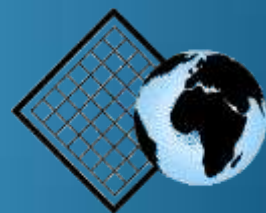


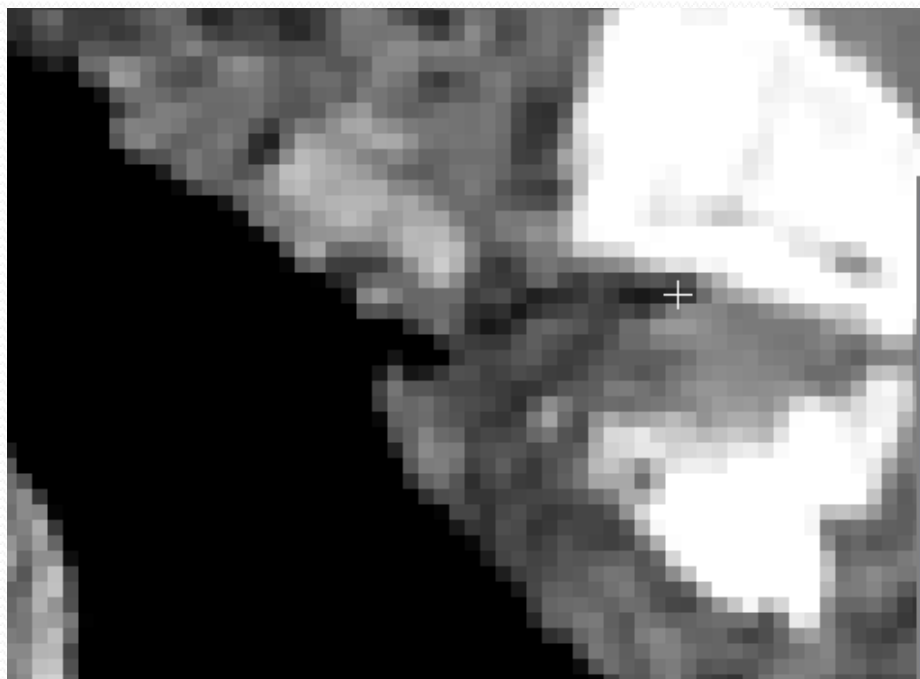
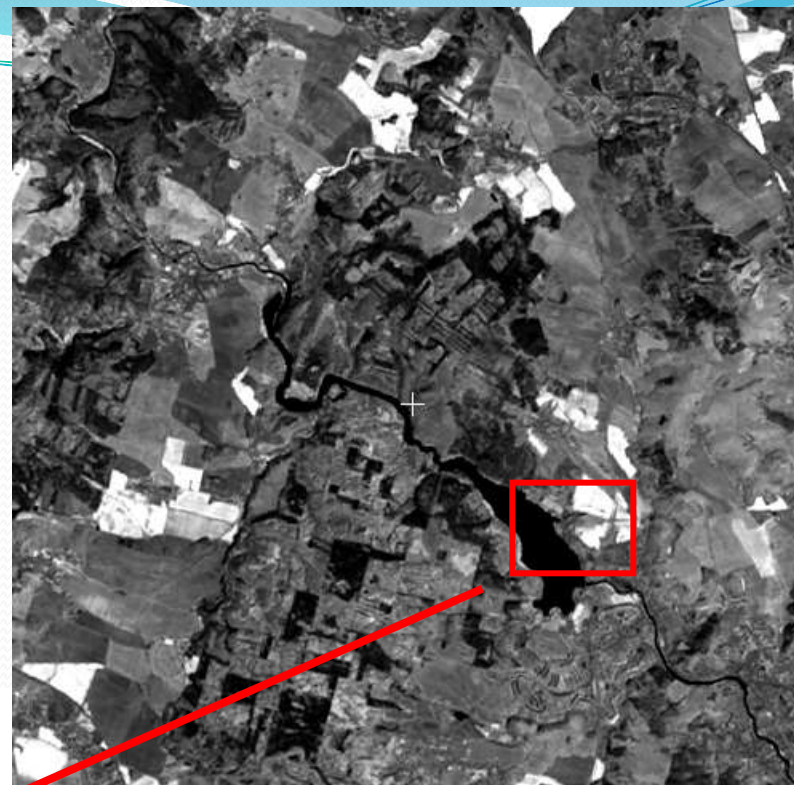
Fyzikální podstata DPZ



Fyzikální podstata DPZ

Objekty o sobě vydávají informace prostřednictvím tzv. silových polí. V DPZ se zaznamenává elektromagnetické pole (záření). Toto záření se v přírodě vyskytuje v rozličných formách a je ovlivňováno atmosférou.

Snímek je pak chápán jako záznam měření intenzity elektromagnetického záření (odraženého či emitovaného) v určitém intervalu spektra.



Digital Image Display

Image Plane 4

136	149	154	174	178	178	172
103	117	127	138	136	147	145
67	74	76	71	75	102	118
53	50	53 (55)	63	86	103	
70	64	78	93	99	98	96
86	86	102	105	105	101	97
85	85	93	95	97	99	98

Apply LUT Type?

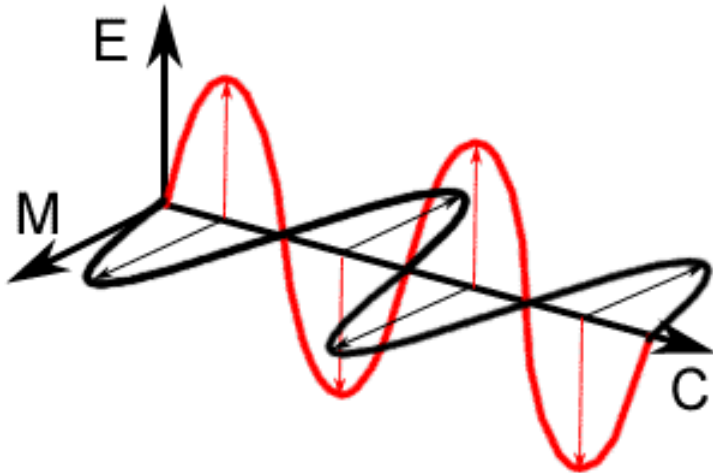
Raw Data Enhanced Data

Close Help

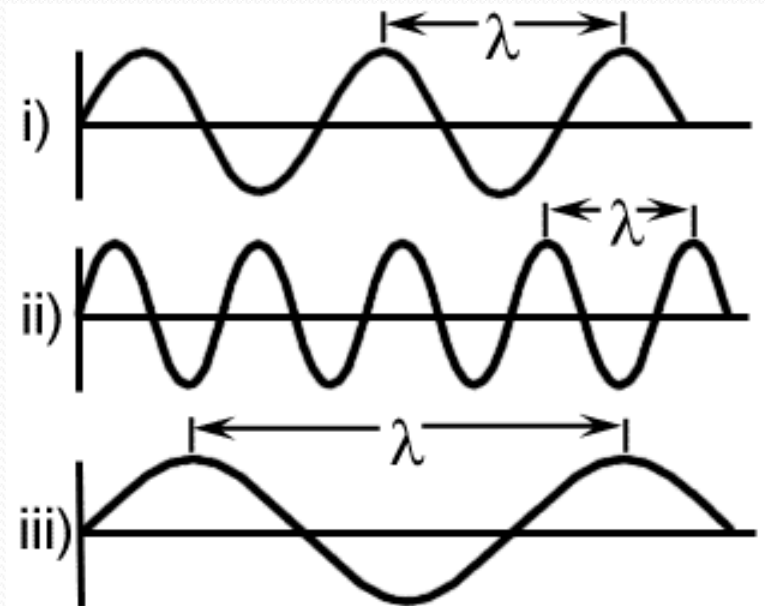
Elektromagnetické záření

- Vlnová teorie**
- vlna elektrického (E) a magnetického (M) pole
 - šíří se rychlostí světla (c)

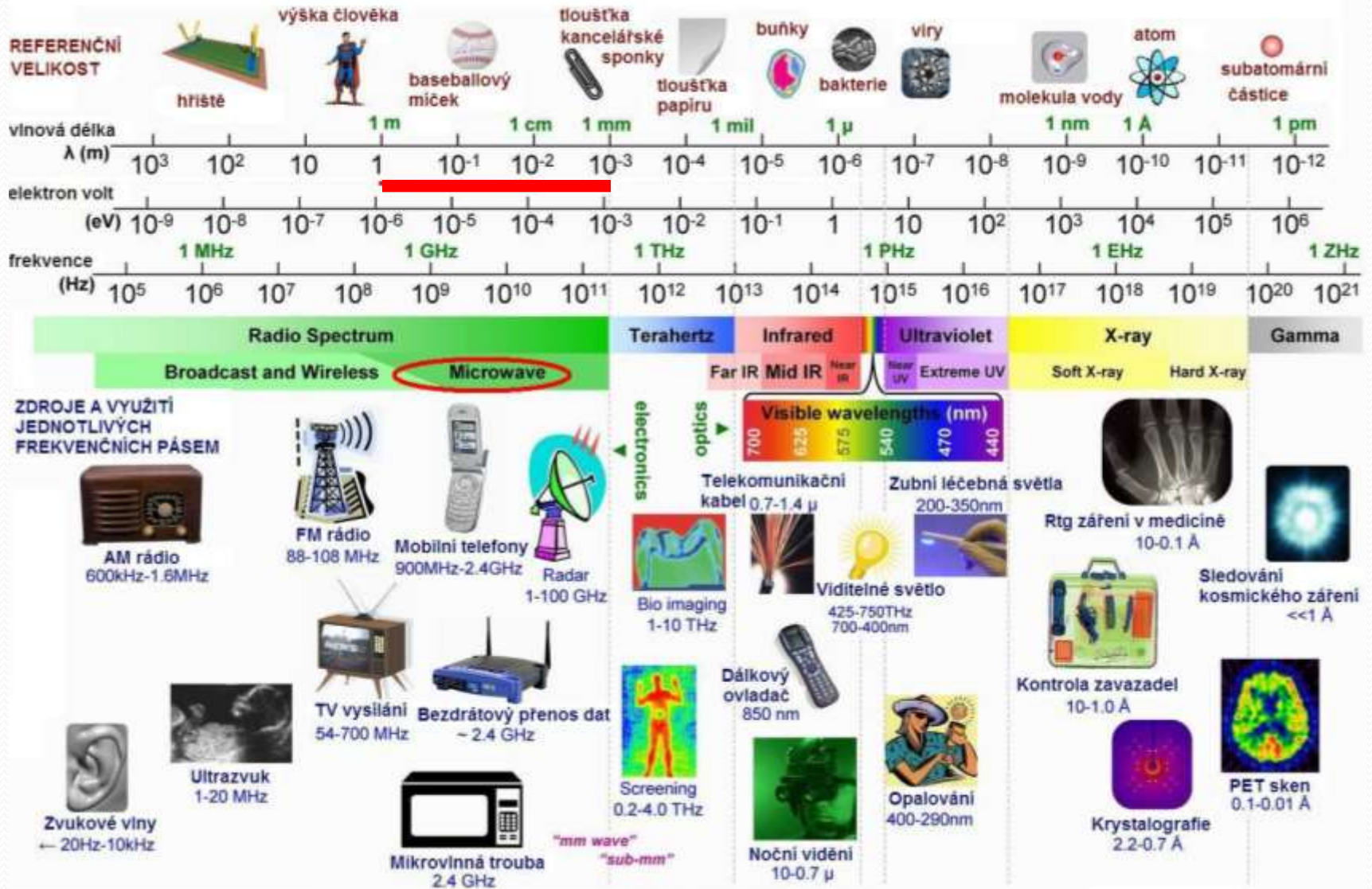
- Charakteristiky záření:**
- vlnová délka (λ)
 - frekvence (ν)



