní orientaci ve snímku.



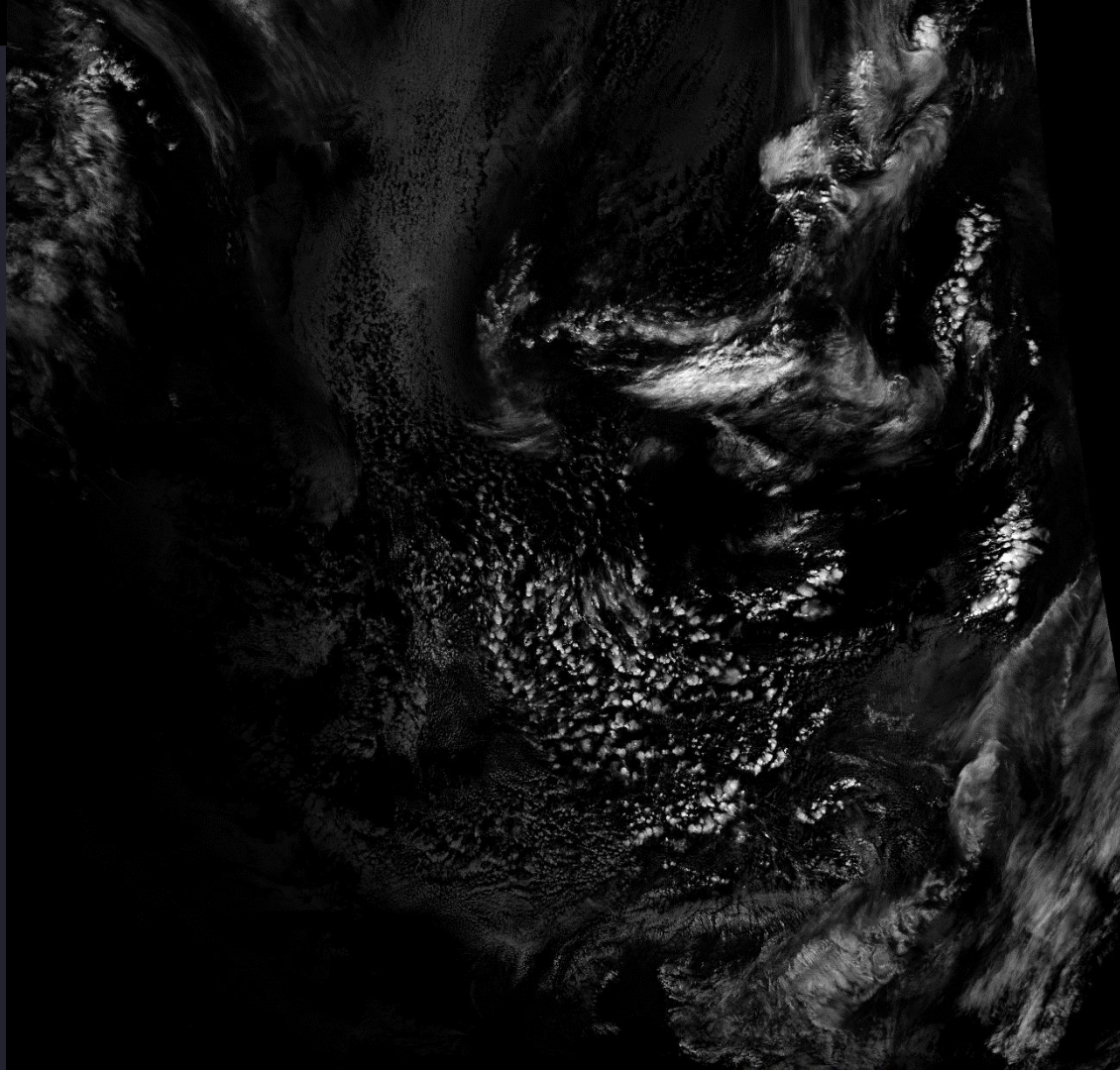


Kanál v pásmu absorpce vodní parou ve spodní až střední troposféře – důvod, proč je vše mimo nejvyšší oblačnost zobrazeno tmavě.

Obdobné zobrazení se používá např. jako maska nejvyšší oblačnosti, například pro monitorování konvektivních bouří. Dostupnost informací z nižších hladin troposféry závisí na celkovém množství absorbující vodní páry.

-----

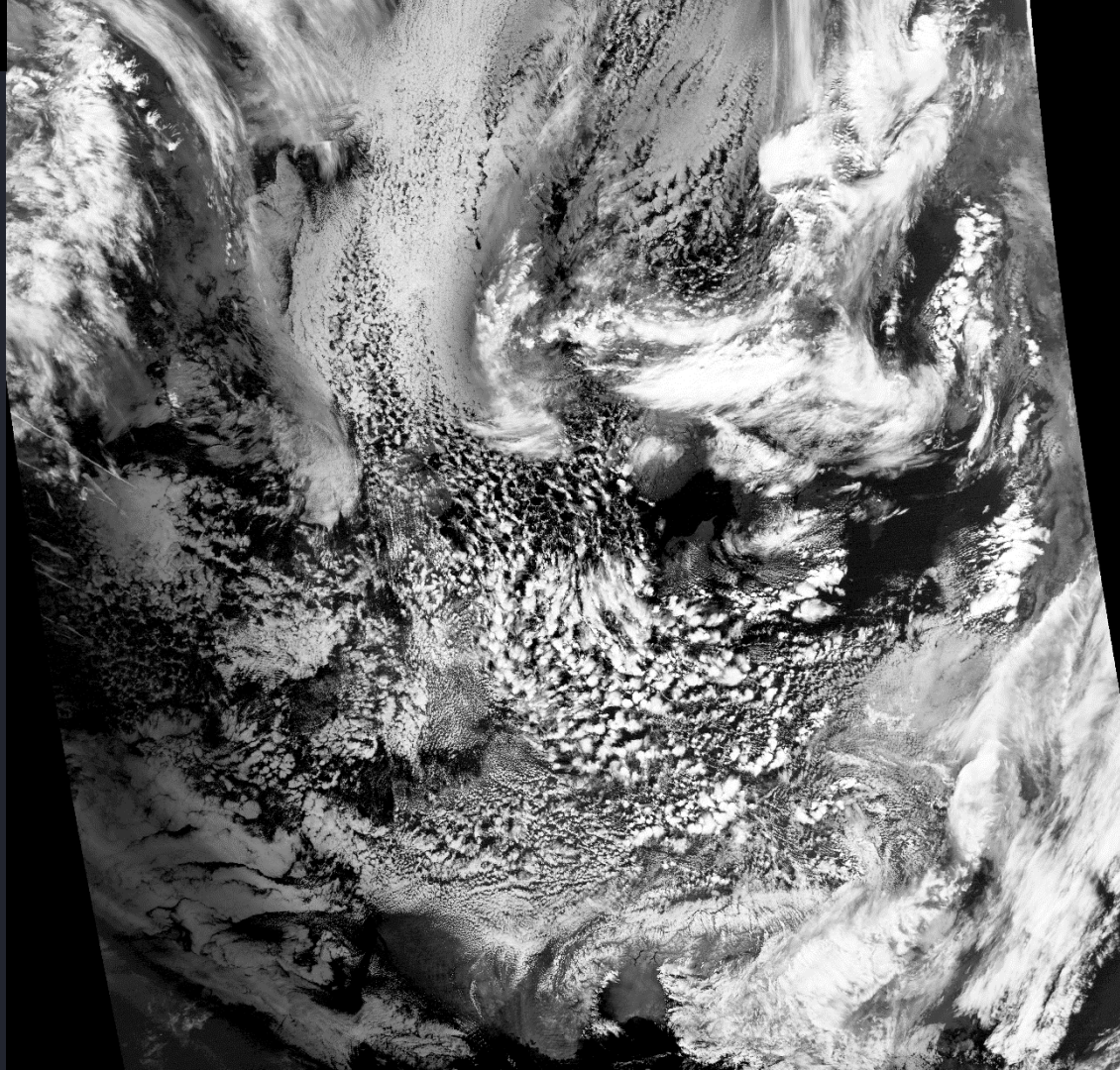
Obdobné vlastnosti a využití by měl mít FCI kanál VIS0.9 (0.914  $\mu\text{m}$ ), ten ale zatím k dispozici pouze v rámci přístroje MODIS, kde ale poněkud odlišný rozsah (a tedy i vlastnosti). Zvažuje se jeho využití pro stanovení celkového množství H<sub>2</sub>O v troposféře (jako tzv. *precipitable water*).



