

Barvy světla, tma a noční vidění

Olomoucký fyzikální kaleidoskop

27. 1. 2012



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

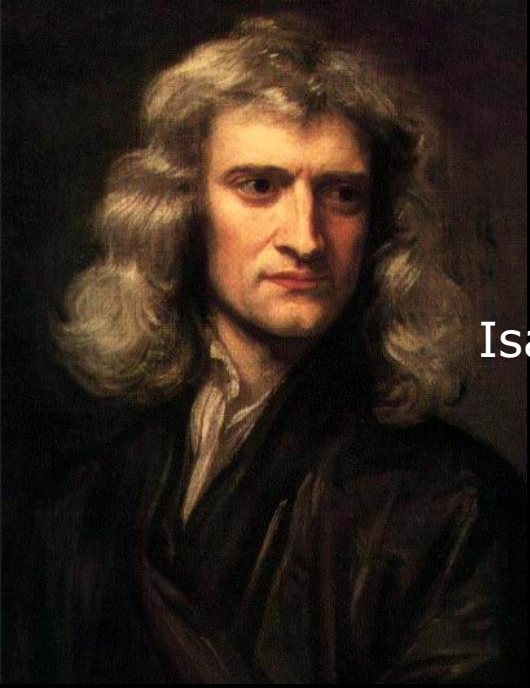
Tato prezentace je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



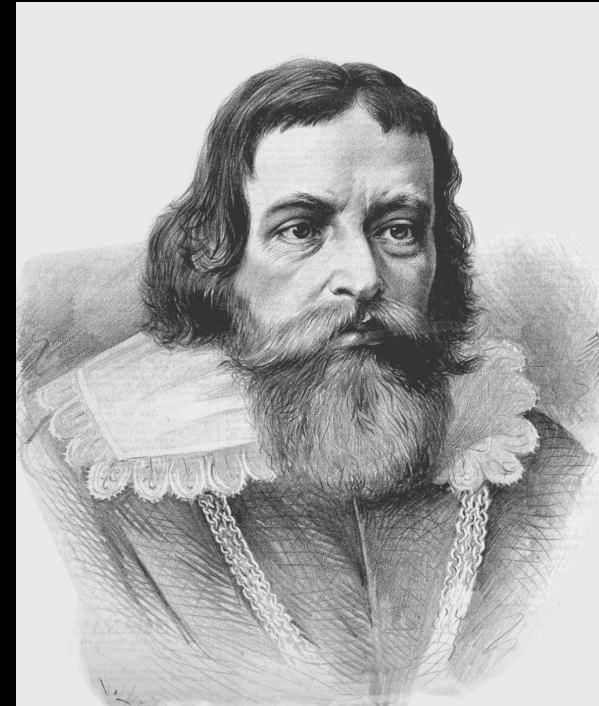




Disperze světla

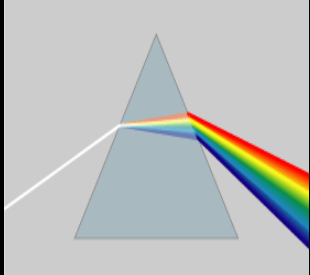


Isaac Newton
1666



Joannes Marcus Marci
1648

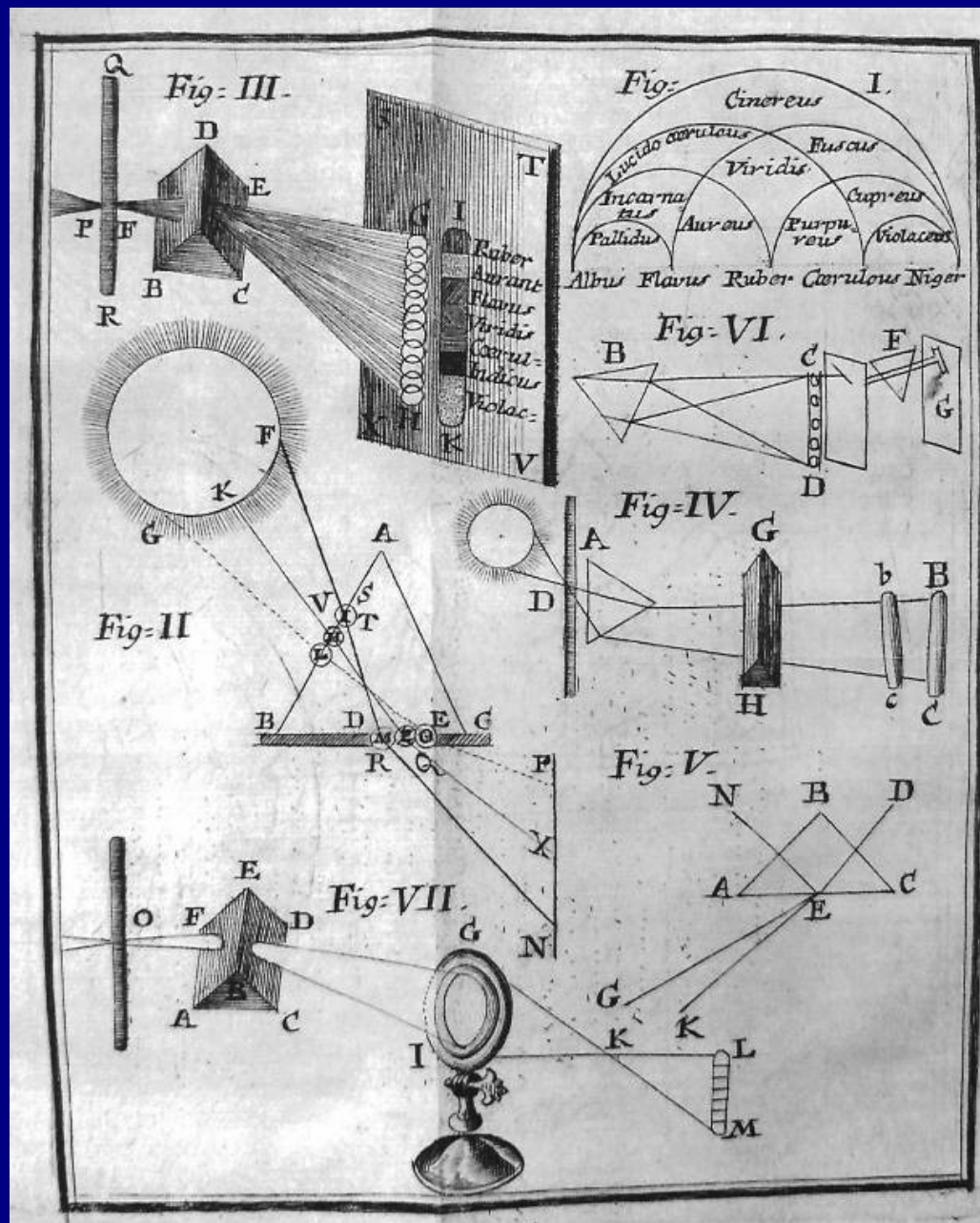
Bílé světlo je složeno z barevného spektra



OPTICKS:
OR, A
TREATISE
OF THE
REFLEXIONS, REFRACTIONS,
INFLEXIONS and COLOURS
OF
L I G H T.
ALSO
TWO TREATISES
OF THE
SPECIES and MAGNITUDE
OF
Curvilinear Figures.

LONDON,
Printed for SAM. SMITH, and BENJ. WALFORD,
Printers to the Royal Society, at the *Prince's Arms* in
St. Paul's Church-yard. MDCCIV.