$$c = \lambda \nu$$

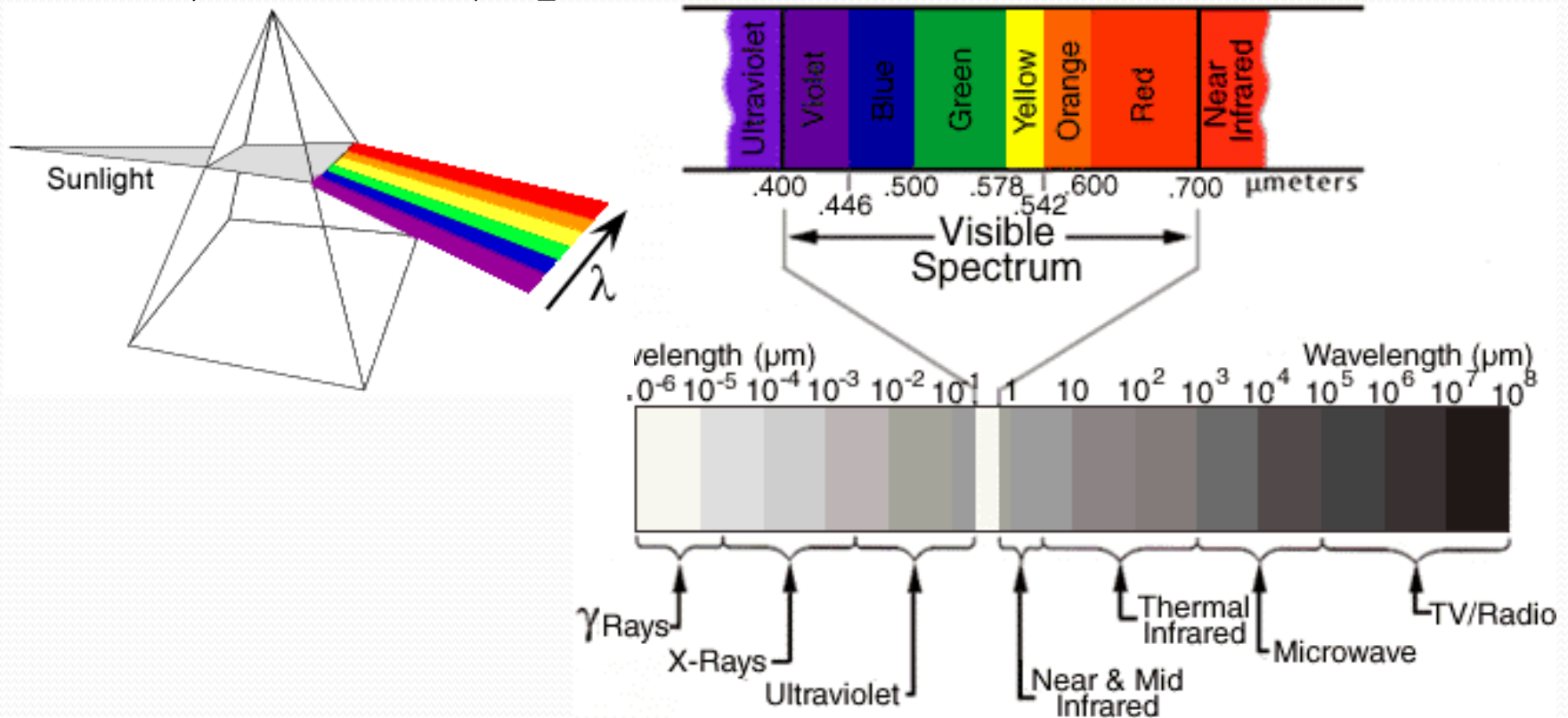


Fyzikální podstata



Elektromagnetické spektrum

Snímky zaznamenávají intenzitu elektromagnetického záření v určité vymezené části (intervalu) spektra.



V současnosti se využívá záření v intervalu vlnových délek zhruba od 0,1 mikrometrů do 1 metru

Částicová teorie

Energie kvanta Q je dána následujícím vztahem:

$$Q = h \nu$$

kde

Q - energie kvanta

h - Planckova konstanta

ν - frekvence

Vztah mezi vlnovou a částicovou teorií lze vyjádřit vztahem:

$$Q = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Elektromagnetické záření a DPZ

- **Čím delší vlnová délka, tím nižší obsah energie má záření.**
- **Přirozeně emitované dlouhovlnné záření bude hůře zjistitelné než energie krátkovlnná.**
- **Nízký obsah energie dlouhovlnného záření znamená, že systémy operující v dlouhých vlnových délkách musí při jednom měření snímat velké plochy zemského povrchu, aby přijaly signál, který bude měřicí aparatura schopna zaznamenat.**

Základní zákony záření I.

Stefan-Boltzmannův zákon: Množství energie vyzářené objektem je funkcí jeho teploty:

$$M = \sigma \cdot T^4$$

M - intenzita vyzařování z povrchu tělesa

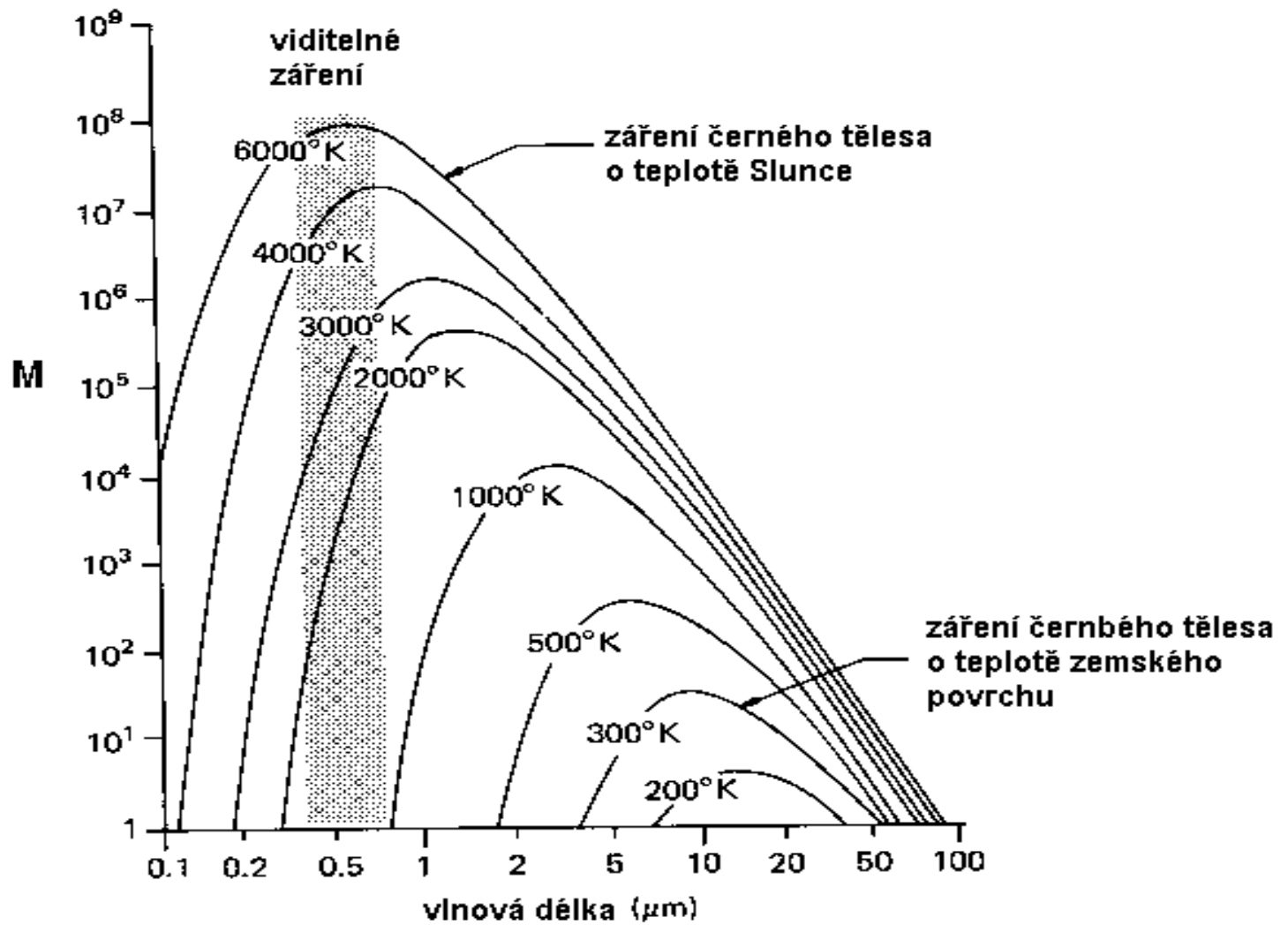
σ - Stefan Boltzmannova konstanta

T - absolutní teplota tělesa

Wiennův zákon posuvu: Vlnová délka, již přísluší maximální intenzita vyzařování (λ_{\max}), je nepřímo úměrná teplotě tělesa.

$$\lambda_{\max} = \frac{k}{T}$$

$$k = 2898 \mu\text{m} \cdot \text{K}$$



Základní zákony záření II.