**M9** (1.378  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.08% – 100%  
histogram equalization stretch, full image

Tentýž kanál s využitím zvýraznění snímku ekvalizací histogramu.

Využitelnost, resp. vhodnost této metody hodně závisí na zvolené oblasti použité pro výpočet ekvalizace histogramu. Vhodné především pro zvýraznění slabších cirů, případně aerosolů. Vzhled nižší oblačnosti ovlivněn množstvím  $\text{H}_2\text{O}$  páry nad touto oblačností.

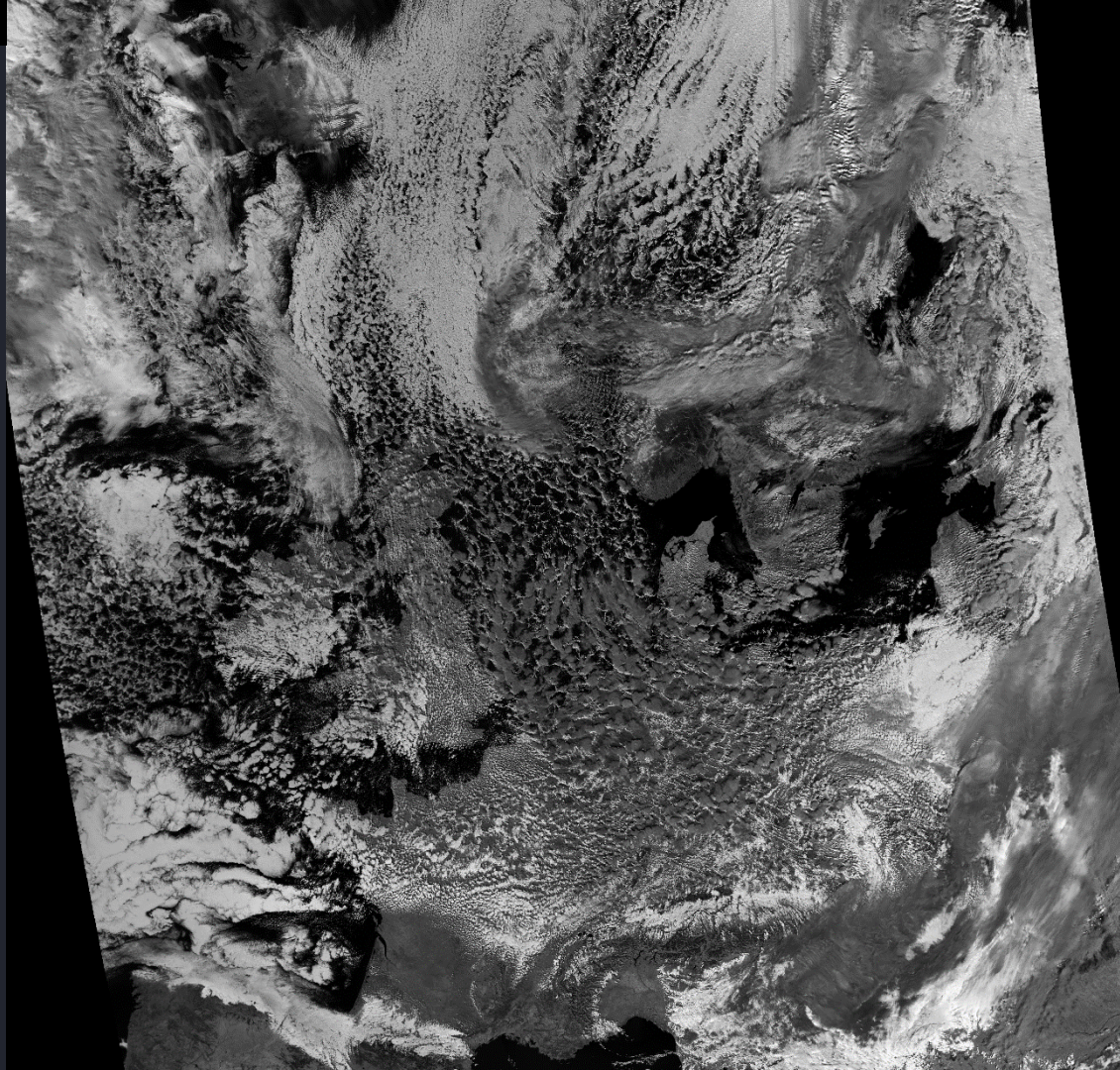


První z tzv. mikrofyzikálních kanálů. Vzhled oblačnosti závislý na složení horní hranice oblačnosti (HHO) – především na fázi (voda/led), výrazně méně na velikosti částic.

Primární využití: rozlišení fáze oblačnosti (voda x led). Vodní oblačnost vysoká odrazivost, ledová oblačnost, sníh a led nízká odrazivost.

Použitý v různých mikrofyzikálních RGB produktech, ať již stávajících nebo budoucích na FCI.

Společně s 2.25  $\mu\text{m}$  a 3.8  $\mu\text{m}$  kanály využít pro detekci požárů (Fire RGB, zde neuveden).

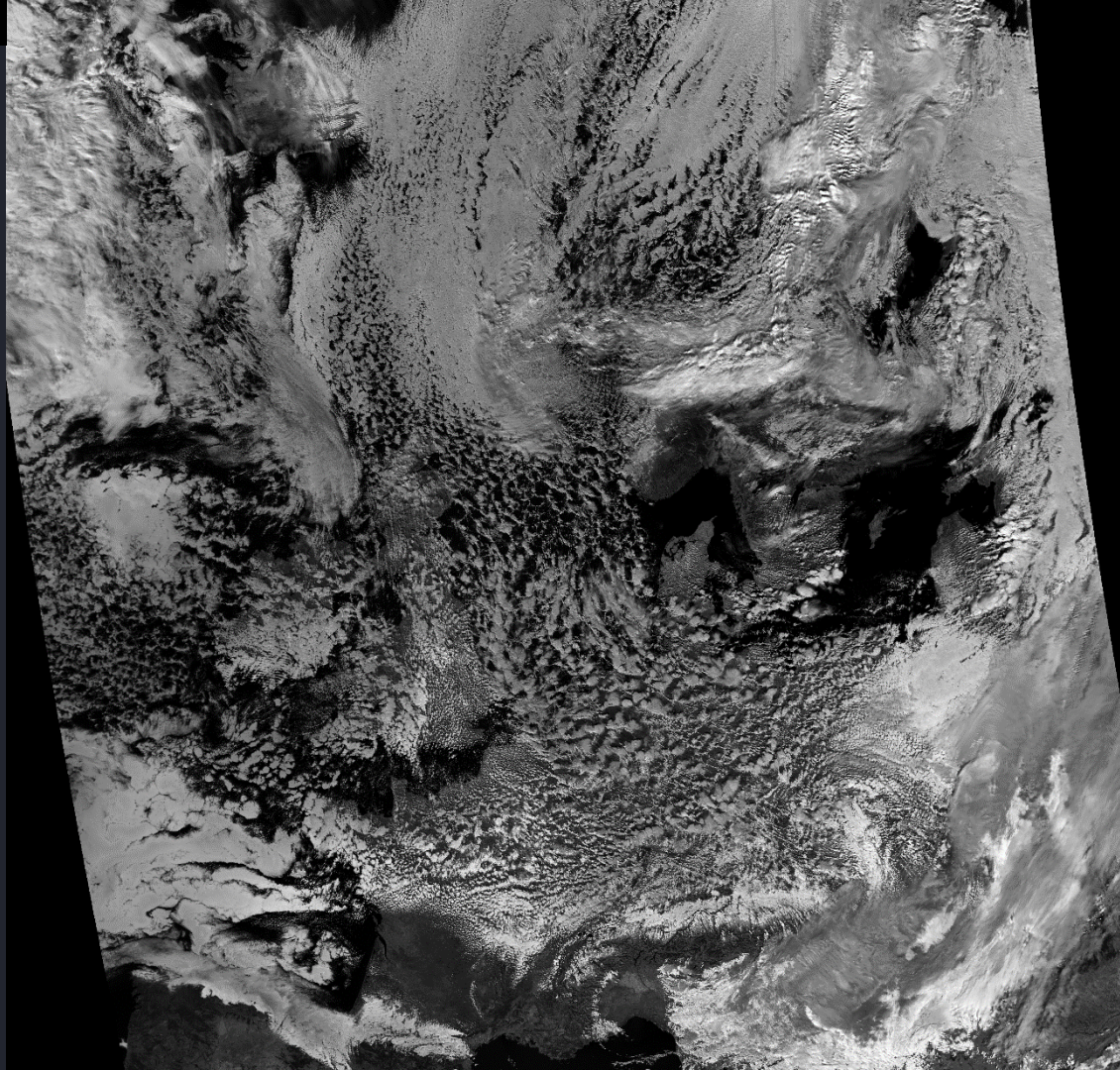


Nový NIR mikrofyzikální kanál. Citlivost především na velikost částic, výrazně méně na fázi (voda/led).

