

Meteorologické družice: Družice MSG a MTG

RNDr. Martin Setvák, CSc.

družicové oddělení ČHMÚ
E-mail: martin.setvak@chmi.cz
osobní stránky: www.setvak.cz



Globální systém meteorologických družic

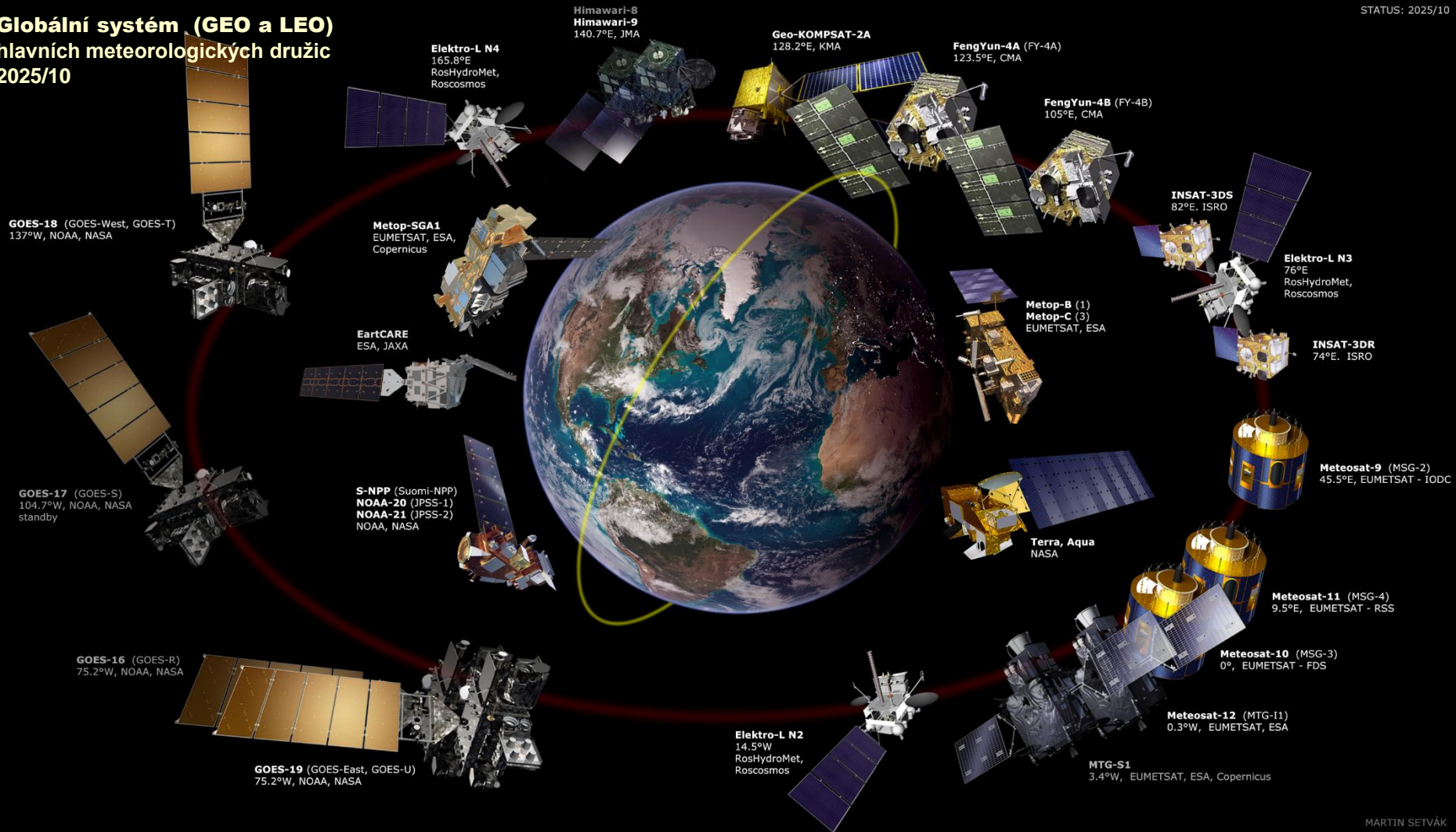
(včetně družic pro monitorování "Space Weather")

zdroj (~ 2021/2022): NOAA

- USA
- JAPAN
- SOUTH KOREA
- INDIA
- CHINA
- FRANCE
- RUSSIA
- SPAIN
- CANADA
- NOAA
- EUMETSAT
- EUROPEAN COMMISSION
- NATIONAL SPACE ORGANIZATION (NSPO)
- EUROPEAN SPACE AGENCY
- NASA
- DEPARTMENT OF DEFENSE

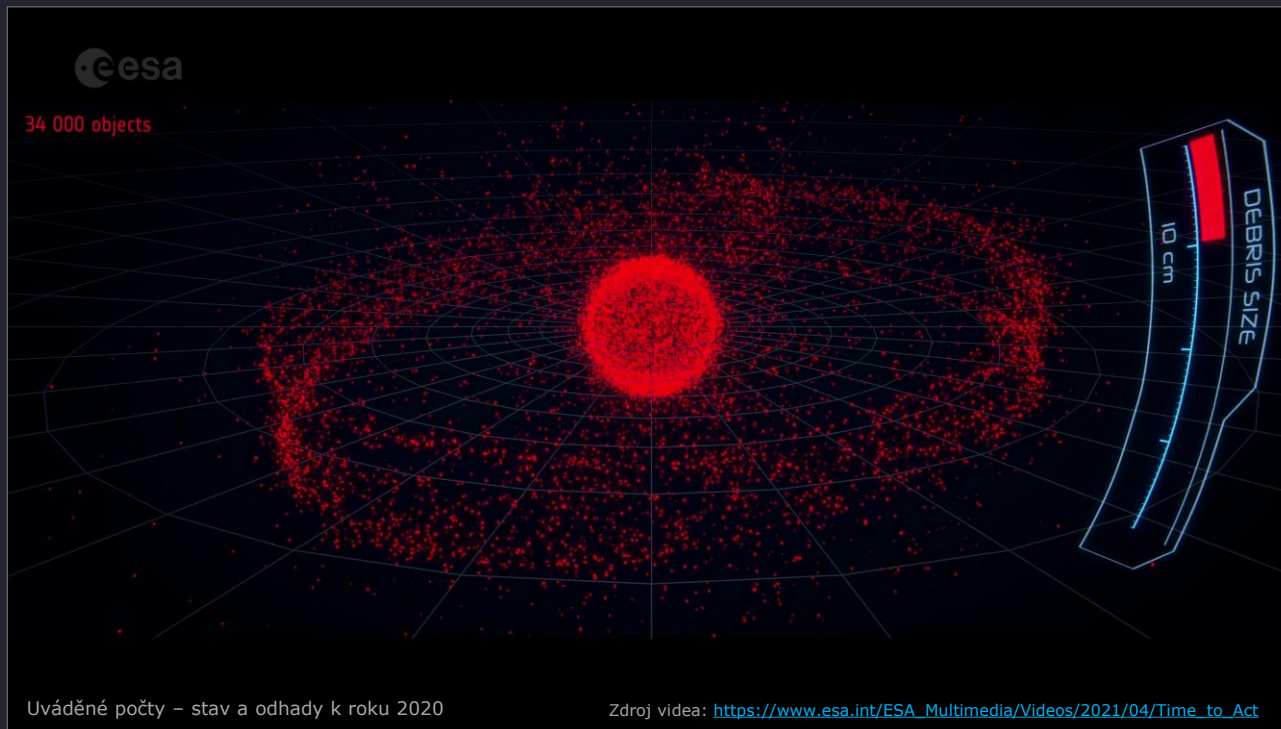


Globální systém (GEO a LEO) hlavních meteorologických družic 2025/10



Problematika „vesmírného smetí“ (Space Debris)

Objekty, které se vymkly kontrole (horní stupně nosičů, staré družice), kusy objektů a drobnější tříšť vzniklé kolizemi = **vesmírné smetí**



[Space Debris / ESA](#)

[Wikipedia – Space Debris](#)

[ESA Space Environment Report 2024](#)

[How many satellites can we safely fit in Earth orbit?](#) (2023)

Sledované objekty – cca 10 cm a větší, menší objekty – výsledky modelů, odhady

Obavy z dalšího růstu množství vesmírného smetí – především v důsledku různých vypouštěných megakonstelací (např. síť Starlink)

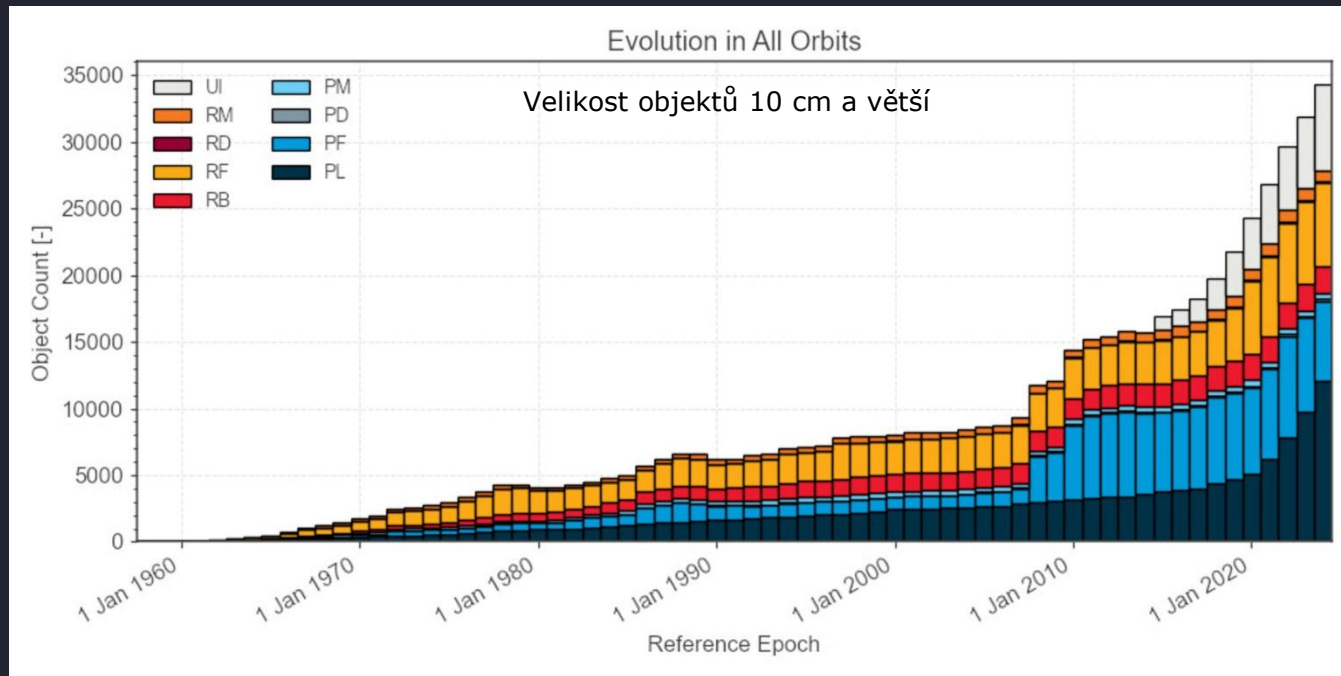
Riziko jak pro funkční družice již na oběžné dráze, tak pro starty nových družic a pilotovaných letů – hrozba budoucího „uzemnění“ lidstva na dobu několika staletí ...

Družice na nízkých dráhách – se zbytkem paliva naváděny na sestupovou dráhu zpět do atmosféry, kde následně (většinou s časovým odstupem) zaniknou, shoří

Družice na geostacionární dráze – se zbytkem paliva jejich dráha zvýšena o 100 až 300 km – hřbitovná dráha, problém do budoucna

Problematika „vesmírného smetí“ (Space Debris)

Objekty, které se vymkly kontrole (horní stupně nosičů, staré družice), kusy objektů a drobnější tříšť vzniklé kolizemi = **vesmírné smetí**



Zdroj: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/ESA_Space_Environment_Report_2024

- s rostoucím počtem aktivních družic (a jejich startů) rostoucí riziko kolizí s vesmírným smetím a následných řetězových reakcí
- již nyní nutnost úhybných manévřů aktivních těles (včetně pilotovaných letů a stanic) před různými objekty
- riziko exponenciálního růstu počtu trosk – [Kesslerův syndrom](#)

Problematika „vesmírného smetí“ (Space Debris)

Information last updated on 16 January 2026

Number of rocket launches since the start of the space age in 1957

About 7170 (excluding failures)

Number of satellites these rocket launches have placed into Earth orbit

About 25170

Number of these still in space

About 16910

Number of these still functioning

About 14200

Number of space objects regularly tracked by Space Surveillance Networks and maintained in their catalogue

About 44870

Estimated number of break-ups, explosions, collisions, or anomalous events resulting in fragmentation

More than 650

Total mass of all space objects in Earth orbit

More than 15800 tonnes

Not all objects are tracked and catalogued. The number of objects estimated based on statistical models to be in orbit

(MASTER-8, reference population 08/2024)

54000 space objects greater than 10 cm (including approx. 9300 active payloads)

1.2 million space debris objects from greater than 1 cm to 10 cm

140 million space debris objects from greater than 1 mm to 1 cm

Zdroj: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers

Družice na geostacionární (geosynchronní) dráze

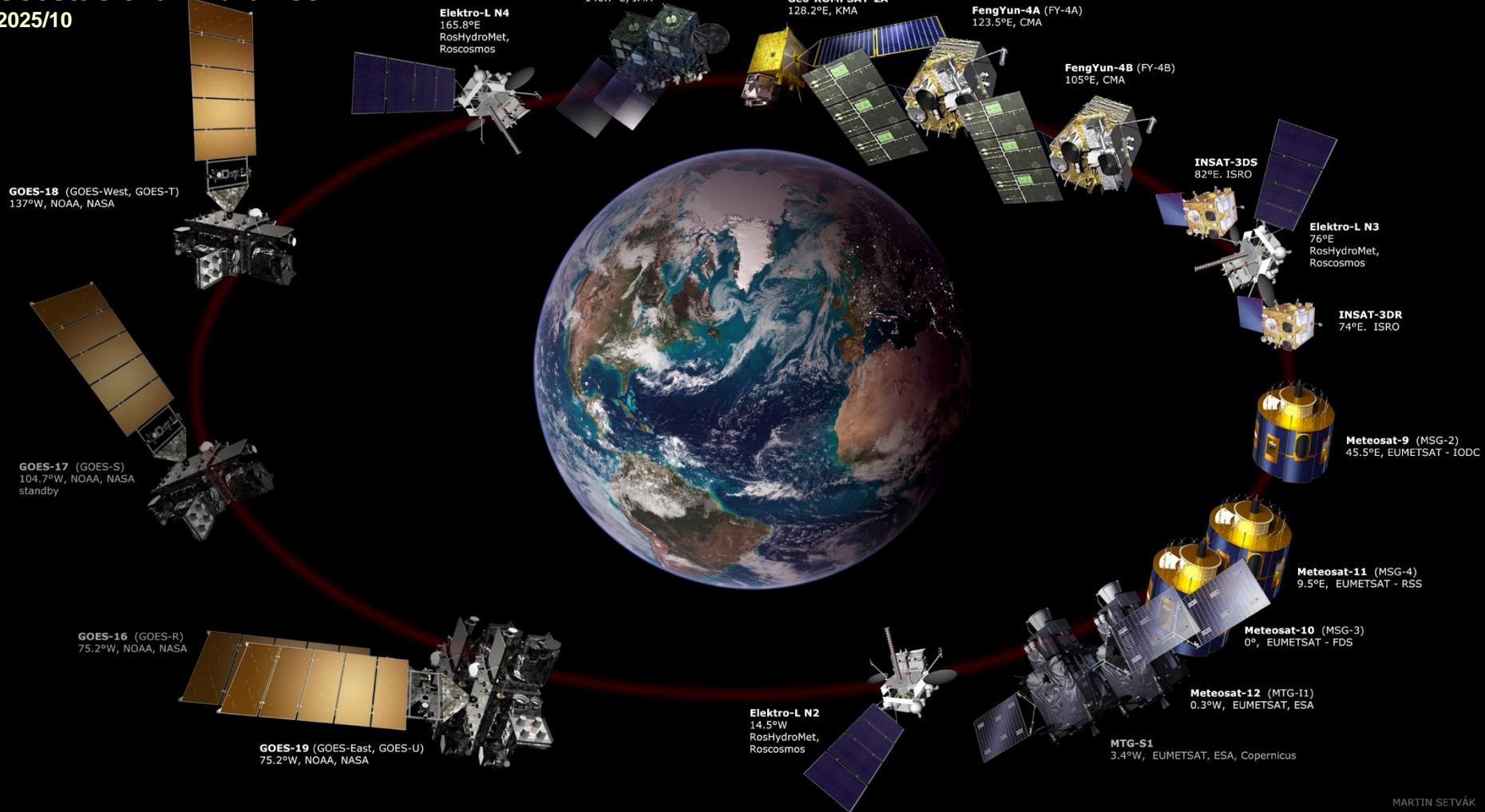
zkráceně: **GEOSTACIONÁRNÍ DRUŽICE**

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

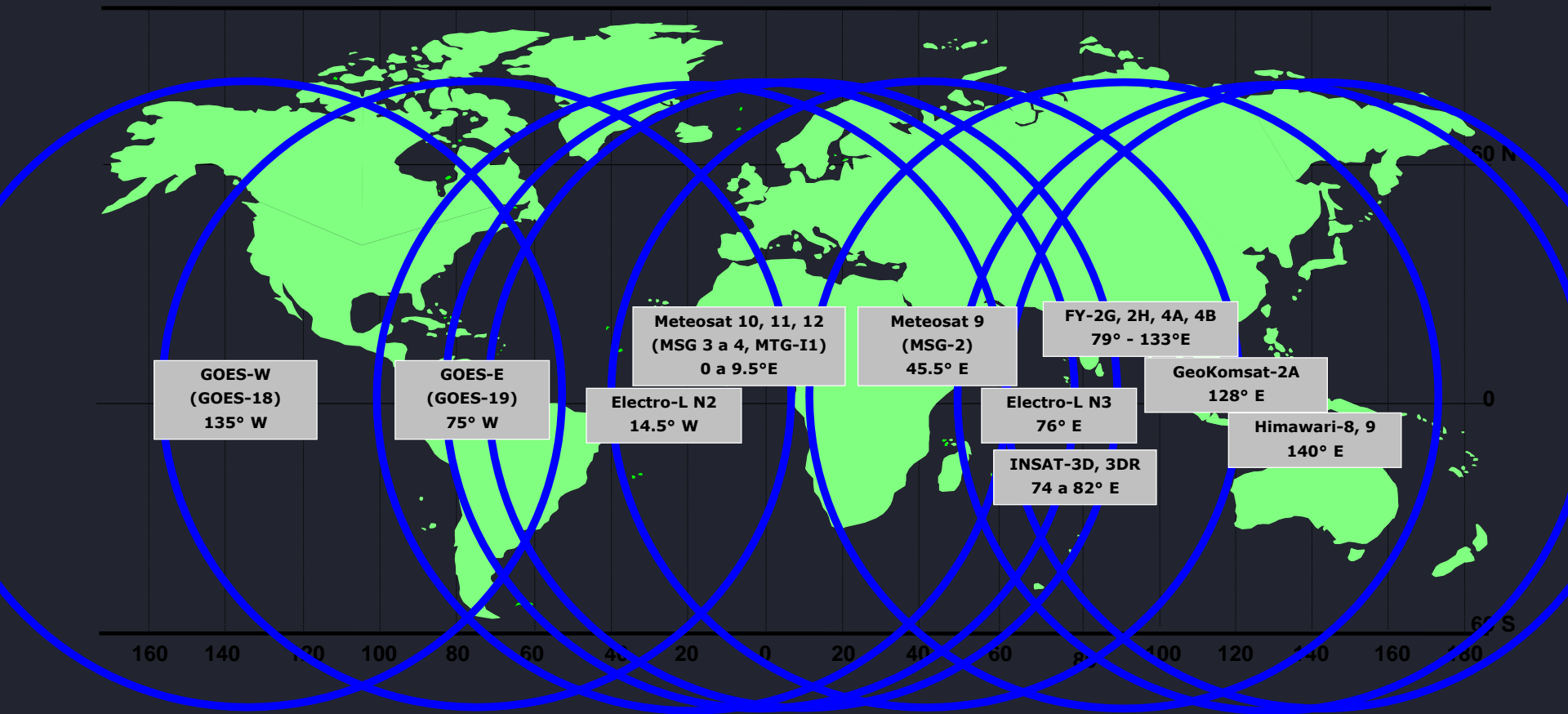
Geostacionární družice

2025/10



Geostacionární družice – globální pokrytí

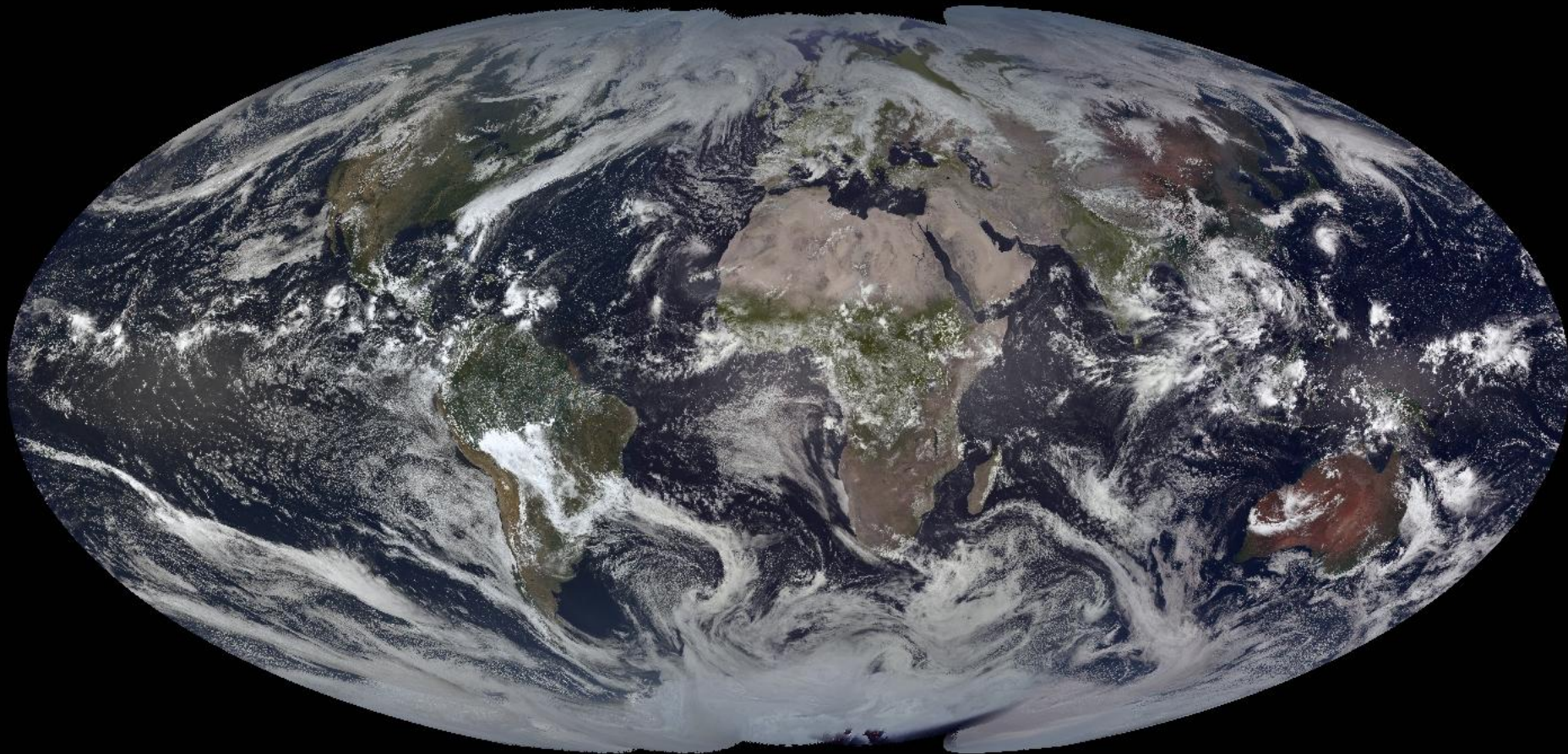
Podrobný přehled operativních a budoucích GEO družic viz <https://space.oscar.wmo.int/satellitestatus/status>



Geostacionární družice – globální pokrytí

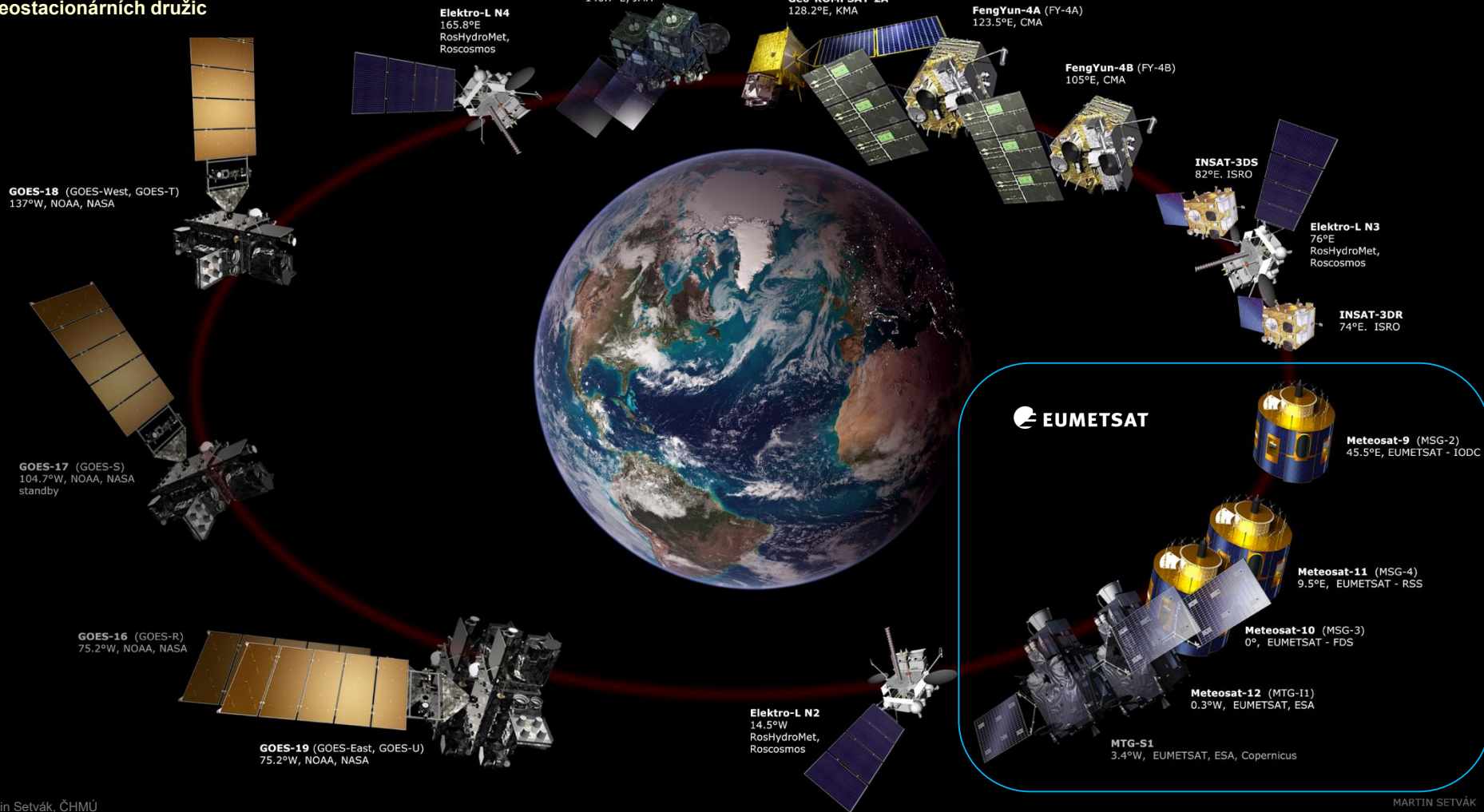
zdroj: <https://www.ssec.wisc.edu/data/composites/local-noon>

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

Globální systém meteorologických geostacionárních družic



Organizace EUMETSAT a její geostacionární družice Meteosat



- 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)

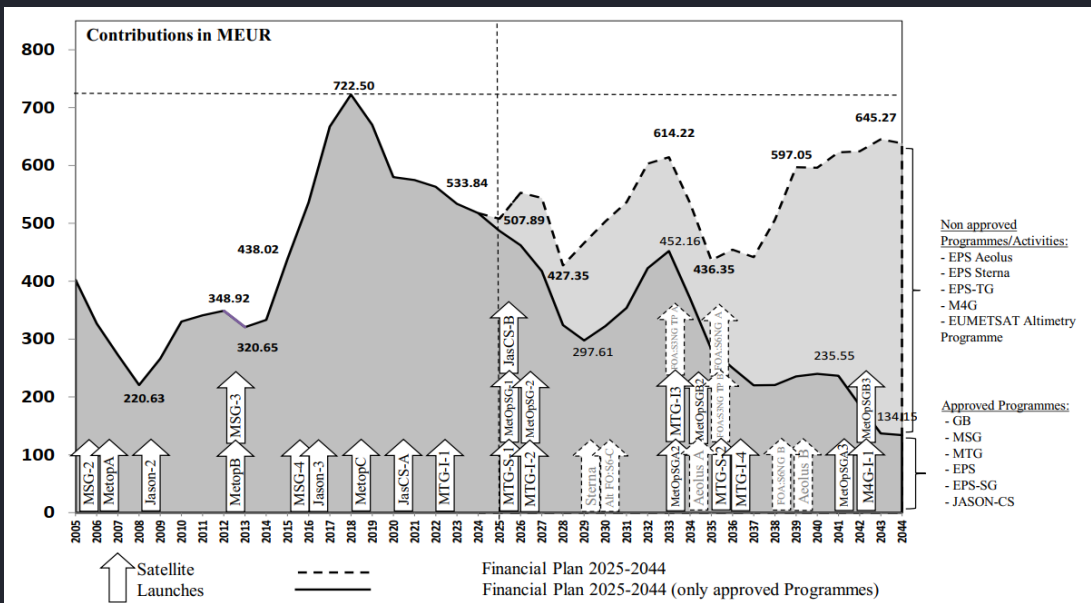
Povinné programy organizace EUMETSAT

- EUMETSAT General Budget
- MSG – Meteosat Second Generation
- MTG – Meteosat Third Generation
- EPS – EUMETSAT Polar System (družice Metop)
- EPS-SG – EPS Second Generation (družice Metop-SG)
- EPS Sterna – mikrovlnná sondáž atmosféry

Volitelné programy organizace EUMETSAT

(ČR se neúčastní, snahy o zařazení mezi povinné programy)

- JASON-3 a JASON-CS/Sentinel-6A a 6B (mořská altimetrie)



Budoucí povinné programy (zatím neschválené)

- EPS Aeolus – lidarová sondáž atmosféry (profily proudění, pro asimilaci do NWP)
- EUMETSAT Altimetry Programme
- M4G – Meteosat Fourth Generation
- EPS-TG – EPS Third Generation

Dlouhodobý přehled zaplacených (2005 – 2024) a odhad plánovaných (2025 – 2044) členských příspěvků (dle EUM/C/106/24/DOC/46 z 20. 11. 2024)