Olomoucká tradice výuky optiky - 1756



Nepomucen Polanský:
O barvách přírody

Spektrální barvy



fialová

indigo

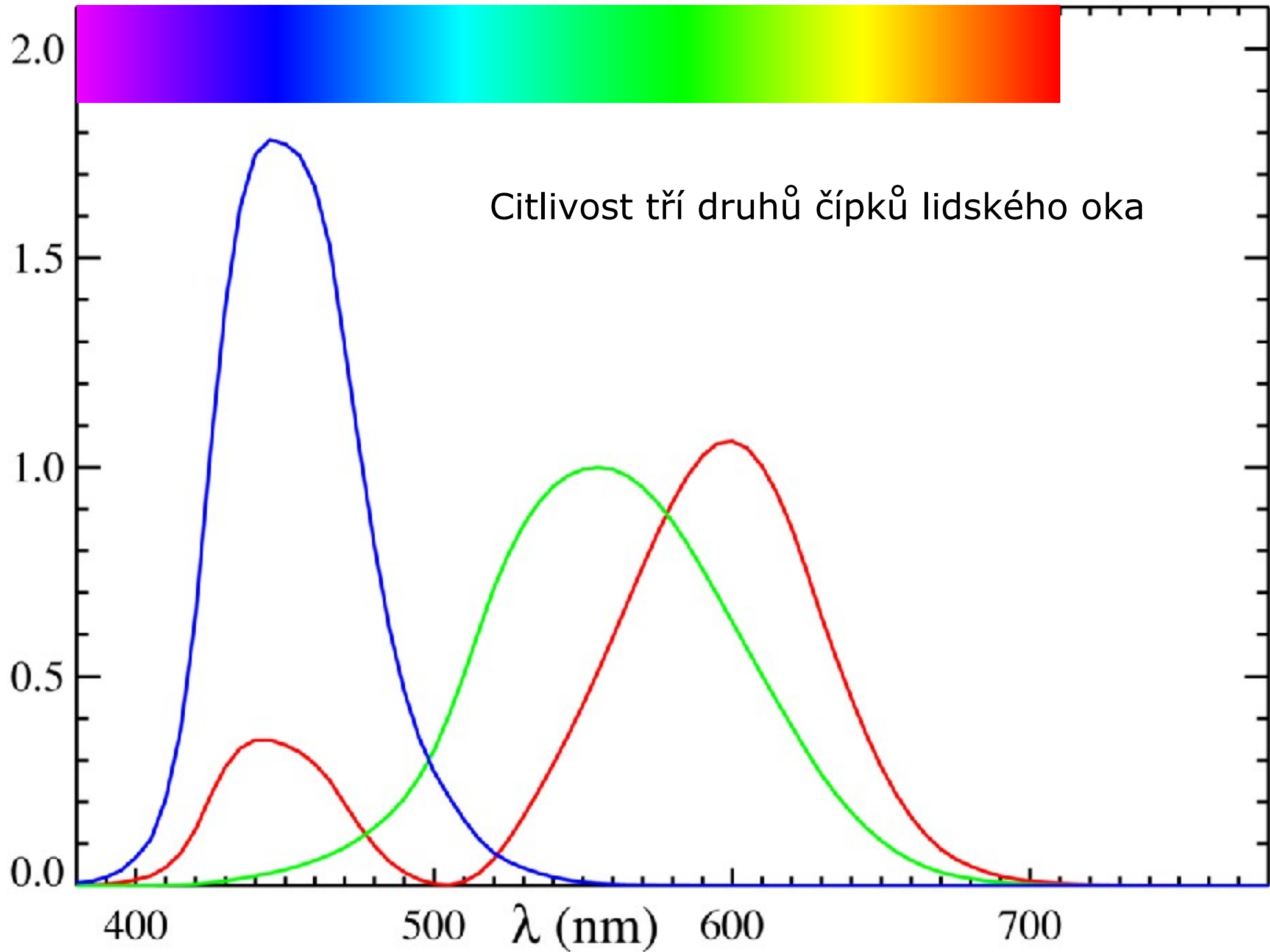
modrá

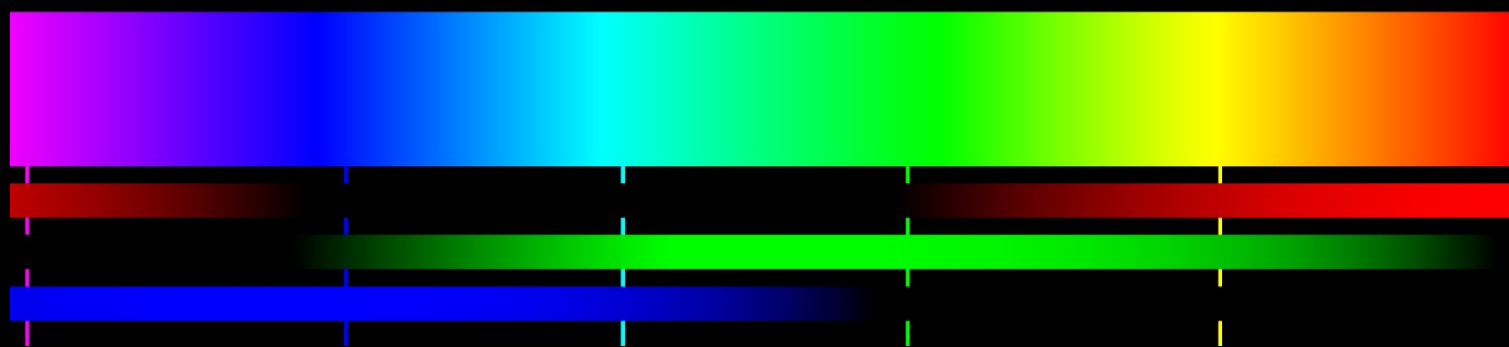
zelená

žlutá

oranžová

červená



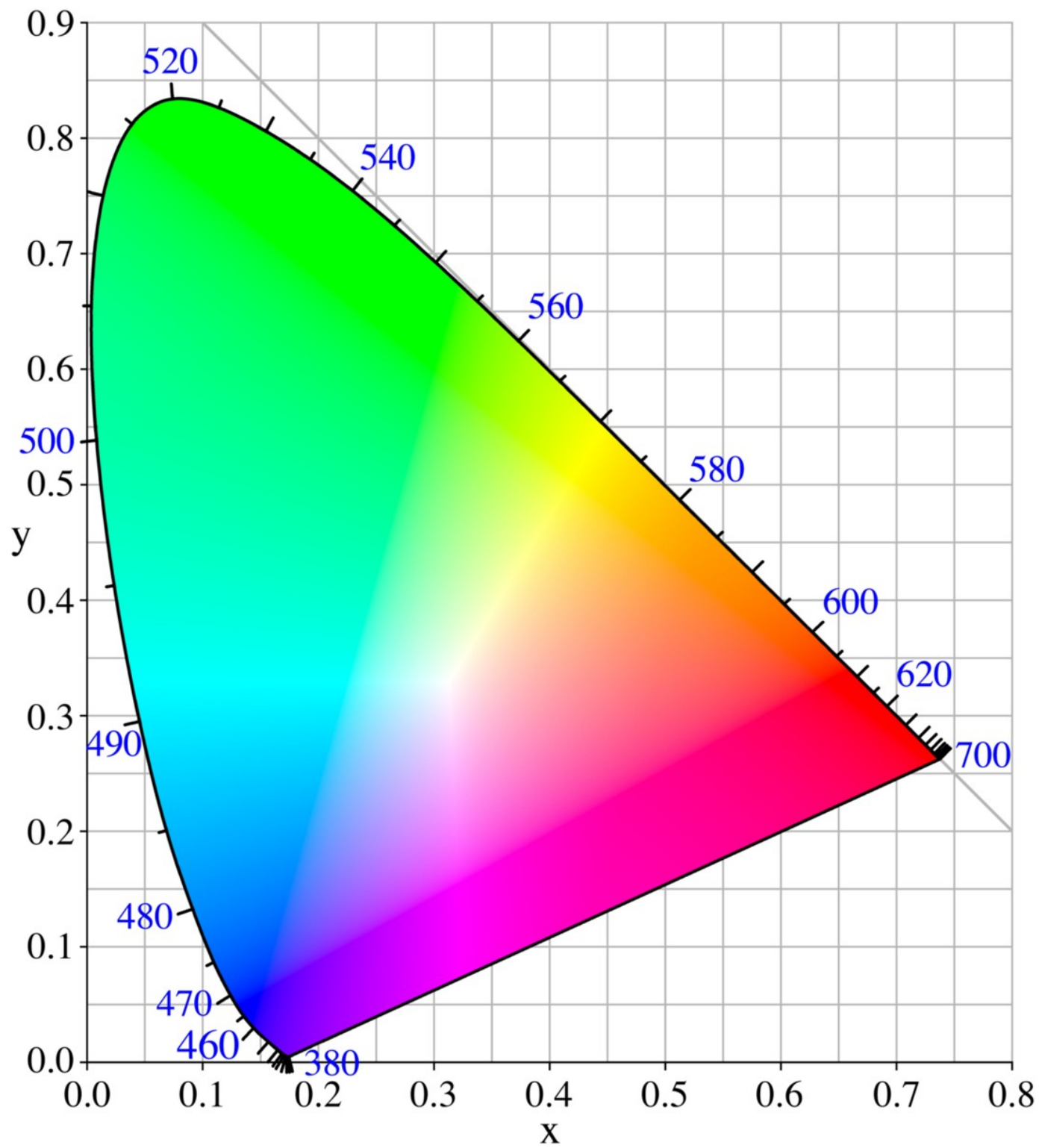


spektrum

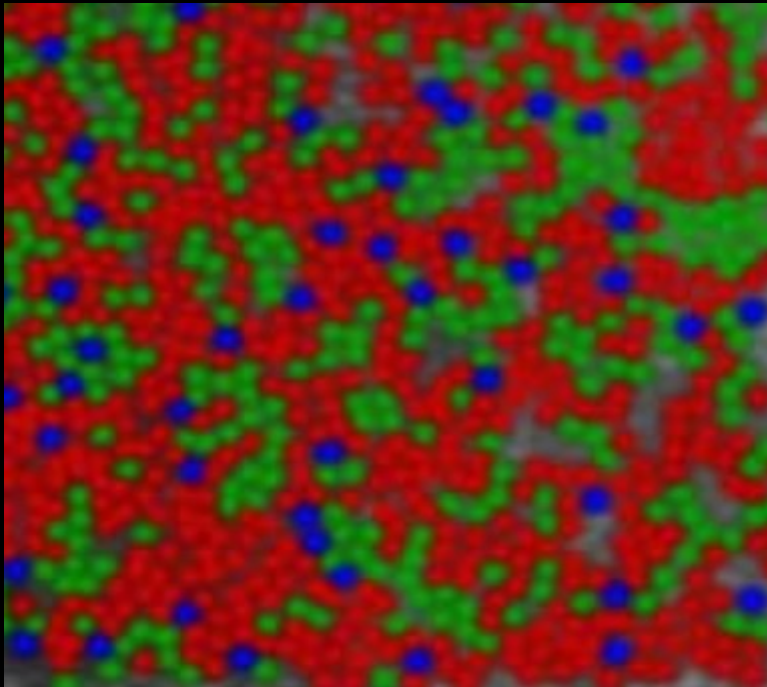
červené

zelené

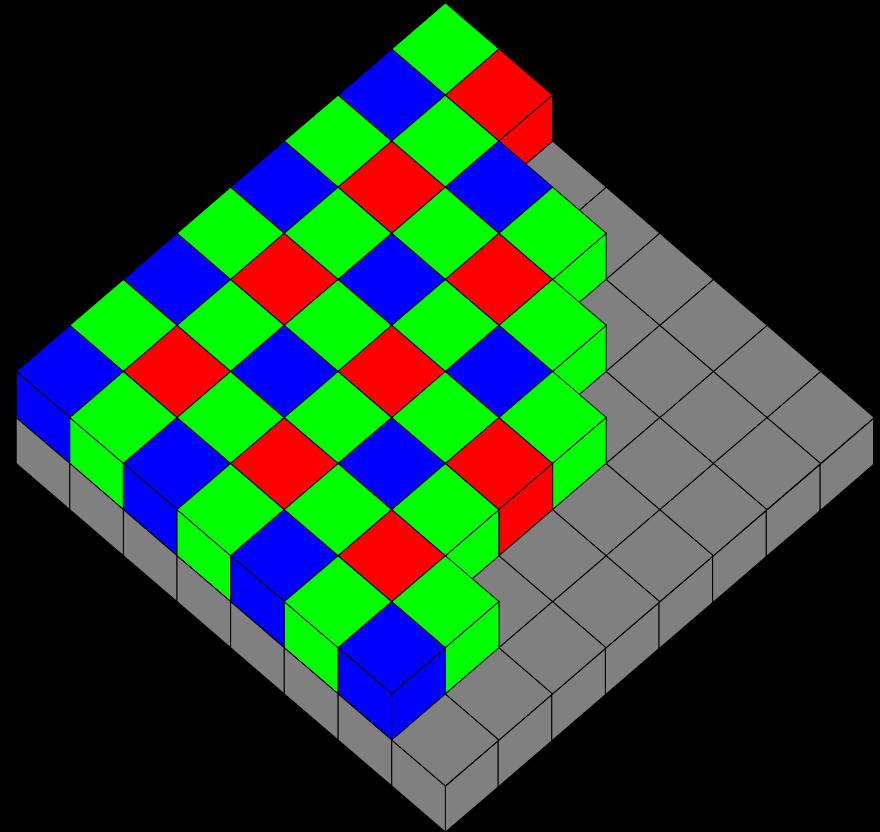
modré



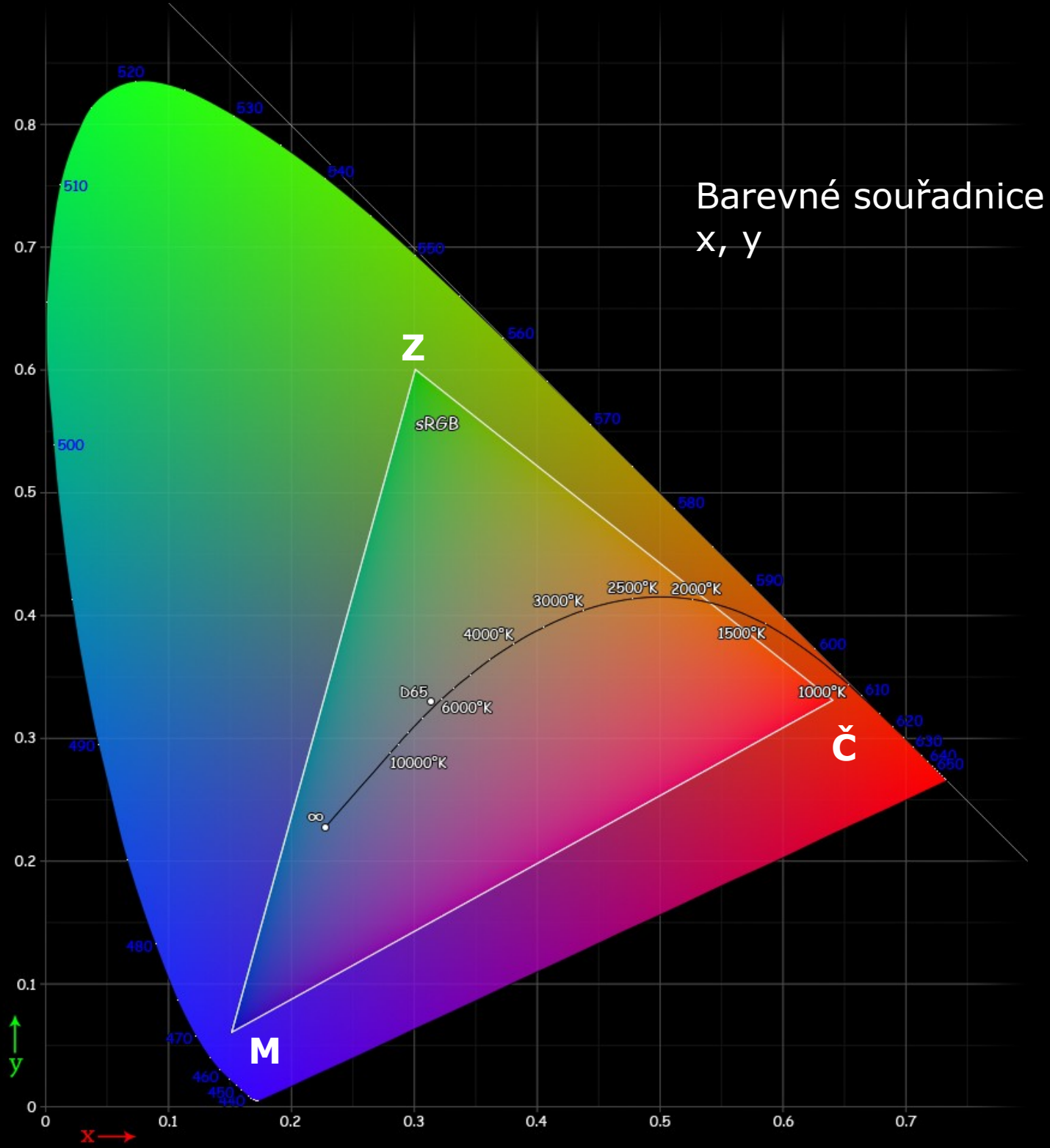
Čípky na sítnici oka a CCD prvek



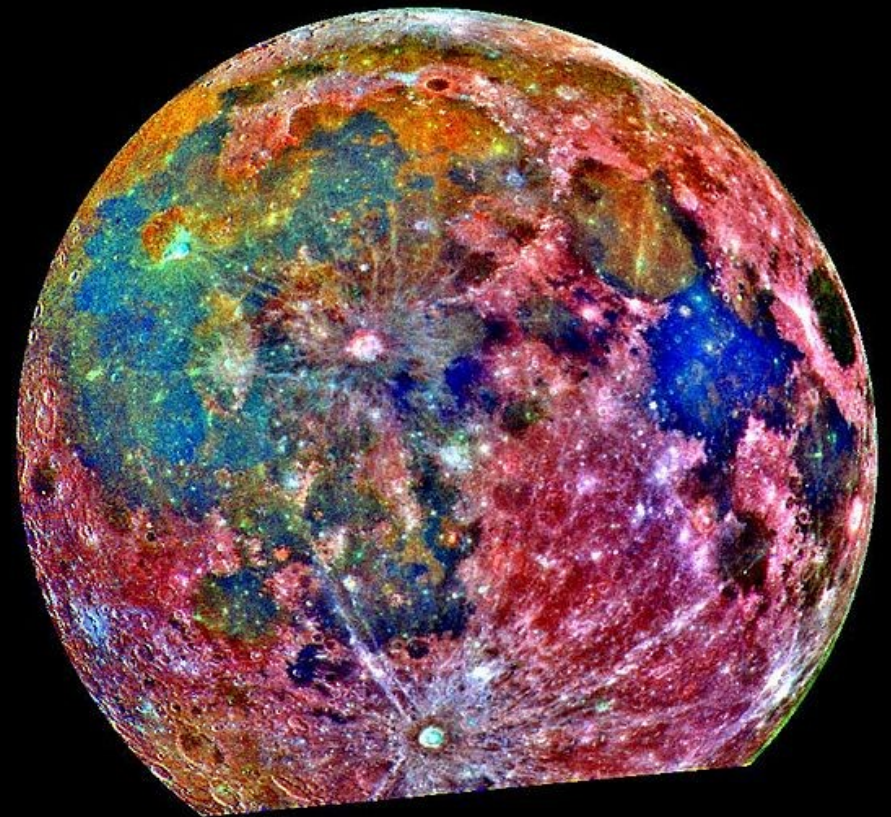