Nejvyšší odrazivost pro drobné částice, s rostoucí velikostí odrazivost klesá.

Použitelnost: především v různých RGB produktech, zaměřených na mikrofyziku.

Společně s 1.6  $\mu\text{m}$  a 3.8  $\mu\text{m}$  kanály využití pro detekci požárů (Fire RGB, zde neuveden).



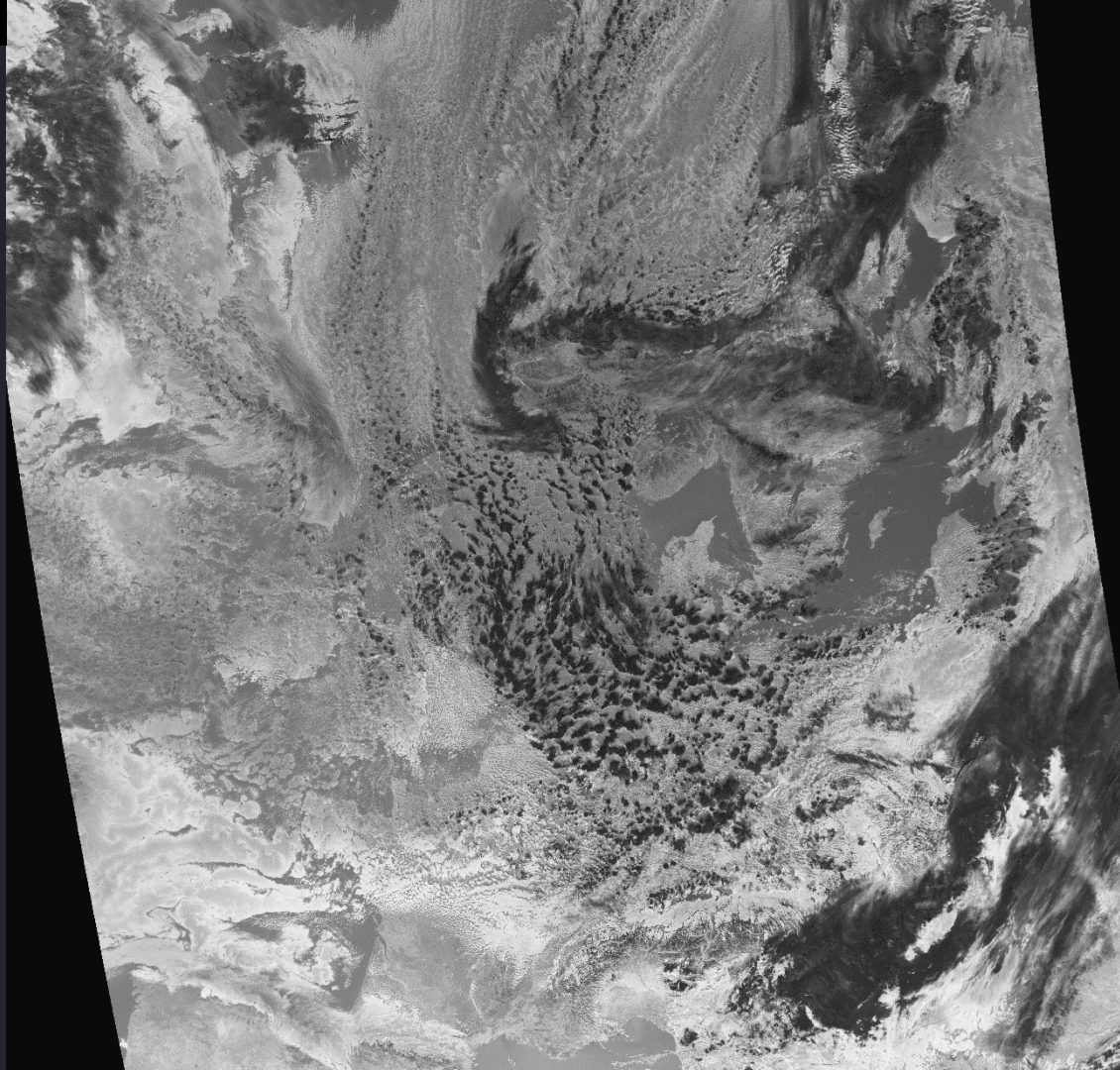
Nejstarší mikrofyzikální kanál, dostupný již na AVHRR (od r. 1979). Na rozdíl od předchozích dvou kanálů již významná tepelná složka, v denních hodinách srovnatelná s odraženým zářením.

Oproti 1.6  $\mu\text{m}$  a 2.25  $\mu\text{m}$  kanálům nejmenší závislost na propustnosti oblačnosti, a tedy reprezentativnější pro stanovení mikrofyzikálních vlastností nejsvrchnějších vrstev oblačnosti. Díky tomu nejpřesnější kanál pro stanovení mikrofyziky HHO, včetně konvektivních bouří.

Nevýhoda – pro detailní mikrofyzikální účely použitelný pouze ve dne. V noci pouze tepelná složka, využitelná pouze pro rámcové stanovení mikrofyziky (pro HHO konvektivních bouří velmi nízká úroveň intenzity záření, nerozliší detaily).

Na rozdíl od SEVIRI (IR3.9) na FCI již nebude zasahovat nad 4  $\mu\text{m}$ , do oblasti absorpce H<sub>2</sub>O a CO<sub>2</sub> >>> exaktnější kvantitativní využitelnost.

Společně s 1.6  $\mu\text{m}$  a 2.25  $\mu\text{m}$  kanály využití pro detekci požárů (Fire RGB, zde neuveden).



### RGB 24M (24h Microphysics)

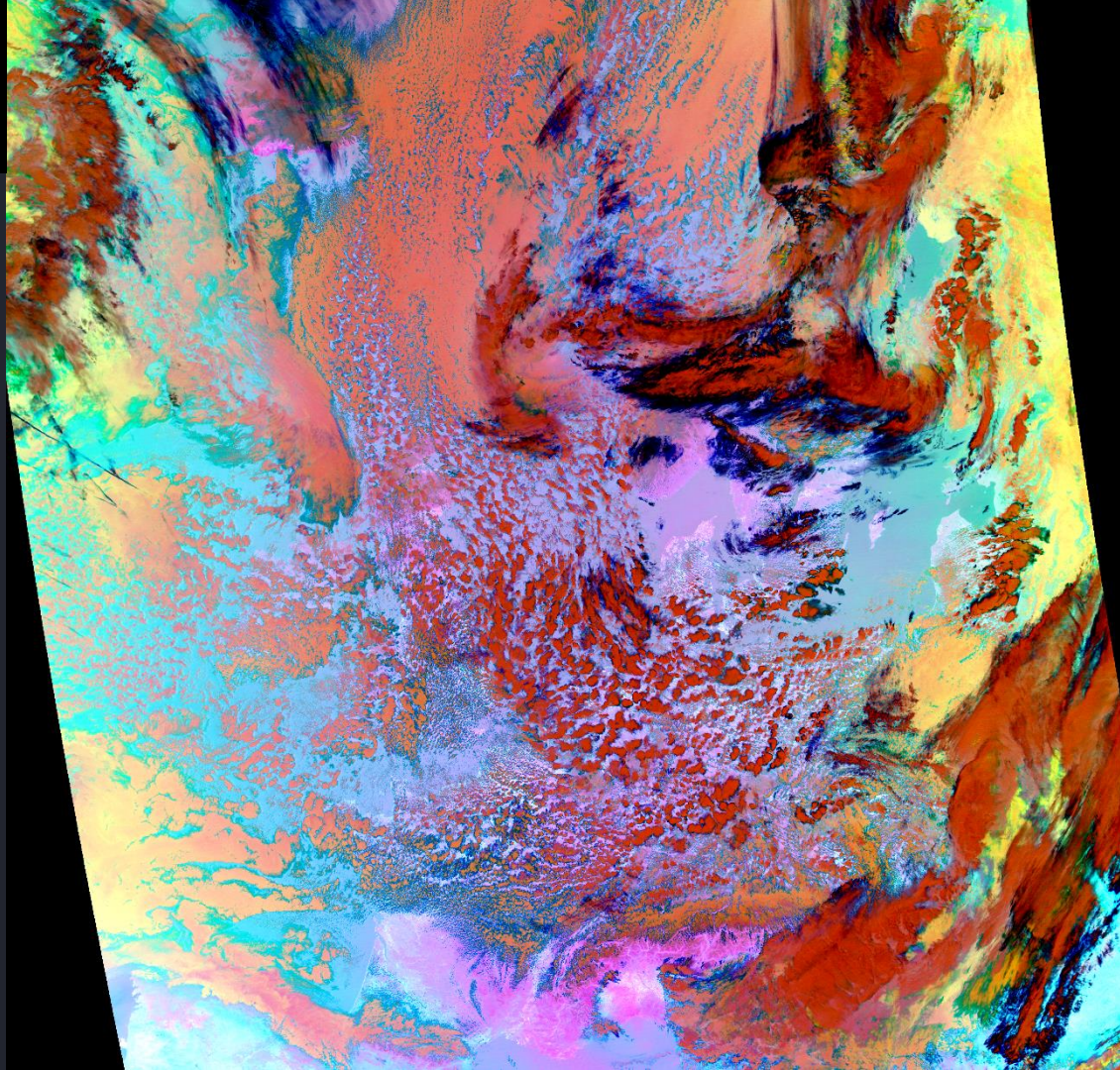
M16 (12.01  $\mu\text{m}$ ) – M15 (10.76  $\mu\text{m}$ ),  
-2.0 – +0.25K lin., FCI IR12.3 – IR10.5