- **Čím vyšší bude teplota tělesa, tím více bude vyzařovat energie o kratší vlnové délce.**
- **„Horké“ objekty budou intenzivně vyzařovat krátkovlnné záření o vysoké frekvenci. Budou tedy dobře detekovatelné metodami dálkového průzkumu.**
- **Naopak „chladné“ objekty budou vyzařovat málo intenzivní dlouhovlnné záření. Budou tedy hůře zjištěitelné.**

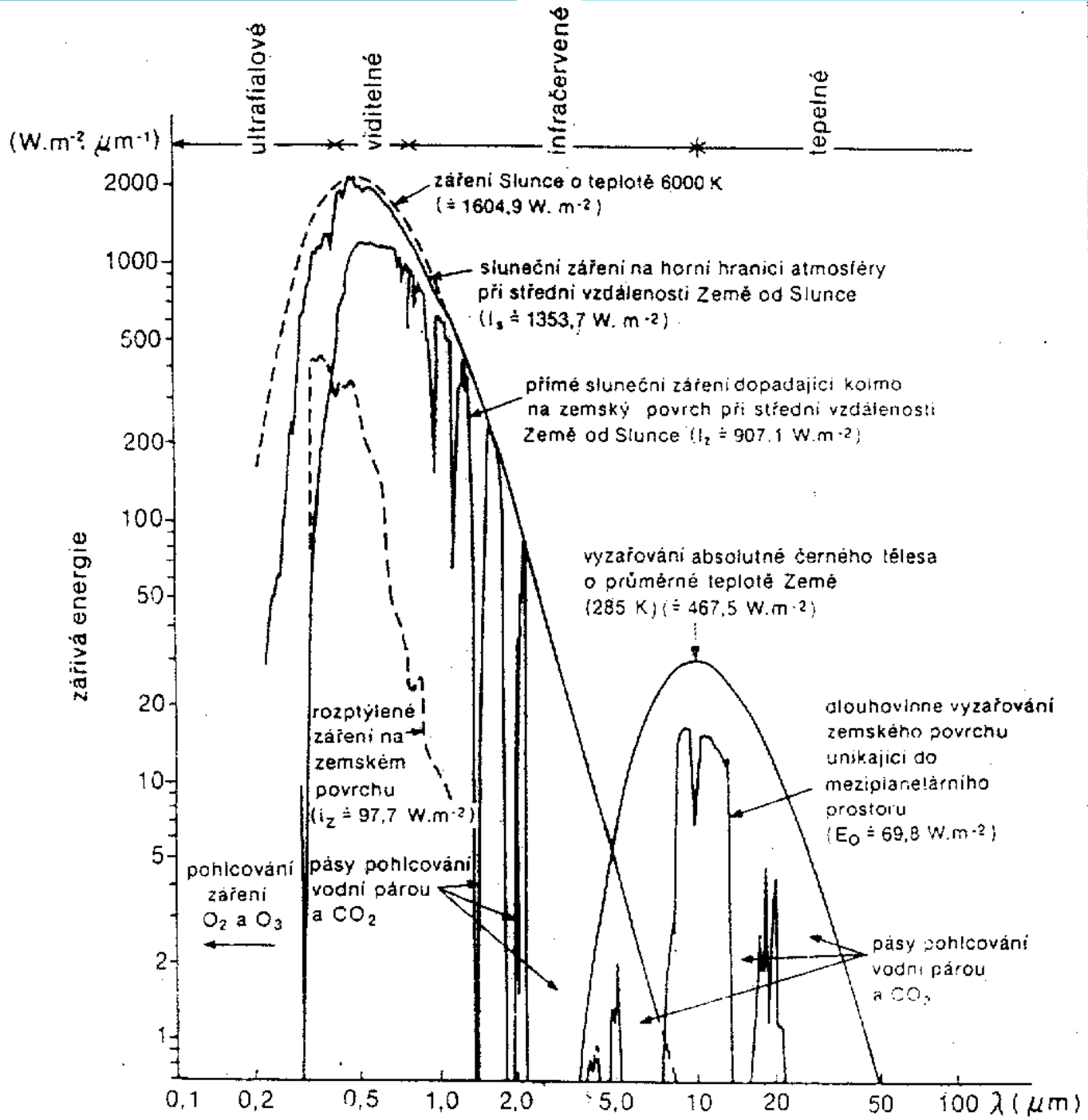
Základní zákony záření III.

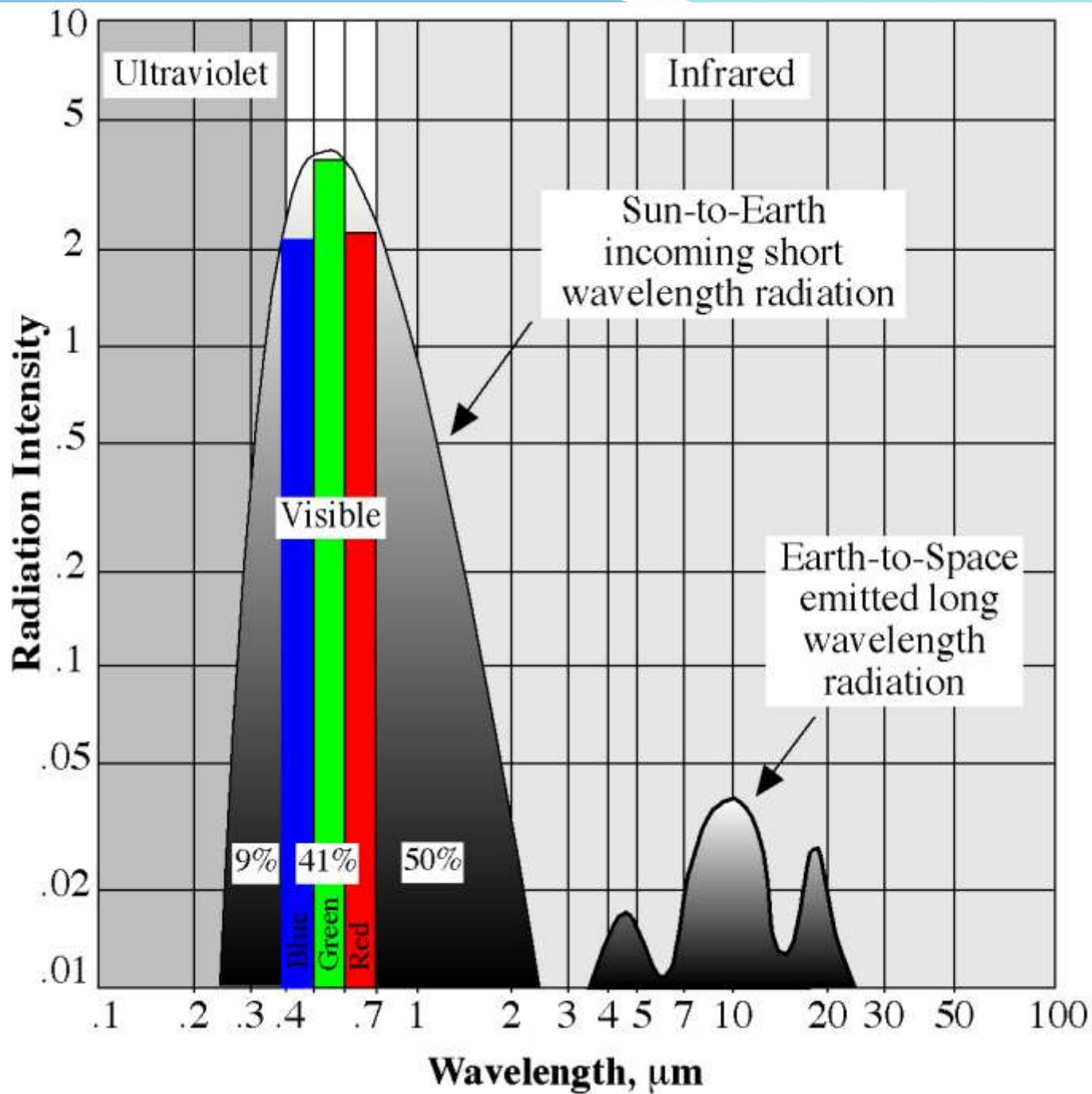
Kirchhoffův zákon: Reálné objekty o stejné teplotě mohou vyzařovat různé množství energie, avšak vždy menší, než absolutně černé těleso.

Tzv. emisivita (ε) je poměr mezi intenzitou vyzařování reálného tělesa (M_R) a intenzitou vyzařování černého tělesa (M_A) o dané teplotě T :

$$\varepsilon = \frac{M_R}{M_A}$$

Emisivita je důležitá pro zjišťování teplotních charakteristik povrchů.