130 Mpx + 7 Mpx



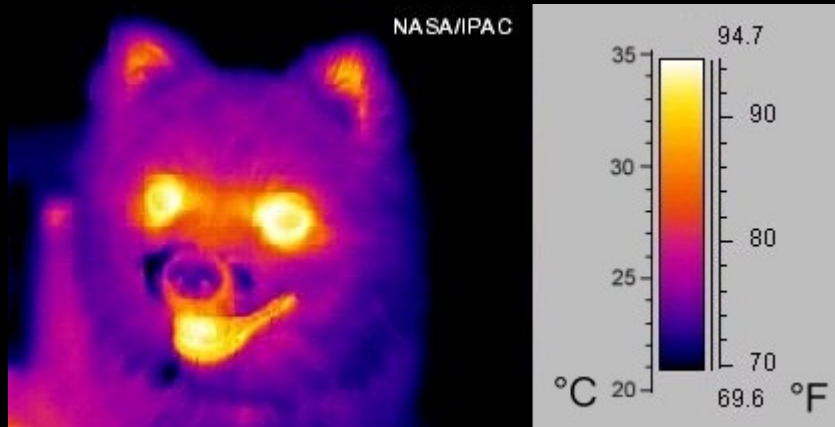
? Mpx

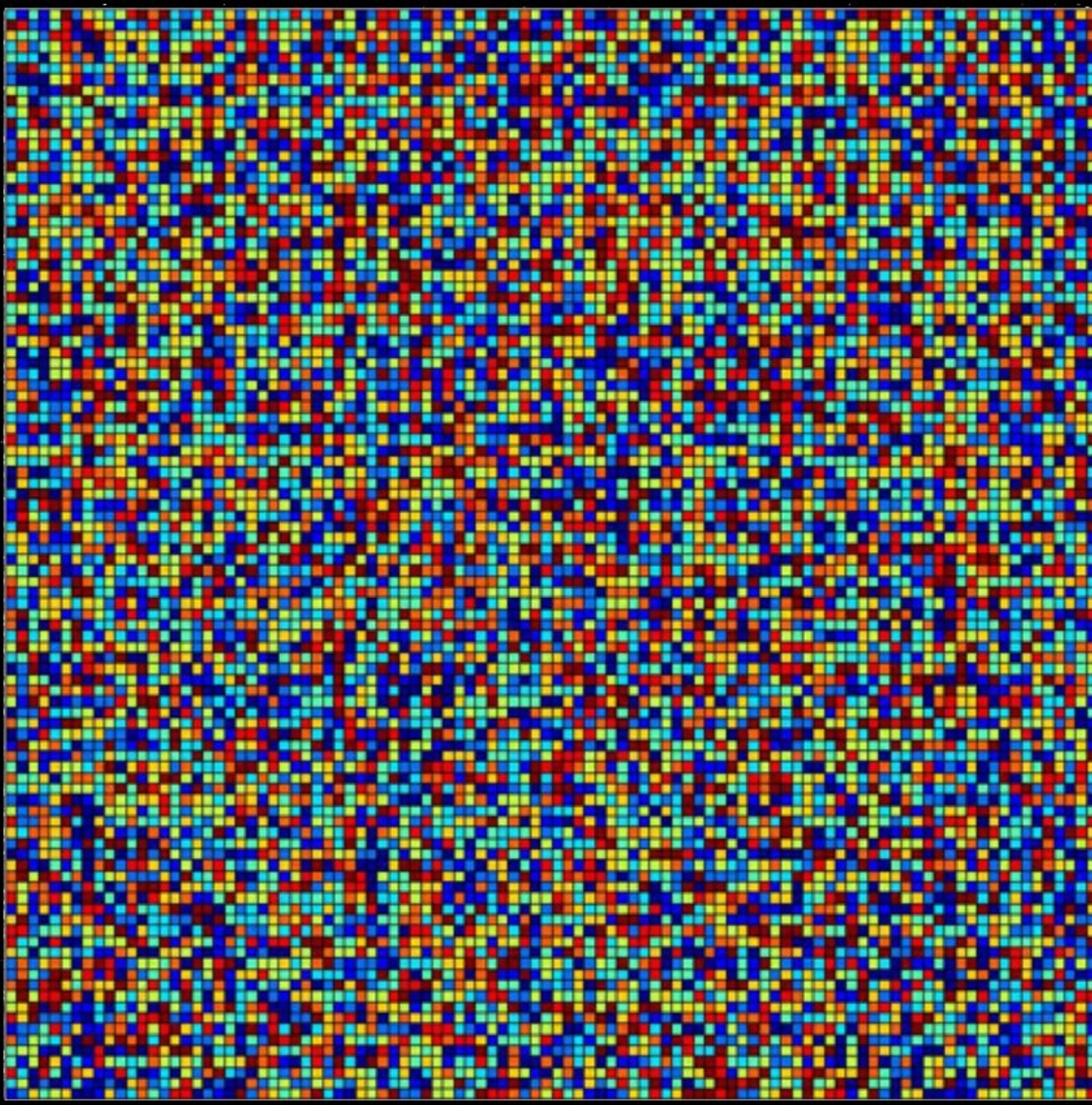


Falešné barvy

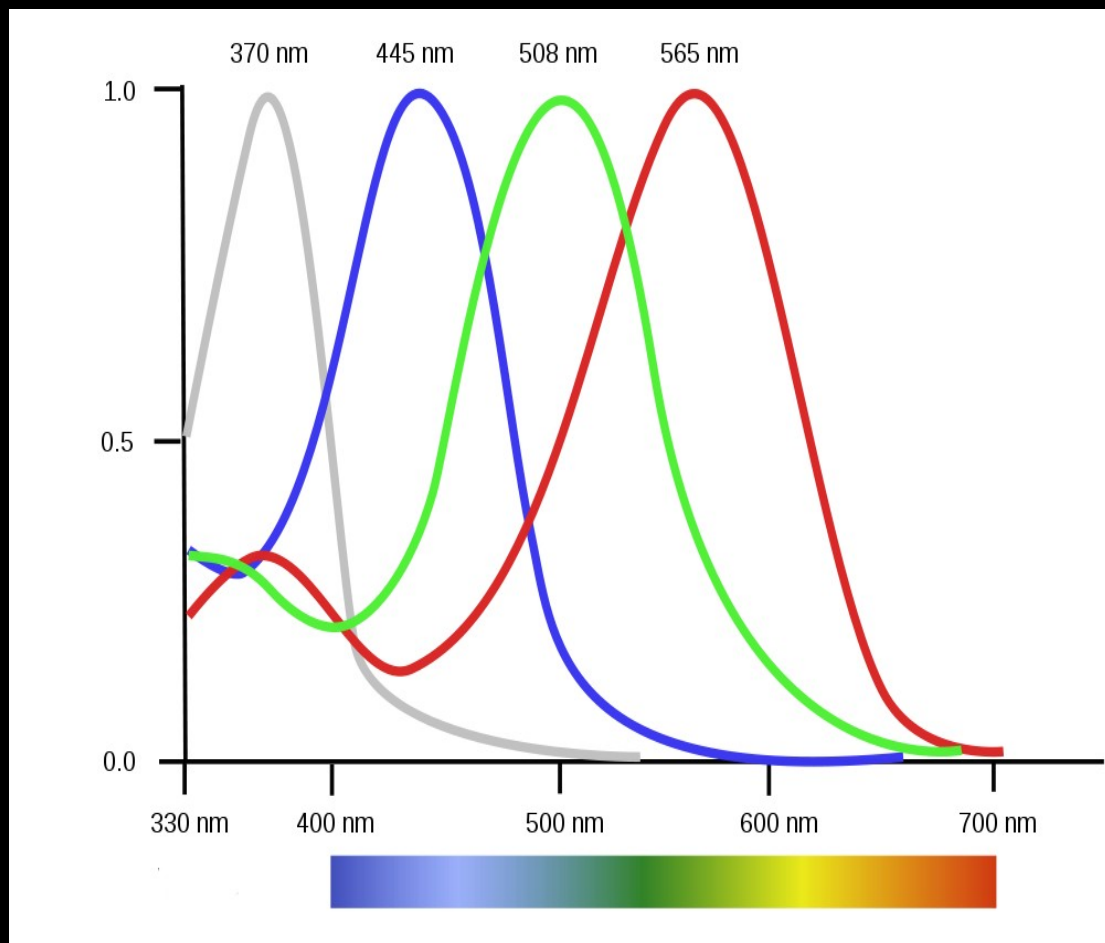


Barevné kódování





Čtyř čípkové vidění ptáků



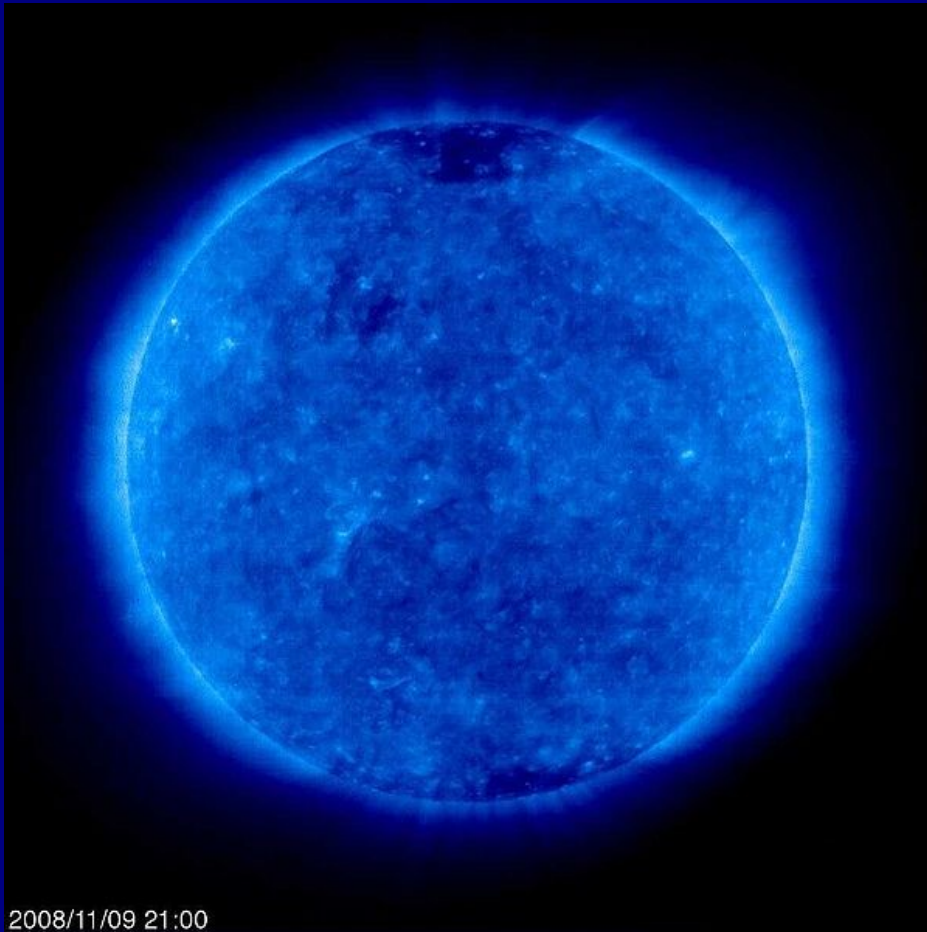


Frederick William Herschel - 1800



Objev
infračerveného
záření

Johann Wilhelm Ritter - 1801



Objev
ultrafialového
záření

Hz

10^{17}

10^{16}

10^{15}

10^{14}

10^{13}

10^{12}

10^{11}

1 nm

10 nm

100 nm

1000 nm

1 μm

10 μm

100 μm

1000 μm

1 mm

