

Využití přístroje VIIRS družic S-NPP a NOAA-20 v rámci příprav na Meteosat třetí generace (MTG)

RNDr. Martin Setvák, CSc.

družicové oddělení ČHMÚ

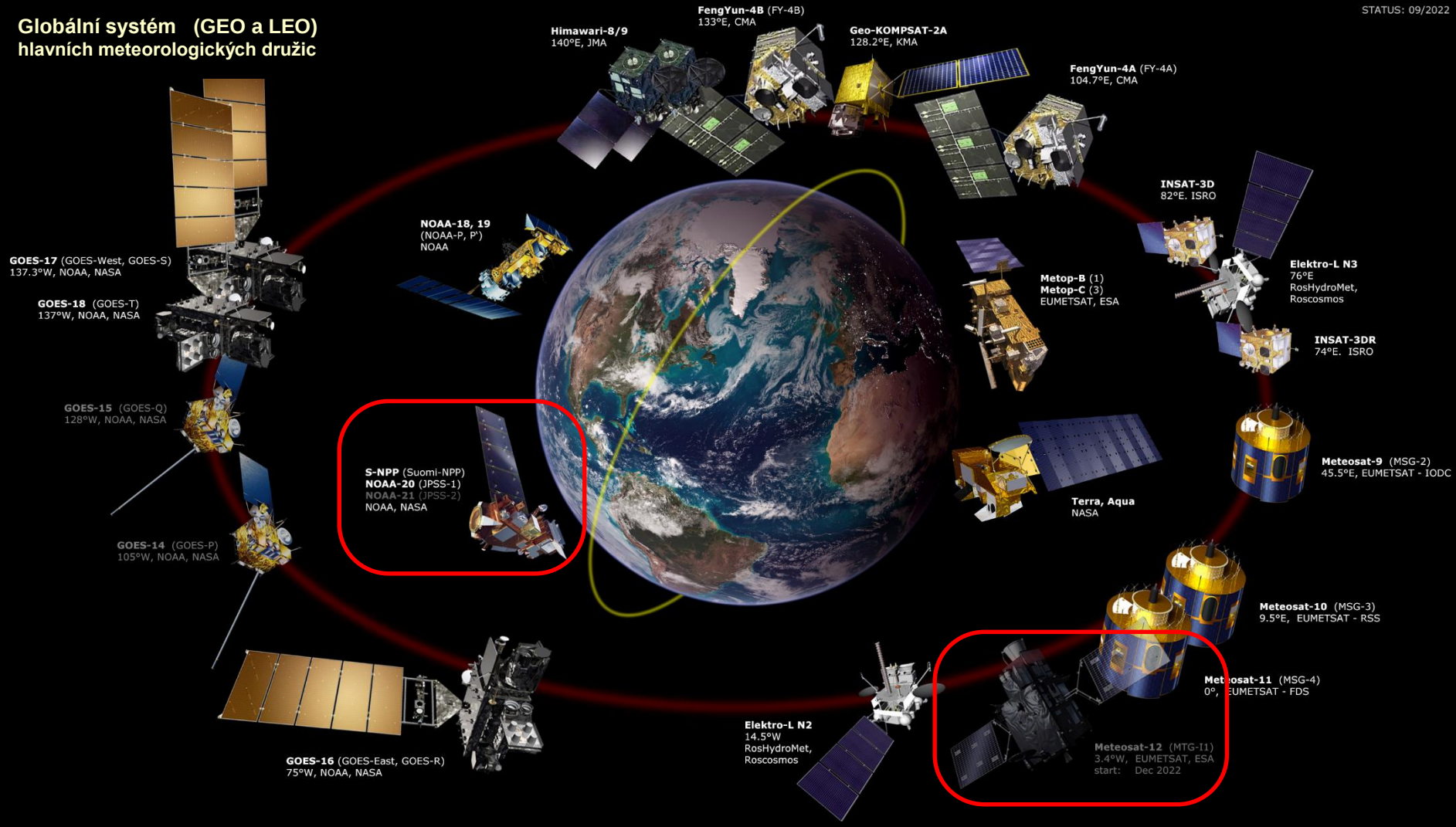
www.chmi.cz

e-mail: martin.setvak@chmi.cz

osobní stránky: www.setvak.cz

České uživatelské fórum Copernicus 2022, 28. - 29. 11. 2022, Kongresové centrum Praha

Globální systém (GEO a LEO) hlavních meteorologických družic



Organizace EUMETSAT

a její geostacionární družice Meteosat

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

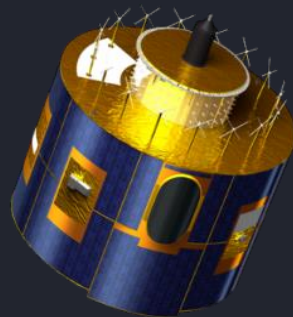
Meteosat druhé generace (MSG): Meteosat 8 (2002) až Meteosat 11 (2015)

Meteosat třetí generace (MTG): 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

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 $3,5^{\circ}\text{E}$ (nové, resp. záložní družice)

Meteosat 9:

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

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



Meteosat třetí generace
Meteosat Third Generation
MTG

**MTG Imager
(MTG-I)**



**MTG Sounder
(MTG-S)**



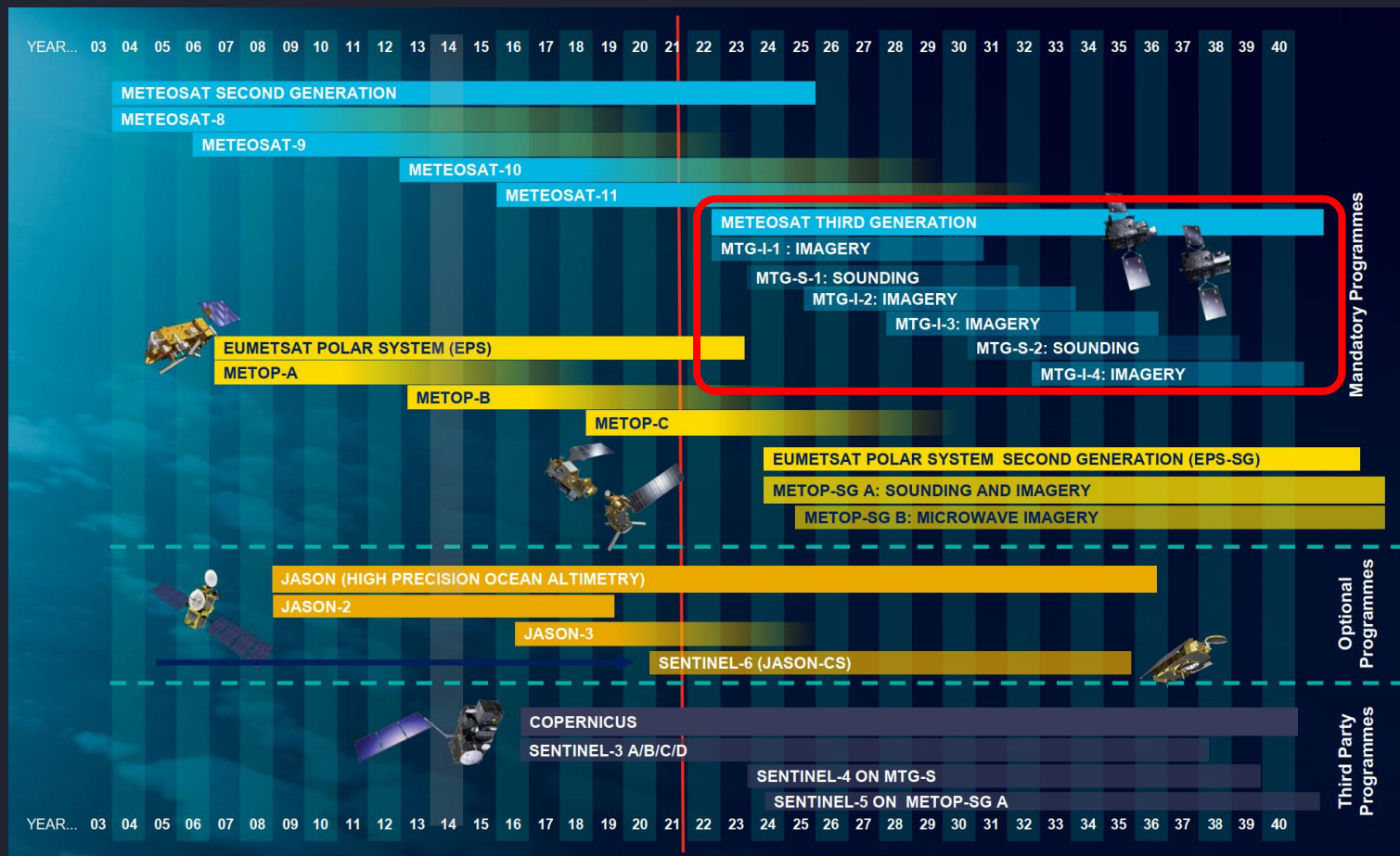


MTG-I ... MTG – Imager

předpoklad startu: prosinec 2022
celkem 4 družice, MTG-I1 až I4

MTG-S ... MTG – Sounder

předpoklad startu: srpen 2024 (???)
celkem 2 družice, MTG-S1 a S2



stav a plány:
leden 2022

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

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI)

rozlišení FCI pro oblast ČR

*

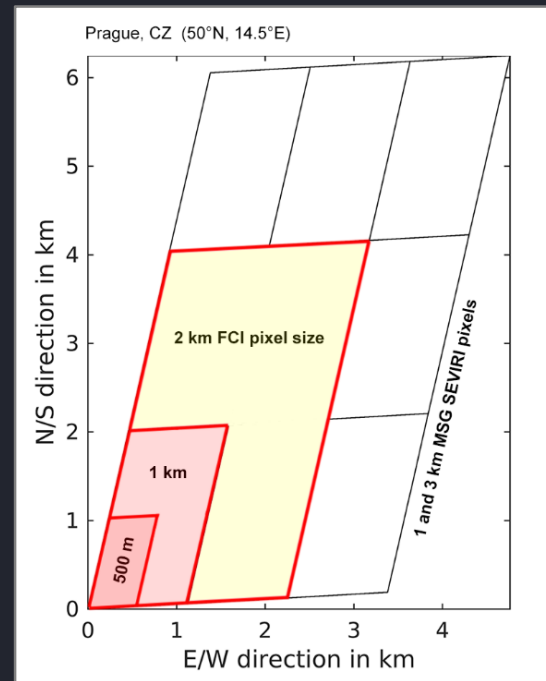
*

*

*

*

označení kanálu	střední vlnová délka	rozlišení (velikost pixlu v nadiru)
VIS 0.4	0.444 μm	1 km
VIS 0.5	0.510 μm	1 km
VIS 0.6	0.640 μm	1 km NR / 0.5 km HR RSS
VIS 0.8	0.865 μm	1 km
VIS 0.9	0.914 μm	1 km
NIR 1.3	1.380 μm	1 km
NIR 1.6	1.610 μm	1 km
NIR 2.2	2.250 μm	1 km NR / 0.5 km HR RSS
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR RSS
WV 6.3	6.300 μm	2 km
WV 7.3	7.350 μm	2 km
IR 8.7	8.700 μm	2 km
IR 9.7 (O3)	9.660 μm	2 km
IR 10.5	10.50 μm	2 km NR / 1.0 km HR RSS
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km



FDS = Full Disk Service
RSS = Rapid Scan Service

NR = Normal Resolution bands
HR = High Resolution bands

* nové kanály, nedostupné na MSG SEVIRI

10 min FDS a RSS NR / 2.5 min RSS HR

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 (H2O)	0.914		1 km	—				—				b17 **	0.905	0.890 - 0.920	1 km	—				
NIR 1.3 (H2O)	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	0.75 km	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		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 (H2O)	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 (H2O)	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 (O3)	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 (CO2)	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 (FY-4A, nemá 0.9 μm).

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

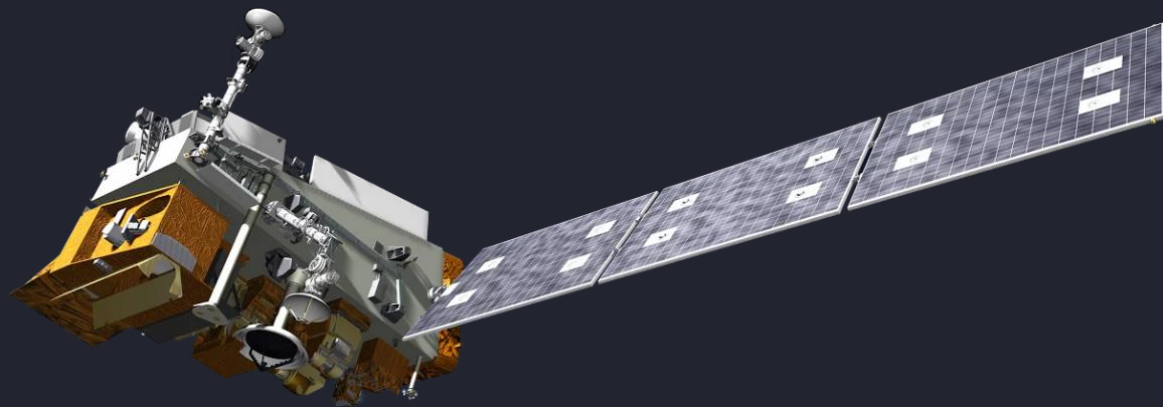
- Meteosat-8 (MSG-1) – program IODC do června 2022, poté postupně přemístěn na hřbitovní dráhu a jeho deaktivace
- Meteosat-9 (MSG-2) – od července 2022 program IODC
- Meteosat-10 (MSG-3) – primární družice pro RSS do konce roku 2022, poté k dispozici pro FES do roku 2030
- Meteosat-11 (MSG-4) – k dispozici pro FES do konce 2033 (za předpokladu 5 let provozování RSS, dokud nebude k dispozici MTG-I2)
- MTG-I1 (budoucí Meteosat-12) – start 14. prosince 2022, následovaný 11 měsíci testování a zprovoznování, operativně FES služba
- MTG-S1 (budoucí Meteosat-13) – předpokládaný start ve druhé polovině 2024 (v závislosti na připravenosti Ariane 64 – vůbec první start této konfigurace nosiče)
- MTG-I2 (budoucí Meteosat-14) – předběžně plánovaný start na jaro 2026, služba RSS
- MTG-I3, I4 a MTG-S2

Start družice MTG-I1

13. prosince 2022 21:30 SEČ

https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/Media_advisory_Launch_of_the_first_Meteosat_Third_Generation_satellite_MTG-I1

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/ESA_Web_TV

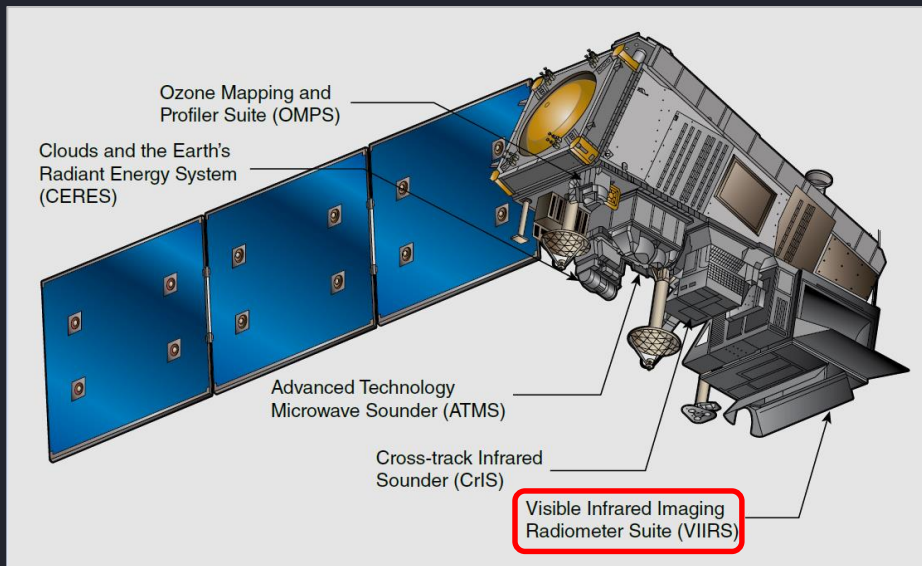
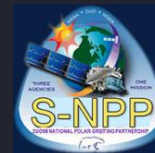


Přístroj VIIRS

družic NOAA/NASA nové generace:

Suomi-NPP, JPSS-1 (NOAA-20) a JPSS-2 (NOAA-21)

Družice SNPP a JPSS (Joint Polar Satellite System)



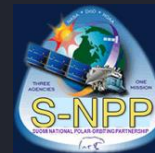
Joint Polar Satellite System (JPSS)

- [Suomi-NPP \(SNPP\)](#) – 2011-10-28
- [JPSS-1 / NOAA 20](#) – 2017-11-18
- [JPSS-2 / NOAA 21](#) – 2022-11-01
- JPSS-3 ~ 2026
- JPSS-4 ~ 2031

NOAA-20 na stejné dráze jako Suomi-NPP, o cca 50 minut později

- [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 \(CERES\)](#)

SNPP a JPSS – další informace, data a software na internetu:



<https://www.star.nesdis.noaa.gov/jpss/>

<https://www.wmo-sat.info/oscar/satellites/view/208>

<https://www.nesdis.noaa.gov/current-satellite-missions/currently-flying/joint-polar-satellite-system/jpss-mission-and>

Data VIIRS (volně dostupná): [NOAA CLASS](#)

Zpracování a zobrazení dat: [McIDAS-V](#) (freeware)

Volně dostupné snímky DNB: [NASA Worldview – VIIRS DNB](#)

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
VIS/NIR 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%	
S/MWIR	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%

Celkem 22 kanálů:

I bands – 375 m (5)

M bands – 750 m (16)

DNB band – 750 m (1)

VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite)

Využití v ČHMÚ (ve spolupráci s EUMETSATem) při přípravách na MTG-I FCI:

- simulace geometrického rozlišení kanálů FCI pro oblast střední Evropy (detaily oblačnosti konvektivních bouří, detekce řídkých mlh, detekce požárů)
- studium vlastností nových kanálů FCI (zejména pásmo 1.38 μm) (detekce velmi řídkých cirů, aerosolů, detaily přízemního pole vlhkosti)
- příprava na nové operativní RGB produkty FCI

VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite)

Využití v ČHMÚ (ve spolupráci s EUMETSATem) při přípravách na MTG-I FCI:

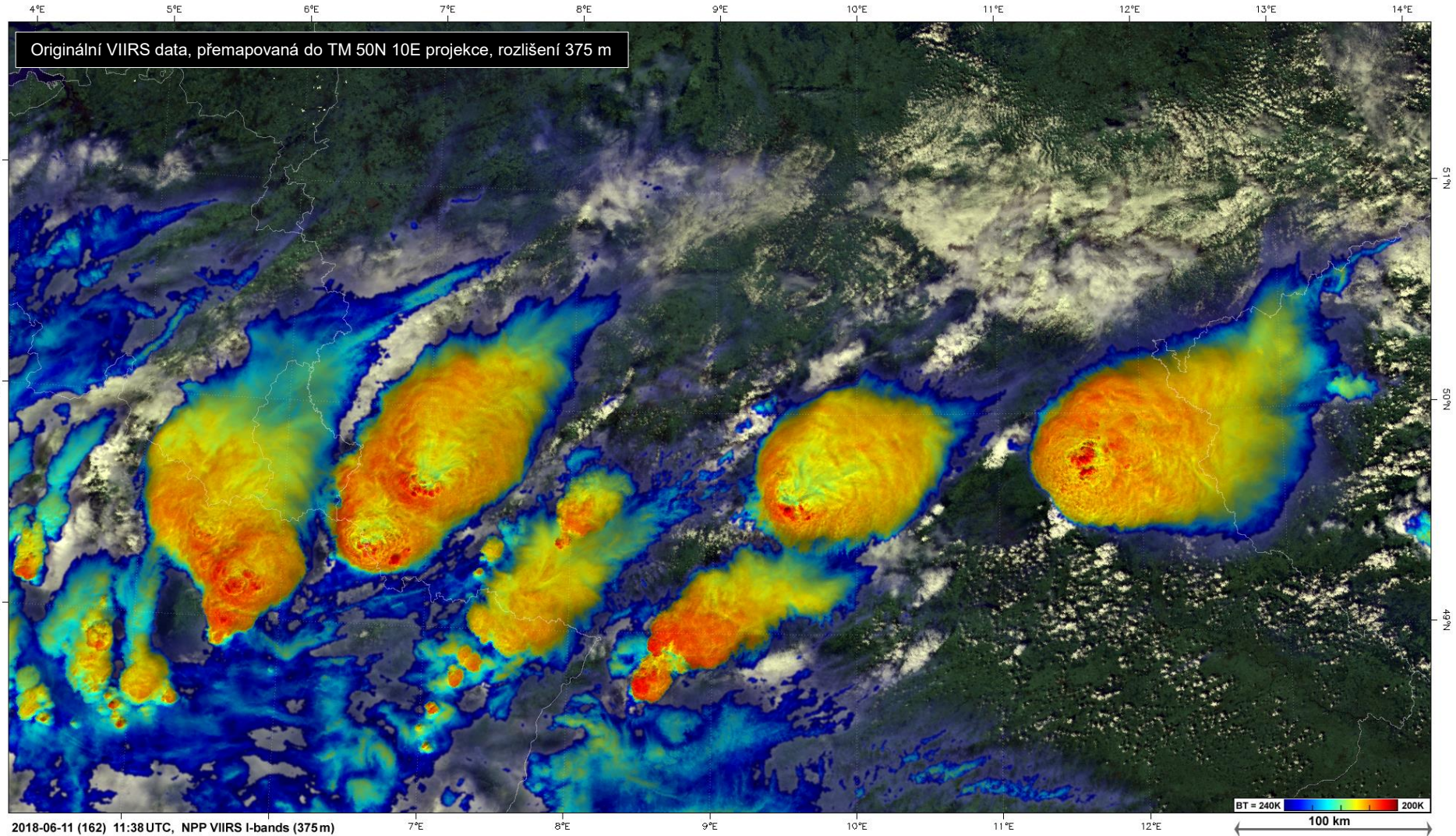
- simulace geometrického rozlišení kanálů FCI pro oblast střední Evropy (detaily oblačnosti konvektivních bouří, detekce řídkých mlh, detekce požárů)
- studium vlastností nových kanálů FCI (zejména pásmo $1.38\text{ }\mu\text{m}$) (detekce velmi řídkých cirů, aerosolů, detaily přízemního pole vlhkosti)
- příprava na nové operativní RGB produkty FCI