M15 (10.76  $\mu\text{m}$ ) – M14 (8.55  $\mu\text{m}$ ),  
-0.5 – +3.8K lin., FCI IR10.5 – IR8.7

M15 (10.76  $\mu\text{m}$ ), BT 240 – 280K lin., FCI IR10.5

Klasický mikrofyzikální 24M RGB produkt, využívající pouze IR kanály. Díky tomu sice použitelný nepřetržitě, ale méně detailů o její morfologii (struktuře).

Zde uveden pro porovnání s novějšími denními RGB produkty, zaměřenými na mikrofyziku oblačnosti.



### RGB Snow (Daytime Microphysics)

M07 (0.865  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 – 1.1,  $\gamma=1.3$ , FCI VIS0.8

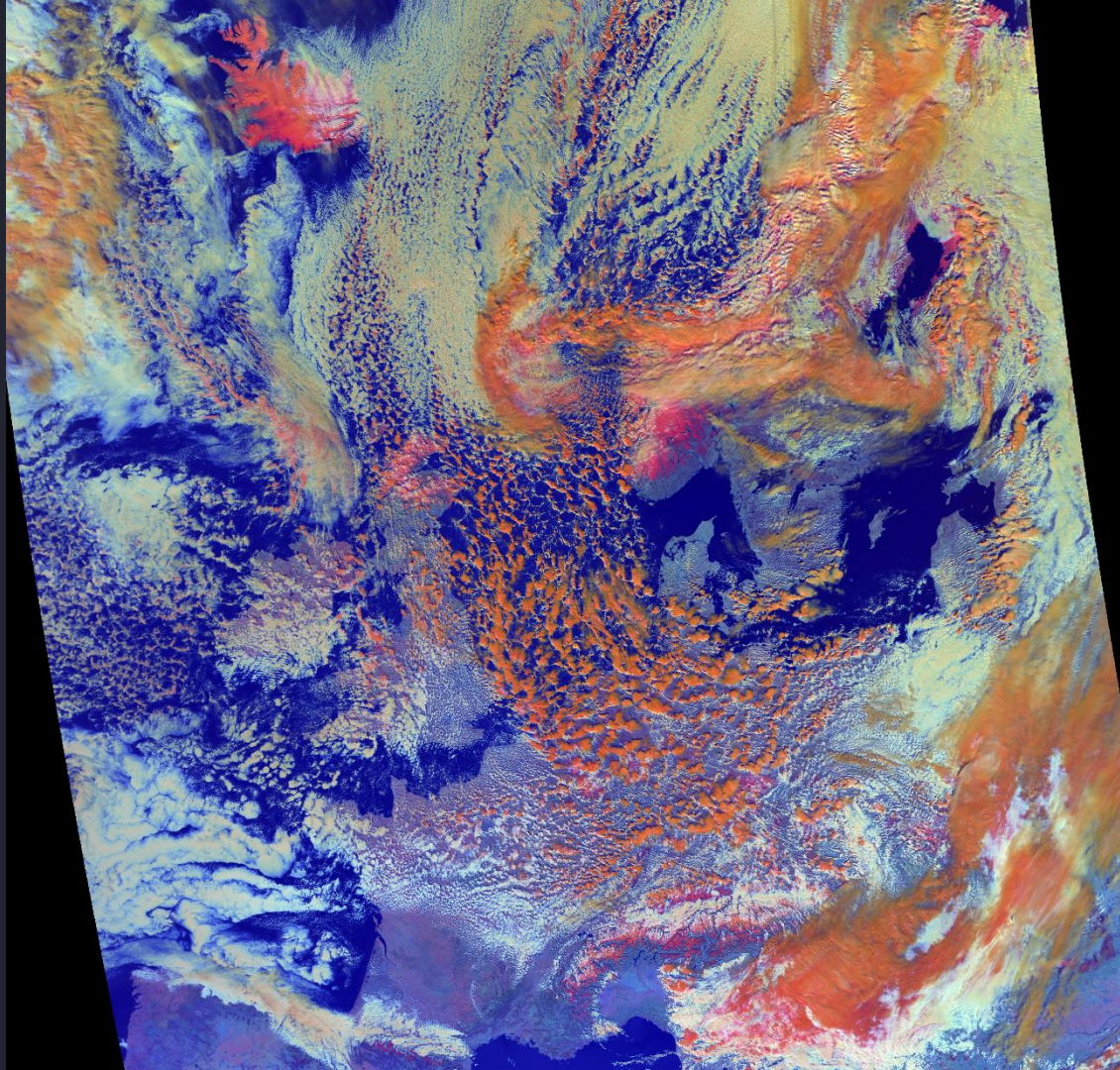
M10 (1.61  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 – 0.7,  $\gamma=1.3$ , FCI NIR1.6

M12 (3.7  $\mu\text{m}$ , ref) BT 250–325K,  $\gamma=1.3$ , FCI IR3.7

Starší denní mikrofyzikální RGB produkt (používaný na SEVIRI), využívající pouze dva ze tří mikrofyzikálních kanálů.

Primárně určen pro odlišení nízké až střední oblačnosti od zasněženého zemského povrchu, resp. fáze oblačnosti.

Zde uveden pro porovnání s novějšími denními RGB produkty, zaměřenými na mikrofyziku oblačnosti.



## RGB Cloud Phase

M10 (1.61  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 – 0.50 lin., FCI NIR1.6

M11 (2.25  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 – 0.50 lin., FCI NIR2.2

M5 (0.67  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 – 0.95 lin., FCI VIS0.6

Jeden z nových denních mikrofyzikálních RGB produktů, primárně určený pro rozlišení fáze oblačnosti (1.6  $\mu\text{m}$  kanál) a velikosti částic (2.25  $\mu\text{m}$  kanál).

Tmavá modrá – zasněžený terén.