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	TOTALS
	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE
General Budget	31,834	34,385	29,965	30,047	23,718	23,281	26,748	26,167	25,308	25,228	276,681
<i>GB Core & Prospective</i>	21,342	30,119	23,623	23,650	23,718	23,281	26,748	26,167	25,308	25,228	249,184
<i>EPS-Aeolus/EPS-Sterna Phase B</i>	10,492	4,266	6,342	6,397							27,497
MSG	21,662	19,536	18,485	18,826	17,167	17,284	16,997	17,169	16,888	16,874	180,888
EPS	33,690	28,570	27,052	27,175	25,225	24,610	24,588	24,466	24,352	24,225	263,953
EPS-SG	221,975	229,294	202,193	155,485	146,727	150,894	156,618	183,221	181,931	139,801	1,768,139
<i>EPS-SG Base</i>	220,440	225,966	198,603	151,895	142,432	145,894	151,618	178,221	176,931	134,801	1,726,801
<i>CommData</i>	1,535	3,328	3,590	3,590	4,295	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	41,338
<i>SAFs</i>								5,160	6,880	6,880	18,920
MTG	176,225	149,277	139,114	92,519	84,774	106,288	128,771	171,526	203,680	163,949	1,416,123
<i>MTG Base</i>	176,225	149,277	139,114	86,017	77,880	99,243	121,071	152,128	181,710	141,305	1,323,970
<i>MTG Phase 0/A</i>				6,502	6,894	7,045	7,700				28,140
<i>MTG Phase B</i>								14,238	15,090	15,764	45,092
<i>SAFs</i>								5,160	6,880	6,880	18,920
EPS-Aeolus (DWL)					54,944	94,756	97,788	101,850	102,240	104,753	556,331
EPS-Sterna (AWS)	20,830	90,882	101,167	73,932	80,381	60,817	63,602	60,041	50,425	54,593	656,670
EUMETSAT Altimetry Programme			25,232	29,366	33,130	25,226	21,238	18,641	9,399	5,167	167,399
SubTotal MANDATORY	506,216	551,944	543,208	427,350	466,066	503,156	536,350	603,081	614,223	534,590	5,286,184
JASON CS	1,672	944	700								3,316
SubTotal OPTIONAL	1,672	944	700								3,316
TOTALS	507,888	552,888	543,908	427,350	466,066	503,156	536,350	603,081	614,223	534,590	5,289,500

	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	TOTALS
	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE
General Budget	25,103	25,116	25,082	25,189	25,292	25,300	25,310	25,309	25,330	25,324	252,355
EPS-SG	112,819	106,146	126,002	141,208	156,659	158,863	156,311	105,547	65,236	65,230	1,194,021
<i>EPS-SG Base</i>	103,347	95,397	112,059	124,710	140,160	138,531	127,037	100,547	60,236	60,230	1,062,255
<i>CommData</i>	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	50,000
<i>EPS-TG Phase 0/A</i>	4,472	5,749	8,943	11,498							30,662
<i>EPS-TG Phase B</i>					11,498	15,331	24,274				51,104
MTG	144,424	118,856	69,126	54,171	53,604	55,609	55,041	55,051	46,401	43,599	695,882
EPS-Aeolus (DWL)	61,791	52,098	52,280	51,926	61,641	18,017	15,271	15,537	14,951	12,599	356,111
EPS-Sterna (AWS)	34,433	41,726	33,806	30,398	28,692	16,188	14,820	14,919			214,983
MTG	50,692	101,404	135,134	203,042	271,161	322,043	355,999	355,992	339,151	271,296	2,405,912
EPS-TG								51,987	154,206	220,152	426,345
EUMETSAT Altimetry Programme	7,091	9,148	52								16,291
SubTotal MANDATORY	436,354	454,494	441,483	505,935	597,049	596,019	622,752	624,341	645,274	638,200	5,561,900
TOTALS	436,354	454,494	441,483	505,935	597,049	596,019	622,752	624,341	645,274	638,200	5,561,900

Předpoklad celkových příspěvků členských států na roky 2025 až 2044 (dle EUM/C/106/24/DOC/46 z 20. 11. 2024)

EUMETSAT – členské poplatky ČR (od r. 2005, kdy se ČR stala spolupracujícím státem)

rok	zaplacené poplatky a odhady v EUR			poznámka
	Coop. state contribution	Entry fee	Member state contribution	
2005	192 153			1/8 členského příspěvku
2006	390 747			1/4 členského příspěvku
2007	497 912			3/8 členského příspěvku
2008	545 236			1/2 členského příspěvku
2009	781 451			1/2 členského příspěvku
2010	883 118	1 269 000	894 234	1/2 členského příspěvku + 1/4 vstupního poplatku + doplatek na plný příspěvek
2011		1 269 000	1 831 648	1/4 vstupního poplatku + členský příspěvek
2012		1 269 000	2 500 217	1/4 vstupního poplatku + členský příspěvek
2013		1 269 000	2 390 764	1/4 vstupního poplatku + členský příspěvek
2014			2 533 167	členský příspěvek 0.9719 %
2015			3 498 067	členský příspěvek 1.0072 %
2016			4 167 017	členský příspěvek 1.0072 %
2017			5 165 782	členský příspěvek 1.0072 %
2018			5 385 184	členský příspěvek 0.9530 %
2019			5 117 686	členský příspěvek 0.9530 %
2020			4 535 031	členský příspěvek 0.9530 %
2021			5 090 577	členský příspěvek 1.0654 %
2022			5 172 496	členský příspěvek 1.0654 %
2023			5 245 187	členský příspěvek 1.0654 %
2024			5 981 767	členský příspěvek 1.1856 %
2025			6 001 698	členský příspěvek 1.1856 %

← ČR spolupracujícím státem

← ČR plným členským státem

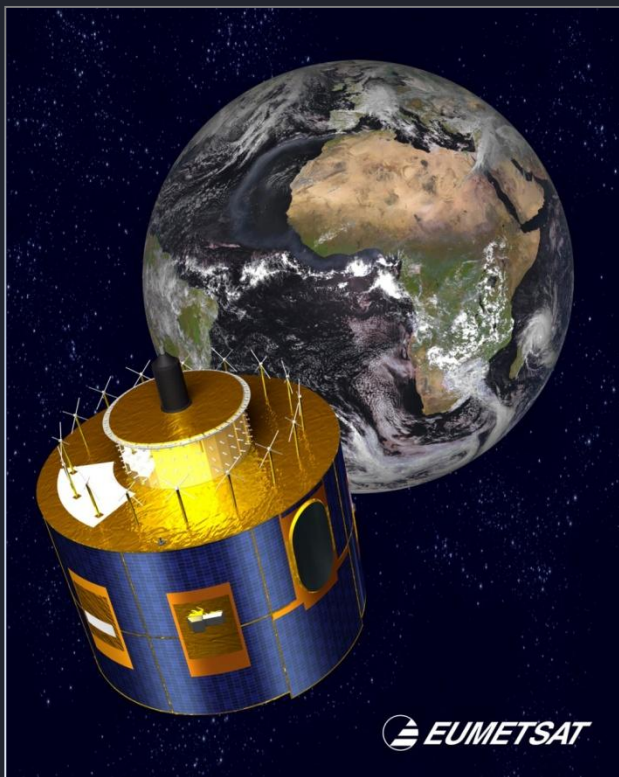
Celkové příspěvky ČR od roku 2005 (vstup ČR formou spolupracujícího státu) do současnosti

(dle EUM/C/106/24/DOC/45 z 18. 11. 2024)

Na základě aktuálně dostupných dokumentů organizace EUMETSAT připravil M. Setvák, ČHMÚ, 18. 11. 2024

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)

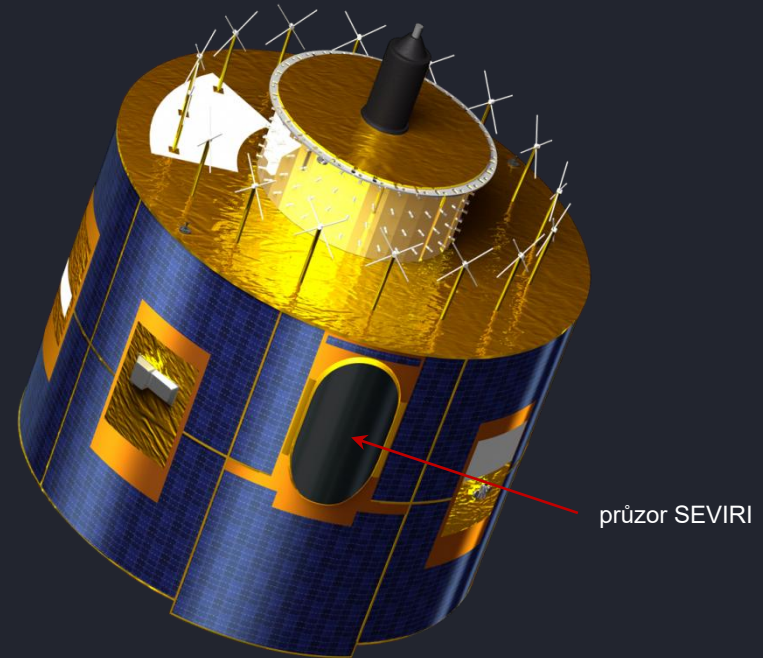
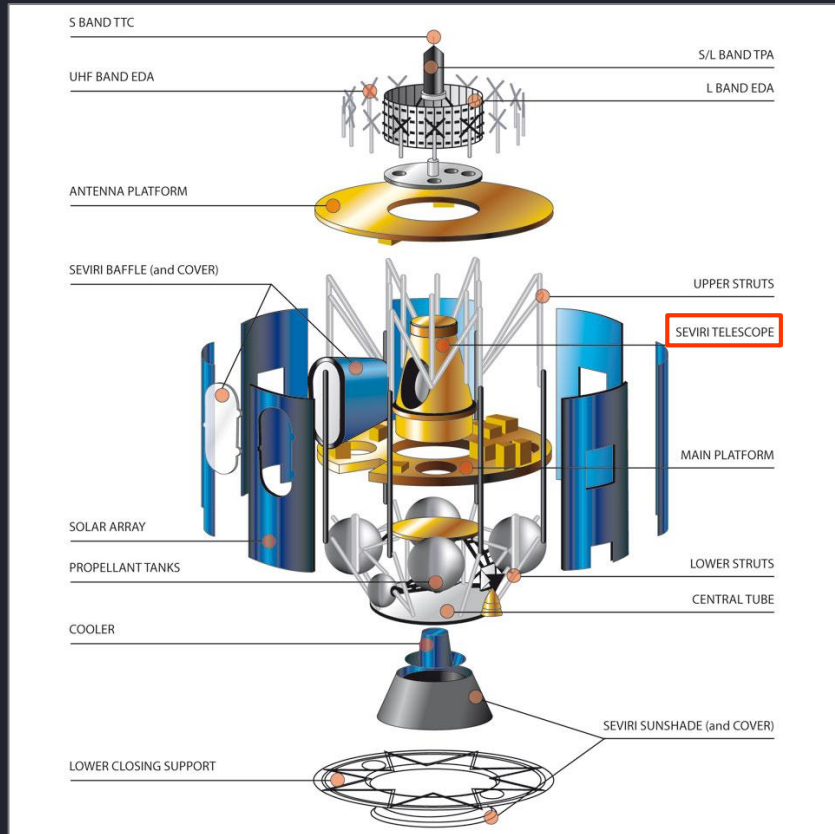
Meteosat 9:

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

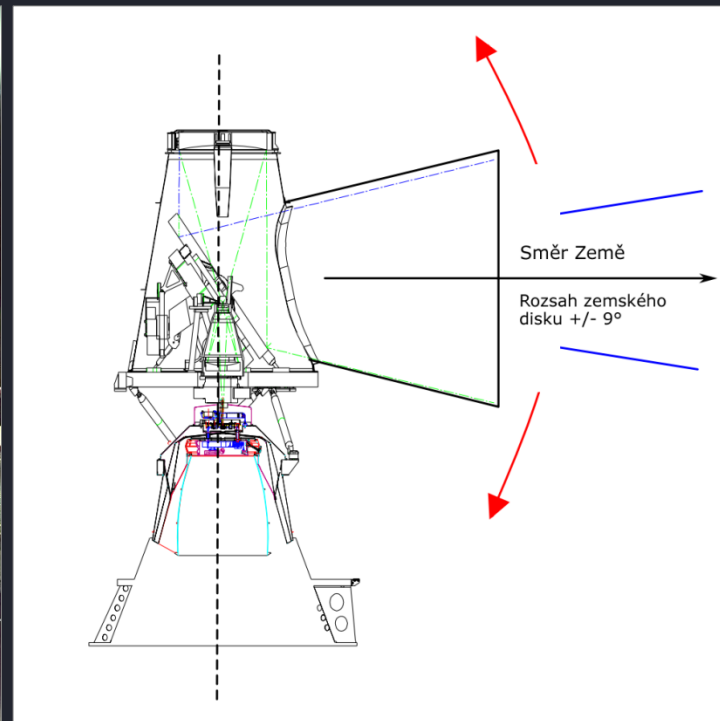
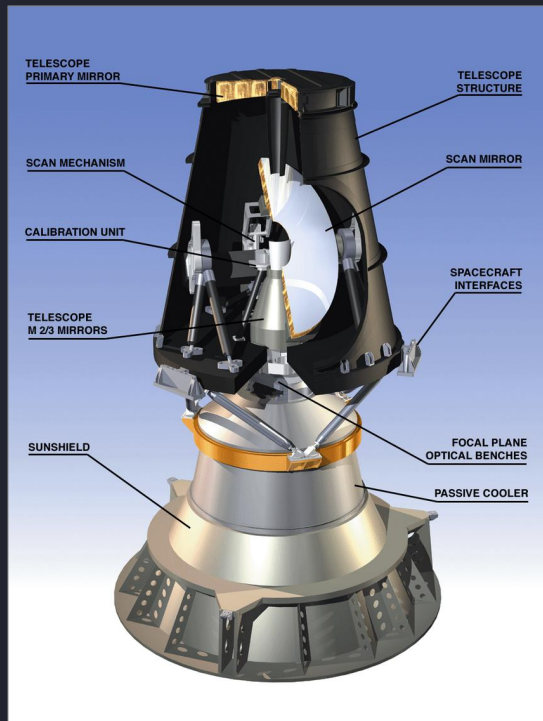
Meteosat 8 – v průběhu října 2022 deaktivován, naveden na finální hřbitovní dráhu

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

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



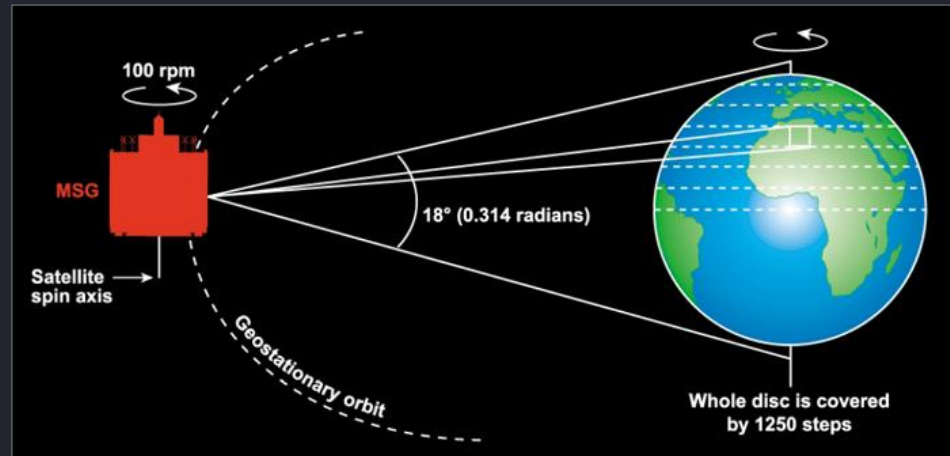
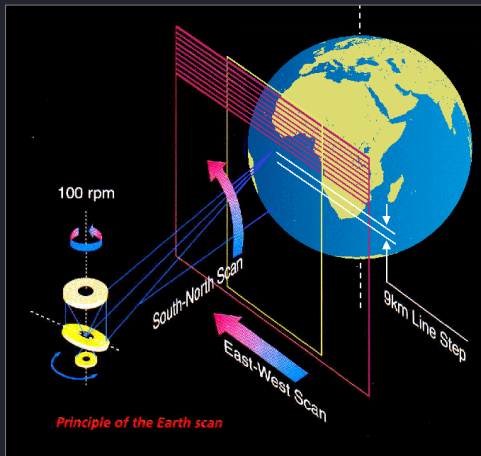
Meteosat druhé generace – přístroj SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager)



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

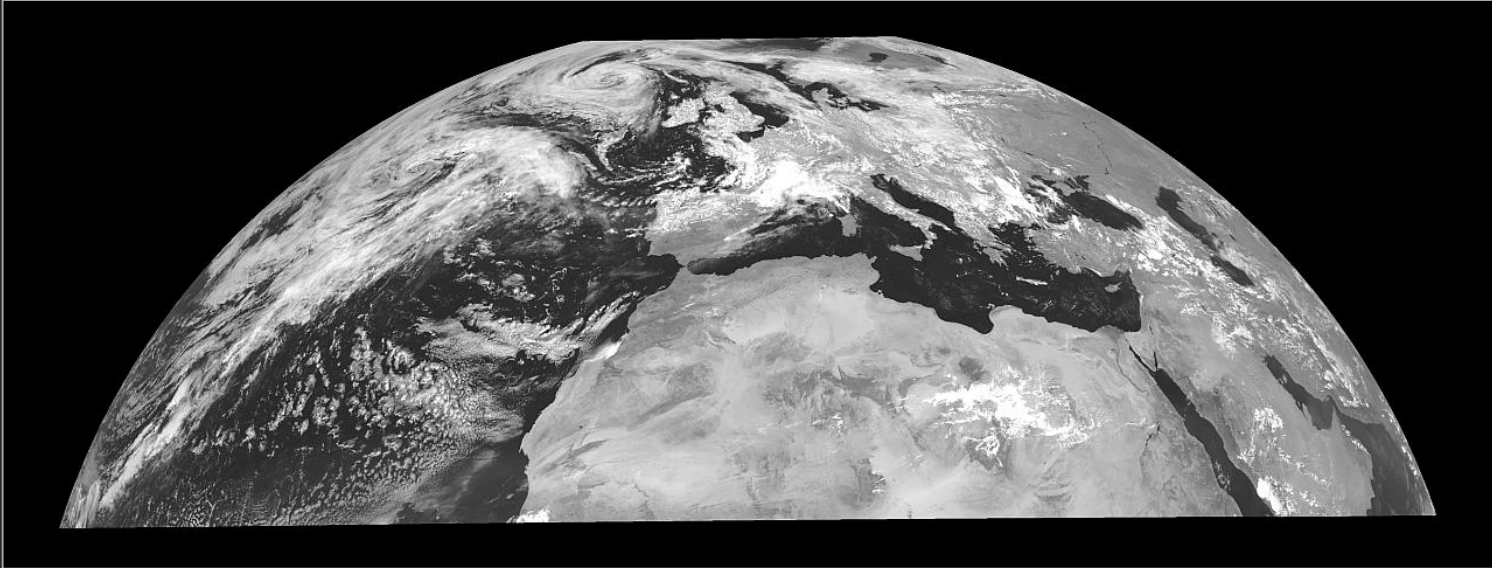


Rozměr snímku celého disku:

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)

Meteosat druhé generace – spektrální kanály přístroje SEVIRI

- kanál 01 VIS 0.6 0.56 - 0.71 μm
- kanál 02 VIS 0.8 0.74 - 0.88 μm
- kanál 03 IR 1.6 1.50 - 1.78 μm

solární kanály

- kanál 04 IR 3.9 3.48 - 4.36 μm
- kanál 05 WV 6.2 5.35 - 7.15 μm
- kanál 06 WV 7.3 6.85 - 7.85 μm
- kanál 07 IR 8.7 8.30 - 9.10 μm
- kanál 08 IR 9.7 9.38 - 9.94 μm
- kanál 09 IR 10.8 9.80 - 11.80 μm
- kanál 10 IR 12.0 11.00 - 13.00 μm
- kanál 11 IR 13.4 12.40 - 14.40 μm

tepelné kanály

- kanál 12 HRV 0.5 - 0.9 μm

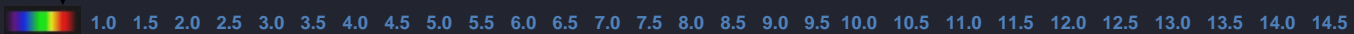
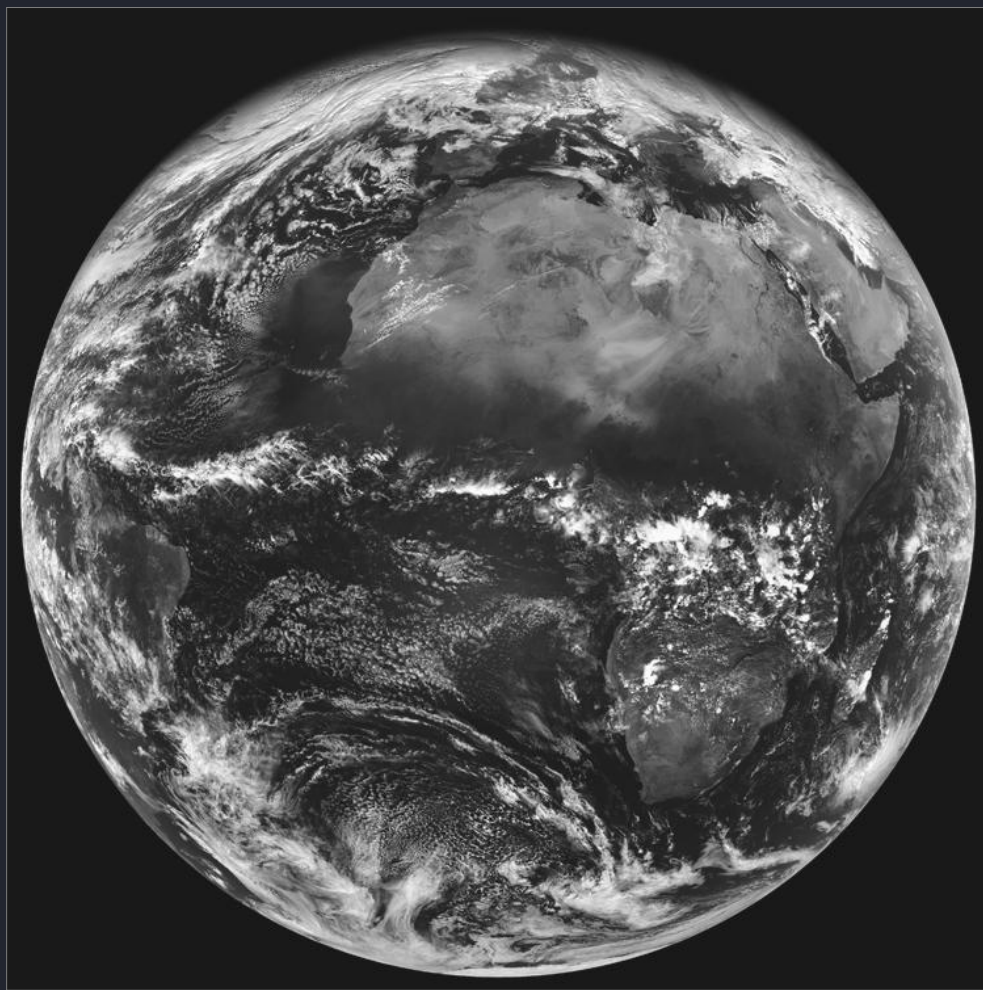
Meteosat druhé generace – spektrální kanály přístroje SEVIRI

- kanál 01 VIS 0.6 0.56 - 0.71 μm viditelné a blízké IR pásmo
- kanál 02 VIS 0.8 0.74 - 0.88 μm
- kanál 03 IR 1.6 1.50 - 1.78 μm mikrofyzikální kanály
- kanál 04 IR 3.9 3.48 - 4.36 μm
- kanál 05 WV 6.2 5.35 - 7.15 μm pásmo absorpce vodní parou
- kanál 06 WV 7.3 6.85 - 7.85 μm
- kanál 07 IR 8.7 8.30 - 9.10 μm kanál atmosférického okna
- kanál 08 IR 9.7 9.38 - 9.94 μm pásmo absorpce O₃
- kanál 09 IR 10.8 9.80 - 11.80 μm
- kanál 10 IR 12.0 11.00 - 13.00 μm kanály atmosférického okna
- kanál 11 IR 13.4 12.40 - 14.40 μm pásmo absorpce CO₂
- kanál 12 HRV 0.5 - 0.9 μm viditelné a blízké IR pásmo

MSG
spektrální kanály SEVIRI

0.6 μm (band 1, VIS0.6)

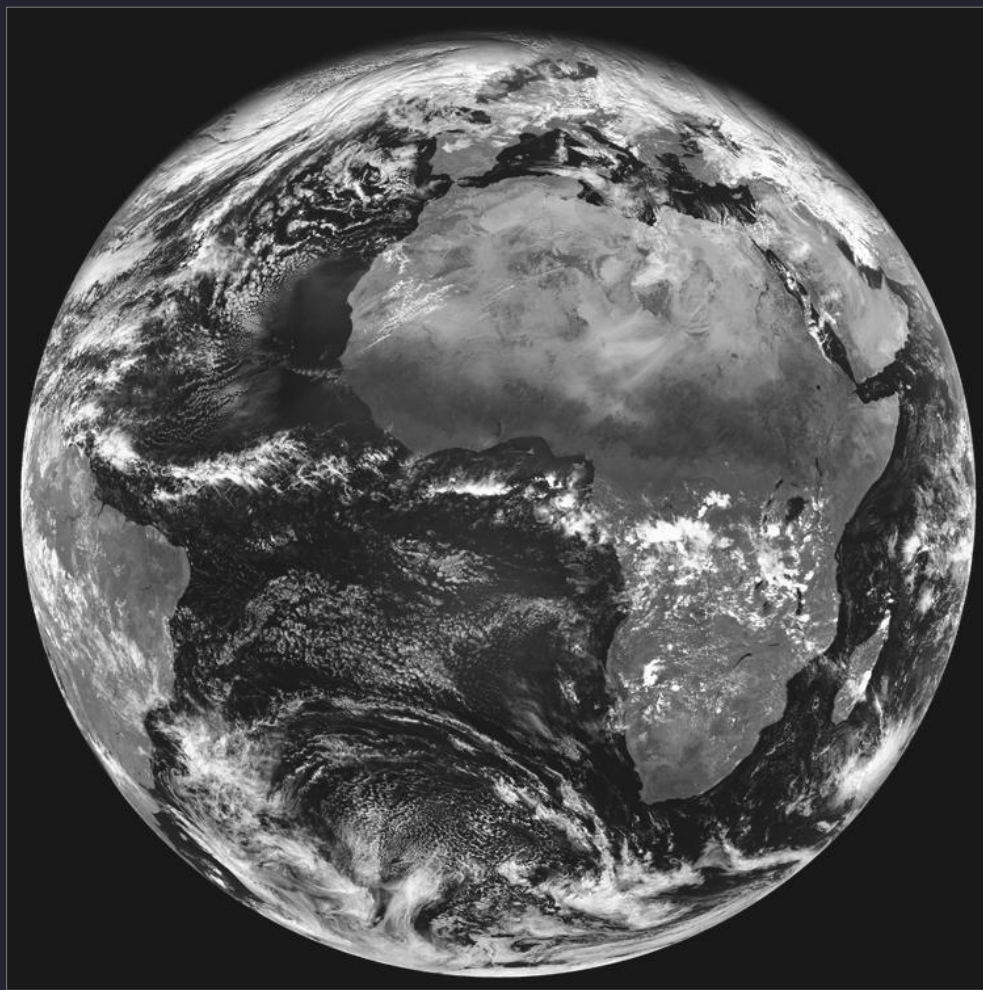
2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)



MSG
spektrální kanály SEVIRI

0.8 μm (band 2, VIS0.8)

2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)

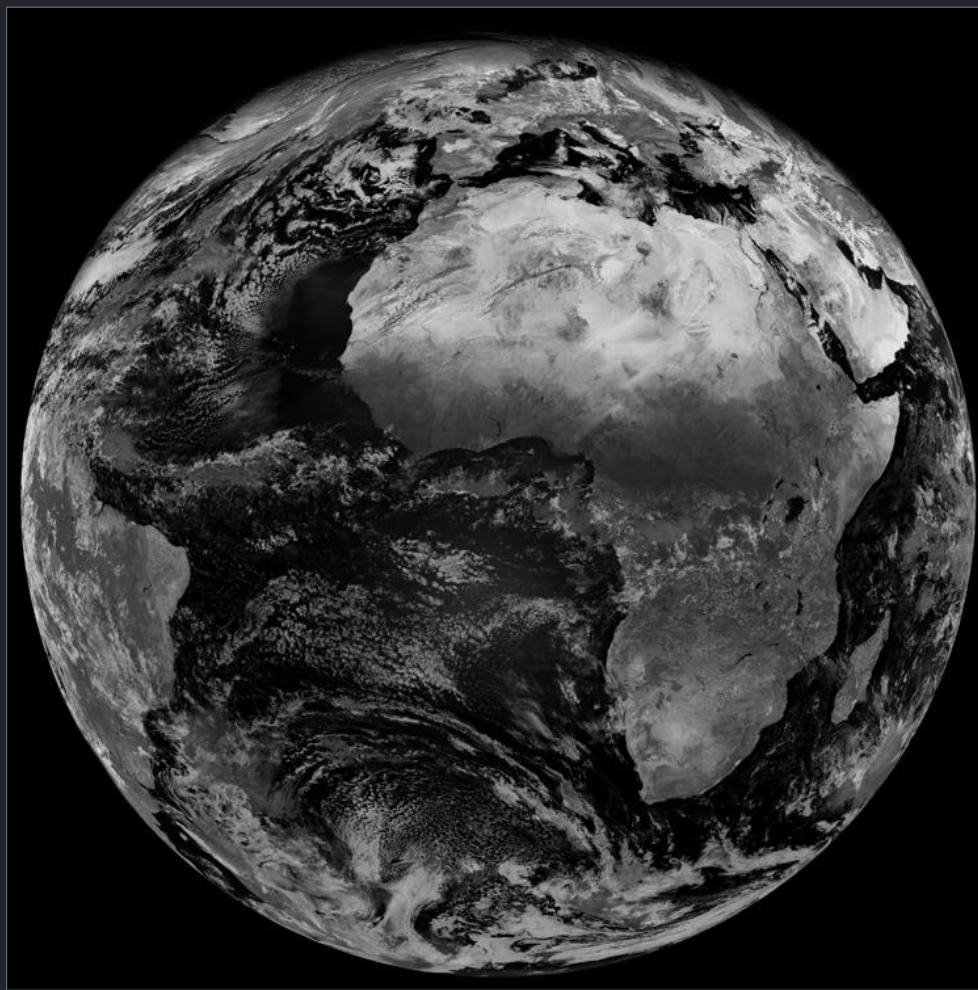


1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5

MSG
spektrální kanály SEVIRI

1.6 μm (band 3, NIR1.6)

2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)

