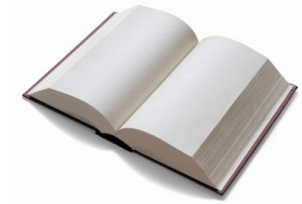


A satellite with a yellow thermal blanket and solar panels is shown in orbit above the Earth. The satellite is the central focus, with its solar panels extending outwards. The Earth's blue and white surface is visible in the background, curving away into the blackness of space.

# Dálkový průzkum Země

Ústav geoinformačních technologií  
Lesnická a dřevařská fakulta MENDELU



## Literatura

Uvedena na webu ústavu: <http://ugt.mendelu.cz/zdag>

Halounová, L., Pavelka, K. (2005): **Dálkový průzkum Země.**  
ČVUT v Praze

Dobrovolný, P. (1998): **Dálkový průzkum Země. Digitální zpracování obrazu.** Masarykova Univerzita, Brno

Jensen, J.R. (2000): **Remote sensing of the environment: an Earth resource perspective.** Prentice Hall, Harlow

Campbell, J.B. (1996): **Introduction to Remote Sensing.** Taylor and Francis, London

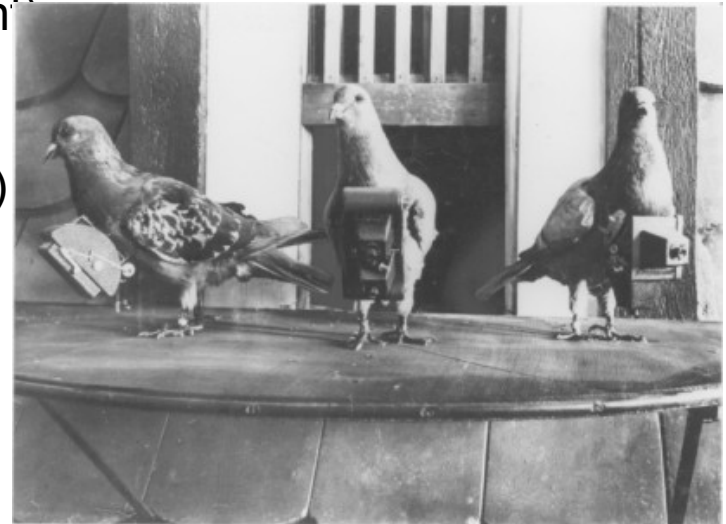
Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. (2000): **Remote Sensing and image interpretation.** John Wiley and Sons, New York

# DPZ: Úvod

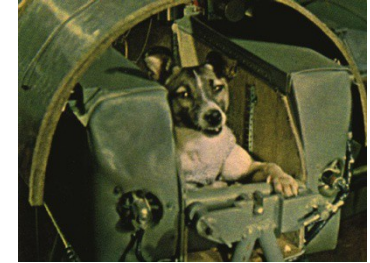
- **Dálkový průzkum** (*Remote Sensing*) znamená získávání informací o objektech a jevech na dálku – bez přímého kontaktu s těmito jevy či objekty.
- **Dálkový průzkum** je shromažďování informací o přírodních zdrojích s využitím snímků pořízených senzory umístěnými na palubách letadel nebo družic.
- ...
- Dálkový průzkum Země je nejdražší způsob, jak pořídit snímek.

# HISTORICKÝ PŘEHLED

- rozvoj DPZ souvisí s fyzikálními objevy a historií letectví a kosmonautiky
- 1666 Isaac Newton - rozložení „bílého světla“ do barevného spektra
- 1800 sir Frederic William Herschel objevil **infračervené záření**
- 1839 objev **fotografie** (N. Niepce, W.H.F. Talbot, L.J.M. Daguerre)
- 1858 první fotografie pořízená **z balónu** (Gaspar Félix Tournachon)
- 1903 fotografie pořízená holubem (J. Neubranner, kamera 70g)
- 1909 první **letecká** fotografie (Wilbur Wright)
- 1915 vývoj první letecké **kamery**,  
1. světová válka (J.T.C. Moore-Brabazon)
- rozvoj letecké fotografie v období  
světových válek - špionáž
- 1956 využití barevné  
infračervené fotografie

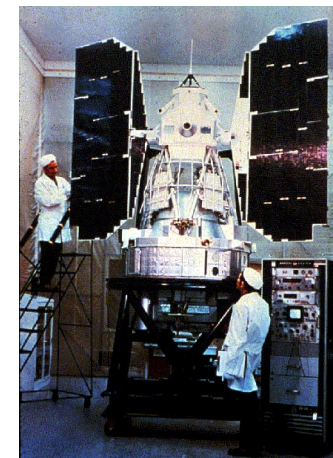


- Koncem 50. let 20. století rozvoj **vesmírných technologií** (studená válka)
- 3. listopadu 1957 byla vypuštěna sovětská družice 2, která do vesmíru vynesla prvního živého tvora
- 13. prosince 1958 US Army vypravila do vesmíru družici Jupiter AM-13 s opičkou Gordo na palubě



## Civilní DPZ

- 1960 první meteorologická družice **TIROS-1**
- 23. července 1972 první družice NASA: Earth Technology Satellite (ERTS-1), později přejmenována na **LANDSAT**



# METODY DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ

Metody dálkového průzkumu Země jsou založeny na následujících skutečnostech:

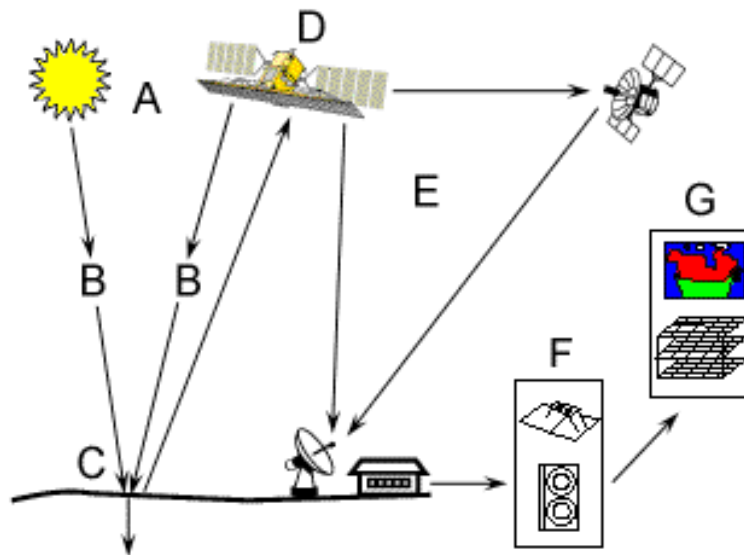
- Člověk je schopen (sám či přístroji) získávat kvalitativní i kvantitativní informace o objektech a jevech bez přímého kontaktu s nimi.
- Každý objekt nebo jev nějakým charakteristickým způsobem ovlivňuje své okolí.
- Prostřednictvím elektromagnetického záření lze přenášet informace na dálku.