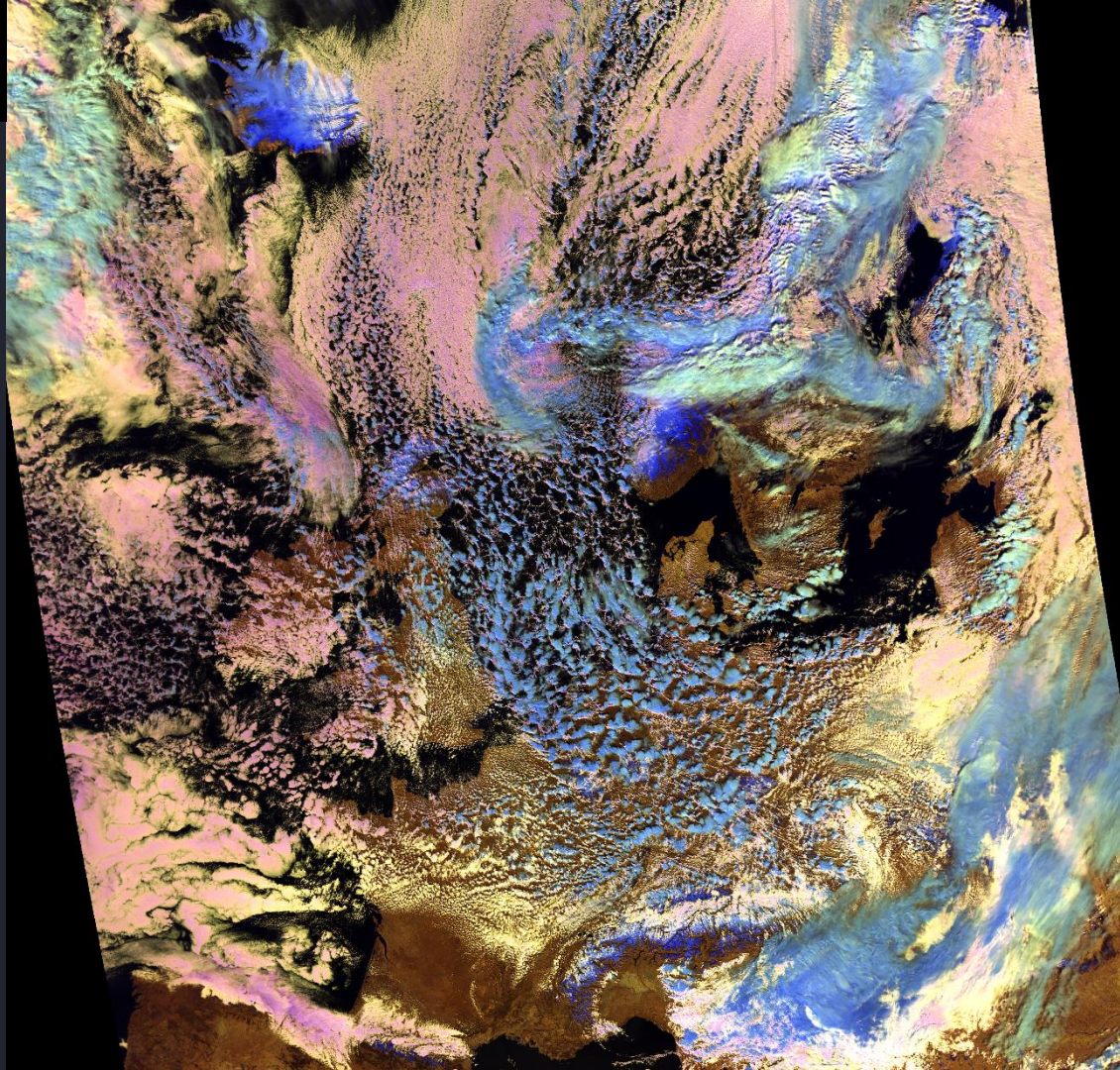
Světlejší modrá – opticky mohutná oblačnost tvořená většími krystalky ledu.

Světlejší modrozelená – opticky hustá oblačnost tvořená drobnějšími krystalky ledu.

Odstíny fialové, růžové až žluté – opticky mohutnější oblačnost tvořená vodními kapkami. Fialová – největší kapky, žlutá až bílá – nejmenší kapky.

----

Největší nevýhoda tohoto RGB produktu – není schopen rozlišit řídké ciry.





## RGB Cloud Phase Distinction

M15 (10.76  $\mu\text{m}$ ), [histogram equalization stretch BT 230 - 300K inv.](#) (image subset), FCI IR10.5

M5 (0.67  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 - 1.1, FCI VIS0.6

M10 (1.61  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 - 0.6, FCI NIR1.6

Další z nových denních mikrofyzikálních RGB produktů, primárně určený pro rozlišení fáze oblačnosti.

Sytá zelená – zasněžený/zaledněný terén

Světlejší modrá, růžová a fialová – nízká až střední oblačnost tvořená vodními kapkami.

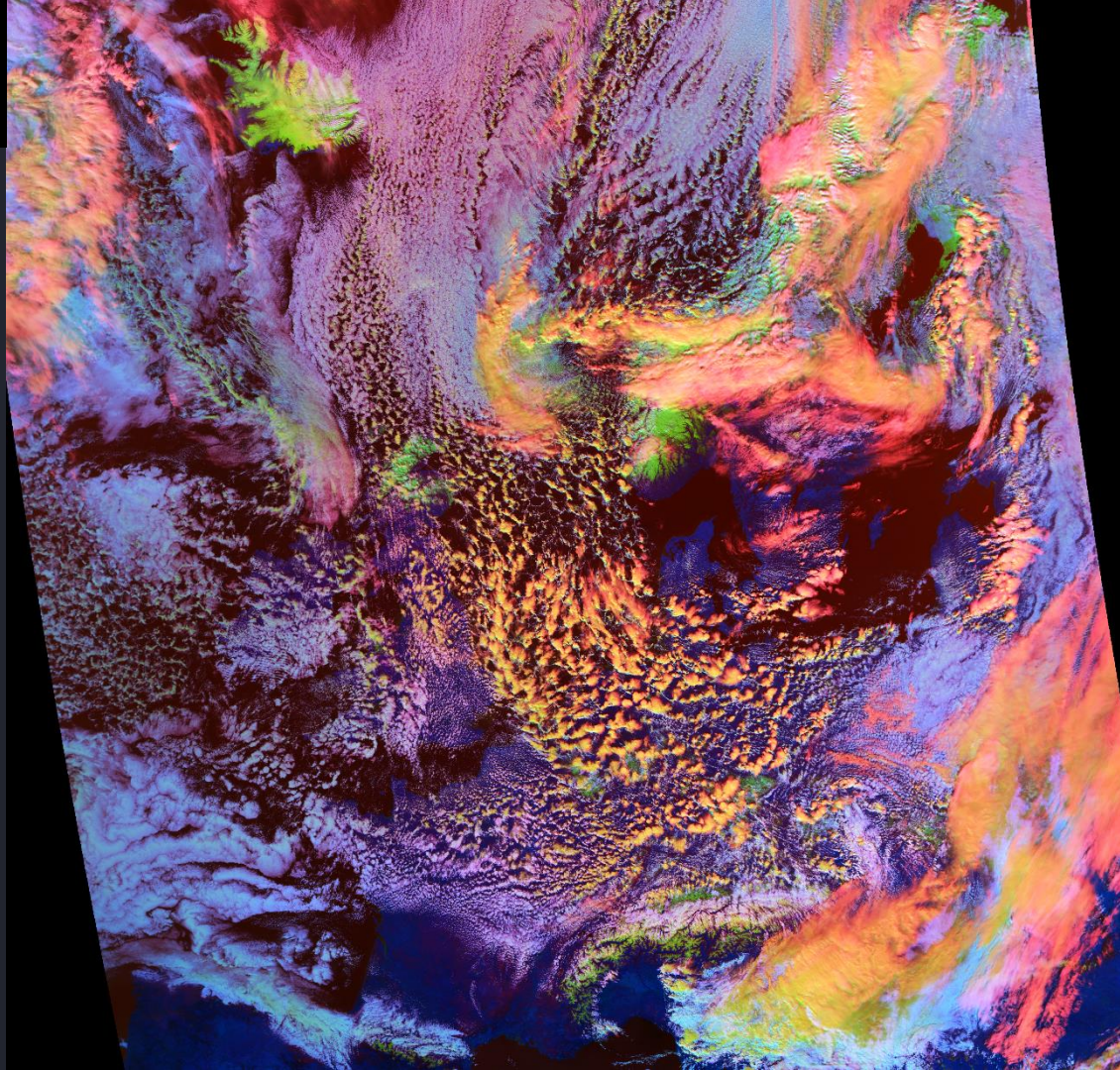
Světlejší zelená – promrzající oblačnost

Světle oranžová až žlutá – promrzlá, opticky mohutná vysoká oblačnost, především konvekce.

Tmavá oranžová až červená – řídké ciry či okraje kovadlin bouří.

-----

Oproti předchozím mikrofyzikálním RGB produktům výraznější odlišení mohutné konvekce od všeho ostatního, proto určen především pro monitorování bouří.