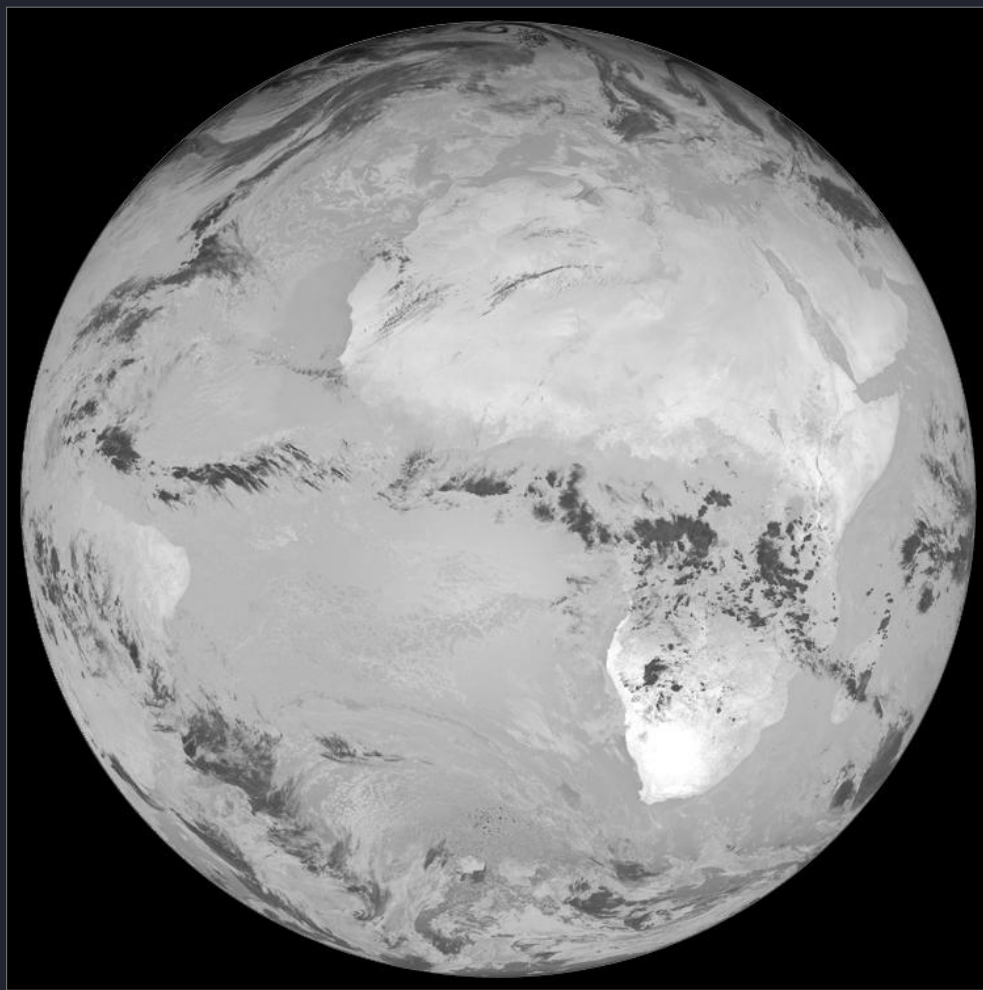


1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5

MSG
spektrální kanály SEVIRI

3.9 μm (band 4, IR3.9)
zobrazený jako odrazivost

2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)

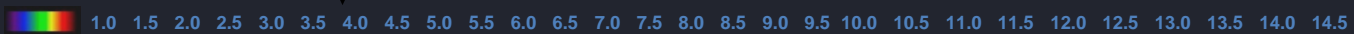
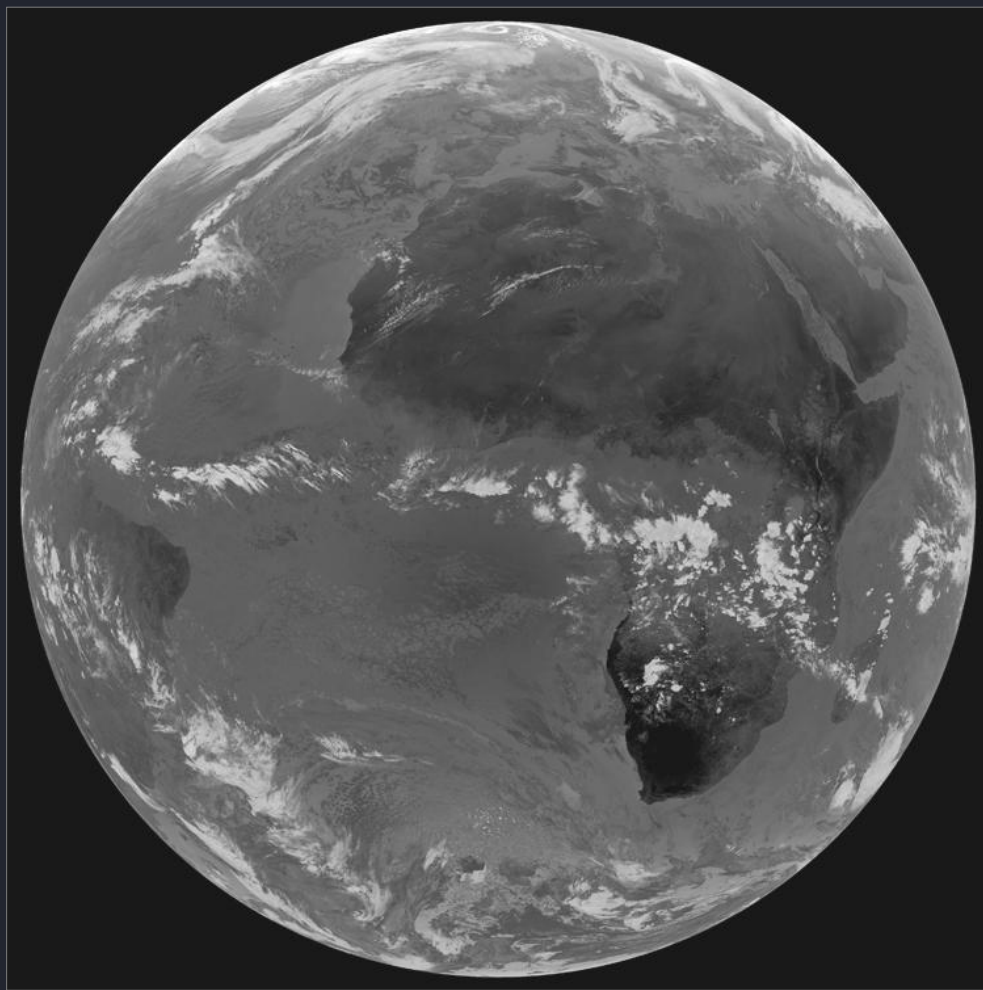


1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5

MSG
spektrální kanály SEVIRI

3.9 μm (band 4, IR3.9)
zobrazený jako IR kanály

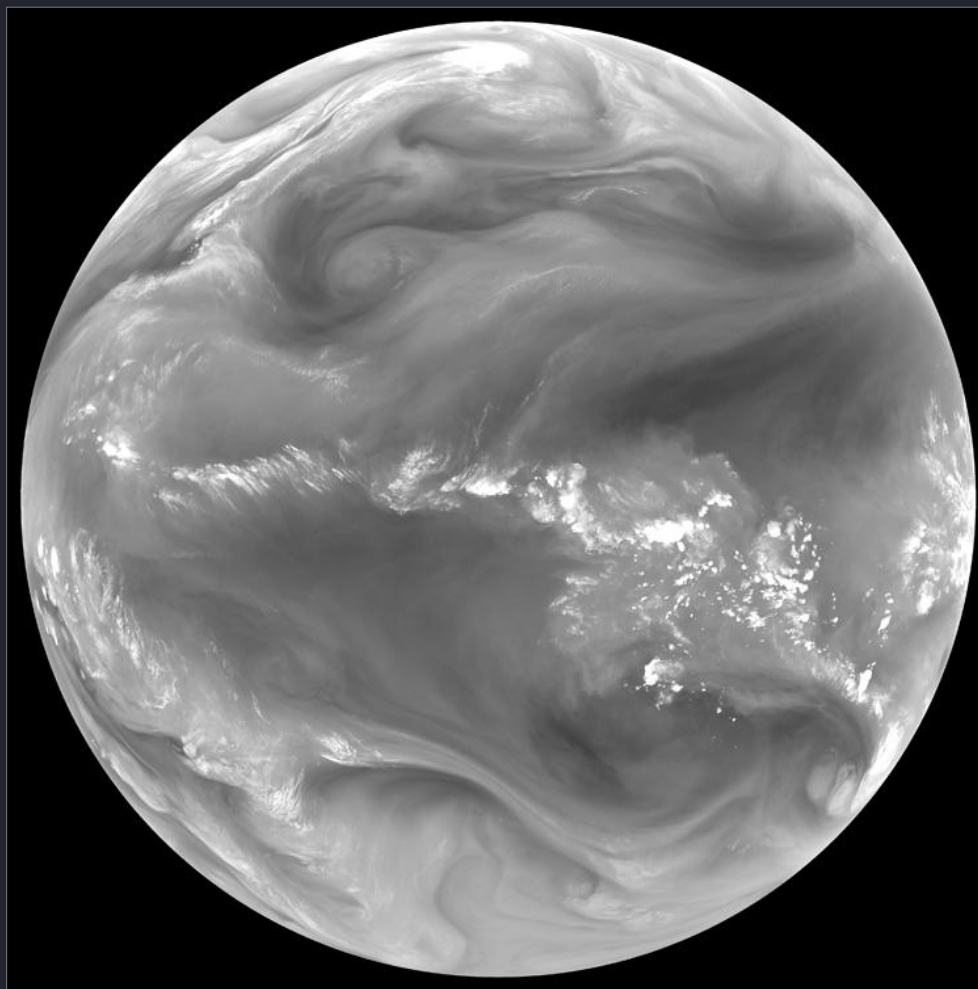
2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)



MSG
spektrální kanály SEVIRI

6.2 μm (band 5, WV6.2)
pásmo absorpce vodní páry

2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)

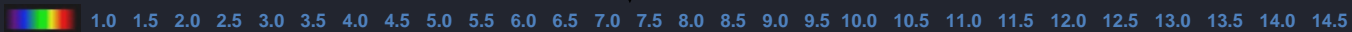
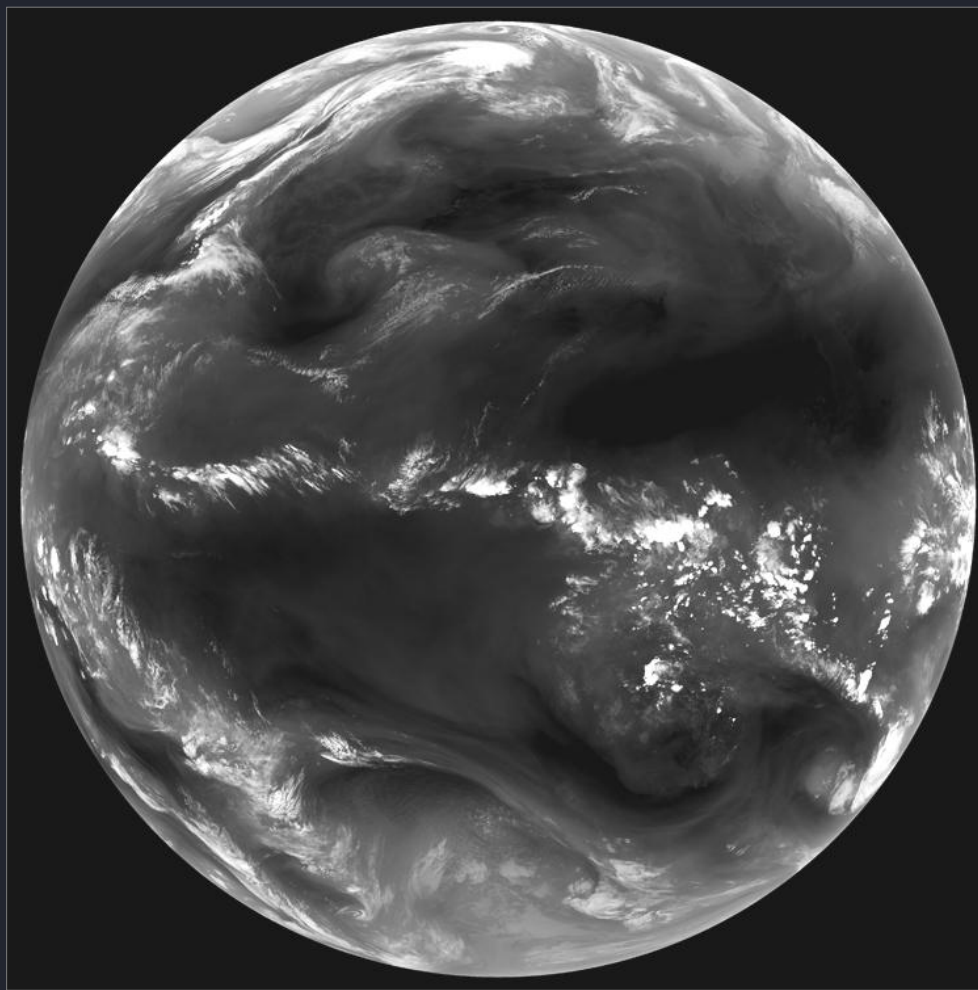


1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5

MSG
spektrální kanály SEVIRI

7.3 μm (band 6, WV7.3)
pásmo absorpce vodní páry

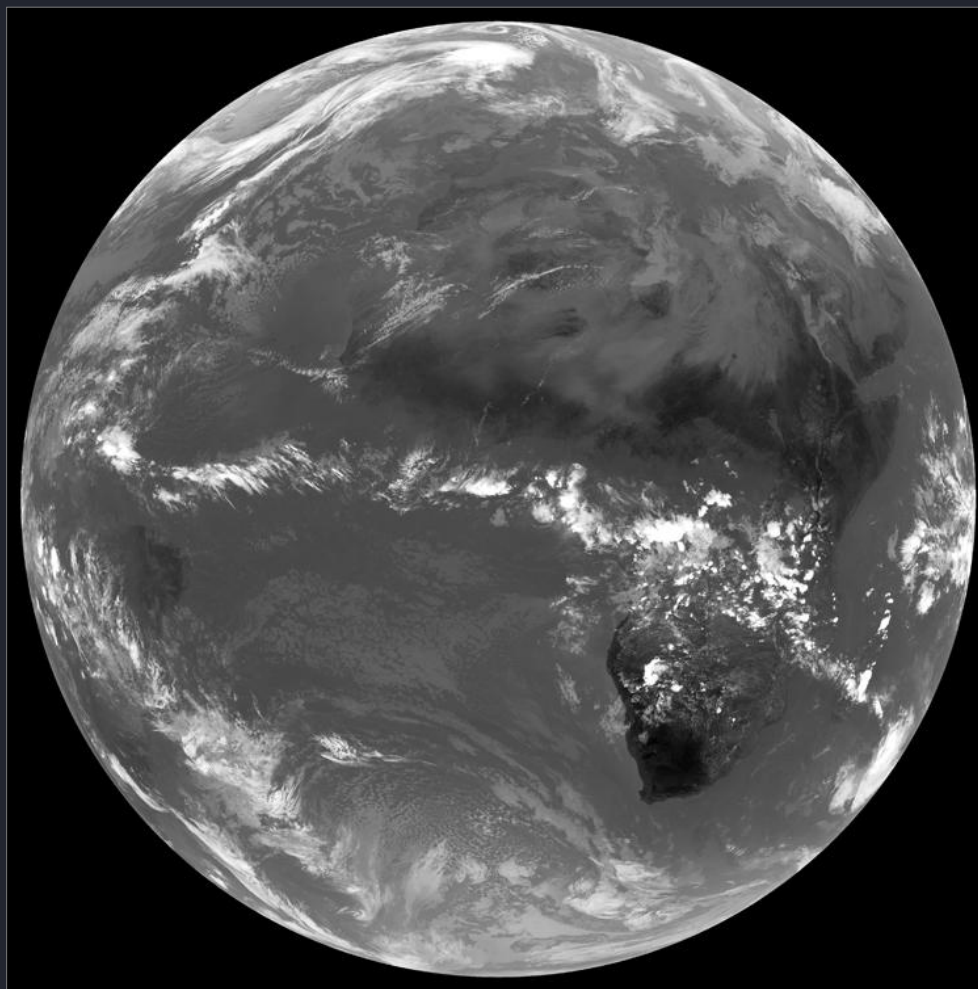
2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)



MSG
spektrální kanály SEVIRI

8.7 μm (band 7, IR8.7)
atmosférické okno

2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)

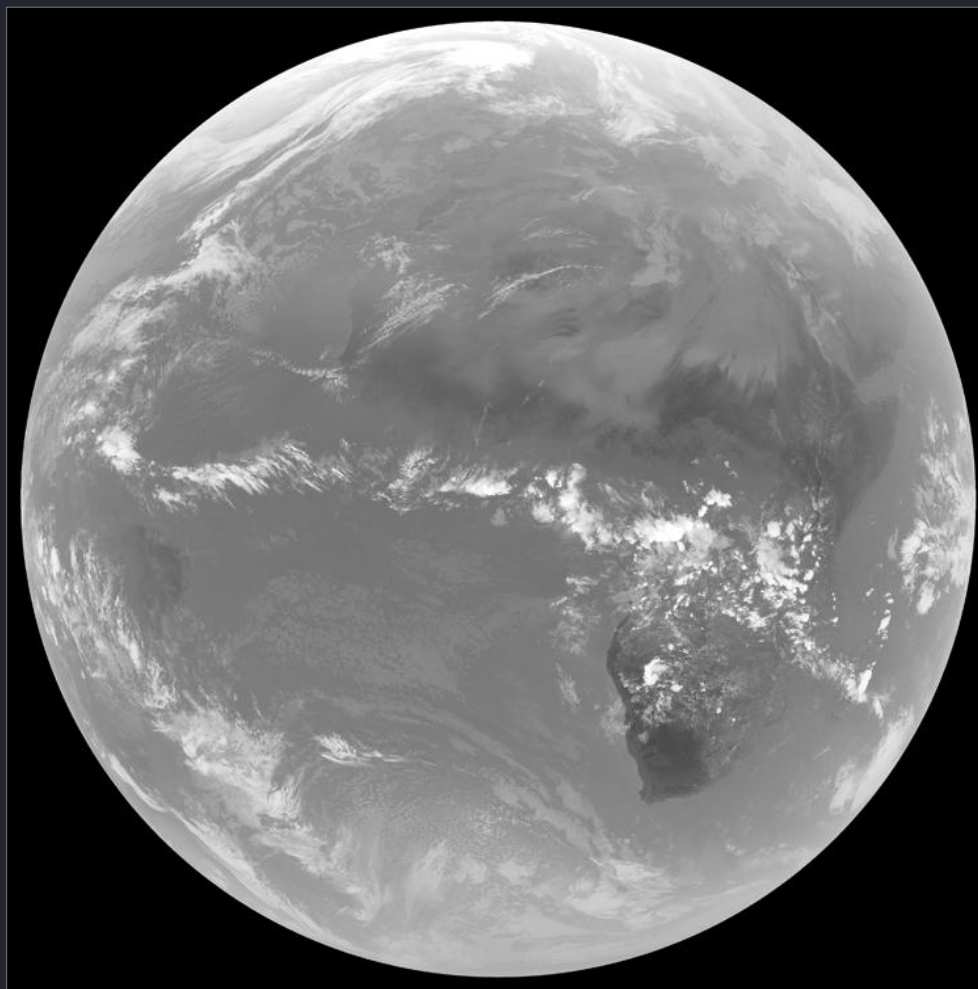


1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5

MSG
spektrální kanály SEVIRI

9.7 μm (band 8, IR9.7)
pásmo absorpce O₃

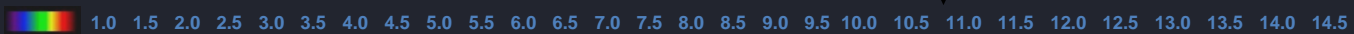
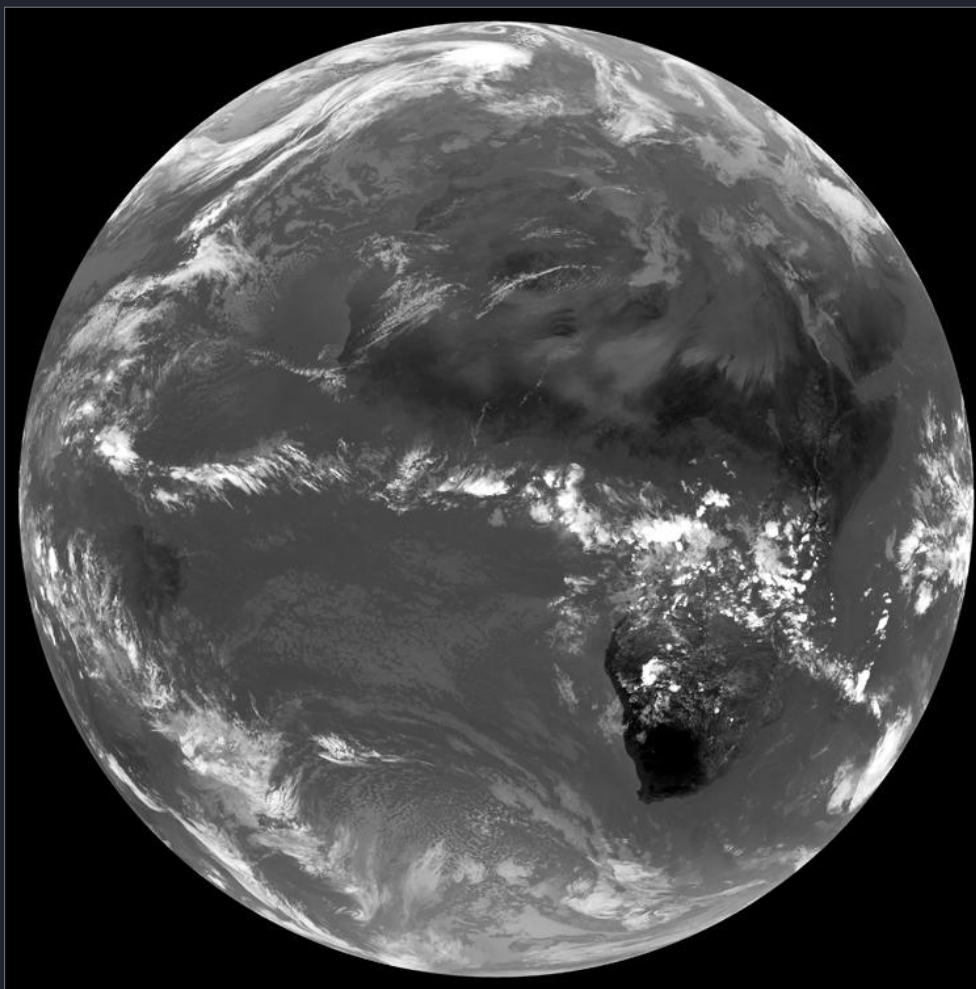
2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)



MSG
spektrální kanály SEVIRI

10.8 μm (band 9, IR10.8)
atmosférické okno

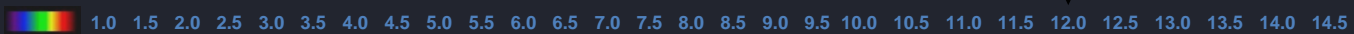
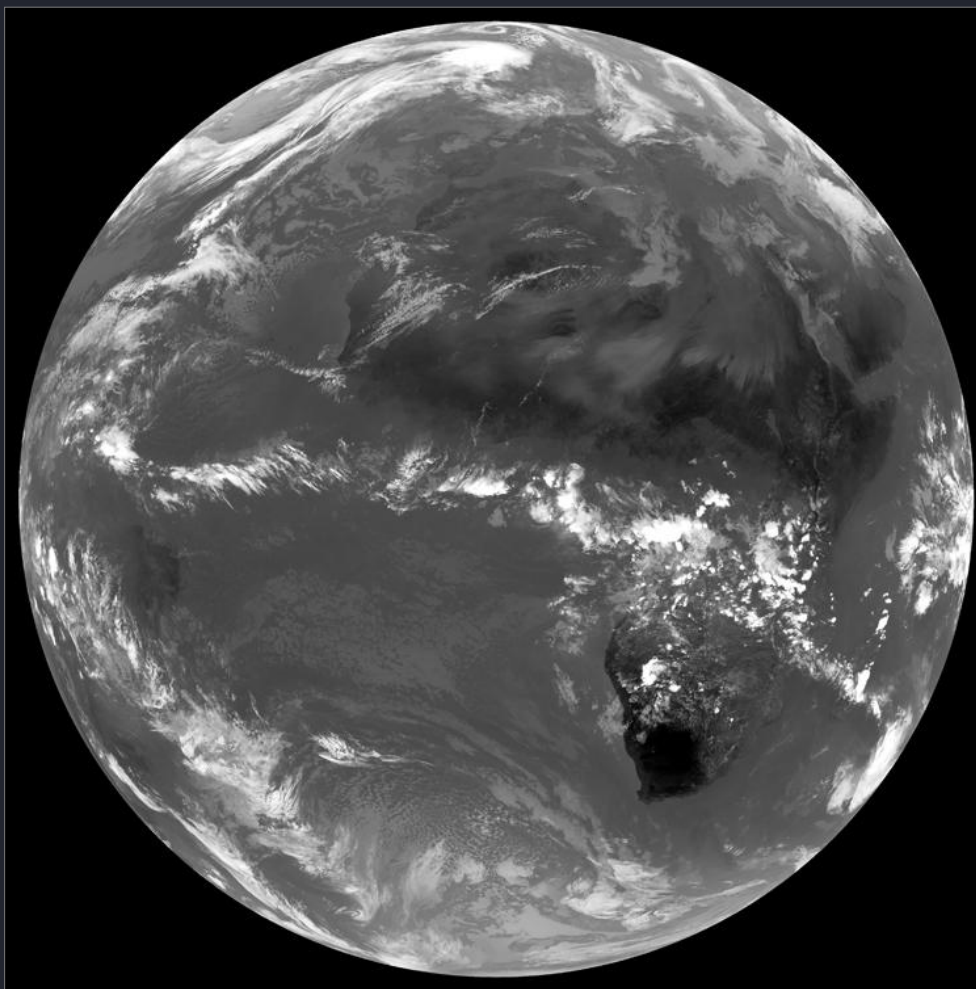
2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)



MSG
spektrální kanály SEVIRI

12.0 μm (band 10, IR12.0)
atmosférické okno

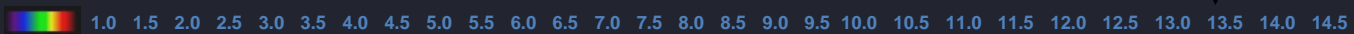
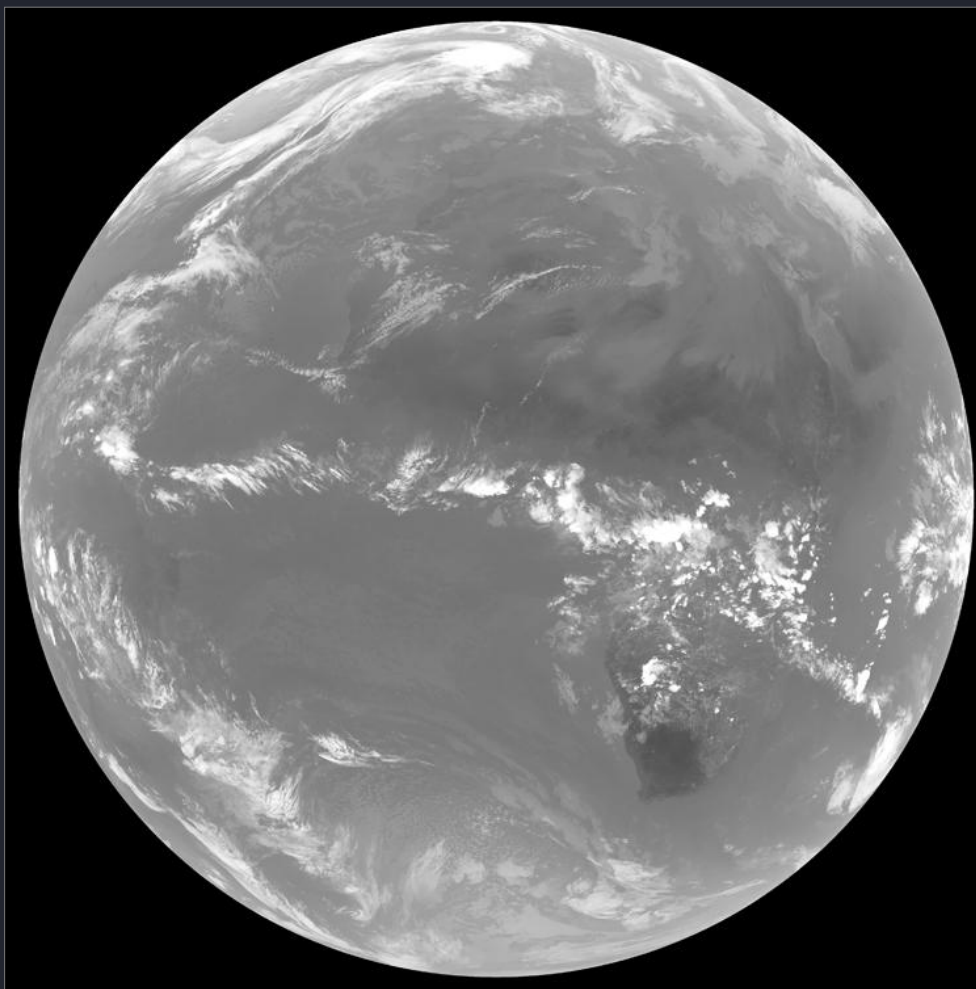
2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)



MSG
spektrální kanály SEVIRI

13.4 μm (band 11, IR13.4)
pásmo absorpce CO₂

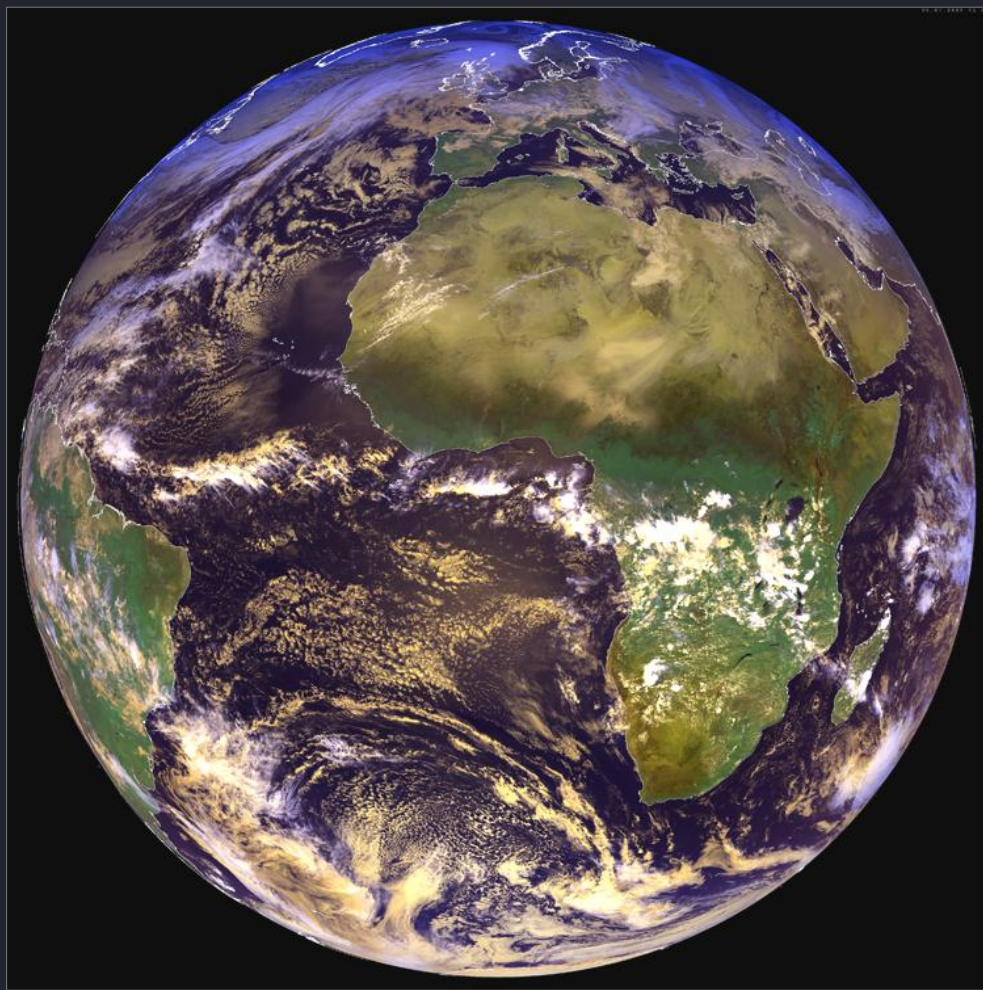
2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)