# SYSTÉM DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU

System dalkového průzkumu tvoří:

- Oblast sběru, přenosu a úpravy dat – technická stránka DPZ
- Oblast analýzy a interpretace dat – zpracování prostorové informace

## Prvky DPZ



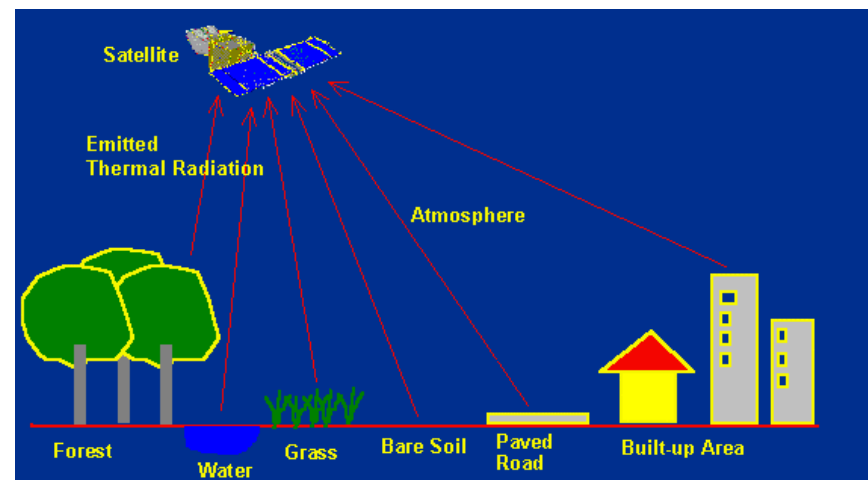
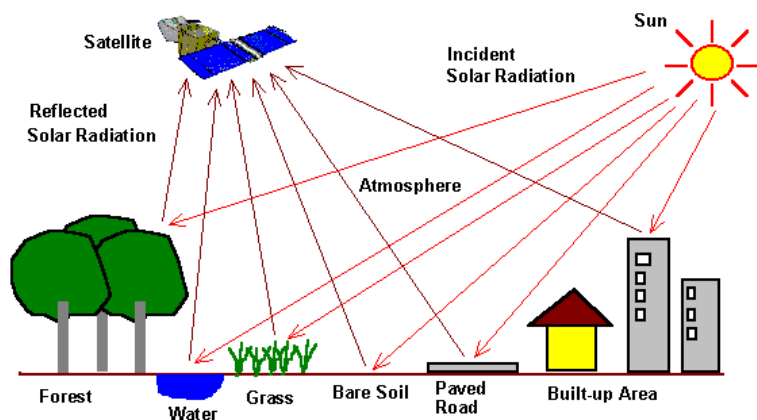
- **A** Zdroj energie
- **B** Radiace a atmosféra
- **C** Interakce s povrchem
- **D** Senzor
- **E** Záznam a přenos
- **F** Analýza a interpretace
- **G** Konečný uživatel - aplikace

- A. **Zdroj energie nebo osvětlení** – první podmínkou DPZ je zdroj energie, který objekty osvětluje nebo objektům zájmu poskytuje elektromagnetickou energii.
- B. **Interakce radiace s atmosférou** – energie postupující od svého zdroje k danému objektu se dostává do interakce s atmosférou, kterou prochází. Podruhé k této interakci dochází, když energie postupuje od danému objektu ke snímači.
- C. **Interakce s objekty** – po prostupu energie atmosférou dochází k interakci s objektem, která závisí jak na vlastnostech objektu, tak na vlastnostech záření.
- D. **Záznam energie snímacím zařízením** – po odrazu energie od objektu (nebo po vyzáření energie objektem) dochází k záznamu elektromagnetického záření snímacím zařízením (které s objektem není v přímém kontaktu).
- E. **Přenos, příjem a zpracování** – energie zaznamenaná snímačem se přenáší (obvykle v elektronické podobě) do přijímací a zpracovatelské stanice, kde jsou data zpracována do podoby obrazového záznamu.
- F. **Analýza a interpretace** – obrazový záznam (snímek) je podroben analýze a interpretaci (vizuální, digitální), aby se tak získala informace o objektu zájmu.
- G. **Aplikace** – závěrečným prvkem v procesu DPZ je použití informace, kterou jsme získali zpracováním obrazového záznamu.



# DENNÍ A NOČNÍ ZÁZNAM

Data lze pořizovat ve dne i v noci, avšak přístroje, které záznam zemského povrchu pořizují, pracují na jiném principu a pořizovaná data mají různé vlastnosti.

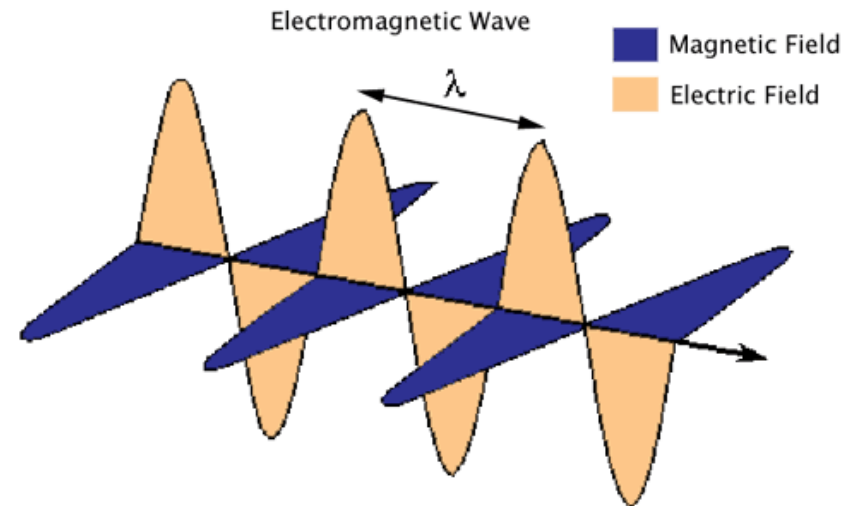


# ZDROJ ENERGIE: ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ

- 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.
- Energie záření se prostorem šíří ve tvaru **elektromagnetické vlny**. Elektrická a magnetická sinusoida jsou navzájem kolmé a šíří se rychlostí světla ( $c$ ).
- Základní charakteristiky jsou **vlnová délka** ( $\lambda$ ) a **frekvence** ( $\nu$ ):

$$c = \lambda * \nu$$

- Energie částice je nepřímoúměrná vlnové délce.
- Přirozeně emitované dlouhé vlny budou hůře zaznamenatelné než energie krátkovlnná.