Ovlivnění elektromagnetického záření atmosférou

Vlivy atmosféry na charakteristiky záření závisí na těchto faktorech:

- **délce dráhy, kterou toto záření prochází atmosférou**
- **velikosti emitovaného signálu**
- **atmosférických podmínkách**
- **vlnové délce**

Záření je ovlivňováno především procesy pohlcování a rozptylu:

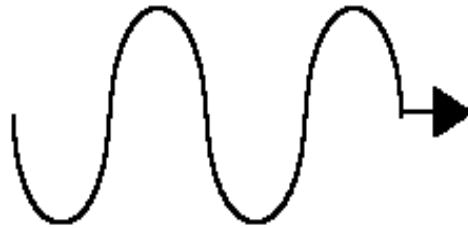
- **Rozptyl způsobuje vyšší hodnoty naměřeného záření především v kratších vlnových délkách.**
- **Pohlcováním jsou pak snižovány naměřené hodnoty elektromagnetického záření v delších vlnových délkách.**

Rozptyl záření v atmosféře

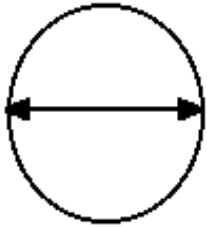
molekulární rozptyl (Rayleighův)



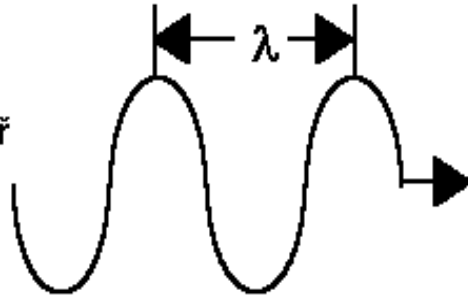
molekuly plynů



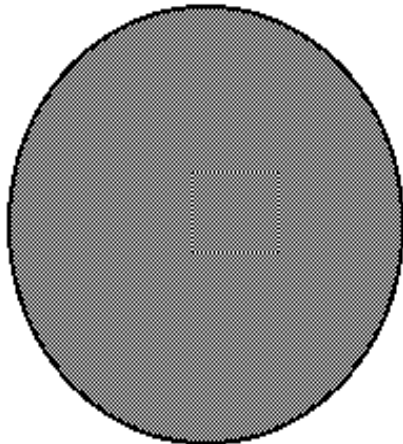
aerosolový rozptyl (Mie)



prachové částice, kouř



neselektivní rozptyl



vodní pára



Rayleighův

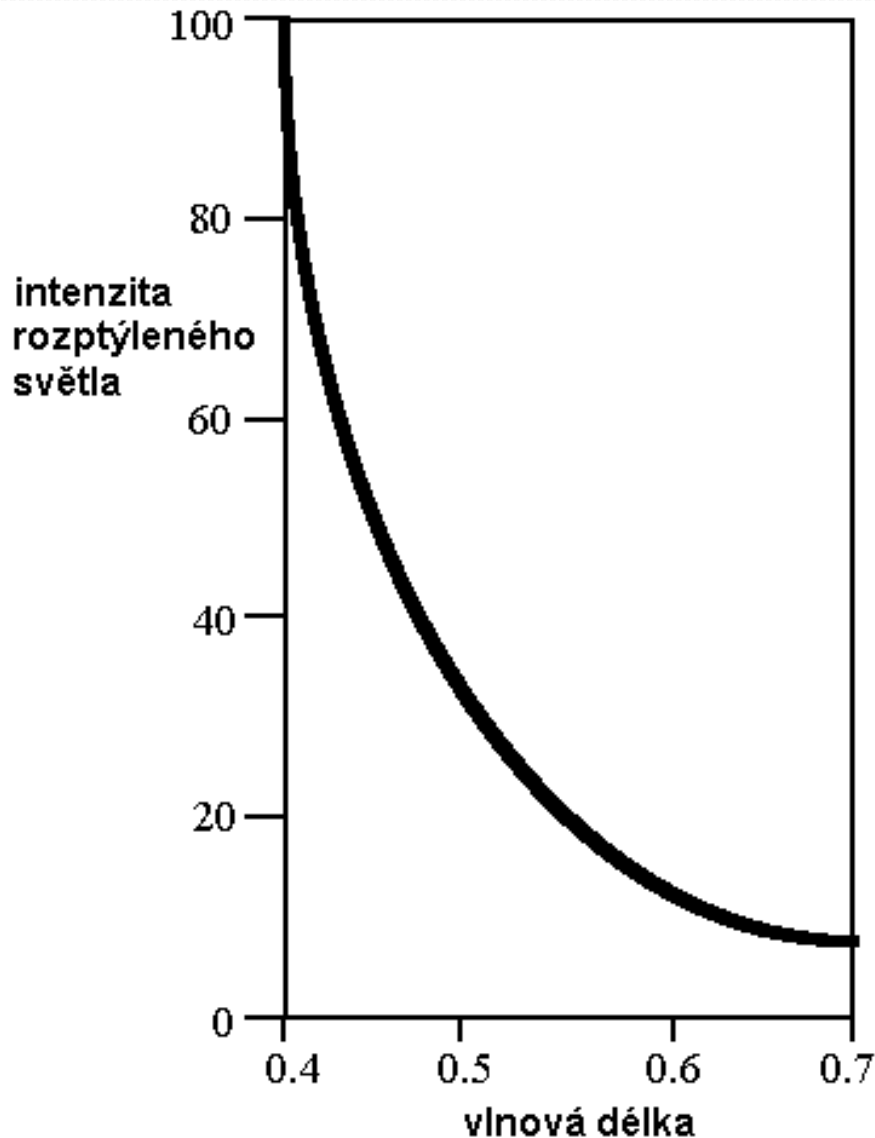
(molekulární) rozptyl. Jeho velikost je nepřímo úměrná čtvrté mocnině vlnové délky záření. Ovlivňuje tedy především krátkovlnné záření.

Výsledkem Rayleighova rozptylu je například modrá barva oblohy. Je příčinou zákalu na obrazových materiálech získaných distančním měřením a snižuje jejich ostrost a kontrast.

Aerosolový rozptyl vzniká, jestliže průměry rozptylujících částic jsou větší než vlnová délka záření. Tento rozptyl je způsobován například vodní parou a prachovými částicemi.

Neselektivní rozptyl, způsobují ho velké částice jako např. vodní kapičky, nezávisí na vlnové délce. Způsobuje tedy stejně intenzivní rozptyl všech vlnových délek ve viditelné části spektra a výsledkem je tedy například bílá barva oblaků a mlhy.