MSG
spektrální kanály SEVIRI

RGB produkt „VIS-IR“, „RGB129“
VIS0.6, VIS0.8, IR10.8

2005-01-06 12:00, Meteosat-8 (MSG-1)

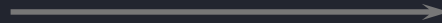
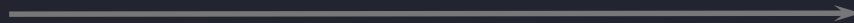
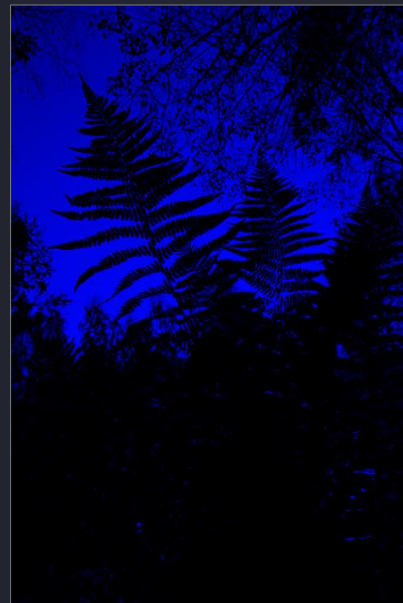


1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5

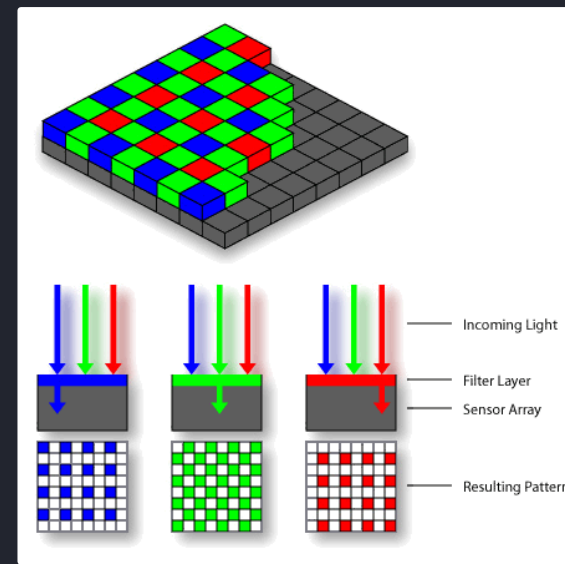
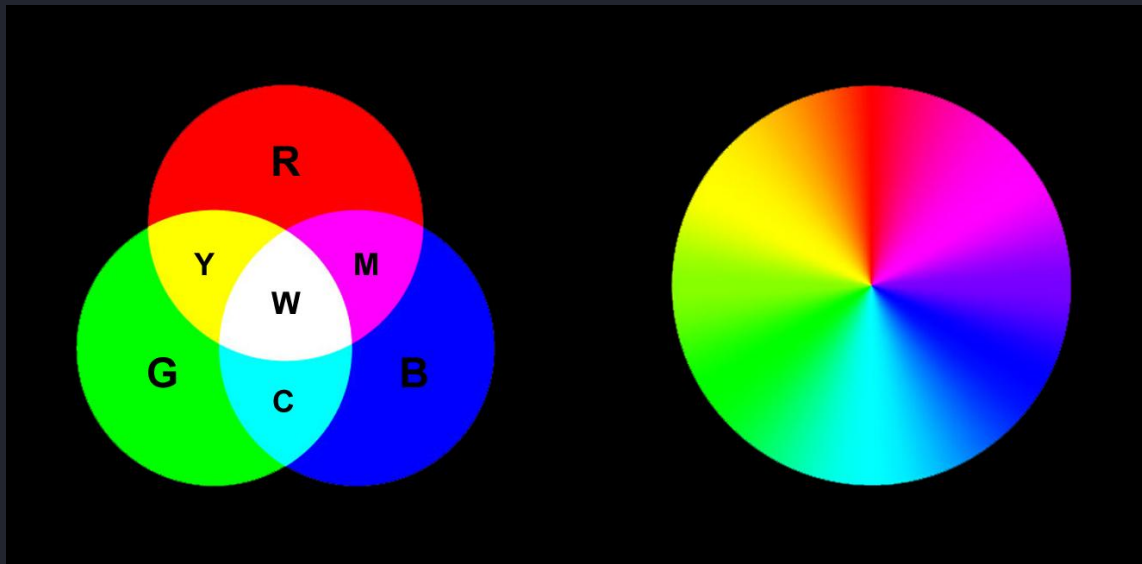
Stručný princip RGB snímků

podrobnější návod viz [How to create or adapt an RGB scheme](#)

Obdoba principu digitální barevné fotografie – složení dat ze tří barevných kanálů, červeného, zeleného a modrého



Princip barevné fotografie a RGB produktů – sčítání hodnot primárních barev (červené, zelené a modré)



Primární barvy

R	red	červená
G	green	zelená
B	blue	modrá

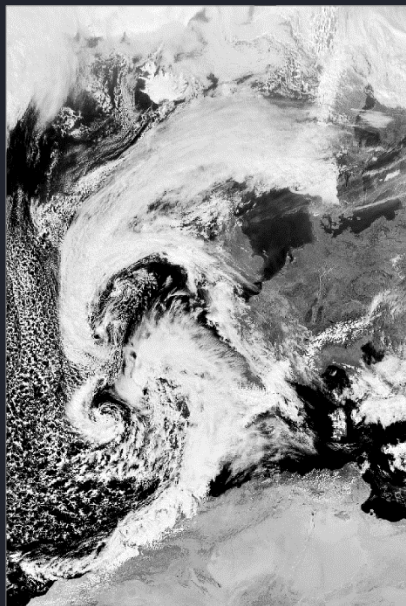
Barvy vzniklé složením primárních barev

Y	yellow	žlutá
C	cyan	azurová
M	magenta	purpurová
W	white	bílá

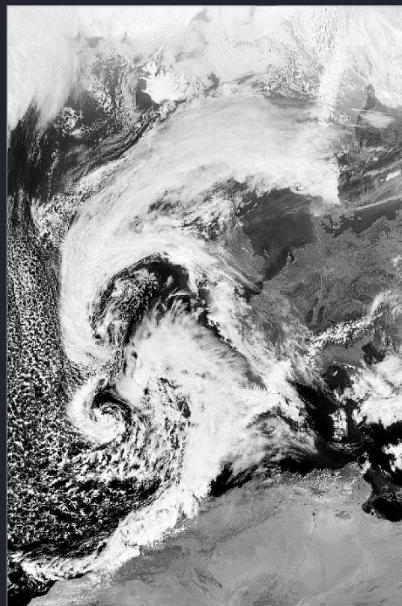
Bayerova maska

https://cs.wikipedia.org/wiki/Bayerova_maska

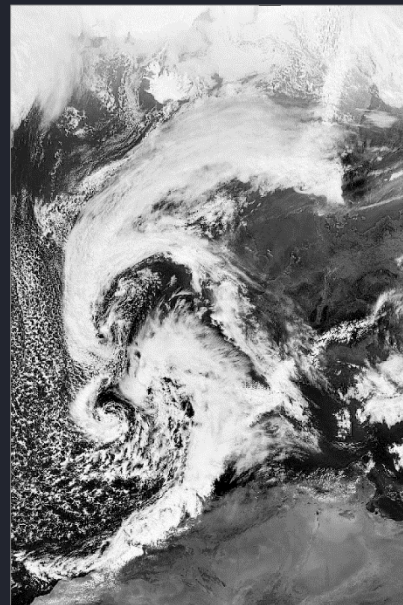
V digitální foto/videotechnice realizováno různým uspořádáním RGB senzorů (pixelů) a následným sčítáním a interpolací barevných složek (včetně využití AI).



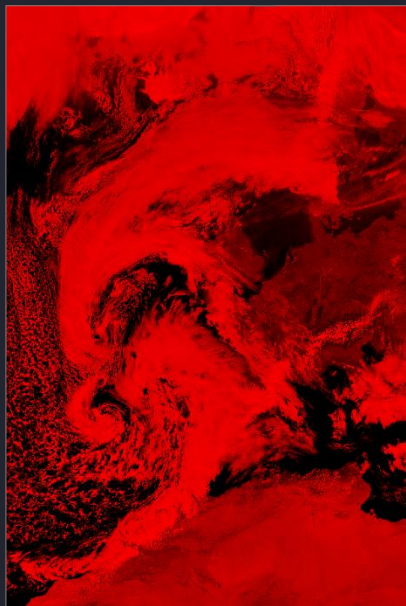
VIS 0.6 (640 nm)



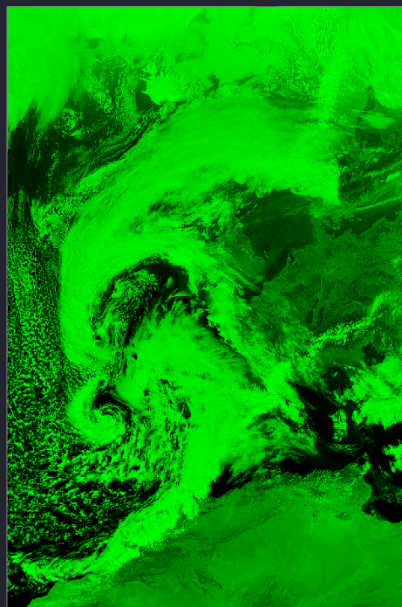
VIS 0.5 (510 nm)



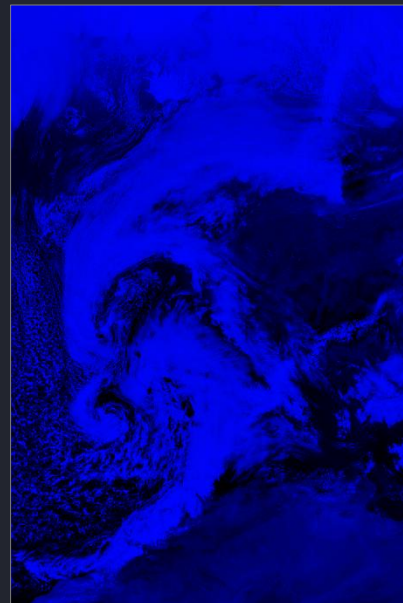
VIS 0.4 (444 nm)



VIS 0.6 (640 nm)



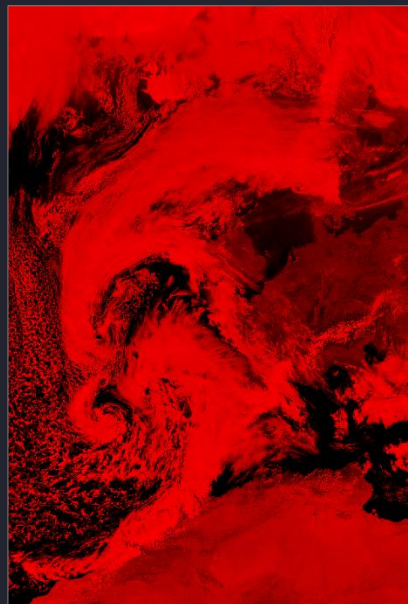
VIS 0.5 (510 nm)



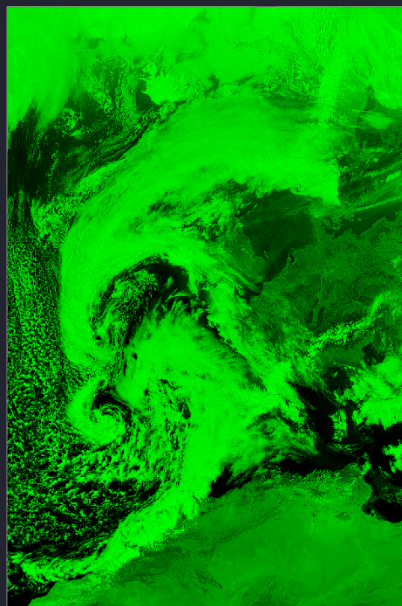
VIS 0.4 (444 nm)

Příklad družicového RGB snímku (FCI True Color)

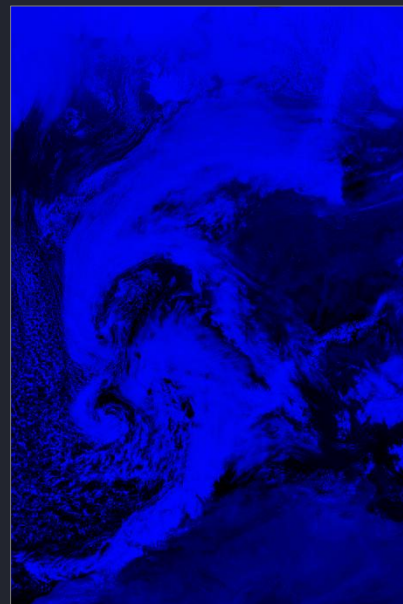
2025-03-08 13:30 UTC Meteosat-12 (MTG-I1)



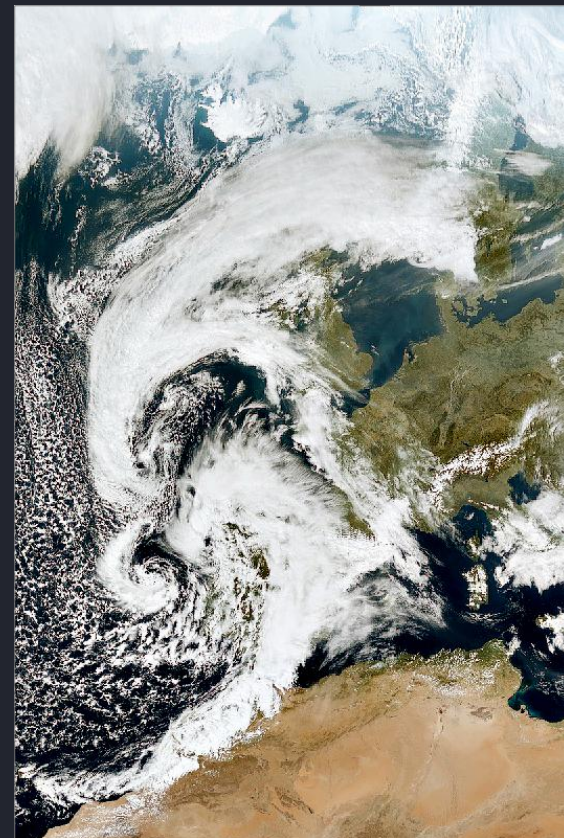
VIS 0.6 (640 nm)



VIS 0.5 (510 nm)

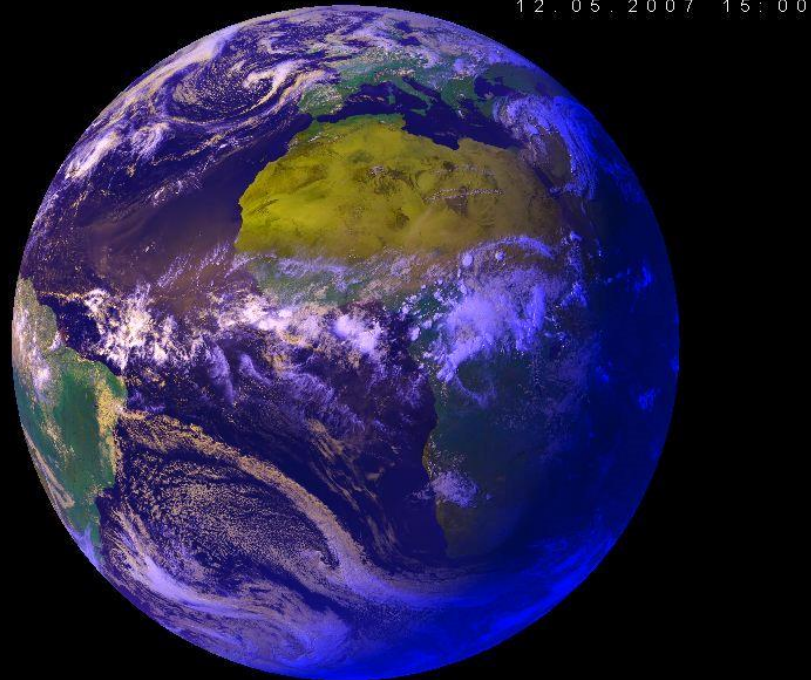


VIS 0.4 (444 nm)

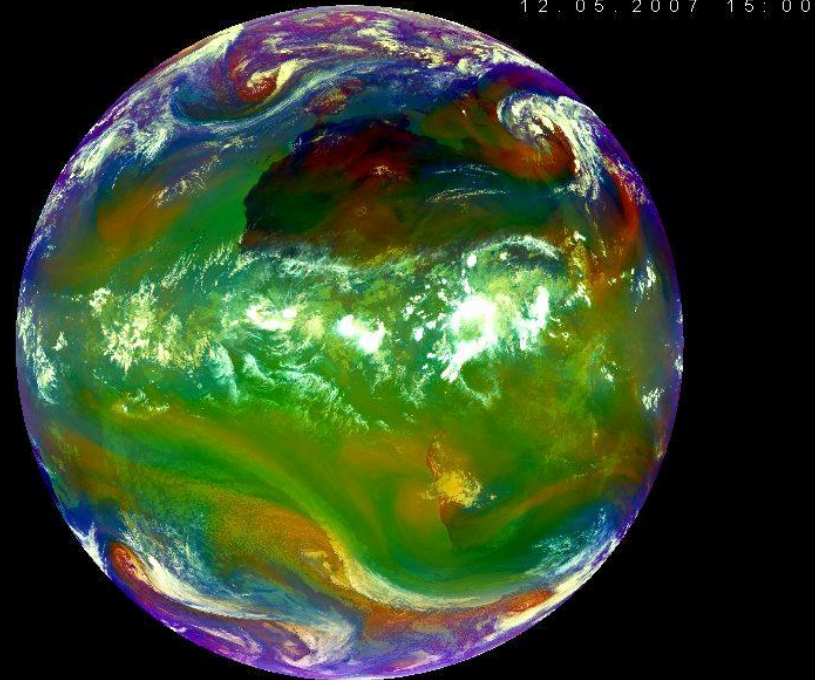


FCI RGB True Color

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

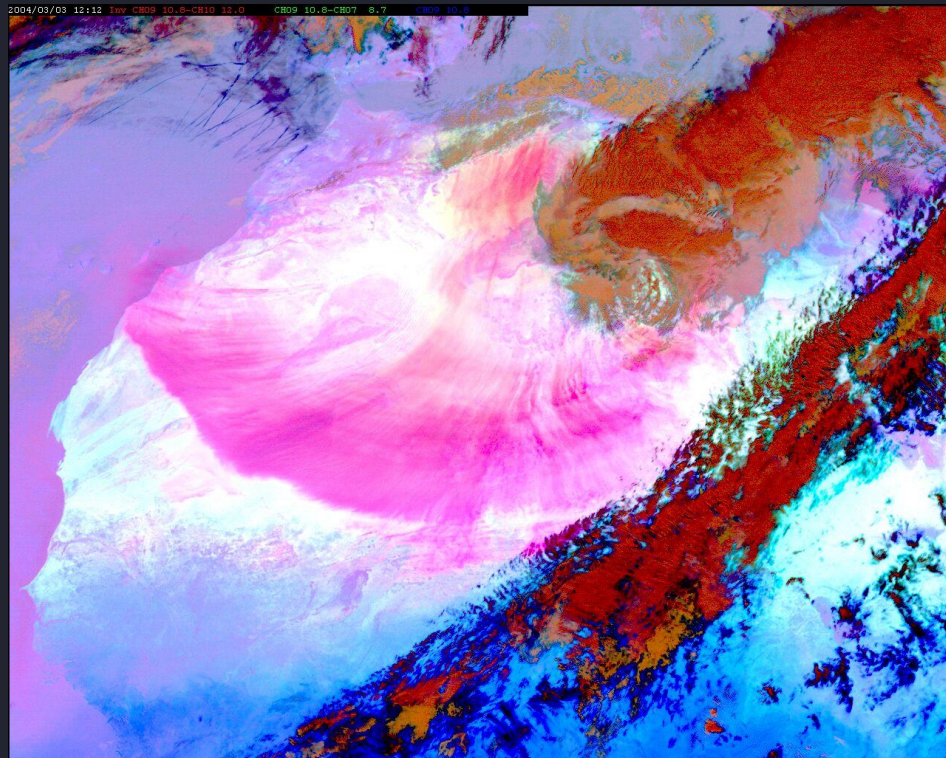
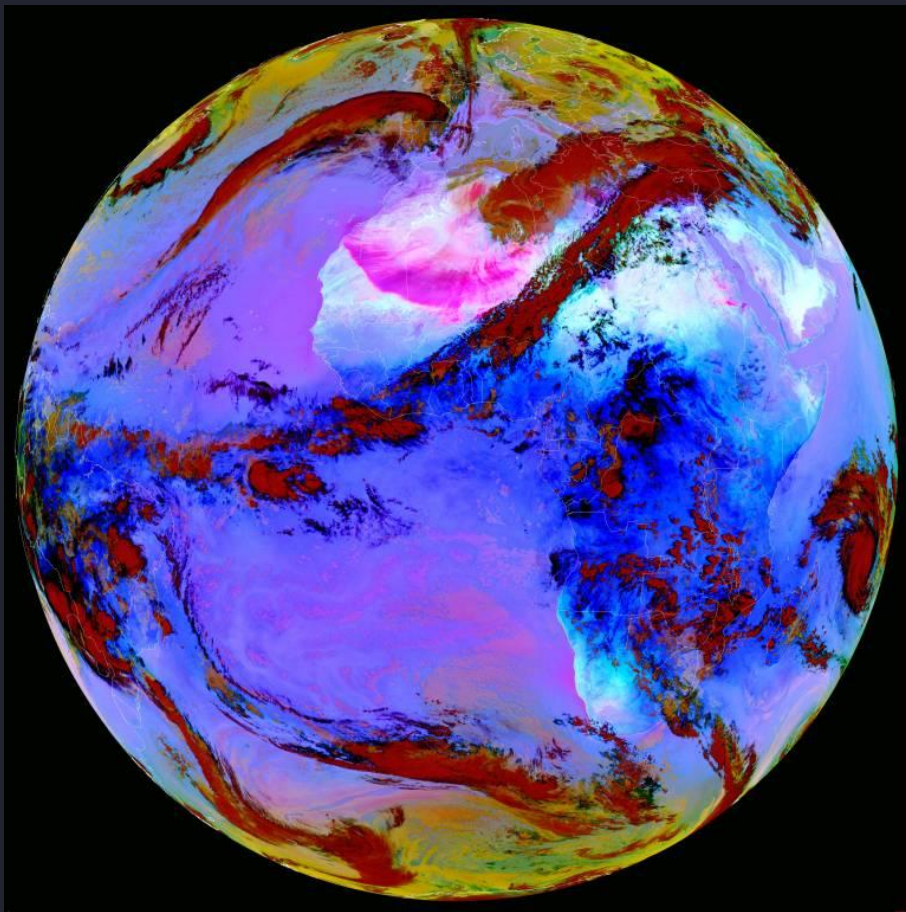


VIS-IR RGB



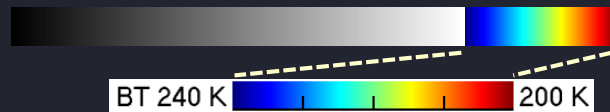
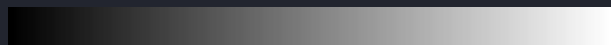
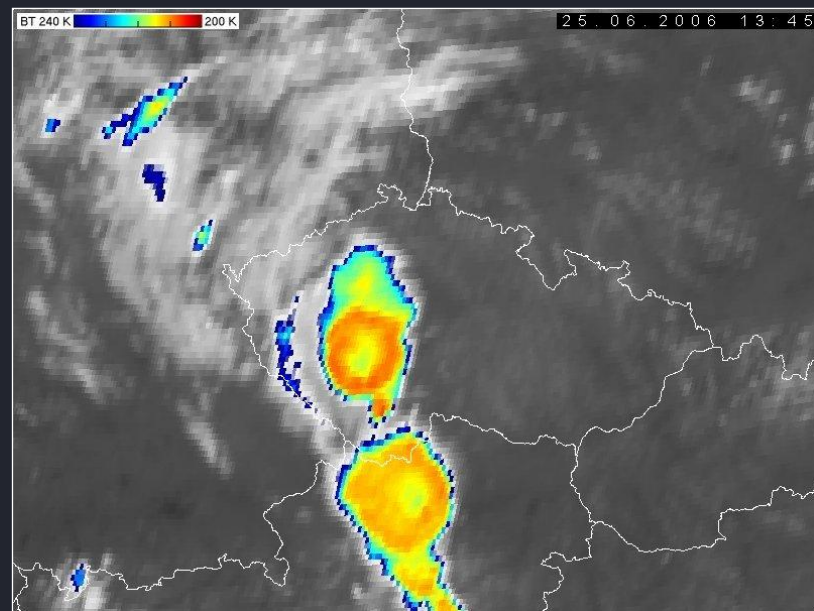
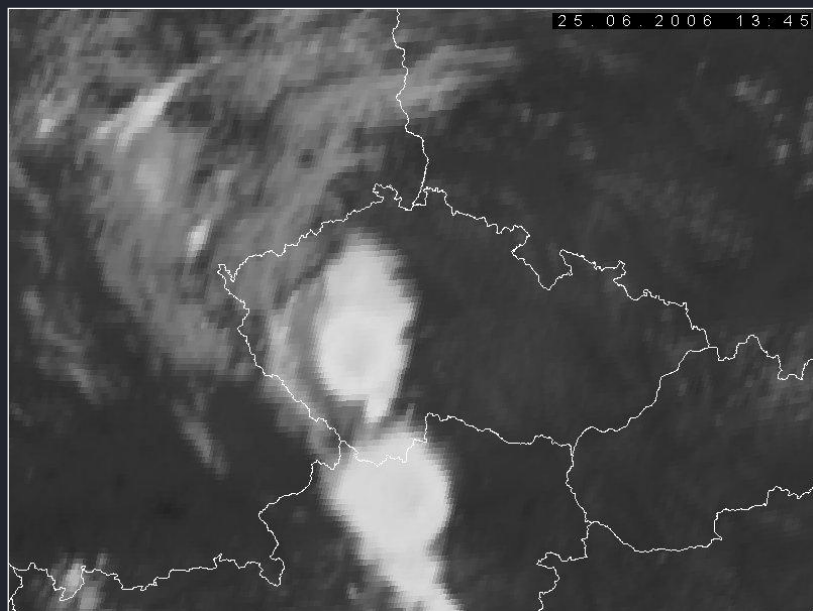
Airmass RGB

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



Dust Microphysical RGB

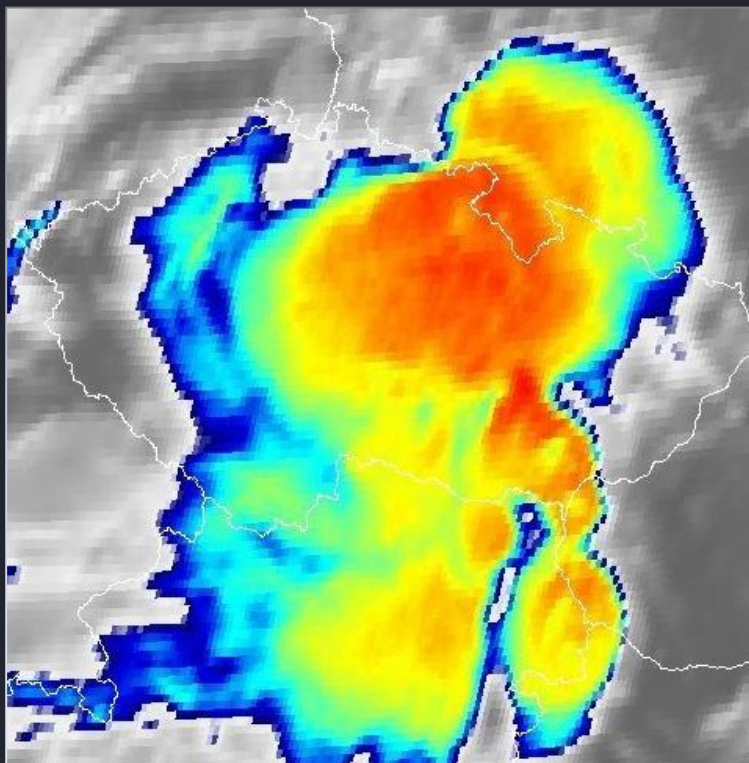
MSG – příklady obrazových produktů – barevně zvýrazněné („color enhanced“) IR snímky



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

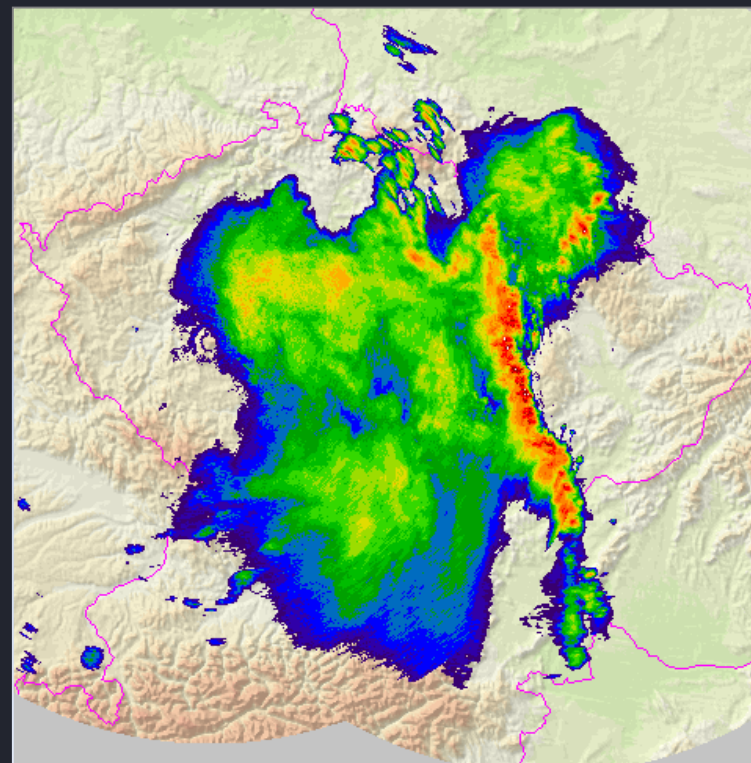
MSG – barevně zvýrazněné IR snímky x radarová měření (detekce) srážek

2006-06-22 01:10 UTC



MSG-1 (Meteosat 8) IR10.8 BT

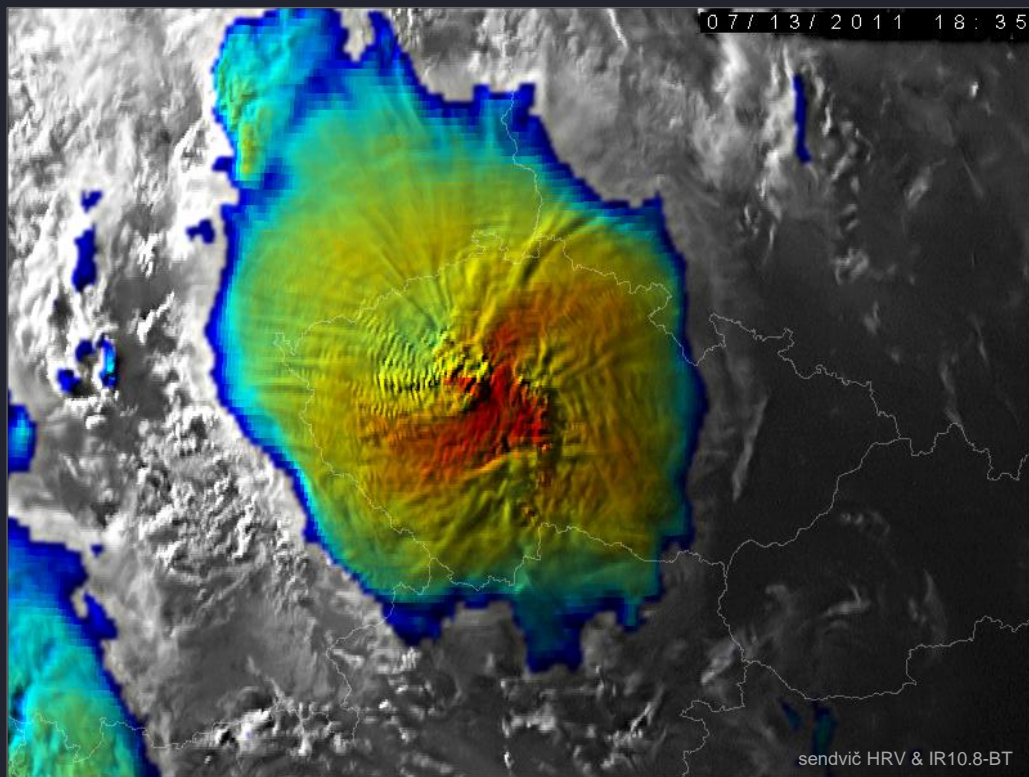
x



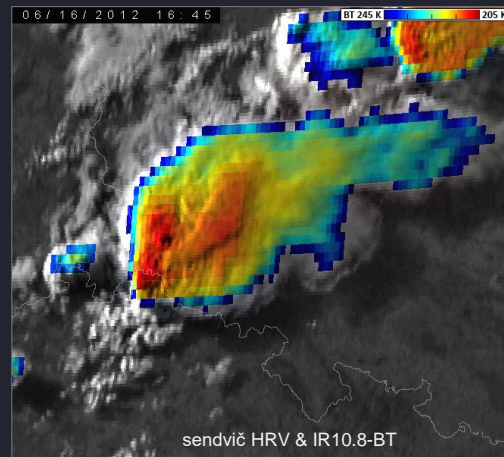
Radar (CZRAD) Z_{max}

Minima teploty na barevně zvýrazněných IR snímcích (IR-BT) zpravidla nejsou totožná s maximem srážek !!!

