

ISS a trpaslíci

výzkumná zpráva z astronomie a geometrie

Tomáš Böhm a Tereza Böhmová

leden 2022

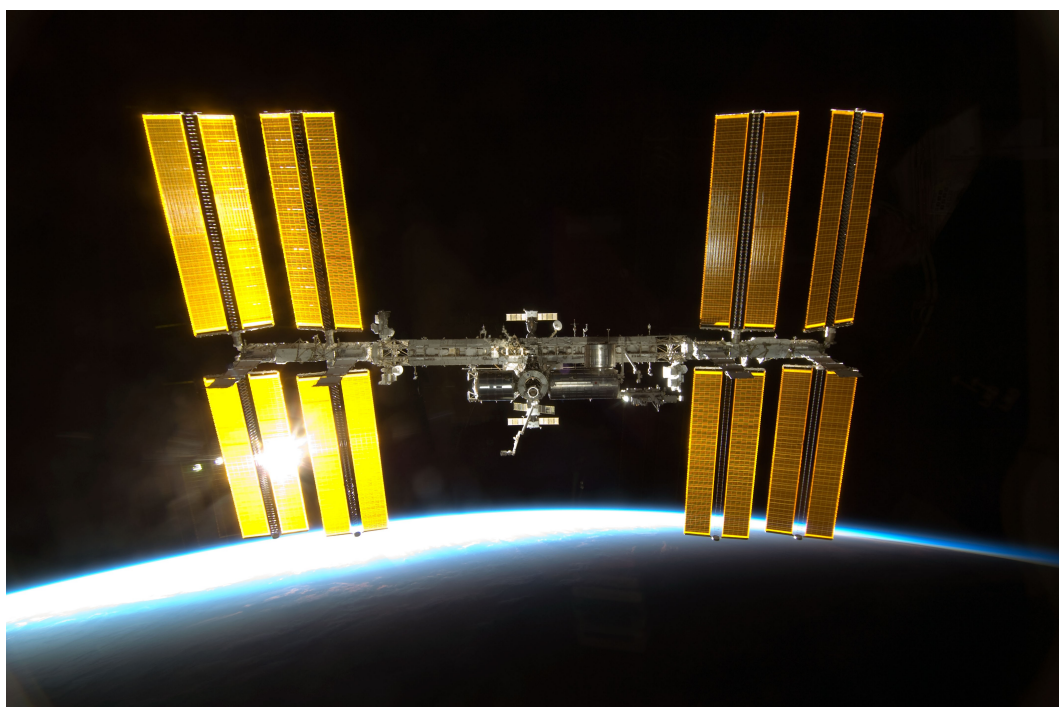


Foto: NASA

Úvod

V pondělí 17. ledna 2022 byl úplněk a astrofotografovi Petru Horálkovi z Fyzikálního ústavu Slezské univerzity v Opavě se podařilo udělat snímek Měsíce, na kterém je zachycená Mezinárodní vesmírná stanice ISS, která před ním zrovna prolétala. Fotografie byla zveřejněna v médiích a my jsme se rozhodli, že pomocí ní zkusíme vypočítat vzdálenost ISS od Země (Terka), nebo velikost ISS (Tom).

<https://www.novinky.cz/veda-skoly/clanek/fotograf-na-opavsku-zachytil-prulet-iss-pred-prvnim-letosnim-mesicnim-uplnkem-40384496>



Foto: Petr Horálek/FÚ v Opavě

Velikost ISS (Tom)