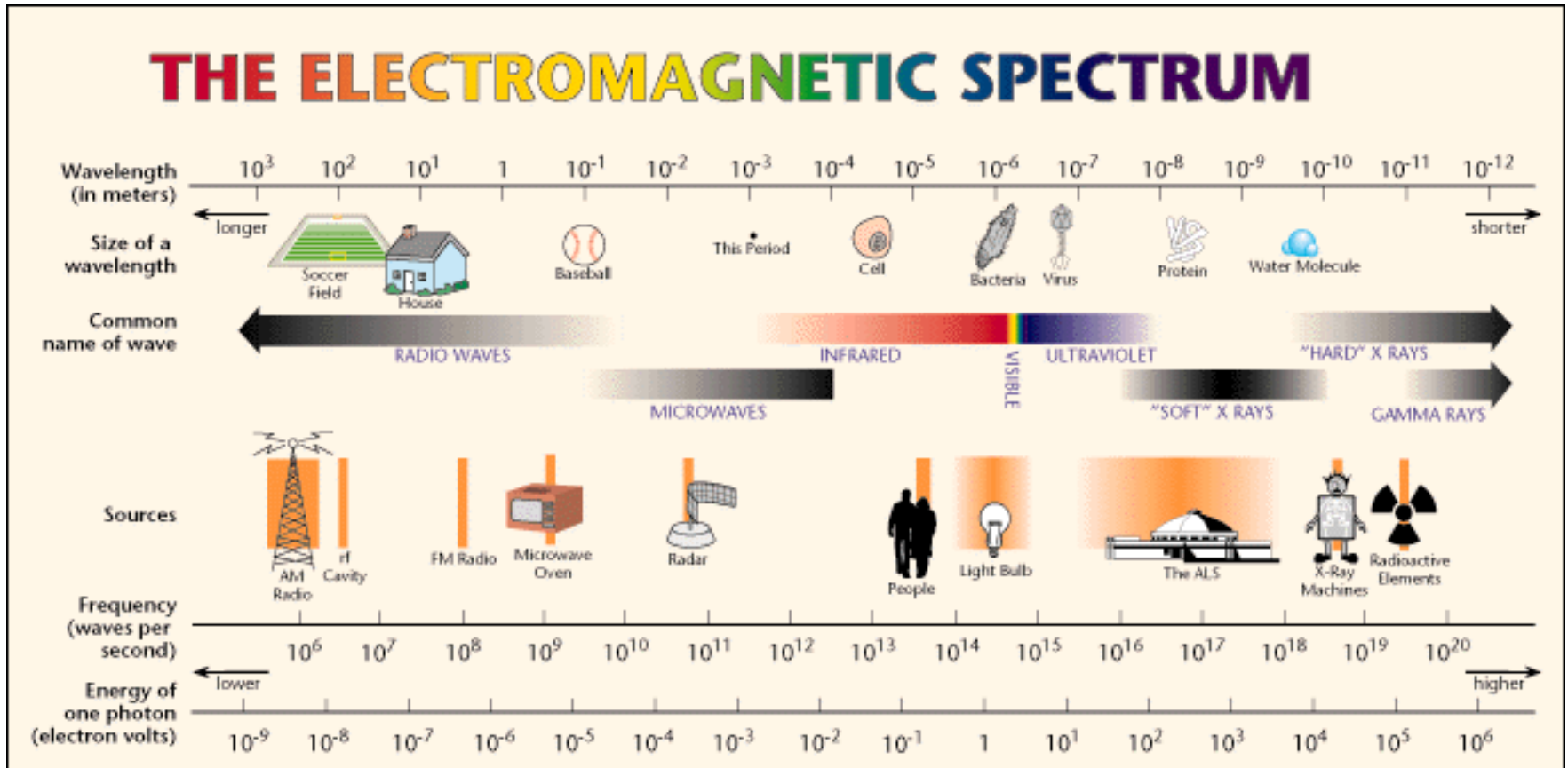


Zdroj: [http://www.photobiology.info/prev\\_mod2\\_files/photochem03.gif](http://www.photobiology.info/prev_mod2_files/photochem03.gif)

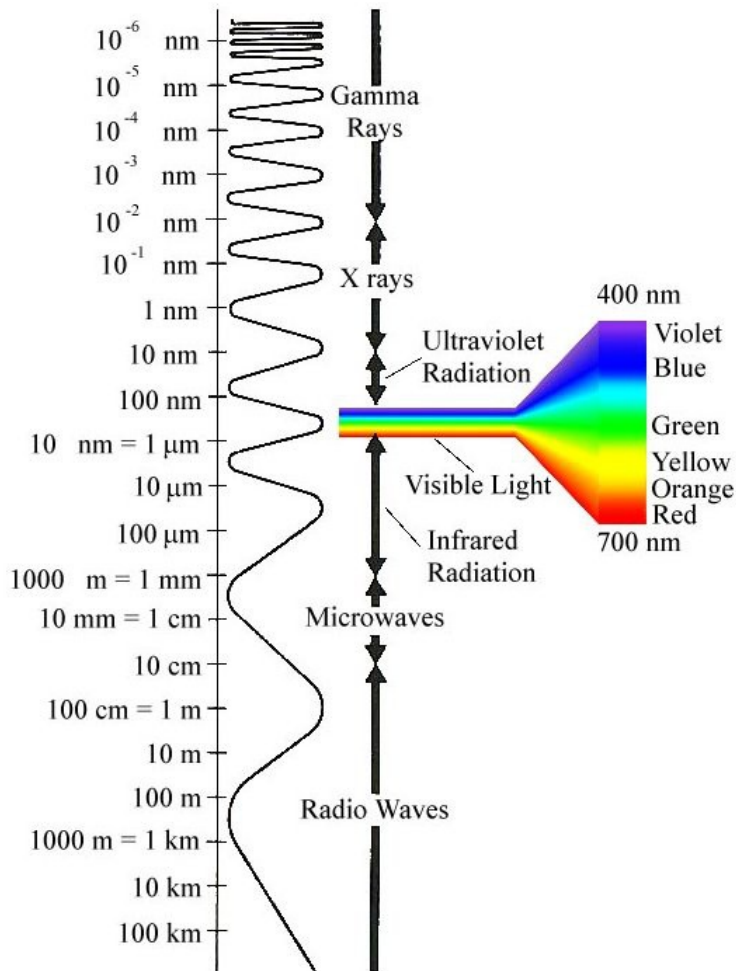
# ZÁKONY ZÁŘENÍ, FYZIKÁLNÍ PODSTATA DPZ

- **Částicová teorie** – elektromagnetické záření se sestává z jednotlivých částic – fotonů (kvanta). Energie kvanta  $Q=h \cdot \nu$ , kde  $h$  je Planckova konst. a  $\nu$  je frekvence.
- Frekvenci lze dosadit jako poměr rychlosti a vlnové délky  $Q=(h \cdot c)/\lambda$  z čehož plyne, že **energie částice je nepřímo úměrná vlnové délce**.
- **Elektromagnetické záření emitují nebo odrážejí všechny objekty, jejichž teplota je větší než absolutní nula (-273,15°C).**
- Základní zákony záření popisují přeměnu tepelné energie na energii zářivou. Je to proces složitý, který se zjednodušuje modelem **absolutně černého tělesa** (kdy se přemění a pohltí maximální množství energie při dané teplotě).
- **Stefan-Boltzmannův zákon**: množství vyzařené energie objektem je funkcí jeho teploty  $M=\sigma \cdot T^4$  ( $M$ : intenzita vyzařování z povrchu tělesa,  $\sigma$ : Stefan-Boltzmannova konstanta,  $T$ : absolutní teplota tělesa)
- Z **Wienova zákon posuvu** plyne, že maximální intenzita vyzařování je nepřímo úměrná teplotě tělesa  $\lambda_{\max} = c/T$  (**max**)
- Reálné objekty vyzařují vždy méně než modelové absolutně černé těleso. Pomocí **Kirkhofova zákona** lze definovat emisivitu  $\epsilon = MR/MA$ , která je vyjádřena poměrem mezi intenzitou vyzařování reálného tělesa a absolutně černého tělesa.
- **Slunce nejvíce září ve viditelné části spektra, Země v tepelné oblasti.**
- Horké objekty září krátkovlnně o vysoké frekvenci (→ chladné jsou tedy hůře detekovatelné).
- Avšak atmosféra propouští dlouhovlnné záření a značně pohlcuje a rozptyluje krátkovlnné.

- Spojité spektrum elektromagnetického záření se rozděluje do několika oblastí, např. podle vlnové délky.



# ELEKTROMAGNETICKÉ SPEKTRUM PRO POTŘEBY DPZ

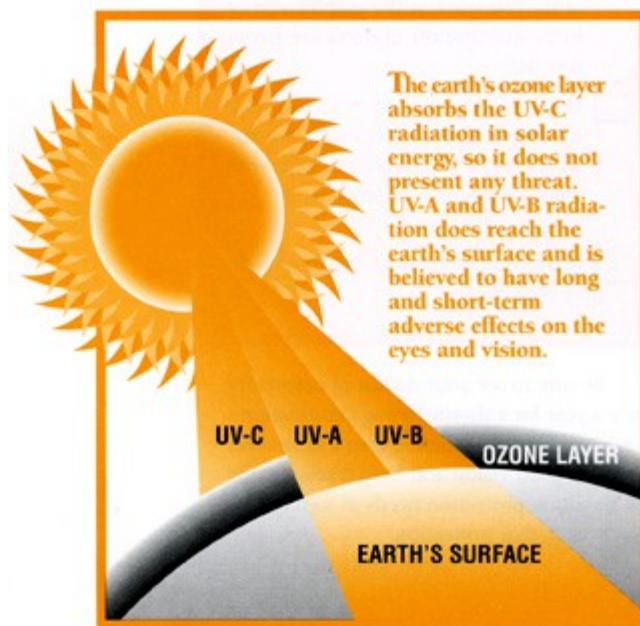


Ultrafialové záření	UV	0,1 - 0,4 $\mu$ m
Viditelné záření	VIS	0,4 - 0,7 $\mu$ m
Infračervené blízké záření	NIR	0,7 - 1,4 $\mu$ m
Infračervené střední záření	MIR	1,4 - 3 $\mu$ m
Tepelné záření	TIR	3 $\mu$ m – 1 mm
Mikrovlnné záření		1 mm – 1 m