11. 6. 2018, 11:37 UTC, S-NPP VIIRS, I-bands (375 m)

Silné konvektivní bouře nad západní a střední Evropou

- Zdrojová data: družice S-NPP, VIIRS kanály I2 0.862 μm a I5 11.45 μm (375m, SDR)
- zpracováno v ENVI, s využitím bilineární interpolace v prvním kroku při přemapování VIIRS dat do pracovní projekce (Transverse Mercator, 50N, 10E), a následně metodami agregace pixelů a „nearest neighbor“ při simulaci nižšího (horšího) rozlišení
- simulace kanálů MTG FCI VIS 0.6 (0.640 μm) 0.5 km HR / 1 km NR, a IR10.5 (10.50 μm) 1 km HR / 2 km NR, pro oblast západní až střední Evropy, při pozici družice na 9.5 E (poloha družice realizující RSS)

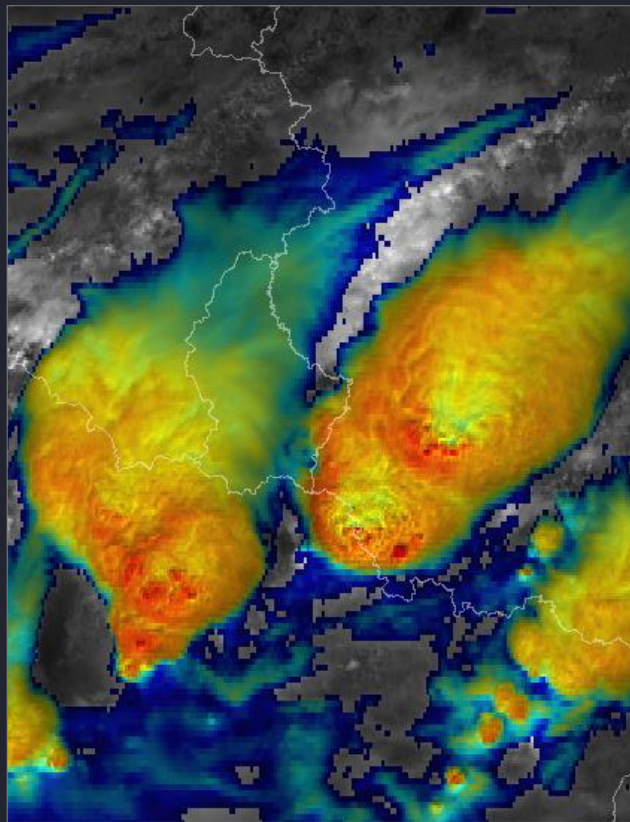
Originální VIIRS data, přemapovaná do TM 50N 10E projekce, rozlišení 375 m



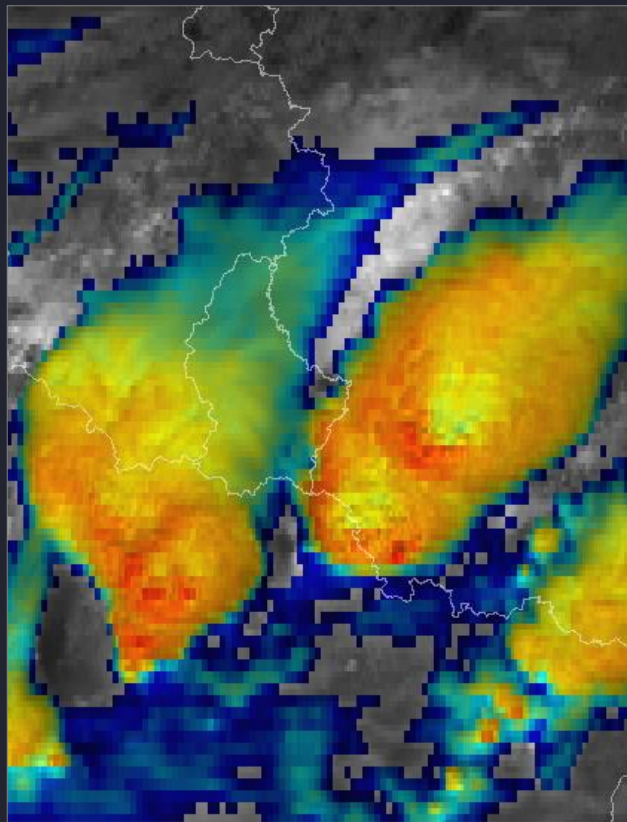
2018-06-11 (162) 11:38 UTC, NPP VIIRS I-bands (375m)

BT = 240K 200K
100 km

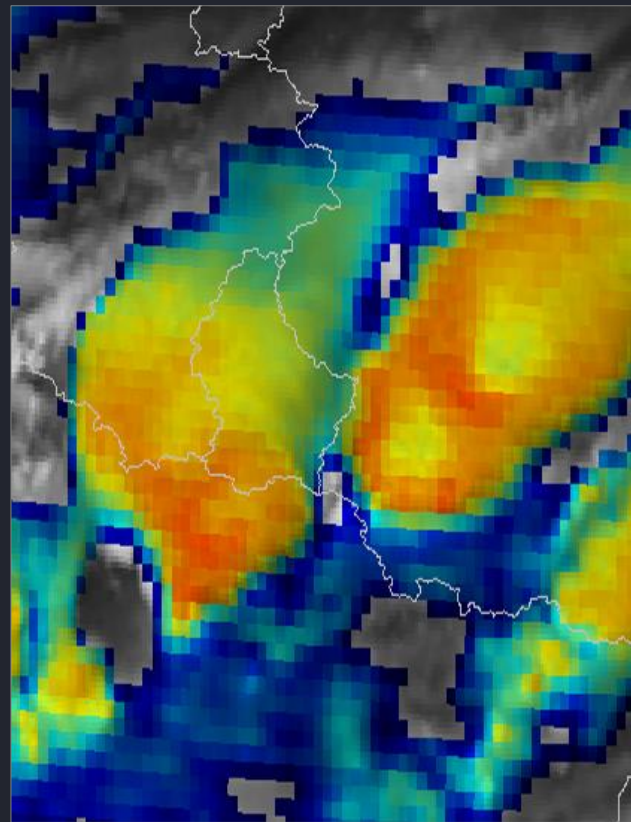
Simulovaná data FCI



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



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



MSG RSS, sendvič HRV & IR10.8 (reálná data)

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)

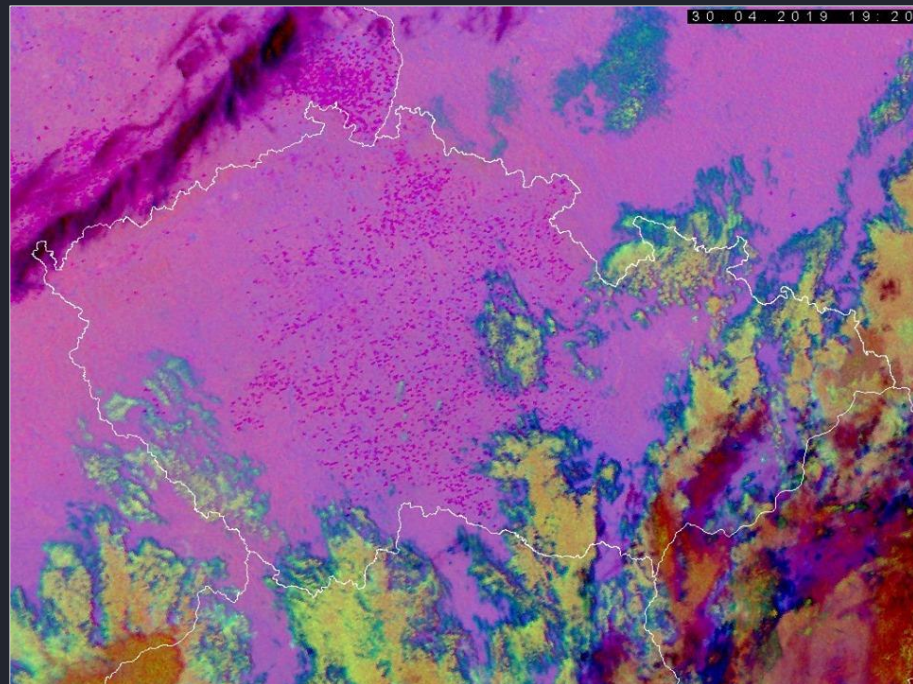
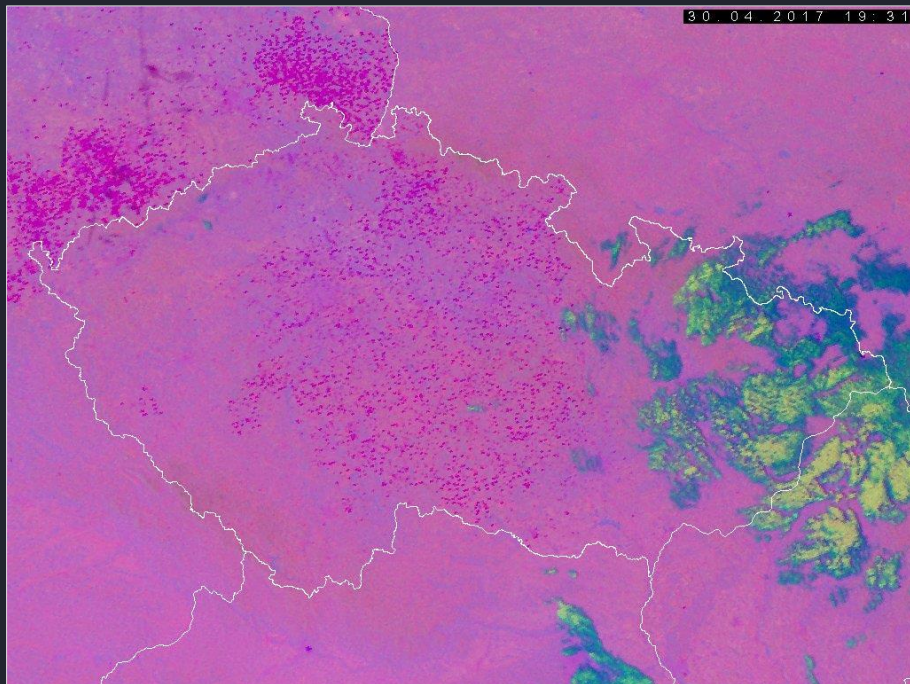
simulace rozlišení 1x2 km (VIS) / 2x4 km (IR)

Noc 30. 4. / 1. 5. 2019, 01:20 UTC, NOAA-20, VIIRS, I-bands (375 m)

Detekce ohňů (v tomto případě „pálení čarodějnic“)

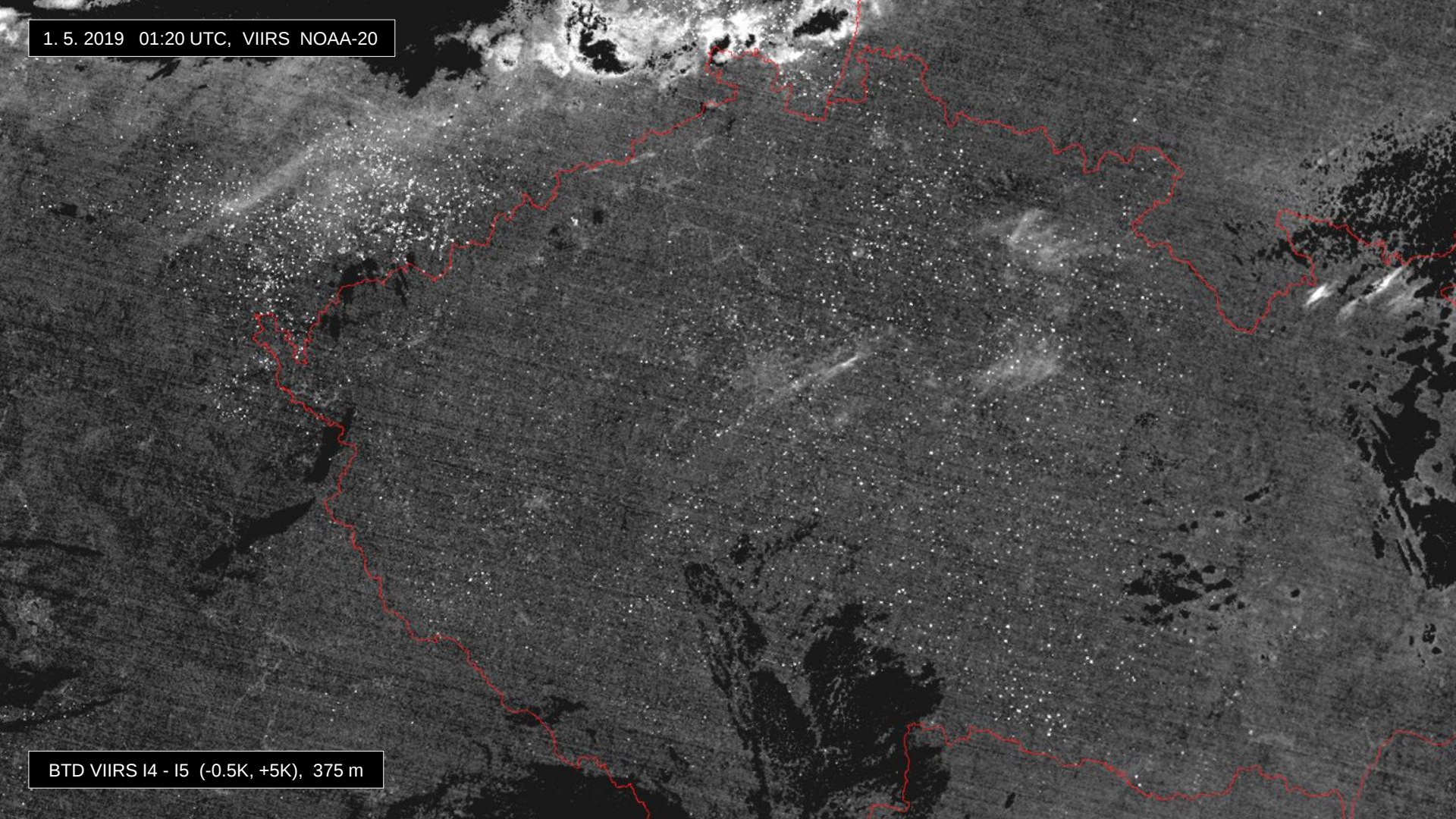
- Zdrojová data: družice NOAA-20, VIIRS kanály I4 3.74 μm a I5 11.45 μm (375m, SDR)
- zpracováno v ENVI, s využitím bilineární interpolace v prvním kroku při přemapování VIIRS dat do pracovní projekce (Transverse Mercator, 50N, 10E), a následně metodami agregace pixelů a „nearest neighbor“ při simulaci nižšího (horšího) rozlišení
- simulace tepelných kanálů MTG FCI IR 3.8 (3.80 μm) a IR10.5 (10.50 μm) 1x2 km HR a 2x4 km NR, pro oblast západní až střední Evropy, při pozici družice na 9.5 E (poloha družice realizující RSS)

Družice Metop, přístroj AVHRR/3, tzv. noční mikrofyzikální RGB produkt (ohně „pálení čarodějnic“)

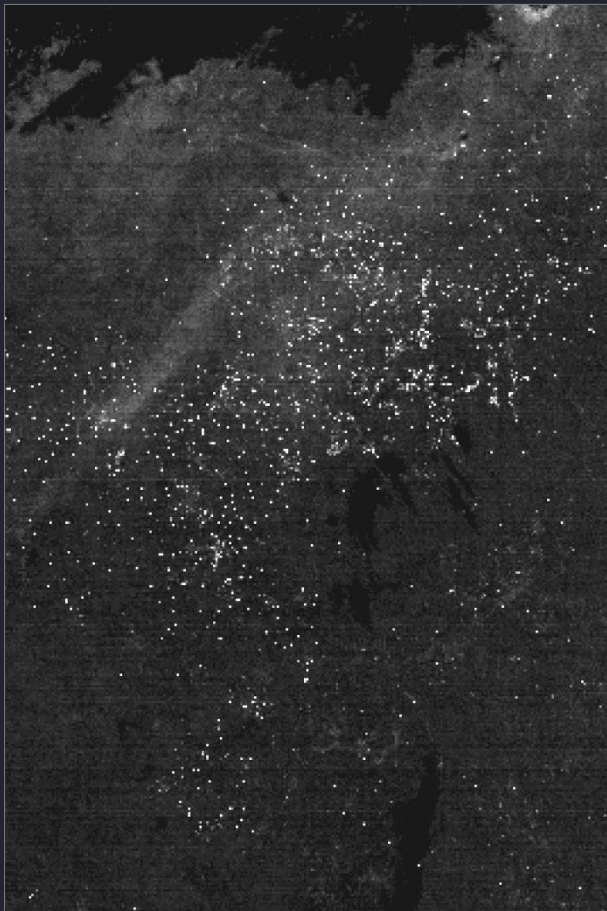


1. 5. 2019 01:20 UTC, VIIRS NOAA-20

BTD VIIRS I4 - I5 (-0.5K, +5K), 375 m

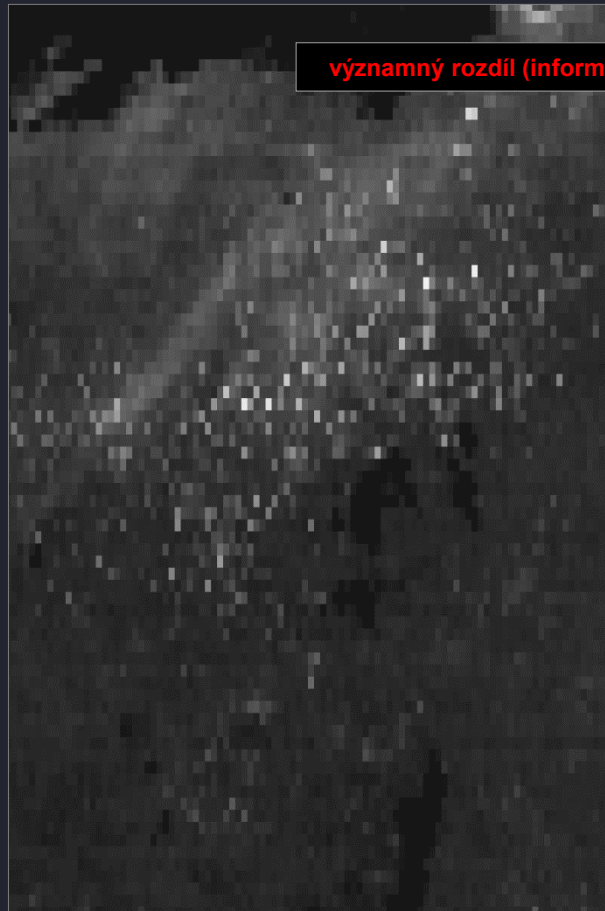


Originální družicová projekce (VIIRS)