400 nm

500 nm

600 nm

700 nm

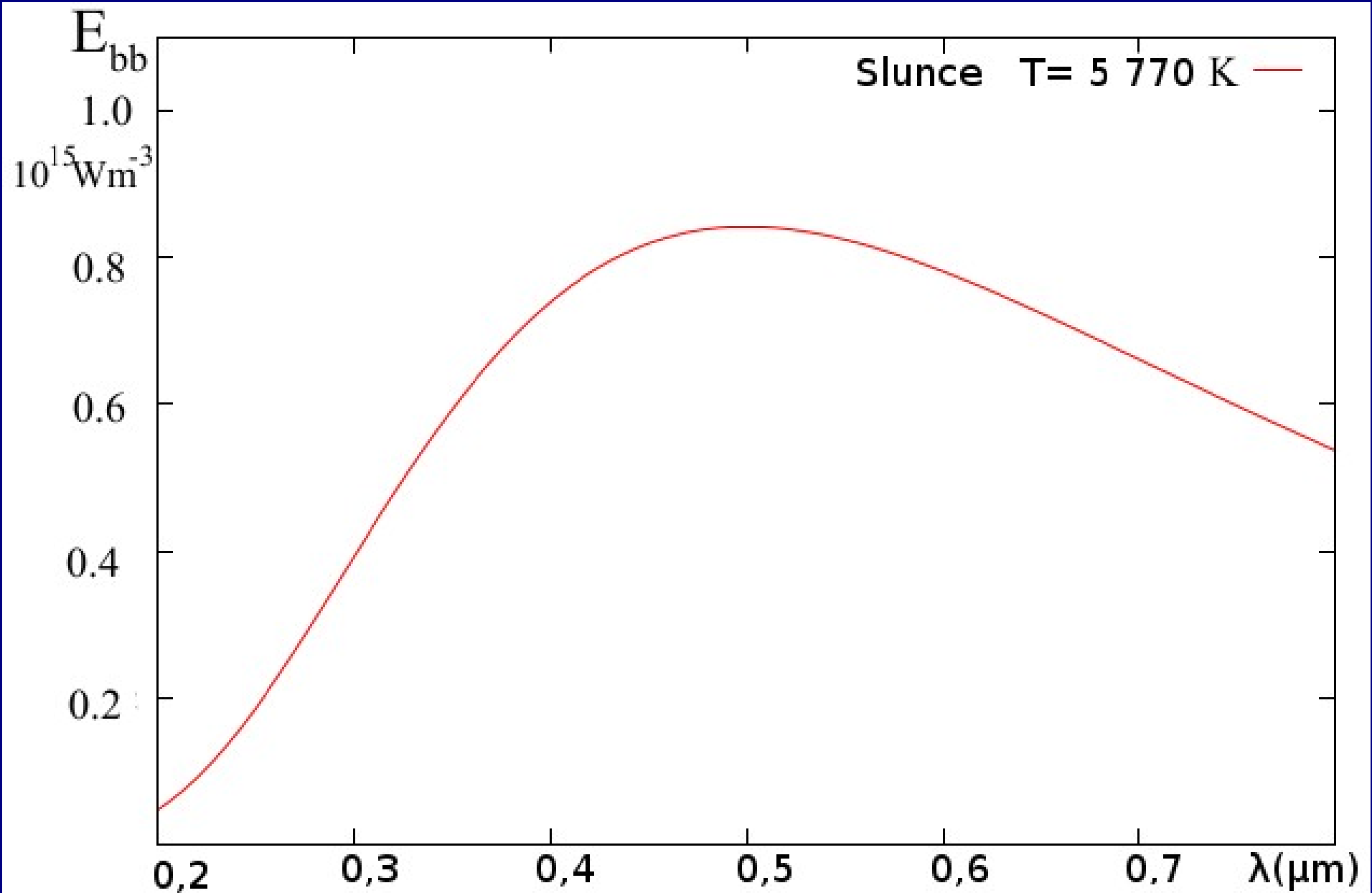
ultra fialové

viditelné

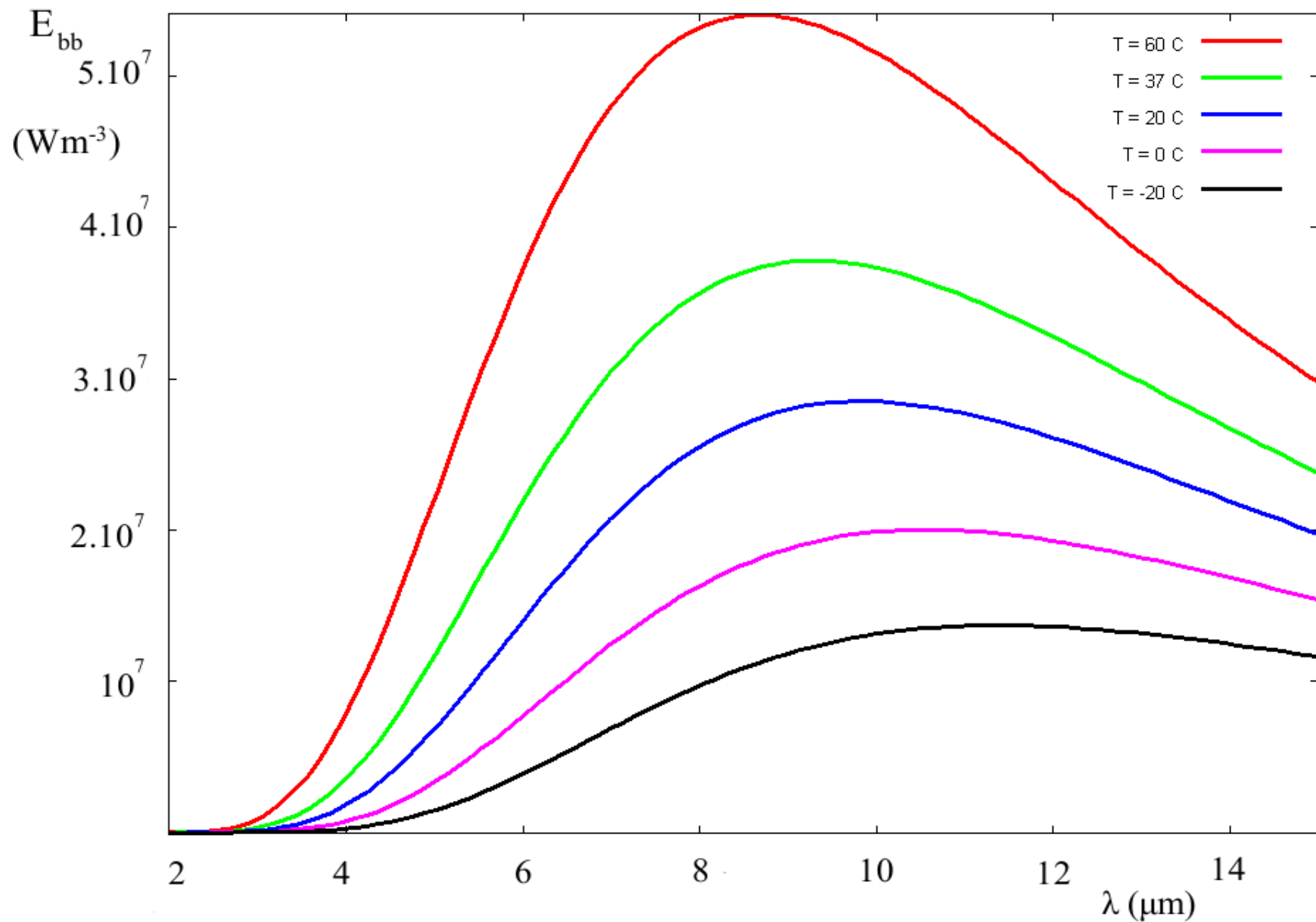
infra červené



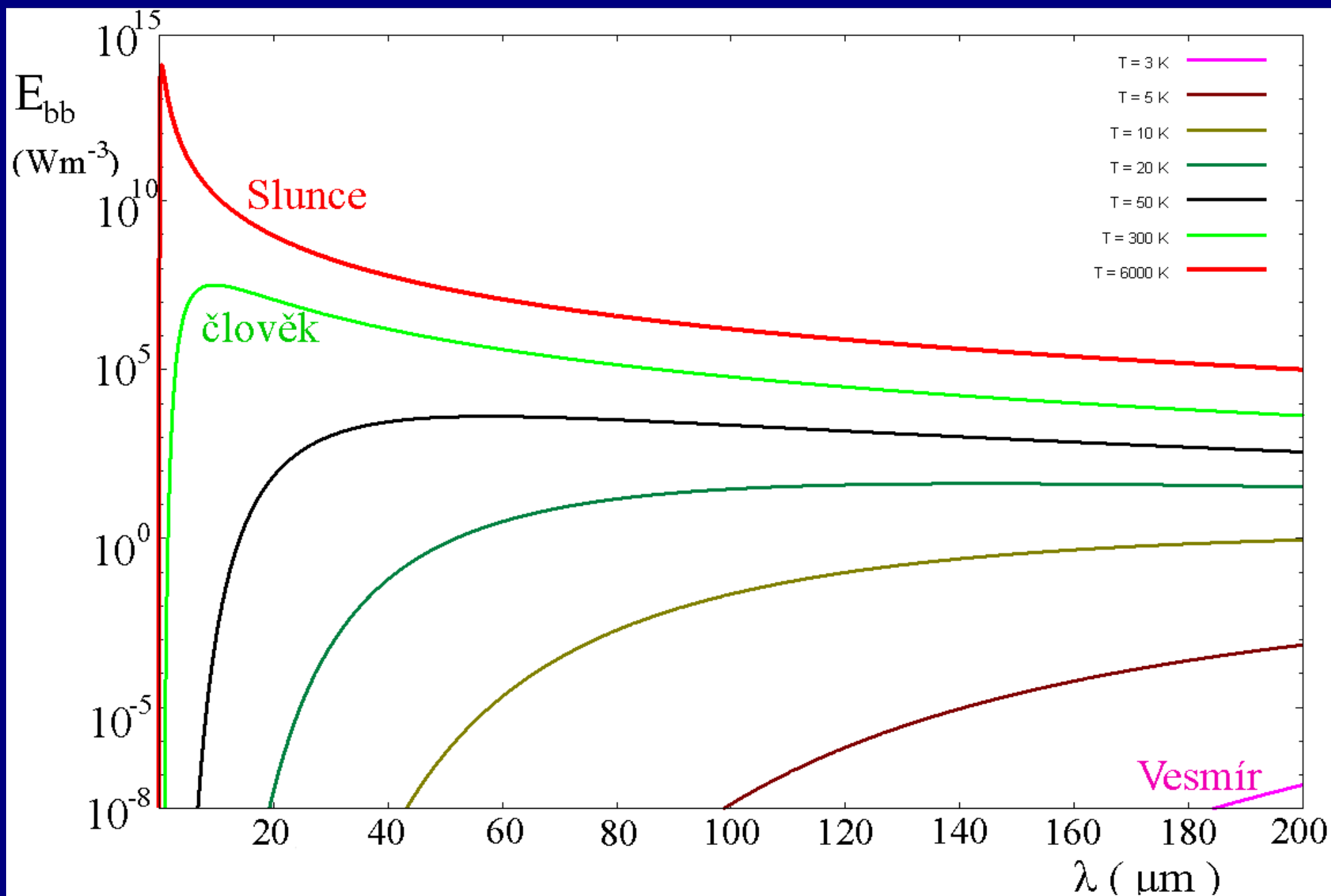
Spektrální vyzařování Slunce



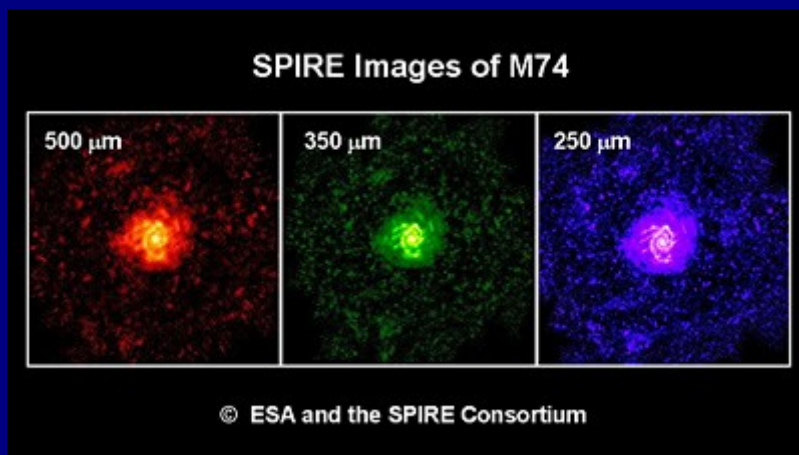
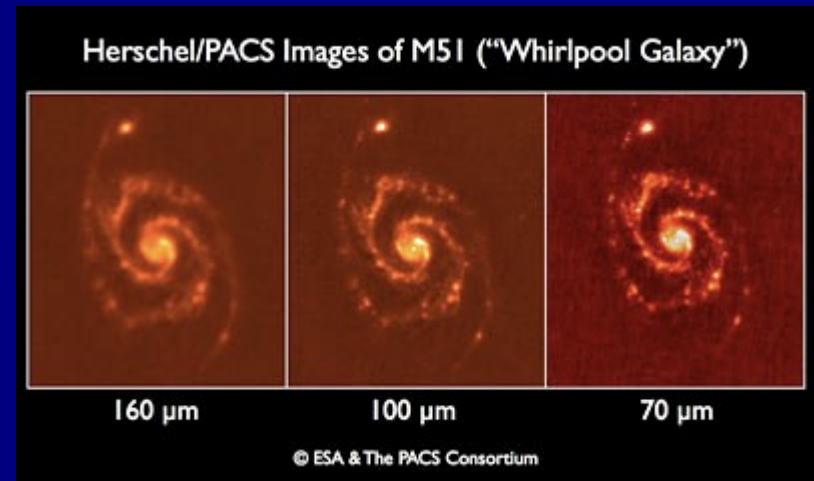
Záření černého tělesa pro teploty života



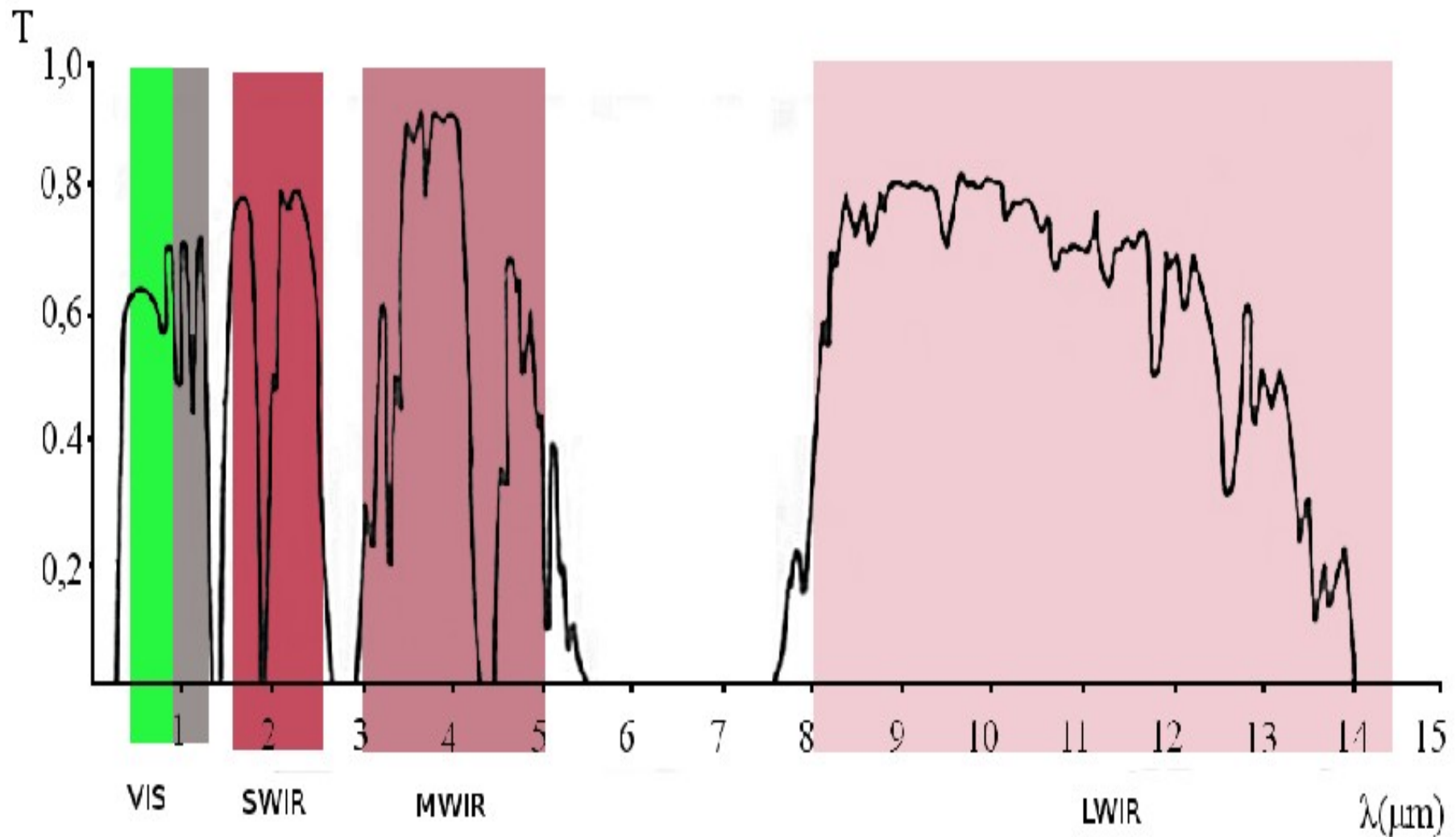
Záření černých těl – logaritmická stupnice



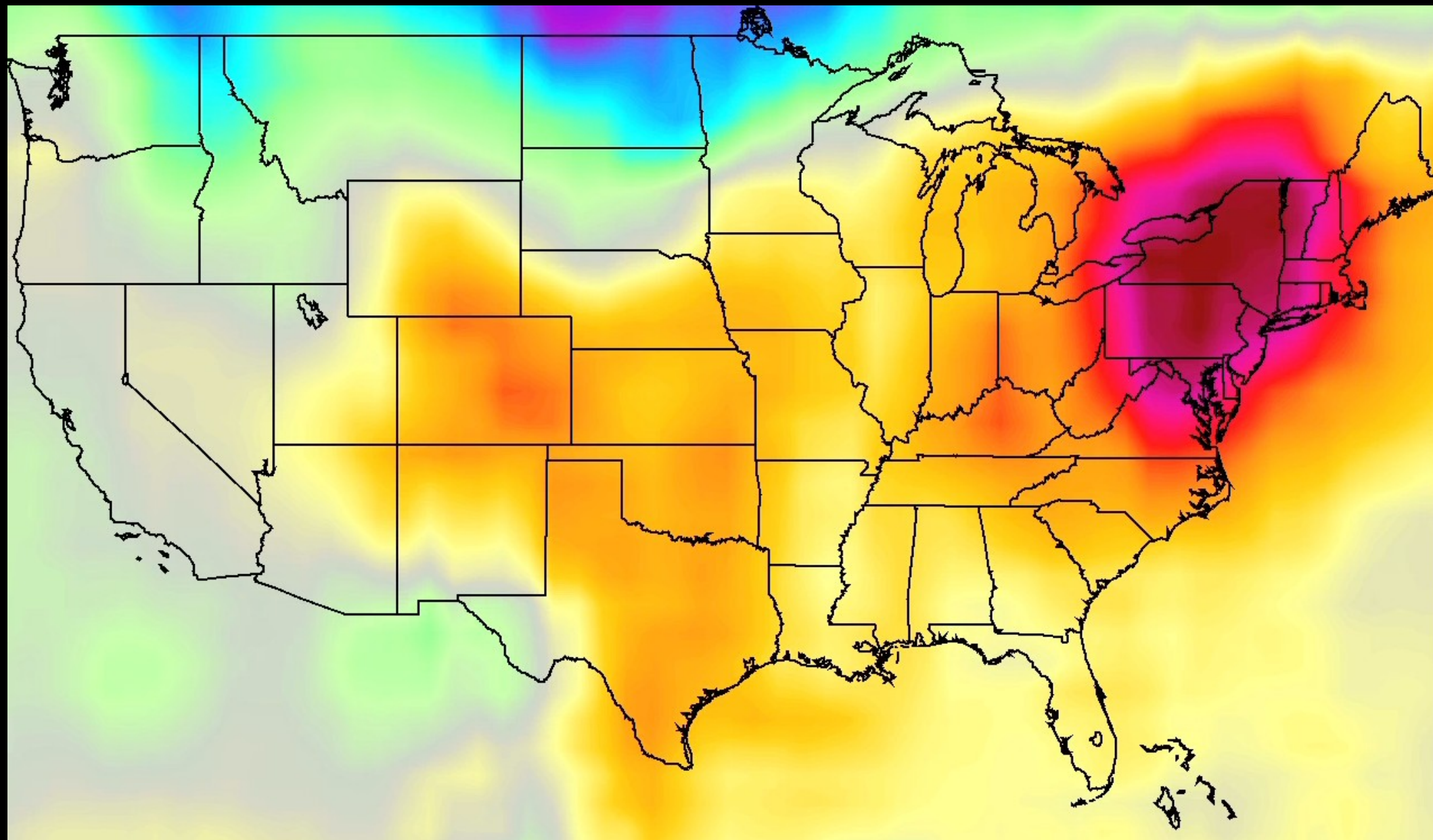
Astronomie - Herschelův dalekohled - 2009