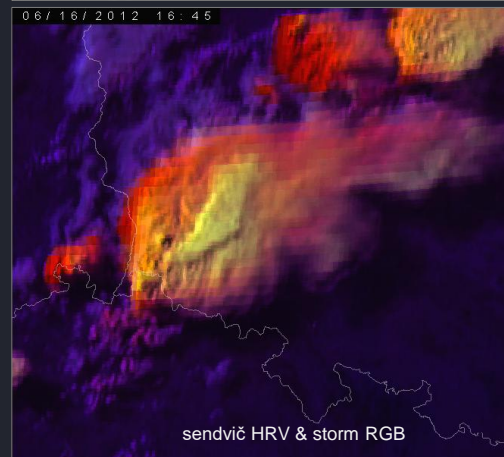
MSG – sendvičové produkty – kombinace HRV a barevně zvýrazněných IR 10.8 nebo RGB snímků



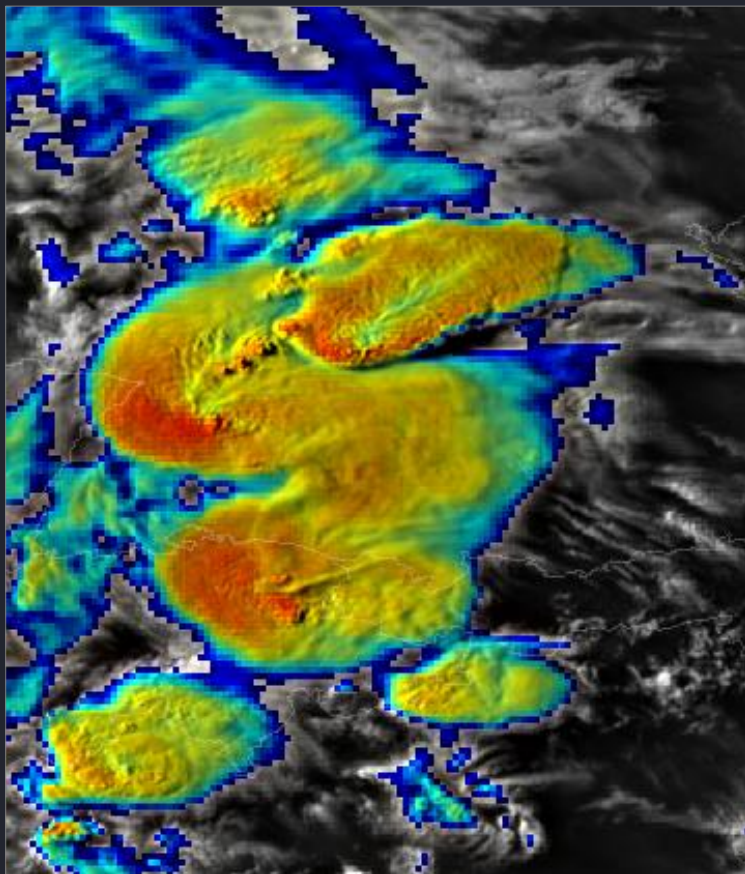
13. 7. 2011 18:35 UTC MSG-1, Česká republika



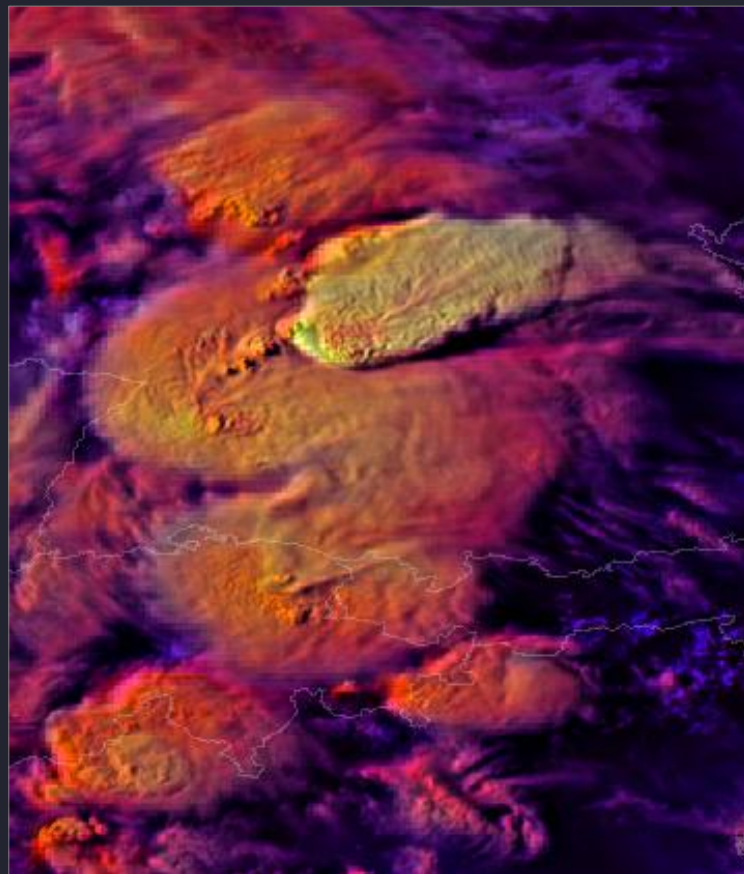
16. 6. 2012 16:45 UTC MSG-1, jz Polsko >>>



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

Meteosat třetí generace
Meteosat Third Generation

MTG

**MTG Imager
(MTG-I)**



**MTG Sounder
(MTG-S)**





Rozdělení na dvě souběžné větve:

MTG-I ... MTG – Imager

start MTG-I1: 13. prosince 2022

start MTG-I2: červenec – srpen 2026

celkem 4 družice, MTG-I1 až MTG-I4

MTG-S ... MTG – Sounder

start MTG-S1: 1. července 2025

celkem 2 družice, MTG-S1 a S2

Vypuštění dalších družic programu
MTG (MTG-I3, MTG-I4 a MTG-S2)
kolem poloviny 30. let

MTG – Meteosat třetí generace – Meteosat Third Generation

- první úvahy o novém programu MTG, který by navázal na Meteosaty druhé generace (MSG) – konec 1999
- květen 2002 – 50. zasedání Rady EUMETSATu – schválení harmonogramu příprav programu MTG
- květen 2004 – 55. zasedání Rady – předložena ke schválení první verze dokumentu MTG Mission Requirements Document
- červenec 2007 – 56. zasedání Rady – schválení přípravného programu MTG
- začátek 2011 – postupné schválení programu MTG všemi členskými státy EUMETSATu, zároveň schváleno odložení startu MTG-I1 na prosinec 2017
- předpokládané náklady na celý program MTG kolem 2,4 miliard EUR (dle ekonomických podmínek 2008)
- 21. 11. 2012 podepsán kontrakt s ESA o vývoji a výrobě celkem 4 družic MTG-I a 2 družic MTG-S
- start MTG-I1 – 13. prosince 2022 (Ariane-5)
- start MTG-S1 – 1. července 2025 (Falcon-9)

- Více informací k programu a družicím MTG – [Meteorologické Zprávy 76-2023, č. 2](#)

Průběžné současné náklady na program MTG

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	TOTALS
	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE
General Budget	31,834	34,385	29,965	30,047	23,718	23,281	26,748	26,167	25,308	25,228	276,681
GB Core & Prospective	21,342	30,119	23,623	23,650	23,718	23,281	26,748	26,167	25,308	25,228	249,184
EPS-Aeolus/EPS-Sterna Phase B	10,492	4,266	6,342	6,397							27,497
MSG	21,662	19,536	18,485	18,826	17,167	17,284	16,997	17,169	16,888	16,874	180,888
EPS	33,690	28,570	27,052	27,175	25,225	24,610	24,588	24,466	24,352	24,225	263,953
EPS-SG	221,975	229,294	202,193	155,485	146,727	150,894	156,618	183,221	181,931	139,801	1,768,139
EPS-SG Base	220,440	225,966	198,603	151,895	142,432	145,894	151,618	178,221	176,931	134,801	1,726,801
CommData	1,535	3,328	3,590	3,590	4,295	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	41,338
SAPs								5,160	6,880	6,880	18,920
MTG	176,225	149,277	139,114	92,519	84,774	106,288	128,771	171,526	203,680	163,949	1,416,123
MTG Base	176,225	149,277	139,114	86,017	77,880	99,243	121,071	152,128	181,710	141,305	1,323,970
M4G Phase 0/A				6,502	6,894	7,045	7,700				28,140
M4G Phase B								14,238	15,090	15,764	45,092
SAPs								5,160	6,880	6,880	18,920
EPS-Aeolus (DWL)					54,944	94,756	97,788	101,850	102,240	104,753	556,331
EPS-Sterna (AWS)	20,830	90,882	101,167	73,932	80,381	60,817	63,602	60,041	50,425	54,593	656,670
EUMETSAT Altimetry Programme			25,232	29,366	33,130	25,226	21,238	18,641	9,399	5,167	167,399
SubTotal MANDATORY	506,216	551,944	543,208	427,350	466,066	503,156	536,350	603,081	614,223	534,590	5,286,184
JASON CS	1,672	944	700								3,316
SubTotal OPTIONAL	1,672	944	700								3,316
TOTALS	507,888	552,888	543,908	427,350	466,066	503,156	536,350	603,081	614,223	534,590	5,289,500

	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	TOTALS
	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE	KE
General Budget	25,103	25,116	25,082	25,189	25,292	25,300	25,310	25,309	25,330	25,324	252,355
EPS-SG	112,819	106,146	126,002	141,208	156,659	158,863	156,311	105,547	65,236	65,230	1,194,021
EPS-SG Base	103,347	95,397	112,059	124,710	140,160	138,531	127,037	100,547	60,236	60,230	1,062,255
CommData	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	50,000
EPS-TG Phase 0/A	4,472	5,749	8,943	11,498							30,662
EPS-TG Phase B					11,498	15,331	24,773				51,104
MTG	144,424	118,856	69,126	54,171	53,604	55,609	55,041	55,051	46,401	43,599	695,882
EPS-Aeolus (DWL)	61,791	52,098	52,280	51,926	61,641	18,017	15,271	15,537	14,951	12,599	356,111
EPS-Sterna (AWS)	34,433	41,726	33,806	30,398	28,692	16,188	14,820	14,919			214,983
M4G	50,692	101,404	135,134	203,042	271,161	322,043	355,999	355,992	339,151	271,296	2,405,912
EPS-TG								51,987	154,206	220,152	426,345
EUMETSAT Altimetry Programme	7,091	9,148	52								16,291
SubTotal MANDATORY	436,354	454,494	441,483	505,935	597,049	596,019	622,752	624,341	645,274	638,200	5,561,900
TOTALS	436,354	454,494	441,483	505,935	597,049	596,019	622,752	624,341	645,274	638,200	5,561,900

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

- Meteosat-8 (MSG-1) – program IODC do června 2022, poté přemístěn na hřbitovní dráhu a deaktivován
- Meteosat-9 (MSG-2) – od července 2022 program IODC (Indian Ocean Data Coverage, nyní na 45,5°E)
- Meteosat-10 (MSG-3) – primární družice pro FDS, k dispozici pro FDS do roku 2030 (IODC ???, TBD); pro RSS již nelze použít
- Meteosat-11 (MSG-4) – nyní RSS, později k dispozici pro FDS do konce 2033 (za předpokladu celkem 5 let provozování RSS)

- MTG-I1 / Meteosat-12 – start 13. prosince 2022 (Ariane 5), následovaný dvěma roky testování a zprovoznování, FDS služba, operativně zprovozněná a přejmenovaná 4. prosince 2024, **16. června 2025 prohlášen primární družicí EUMETSATu na nultém poledníku pro FDS**
- MTG-S1 (budoucí Meteosat-13) – start 1. července 2025 (Falcon-9)
- MTG-I2 (budoucí Meteosat-14) – předběžně plánovaný start na červenec až srpen 2026 (Ariane-62)

- MTG-I3, MTG-S2 a MTG-I4 ... současný předpoklad startů v letech 2033, 2035 a 2036



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



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

MTG Imager (MTG-I)

MTG Imager
(MTG-I)



MTG Sounder
(MTG-S)

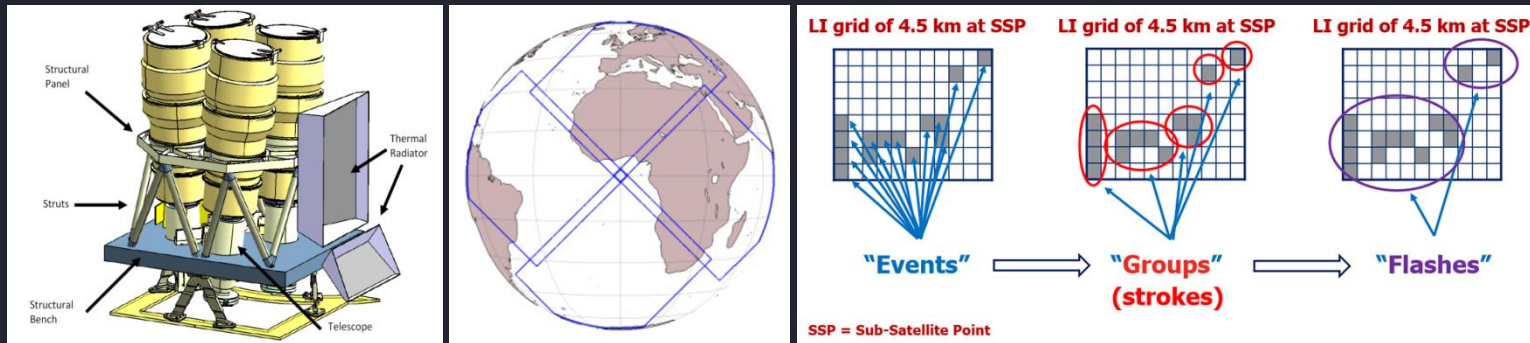


MTG Imager (MTG-I)



https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Meteorological_missions/meteosat_third_generation/MTG-I_weather_satellite_passes_tests_in_preparation_for_liftoff

- 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



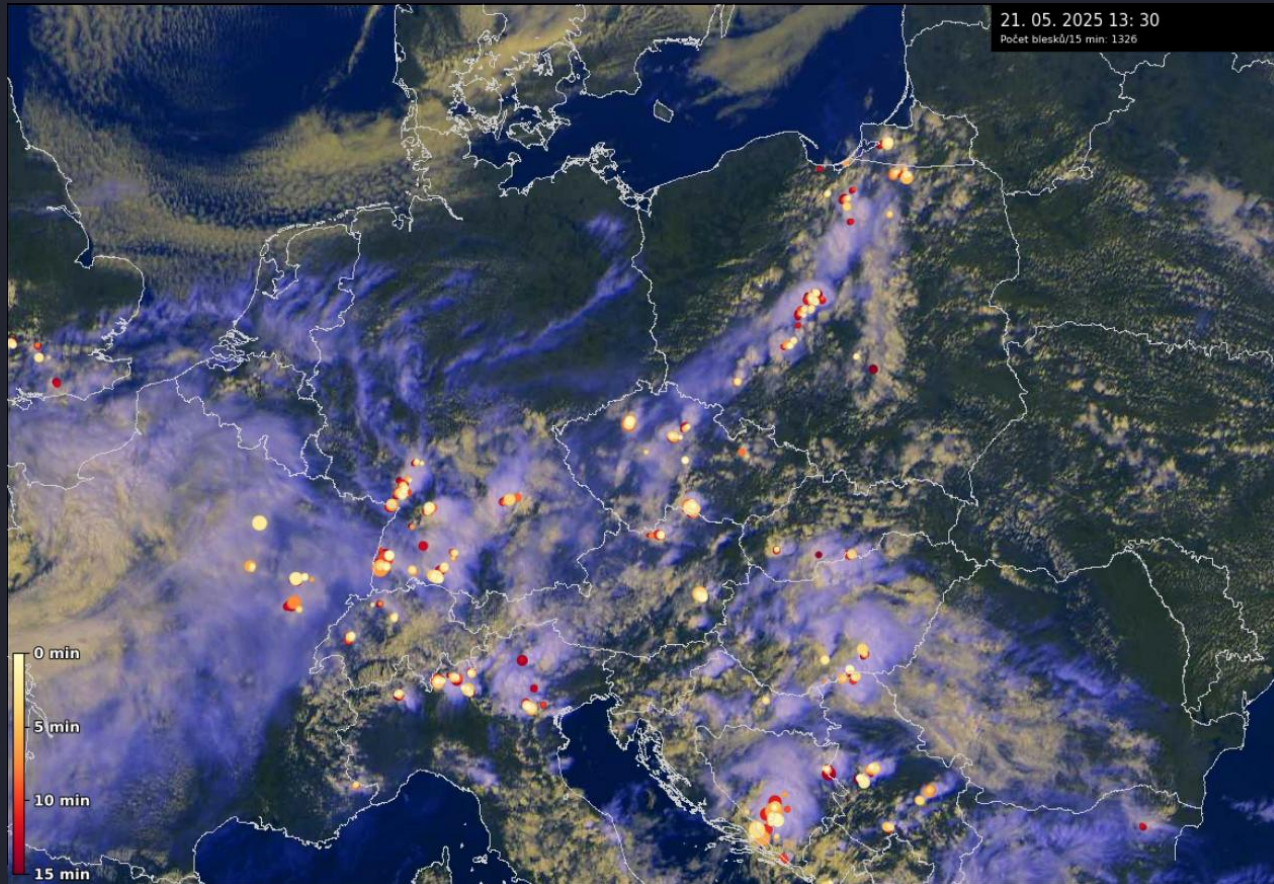
Postup zpracování (L2 data)

- 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

MTG-I Lightning Imager (LI)



Zdroj: Intranet ČHMÚ, https://rd.chmi.cz/sat/msg/msg_fes_rss_show_debug2.php?den=latest&auto_nahraj_pocet=8&ch_saf=0&ch_scl=0&rep_index=2&add_index=5&obnov_index=3&ovr0_index=1&ovr1_index=0&ovr2_index=3

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI)

- PRINCIP SNÍMÁNÍ A ZPRAVOVÁNÍ
- ZÁKLADNÍ PŘEHLED SPEKTRÁLNÍCH KANÁLŮ
- VLASTNOSTI JEDNOTLIVÝCH KANÁLŮ
- INTERPRETACE NOVÝCH RGB PRODUKTŮ (SNÍMKŮ)

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI)

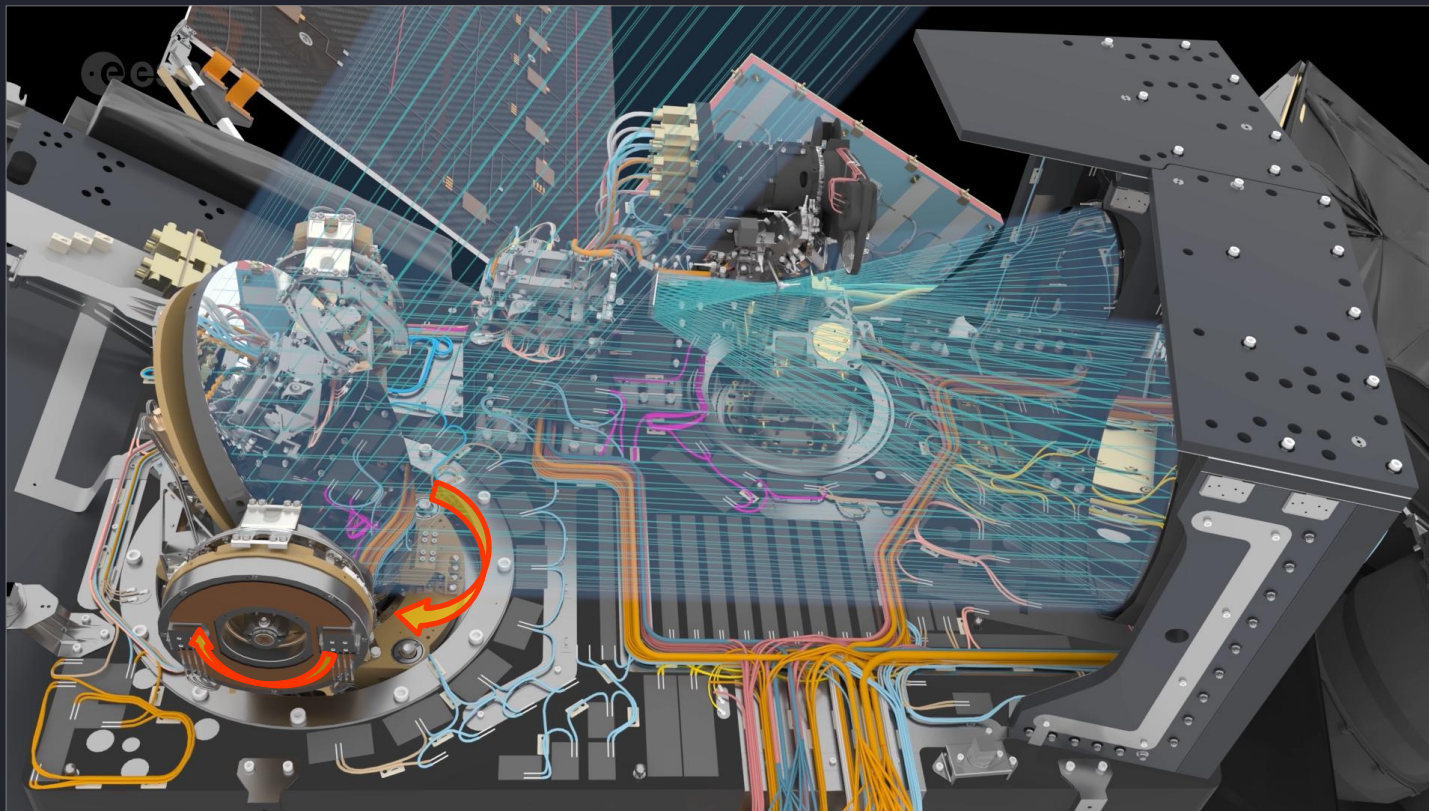


zdroj: ESA



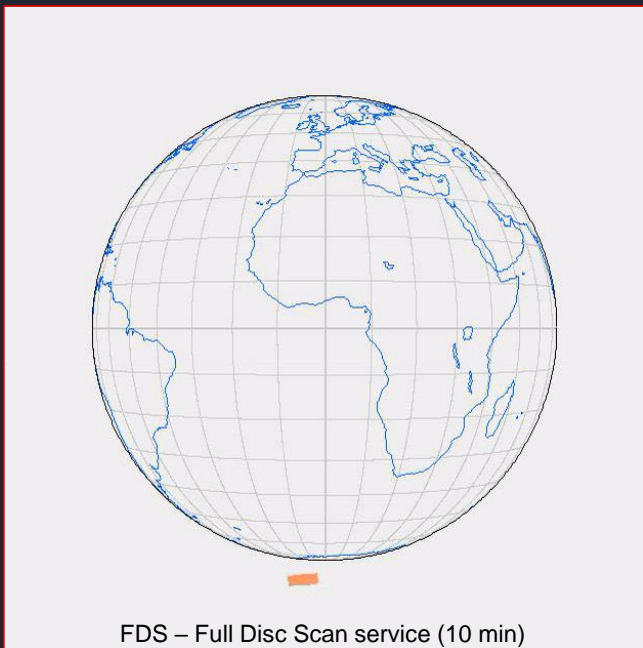
zdroj: [OHB DE](#)

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

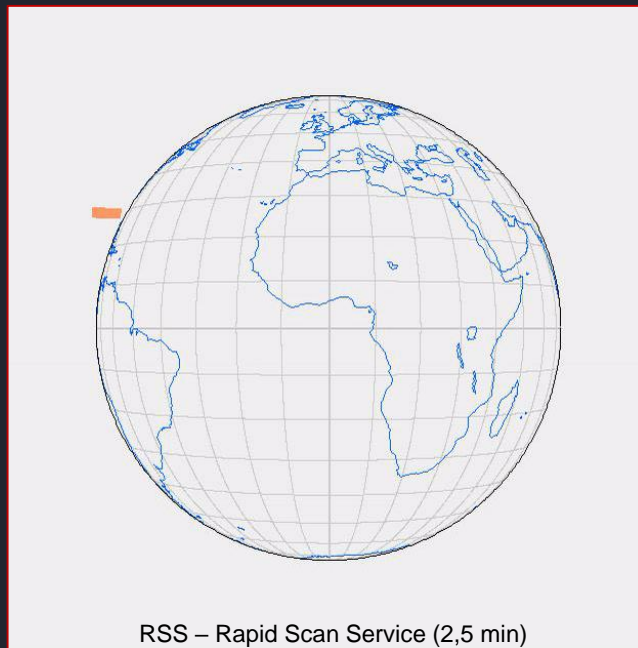


Zdroj: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2022/12/MTG-I_Flexible_Combined_Imager_signal_flow

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



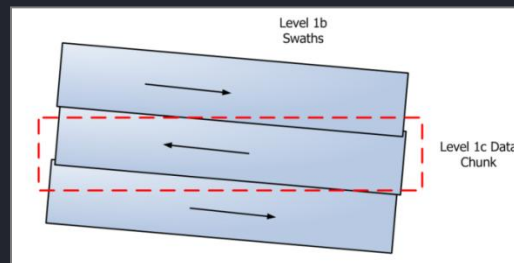
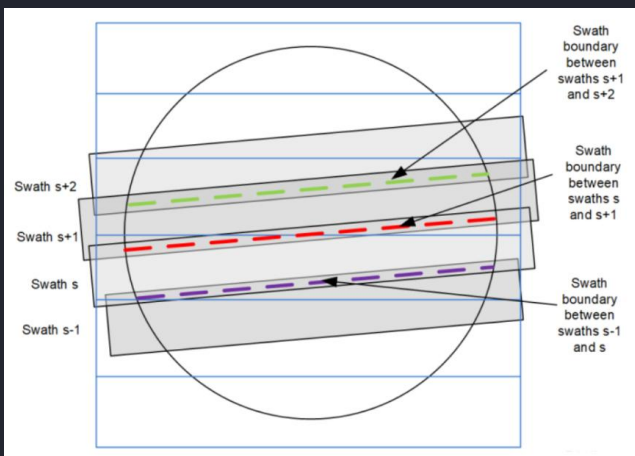
FDS – Full Disc Scan service (10 min)



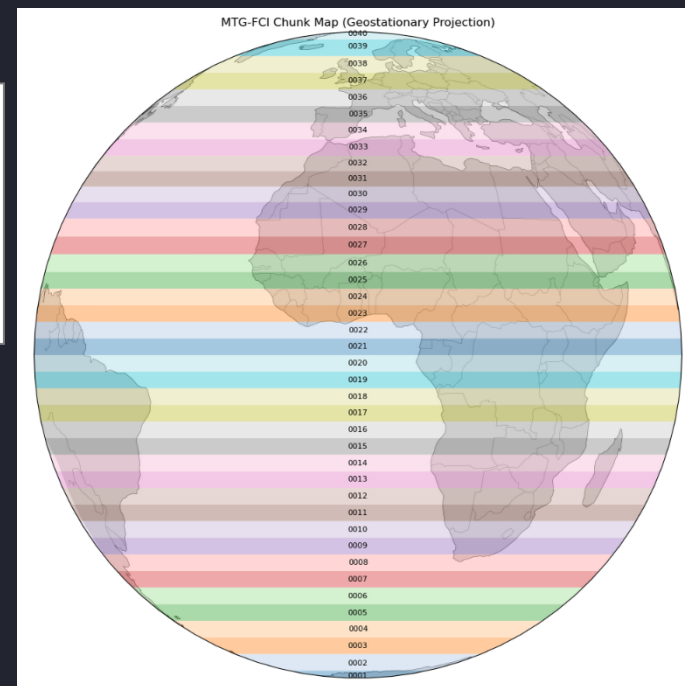
RSS – Rapid Scan Service (2,5 min)

- 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., snímání od jihu na sever
- šířka jednotlivých pásů snímání – cca 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 v reálném čase přes EUMETCast a následně rovněž dostupná přes archivní služby EUMETSATu

Data distribuovaná koncovým uživatelům systémem EUMETCast ve formátu L1c (v pásech dat označovaných jako „chunks“). Distribuce jednotlivých „chunks“ v co nejkratším čase od naměření.