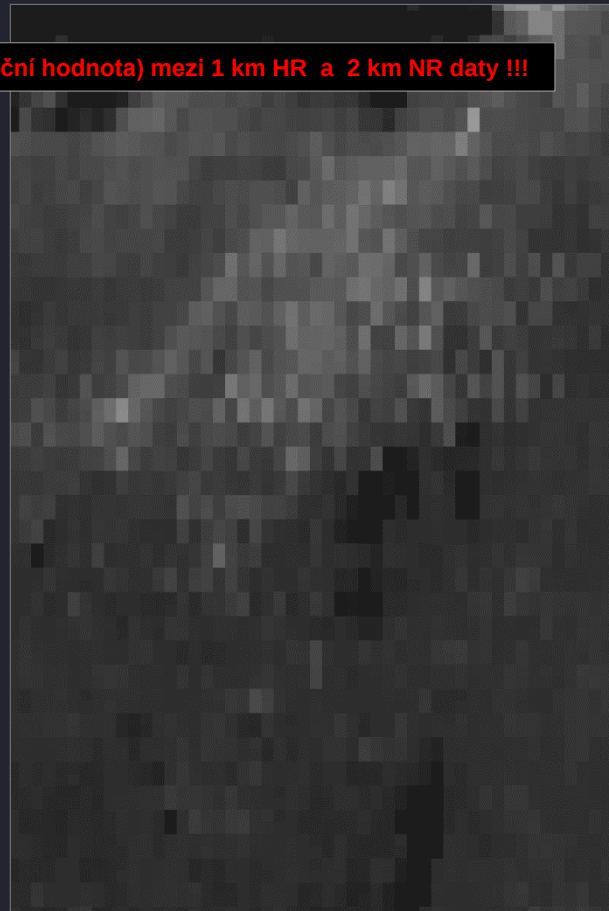
Originální 375 m data

MTG FCI 1 km HR kanály



Simulace rozlišení pixlu 1 x 2 km

MTG FCI 2 km NR kanály



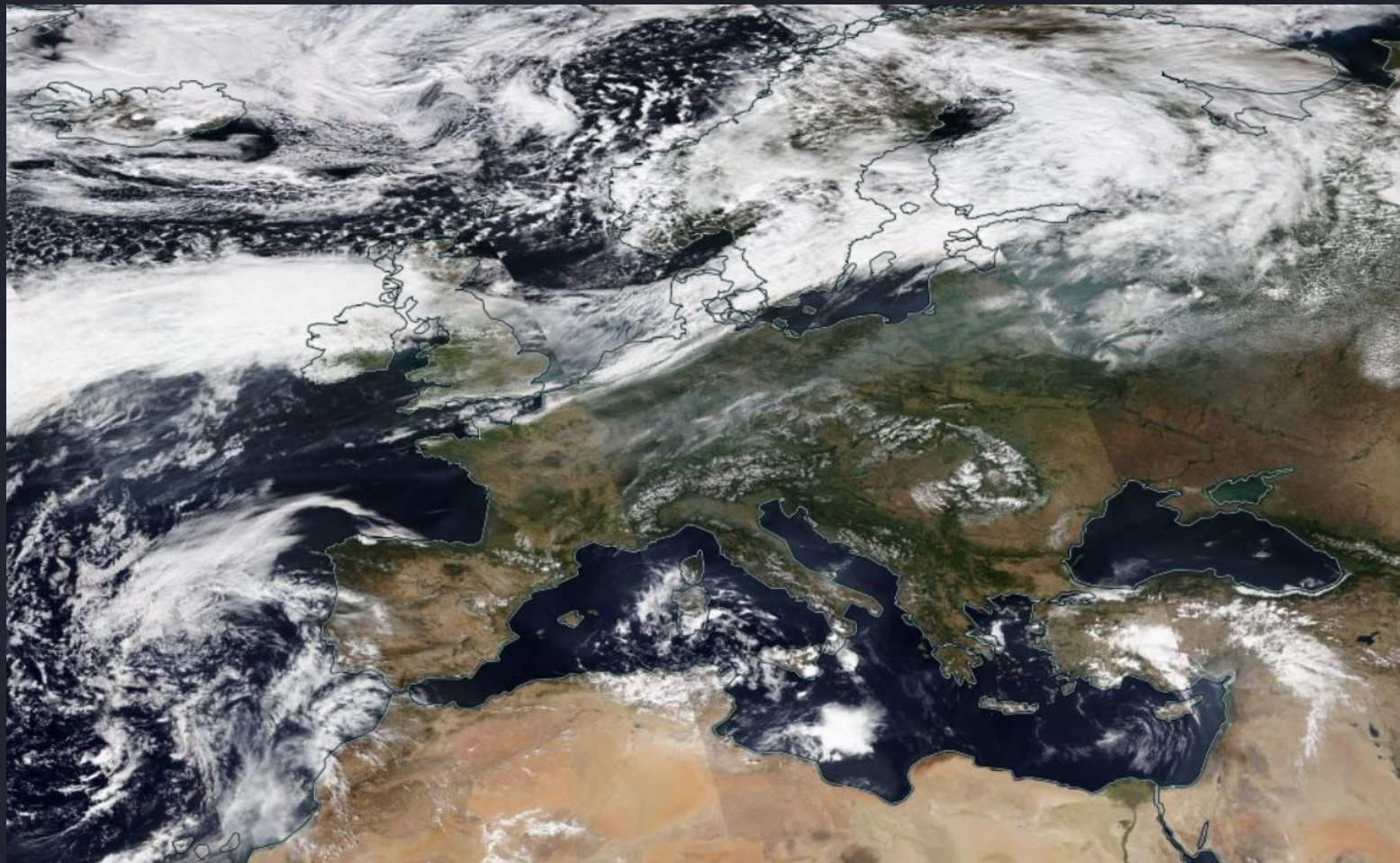
významný rozdíl (informační hodnota) mezi 1 km HR a 2 km NR daty !!!

Simulace rozlišení pixlu 2 x 4 km

VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite)

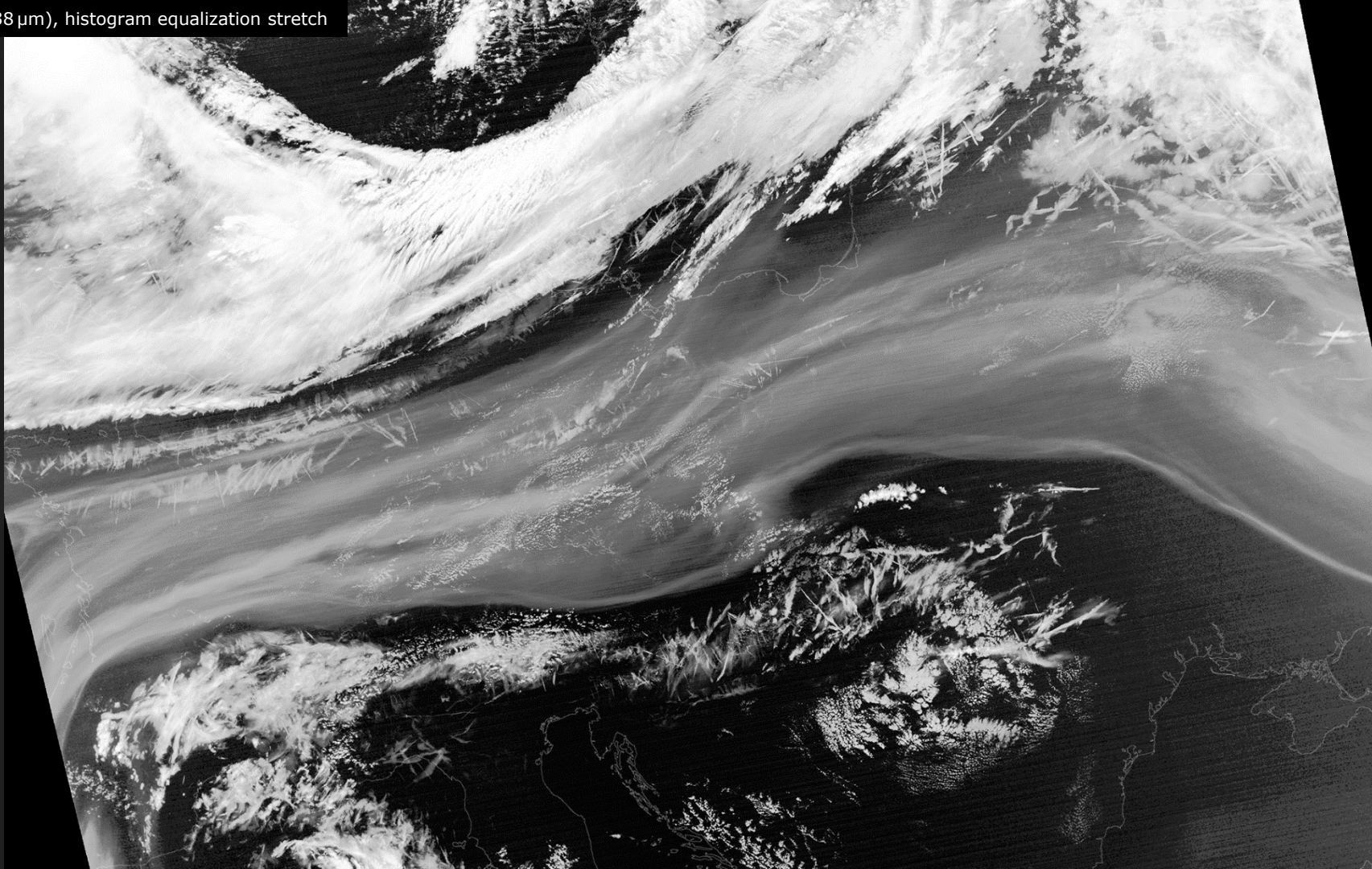
Využití v ČHMÚ (ve spolupráci s EUMETSATem) při přípravách na MTG-I FCI:

- simulace geometrického rozlišení kanálů FCI pro oblast střední Evropy (detaily oblačnosti konvektivních bouří, detekce řídkých mlh, detekce požárů)
- studium vlastností nových kanálů FCI (zejména pásmo $1.38 \mu\text{m}$) (detekce velmi řídkých cirů, aerosolů, detaily přízemního pole vlhkosti)
- příprava na nové operativní RGB produkty FCI