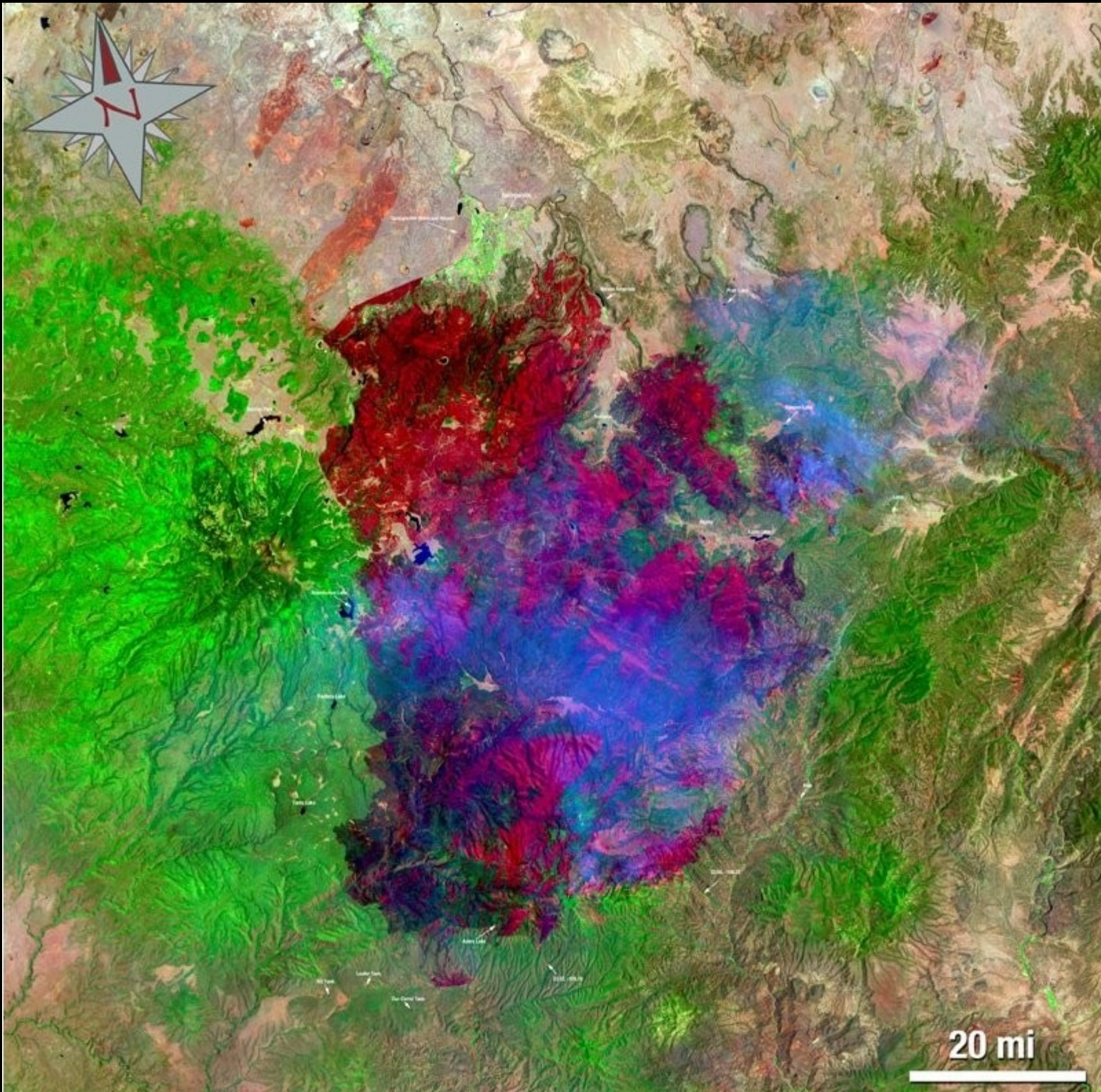


Propustnost atmosféry Země







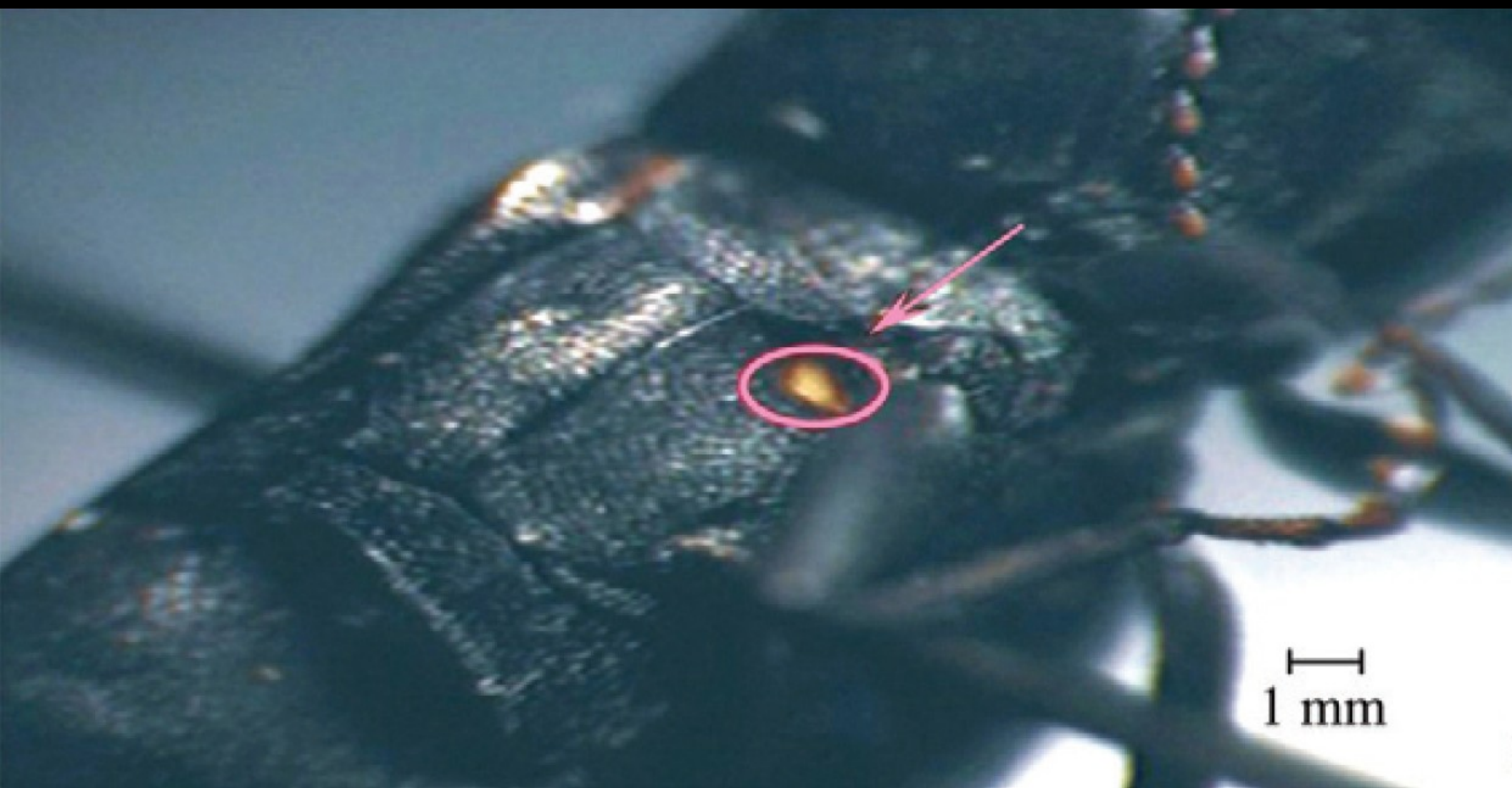


20 mi

Krasec ohňový

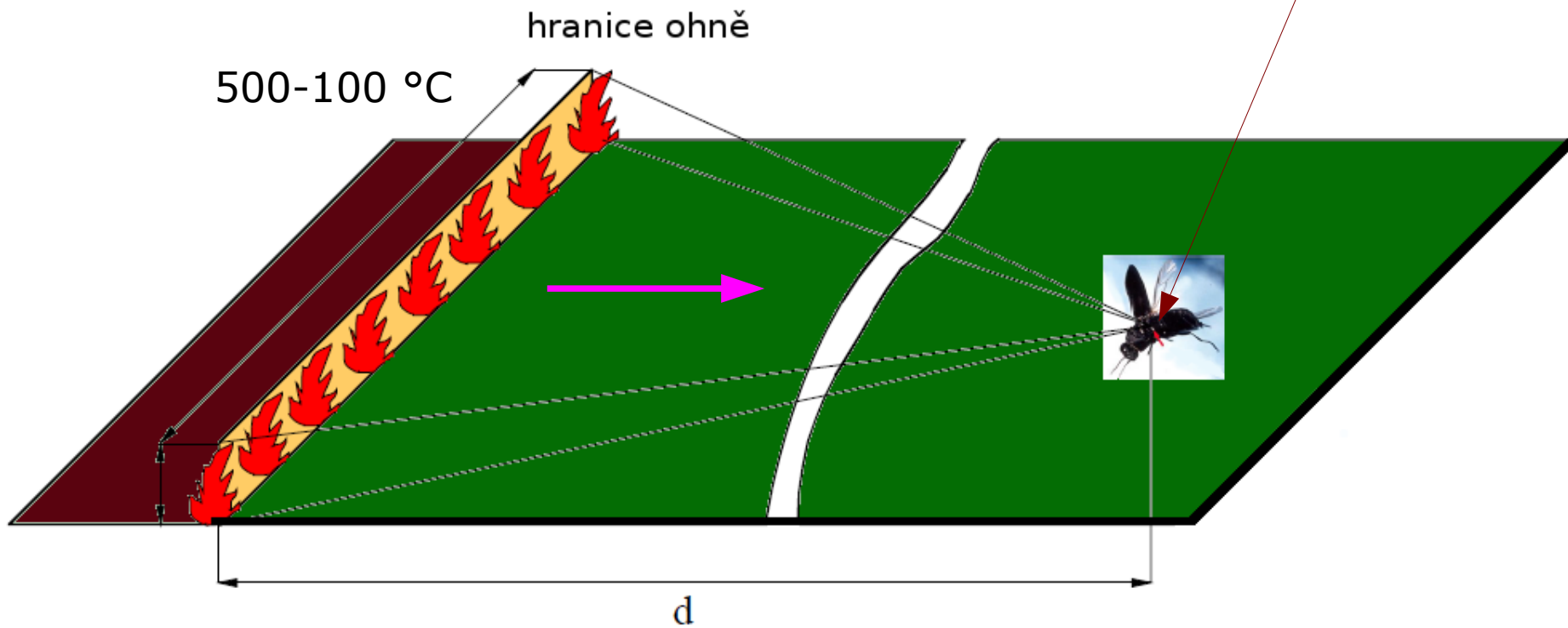
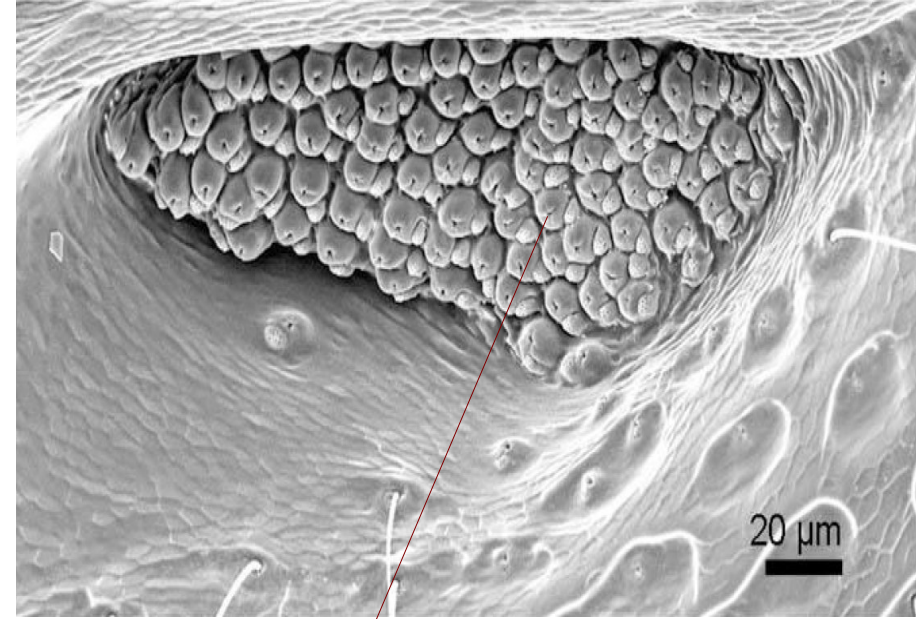
Melanophila acuminata