**Pozn.: vlnové délky se běžně uvádějí i v nanometrech, např. VIS záření 400-700 nm.**

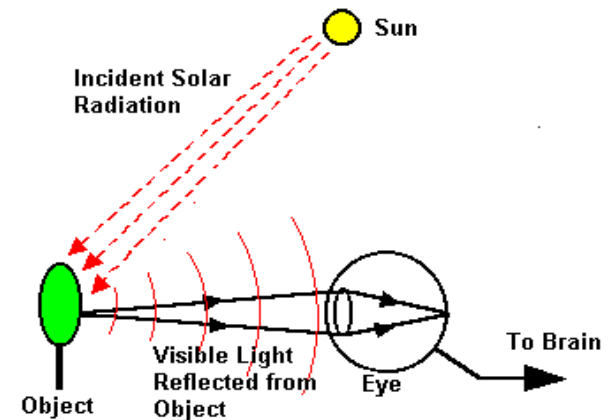
## ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ (0,1 – 0,4 $\mu\text{m}$ )

- Velmi malá část EM spektra, která je ve velké míře pohlcována atmosférou.
- Z části prochází vodním sloupcem.
- V DPZ se využívá UV laser (aktivní metody) např. pro vyhledávání ložisek zlata, monitorování ropných skvrn, geologické aplikace, monitoring znečištění.



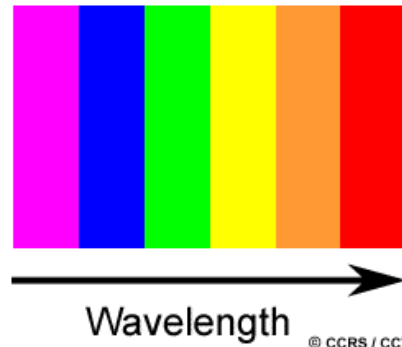
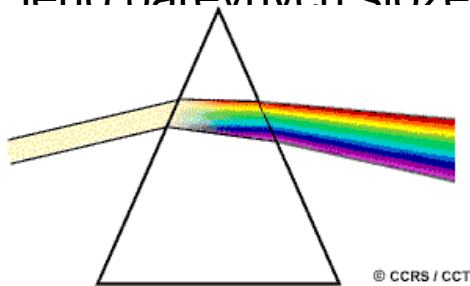
## VIDITELNÉ ZÁŘENÍ (0,4 – 0,7 $\mu\text{m}$ ) - SVĚTLO

- Světlo je ta část elektromagnetického záření, kterou dokážeme vnímat.
- 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 zaznamenat pouze ve dne.
- Značný rozptyl a pohlcování v atmosféře má za následek ztrátu kontrastu.
- 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.



# BARVY VE VIDITELNÉM SPEKTRU

- *Pochopení vzniku barev a odstínů je důležité pro správnou interpretaci objektů a jevů na snímcích dálkového průzkumu*
- **Červená, zelená a modrá (RGB – Red, Green, Blue)** jsou **základní barvy** neboli základní vlnové délky viditelného spektra.
- Nazývají se tak proto, že ani jedna základní barva nemůže být vytvořena z ostatních dvou základních barev. Avšak všechny ostatní barvy lze vytvořit kombinacemi těchto tří základních.
- I když vnímáme sluneční světlo jako uniformní a homogenní barvu, je ve skutečnosti tvořeno zářením různých vlnových délek – ultrafialovou, viditelnou a infračervenou částí spektra. Sluneční světlo můžeme rozložit do jeho barevných složek hranolem.



**Fialová:** 0.4 - 0.446  $\mu\text{m}$   
**Modrá:** 0.446 - 0.500  $\mu\text{m}$   
**Zelená:** 0.500 - 0.578  $\mu\text{m}$   
**Žlutá:** 0.578 - 0.592  $\mu\text{m}$   
**Oranžová:** 0.592 - 0.620  $\mu\text{m}$   
**Červená:** 0.620 - 0.7  $\mu\text{m}$

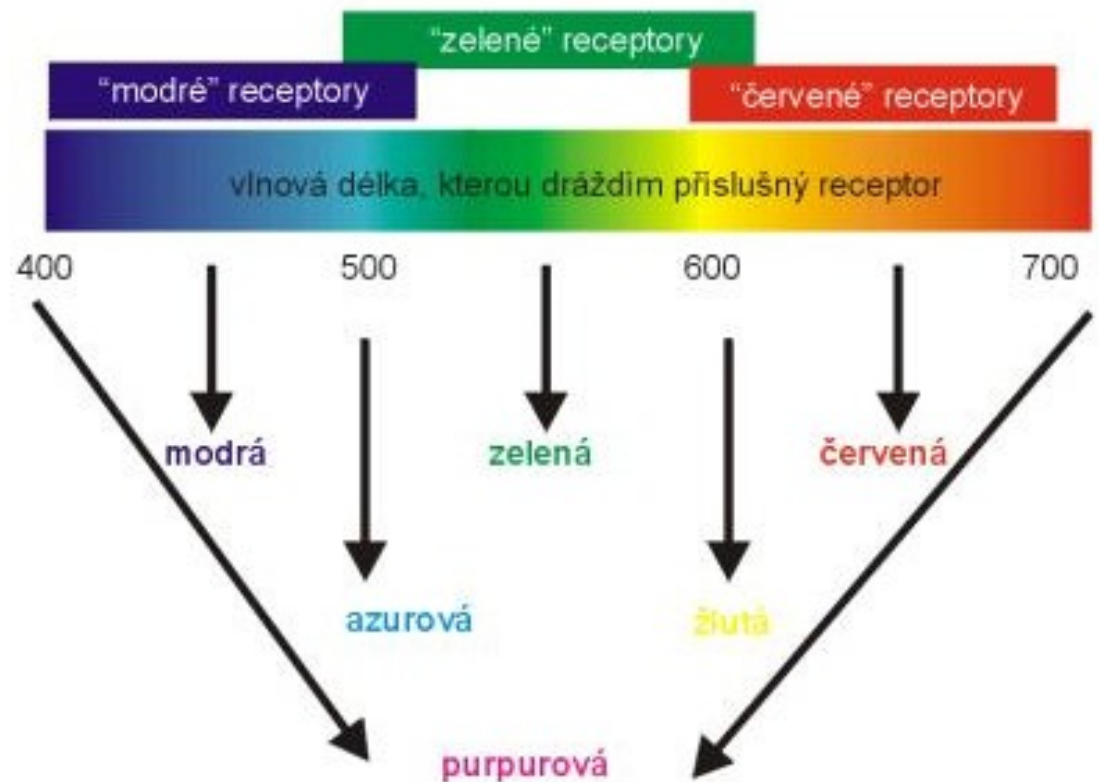


# NAŠE VNÍMÁNÍ SVĚTLA A BAREV

- Oko je „optický přístroj“ vybavený čočkou (s její transparentní clonou rohovkou) pro zaostřování na fotosenzitivní plochu-sítnici.
- Zaostření se děje zakřivením čočky – změnou ohniskové vzdálenosti.
- Množství světla protékající očním otvorem (panenkou) je regulováno duhovkou citlivou na světlo.
- Lidské oko skládá barevný obraz ze tří dílčích podnětů. Každý barevný obraz lze složit ze tří jednobarevných dílčích obrazů.
- Toto složení je umožněno tím, že lidské **oko obsahuje tři druhy barevných receptorů (čípky)**, které jsou citlivé zhruba v oblastech 400 – 500 nm, 500 – 600 nm a 600 – 700 nm.
- **Tyčinky vnímají jas**, jejich pigment rhodopsin je citlivý na všechny vlnové délky viditelného spektra.