Rozptyl záření v atmosféře

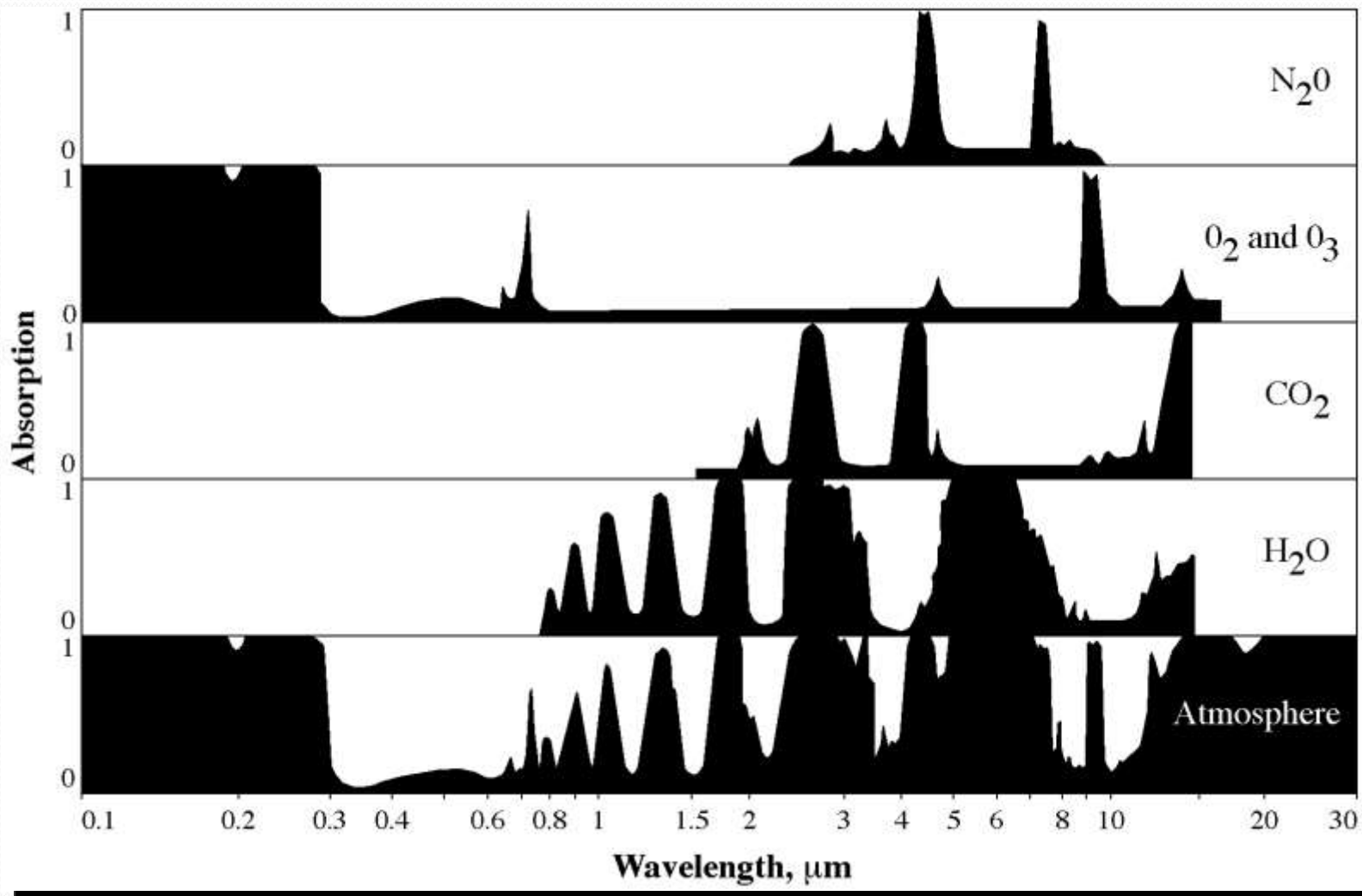


Rozptyl záření v atmosféře je funkcí především vlnové délky

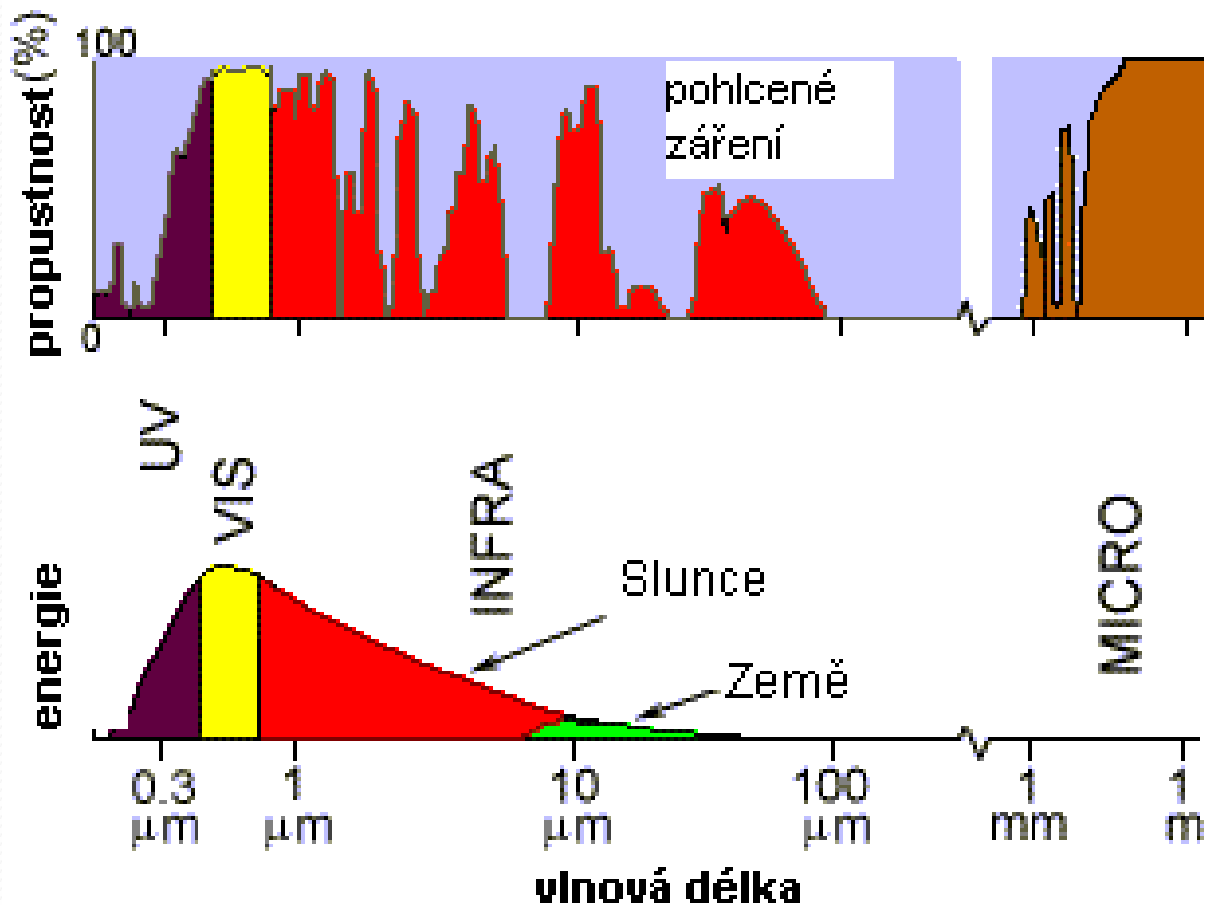
Intenzita molekulárního rozptylu je nepřímo úměrná čtvrté mocnině vlnové délky

Modré světlo (0,4 μm) je rozptylováno 16 krát více než infračervené záření o vlnové délce 0,8 μm

Pohlcování elektromagnetického záření atmosférou



Ovlivnění záření atmosférou

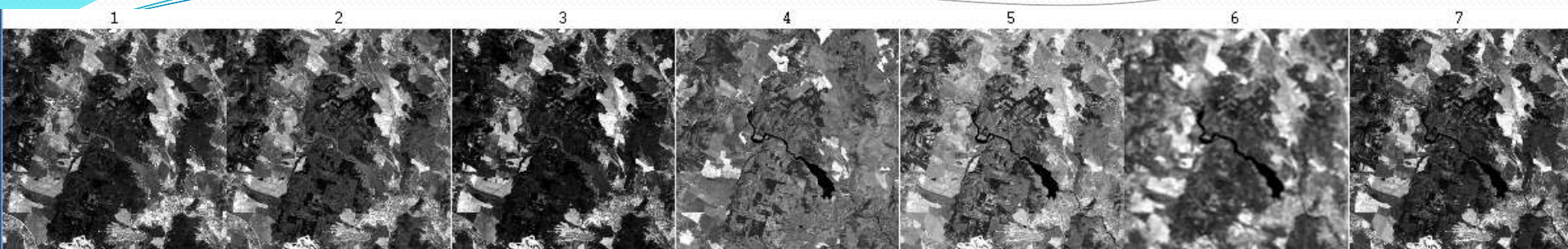


- Rozptyl může značně redukovat množství informace, snímky ztrácí kontrast a je ztíženo odlišení jednotlivých druhů povrchů.
- Kumulativní procesy pohlcování způsobují, že některé části spektra jsou pro metody DPZ „zavřeny“

Hlavní atmosférická okna

Část spektra	Interval vlnových délek [μm]
UV/viditelné záření	0,30 - 0,75
	0,77 - 0,91
blízké infračervené záření	1,00 - 1,12
	1,19 - 1,34
	1,55 - 1,75
	2,05 - 2,40
střední infračervené záření	3,50 - 4,16
	4,50 - 5,00
termální infračervené záření	8,00 - 9,20
	10,20 - 12,40
	17,00 - 22,00

Ovlivnění záření na zemském povrchu



Elektromagnetická energie může být objekty na zemském povrchu odrážena, vyzařována či pohlcována.

Dva objekty, které odrážejí podobné množství záření v jednom intervalu vlnových délek, mohou v jiném intervalu odrážet rozdílné množství energie.

Množství pohlcené či odražené energie ovlivňují fyzikální a chemické vlastnosti povrchů (teplota, obsah vody či organických látek, drsnost povrchu atd.)

Odrazové vlastnosti povrchů v závislosti na vlnové délce a na fyzikálních a chemických vlastnostech povrchů formují jejich tzv. SPEKTRÁLNÍ CHOVÁNÍ.

Základní oblasti spektra využitelné v DPZ

V důsledku vlivů atmosféry (pohlcování, rozptyl záření) lze snímky vytvářet pouze v určitých částech spektra:

- ultrafialové záření (0,1 - 0,4 μm)**
- viditelné záření (0,4 - 0,7 μm)**
- infračervené záření blízké (0,7 - 1,4 μm)**
- infračervené záření střední (1,4 - 3 μm)**
- tepelné záření (3 μm - 1 mm)**
- mikrovlnné záření (1 mm - 1m)**

Ultrafialové záření (0,1 - 0,4 μm)

- **Je to záření škodlivé pro živé organismy.**
- **K zemskému povrchu je propouštěna pouze malá část**
- **V DPZ se využívá v podobě tzv. UV laseru**
- **Může sloužit pro vyhledávání ložisek zlata, pro monitorování ropných skvrn.**
- **Toto záření také do jisté míry prochází vodním sloupcem.**
- **Mnoho minerálů vydává charakteristické záření v těchto vlnových délkách (využití v mineralogii).**
- **Intenzita pohlcování UV záření O_3 slouží k monitorování mocnosti ozónové vrstvy**