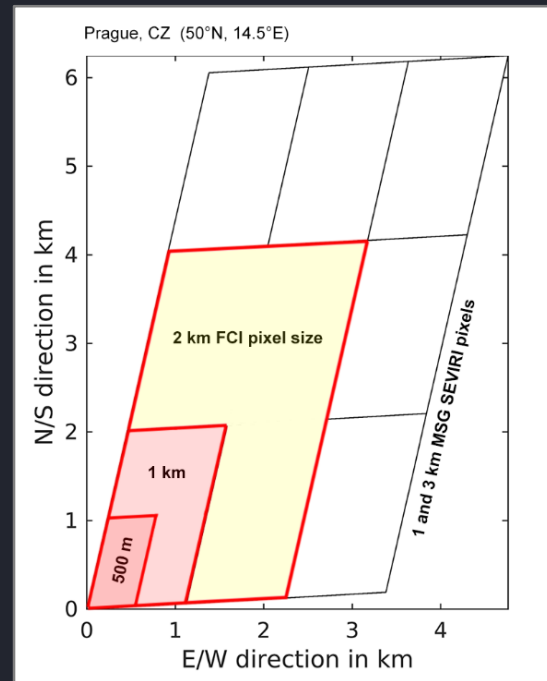
MTG-I Flexible Combined Imager (FCI)

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
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
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR
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
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km

* nové kanály, nedostupné na MSG SEVIRI

NR FDS a RSS – EUMETCast Europe (sat.)
 HR FDS a RSS – EUMETCast Terrestrial

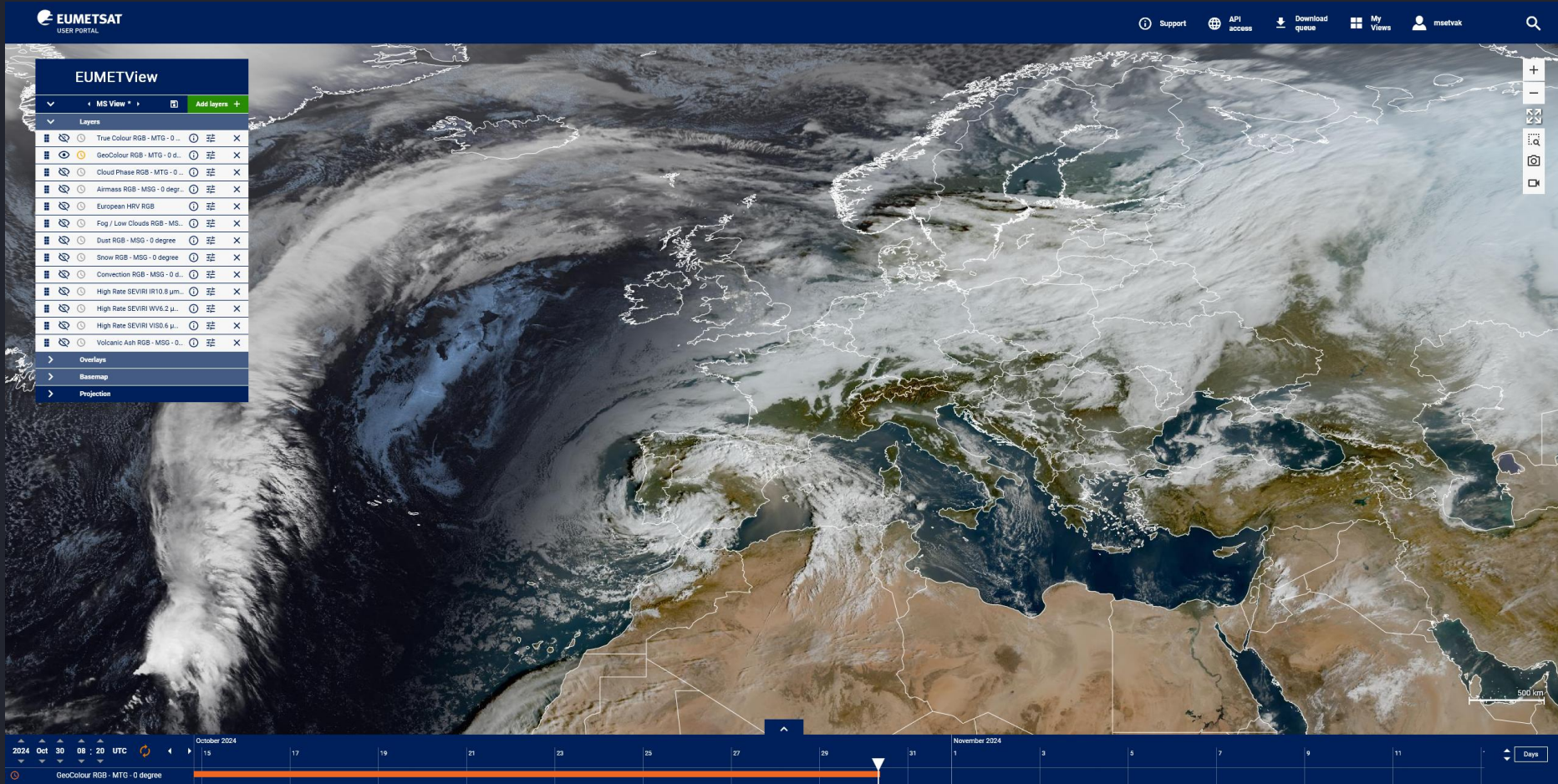
rozlišení FCI pro oblast ČR



FDS = Full Disk Service, int. 10 minut
 RSS = Rapid Scan Service, int. 2,5 min.

NR = Normal Resolution bands
 HR = High Resolution bands

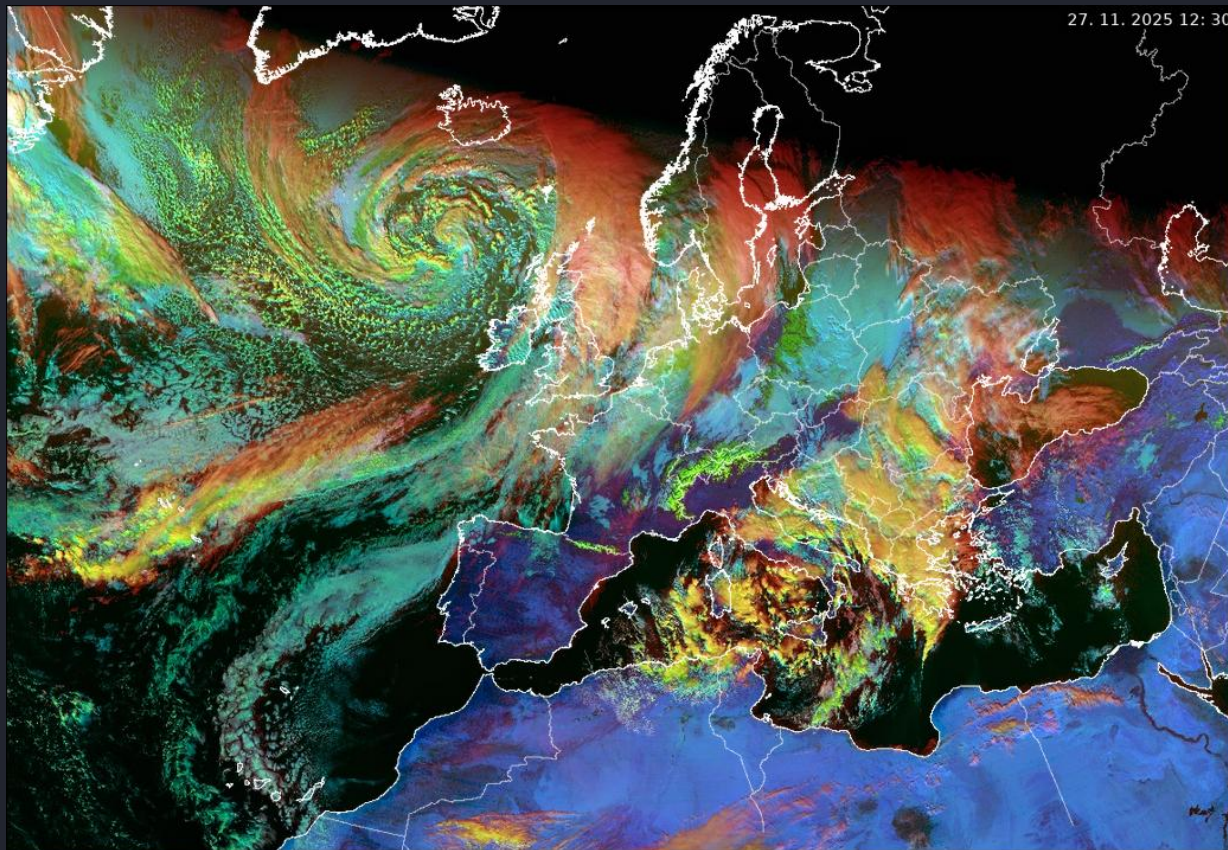
EUMETView – volně dostupné snímky, možnost registrace uživatele a následné uložení vlastní konfigurace a preferencí



Snímky FCI v ČHMÚ

rd.chmi.cz/sat/mtg

- operativní zpracování v sw PyTROLL / Satpy
- v tomto formátu a projekcích zatím pouze na intranetu



27. 11. 2025 12: 30

JSMTGView

Every 8th 4rd

27. 11. 2025 13:00UTC
27. 11. 2025 12:50UTC
27. 11. 2025 12:40UTC
27. 11. 2025 12:30UTC
27. 11. 2025 12:20UTC
27. 11. 2025 12:10UTC
27. 11. 2025 12:00UTC
27. 11. 2025 11:50UTC
27. 11. 2025 11:40UTC
27. 11. 2025 11:30UTC
27. 11. 2025 11:20UTC

(1 / 1)

Quick switch:

VIS:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
IR 3.8:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
WV:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
IR 10.5:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
IR BT:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
Sandwich:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
Airmass:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
24h M:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
Night M:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
VIS-IR:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
True color:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
Cloud type:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
CT CHMI:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
Cloud phase:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
Low moisture:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
Storm:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ
Snow:	<input type="checkbox"/> EU	<input type="checkbox"/> CE	<input type="checkbox"/> CZ+	<input type="checkbox"/> CZ

◀ ◁ ▷ ▶ ANIM: 100 ms/img LAST: +2 s AUTO UPDATE: 5 min UPDATE NOW

OVR1 boundaries OVR2 none OVR3 none SHOW IMAGE

Copyright (c) OD & Petr Novák. Data - copyright (c) Eumetsat and CHMI. All rights reserved.

30. 1. 2024, sat@chmi.cz

Volně dostupné aktuální snímky z družic Meteosat (MSG SEVIRI a MTG FCI)

Snímky MTG FCI na veřejných webových stránkách ČHMÚ:

<https://www.chmi.cz/namerena-data/geostacionarni-druzice/airmass> (pouze omezená funkčnost)

Snímky MSG SEVIRI poskytované v rámci [Otevřených dat ČHMÚ](#), podléhající licenci [Creative Commons BY 4.0](#):

<https://opendata.chmi.cz/meteorology/weather/satellite/geo/>

EUMETView – snímky MSG a MTG a odvozené produkty na stránkách EUMETSATu (po 15, resp. 10 minutách)

<https://view.eumetsat.int/>

snímky MSG a MTG (a dalších družic) na serveru RAMMB/CIRA SLIDER (po 10 – 15 minutách, celý disk):

<https://rammb-slider.cira.colostate.edu/>

... a rovněž i ve většině různých meteorologicky zaměřených mobilních aplikacích

Základní informace k interpretaci kanálů a RGB snímků (nejen) FCI

EUMETSAT: základní informace k jednotlivým kanálům MSG SEVIRI a MTG FCI, sendvičovým a RGB produktům:

<https://eumetrain.org/user-manual>

Podrobnější informace k hlavním RGB produktům a jejich interpretaci (zaměření především na přístroj VIIRS (NPP, NOAA-20 a NOAA-21) a GOES ABI (použitelné i pro MSG SEVIRI a MTG FCI):

https://rammb2.cira.colostate.edu/training/visit/quick_reference/#tab17

Stručná charakteristika jednotlivých RGB produktů a aktuální snímky (po 1 hodině) zde:

<https://eumetview.eumetsat.int/static-images/MSG/RGB/index.htm>

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI)

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
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
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR
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
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km

solární
kanály

smíšený kanál

tepelné
kanály

* nové kanály, nedostupné na MSG SEVIRI

NR FDS a RSS – EUMETCast Europe (sat.)
HR FDS a RSS – EUMETCast Terrestrial

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI) – základní vlastnosti kanálů a jejich využití

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
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
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR
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
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km

- kanály viditelného pásma
- RGB True Color (snímky v „pravých“ barvách)
- detekce aerosolů, saharského prachu, kouře z požárů, vegetace
- VIS 0.6 – použit v několika dalších RGB produktech a sendvičových snímcích (zejména s ohledem na jeho vysoké rozlišení)

* nové kanály, nedostupné na MSG SEVIRI

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI) – základní vlastnosti kanálů a jejich využití

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
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
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR
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
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km

- červené viditelné a blízké IR pásmo
- RGB VIS-IR (snímky v „pseudo-pravých“ barvách)
- detekce vegetace

* nové kanály, nedostupné na MSG SEVIRI

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI) – základní vlastnosti kanálů a jejich využití

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
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
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR
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
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km

- kanály blízkého infračerveného pásma (nesprávné označení jako „VIS“)
- VIS 0.9 – silná absorpce troposférickou vlhkostí
- různé kombinace VIS 0.9 a VIS 0.8 – detekce přízemní vlhkosti, vlhkostních rozhraní

* nové kanály, nedostupné na MSG SEVIRI

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI) – základní vlastnosti kanálů a jejich využití

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
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
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR
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
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km

- blízké infračervené pásmo
- silná absorpce troposférickou vlhkostí, proto primární využití pro detekci vysoké oblačnosti, zejména velmi řídkých cirů
- při sušší troposféře rovněž detekce aerosolů
- může „dohlédnout“ až k zemskému povrchu, pak možnost detekce různých lokálních nehomogenit přízemní vlhkosti
- hlavní komponenta RGB Cloud Type

* nové kanály, nedostupné na MSG SEVIRI

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI) – základní vlastnosti kanálů a jejich využití

označení kanálu	střední vlnová délka	rozlíšení (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
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
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR
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
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km

- kanály blízkého infračerveného pásma
- v kanálech NIR 1.6 a NIR 2.2 pouze odražené sluneční záření (pouze pro nejsilnější požáry i tepelná emise)
- kanál IR 3.8 v denních hodinách smíšený kanál – jak odražené sluneční záření, tak tepelná emise, v noci čistě tepelný kanál
- všechny tři označovány jako „mikrofyzikální kanály“ (detekce mikrofyzikálního složení oblačnosti, její horní vrstvy)
- NIR 1.6 a IR 3.8 – závislost jak na fázi oblačnosti (voda/led), tak na velikosti oblačných částic, u ledových krystalků rovněž závislost na jejich tvaru a orientaci
- NIR 2.2 – závislost pouze na velikosti oblačných částic, nikoliv na jejich fázi (nerozliší vodní kapky od ledových krystalků)
- všechny tři využívány v RGB produktech zaměřených na mikrofyziku oblačnosti (RGB Cloud Phase, RGB Cloud Phase Distinction, RGB Cloud Type, RGB NM, RGB Severe Storms, RGB Day Microphysics, RGB Snow) a pro detekci požárů

* nové kanály, nedostupné na MSG SEVIRI

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI) – základní vlastnosti kanálů a jejich využití

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
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
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR
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
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km

- kanály v atmosférických oknech („clean IR bands“)
- jasová (radiační) teplota (Brightness Temperature, BT) různých povrchů a oblačnosti závislá na jejich emisivitě (vyzařovací schopnosti), ta dána složením povrchu, resp. opět mikrofyzikálními vlastnostmi oblačnosti (fáze a velikost oblačných částic, transparentnost oblačnosti)
- pro mikrofyzikální RGB produkty (24M, Dust, NM, Ash) využívány rozdíly jasových teplot (Brightness Temperature Difference, BTD) mezi jednotlivými kanály
- IR 10.5 využíván buď samostatně (nejčastěji jako barevně zvýrazněný tepelný snímek), nebo v řadě dalších produktů – např. sendvičovém produktu s VIS 0.6 nebo v různých dalších RGB produktech

MTG-I Flexible Combined Imager (FCI) – základní vlastnosti kanálů a jejich využití

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
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
IR 3.8	3.800 μm	2 km NR / 1.0 km HR
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
IR 12.3	12.30 μm	2 km
IR 13.3 (CO2)	13.30 μm	2 km

- kanály v pásmu absorpce vodní parou, ozonem a oxidem uhličitým
- použity buď samostatně (WV 6.3) nebo v BTD kombinacích s jinými kanály v RGB produktech Airmass a Severe Storms

Snímky MTG-I1 (Meteosat-12) FCI v ČHMÚ

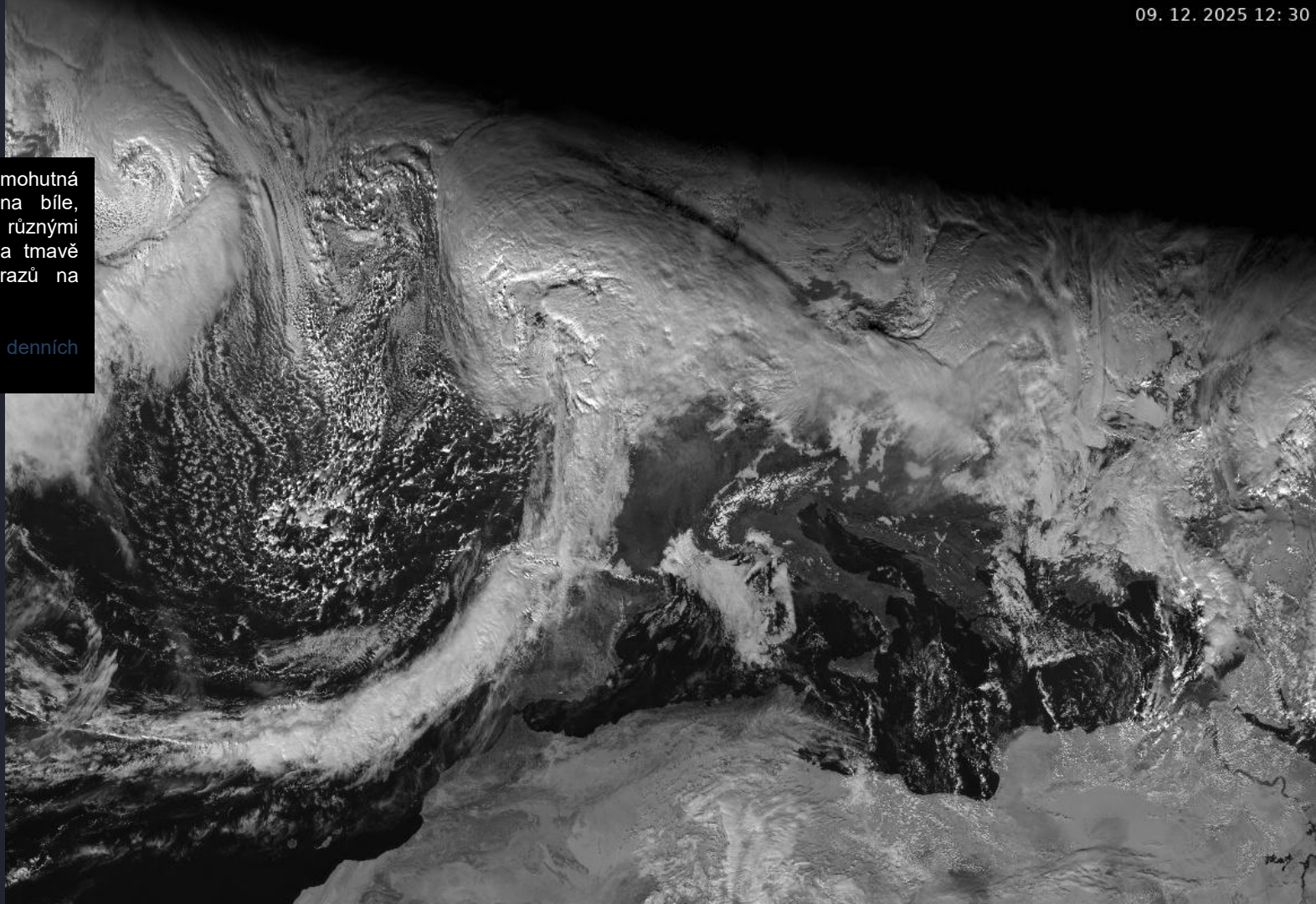
- Některé z RGB produktů zatím pouze předběžné nastavení, je postupně doladováno
- závislost nastavení produktů na úpravách zpracování L1c dat v EUMETSATu (FCI IDPF, Instrument Data Processing Facility)
- u některých produktů dostupných již pro MSG SEVIRI nutnost úprav rozsahu – důsledek mírně odlišného spektrálních rozsahu některých kanálů MTG FCI oproti MSG SEVIRI
- v kanálu NIR1.3 problémy s „Earth Stray Light“ (ESL) – parazitní rozptyl zářením v přístroji FCI, na MTG-I1 potlačeno matematicky, od MTG-I2 opticko-mechanická úprava přístroje
- v některých produktech pořád ještě artefakty primárního zpracování surových dat (v IDPF), především v RGB produktech využívajících kanál IR12.3 (např. RGB 24M, RGB Dust, RGB NM).

2025-12-09 12:30 UTC Meteosat-12 (MTG-I1)

produkty společné se SEVIRI MSG

Viditelné pásmo, opticky mohutná („hustá“) oblačnost zobrazena bíle, řídké ciry a bezoblačný terén různými odstíny šedé, mořská hladina tmavě šedě až černě (kromě odrazů na hladině).

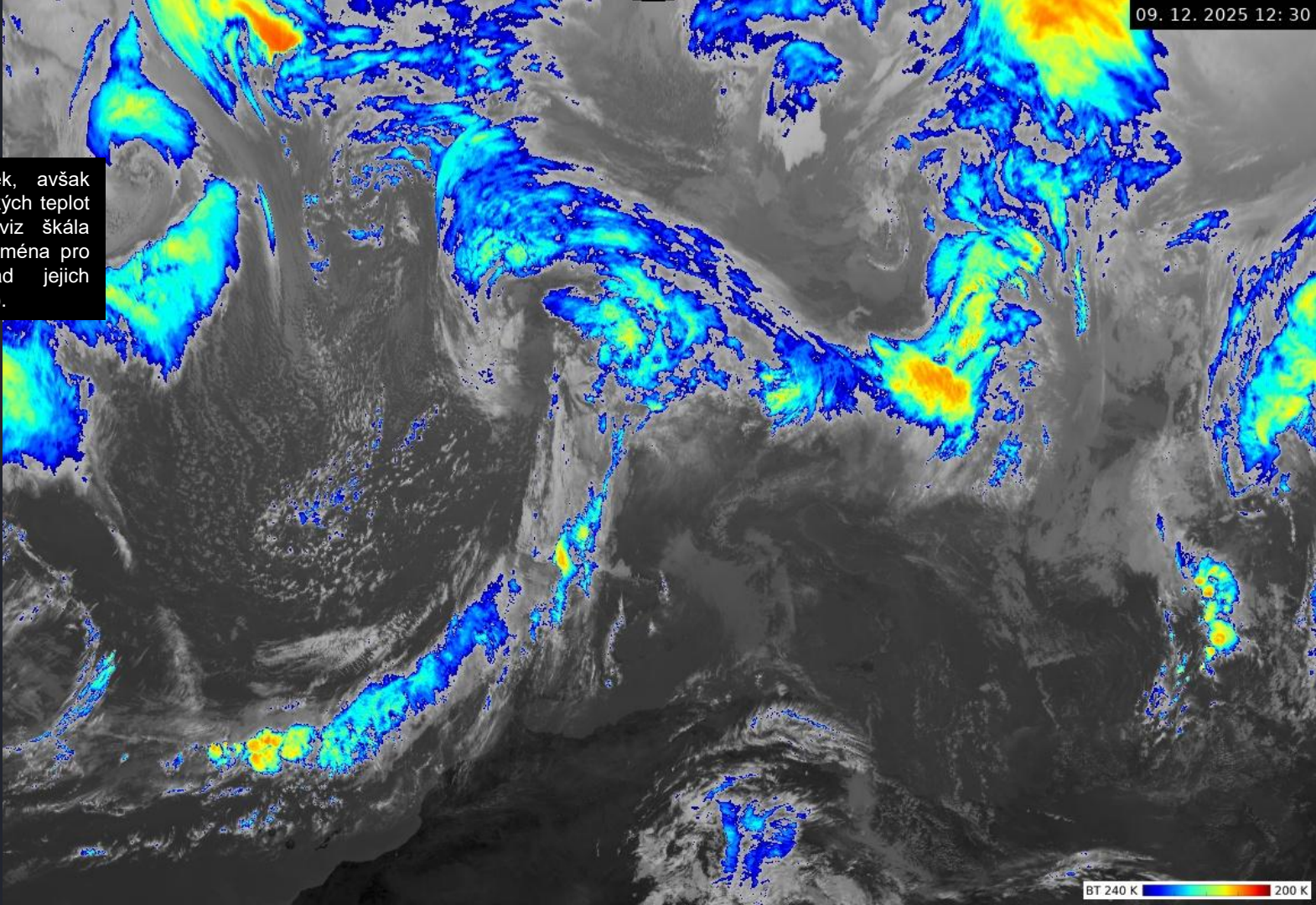
Produkt použitelný pouze v denních hodinách.



Tepelné infračervené (IR) pásmo, nejvyšší a zároveň opticky mohutná oblačnost zobrazena bíle, řídké ciry různými odstíny bílé až šedé, mořská hladina a terén šedě až černě (dle teploty povrchu).



Totéž co předchozí snímek, avšak s barevným zvýrazněním nízkých teplot (od modré po červenou, viz škála vpravo dole). Používá se zejména pro monitorování bouří (odhad jejich intenzity, resp. nebezpečnosti).

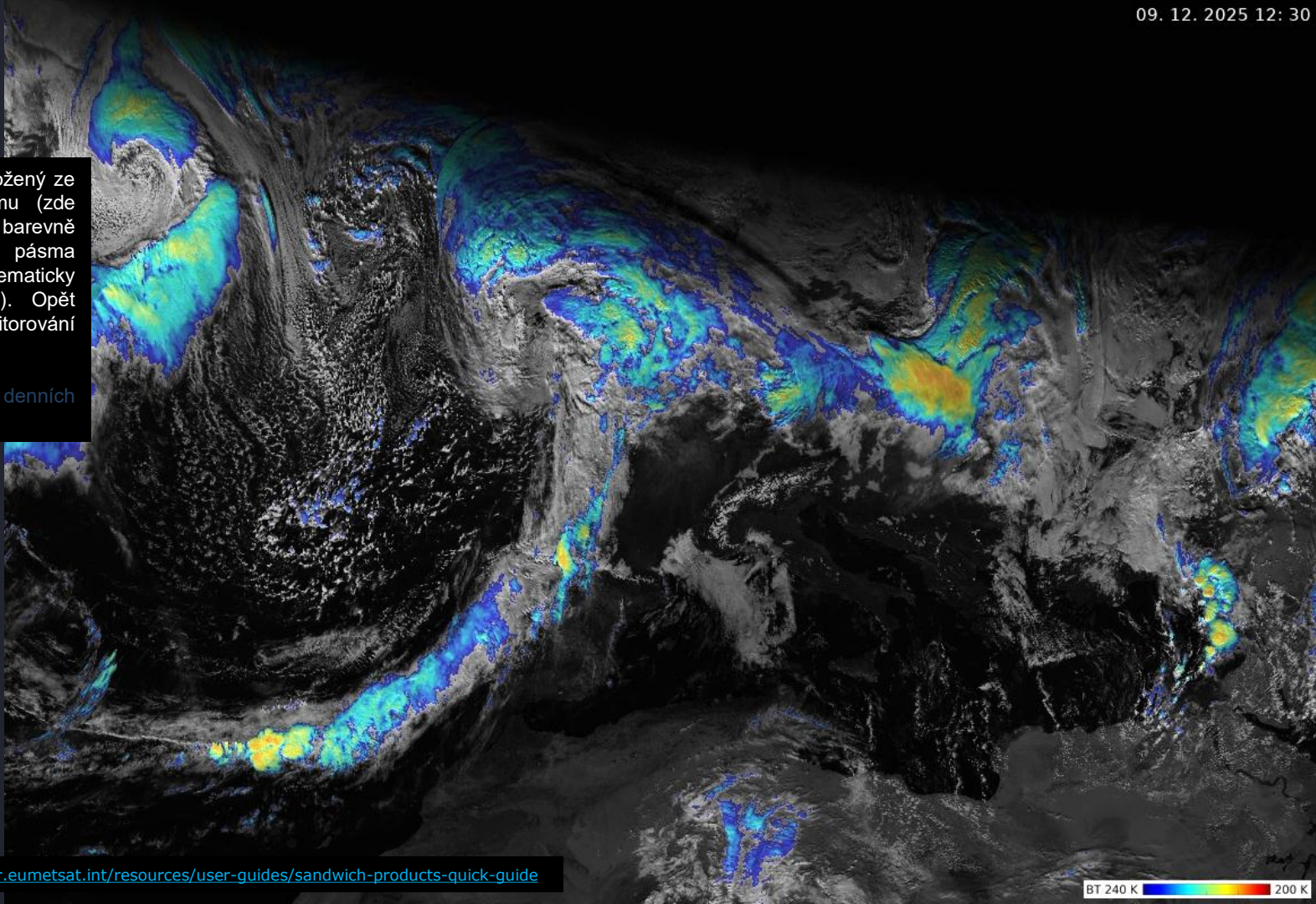


Sandwich IR-BT

VIS 0.6 & IR 10.5

Tzv. „sendvičový produkt“, složený ze snímku ve viditelném pásmu (zde použitý VIS 0.6) a barevně zvýrazněné části tepelného pásma (IR10.5), vzájemně matematicky prolnutých („layer blending“). Opět využití především pro monitorování konvektivních bouří.