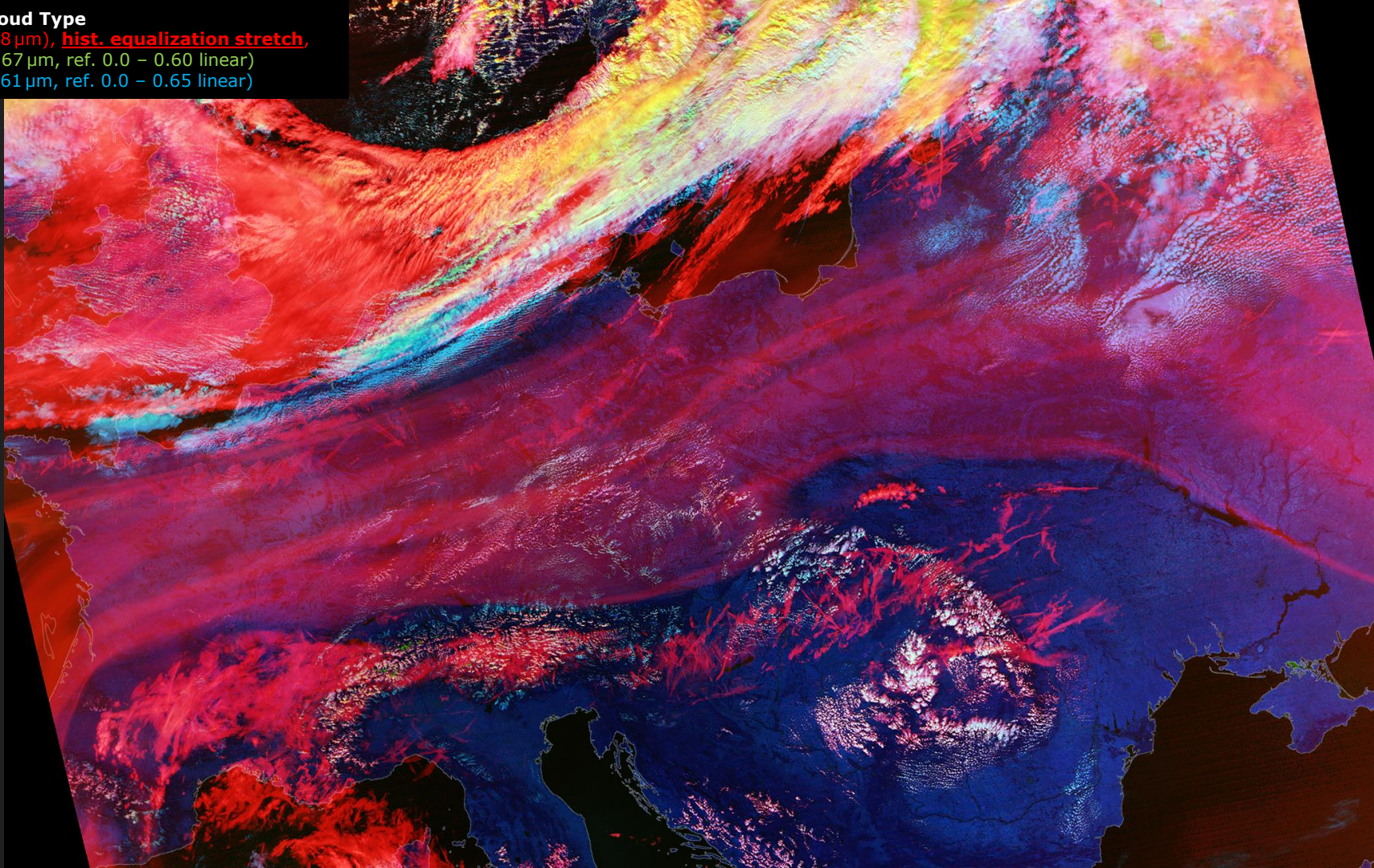


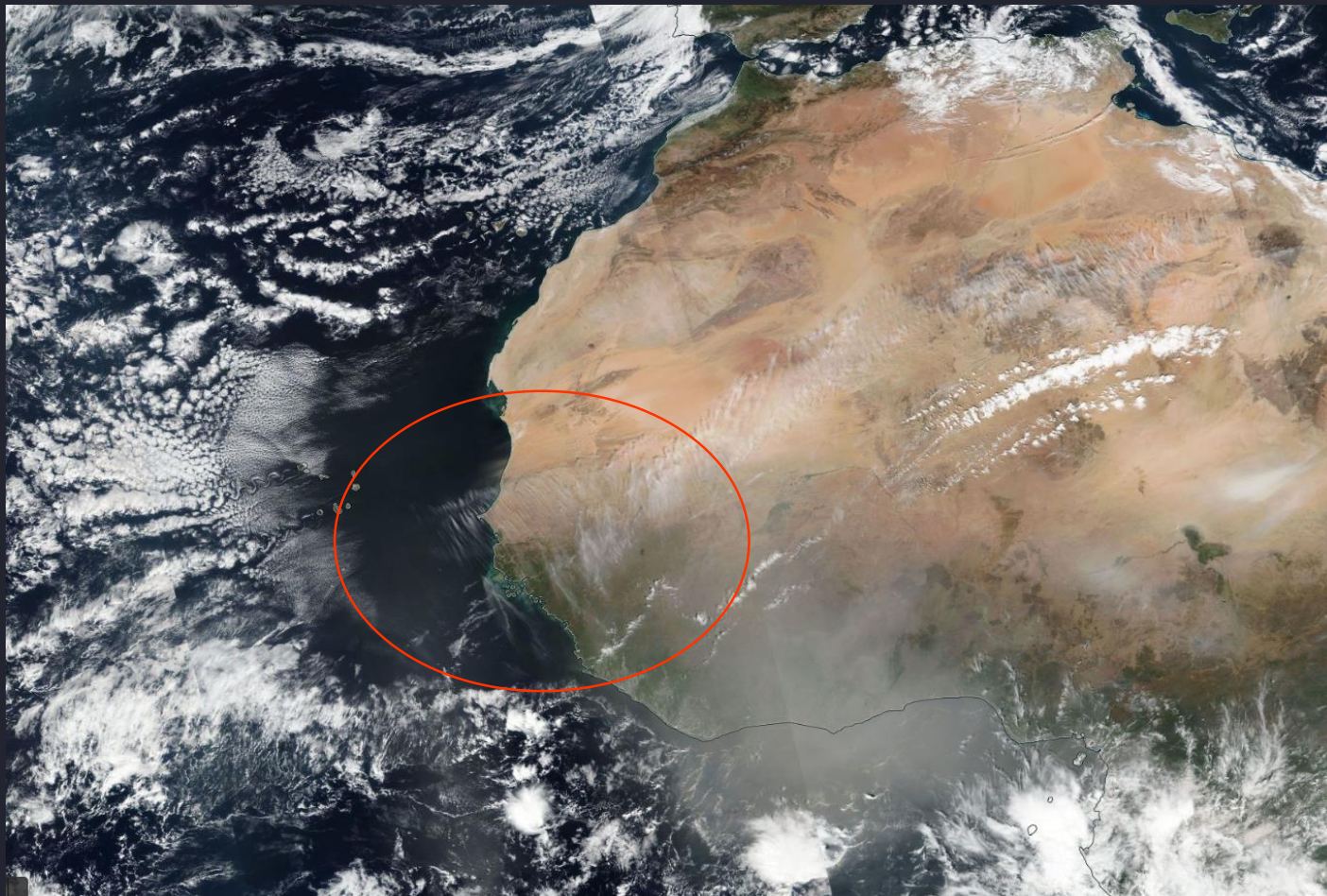


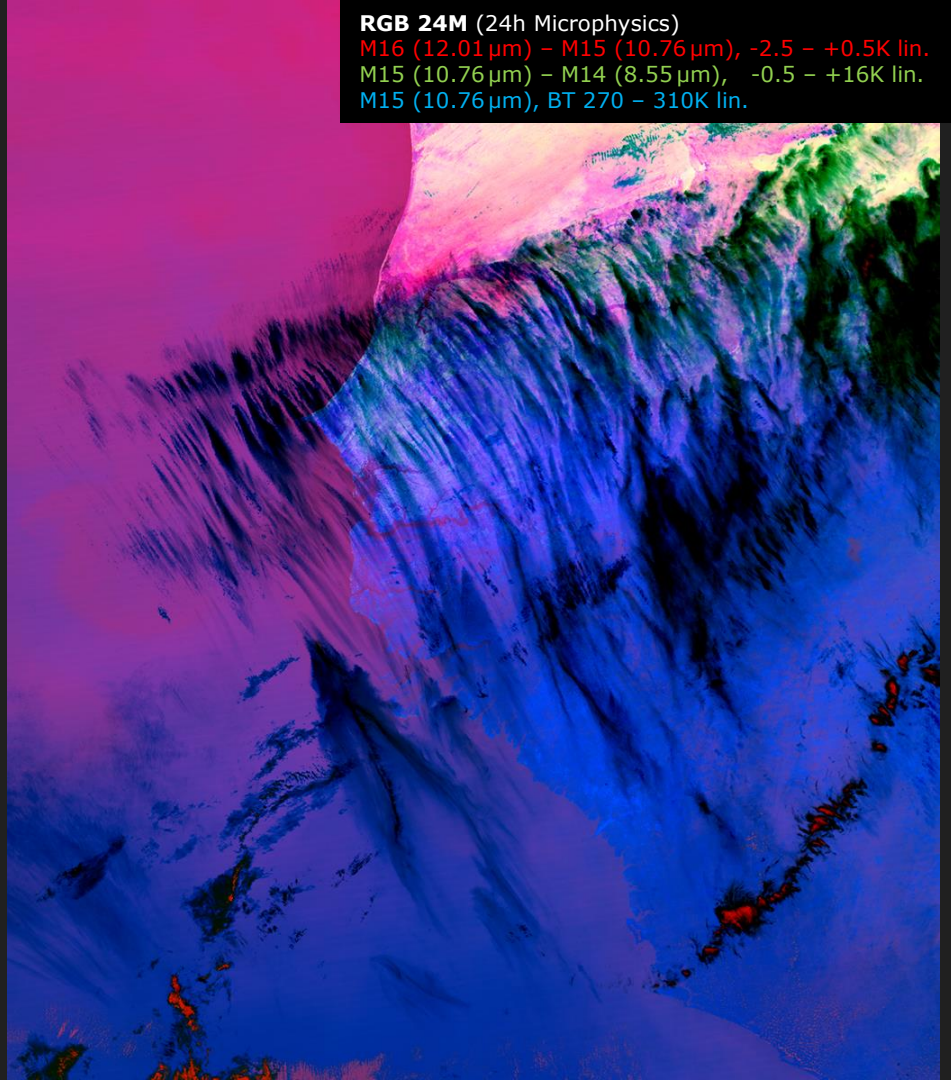
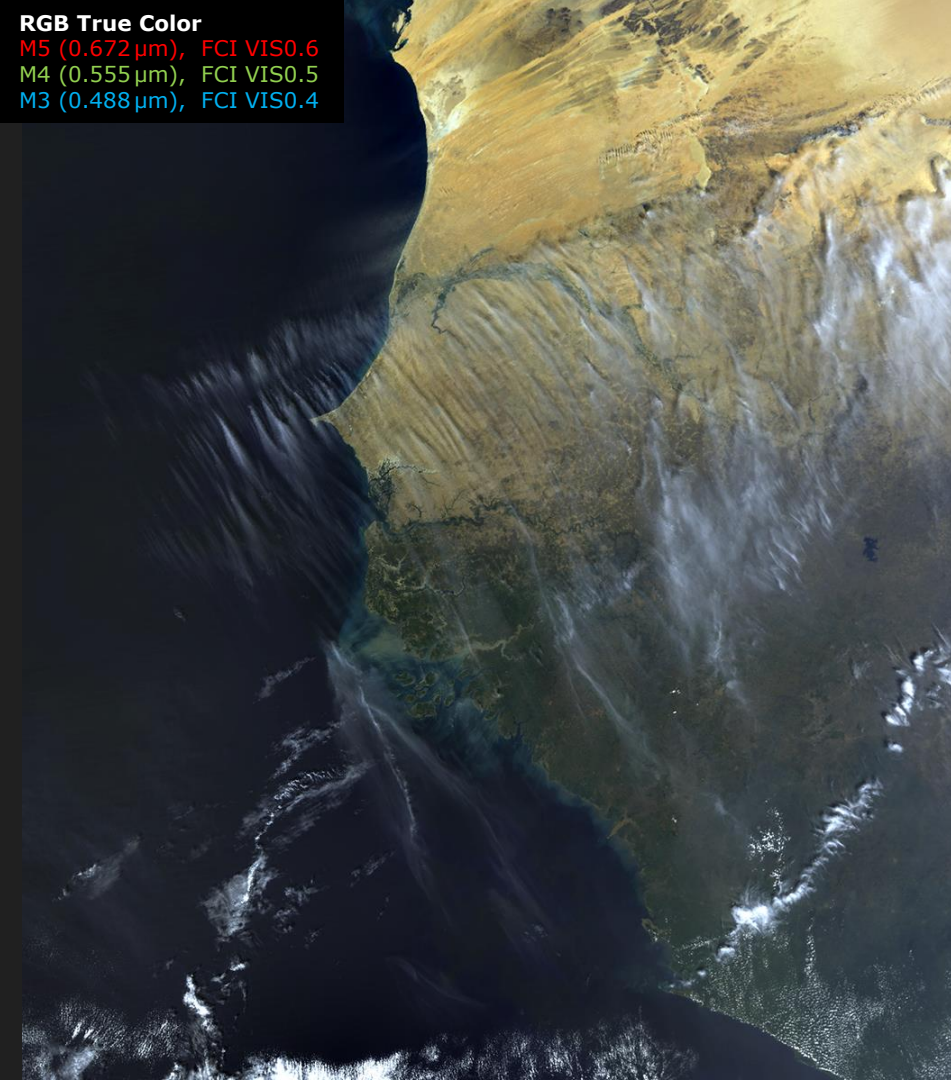
M9 (1.38 μm), histogram equalization stretch



RGB Cloud Type
M9 (1.38 μm), hist. equalization stretch,
M5 (0.67 μm , ref. 0.0 – 0.60 linear)
M10 (1.61 μm , ref. 0.0 – 0.65 linear)





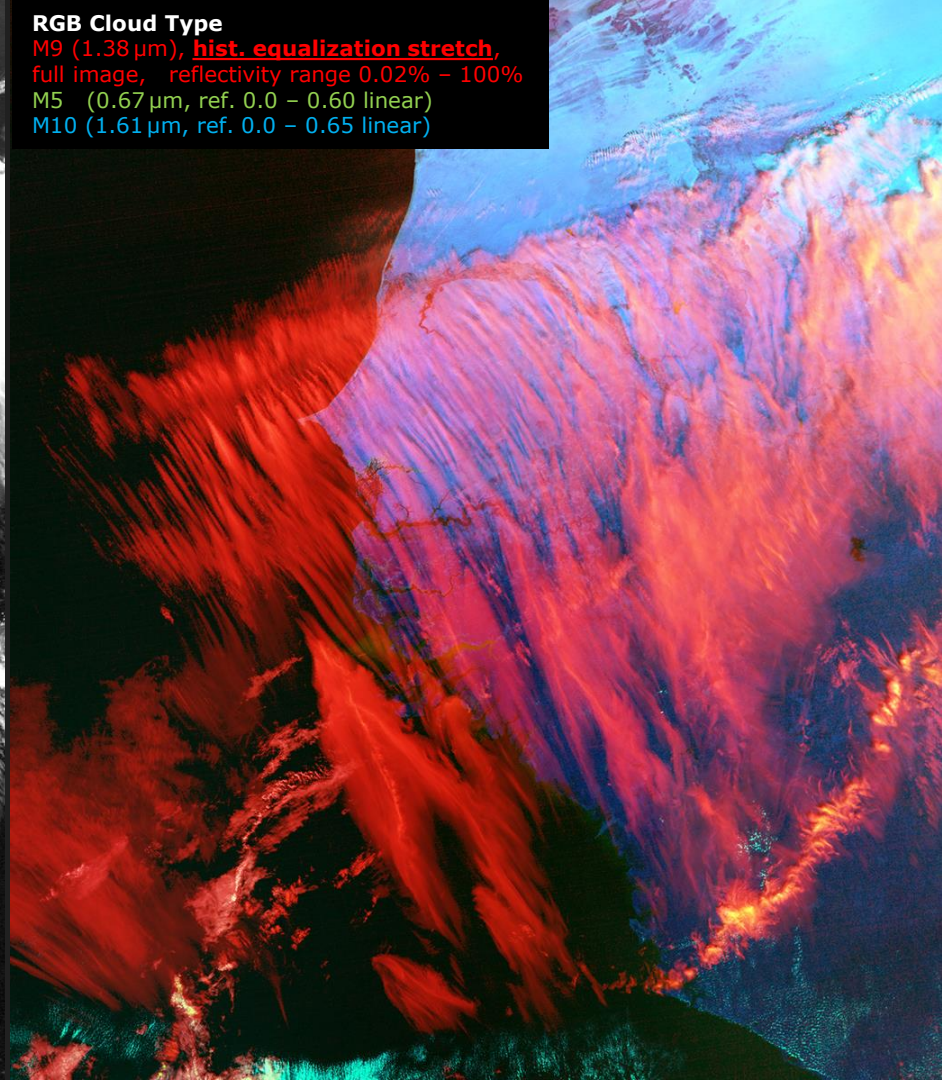


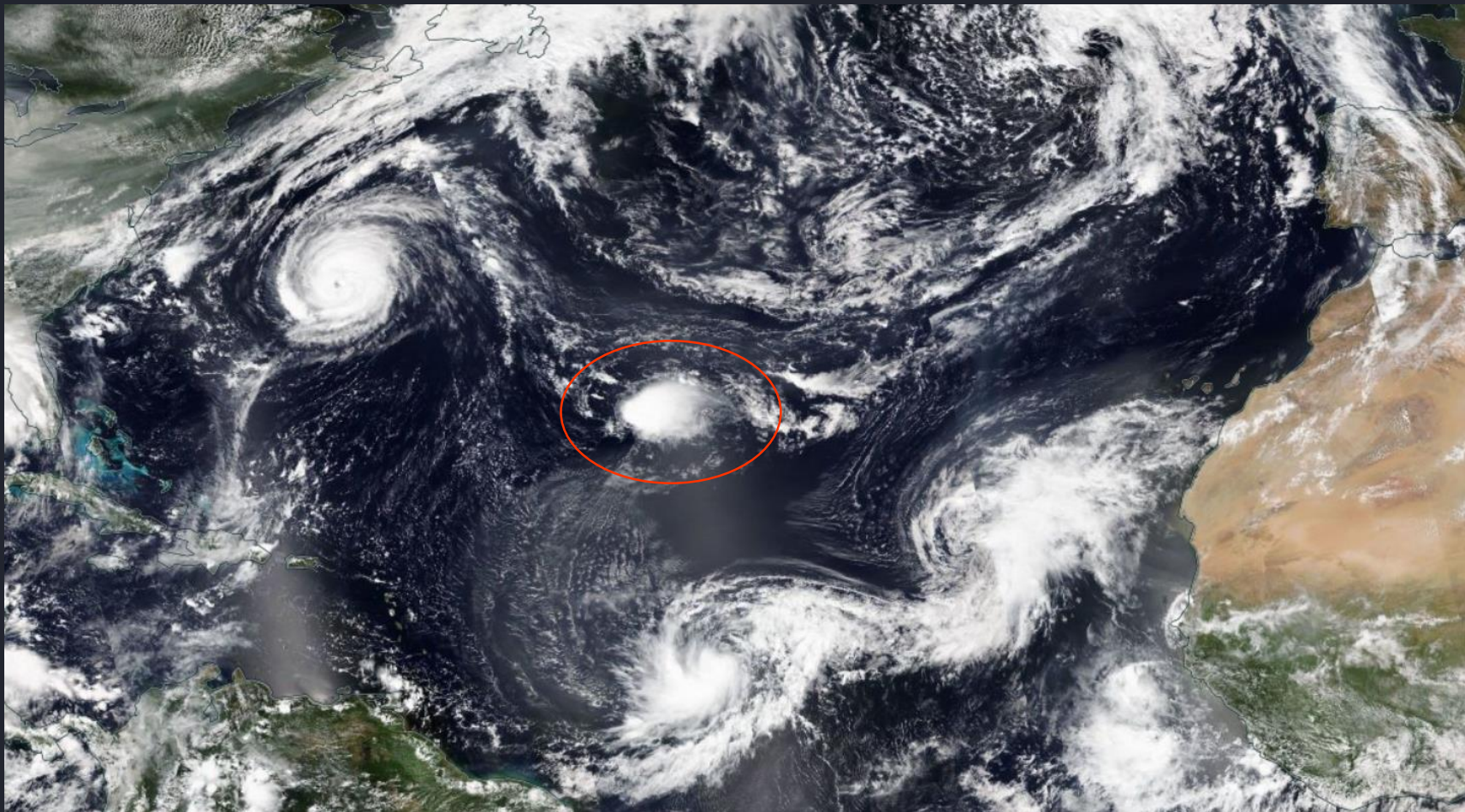
M9 (1.38 μm), histogram equalization



RGB Cloud Type

M9 (1.38 μm), **hist. equalization stretch**,
full image, reflectivity range 0.02% - 100%
M5 (0.67 μm , ref. 0.0 - 0.60 linear)
M10 (1.61 μm , ref. 0.0 - 0.65 linear)



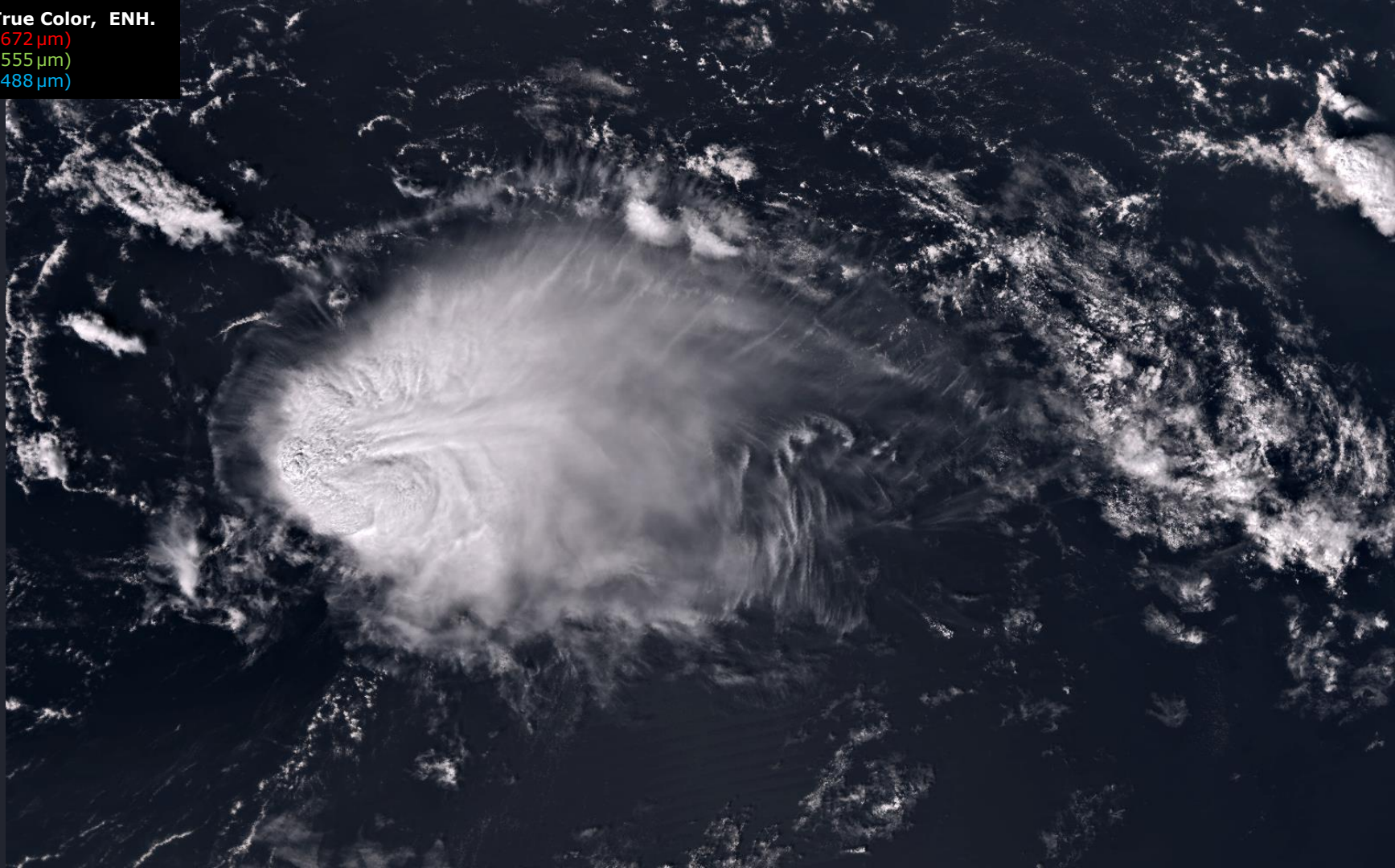


RGB True Color, ENH.

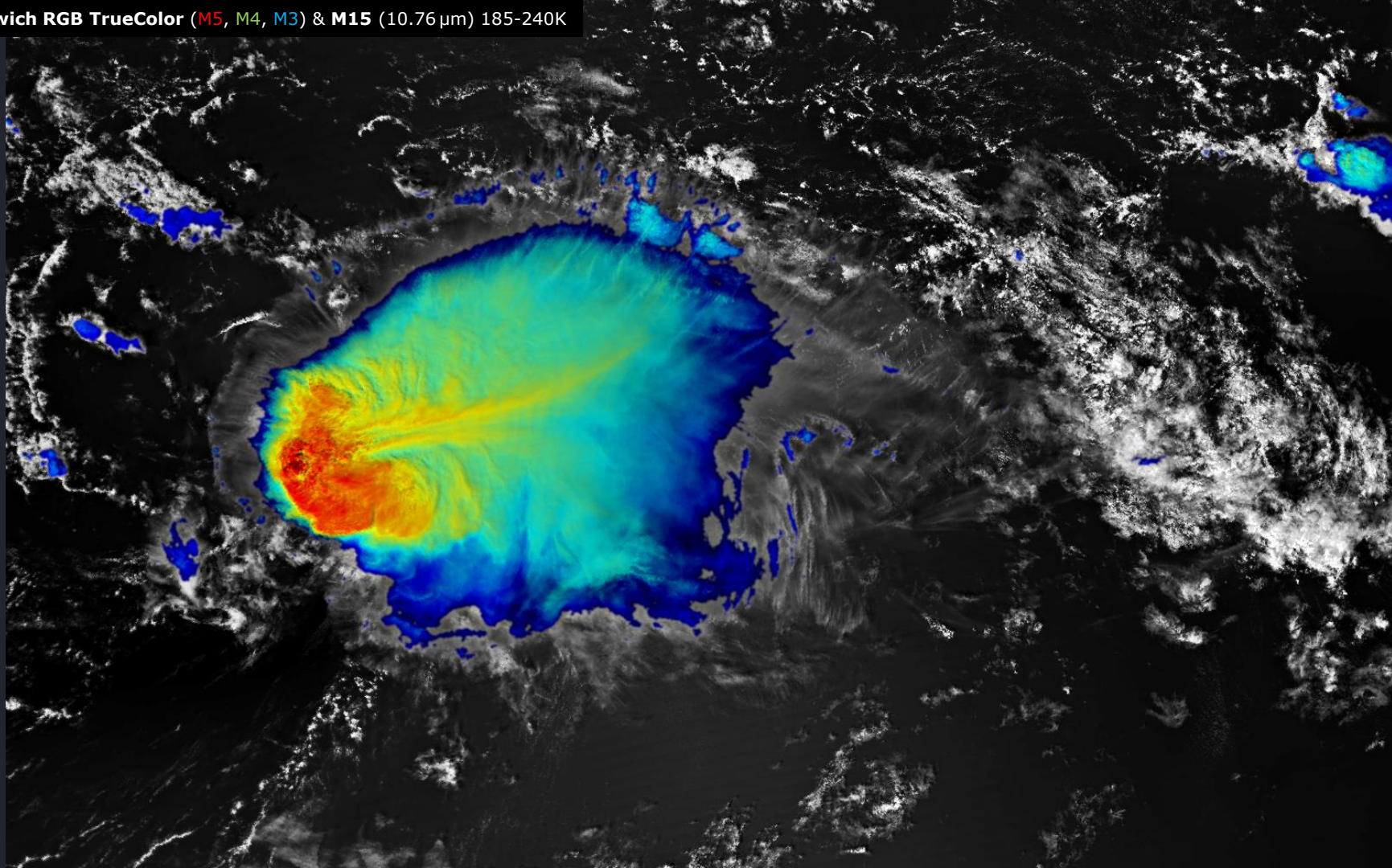
M5 (0.672 μm)

M4 (0.555 μm)

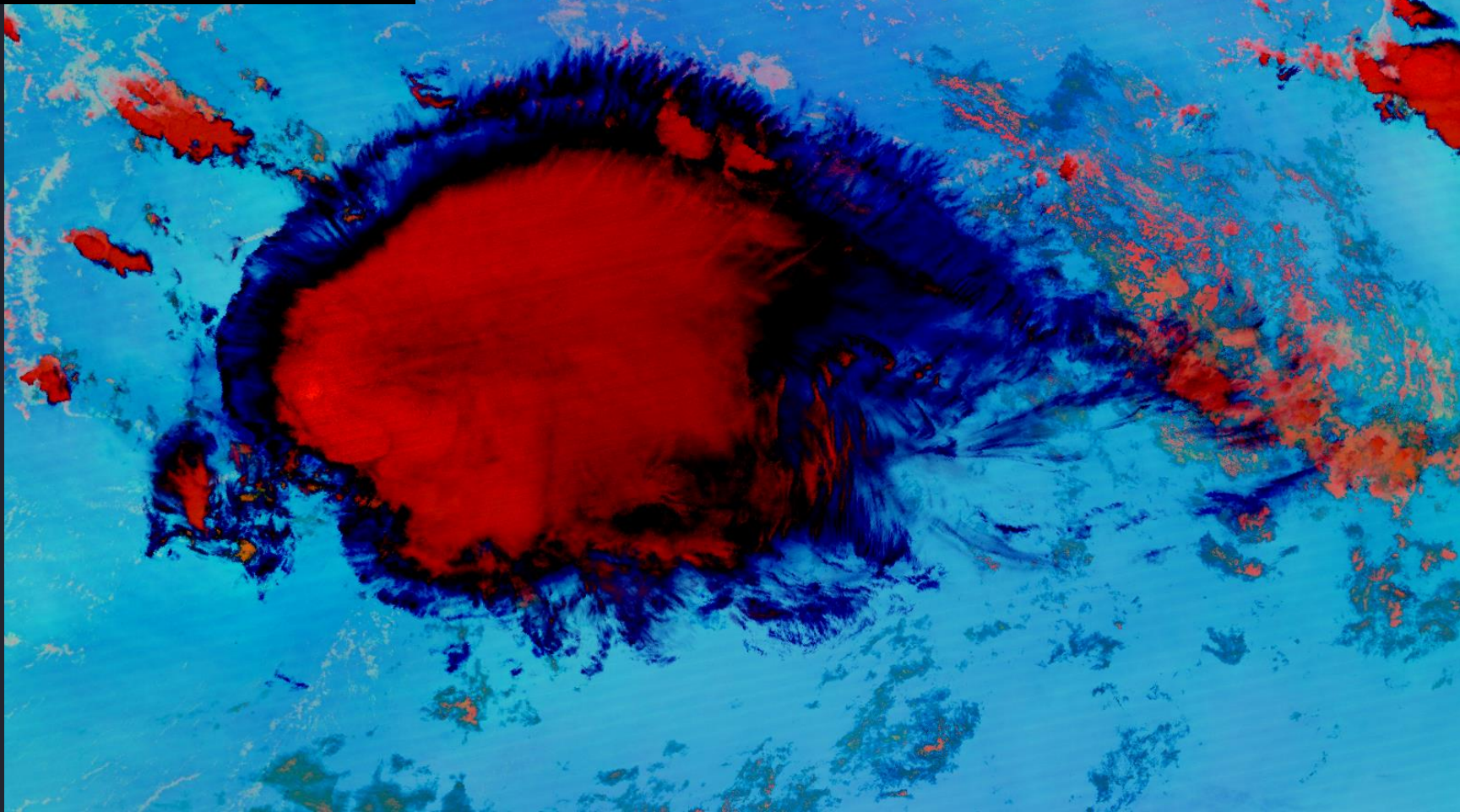
M3 (0.488 μm)