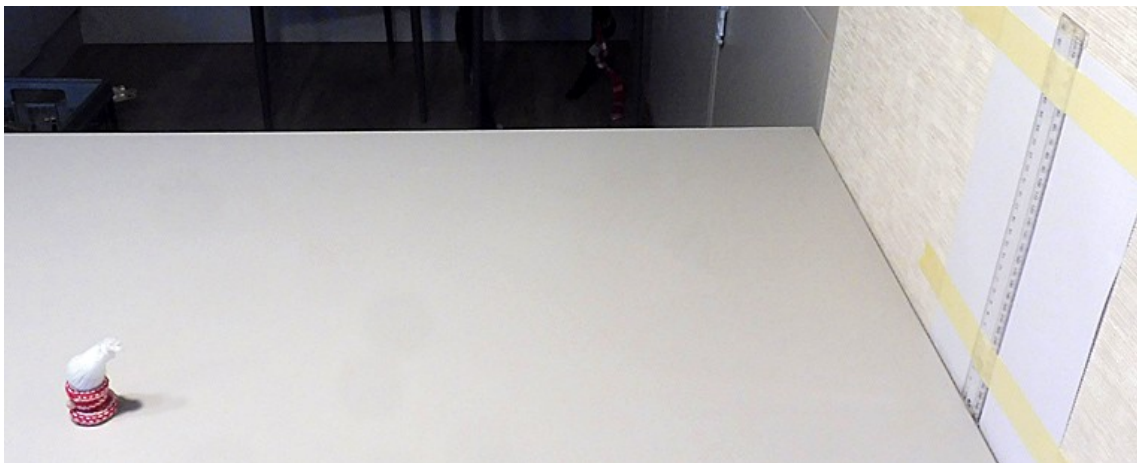
Víme z Wikipedie, že průměr Měsíce je přibližně 3500 km. Vytiskli jsme fotku pana Horálka, aby Měsíc byl velký 35 cm. V tom případě je jeden cm na fotce 100 km ve skutečnosti. Pak jsme změřili, jak je velká ISS na fotce.



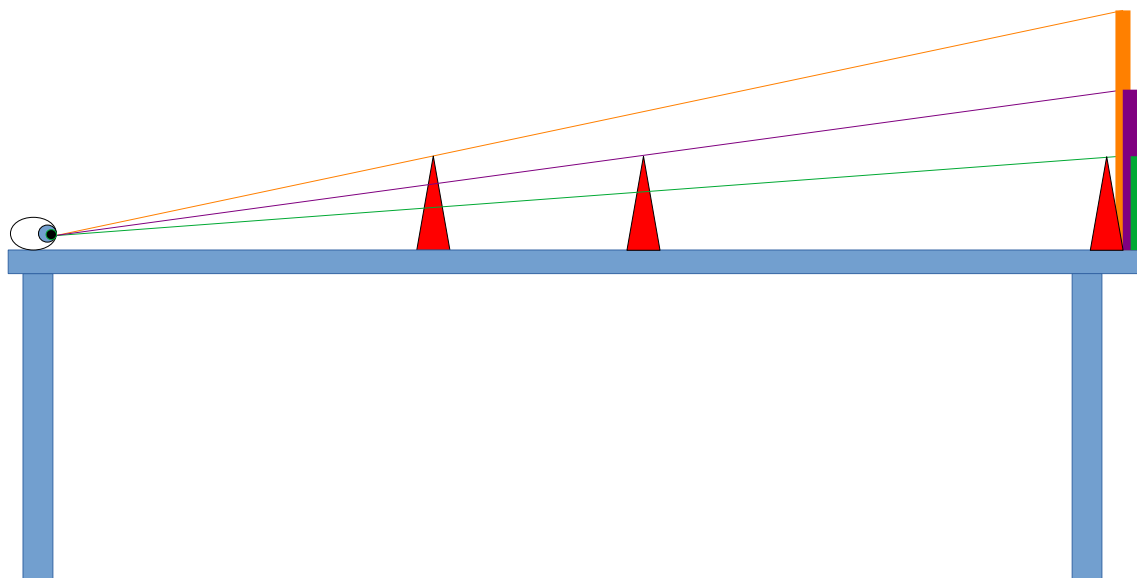
Vyšlo nám 0,9 cm, to znamená 90 km ve skutečnosti. To je blbost, protože přes takovou stanici by se šlo několik dní. Stanice se jenom zdá tak velká, protože je blíž u foťáku než Měsíc.

Trpaslíček (Terka)

Jak je možné, že ISS se zdá tak velká, když je ve skutečnosti malá? Udělali jsme pokus s trpaslíčkem. Na zeď jsme připevnili pravítko a trpaslíčka jsme vyfotili nejdříve úplně u pravítka, pak jsem ho posunuli trochu blíž k foťáku a nakonec hodně blízko. Na první fotce měřil asi 7 cm, na druhé 17 cm a na třetí 24 cm.