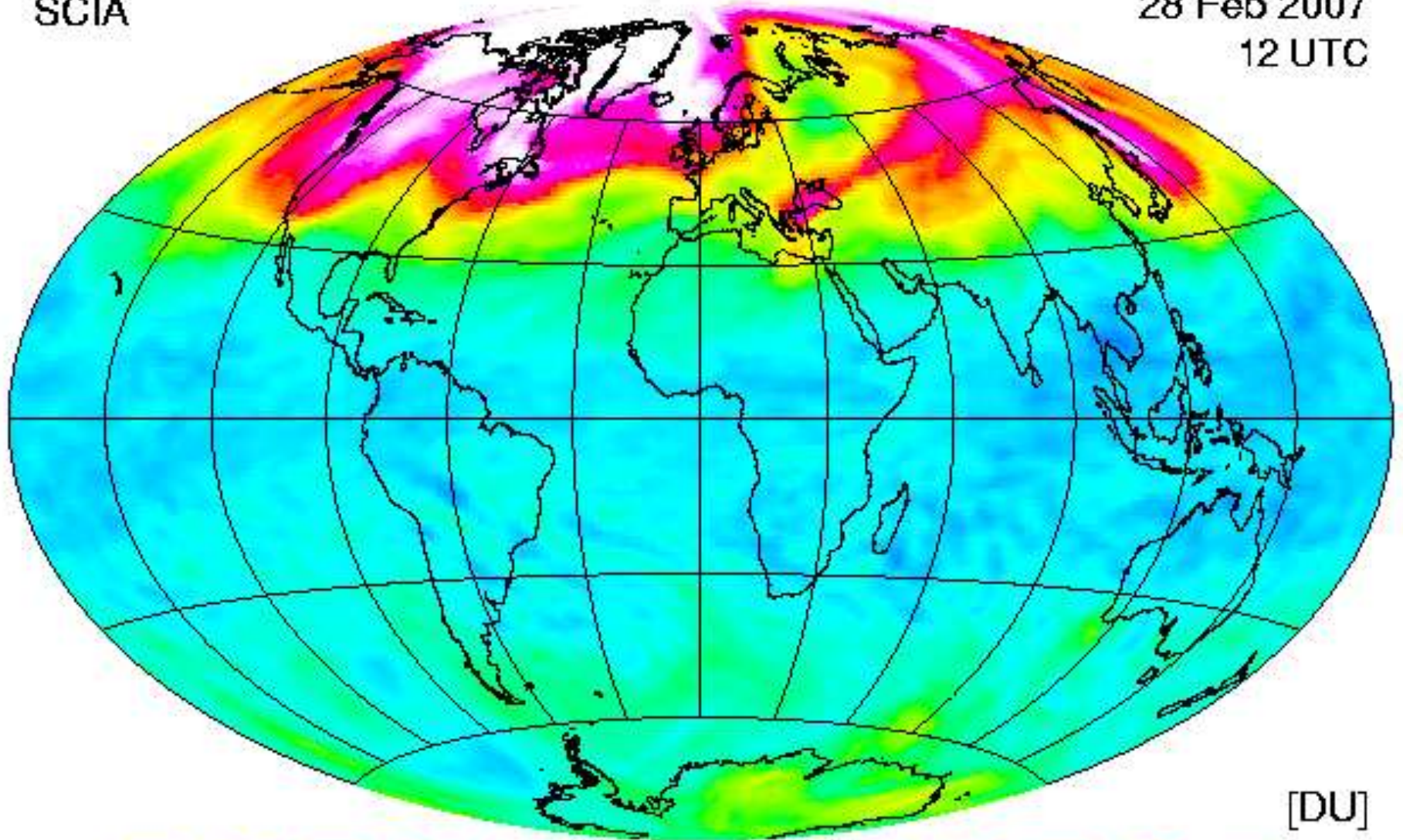
KNMI / ESA

SCIA

Forecast total ozone (D+1)

28 Feb 2007

12 UTC



[DU]



Měření intenzity UV záření k předpovědi množství ozónu

Viditelné záření (0,4 - 0,7 μm)

- V oblasti viditelného záření pracují všechny konvenční metody a také většina družicových systémů.
- Je nejvyužívanější částí spektra především z historického hlediska.
- Neprochází oblačností a mlhou, lze ho zaznamenávat pouze v denních hodinách.
- Značný rozptyl a pohlcování má za následek např. ztrátu kontrastu viditelných snímků.
- Ve srovnání s delšími vlnovými délkami je toto záření schopno procházet vodním sloupcem - především v modré části spektra.
- To umožňuje studovat mnoho fyzikálních i biologických vlastností vodních objektů.
- Jednotlivé horniny, minerály ani půda neukazují odlišnosti ve spektrálním chování ve viditelné části spektra.



Snímky ve viditelné části spektra

Snímky ve viditelné části spektra

Změny v krajině v důsledku povrchové těžby

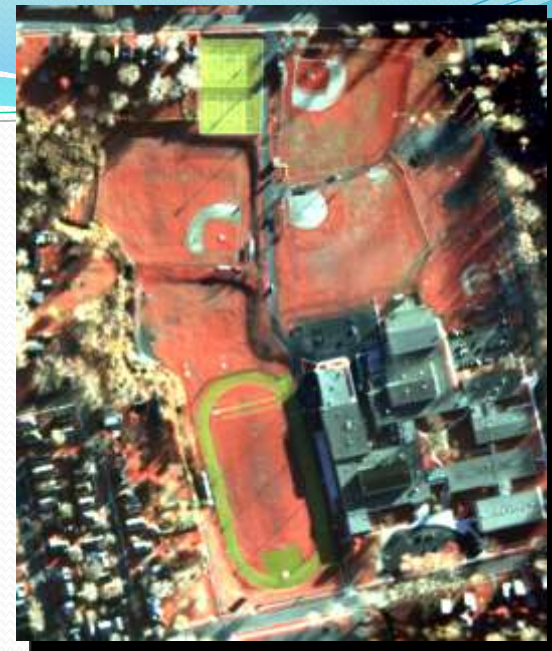


**Most a okolí,
srpen 1996**

Infračervené záření blízké (0,7 - 1,4 μm)

- Tvoří pokračování atmosférického okna z viditelné části spektra.**
- Lze je zaznamenávat jak konvenčními fotografickými metodami (do 0,9 μm) tak i elektronicky.**
- Je již méně pohlcováno a rozptylováno atmosférou.**
- V důsledku toho jsou snímky ostré s dobrým kontrastem.**
- Hodí se k topografickým účelům, důležité jsou tyto vlnové délky pro studium vegetace především v lesnictví a zemědělství.**
- Voda se v těchto vlnových délkách chová téměř jako absolutně černé těleso.**

Infračervené záření blízké (0,7 - 1,4 μm)



vis

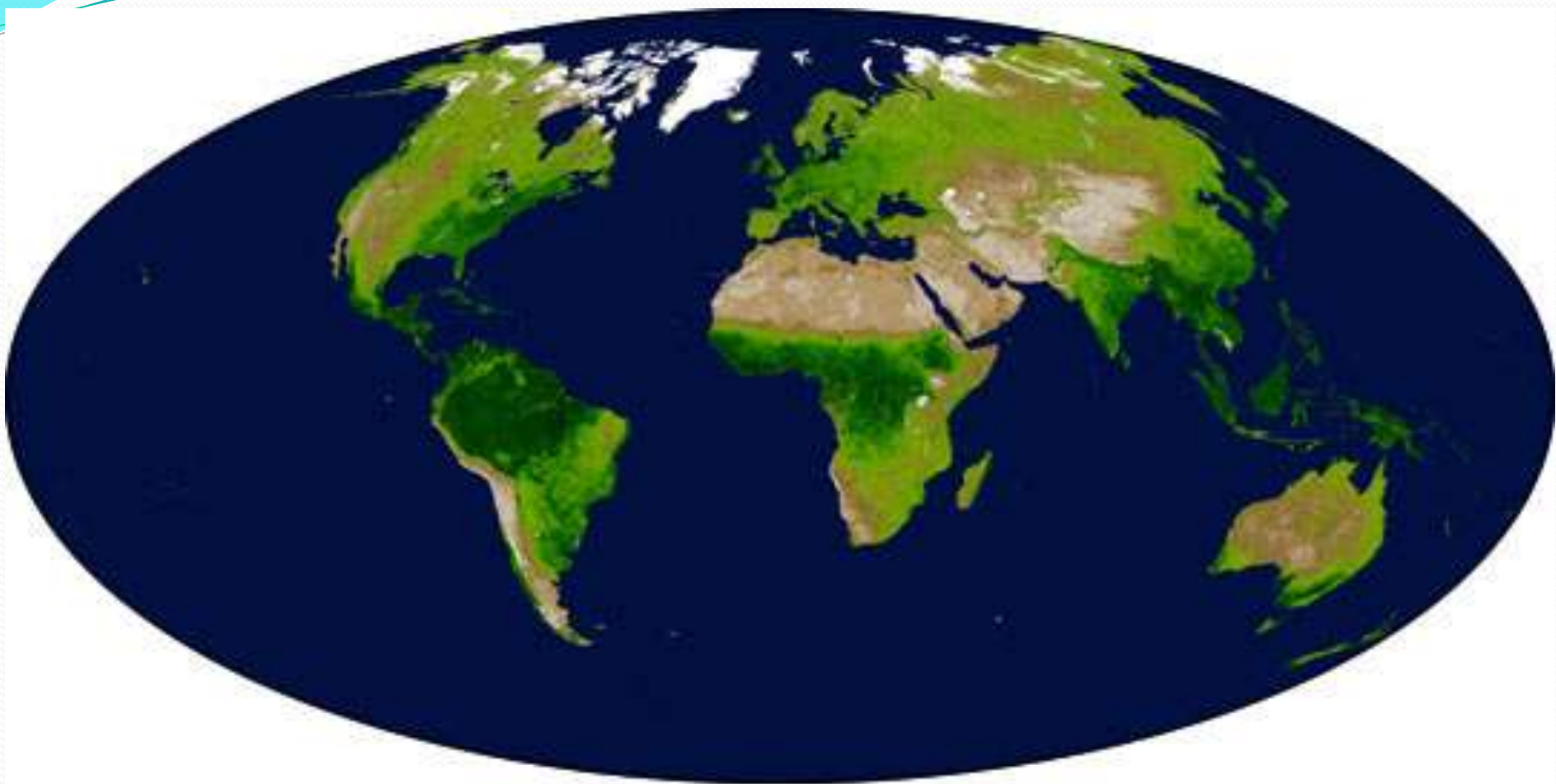


ir



barevná syntéza

Snímky v blízké IČ části spektra



Enhanced Vegetation Index (EVI)