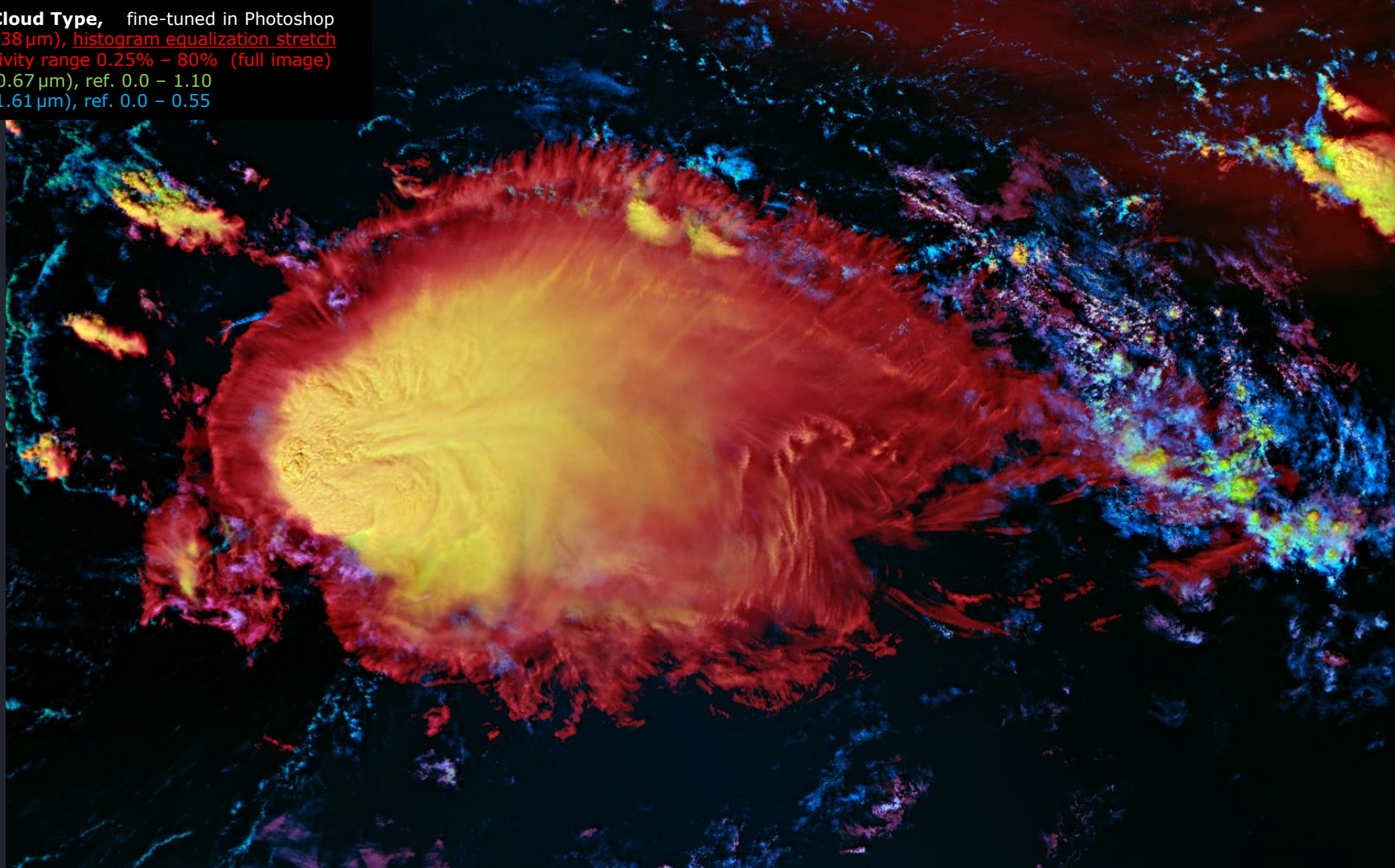
Sandwich RGB TrueColor (M5, M4, M3) & M15 (10.76 μ m) 185-240K

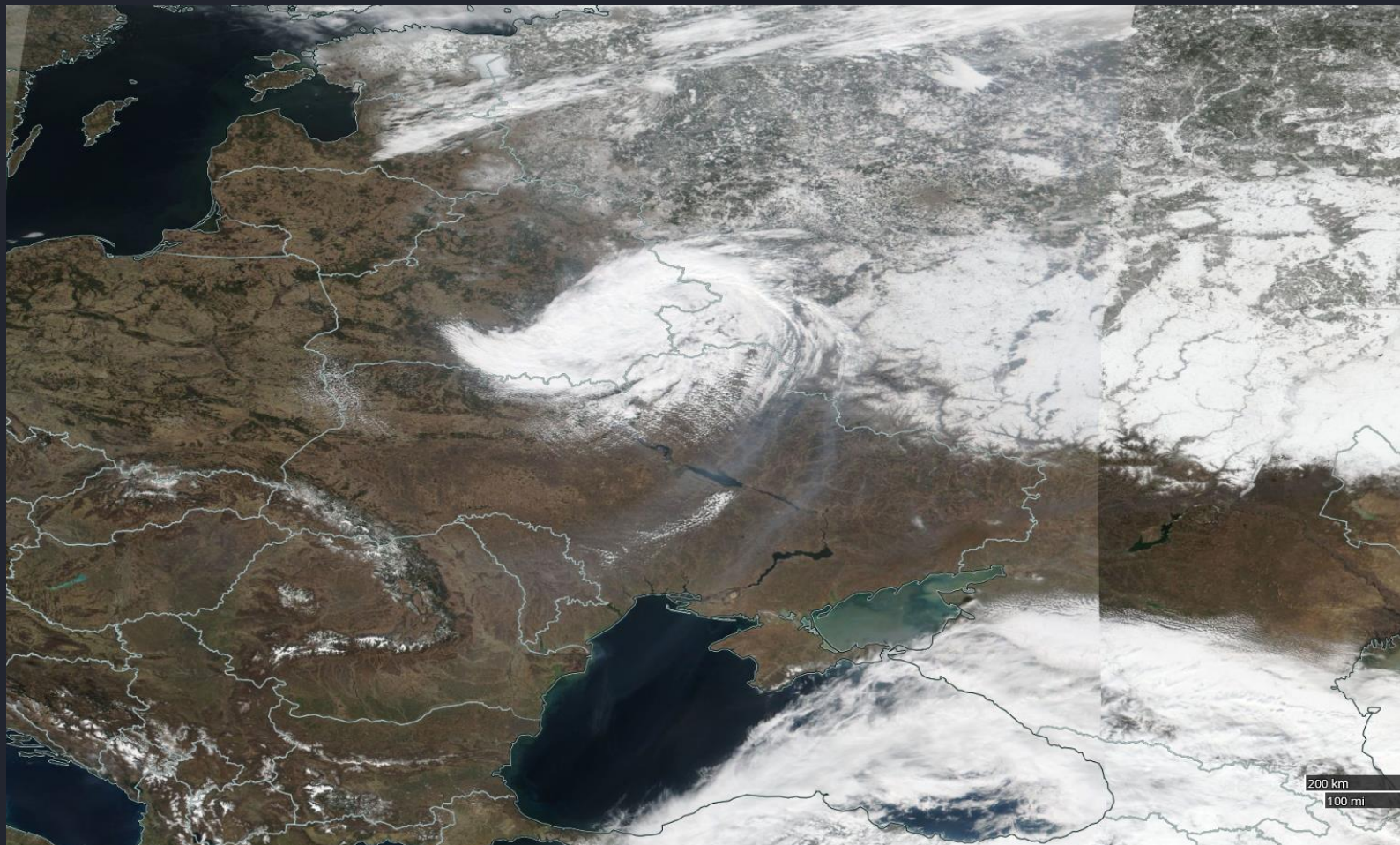


RGB 24M (24h Microphysics)
M16 (12.01 μm) - M15 (10.76 μm), -2.5 - +0.5K
M15 (10.76 μm) - M14 (8.55 μm), 0 - +4K
M15 (10.76 μm), BT 250 - 305K

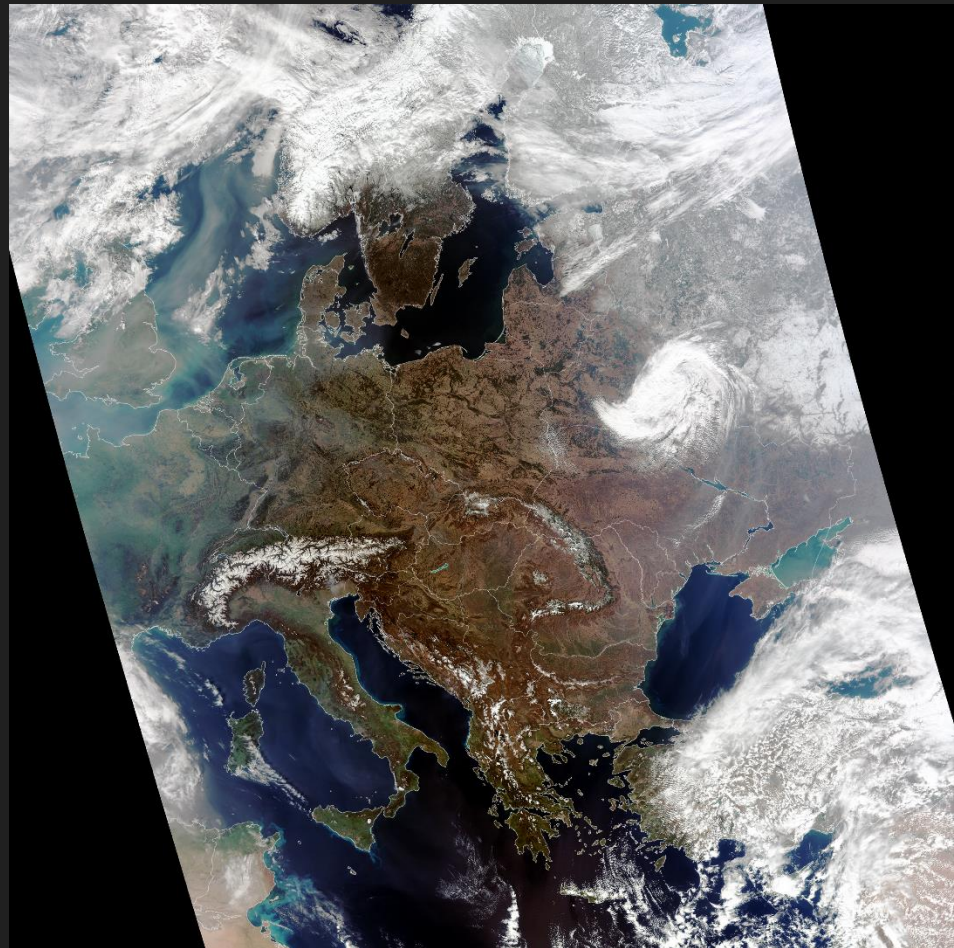


RGB Cloud Type, fine-tuned in Photoshop
M9 (1.38 μm), histogram equalization stretch
reflectivity range 0.25% - 80% (full image)
M5 (0.67 μm), ref. 0.0 - 1.10
M10 (1.61 μm), ref. 0.0 - 0.55

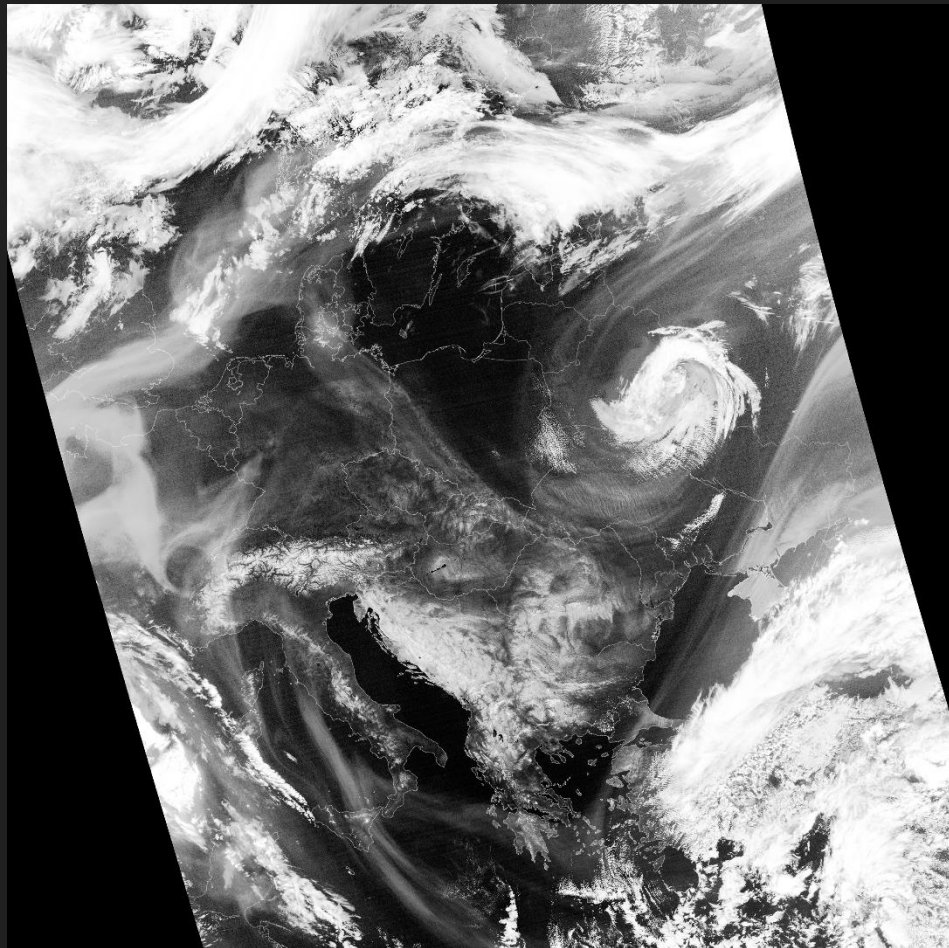




2022-03-24 11:25 UTC S-NPP, VIIRS, M-kanály, detekce aerosolů a přízemní vlhkosti

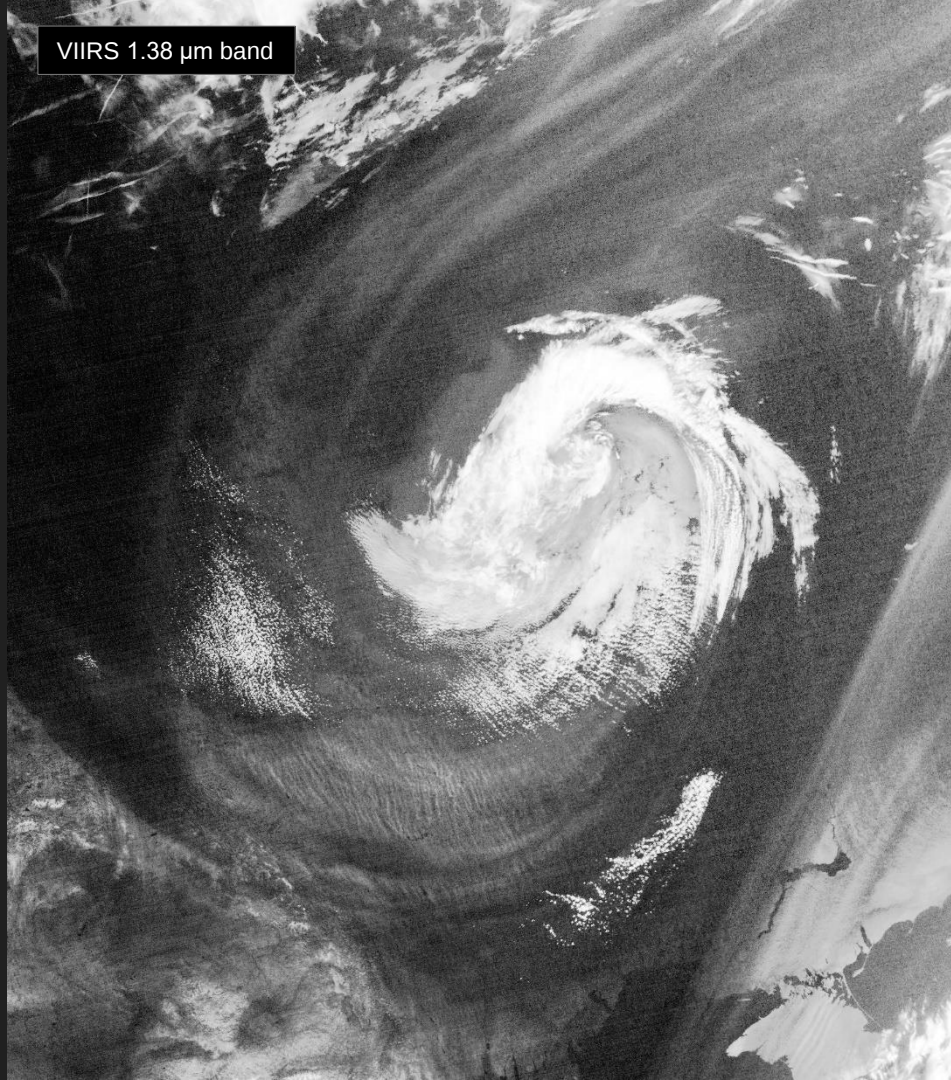


True-color RGB (VIIRS M-bands 5, 4, 3)

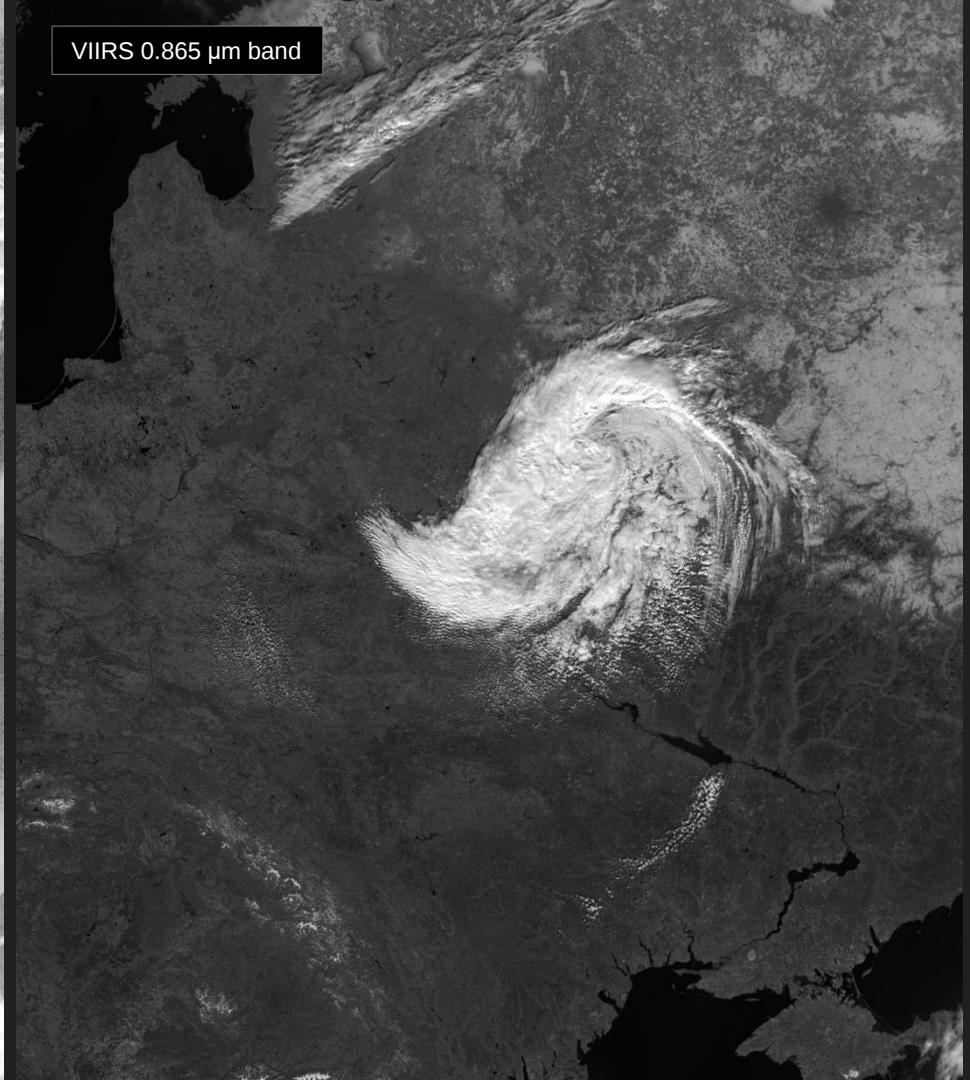


VIIRS 1.38 μm band (M09)