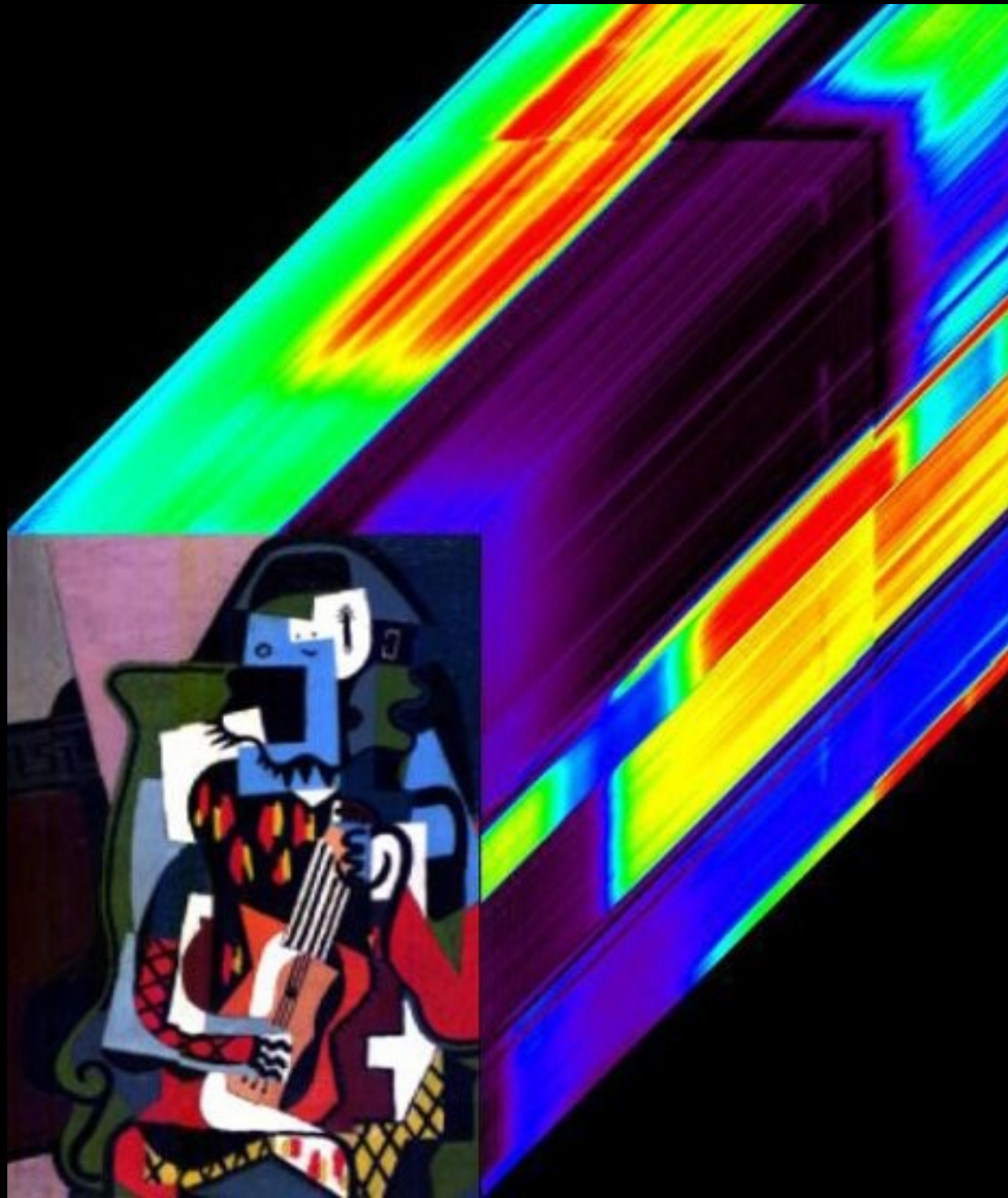


1 mm

Kravec ohňový a jeho dlouhý let k ohni

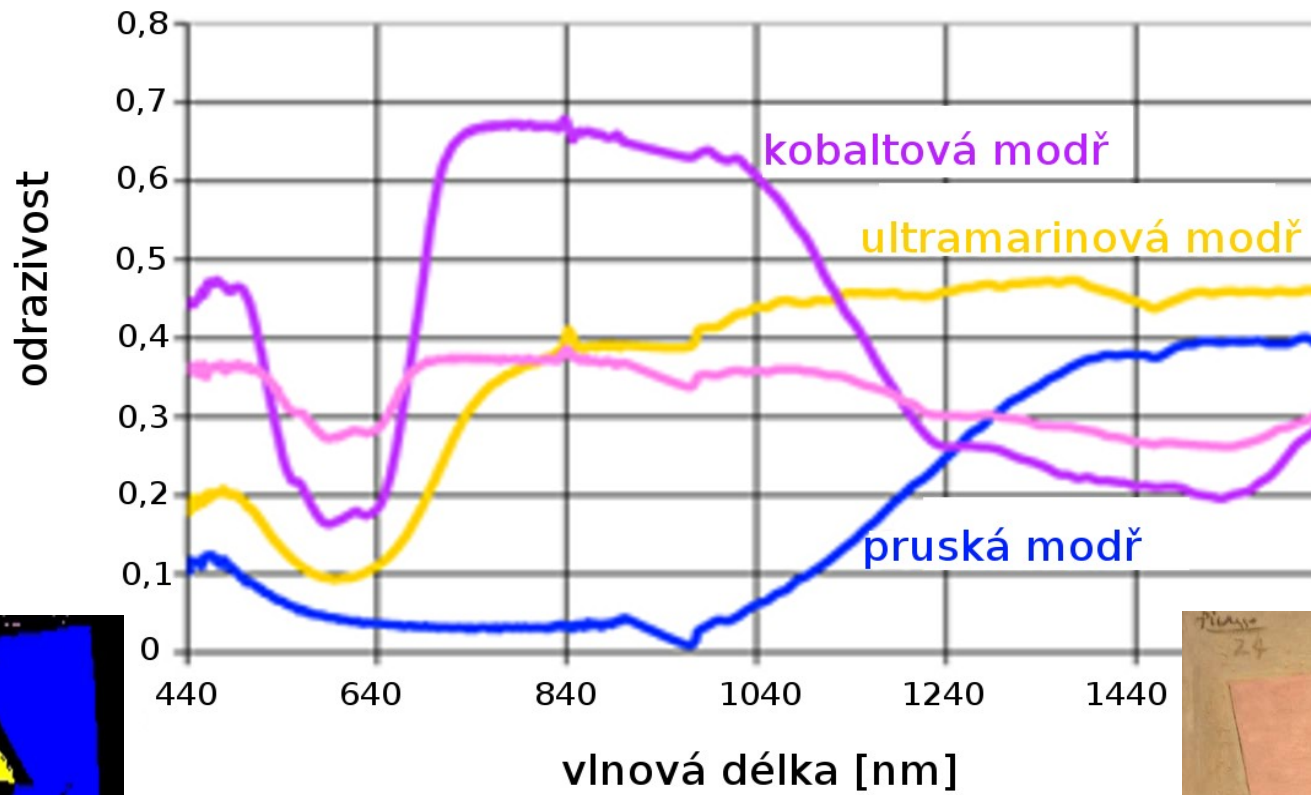








Hyperspektální analýza VIS + SWIR





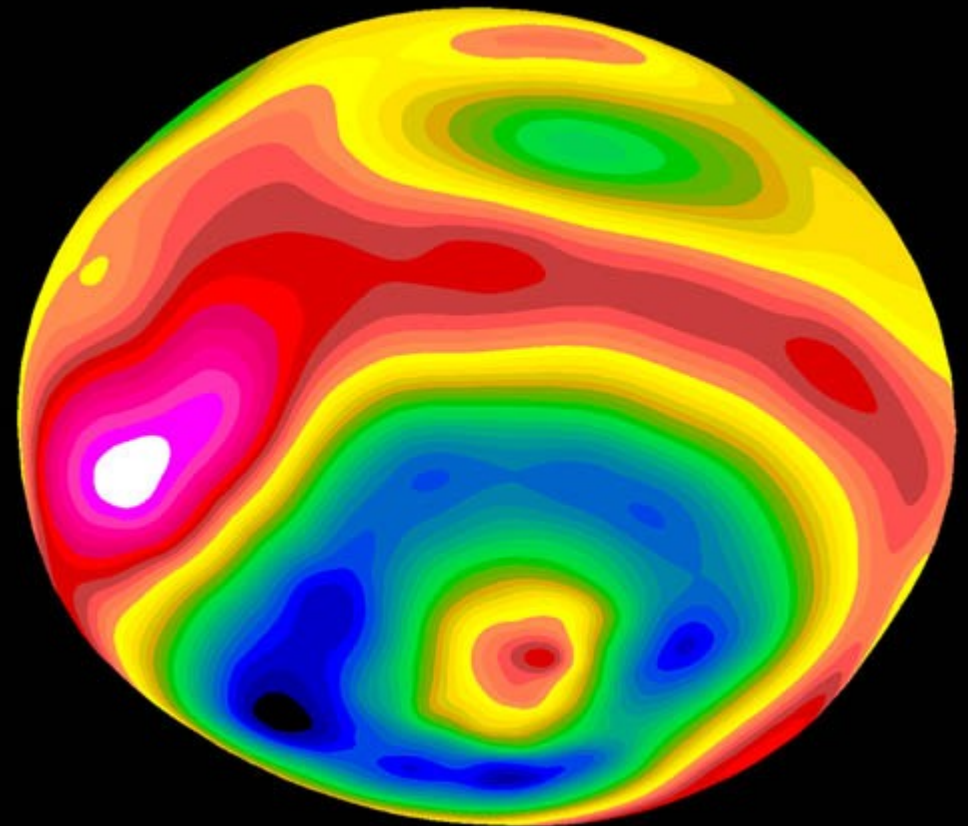
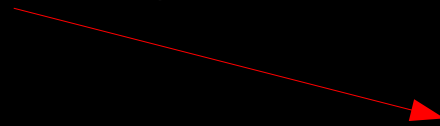


Planetka Vesta

snímky z Hubbleova dalekohledu



78 snímků



Rok 1997

Planetka Vesta

sonda Svítání (Down)