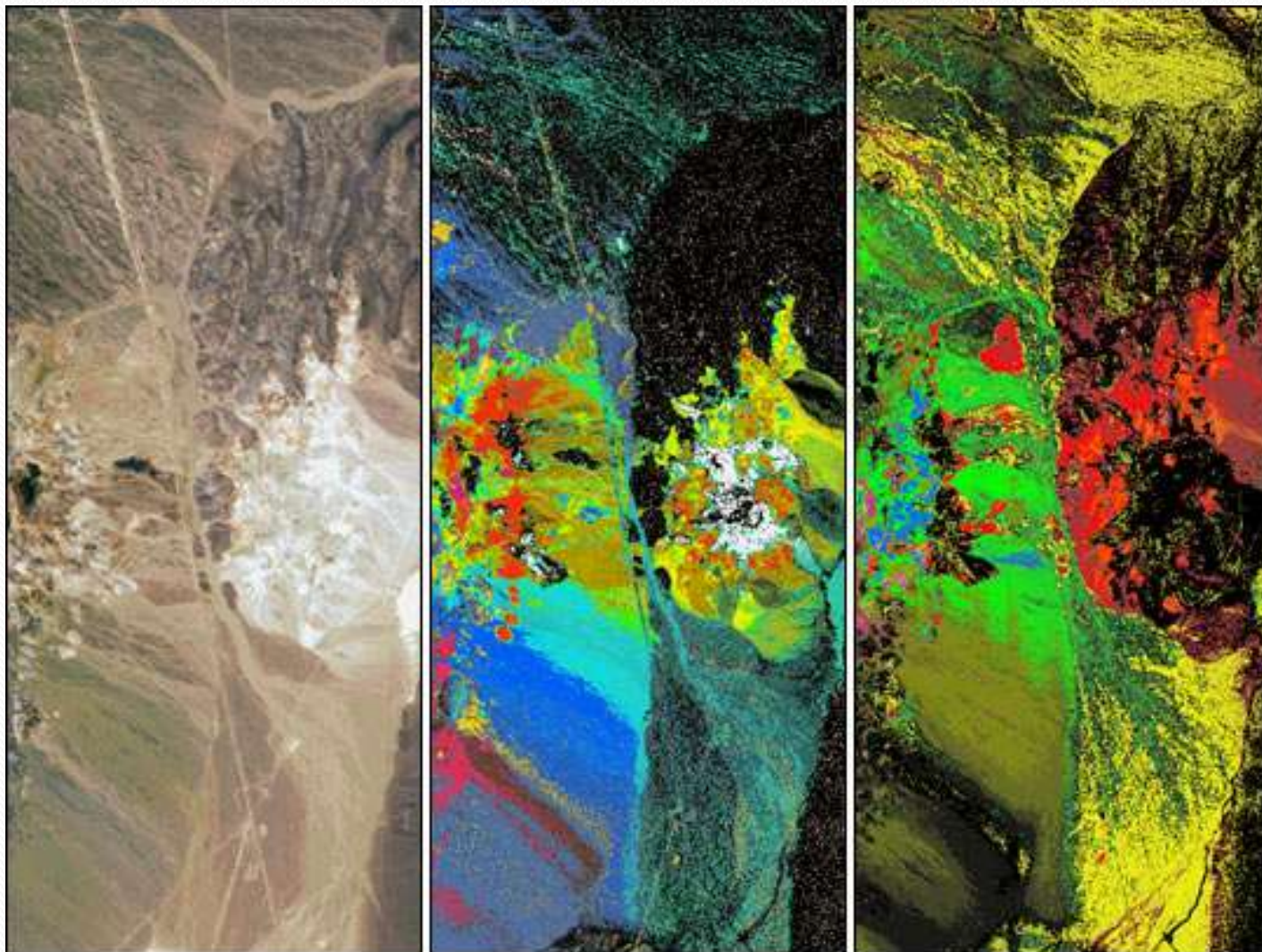


Globální mapování vegetace

Infračervené záření střední (1,4 - 3 μm)

- Zahrnuje dvě atmosférická okna se středy přibližně 1,5 a 2,2 mikrometrů.**
- Obě jsou důležité především pro vegetační a geologické studie.**
- První okno např. umožňuje dobré odlišení druhů vegetace, hodí se k rozpoznávání ledu a sněhu, k odlišení oblačnosti a ke studiu zdravotního stavu vegetace.**
- Druhé okno je oblastí, ve které má mnoho minerálů charakteristický absorpční pás.**
- Množství odraženého záření je výrazně větší, než množství záření emitovaného. V důsledku tohoto malého množství záření emitovaného nelze blízké a střední infračervené vlnové délky využít ke zjišťování teplotních vlastností povrchů**
- To je možné až v oblasti termálního infračerveného záření, kde je podíl emitovaného záření větší.**

Snímky ve střední IČ části spektra



True Color

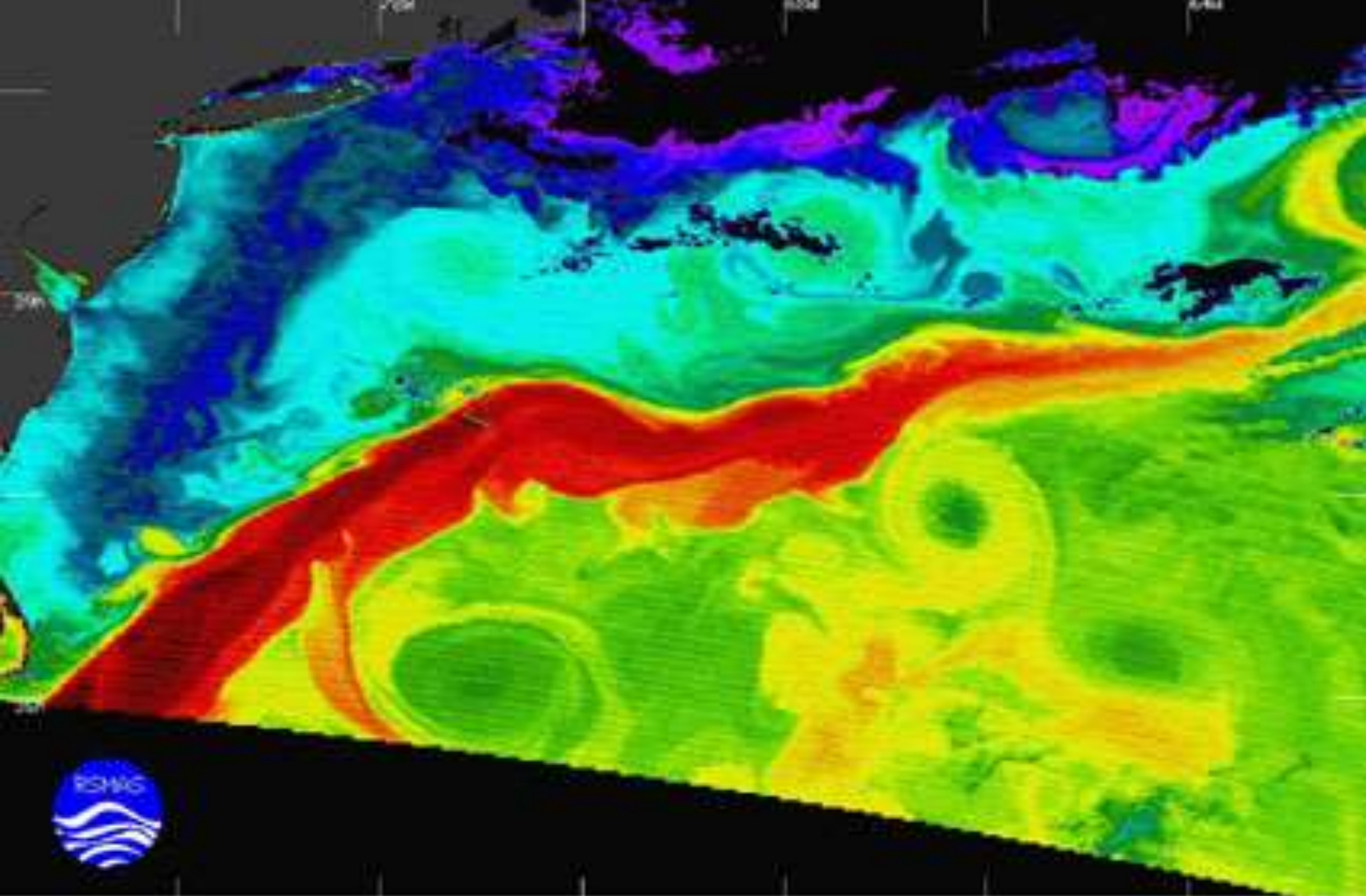
Minerals (vibrational absorption)

Minerals (electronic absorption)