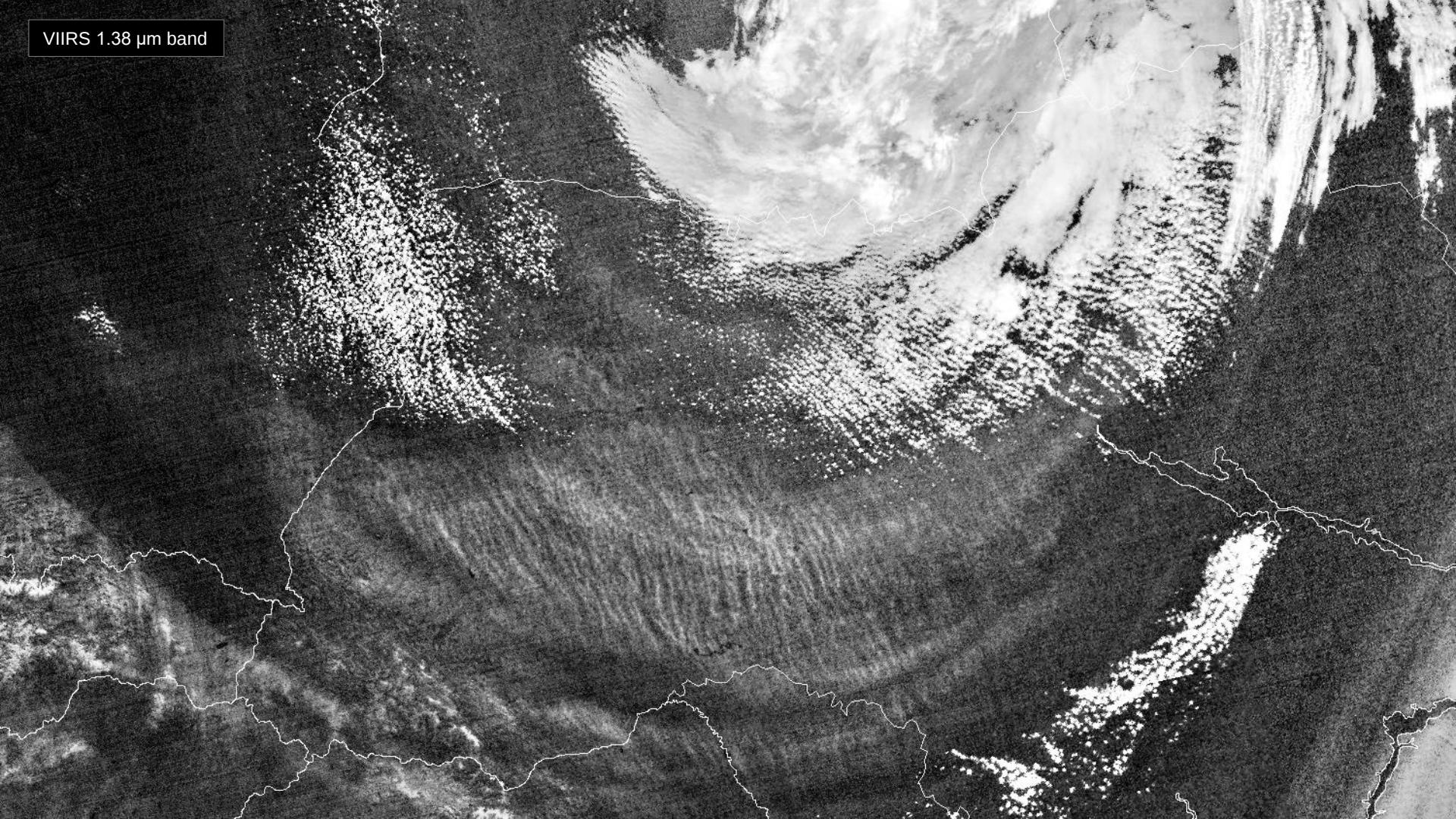
VIIRS 1.38 μm band



VIIRS 0.865 μm band



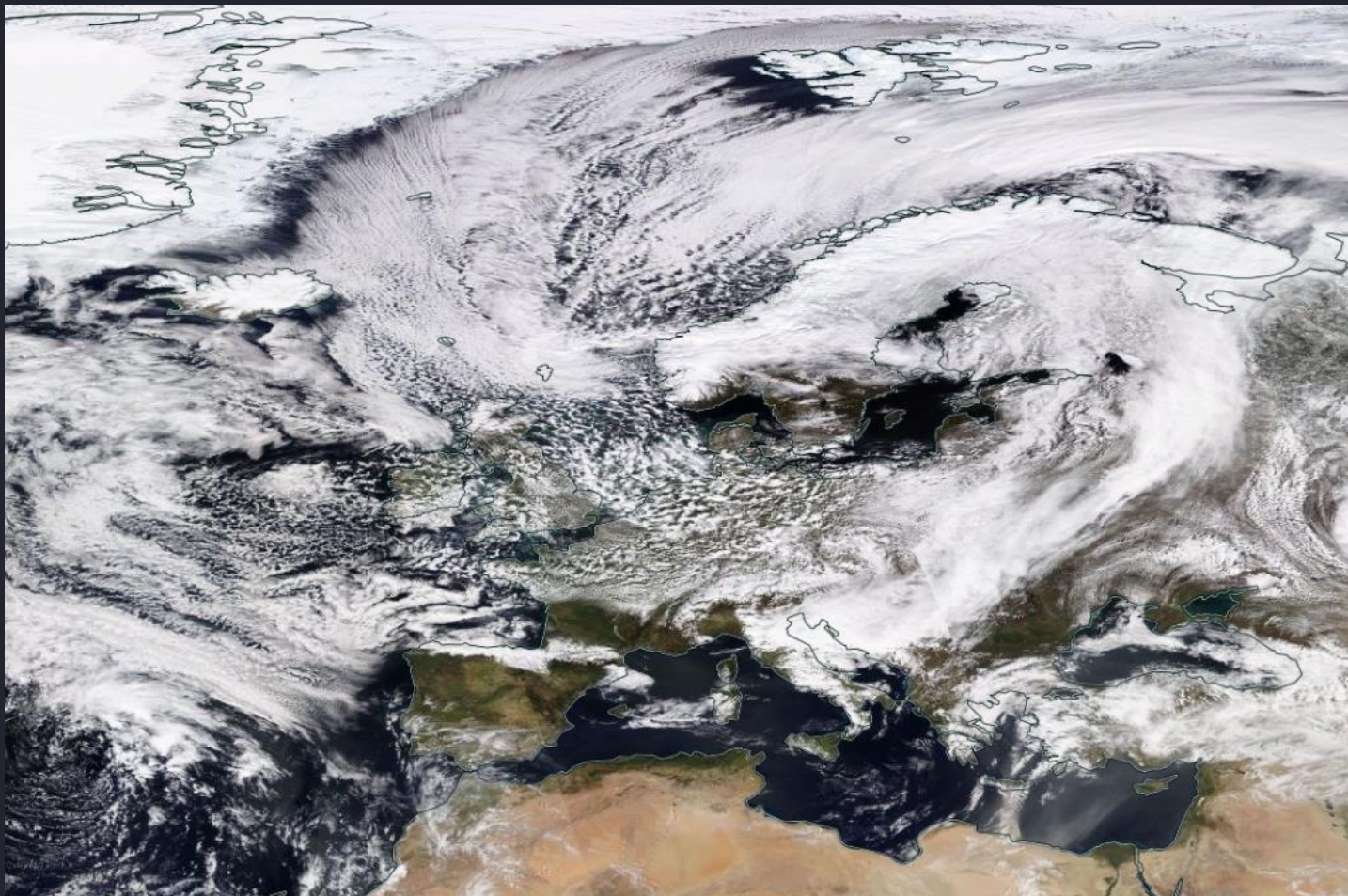
VIIRS 1.38 μm band



VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite)

Využití v ČHMÚ (ve spolupráci s EUMETSATem) při přípravách na MTG-I FCI:

- simulace geometrického rozlišení kanálů FCI pro oblast střední Evropy (detaily oblačnosti konvektivních bouří, detekce řídkých mlh, detekce požárů)
- studium vlastností nových kanálů FCI (zejména pásmo $1.38\ \mu\text{m}$) (detekce velmi řídkých cirů, aerosolů, detaily přízemního pole vlhkosti)
- příprava na nové operativní RGB produkty FCI



