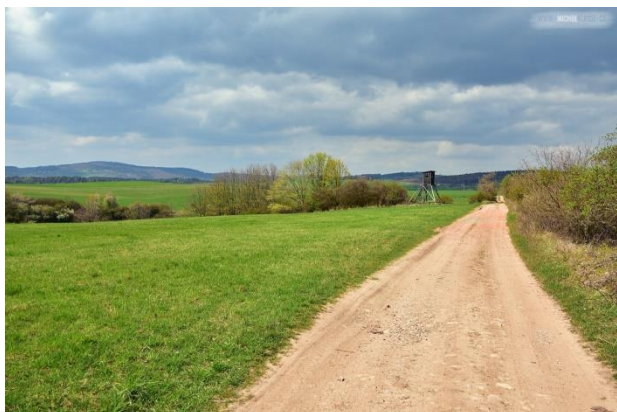


Co je to horizont a jak je od nás daleko?

Také jste byli o velikonočních prázdninách na procházce? A také jste se kochali při výhledu do krajiny? A dohlédli jste až na horizont?



Možná jste se s pojmem horizont už setkali. Také se mu někdy říká obzor. Mohli bychom říci, že je to viditelná čára, která v dálce odděluje povrch naší Země a oblohu nad ní. A napadlo vás někdy, jak daleko vlastně takový horizont (neboli obzor) je? Podívejte se na fotografie výše a zkuste odhadnout (v km), jak daleko při dokonalé viditelnosti dohlédneme. Svůj odhad si zapamatujte nebo ještě lépe napište na kousek papíru.

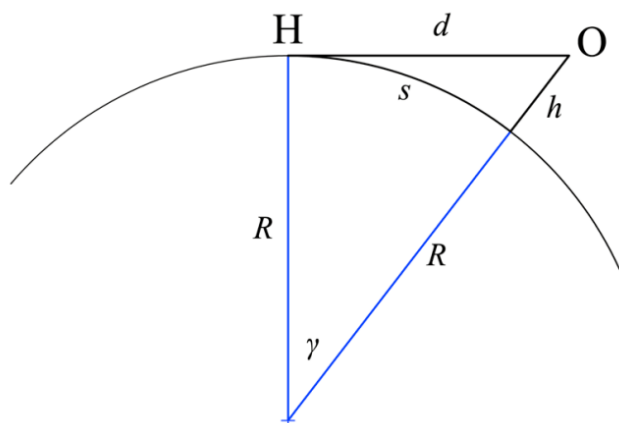
A teď si zkusme na stejnou otázku odpovědět fyzikálně a matematicky:

Abychom se vyhnuli tomu, že nás při výhledu bude omezovat počasí, předpokládejme, že je naprosto jasno. Dále předpokládejme, že nám ve výhledu nebudou bránit ani žádné nerovnosti země – tedy kopce, hory apod., tedy předpokládejme, že se budeme nacházet na břehu moře:

Jak daleko je od nás vzdálený horizont?



Vyjdeme z obrázku, kde je naše Země nakreslena jako koule o poloměru R . My stojíme na povrchu, naše výška je označena h a naše oči bodem O . Protože je Země kulatá,



dohlédneme do vzdálenosti d , kde se nachází horizont označený bodem H . Do větší vzdálenosti nevidíme, protože vše, co se nachází za bodem H , leží pod obzorem. Vzdálenosti d odpovídá část oblouku s . Protože je naše výška podstatně menší než poloměr Země R , můžeme předpokládat, že $d \approx s$. V obrázku nám vznikl pravoúhlý trojúhelník:

- odvěsna: d
- odvěsna: R
- přepona: $R+h$

Použijeme Pythagorovu větu:

$$s \approx d = \sqrt{(R+h)^2 - R^2} = \sqrt{R^2 + 2Rh + h^2 - R^2} = \sqrt{2Rh + h^2}$$

Dostali jsme tedy vztah, podle kterého můžeme určit vzdálenost horizontu jako:

$$s = \sqrt{2Rh + h^2}$$

kde R je poloměr Země a h je výška našich očí nad povrchem Země. Pokud budeme za R a h dosazovat v km, tedy:

- R (poloměr Země) = 6 378 km
- h (výška našich očí nad povrchem) = 1,7m = 0,0017 km

pak můžeme provést další úpravu. Člen h^2 bude vůči členu $2Rh$ zanedbatelně malý. Proto můžeme psát, že:

$$s = \sqrt{2Rh + h^2} \approx \sqrt{2Rh}$$

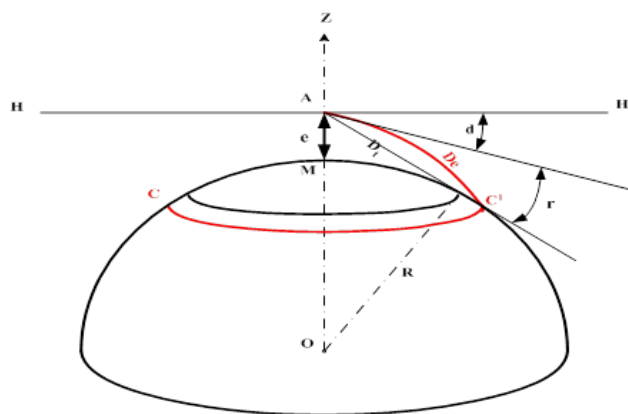
Někdy se můžeme ještě setkat s tím, že $\sqrt{2R}$ se označuje jako konstanta k :

$$s = \sqrt{2Rh} = k\sqrt{h}$$

Samozřejmě že stejný vztah můžeme použít i pro počítání vzdálenosti horizontu na jakékoliv jiné planetě, musíme jen znát její poloměr R .

Ve skutečnosti vidíme dále než je spočítaná délka teoretického horizontu podle tohoto vztahu. Za to může jev, o kterém jsme mluvili v optice a nazývali ho „refrakce“. Naše Země je obklopena atmosférou, která mění hodnotu své hustoty v závislosti na vzdálenosti od Země. Jinými slovy, čím dále od Země, tím je hustota vzduchu menší. A tím se také mění jeho optické vlastnosti. Při šíření světelného paprsku k našemu oku dochází k lomu na různých hustých vrstvách vzduchu a světelný paprsek se k nám nešíří po rovné úsečce, ale po křivce.

Pokud stojíme na otevřeném moři v místě označeném na obrázku M, pozorujeme kolem plavidla vodní hladinu ohraničenou černým kruhem. Jeho poloměr můžeme spočítat pomocí uvedeného vztahu výše a nazývá se teoretický viditelný horizont.



Skutečný viditelný horizont je vždy větší a na obrázku je znázorněn červeným kruhem. Na obrázku je také zřetelně vidět, jak se k našemu oku ve skutečnosti světelný paprsek od okraje skutečného horizontu šíří (červená křivka) vlivem refrakce. Refrakce závisí na atmosférickém tlaku, teplotě a vlhkosti vzduchu. Na stejném místě na Zemi se může lom měnit v průběhu jednoho dne. Průměrně refrakce způsobuje, že vidíme zhruba o 10% dále než je vypočítaná vzdálenost teoretického horizontu.