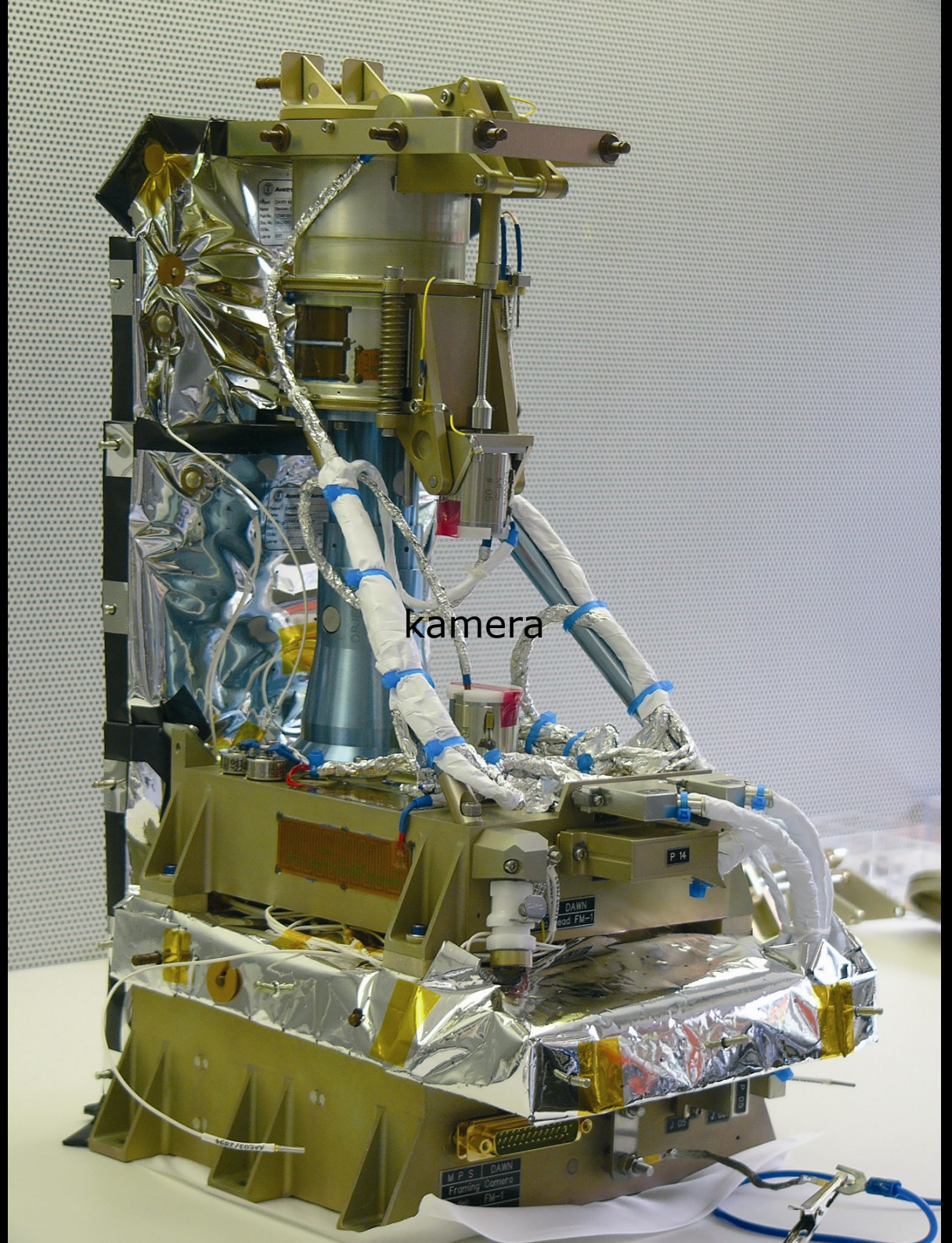
22. 9. 2011

40 km

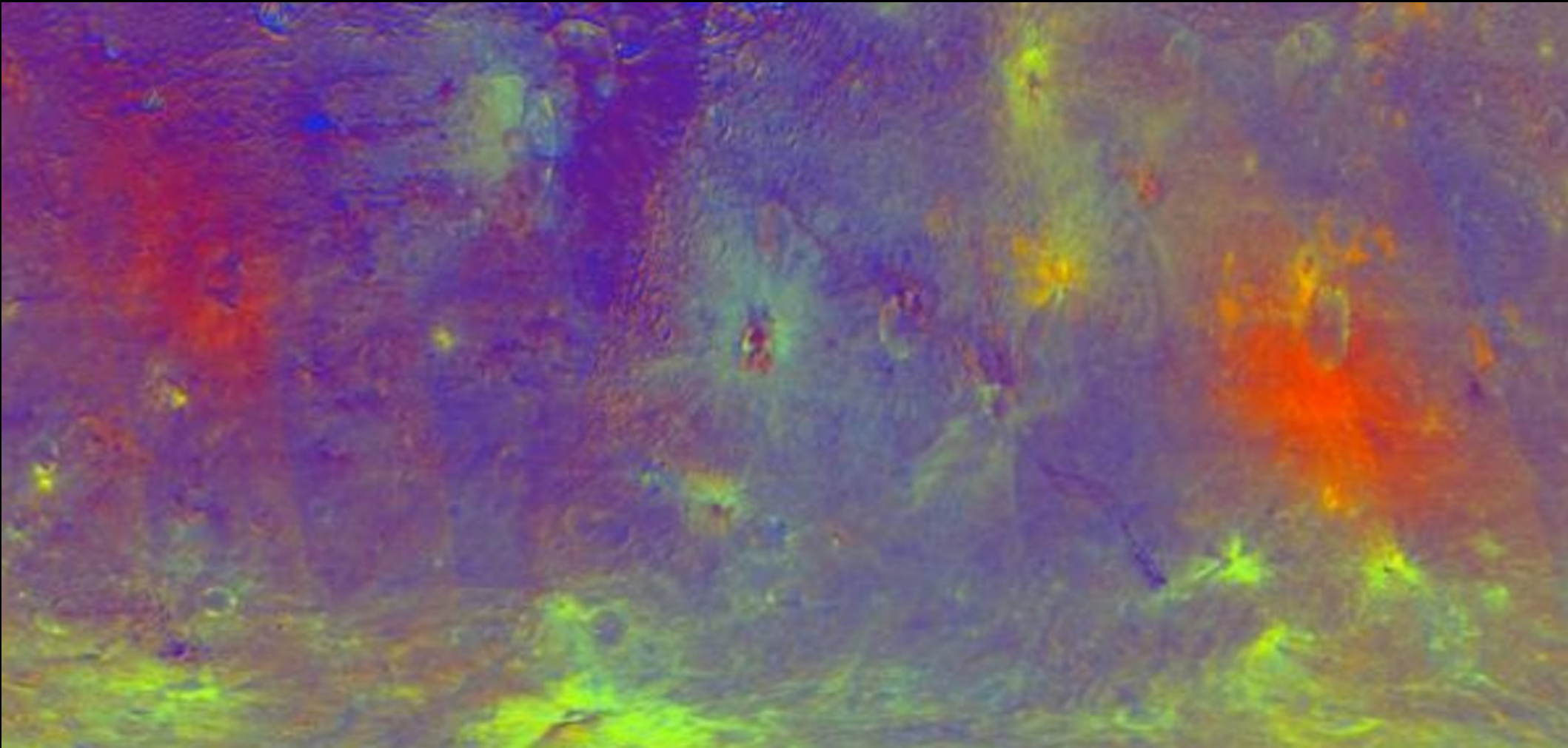
Mise Down 2007 2018



Kamera sondy Dawn
7 barevných filtrů

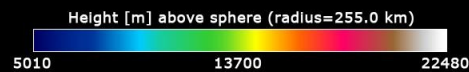
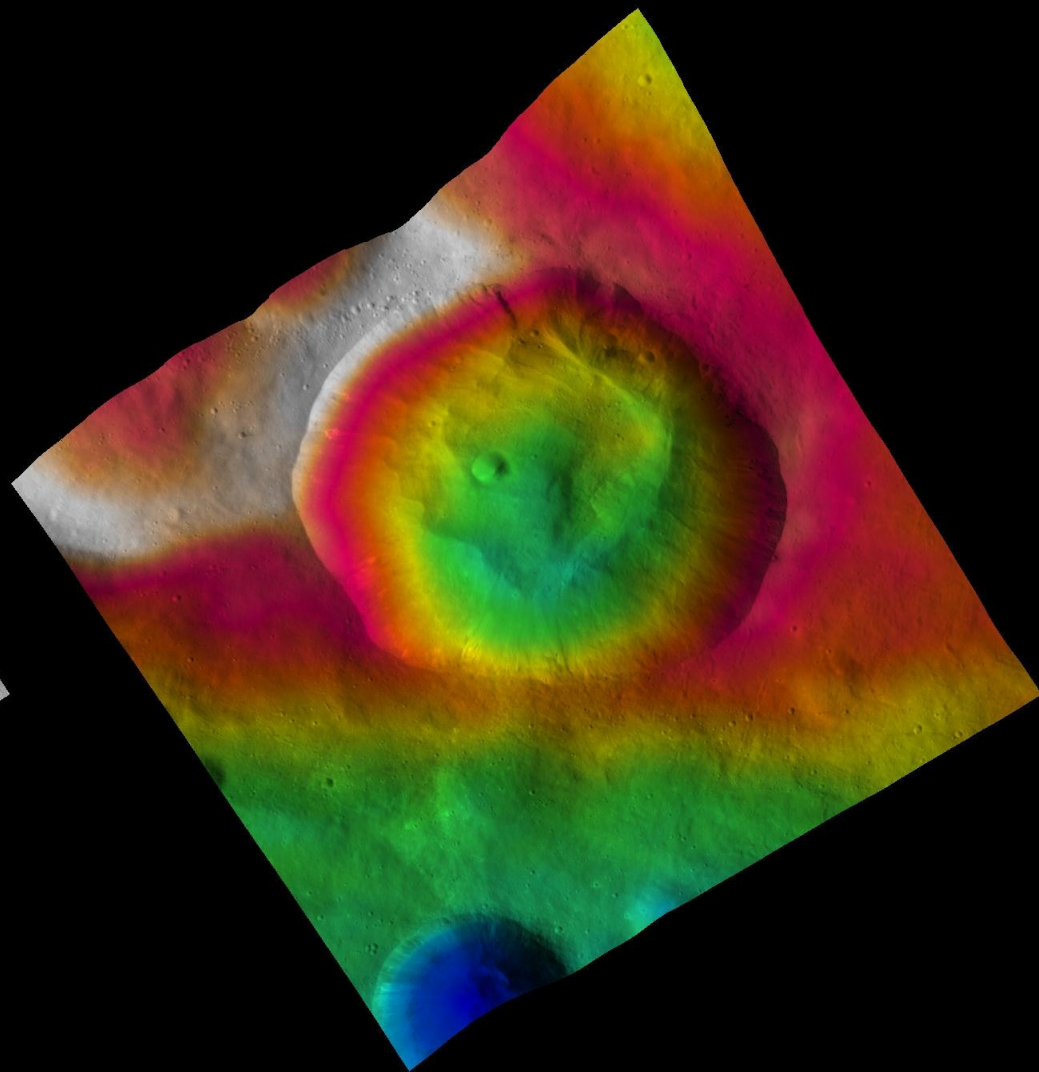
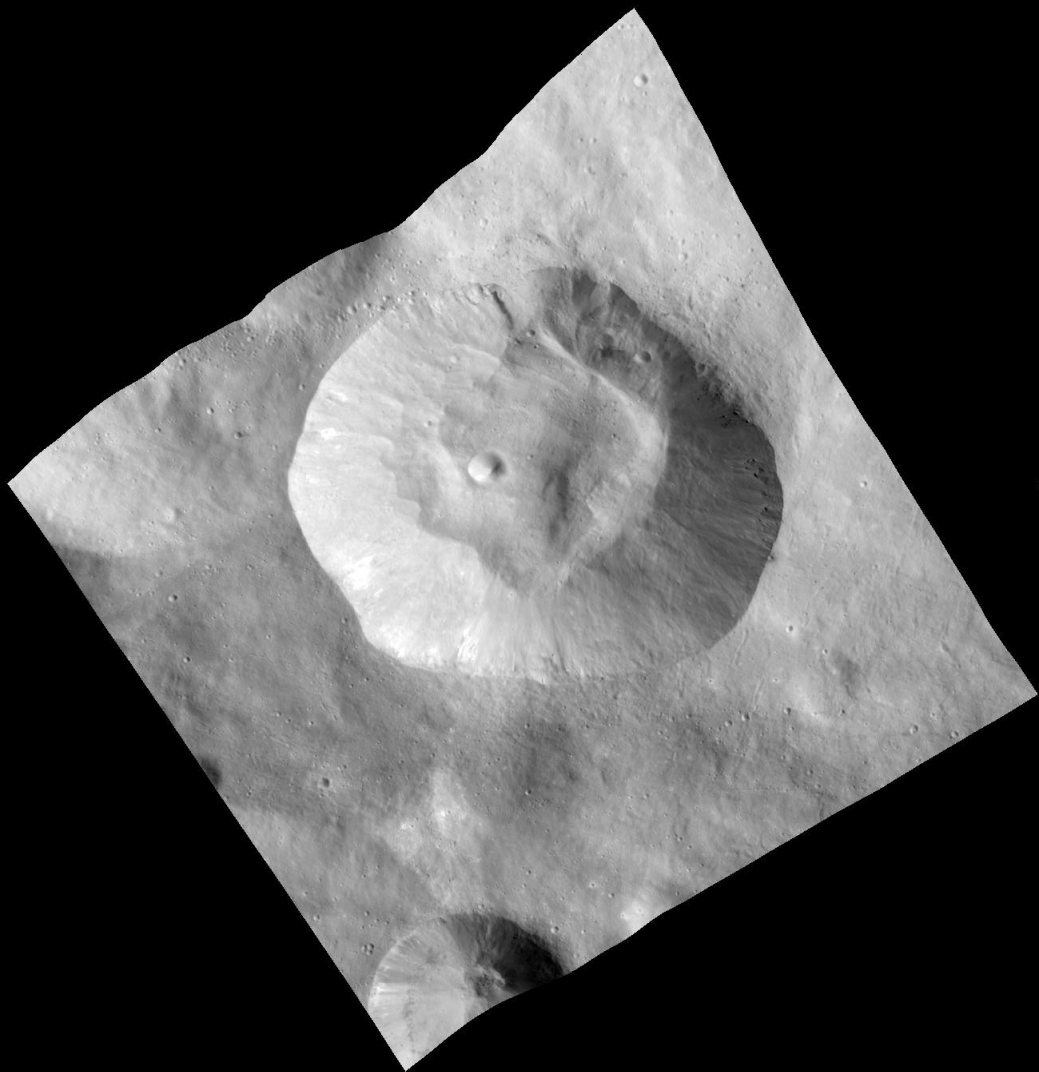


Vesta v nepravých barvách



16. 9. 2011

Barevné kódování výšek



vzdálenost 700 km
rozlišení 70 m

19. 1. 2012

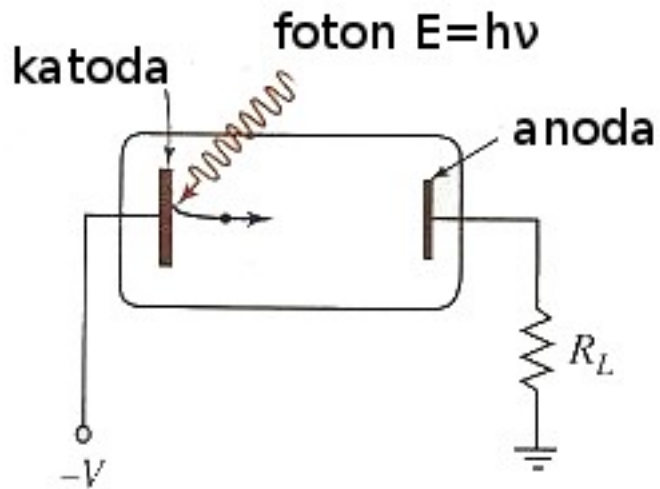
Proč člověk nevidí v noci ?

Velikost osvětlení

objekt	E [lx]	počet fotonů s ⁻¹ cm ⁻²
Slunce	10 ⁵	10 ¹⁴
zatažený den	10 ³	10 ¹²
Měsíc	10 ⁻¹	10 ⁸
hvězdné nebe	10 ⁻³	10 ⁶
tmavá noc	10 ⁻⁴	10 ⁵

Pozorujeme- li za tmavé noci předmět ze vzdálenosti 1 m dostávají se do pupily oka z 1 cm² předmětu přibližně jednotky fotonů za sekundu.

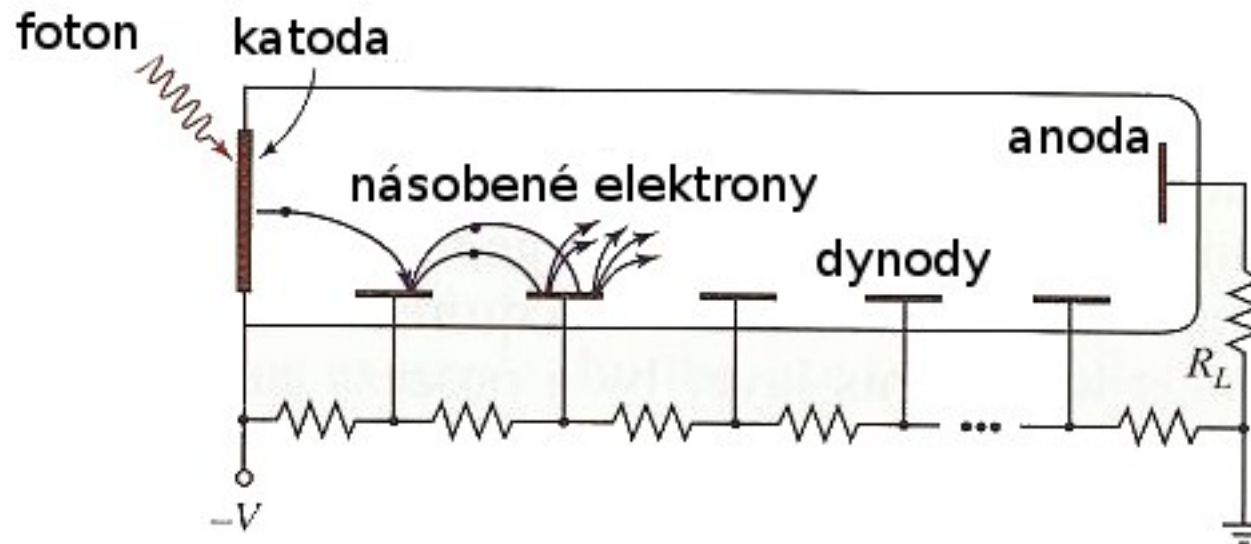
Fotonásobiče



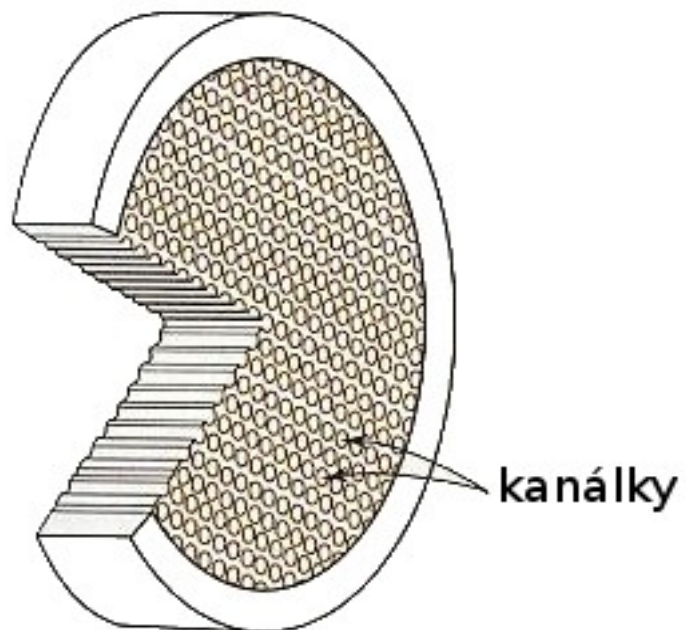
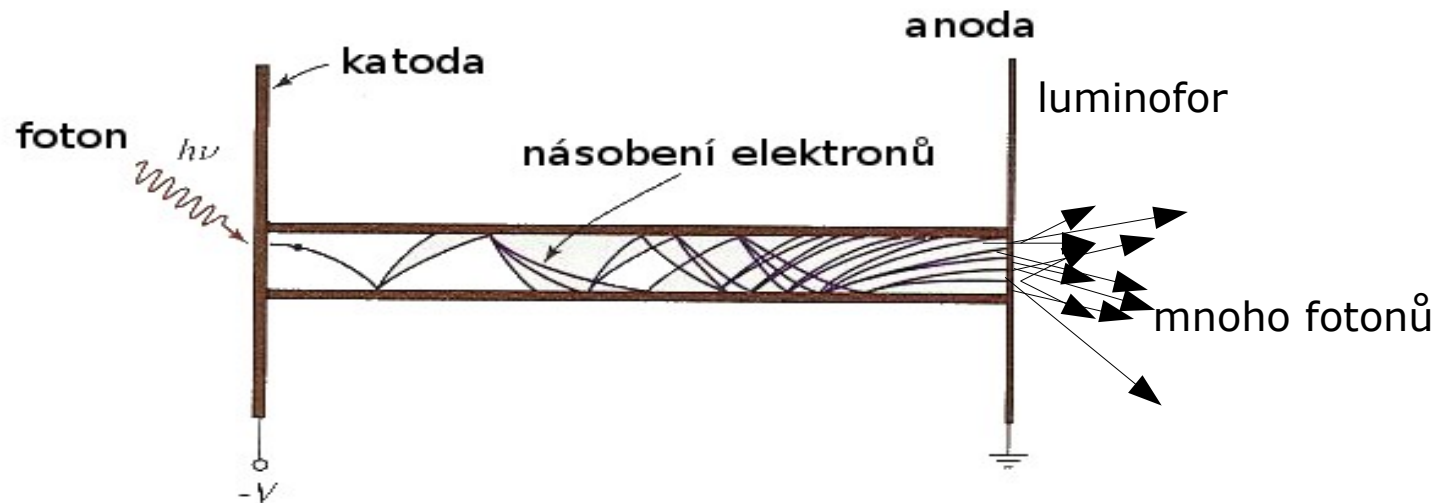
Einsteinův zákon