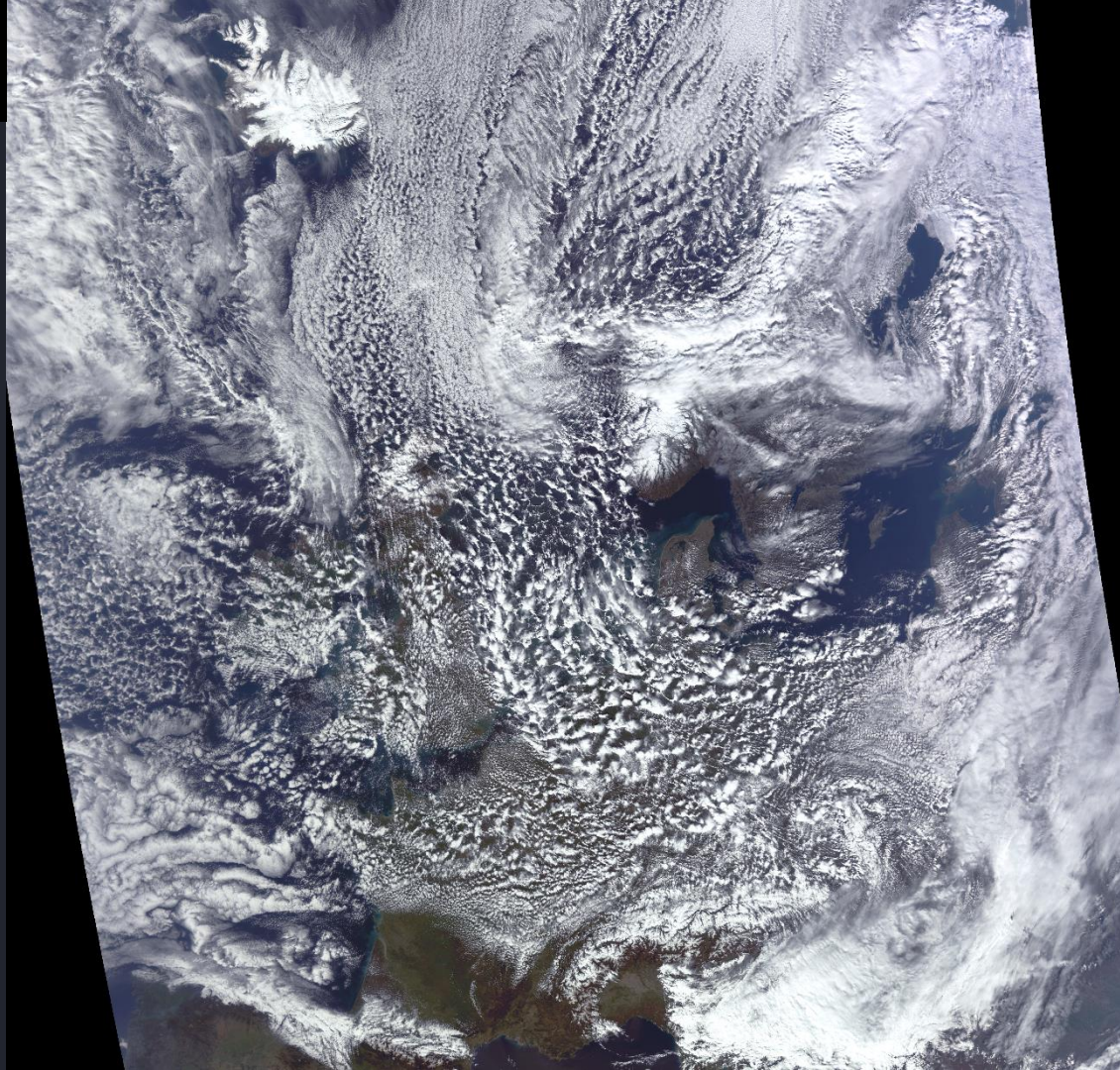
RGB True Color

M5 (0.672 μm), FCI VIS0.6

M4 (0.555 μm), FCI VIS0.5

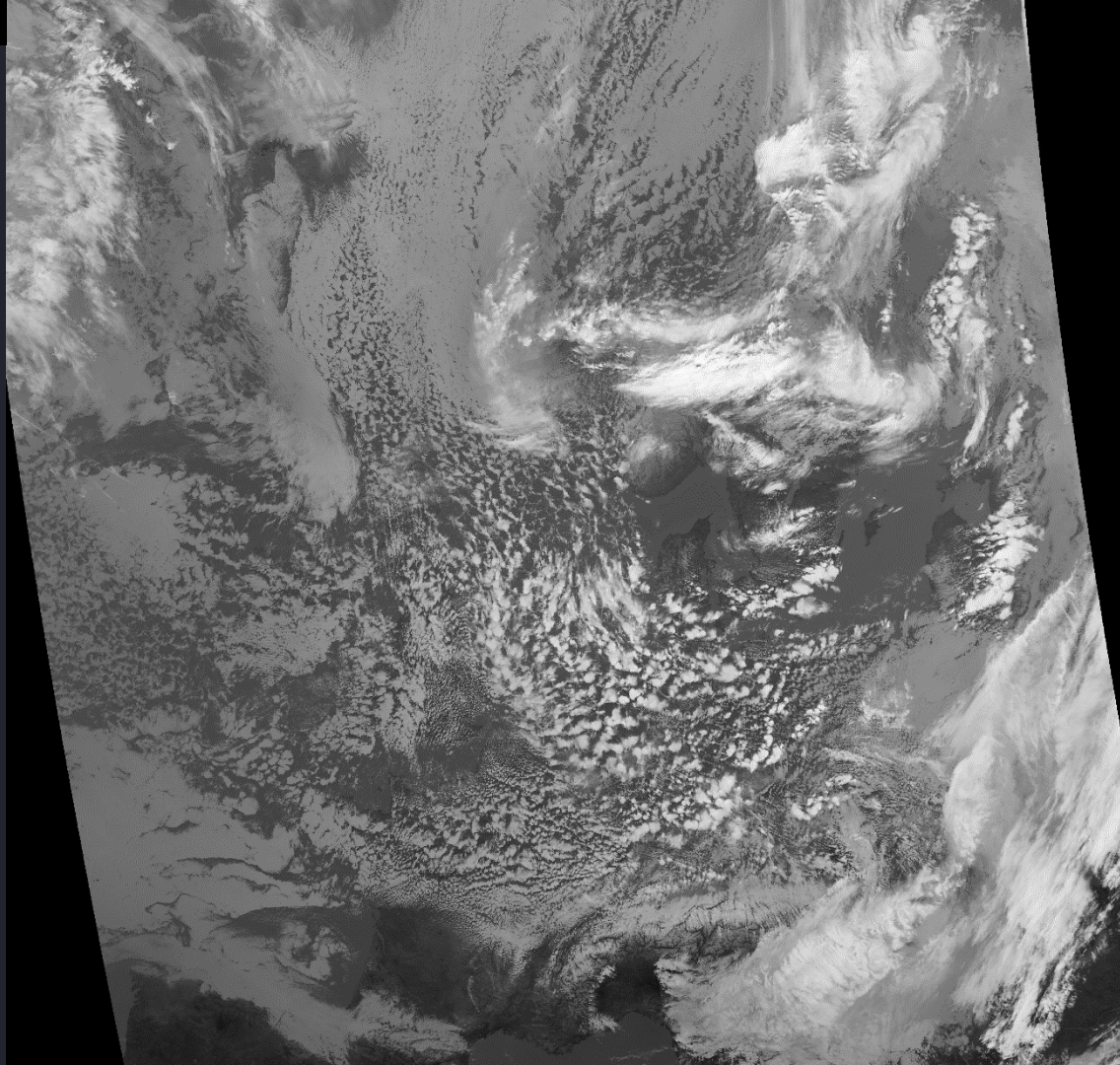
M3 (0.488 μm), FCI VIS0.4

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



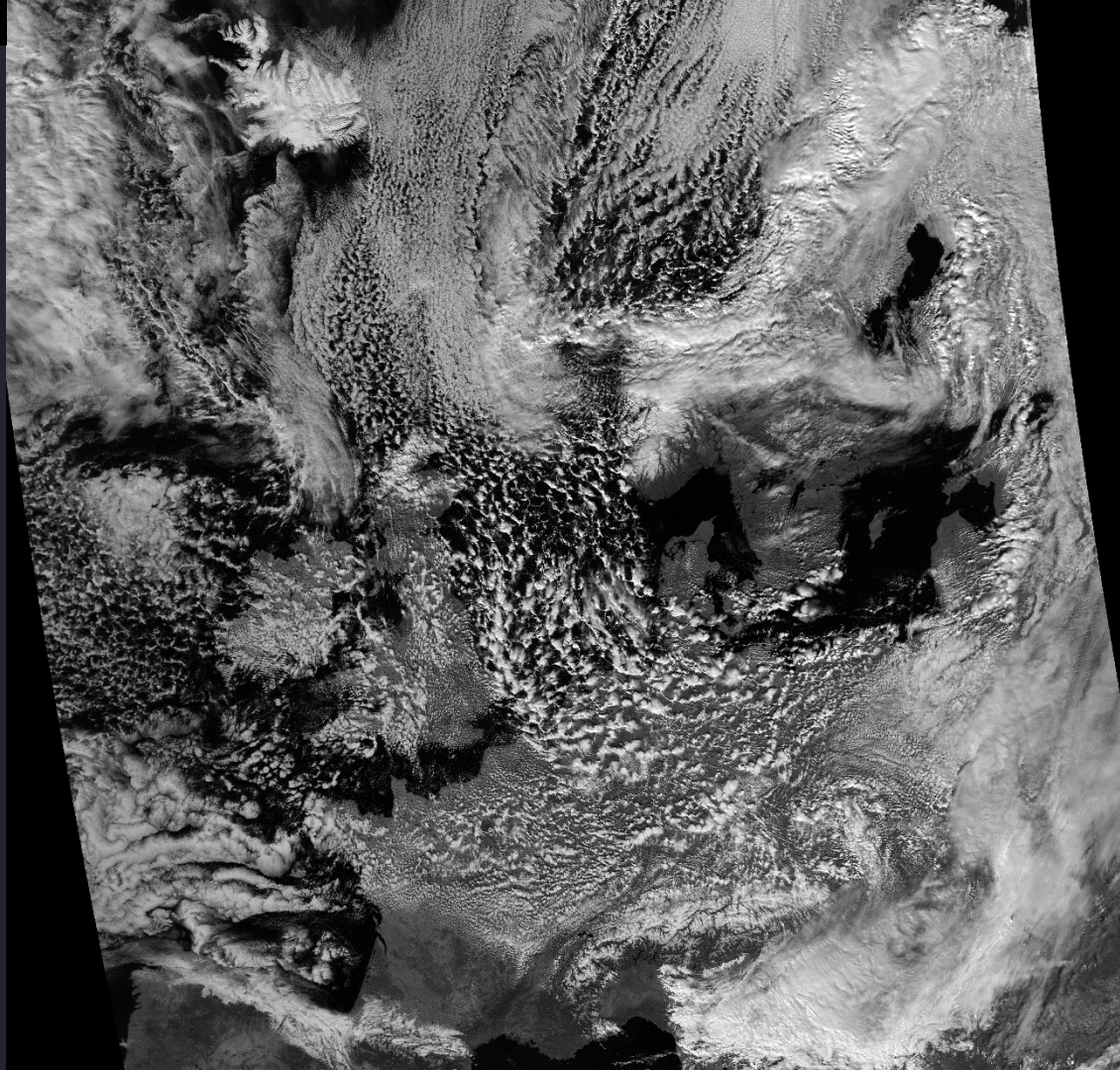
M15 (10.76 μm), BT 210 – 310K, IR 10.5

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



M7 (0.865 μm), ref. 0.0 – 1.1, FCI VIS0.8

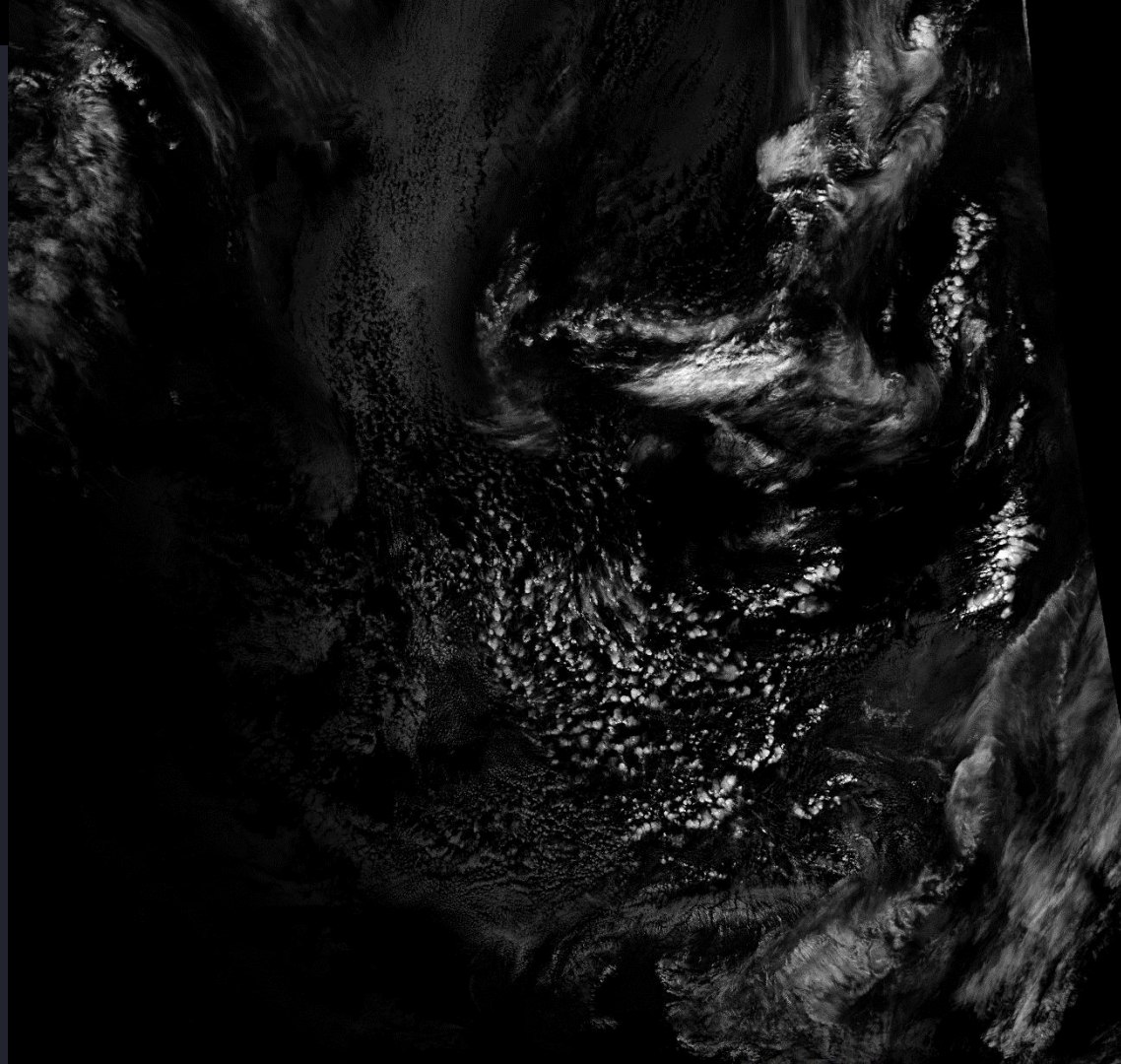
Klasický kanál ve viditelném / blízkém IR pásmu. Zde je uveden pouze pro základní orientaci ve snímku.



Kanáľ v pásnu 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.

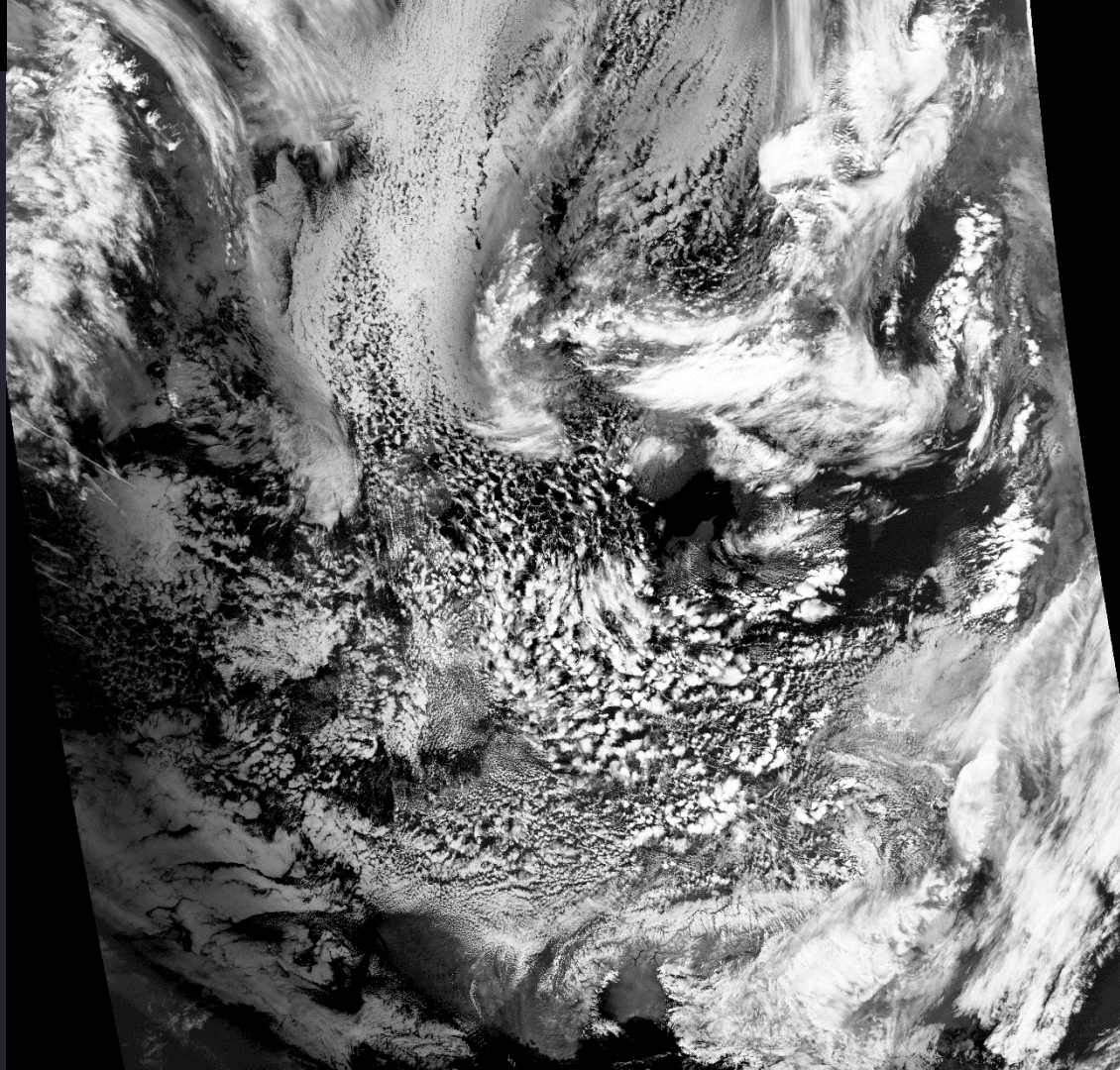
Obdobné vlastnosti a využití by měl mít FCI kanál VIS0.9 (0.914 μm), ten ale zatím k dispozici pouze v rámci přístroje MODIS, kde ale poněkud odlišný rozsah (a tedy i vlastnosti). Zvažuje se jeho využití pro stanovení celkového množství H_2O v troposféře (jako tzv. *precipitable water*).



M9 (1.378 μm), 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 H_2O páry nad touto oblačností.

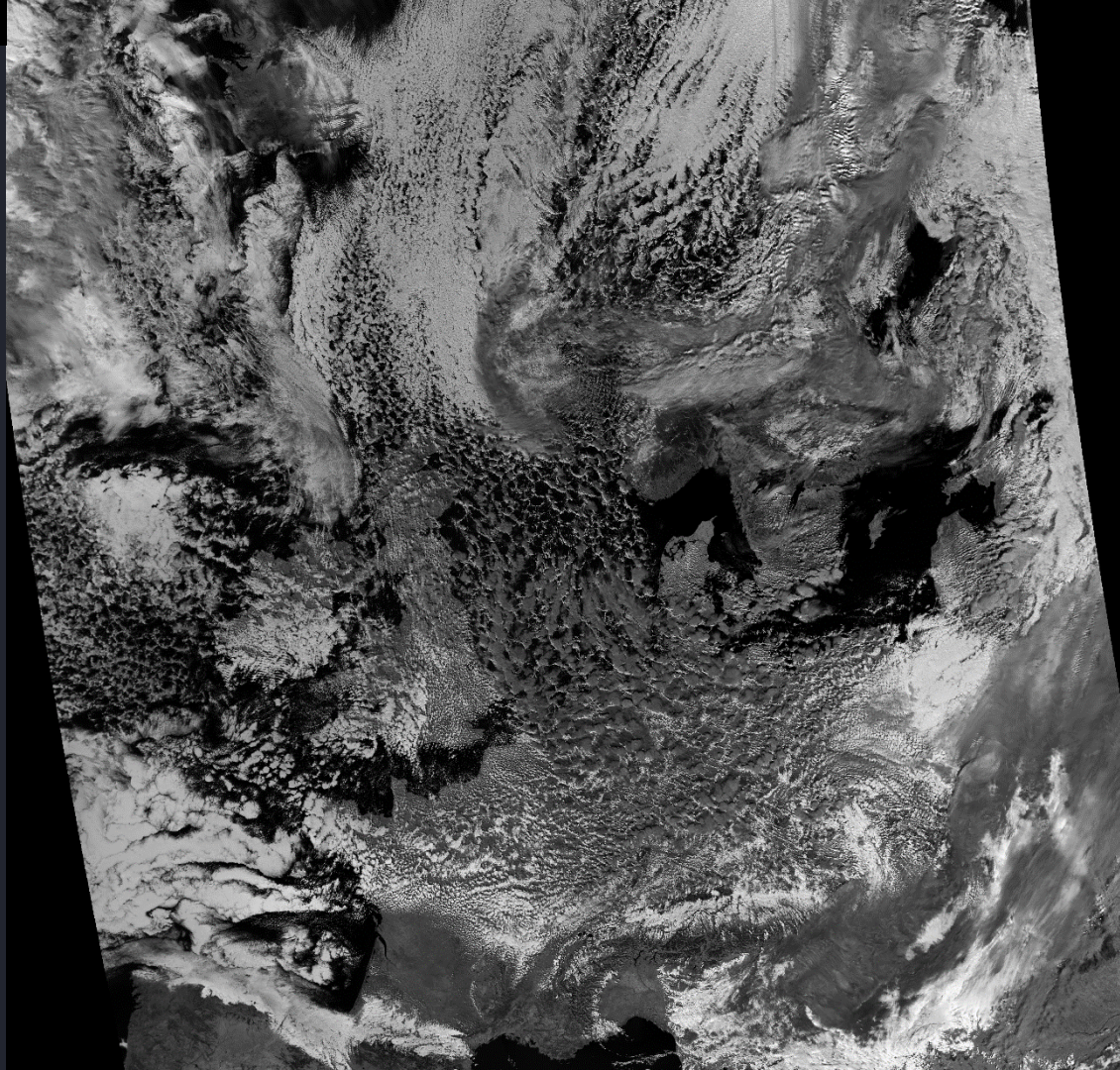


První z tzv. mikrofyzikálních kanálů. Vzhled oblačnosti závislý na složení horní hranice oblačnosti (HHO) – především na fázi (voda/led), výrazně méně na velikosti částic.

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 μm a 3.8 μm kanály využít pro detekci požárů (Fire RGB, zde neuveden).

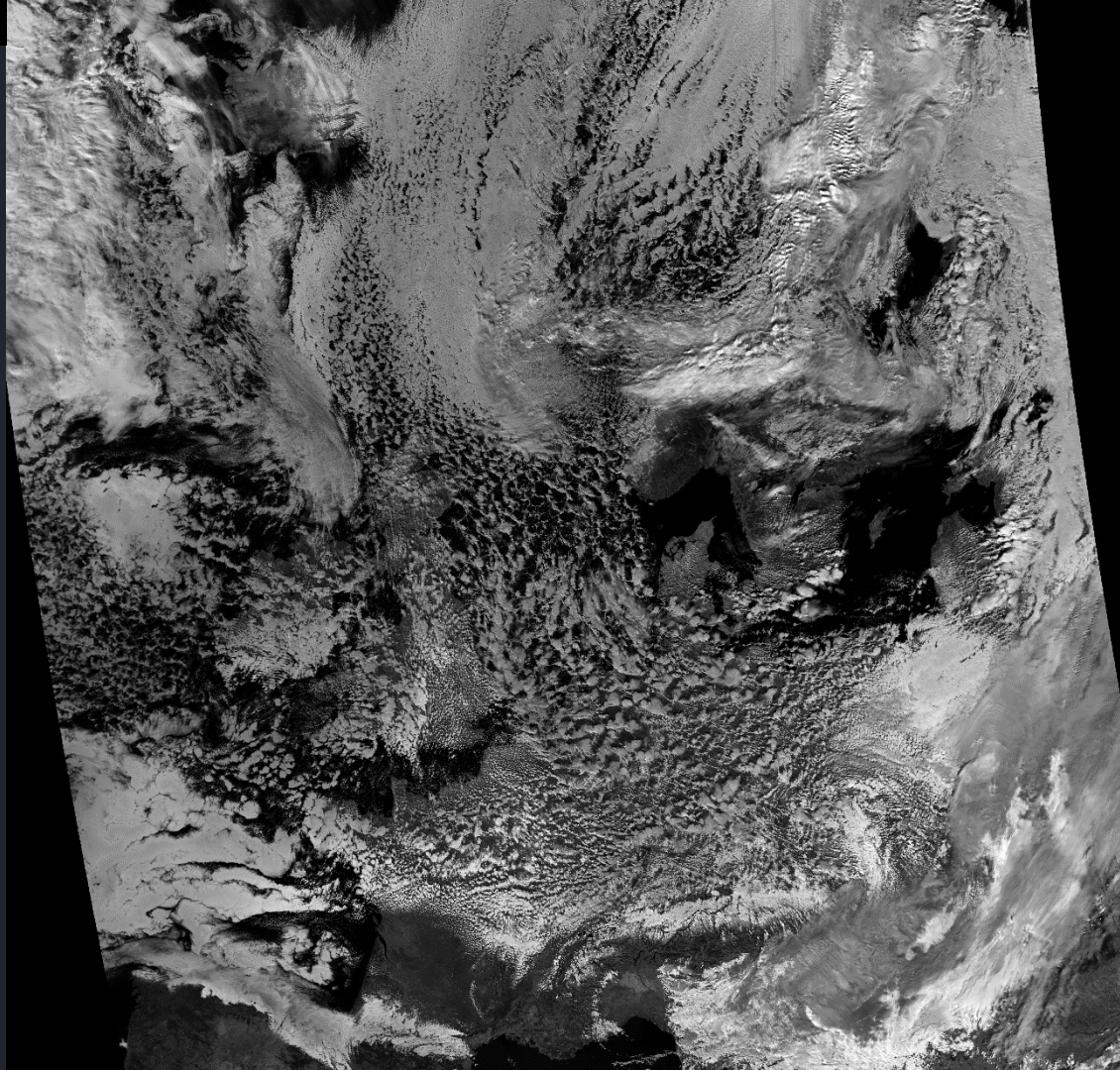


Nový NIR mikrofyzikální kanál. Citlivost především na velikost částic, výrazně méně na fázi (voda/led).

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

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

Společně s 1.6 μm a 3.8 μm kanály využití pro detekci požárů (Fire RGB, zde neuveden).



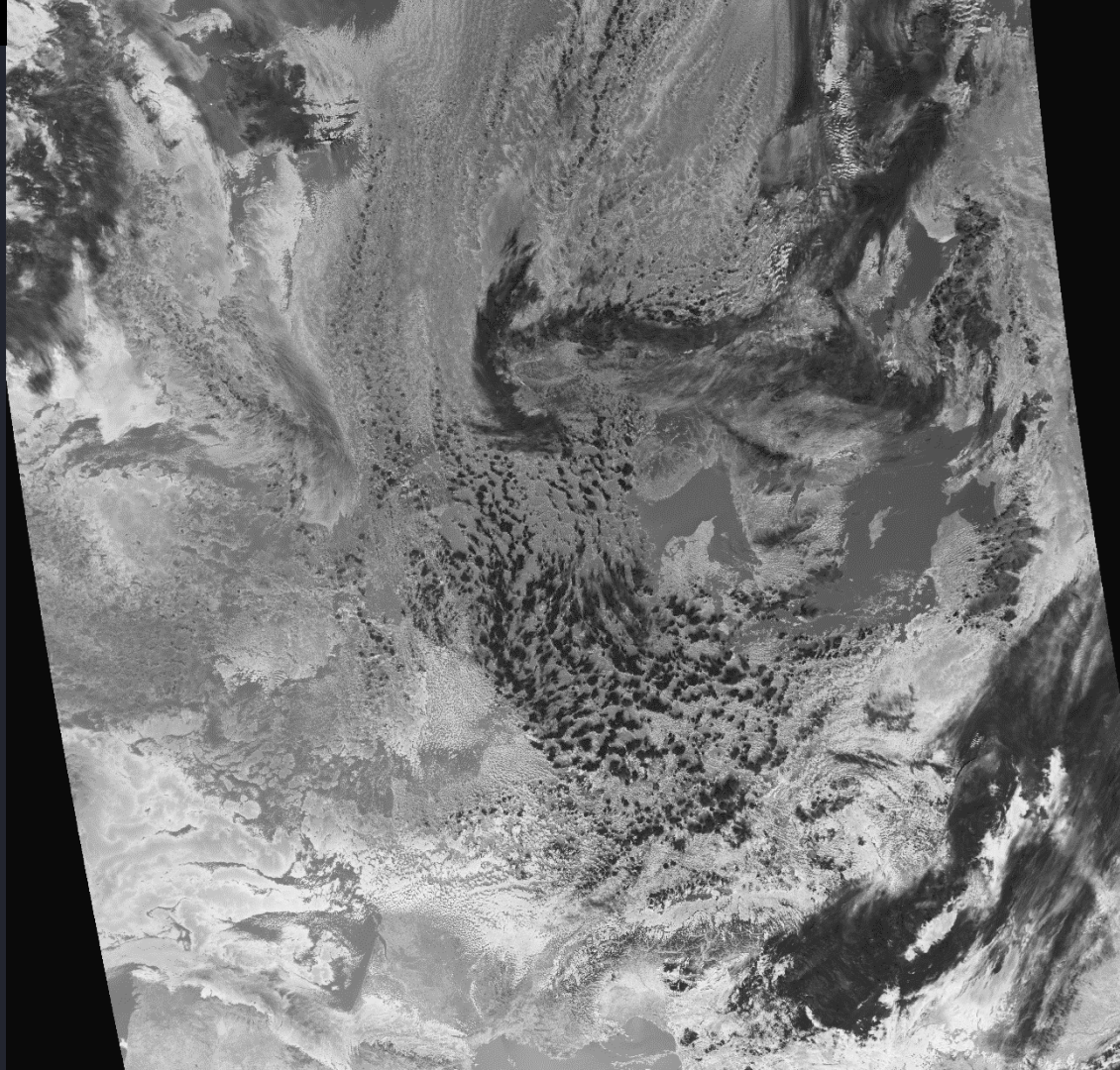
Nejstarší mikrofyzikální kanál, dostupný již na AVHRR (od r. 1979). Na rozdíl od předchozích dvou kanálů již významná tepelná složka, v denních hodinách srovnatelná s odraženým zářením.

Oproti 1.6 μm a 2.25 μm 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 μm , do oblasti absorpce H_2O a CO_2 >>> exaktnější kvantitativní využitelnost.