## RGB Cloud Type

M9 (1.38  $\mu\text{m}$ ), [hist.equal.stretch](#), 0–0.5, FCI NIR1.3

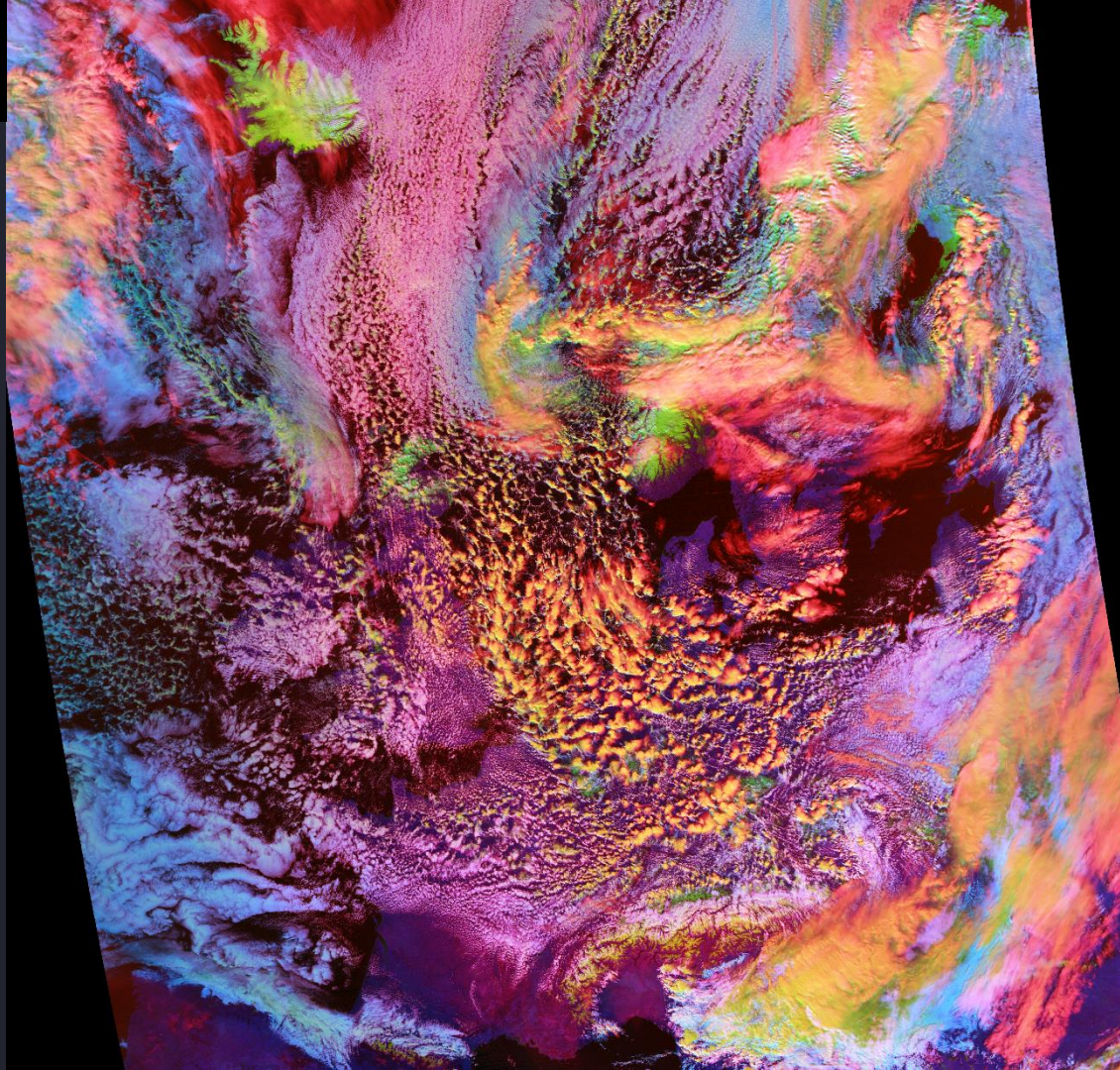
M5 (0.67  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 – 1.1, FCI VIS0.6

M10 (1.61  $\mu\text{m}$ ), ref. 0.0 – 0.6, FCI NIR1.6

Téměř identický (z hlediska interpretace barev) denní mikrofyzikální RGB produkt jako předchozí (Cloud Phase Distinction). Jediný rozdíl je v červené složce – místo tepelného kanálu použit kanál 1.38  $\mu\text{m}$ , který je citlivější pro detekci řídkých cirů.

