



Math4You

2023–2025

## Výhled na moře

Už se vám někdy při letní procházce po mořském pobřeží stalo, že jste se zastavili, zadívali se na horizont a zamysleli se: Jak daleko vlastně dohlédnu? A co když je na druhé straně břehu něco — mohu to spatřit?

Pro konkrétnost se na chvíli přenesme do jedné z nejoblíbenějších evropských dovolenkových destinací – do Chorvatska, na břeh Jaderského moře k hoře Sveti Jure. O této hoře se můžeme dočíst následující informace<sup>1</sup>:

*Sveti Jure* (Svatý Jiří) je nejvyšší vrchol (1762 m n. m.) vápencového Biokova, které se vypíná v délce 36 km souběžně s mořským pobřežím a odděluje Makarskou riviéru od vnitrozemské oblasti zvané Dalmatské Záhoří. Tyčí se nad pobřežím jako mohutná kamenná hradba. Díky svým geologickým zvláštnostem a přírodním krásám byla jeho část vyhlášena v roce 1981 chráněnou krajinnou oblastí (Park prirode Biokovo o rozloze 196 čtverečních kilometrů).

Pro vrchol Sveti Jure je charakteristická stavba televizního vysílače, kterou lze sledovat již většinu cesty hornatou krajinou. Pohled z vrcholu na moře i do vnitrozemí je při jasném počasí a dobré viditelnosti nezapomenutelný. Bohužel tu není žádná možnost občerstvení.

---

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.

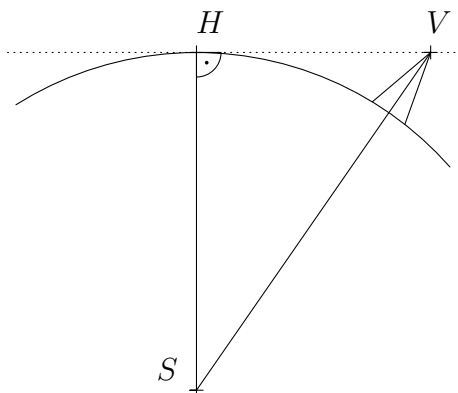
<sup>1</sup>[www.chorvatsko.cz](http://www.chorvatsko.cz)



**Obrázek 1:** Vrchol Sveti Jure.

**Úloha 1.** Stojíme-li na vrcholu Sveti Jure a díváme se na moře, jak daleko je od nás bod na horizontu na mořské hladině?

*Řešení.* Pro jednoduchost předpokládáme, že je Země koulí o poloměru 6371 km. Označme  $S$  střed Země, bod  $V$  naši polohu (vrchol hory Sveti Jure) a  $H$  libovolný bod na mořské hladině na horizontu. Řezem zeměkoule rovinou  $SVH$  je kružnice o poloměru Země, jejíž tečnou je přímka  $VH$ . Z toho vyplývá, že je úhel  $VHS$  pravý, viz obrázek.



**Obrázek 2:** Řešení úlohy 1

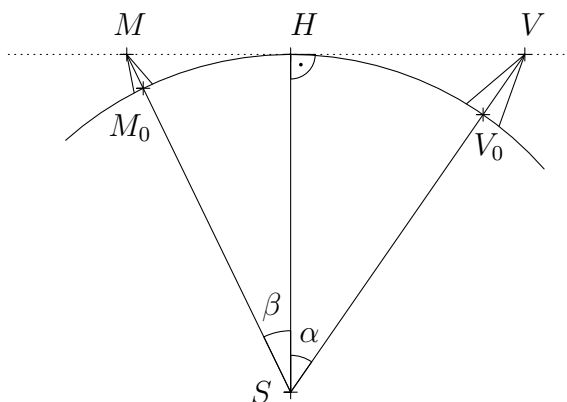
Víme, že  $|SH| = 6371$  km a  $|SV| = 6372,762$  km (k poloměru Země přičítáme nadmořskou výšku hory). Užitím Pythagorovy věty pro pravoúhlý trojúhelník  $VHS$  pak vypočítáme délku odvěsny  $VH$ :

$$|VH| = \sqrt{|SV|^2 - |SH|^2} \doteq 150 \text{ km.}$$

Tato délka je zároveň hledaná vzdálenost k horizontu.

**Úloha 2.** Je možné z vrcholu Sveti Jure vidět přes moře vrchol hory Monte Calvo (1056 m, n. m.) na italském poloostrově Gargano? Monte Calvo je od Sveti Jure vzdálená přibližně 210 km a mezi oběma lokacemi se nenachází žádná suchozemská překážka. Dokonalému výhledu tak brání pouze horizont.

**Řešení.** Úlohu budeme řešit tak, že uvážíme hypotetickou horu stejné výšky jako je Monte Calvo, jejíž vrchol se nachází na horizontu. Výhled na tuto horu je tak zakryt horizontem. Označme vrchol této hory  $M$  a dále označme  $M_0$  kolmý průmět bodu  $M$  do úrovně mořské hladiny a  $V_0$  kolmý průmět bodu  $V$ .



**Obrázek 3:** Řešení úlohy 2

Naším cílem bude určit vzdálenost obou hor, tj. délku oblouku  $M_0V_0$ . Bude-li menší než 210 km (přibližná skutečná vzdálenost hor), nepůjde vidět z vrcholu Sveti Jure ani hora Monte Calvo.

Označme  $\alpha$  velikost úhlu  $VSH$  a  $\beta$  velikost úhlu  $MSH$ ; ze známé délky přepony a odvěsny v pravoúhlém trojúhelníku  $VHS$  dostáváme

$$\cos \alpha = \frac{6371}{6372,762} \implies \alpha \doteq 1^\circ 20' 51''.$$

Obdobně ze známé délky přepony a odvěsny v pravoúhlém trojúhelníku  $MHS$  dostáváme

$$\cos \beta = \arccos \frac{6371}{6372,056} \implies \beta \doteq 1^\circ 3' 35''.$$

Délku oblouku  $M_0V_0$ , který je příslušný úhlu o velikosti  $\alpha + \beta$ , pak určíme z přímé úměrnosti a známé délky celé kružnice:

$$\frac{\alpha + \beta}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 6371 \doteq 268 \text{ km.}$$

Stejně vysoká hora Monte Calvo je blíže, její vrchol se proto nachází nad horizontem a můžeme ji (za dobré viditelnosti) z vrcholu Sveti Jure spatřit.

## Odkazy a literatura

---

## Literatura

- Chorvatsko.cz. *Sveti Jure* (online). Dostupné z <https://www.chorvatsko.cz/stdal/svjure.html> (cit. 12. 12. 2024).

## Zdroje obrázků

- Sveti Jure, SKas – Vlastní dílo, CC SA 4.0, dostupné z <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/70/The> (cit. 12. 12. 2024).