Proč? Na obrázku dole je oko, stůl a tři „trpaslíčci“ (červené trojúhelníky). Z oka vede přímka (náš pohled), která se dotýká špičky určeného trpaslíčka a na nějakém místě protne pravítko. To je zdánlivá velikost trpaslíčka. Proto se nám zdají předměty blíže k nám větší než předměty dál od nás.



barevné sloupky = zdánlivá velikost trpaslíčků na pravítku

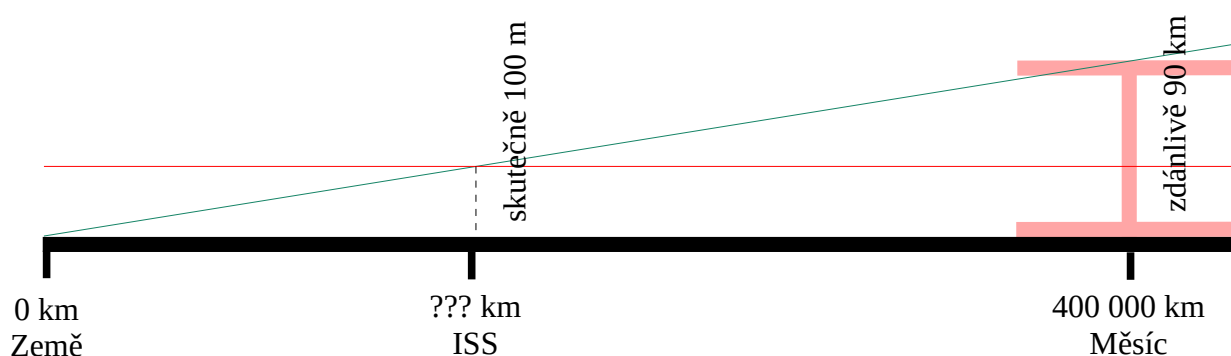


trpaslíček roste - ale jen zdánlivě

Vzdálenost ISS od Země (Terka)

Nakreslili jsme si podobný obrázek jako ten s trpaslíky, místo pravítka tam byl Měsíc, místo trpaslíků ISS a místo oka Země. Využili jsme naše znalosti

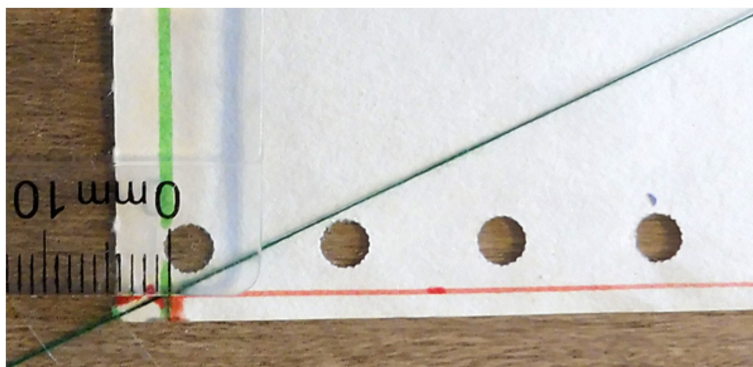
- vzdálenosti Měsíce od Země (400 000 km)
- délky ISS (100 metrů)
- zdánlivé velikosti ISS na Měsíci (90 km)



Pak jsme to narýsovali ve velkém a přesně. Udělali jsme přímkou dlouhou 4 metry (vodorovné měřítko 1 cm = 1000 km), kolmo k ní přímkou dlouhou 180 cm (svislé měřítko 2 cm = 1 km). Potom jsme pomocí zelené niti spojili bod Země a bod vršku zdánlivé ISS.



Pak jsme si vzali velikost ISS (100 metrů) a převedli ji do našeho svislého měřítka (2 mm). Nakonec jsme udělali červenou rovnoběžku s přímkou Země-Měsíc ve vzdálenosti 2 mm. V místě, kde se červená rovnoběžka protínala se zelenou nití, leží ISS.



Vyšlo mi to 4-5 mm od začátku papíru a to znamená 400-500 km od Země.