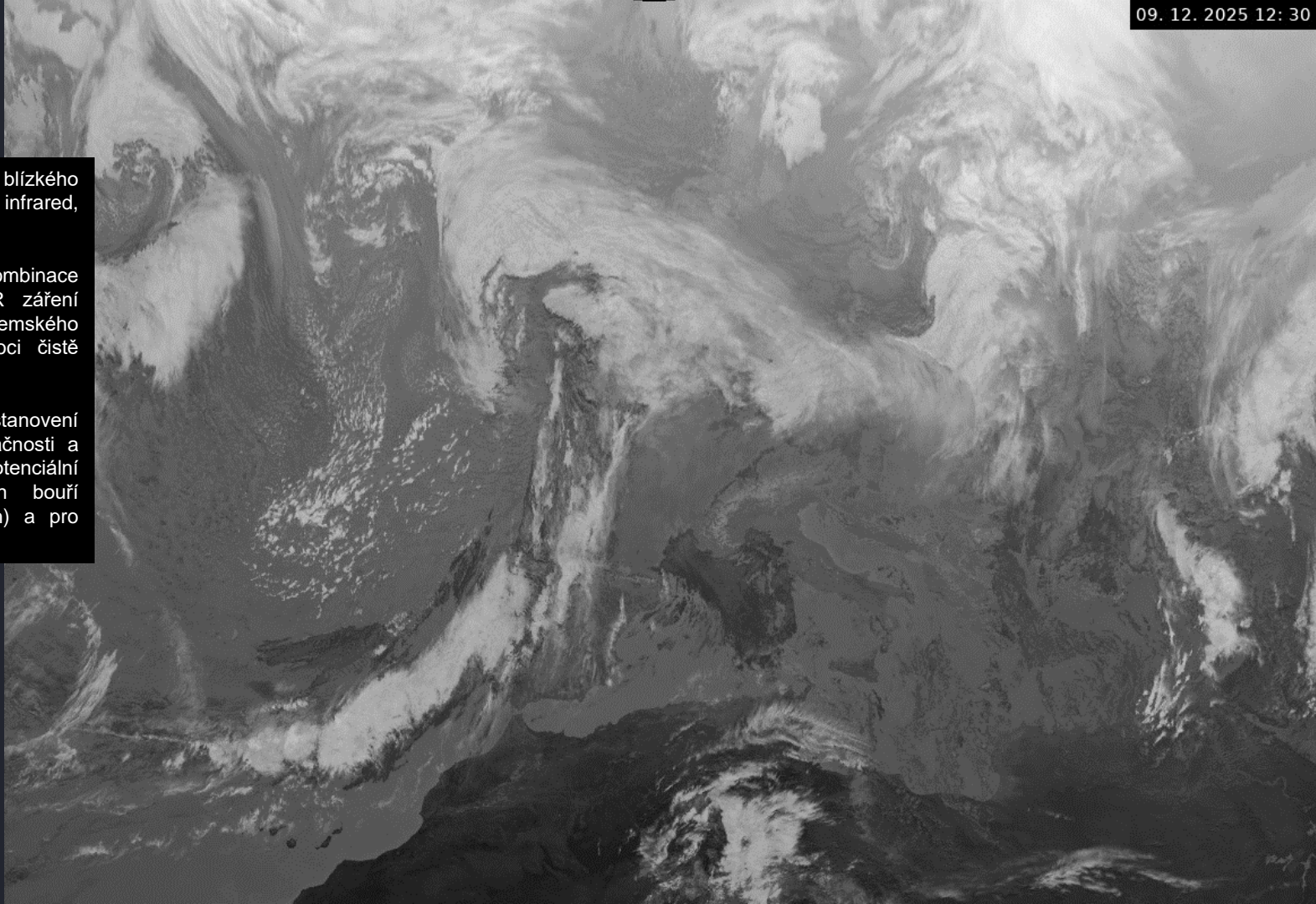
Produkt použitelný pouze v denních hodinách.



Spektrální kanál na hranici blízkého infračerveného pásma (near infrared, NIR) a tepelného pásma (IR).

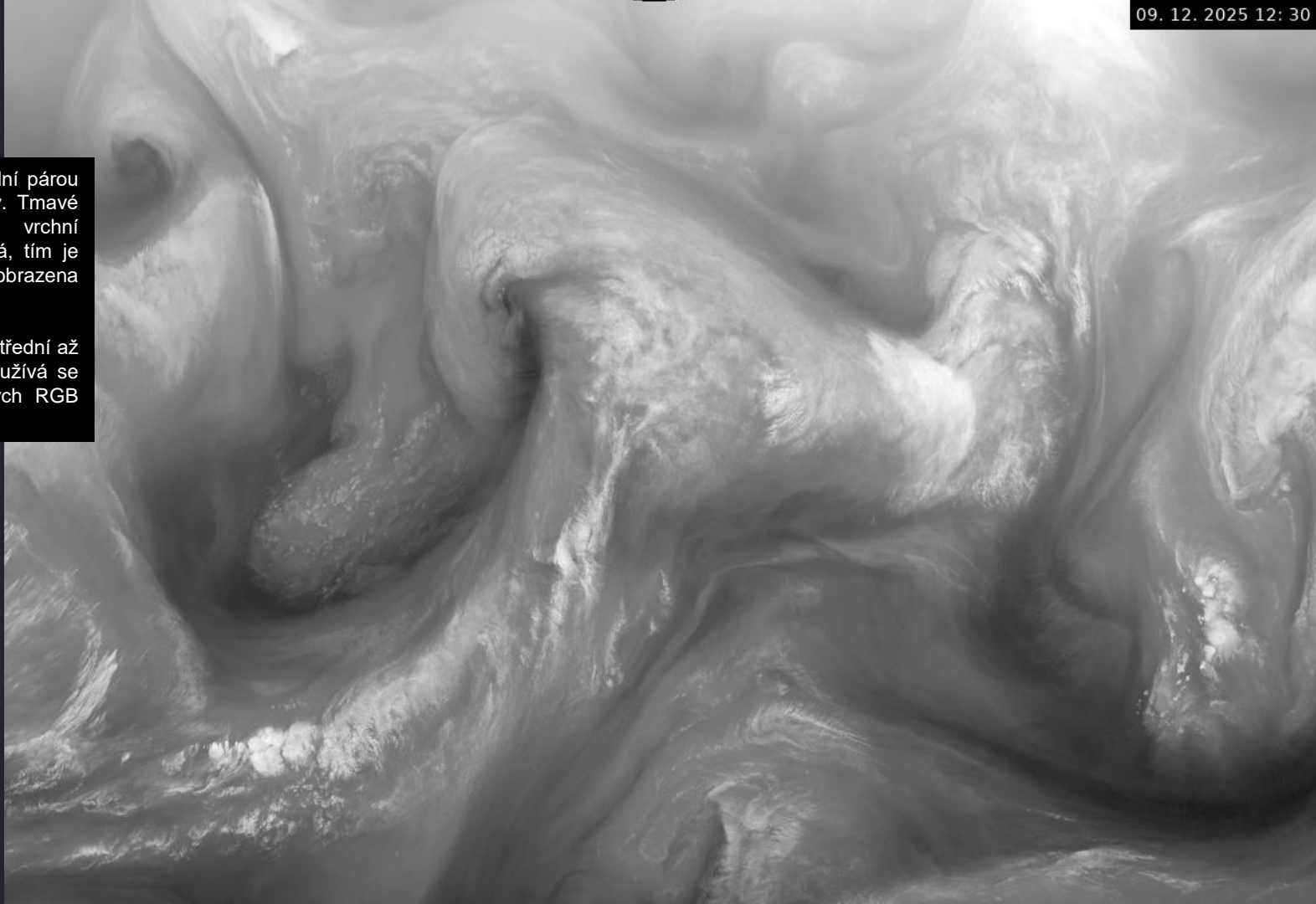
V denních hodinách kombinace odraženého slunečního NIR záření a tepelného vyzařování zemského povrchu a oblačnosti, v noci čistě tepelný kanál.

Využívá se především pro stanovení mikrofyzikálního složení oblačnosti a pro monitorování potenciální nebezpečnosti konvektivních bouří (v různých RGB produktech) a pro detekci požárů.



Kanál v pásnu absorpce vodní párou v horních vrstvách troposféry. Tmavé oblasti odpovídají suché vrchní troposféře, čím světlejší šedá, tím je vlhkost vyšší. Bíle je zobrazena nejvyšší oblačnost.

Tento kanál zpravidla nevidí střední až nízkou oblačnost a terén. Používá se jak samostatně, tak v různých RGB produktech.



RGB VIS-IR

FCI VIS0.6

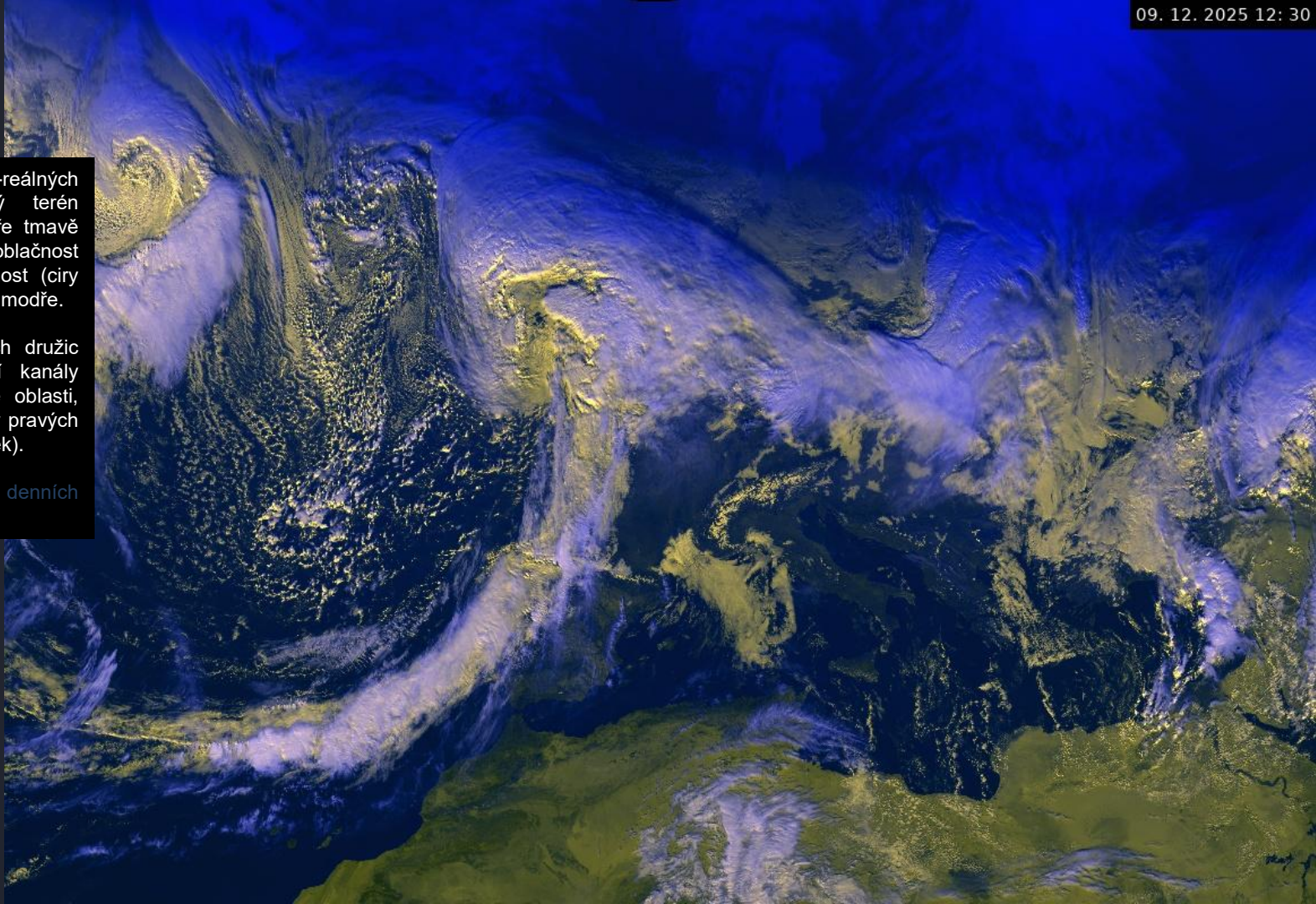
FCI VIS0.6 (VIS0.8)

FCI IR10.5

RGB produkt v pseudo-reálných barvách: vegetácií pokrytý terén zobrazen tmavě zeleně, moře tmavě modře, nízká až střední oblačnost světle žlutě, nejvyšší oblačnost (ciry a kumulonimby) bíle až světle modře.

Produkt využíváný u starších družic (např. MSG), které nemají kanály v červené, zelené a modré oblasti, potřebné pro tvorbu snímků v pravých barvách (viz následující snímek).

Produkt použitelný pouze v denních hodinách.



RGB Airmass

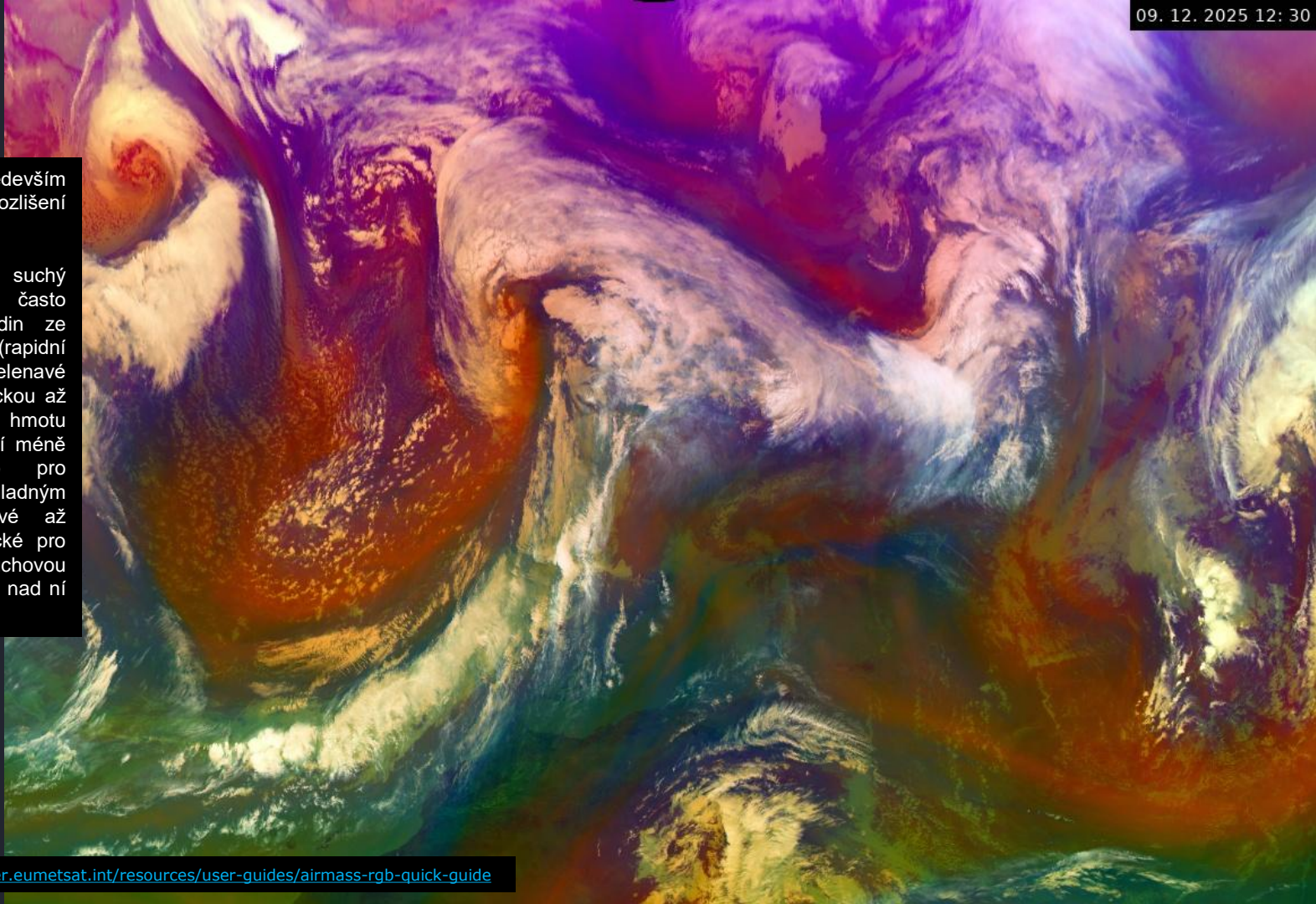
FCI WV6.3 – WV7.3

FCI IR9.7 – IR10.5

FCI WV6.3

RGB produkt zaměřený především na dynamiku atmosféry a rozlišení vzduchových hmot.

Oranžové oblasti signalizují suchý vzduch v horní troposféře, často pronikající do nižších hladin ze spodní stratosféry (rapidní cyklogeneze, jet stream). Zelenavé oblasti jsou typické pro tropickou až subtropickou vzduchovou hmotu (vysoká tropopauza a nad ní méně celkového ozonu) nebo pro atmosféru nad velmi chladným zemským povrchem, fialové až namodralé oblasti jsou typické pro polární až arktickou vzduchovou hmotu, s nižší tropopauzou a nad ní více celkového ozonu.



RGB 24M (24h Microphysics)

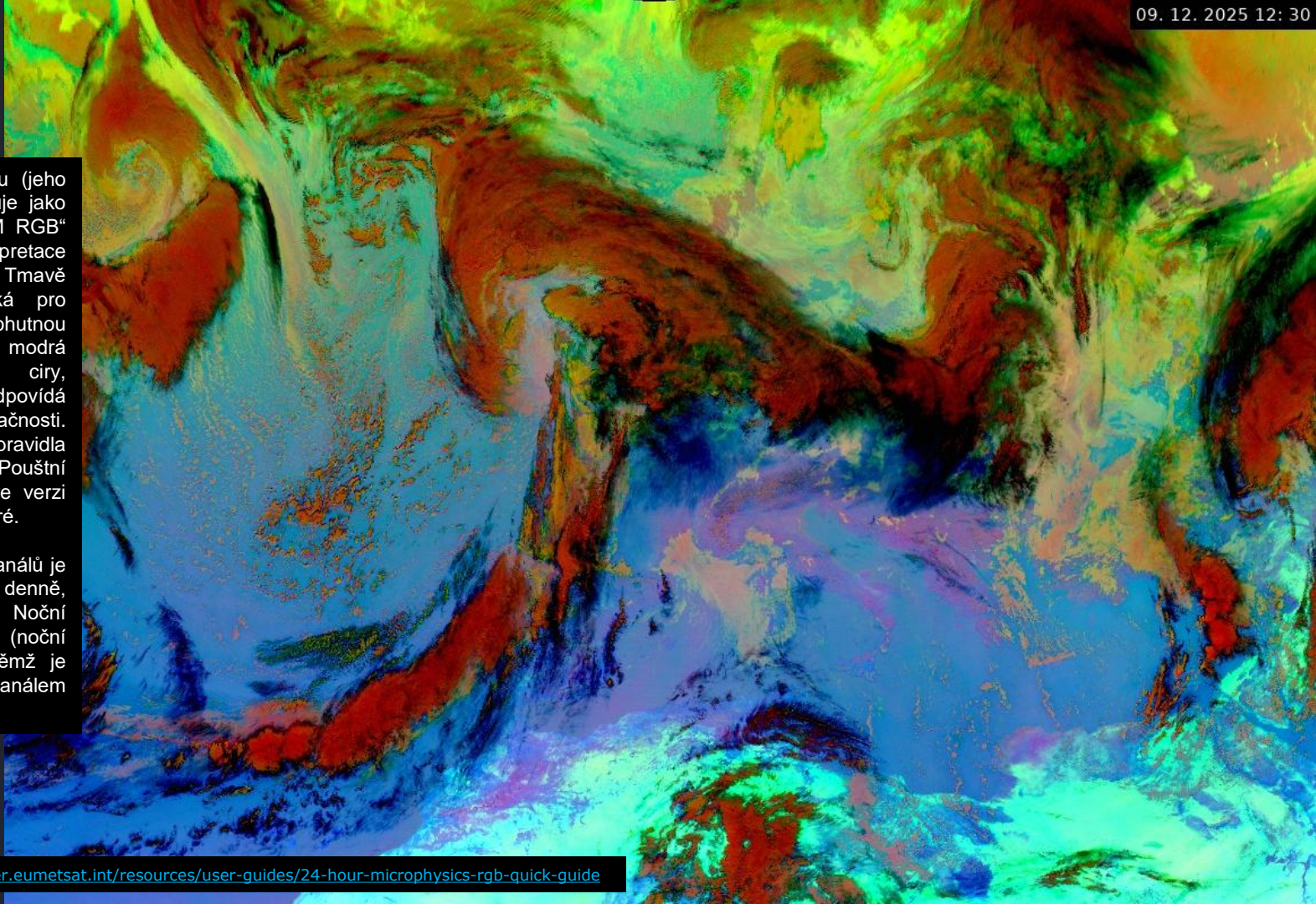
FCI IR12.3 – IR10.5

FCI IR10.5 – IR8.7

FCI IR10.5

Dle nastavení RGB produktu (jeho parametrů) se někdy označuje jako „Dust RGB“, jindy jako „24M RGB“ (24-hodinový RGB), interpretace barev je téměř stejná. Tmavě oranžová je charakteristická pro vysokou, opticky mohutnou oblačnost, černá až tmavě modrá reprezentuje různě řídké ciry, žlutozelená až oranžová odpovídá nízké až střední oblačnosti. Purpurová pak detekuje (zpravidla saharský) prach v ovzduší. Pouštní oblasti severní Afriky jsou ve verzi 24M přepálené do světle modré.

Díky použití čistě tepelných kanálů je produkt použitelný 24 hodin denně, proto jeho označení. Noční alternativou je „NM RGB“ (noční mikrofyzikální produkt), v němž je kanál IR8.7 nahrazen kanálem NIR3.8.



RGB Snow

(též Day Snow-Fog)

FCI VIS0.8

FCI NIR1.6

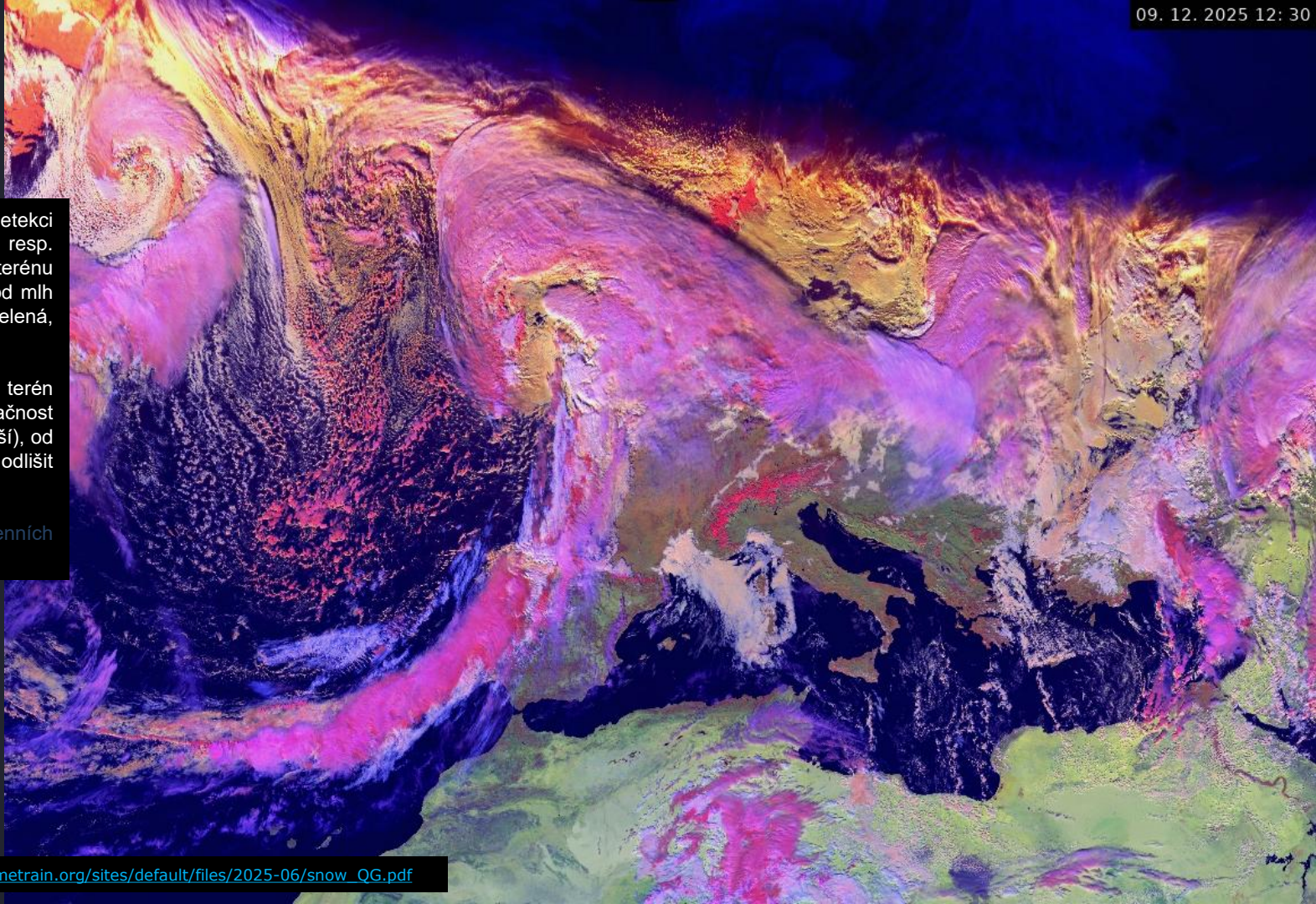
FCI NIR3.8 – IR10.5

(nebo NIR3.8ref)

Produkt navržený pro detekci sněhové pokrývky (červeně), resp. její odlišení od holého terénu (tmavší zelená až hnědá) a od mlh a nízké oblačnosti (světle zelená, žlutá až okrová).

Podobně jako zasněžený terén může vypadat vysoká oblačnost (většinou je ale o něco světlejší), od zasněženého povrchu ji lze odlišit díky jejímu pohybu.

Produkt použitelný pouze v denních hodinách.

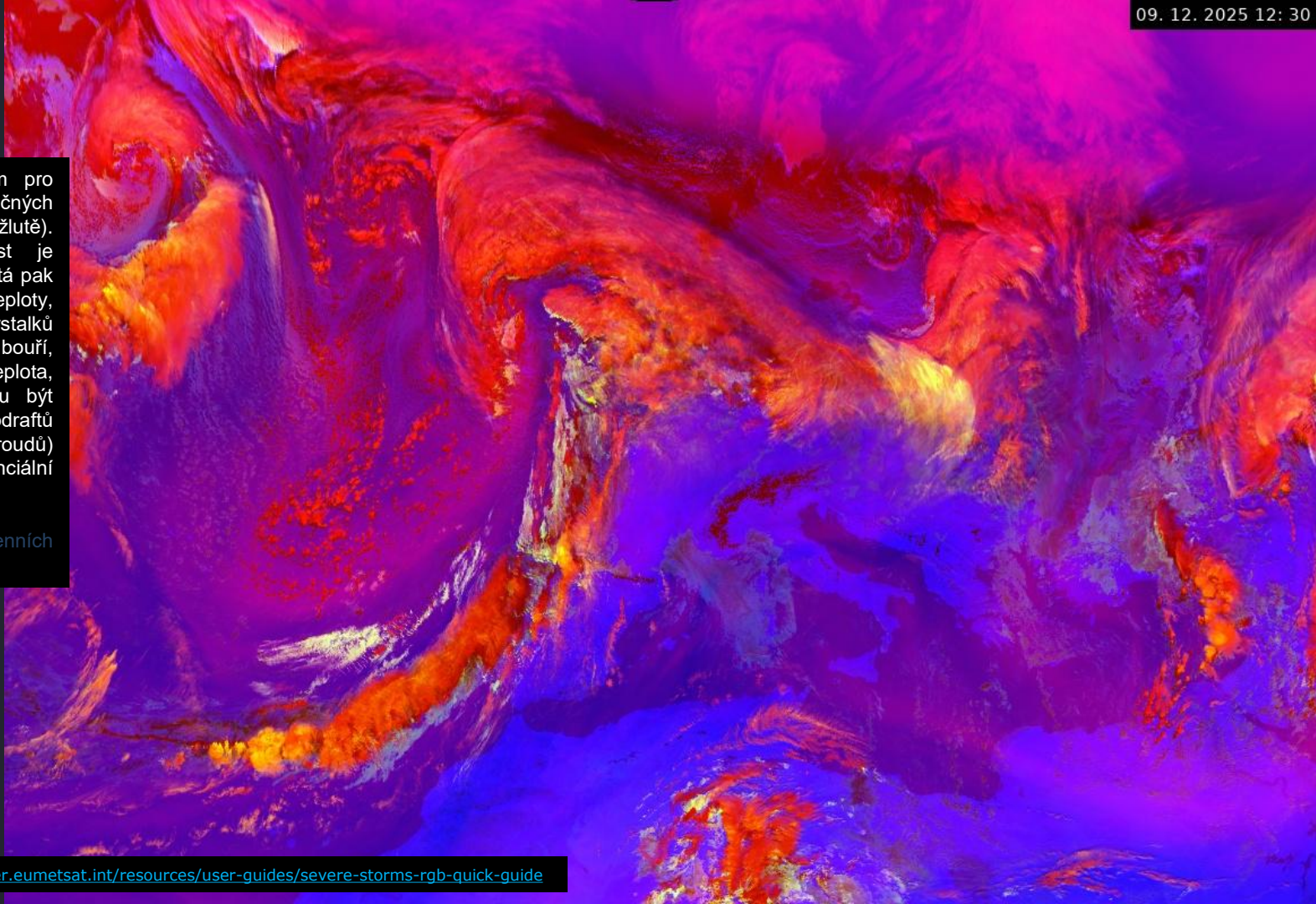


RGB Storm

FCI WV6.3 – WV7.3
FCI NIR3.8 – IR10.5
FCI NIR1.6 – VIS0.6

Produkt navržený především pro detekci potenciálně nebezpečných bouří (zobrazených sytě žlutě). Normální vysoká oblačnost je zobrazena oranžově, sytá žlutá pak signalizuje buď velmi nízké teploty, nebo přítomnost drobných krystalků v horní hladině oblačnosti bouří, nebo obojí. Jak velmi nízká teplota, tak drobné krystalky mohou být projevem velmi silných updraftů (vzestupných konvektivních proudů) uvnitř bouře a tedy její potenciální nebezpečnosti.

Produkt použitelný pouze v denních hodinách.



Nové RGB produkty družic Meteosat, specifické pouze pro FCI (MTG-I1)
(umožněné novými kanály FCI)

RGB True Color

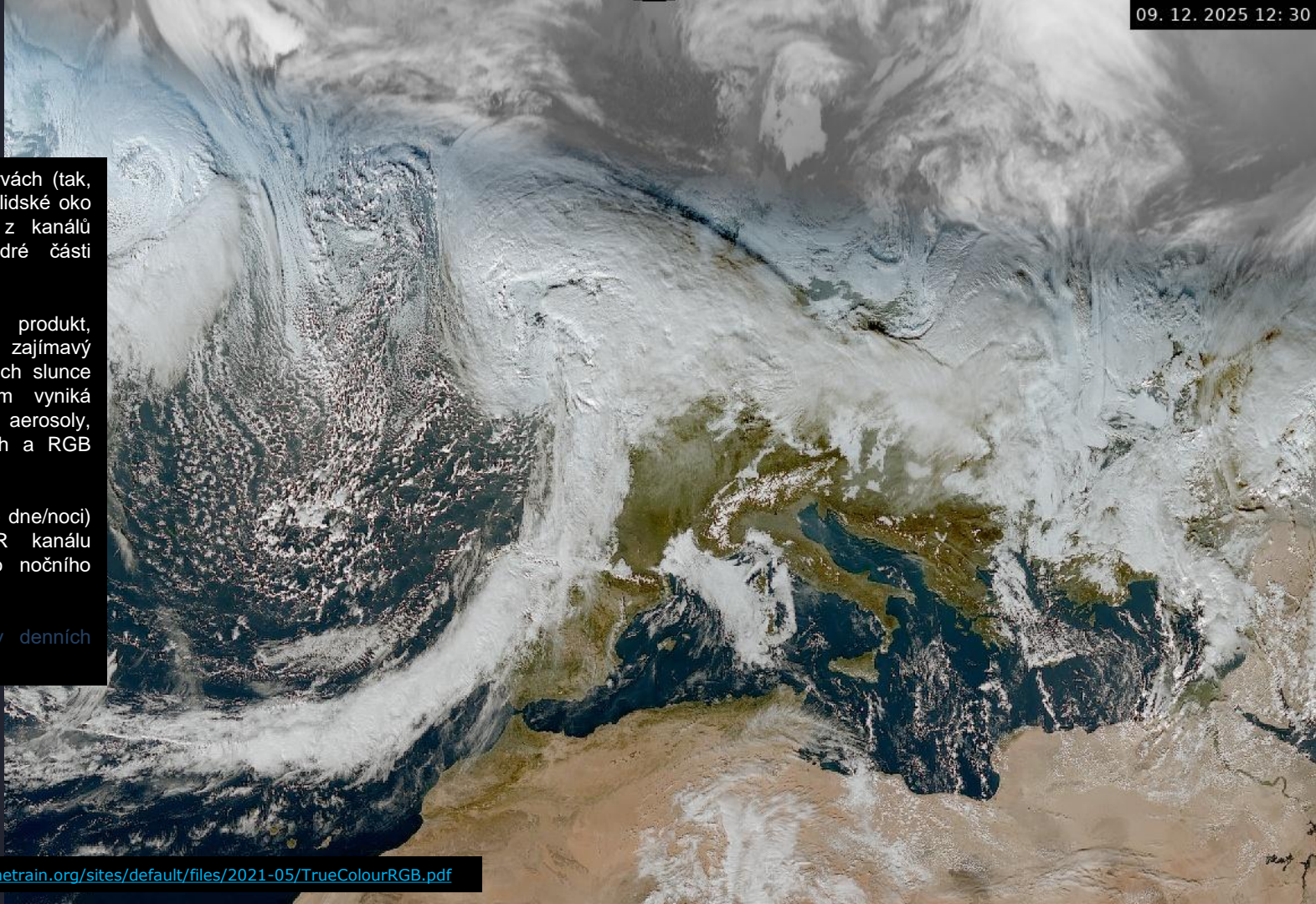
FCI VIS0.6
FCI VIS0.5
FCI VIS0.4

RGB produkt v „pravých“ barvách (tak, jak by scénu přibližně vidělo lidské oko z oběžné dráhy), složený z kanálů v červené, zelené a modré části viditelného záření.