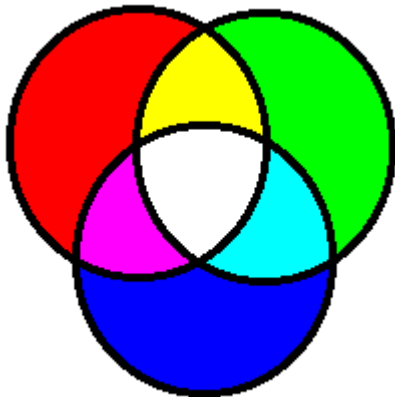
# NAŠE VNÍMÁNÍ SVĚTLA A BAREV

Bude-li na sítnici dopadat záření s vlnovou délkou 450 nm, bude podrážděn první typ receptorů, a budeme mít vjem modré barvy. Záření o vlnové délce 550 nm podráždí druhý typ receptorů, a způsobí vjem zelené barvy. Záření o vlnové délce 650 nm podráždí třetí typ receptorů a získáme tak vjem červené barvy.



# FYZIKÁLNÍ POJETÍ BAREV

- Kompozice barev: **Aditivní systém**
- Aditivní systém barev, rovněž nazývaný systém barev **RGB** (Red, Green, Blue) vzniká projektivní kombinací tří základních barev - červené, zelené a modré. Všechny tři barvy vytvářejí dohromady bílou barvu.
- Scannery a monitory pracují s těmito aditivními základními barvami, rovněž známými pod pojmem světelné barvy.



Tam, kde je absolutní nedostatek světla, nevidíme nic, což je totéž jako bychom viděli černou barvu.

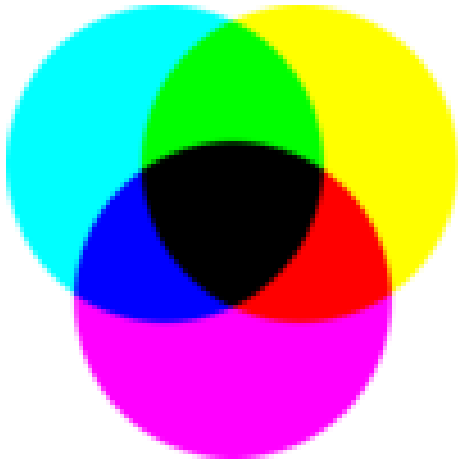
Absolutní temnotu lze tedy popsat RGB hodnotami  $R=0, G=0, B=0$ .

Veškeré viditelné, tj. bílé světlo pak RGB hodnotami  $R=255, G=255, B=255$ .

Každý barevný odstín pak lze definovat RGB hodnotami v intervalu 0 až 255, což poskytuje  $256 \times 256 \times 256 = 16.77$  *millionů* RGB barev.

Pozn.: pro příklad byly použity hodnoty 8bit snímku

- Kompozice barev: **Subtraktivní systém**
- Subtraktivní systém barev, rovněž nazývaný systém barev **CMYK** se používá v polygrafii. Je to barevný model vhodný pro reprezentaci grafiky pro barevný tisk.
- Základními barevnými složkami jsou u modelu CMYK barvy Cyan (azurová), Magenta (purpurová), Yellow (žlutá) a Black (černá).
- U alternativního modelu CMY se nepoužívá samostatné černé barevné složky - černá se docílí mícháním všech tří barev.

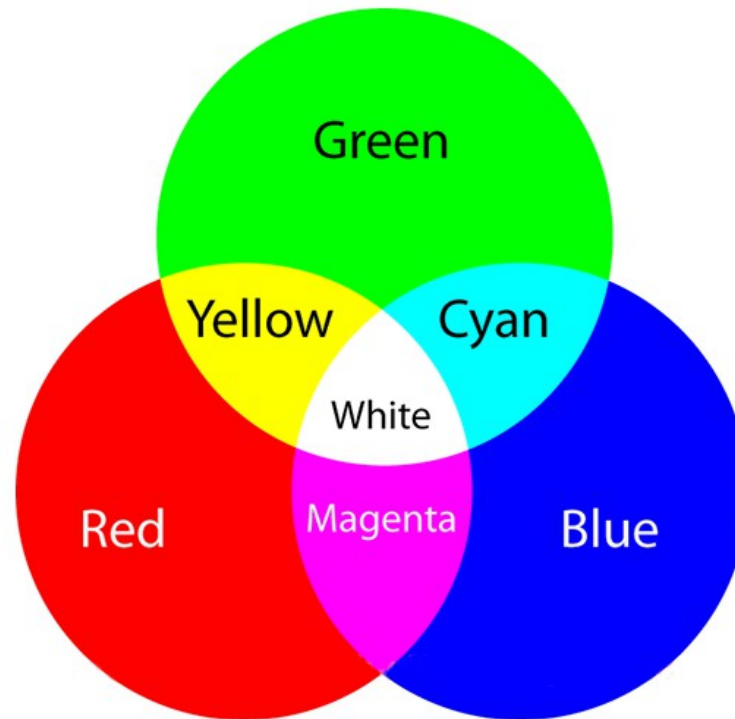


Fyzikální proces slučování barev a prezentace je tedy jiný na papíře a jiný na obrazovce.

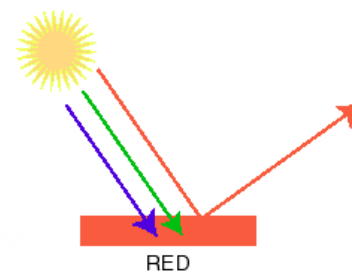
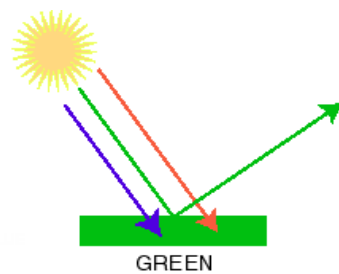
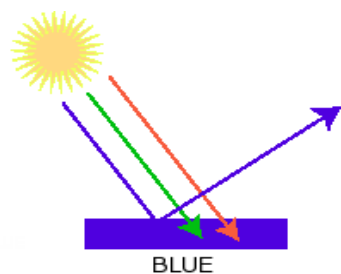
U subtraktivního barevného modelu slouží jako zdroj světla bílý papír a subtraktivní barvy CMYK slouží jako filtry, které tento zdroj světla modifikují. Do našich očí se pak odrážejí pouze ty barvy, které máme vidět.

# FYZIKÁLNÍ POJETÍ BAREV

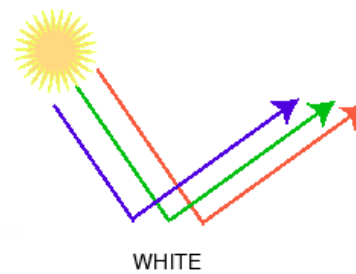
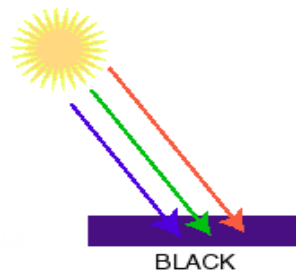
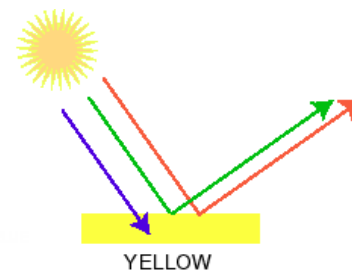
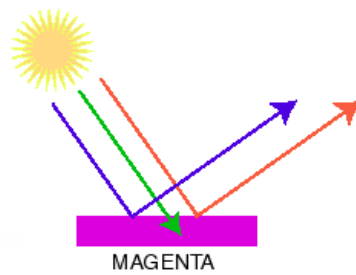
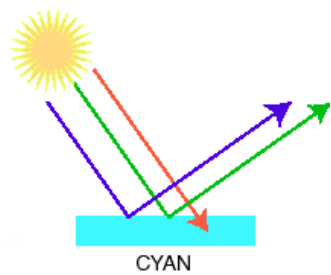
- Barevné modely RGB a CMY



- Systém RGB



- Systém CMYK



## INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ BLÍZKÉ (0,7 – 1,4 $\mu\text{m}$ ) - NIR

- Tvoří pokračování atmosférického okna z viditelné části spektra.
- Lze je zaznamenávat jak konvenčními fotografickými metodami (do 0,9  $\mu\text{m}$ ) tak i elektronicky.
- Je již méně pohlcováno a rozptýlováno atmosférou, v důsledku toho jsou snímky ostré s dobrým kontrastem.
- Voda se v těchto vlnových délkách chová téměř jako absolutně černé těleso.