Mohli jsme to ale vypočítat i bez rýsování na podlaze. Dole je modrý trojúhelník, jeho svislá strana je zdánlivá velikost ISS, jeho vodorovná strana je vzdálenost Měsíce od Země. Na něm leží žlutý trojúhelník, jeho svislá strana je skutečná velikost ISS, jeho vodorovná strana je vzdálenost ISS od Země. Znam velikosti stran kromě žluté vodorovné, tu musím vypočítat z ostatních.

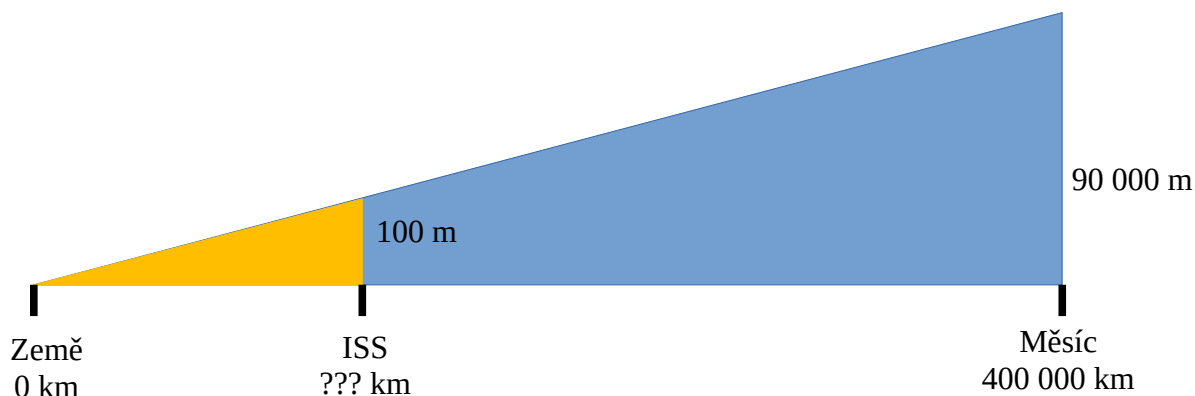
Žlutý a modrý trojúhelník mají stejný tvar, liší se jen velikostí. Zjistím, kolikrát je žlutý menší než modrý, tomu budu říkat „dělitel“. Abych získala „dělitel“, musím spolu vydělit dvě odpovídající strany, u kterých znám délku. Tady to jsou modrá a žlutá kolmá, nejdříve jsem ale musela převést obě délky na stejnou jednotku, takže jsem z 90 km udělala 90 000 metrů.

$$90\,000\text{ m} : 100\text{ m} = 900.$$

Žlutý trojúhelník je 900x menší než modrý. Žlutá vodorovná strana (vzdálenost ISS od Země) je tedy také 900x menší než modrá (vzdálenost Měsíce od Země).

$$400\,000\text{ km} : 900 \doteq 444\text{ km}$$

Vzdálenost ISS od Země je tedy 444 km.