Většinu dne spíše „PR“ produkt, z meteorologického hlediska zajímavý především při nízkých výškách slunce nad obzorem, kdy v něm vyniká atmosférický prach a různé aerosoly, neviditelné v jiných kanálech a RGB produktech.

V oblasti terminátoru (hranice dne/noce) přechází do tepelného IR kanálu (IR10.5), případně nějakého nočního RGB produktu.

Produkt použitelný pouze v denních hodinách.



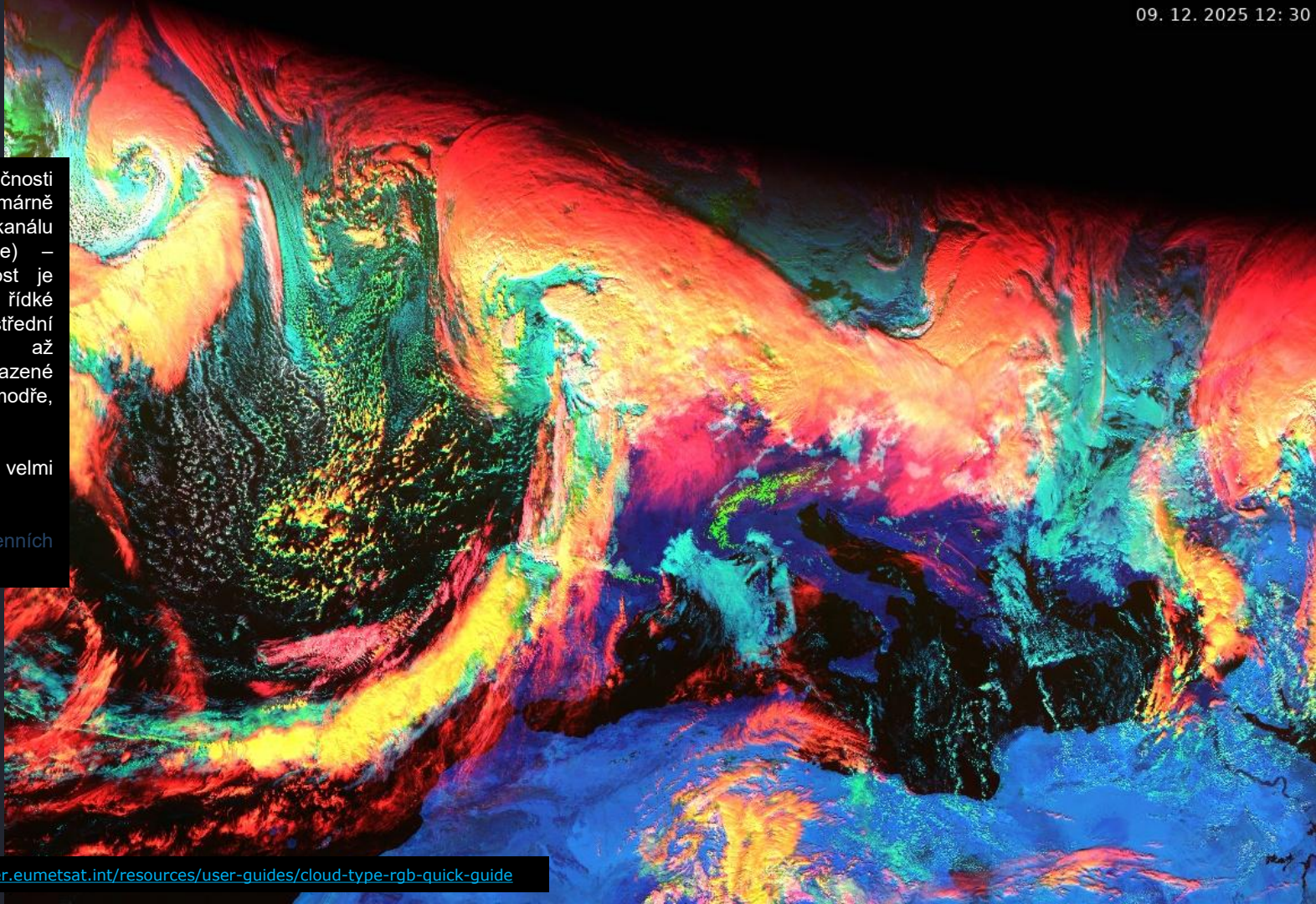
RGB Cloud Type

FCI NIR1.3
FCI VIS0.6
FCI NIR1.6

Rozlišení typu (výšky) oblačnosti v denních hodinách, primárně založené na vlastnostech kanálu NIR1.3 (v červené složce) – vertikálně mohutná oblačnost je zobrazena žlutě až oranžově, řídké ciry červeně. Nízká až střední oblačnost světle modře až modrozeleně, drobné podchlazené kapky bíle. Terén tmavě modře, sníh a led sytě zeleně.

Hlavní význam – detekce velmi řídkých cirů.

Produkt použitelný pouze v denních hodinách.

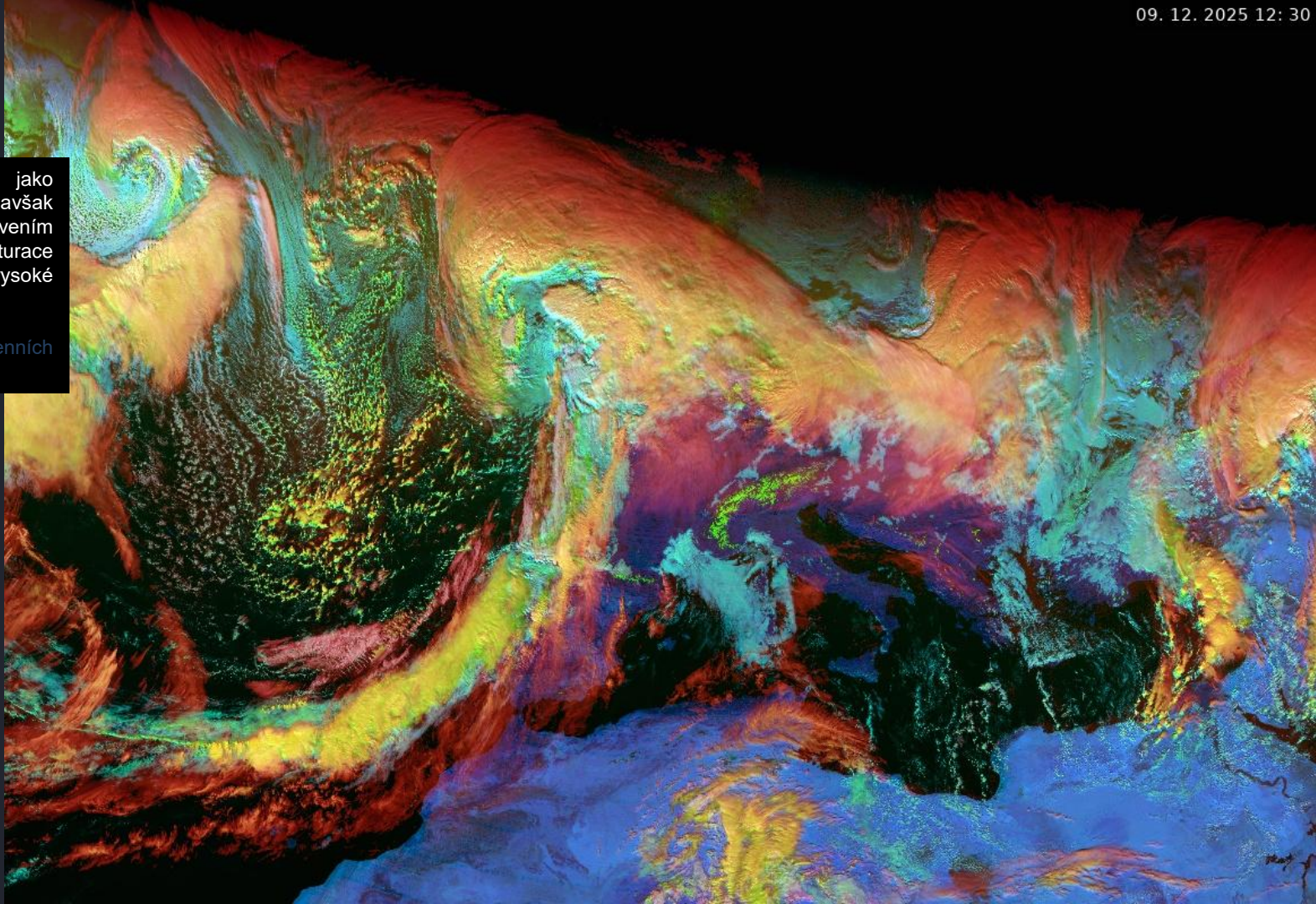


RGB Cloud Type (ČHMÚ)

FCI NIR1.3
FCI VIS0.6
FCI NIR1.6

Stejná interpretace barev jako u předchozího snímku, avšak s méně agresivním nastavením sytosti barev – potlačení saturace („přepalů“), zejména u vysoké oblačnosti.

Produkt použitelný pouze v denních hodinách.

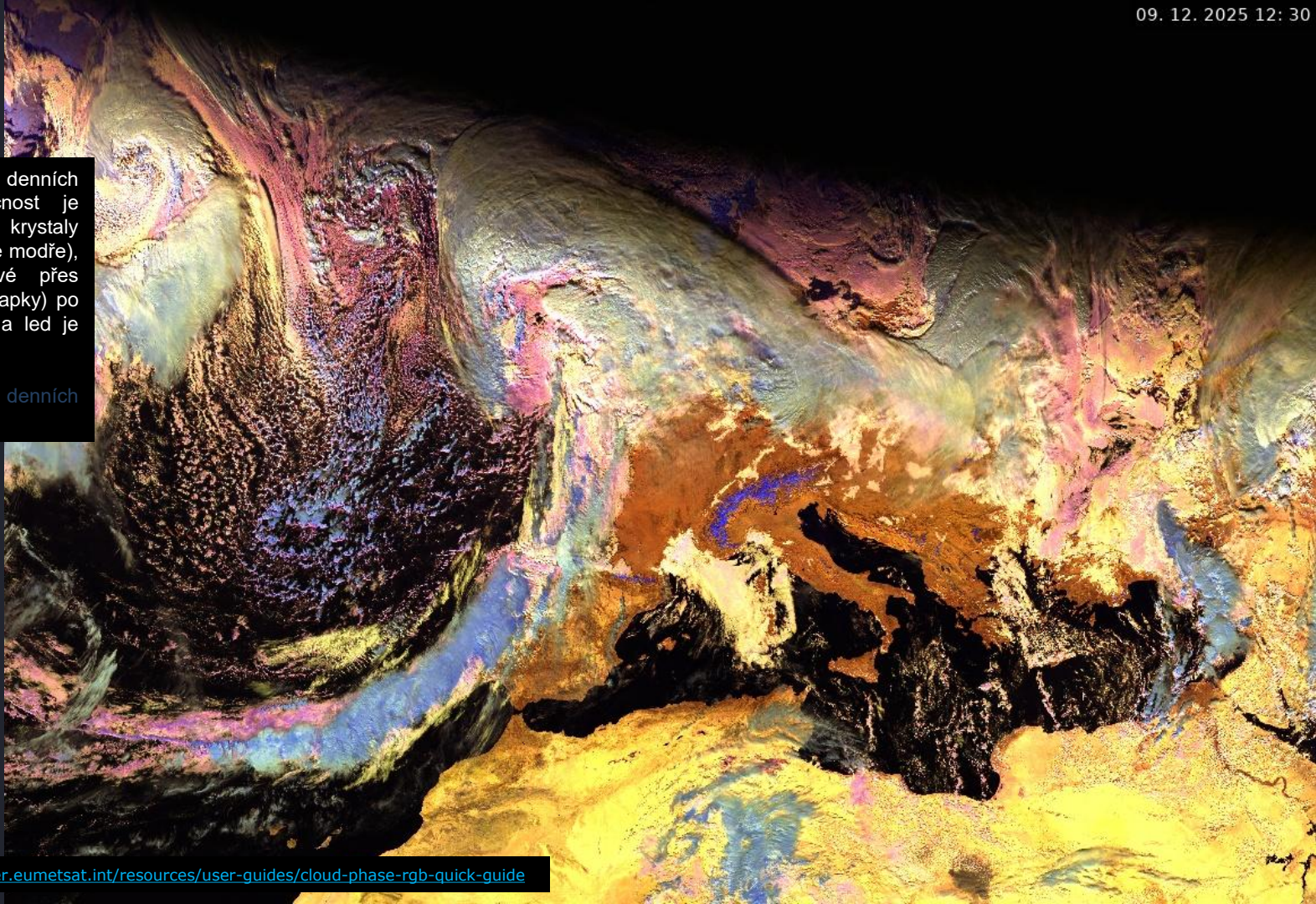


RGB Cloud Phase

FCI NIR1.6
FCI NIR2.2
FCI VIS0.6

Rozlišení fáze oblačnosti v denních hodinách – ledová oblačnost je zobrazena modře (velké krystaly tmavě modře, drobnější světle modře), vodní oblačnost od okrové přes růžovou (drobnější oblačné kapky) po fialovou (větší kapky). Sníh a led je zobrazen sytě modře.

Produkt použitelný pouze v denních hodinách.

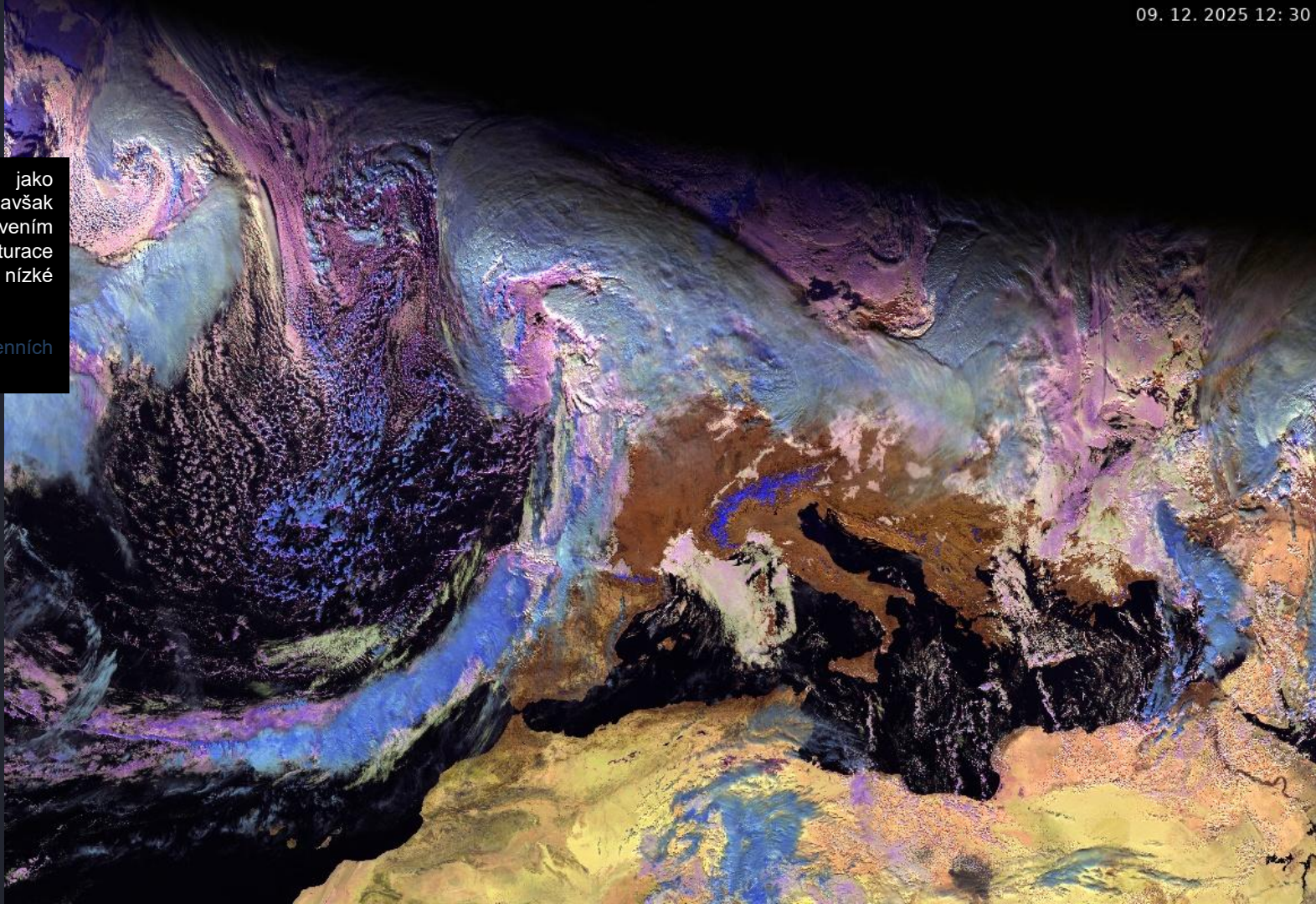


RGB Cloud Phase (ČHMÚ)

FCI NIR1.6
FCI NIR2.2
FCI VIS0.6

Stejná interpretace barev jako u předchozího snímku, avšak s méně agresivním nastavením sytosti barev – potlačení saturace a přepalů (jasu), zejména u nízké oblačnosti.

Produkt použitelný pouze v denních hodinách.



MTG Sounder (MTG-S)

MTG Imager
(MTG-I)



MTG Sounder
(MTG-S)



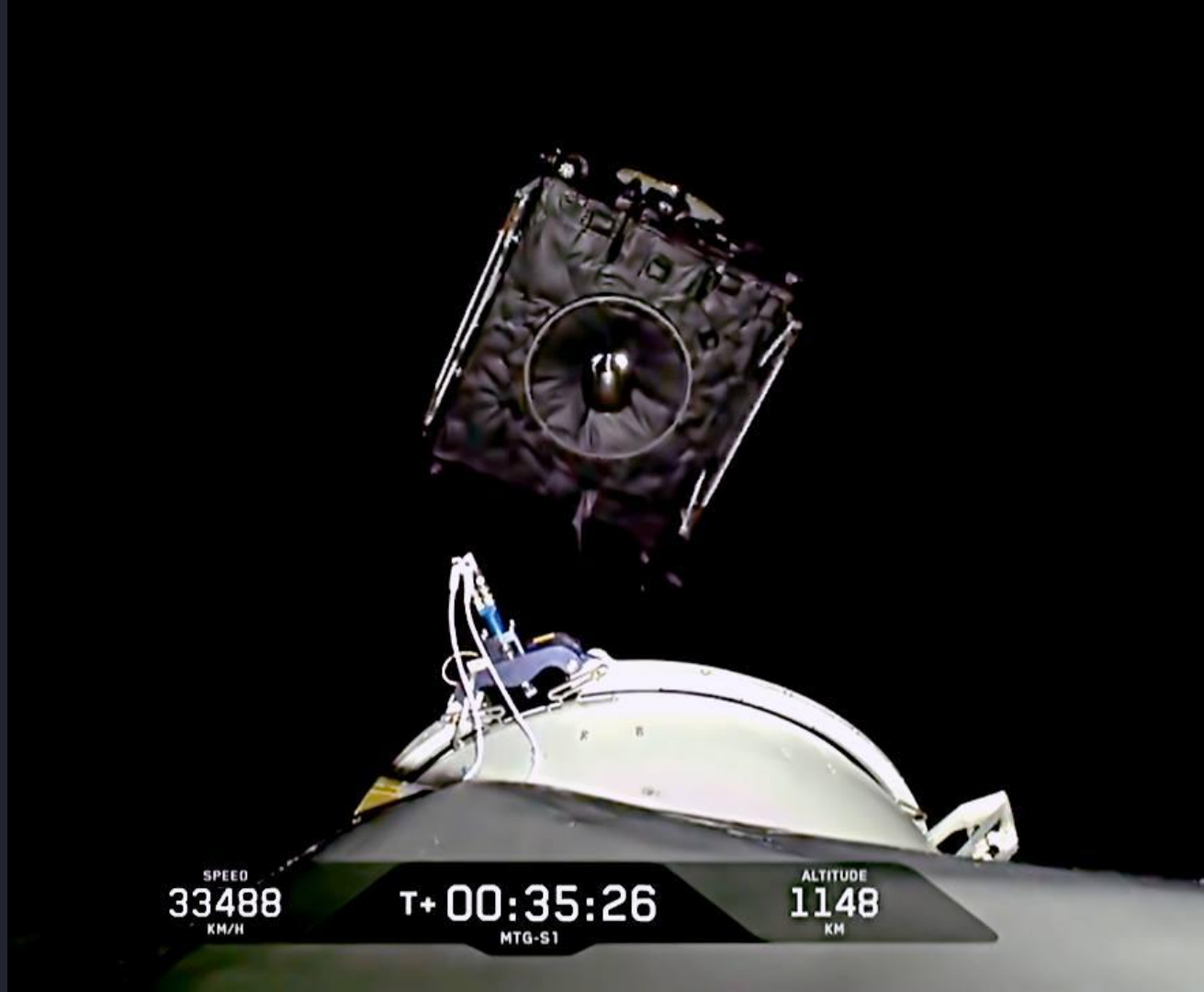
MTG Sounder (MTG-S)

MTG-S1 krátce po oddělení
od horního stupně Falconu-9

SPEED
33488
KM/H

T+ **00:35:26**
MTG-S1

ALTITUDE
1148
KM



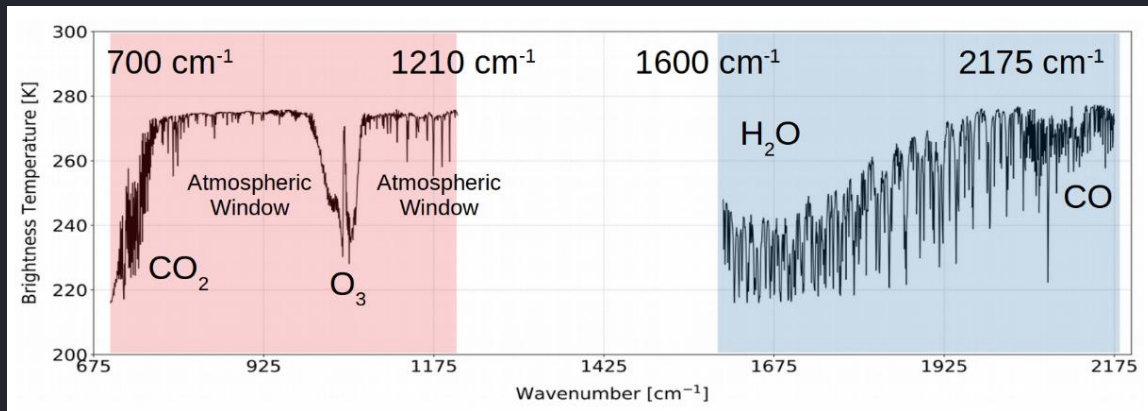
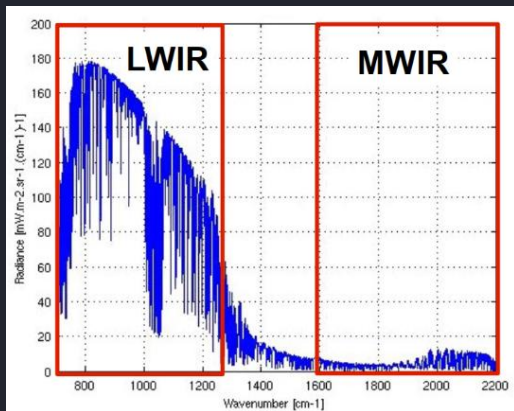
MTG-S InfraRed Sounder (IRS)

Hyperspektrální interferometrická sondáž atmosféry

- Podobně jako IASI, CrIS a GIIRS, Michelsonův krokující interferometr (metoda „*stop and stare*“), trochu odlišná terminologie, viz dále.
- Měření „interferogramů“ v pásmu 4.44 až 14.70 μm ($680\text{--}2250\text{ cm}^{-1}$), rozděleném na dvě dílčí oddělená pásma:

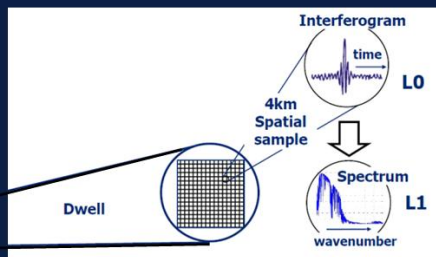
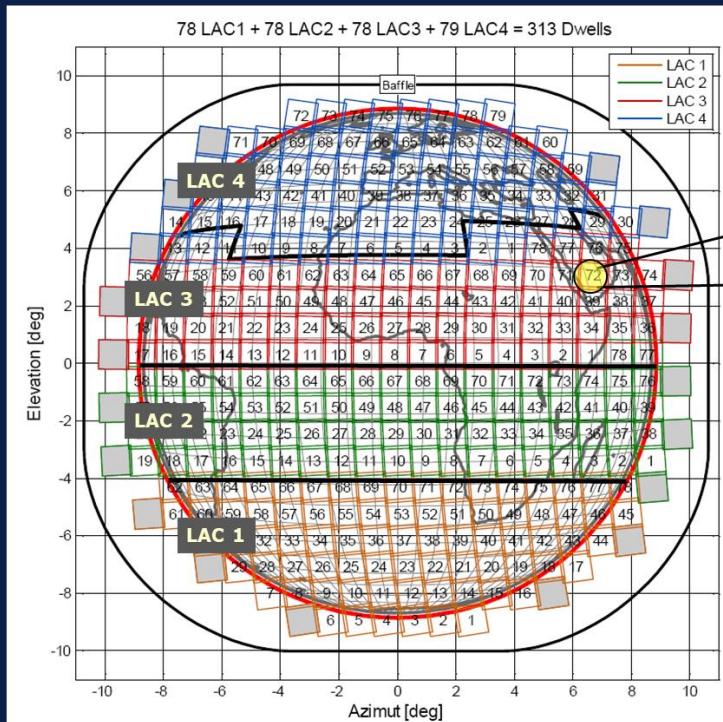
LWIR 680 - 1210 cm^{-1} , 8.26 - 14.70 μm (cca 800 kanálů)

MWIR 1600 - 2250 cm^{-1} , 4.44 - 6.25 μm (cca 900 kanálů)



MTG-S InfraRed Sounder (IRS)

Princip snímání

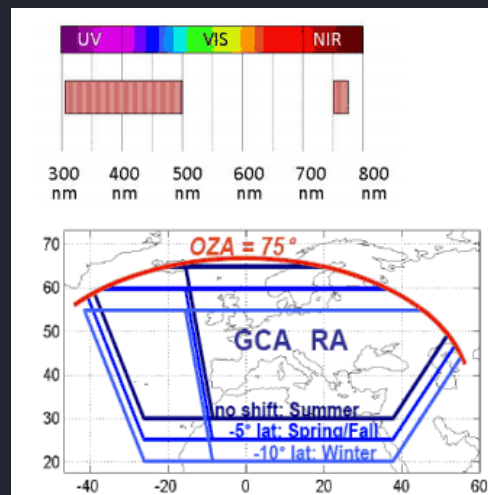
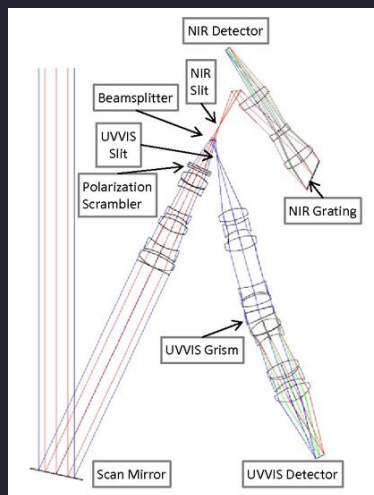
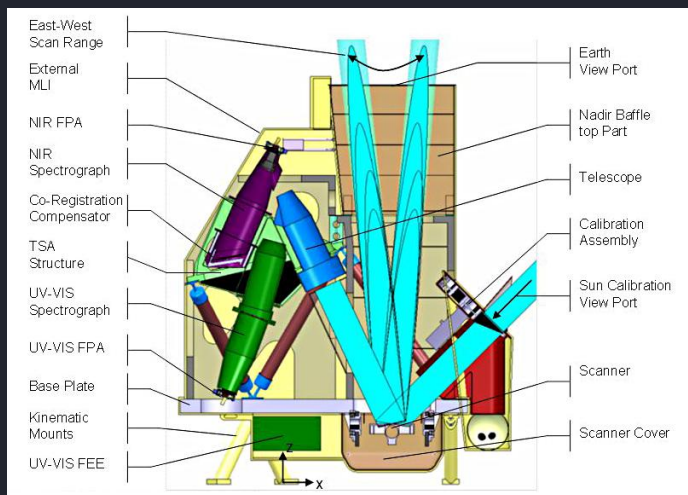


- Zemský disk rozdělen na 4 oblasti (Local Area Coverage, LAC),
- každá LAC obsahuje 78 – 79 „dwells“, zastávek krokujícího mechanismu IRS
- doba měření v každém „dwellu“ přibližně 10s
- snímač (odpovídající rozsahu „dwellu“) obsahuje 160 × 160 dílčích pixelů, v nichž je při každé zastávce naměřen **interferogram** (L0 data), který je primárně zpracován na družici a následně odeslán k dalšímu zpracování na zemi, kde jsou z něj pak postupně odvozena L1 a další data.
- rozlišení jednotlivých dílčích pixelů „dwellu“ je 4 × 4 km v nadiru, cca 5 × 8 km v oblasti střední Evropy
- oblast Evropy (LAC 4) bude snímána každých 30 minut
- celý zemský disk snímán každou hodinu až několik hodin (max. 6 h) – bude teprve upřesněno, informace se zatím poněkud liší.

Podrobněji o zpracování dat IRS viz např. https://www-cdn.eumetsat.int/files/2020-04/pdf_eum_users_science_pres_coopmann_20.pdf

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



Plné verze přednášek (pro studenty meteorologie MFF UK) zaměřených
na družicovou meteorologii zde:

https://www.setvak.cz/presentations/MFFUK-NMET020_druzice1/



KONEC PRVNÍ ČÁSTI