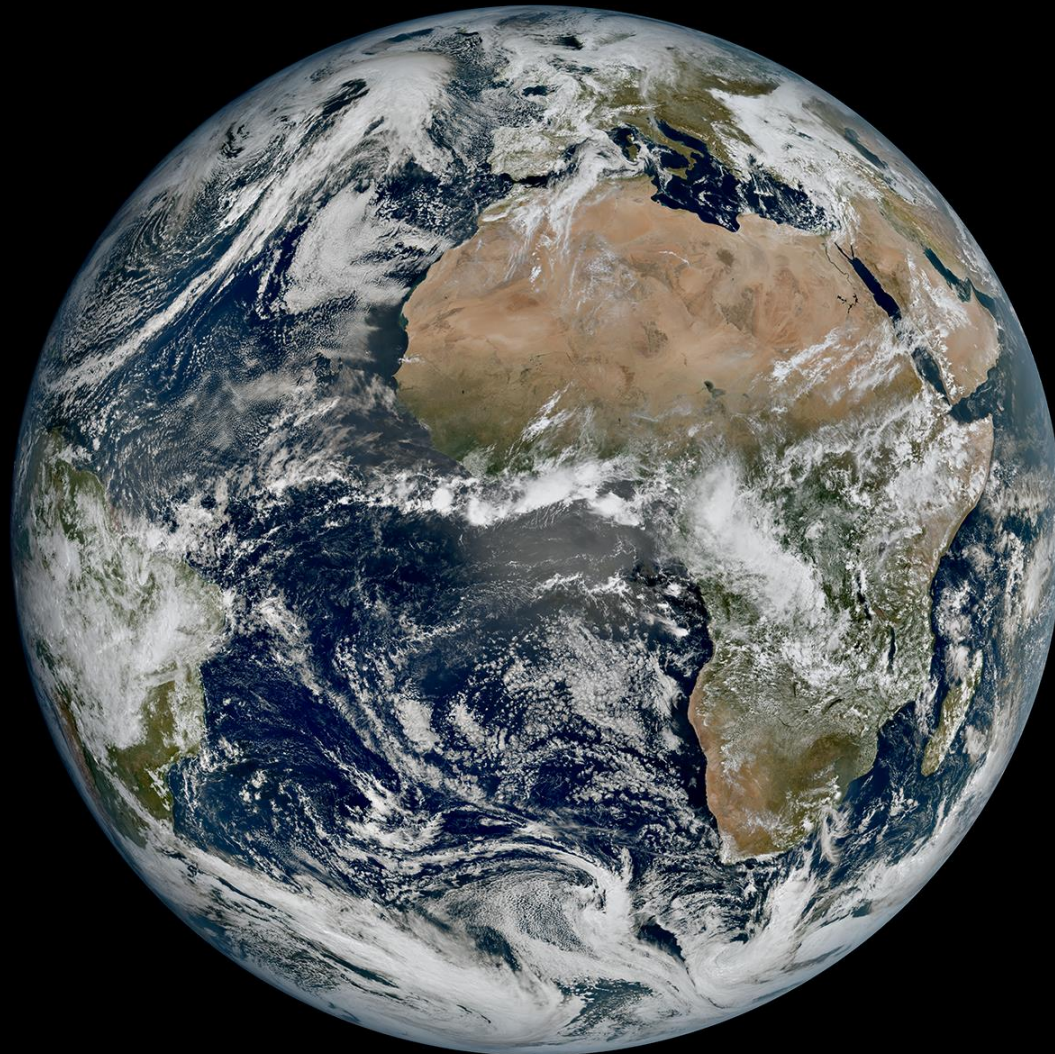
-----

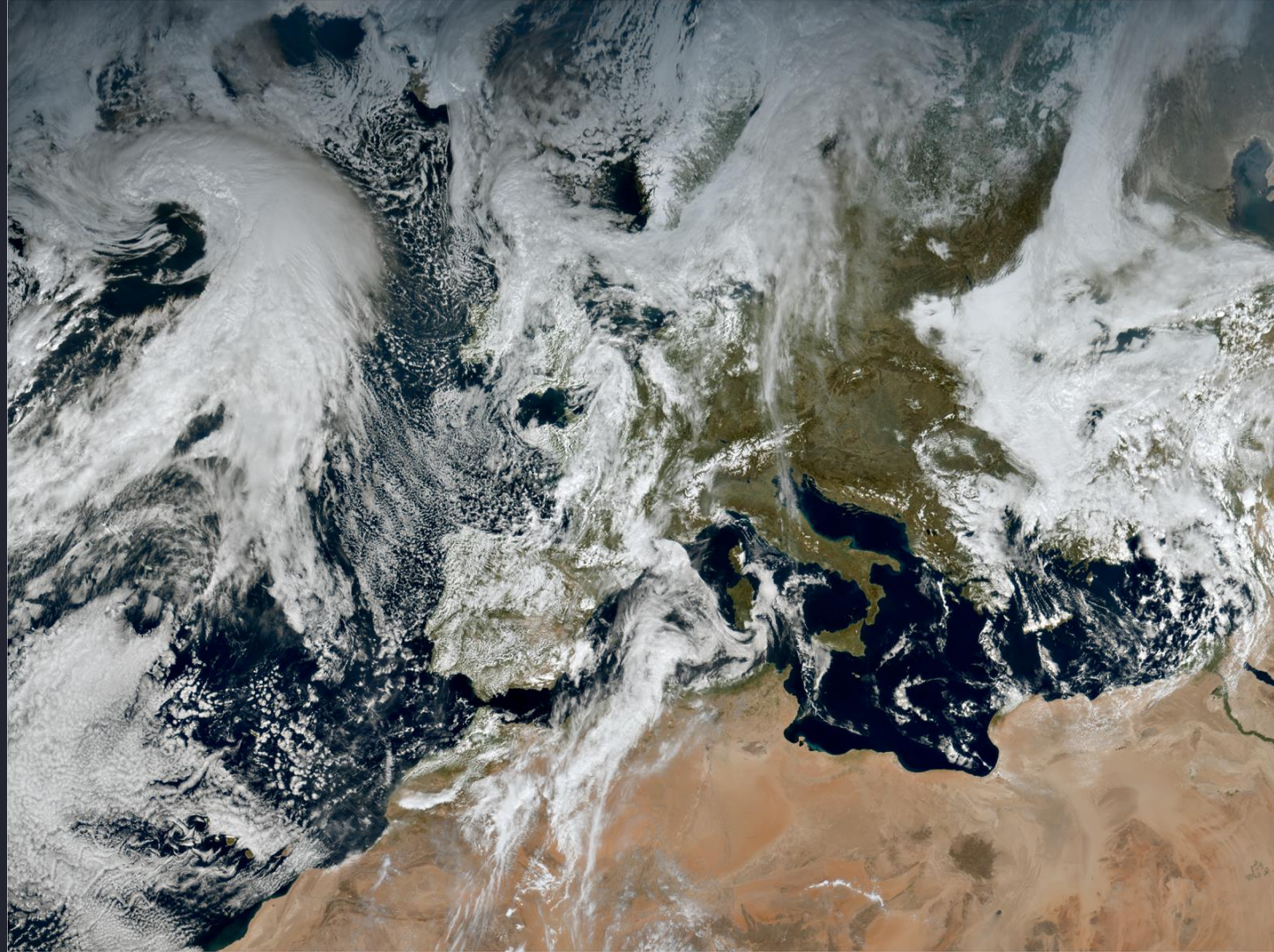
V obou RGB produktech je vhodné nastavit v červené složce výraznější zobrazení v tmavých, resp. chladných částech pásma – lepší zobrazení řídkých cirů bez „přepálení“ opticky mohutné oblačnosti (centrálních částí bouří). Viz poslední třetina prezentace (konvektivní bouře).