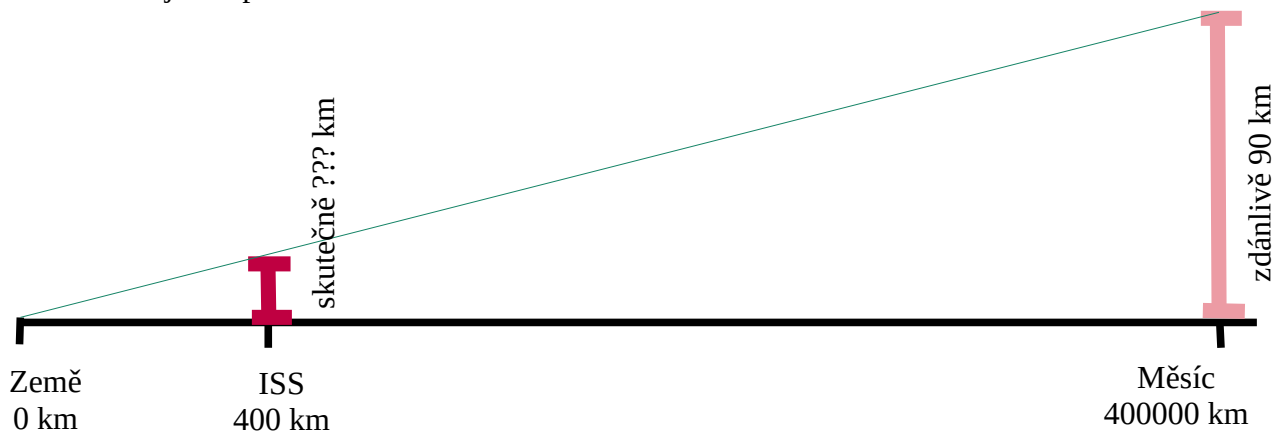


Velikost ISS, tentokrát správně (Tom)

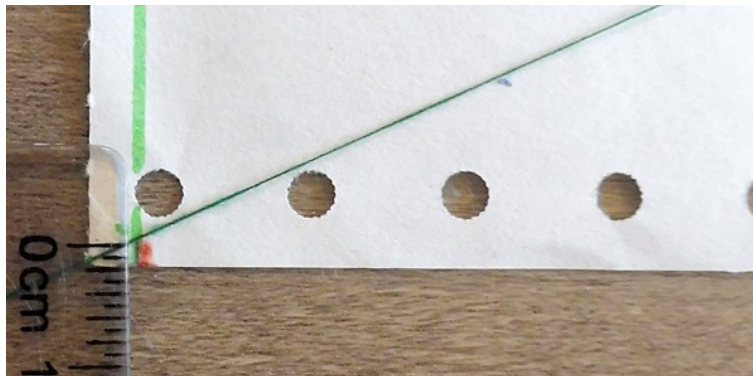
Nakreslili jsme si obrázek, jak se nám ISS promítá na Měsíc. Když víme

- jak je daleko Měsíc (400 000 km)
- jak je daleko ISS (400 km)
- jak velká se zdá ISS na Měsíci (90 km)

tak můžeme zjistit správnou velikost ISS.



My jsme si udělali na podlaze obrázek dlouhý 4 metry (od Země k Měsíci) a ISS byla 4 mm od Země. Zdánlivou velikost ISS jsme udělali 180 cm (to znamená, že 1 cm na výšku je ve skutečnosti 0,5 km nebo 500 m). Pak jsme natáhli zelený provázek mezi špičku zdánlivé ISS a Zemi. A podívali jsme se, jak vysoko je provázek 4 mm od Země (v místě skutečné ISS). Vyšlo nám to 2 mm.



Když 1 cm na výšku je 500 m, tak 2 mm na výšku jsou ve skutečnosti 100 m. Takže by ISS byla vysoká 100 m.

Jinak by to šlo vypočítat takhle: máme tam dva trojúhelníky, od Země k ISS a od Země k Měsíci. Trojúhelník Země-ISS je zmenšenina toho druhého a já zjistím, kolikrát je menší. Z vodorovných stran trojúhelníků vidím, že Měsíc je tisíckrát dál než ISS. Tím pádem trojúhelník s ISS je tisíckrát menší než trojúhelník s Měsícem. Tím pádem skutečná ISS je tisíckrát menší než zdánlivá na Měsíci. 90 km zmenším tisíckrát a získám 90 m. Skutečná ISS by byla velká 90 m.

Závěr

Pomocí fotky Petra Horálka jsme zjistili velikost ISS a vzdálenost ISS od Země. Použili jsme k tomu metodu rýsování a metodu zvětšování trojúhelníků. Velikost ISS nám vyšla 100 metrů nebo 90 metrů, ve skutečnosti podle Wikipedie to je 109 metrů. Vzdálenost ISS od Země při průletu nám vyšla 400 km až 500 km, druhým způsobem 444 km, ve skutečnosti to podle článku bylo 460 km. Na to, jak jsme zaokrouhlovali a měřili maličké rozměry v milimetrech, to jsou skvělé výsledky.

Maminka tuhle výzkumnou zprávu poslala panu Petru Horálkovi a ten nám napsal, že je to skvělé a že to ukázal svým kolegům z Univerzity, kterým se to také moc líbilo. To nás moc potěšilo.