Společně s 1.6 μm a 2.25 μm kanály využití pro detekci požárů (Fire RGB, zde neuveden).



RGB 24M (24h Microphysics)

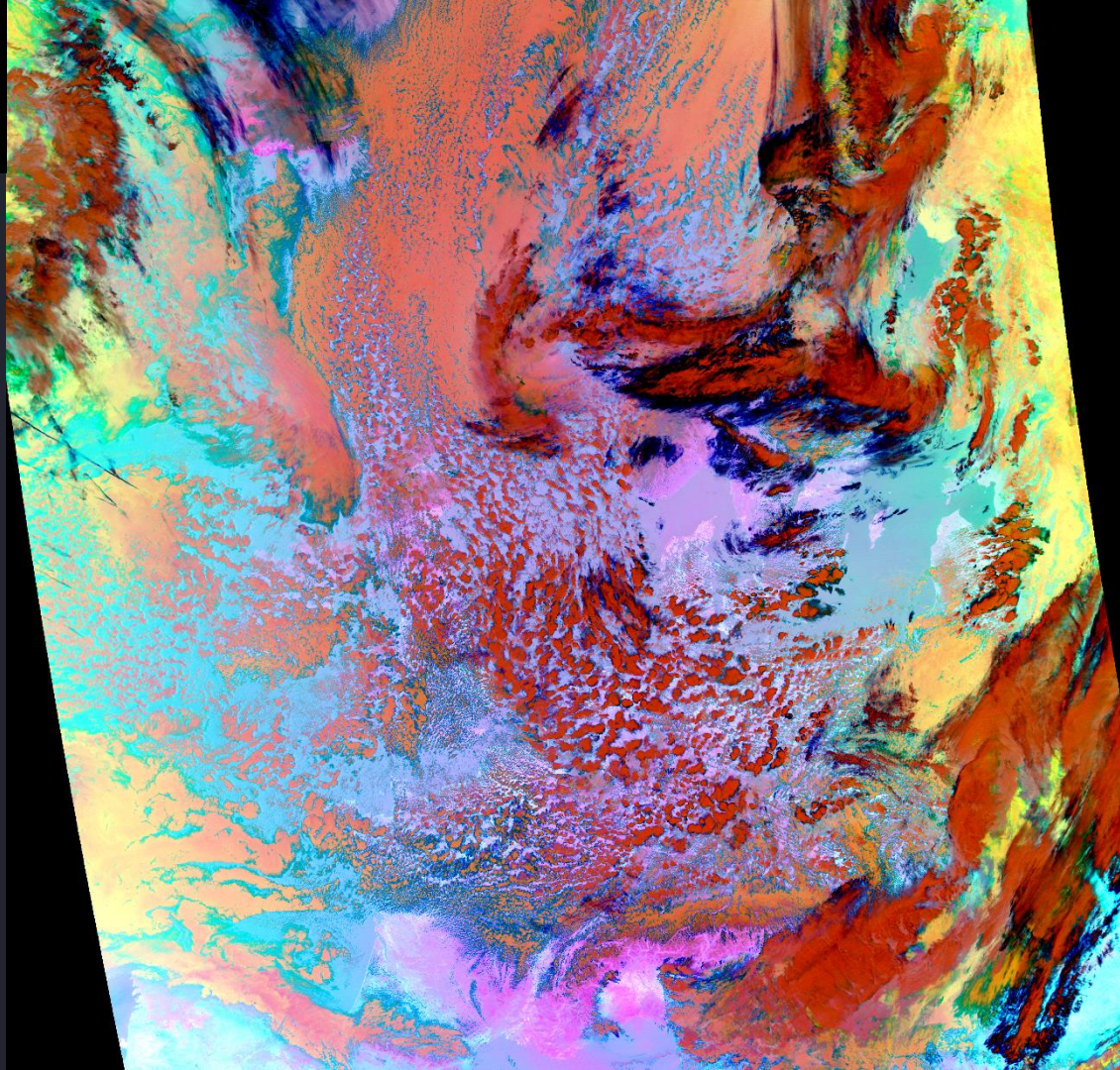
M16 (12.01 μm) – M15 (10.76 μm),
-2.0 – +0.25K lin., FCI IR12.3 – IR10.5

M15 (10.76 μm) – M14 (8.55 μm),
-0.5 – +3.8K lin., FCI IR10.5 – IR8.7

M15 (10.76 μm), 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 μm), ref. 0.0 – 1.1, $\gamma=1.3$, FCI VIS0.8

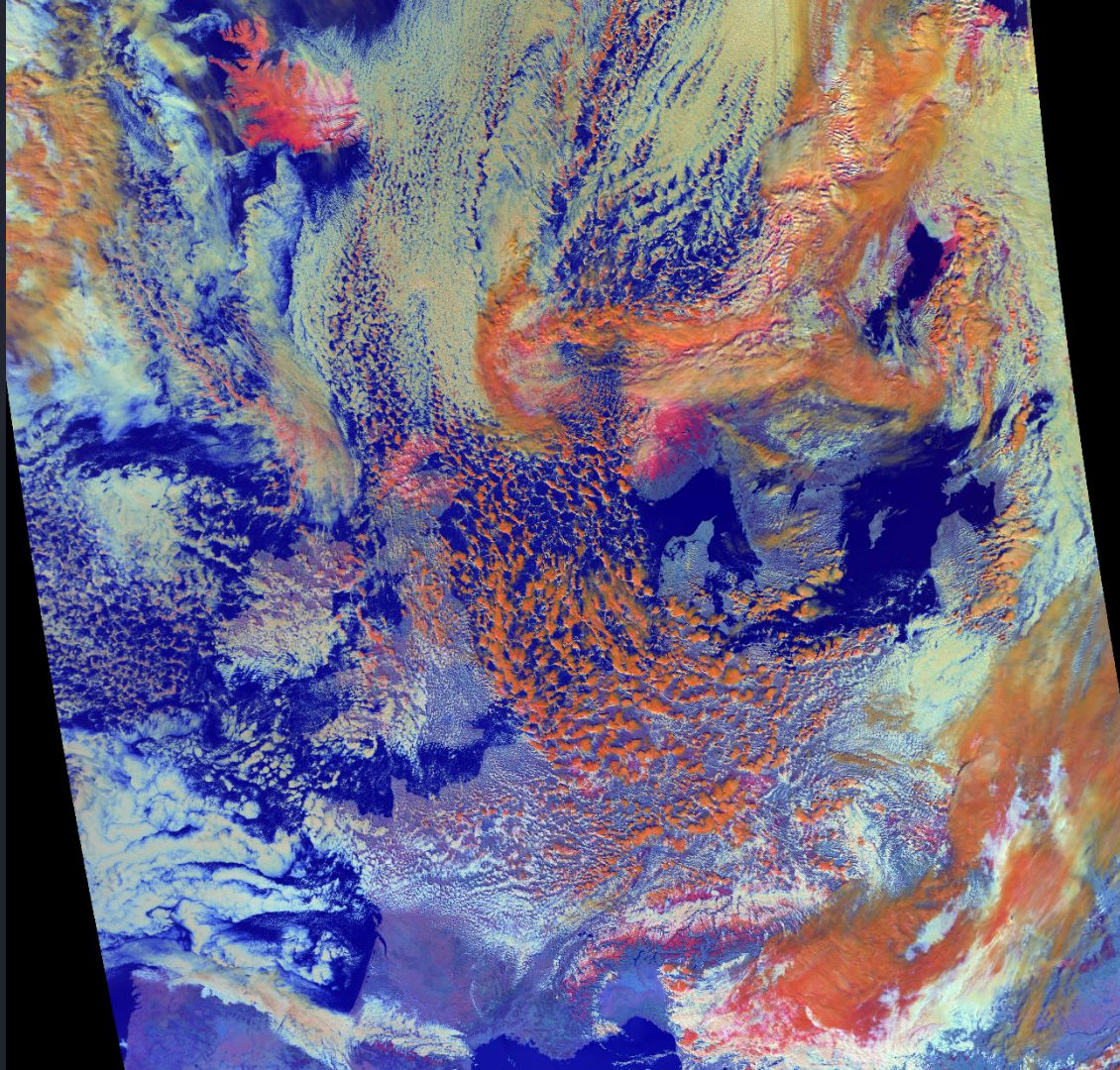
M10 (1.61 μm), ref. 0.0 – 0.7, $\gamma=1.3$, FCI NIR1.6

M12 (3.7 μm , 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 μm), ref. 0.0 – 0.50 lin., FCI NIR1.6

M11 (2.25 μm), ref. 0.0 – 0.50 lin., FCI NIR2.2

M5 (0.67 μm), ref. 0.0 – 0.95 lin., FCI VIS0.6

Jeden z nových denních mikrofyzikálních RGB produktů, primárně určený pro rozlišení fáze oblačnosti (1.6 μm kanál) a velikosti částic (2.25 μm kanál).

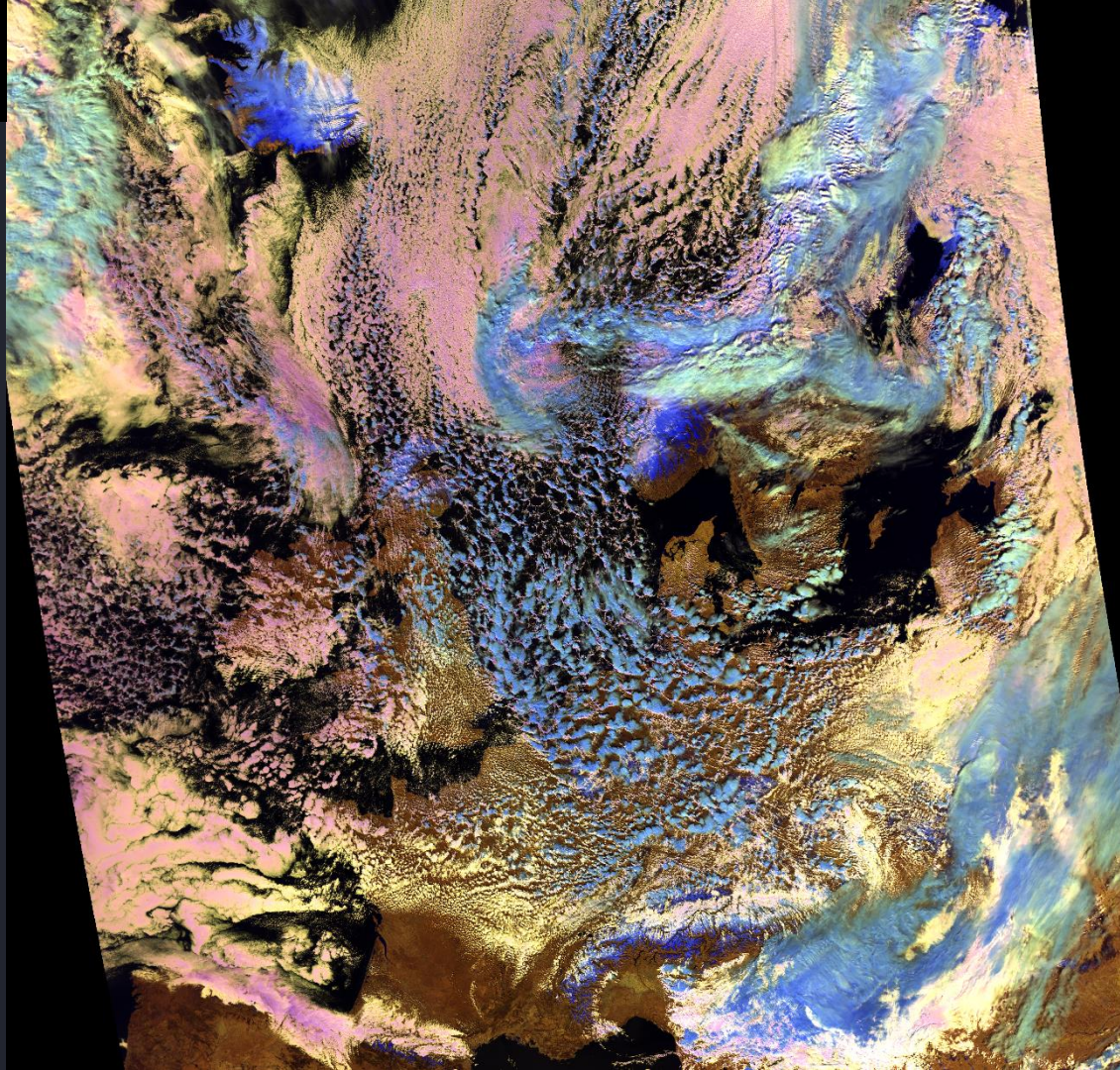
Tmavá modrá – zasněžený terén.

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 μm), [histogram equalization stretch BT 230 - 300K inv.](#) (image subset), FCI IR10.5

M5 (0.67 μm), ref. 0.0 - 1.1, FCI VIS0.6

M10 (1.61 μm), 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

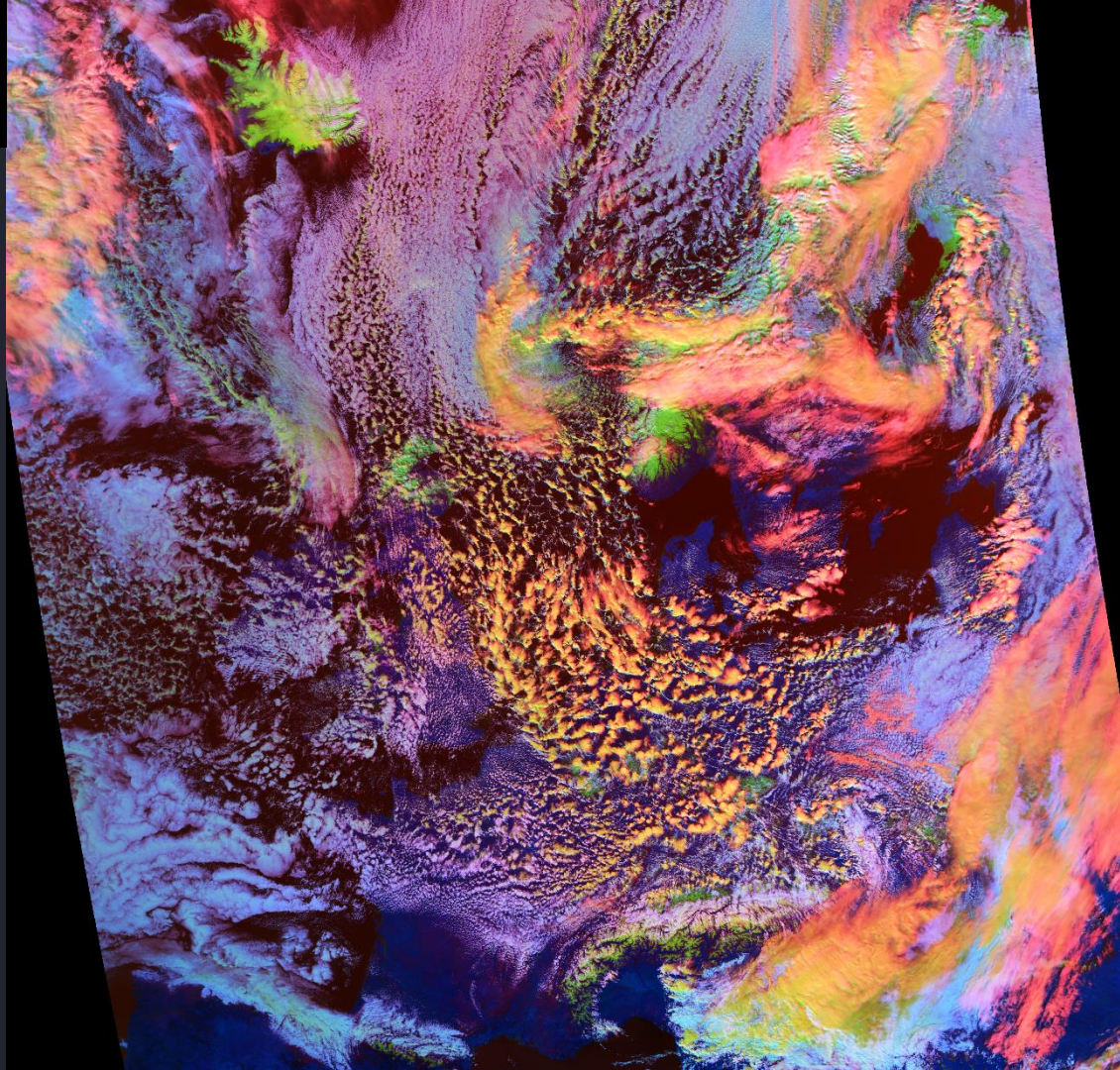
Světlejší modrá, růžová a fialová – nízká až střední oblačnost tvořená vodními kapkami.

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

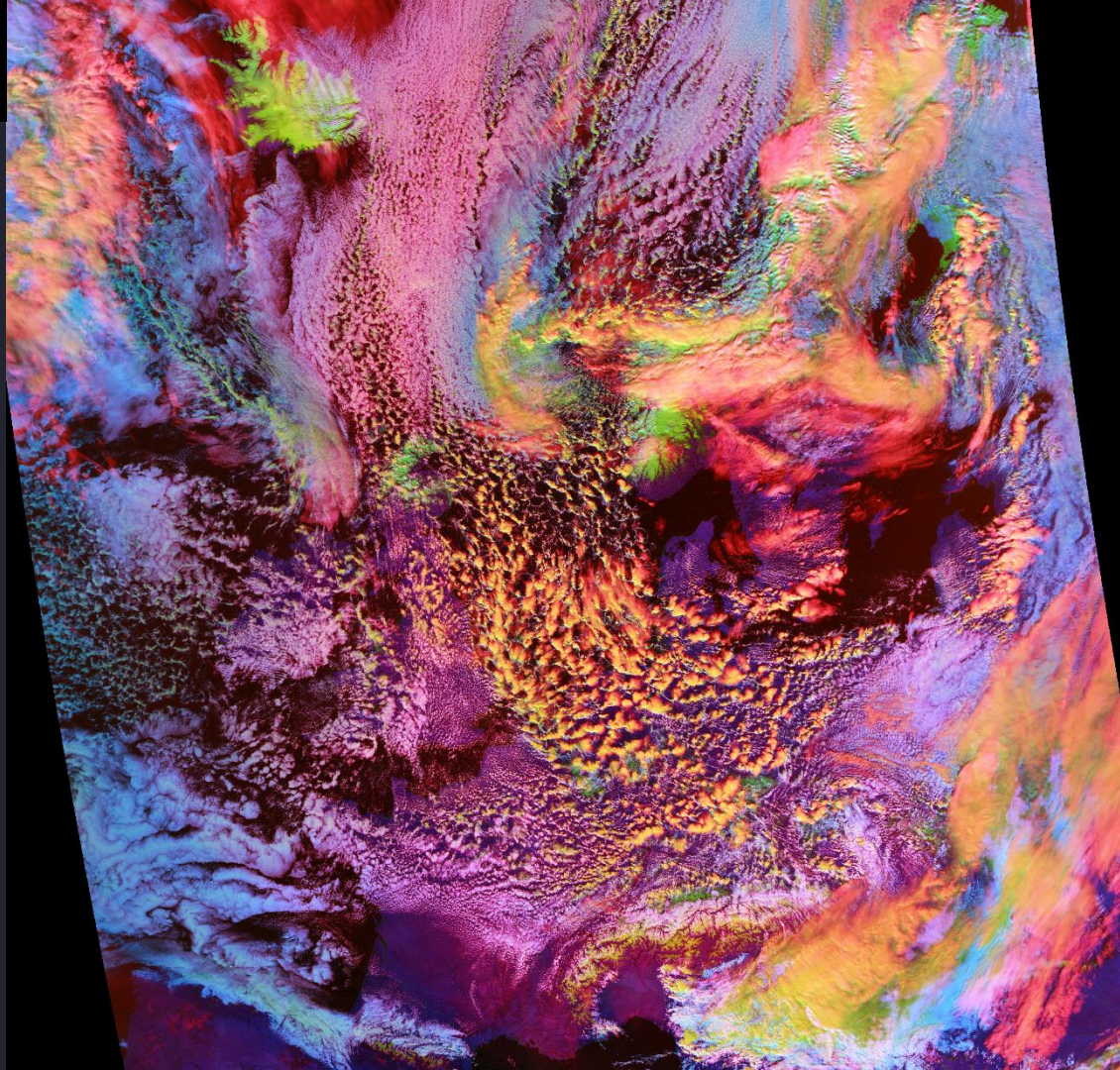
M9 (1.38 μm), [hist.equal.stretch](#), 0–0.5, FCI NIR1.3

M5 (0.67 μm), ref. 0.0 – 1.1, FCI VIS0.6

M10 (1.61 μm), 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 μm , 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).



DĚKUJI ZA POZORNOST