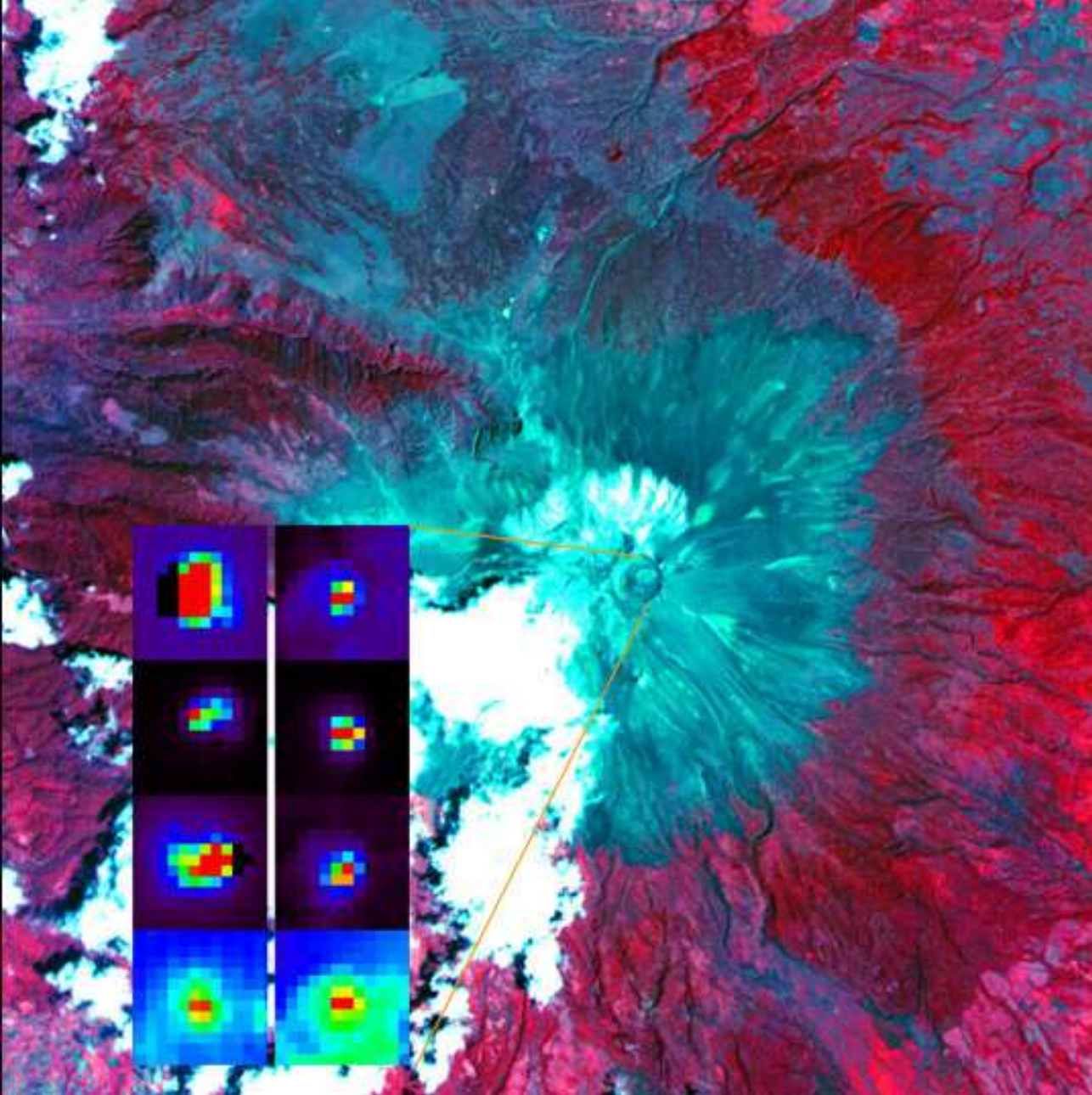
Mapování výskytu minerálů a hornin

Tepelné záření (3 μm - 1 mm)

- **Obsahuje dvě atmosférická okna v intervalu přibližně 3-5 a 8-12 mikrometrů.**
- **Snímků se používá např. ke zjišťování povrchové teploty oceánů (SST), k mapování tepelného znečištění řek a jezer i samotné krajiny, k lokalizaci lesních požárů apod.**
- **Protože v oblasti 3-5 mikrometrů je ještě množství odraženého záření poměrně značné, k měření radiální teploty lze využívat pouze nočních hodin.**
- **V oblasti 8-12 mikrometrů je již množství odraženého slunečního záření ve srovnání s emitovaným zářením velmi malé, těchto vlnových délek potom lze využít ke zjišťování radiální teploty i během denních hodin.**
- **K přesným kvantitativním měřením je nutná dobrá znalost tzv. emisivity objektů a procesů, které ovlivňují záření v atmosféře.**
- **V případě přesné kalibrace umožňují snímky získávat poznatky o tepelné bilanci objektů**



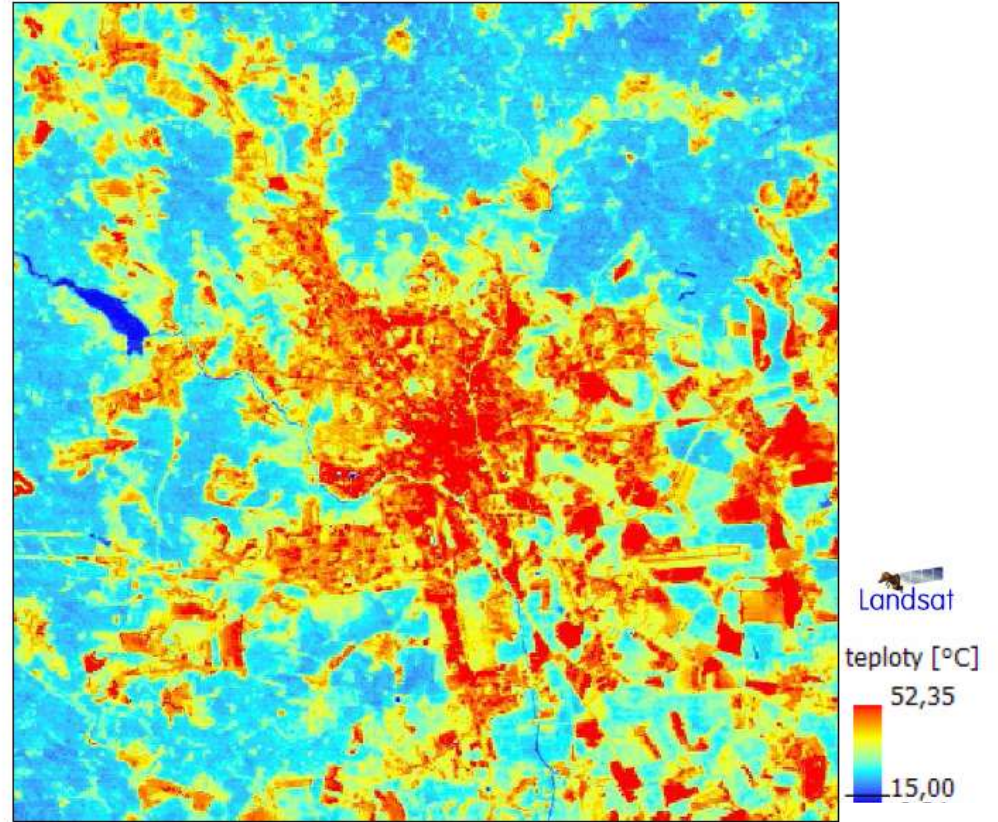
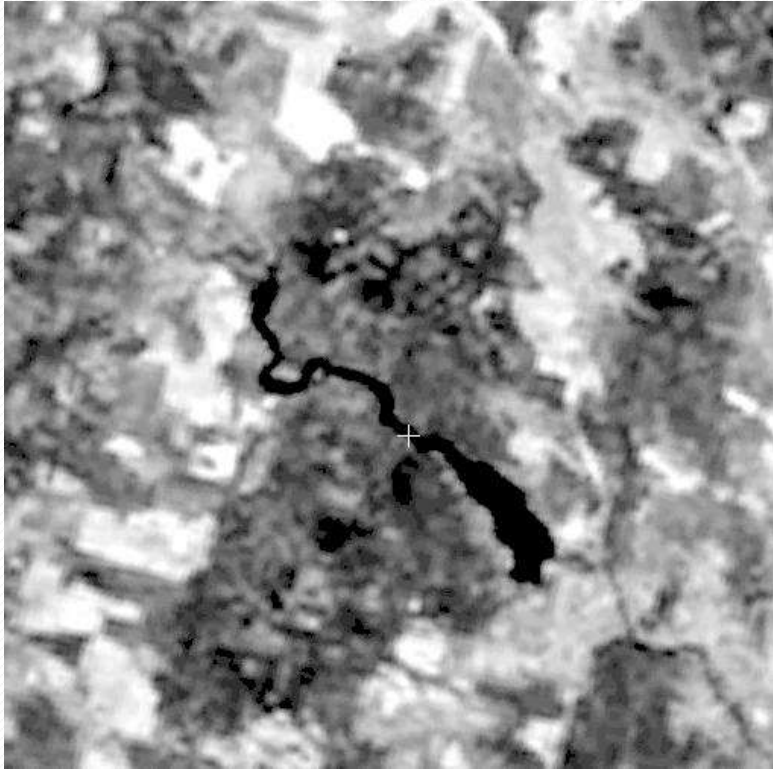
Termální snímky - teplotní poměry Golfského proudu



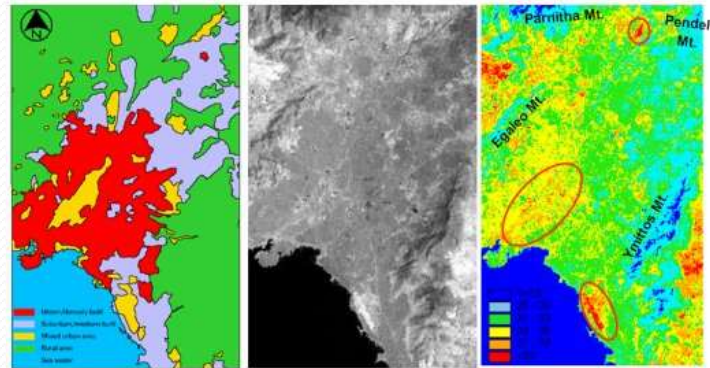
Termální snímky - studium vulkánů

Termální snímky - příklady

Tepelný ostrov měst



Hodnoty povrchových teplot zájmového území zjištěné ze snímku LS (24. 5. 2001)



Land cover map

Raw thermal image

Spatial SUHI mapping

Mikrovlnné záření (1 mm - 1m)

- Je využíváno pasivními i aktivními metodami (RADAR).
- Tyto dlouhé vlnové délky mohou za vhodných podmínek pronikat i pod povrch.
- Nejméně závisí na podmínkách počasí, je výrazně zeslabováno pouze v případě vydatného deště.
- Intenzita přirozeně emitovaného mikrovlnného záření je velmi nízká, musí měřicí zařízení k zachycení zjistitelného signálu měřit toto záření na poměrně velké ploše.
- To je příčinou malého prostorového rozlišení dat získaných pasivními metodami v mikrovlnné části spektra.
- Značný rozvoj zaznamenávají aktivní systémy, poskytují data využitelná především pro studium reliéfu, plovoucího ledu, v geomorfologii, v lesnictví i v zemědělství.
- Pomocí aktivních mikrovlnných systémů lze získat i neobrazová data, informace o výškových poměrech, o řadě meteorologických prvků atd.

Radarové snímky - mapování polárních oblastí



**ADMIRALTY BAY
KING GEORGE ISLAND**

Satellite Map from RADARSAT Image
acquired 11th March 1999
Standard mode



0 2 4 6 8 Km

A horizontal scale bar with alternating black and white segments, marked with the numbers 0, 2, 4, 6, and 8, followed by the unit 'Km'.

Kolumbie, vulkanický reliéf, SIR-C/ X- SAR



Radarové snímky – měření výšek, Kamčatka