$$h\nu = A + \frac{1}{2}v^2$$

A ... výstupní práce
 v ... rychlost elektronu



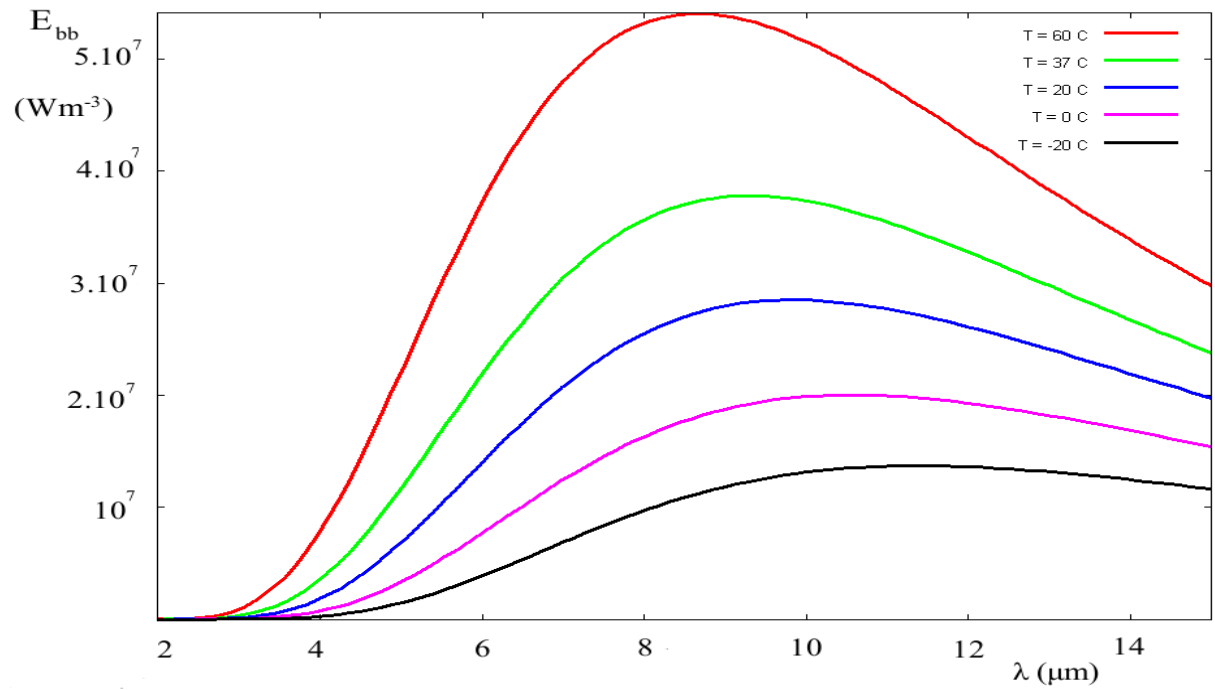
Kanálkový zesilovač obrazu



Noktovizní přístroje v armádě



Proč člověk nevidí ve tmě ?



Rozlišovací schopnost

$$y = 1.22 \lambda c$$

VIS

$$\lambda = 0.5 \mu\text{m}$$

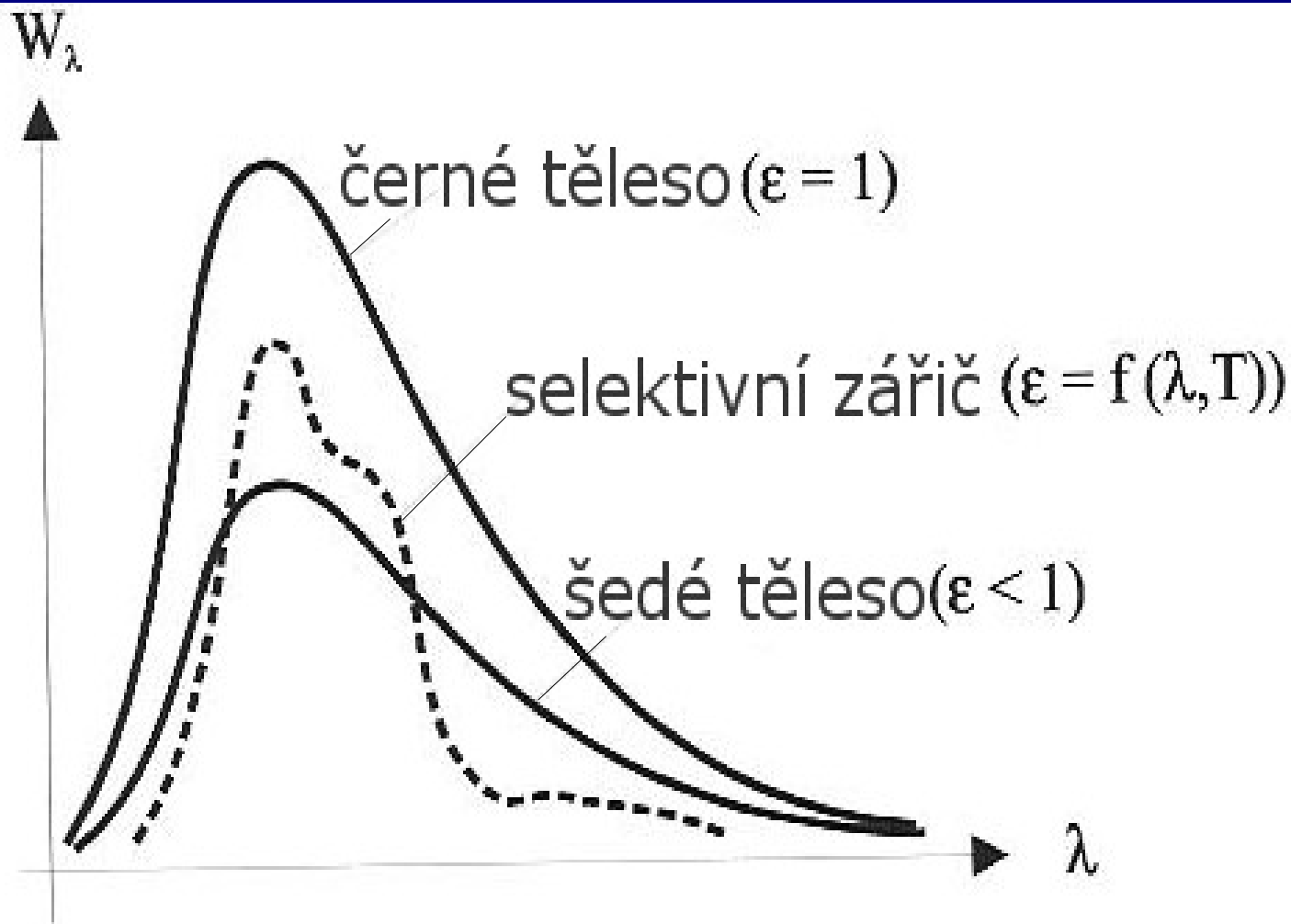
MWIR

$$\lambda = 4.0 \mu\text{m}$$

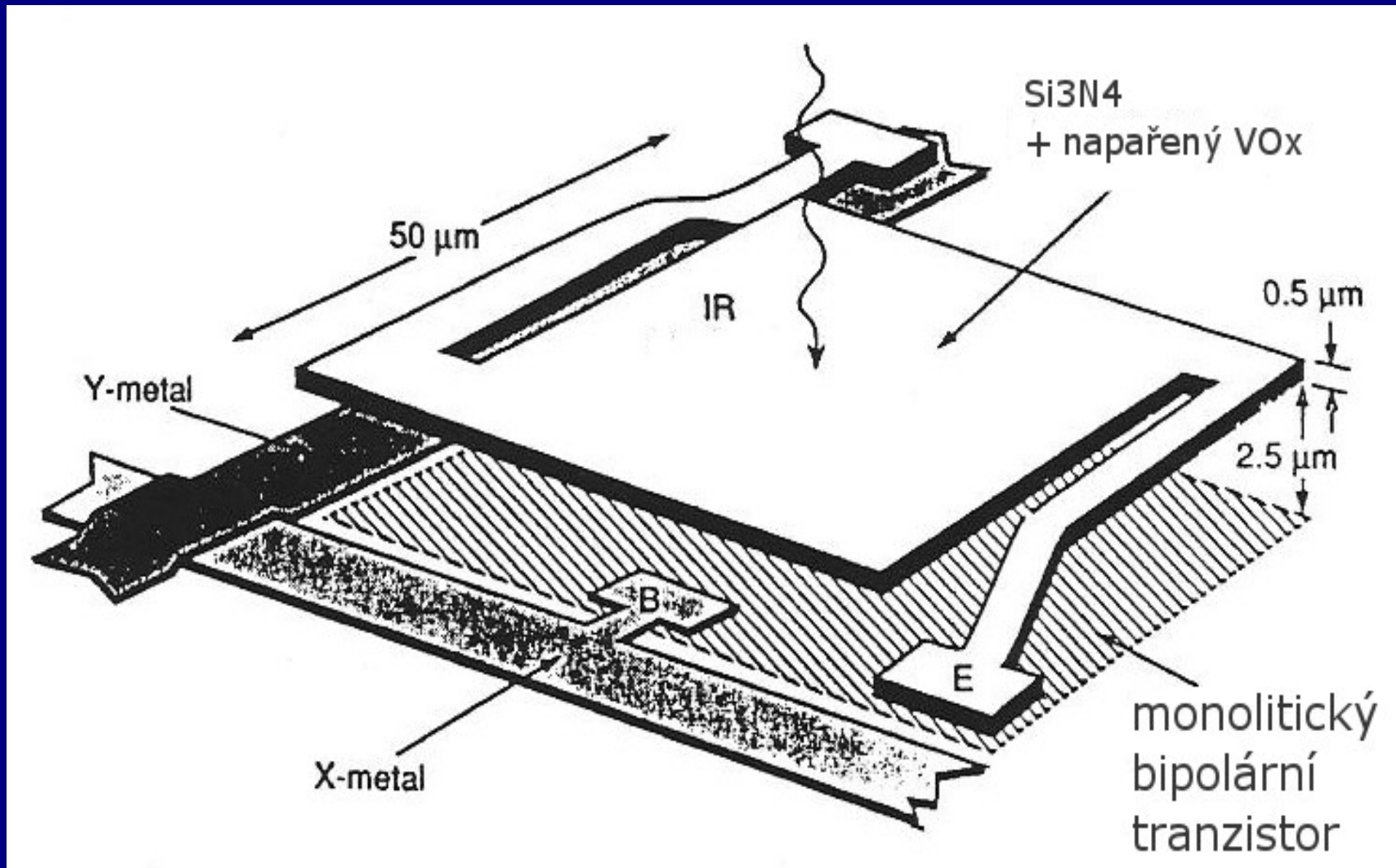
LWIR

$$\lambda = 10 \mu\text{m}$$

Emisivita cíle a pozadí



Nechlazená termovize – odporový bolometr LWIR



Chlazená termovize - SWIR, MWIR

Detektory na bázi: **HgCdTe (MST)**
InSb





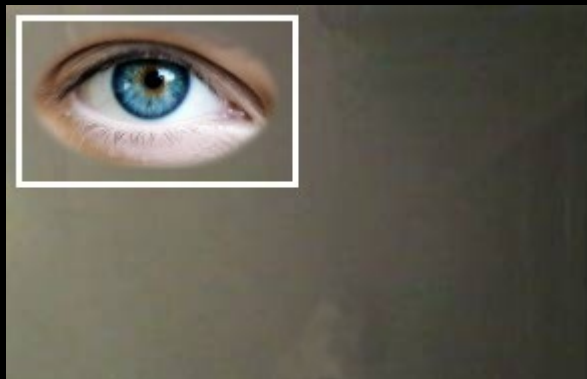




Termovize v armádě



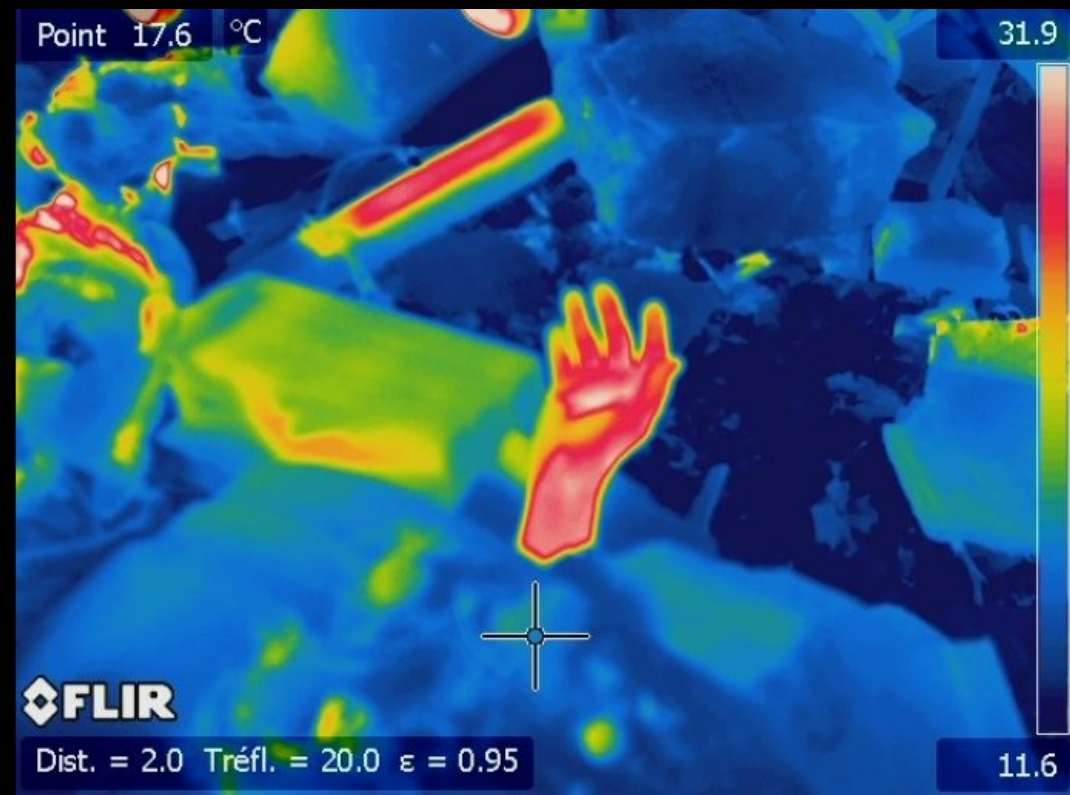
Termovize pro ochranu a bezpečnost





Chceme vidět kam jedeme





Obrazová fúze - katedra optiky + Pramacom-HT



Fúze snímků



Děkujeme za Vaši pozornost

nyní

praktická ukázka

Literatura:

Aki P. Mäyrä, Agapios Agapiou, Lars Hildebrand, Kai M. Ojalaa, Katerina Miked, Milt Statheropoulos: Optical sensors for urban search and rescue operations.

Helmut Schmitz, Volkmar Norkus, Norbert Hess, Herbert Bousack: The Infrared Sensilla in the Beetle *Melanophila acuminata* as model for new infrared sensors.