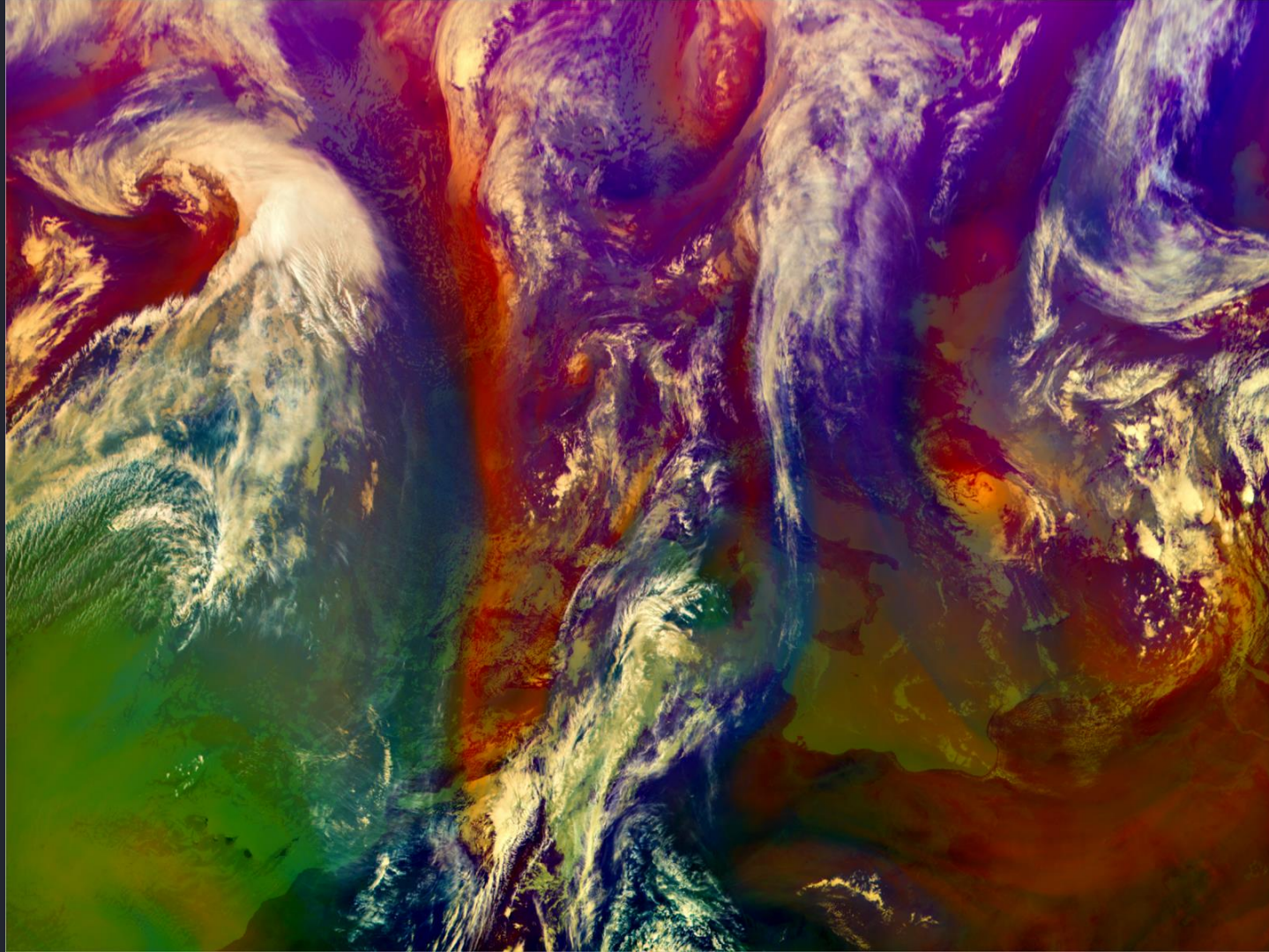


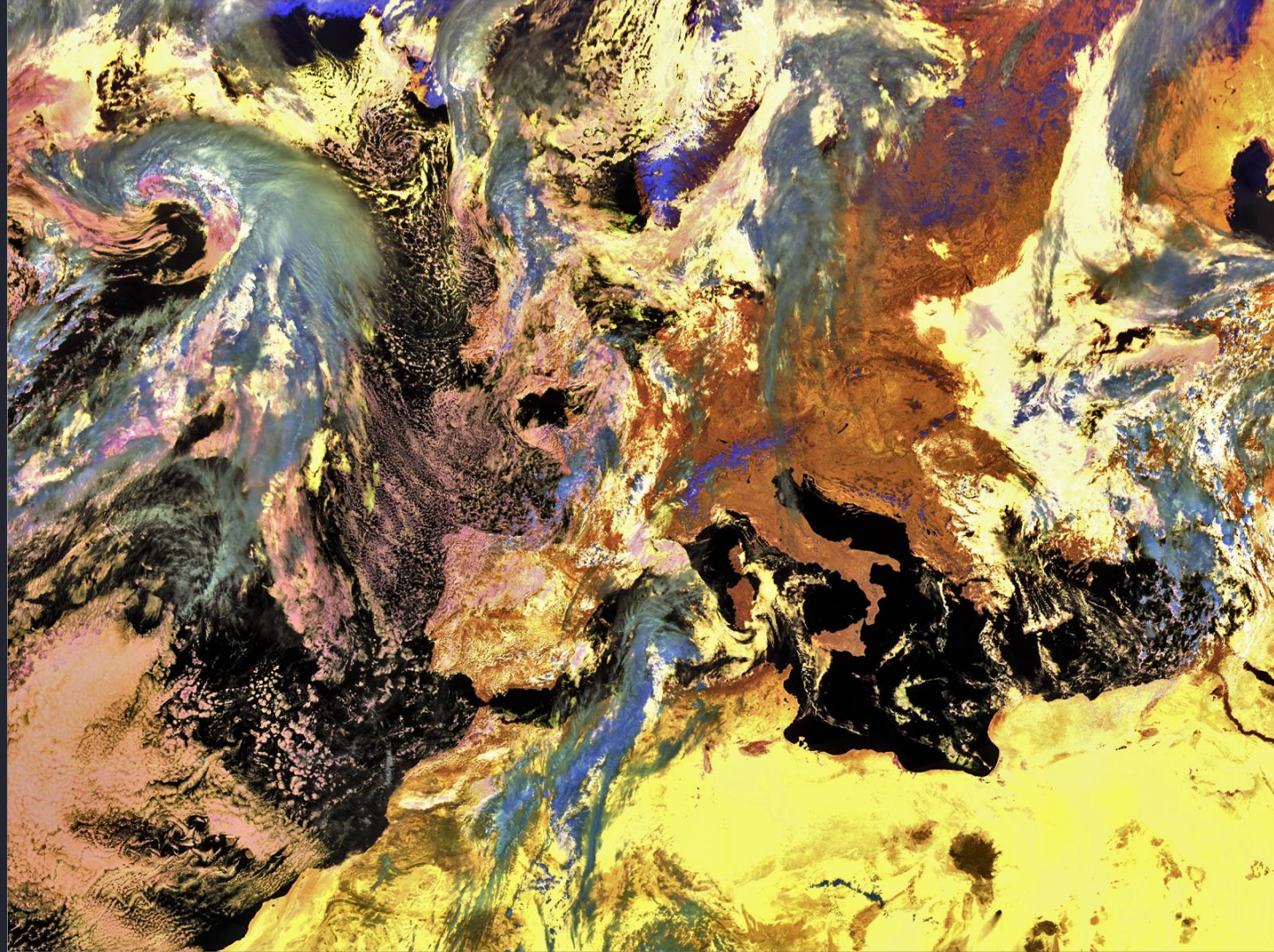
## První snímky z MTG-I1 FCI

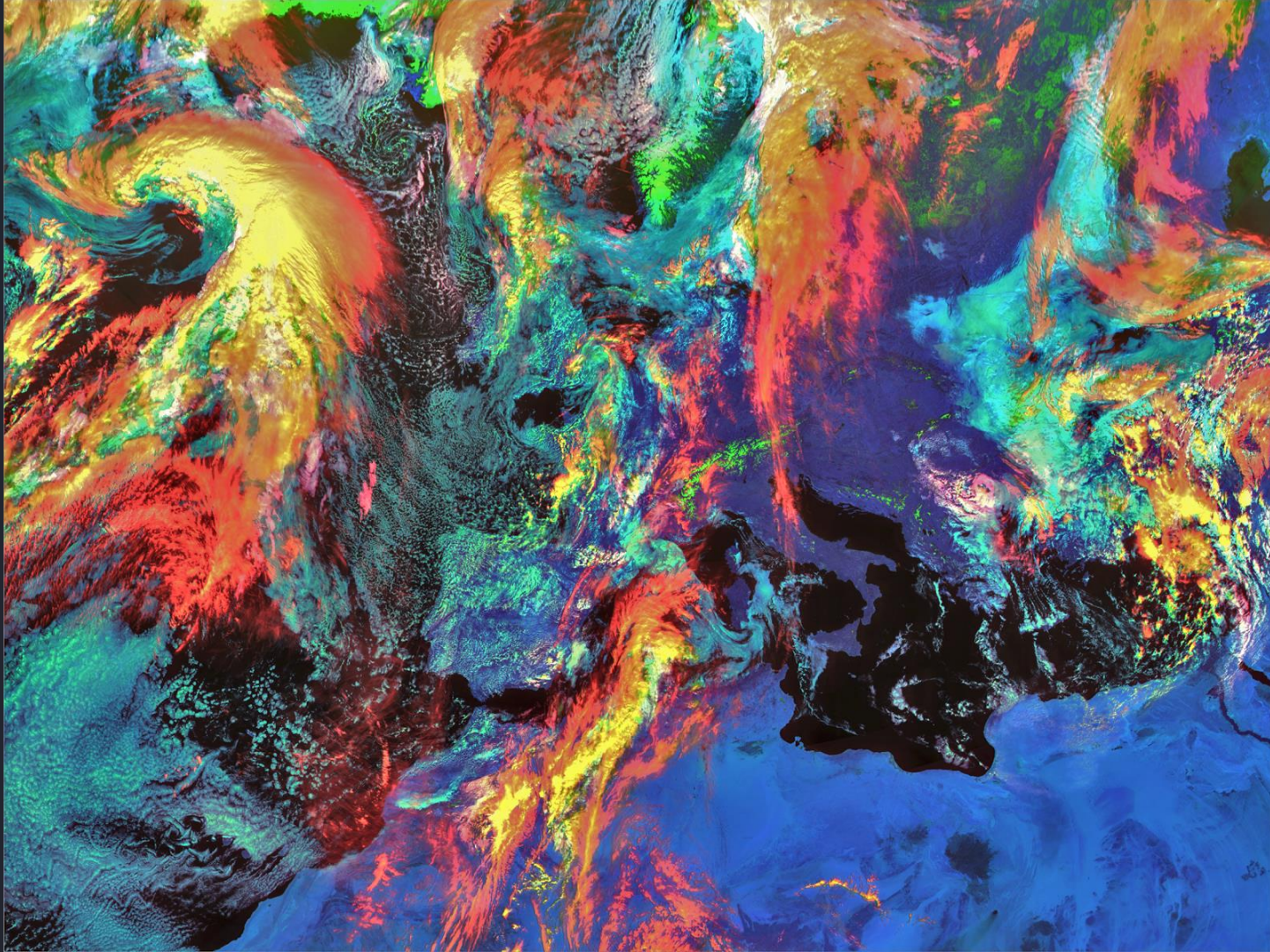
- 18. 3. 2023 (11:45 UTC) – vůbec první snímek pořízený družicí MTG-I1 přístrojem FCI
- 4. 5. 2023 – zveřejnění prvních snímků
- <https://www.eumetsat.int/features/discover-first-images-mtg-i1>
- <https://imagine.eumetsat.int/smartViews/view?view=MTG-I1FirstData>
  
- od května do listopadu další průběžné testování přístroje FCI (včetně režimu rapid scan)
- první data pro externí „closed loop testers“ nejspíš v červenci (včetně družicového odd. ČHMÚ)
- operativní dostupnost snímků FCI od prosince 2023 (pak družice přejmenována na Meteosat-12)













IR10.5 sendvič, Guinea  
interval snímání 10 minut

## Další zdroje informace k družicím MTG a jejich přístrojům:

- <https://www.eumetsat.int/meteosat-third-generation>
- <https://www.eumetsat.int/mtg-resources>
- [https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Meteorological\\_missions/meteosat\\_third\\_generation](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Meteorological_missions/meteosat_third_generation)
- [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Missions/MTG/](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Missions/MTG/)
- <https://www.eoportal.org/satellite-missions/meteosat-third-generation>
  
- <https://www.arianespace.com/vehicle/ariane-6/>
- [https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Transportation/Launch\\_vehicles/Ariane\\_6](https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Launch_vehicles/Ariane_6)
  
- <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/102/5/BAMS-D-19-0304.1.xml> (BAMS, 2021)
- [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2023/MZ\\_02\\_2023.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2023/MZ_02_2023.pdf) (Met. zprávy 02/2023)

DĚKUJI ZA POZORNOST