- Důležité jsou tyto vlnové délky pro **studium vegetace** především v lesnictví a zemědělství.



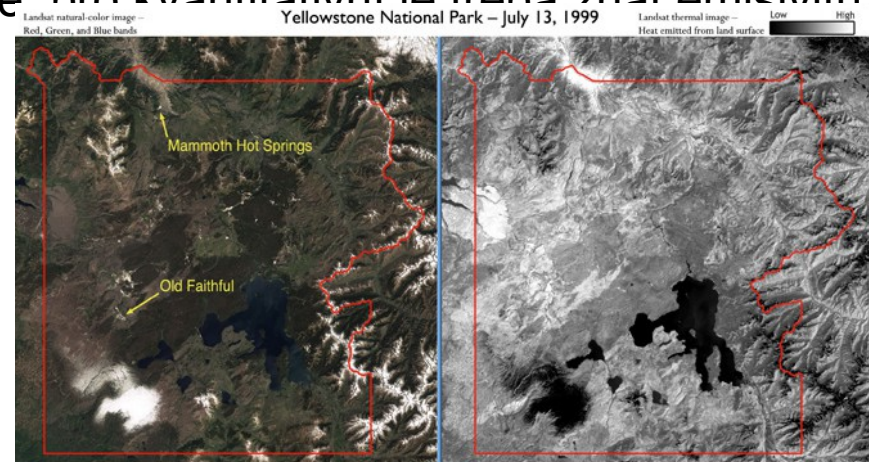
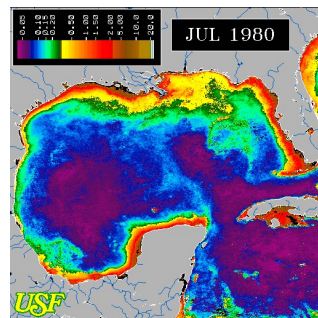
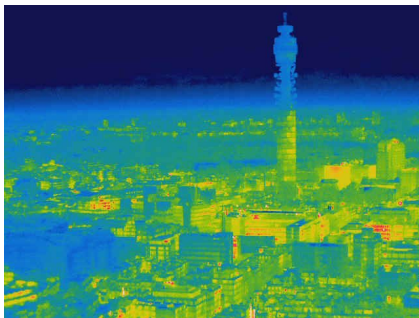
## INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ STŘEDNÍ (1,4 - 3 $\mu\text{m}$ ) - MIR

- Zahrnuje dvě atmosférická okna se středy cca 1,5 a 2,2  $\mu\text{m}$ .
- Obě jsou důležitá 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.



## TEPELNÉ ZÁŘENÍ (3 $\mu\text{m}$ - 1 mm)

- Převažuje vlastní vyzařování objektů (radiální teplota objektů) nad odraženým zářením. Vždy je třeba provést atmosférické korekce.
- Používá se v kombinaci s leteckou fotografií.
- Zaznamenávané jevy lze rozdělit na bodové (výrazně odlišné od okolí teplotou – horký pramen) a plošné (lesní požár).
- Vzhled snímků: monochromatické (ČB), světlá barva znamená teplý objekt.
- Tepelná bilance objektů – povrchová teplota oceánů, tepelné znečištění řek, lesní požáry, geologické zlomy, tepelné úniky z budov.
- Zjišťují se většinou kvalitativní údaje, pro kvantitativní je třeba znát emisivitu objektů.



## MIKROVLNNÉ ZÁŘENÍ (1mm - 1m)

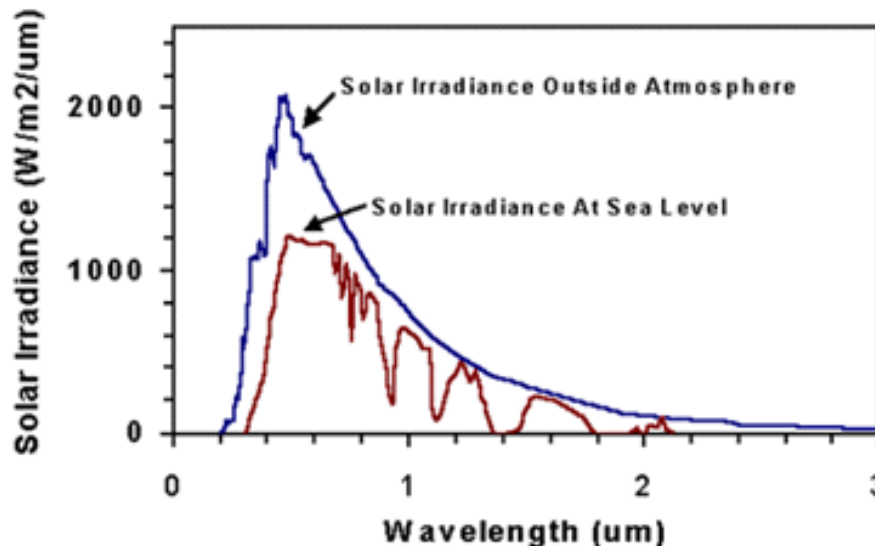
- Je využíváno pasivními i aktivními metodami (**RADAR**).
- Tyto dlouhé vlnové délky mohou za vhodných podmínek pronikat **i pod povrch**.
- Nejméně závisí na podmínkách počasí, je výrazně zeslabováno pouze v případě vydatného deště.
- Intenzita přirozeně emitovaného mikrovlnného záření je velmi nízká (dlouhá vlnová délka), měřicí zařízení tak k zachycení zjištělého signálu musí měřit toto záření na poměrně velké ploše.
- To je příčinou menšího 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.



Appalachian Mountains (USA)

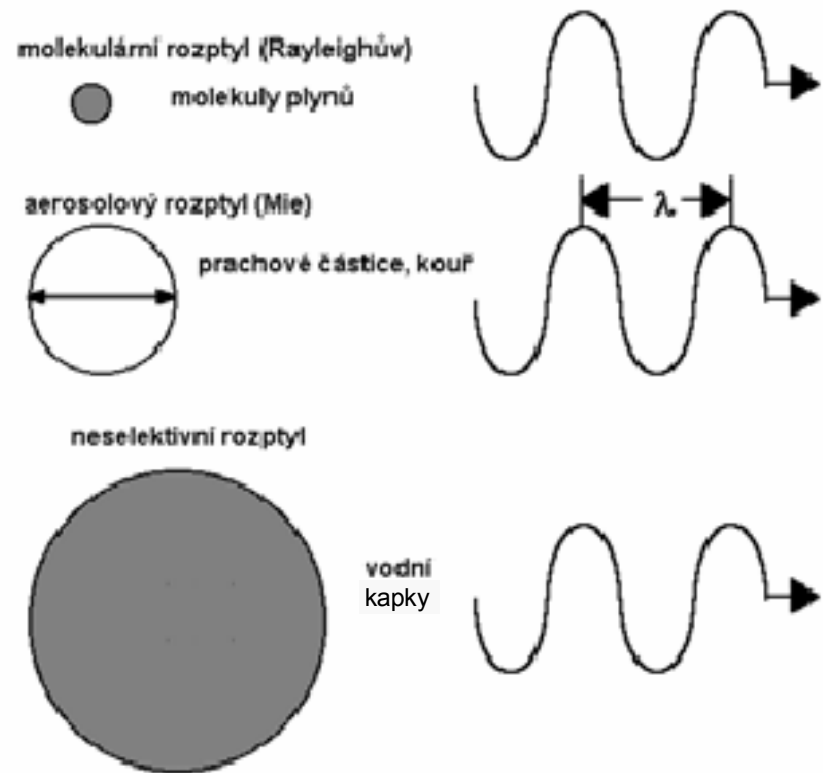
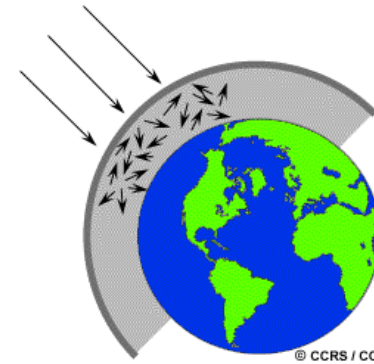
# INTERAKCE RADIACE S ATMOSFÉROU

- Energie postupující od svého zdroje k danému objektu se dostává do interakce s atmosférou, kterou prochází. Podruhé k této interakci dochází když energie postupuje od daného objektu ke snímači.
- Částice a atmosférické plyny ovlivňují charakter záření prostřednictvím **rozptylu** a **absorbce**.
- Atmosféra propustí pouze část slunečního záření (viz obrázek), přičemž rozptyl záření v atmosféře je funkcí především vlnové délky. Atmosféra dobře propouští dlouhovlnné záření, krátké vlny značně pohlcuje a rozptyluje.



# ROZPTYL

- Rozptyl závisí na velikosti rozptylových částic v atmosféře.
- Rozptyl, který ovlivňuje především krátké vlnové délky a snižuje ostrost a kontrast obrazu se nazývá molekulární (**Rayleighův**). Tento rozptyl způsobují částice mnohem menší než je vlnová délka, je dominantní v horních vrstvách atmosféry.
- Pokud jsou rozptylující částice přibližně stejné jako vlnová délka, vzniká rozptyl **aerosolový**. Nejčastěji bývá způsobován vodními parami, pylem či prachem. Vyskytuje se především v nižších vrstvách atmosféry.
- Velké částice, jako kapky vody, způsobují rozptyl **neselektivní**, který rozkládá všechny vlnové délky stejně, proto vnímáme mraky a mlhu jako bílé.



# ROZPTYL

- Červánky vznikají lomem slunečních paprsků v atmosféře a rozptylem na molekulách vzduchu, částicích prachu apod. Velikost rozptylu se zmenšuje s rostoucí vlnovou délkou procházejícího záření. To v praxi znamená, že modrá a fialová část slunečního spektra se v atmosféře rozptyluje více než oranžová a červená. Proto je během dne obloha modrá.
- V období západu a východu slunce prochází červená část slunečního spektra atmosférou s menším zeslabením než ostatní části spektra, a proto ve slunečním záření převažuje a oblaky nasvícené tímto světlem jsou červené.



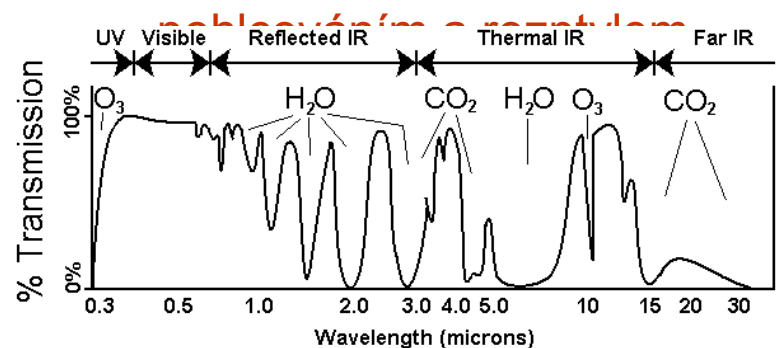


# ABSORBCE

- Na rozdíl od rozptylu absorbují molekuly plynů v atmosféře energii různých vlnových délek. Hlavními atmosférickými činiteli absorpce jsou **ozón**, **oxid uhličitý** a **vodní pára**.
- Ozónová vrstva chrání pozemské organismy před smrtícím účinkem ultrafialového slunečního záření. Díky ozónové ochraně se k povrchu Země dostává asi pouze 1% UV záření přicházejícího ze Slunce.
- Ultrafialové záření které se dostane k povrchu Země je v malých dávkách pro mnoho organismů potřebné, například u člověka ovlivňuje tvorbu vitamínu D. Toto záření také ničí mikroorganismy, ale ve větších dávkách je životu nebezpečné. Například brzdí růst vysokohorských rostlin, ničí drobné vodní organismy (plankton), které jsou potravou ryb. Působí zhoubně na tkáně živočichů i člověka.

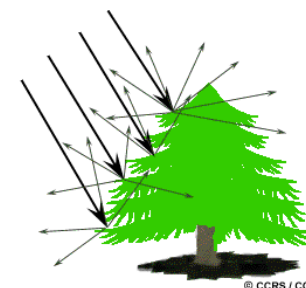
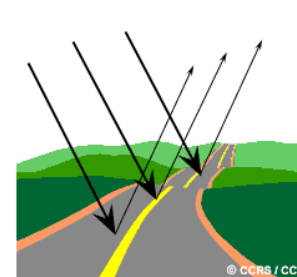
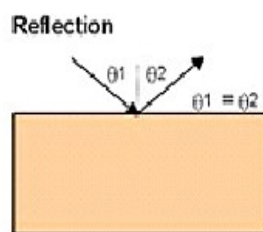
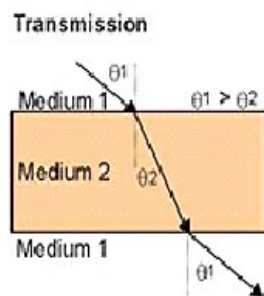
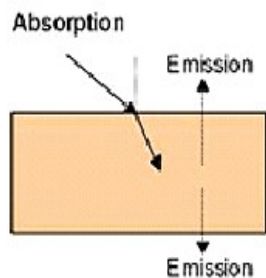
# ATMOSFÉRICKÁ OKNA

- Oblasti, které **nejsou ovlivňovány** atmosférickými plyny se nazývají **atmosférická okna**. Tato okna se nachází převážně ve viditelných a infračervených oblastech. Dvě okna jsou v **viditelné oblasti** (0,4 – 0,7 μm) a jedno v **oblasti vlnových délek 8 – 14 μm** a jedno v **oblasti vlnových délek 15 – 100 μm**.



## INTERAKCE RADIACE S OBJEKTY

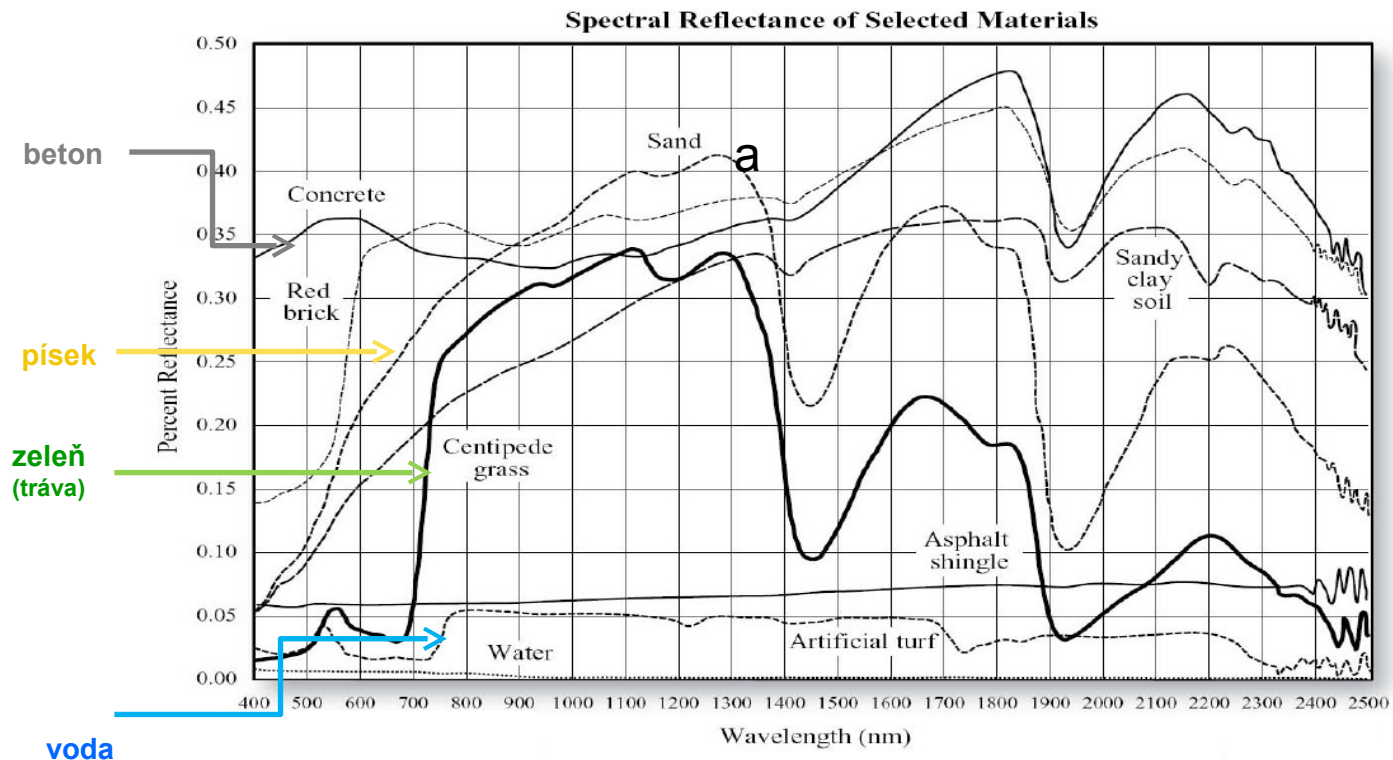
- Po prostupu slunečního záření atmosférou dochází k interakci s objekty, která závisí jak na vlastnostech objektů, tak na vlastnostech záření.
- Existují 3 typy této interakce: **Absorbce** (A)- pohlcení, **transmise** (T) - přenos a **reflexe** (R) - odraz. Jejich podíl závisí na vlnové délce záření, na materiálu a stavu objektů.



- Zrcadlová** (spekulární) reflexe: povrch objektu je hladký a téměř všechna energie se od něho odráží v jednom směru.
- Difuzní** reflexe: povrch objektu je drsný a odráží záření ve všech směrech stejně.  
Je-li vlnová délka dopadajícího záření mnohem menší, nežli povrchová variabilita částic na povrchu objektu, difuzní odraz převažuje. Např. jemnozrnný písek představuje pro dlouhovlnné záření vcelku hladký povrch, ale ve vztahu k viditelným vlnovým délkám se jeví jako drsný.

# SIGNATURY SPEKTRÁLNÍ ODRAZIVOSTI

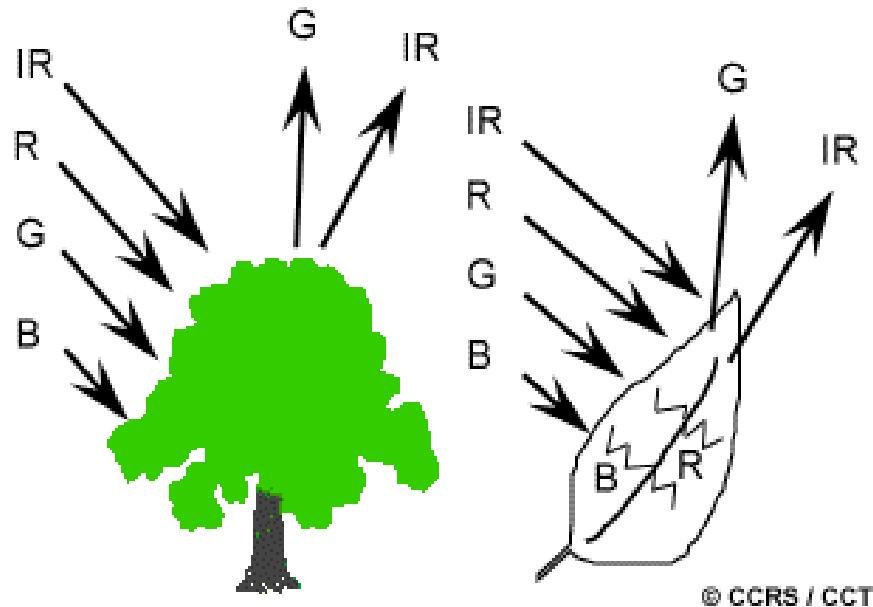
- Pro rozlišení objektů a jevů jsou důležité tzv. signatury spektrální odrazivosti (**spektrální signatury**). Jsou to křivky, které statisticky charakterizují spektrální odrazivost objektů na zemském povrchu v daných spektrálních pásmech a mohou sloužit jako **klíč k odlišení** a k určení těchto objektů.
- Matematicky se vyjadřují jako procentický podíl spektrální odrazivosti, který je funkcí vlnové délky.





## ZELENÁ VEGETACE

- Chlorofyl silně absorbuje záření v červených a modrých vlnových délkách, ale odráží záření v zeleném pásmu spektra. Listy vnímáme jako nejzelenější v létě, kdy obsah chlorofylu dosahuje maxima. Na podzim, když je v listech chlorofylu méně, dochází k menší absorpci a vyššímu odrazu v červeném pásmu spektra. Proto vnímáme listy jako žluté nebo červené (žlutá je kombinací zelené a červené barvy).



## ZELENÁ VEGETACE

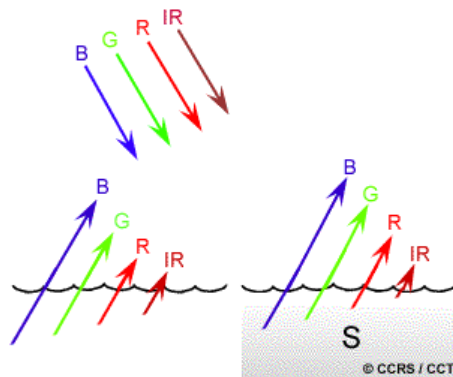
- Vnitřní struktura zdravého listu funguje jako vynikající difuzní odražeč blízkého infračerveného záření. Pomocí měření hodnot v pásmu blízkého infračerveného záření lze odlišit zdravou vegetaci od vegetace poškozené nebo nemocné.



Vlevo vegetace ve viditelném a vpravo v blízkém infračerveném spektru – Near-Infrared (NIR)

# VODA

- Voda špatně absorbuje kratší vlnové délky v pásmu viditelného záření; vzhledem k silné odrazivosti v tomto pásmu se typicky jeví jako modrá nebo modrozelená. Delší vlnové délky a blízké infračervené záření absorbuje voda lépe; v červeném a blízkém infračerveném pásmu je její zobrazení tmavší.
- Obsahuje-li horní vrstva vody příměs sedimentů, přispívá to k lepší odrazivosti a jasnějšímu vzhledu vody na snímcích. Voda se sedimenty (S) je obtížně odlišitelná od mělké ale čisté vody, protože oba tyto jevy jsou ve svých spektrálních projevech velmi podobné.
- Charakter povrchu vody (hladký, turbuletní, s plovoucím materiálem) má vliv na odrazivost a často ztěžuje její interpretaci.



- Spektrální projev vody ovlivňuje též její skupenství. Kapalina má obecně vysokou absorpční schopnost, ostatní formy mají naopak vysokou odrazivost.

# PŮDA, HORNINY A MINERÁLY

- Jedná se o velmi heterogenní objekty.
- Vliv na spektrální chování mají především (půdy): minerální složení, půdní vlhkost, obsah organických látek, textura půdního povrchu.
- V případě hornin a minerálů spektrální odezvu ovlivňují chemické složení a krystalická stavba.
- Odrazivost se zvyšuje s narůstající velikostí půdních částic a klesá s narůstající vlhkostí.

