

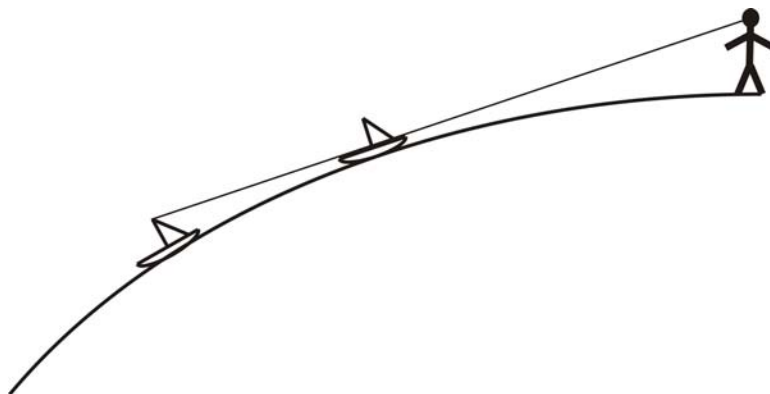


Aż po widnokrąg...

Dagmara Sokołowska

Jedną z bardziej zaskakujących prawd na temat mórz i oceanów jest to, że powierzchnia ich tafli jest zakrzywiona. Jesteśmy przyzwyczajeni do myśli, że woda w szerokich zbiornikach tworzy duże płaskie powierzchnie, tymczasem powierzchnia oceanów nie jest płaska, a kształtuje się zgodnie z krzywizną samej Ziemi. A o tym, że Ziemia nie jest płaska, można w prosty sposób przekonać się podczas wakacyjnych obserwacji na plaży.

Na widnokręgu pojawia się jacht. Najpierw wyłania się szczyt jego masztu, później ożaglowanie, na końcu – kadłub. To pierwszy kontrprzykład dla poglądu, że Ziemia ma kształt dysku. Gdyby tak było, jacht wyłaniałby się z tła w całości. A ponieważ Ziemia jest okrągła... wcześniej spostrzegamy maszt niż kadłub.



Rys. 1. Wyłanianie się jachtu z za linii widnokręgu (na rysunku skala nie jest zachowana)

Ze względu na zakrzywienie powierzchni oceanu, odległość między obserwatorem a linią widnokręgu zależy od wysokości położenia jego oczu ponad taflą wody. Jeżeli obserwator stoi, to jego widnokrąg znajduje się dalej; jeżeli leży z brodą na piasku, jego pole widzenia jest zawężone. Człowiek widzi linię widnokręgu wzdłuż stycznej do powierzchni tafli morza.



Rys. 2. Odległość widnokregu w zależności od wysokości poziomu oczu obserwatora ponad taflą wody (nie zachowano skali!)

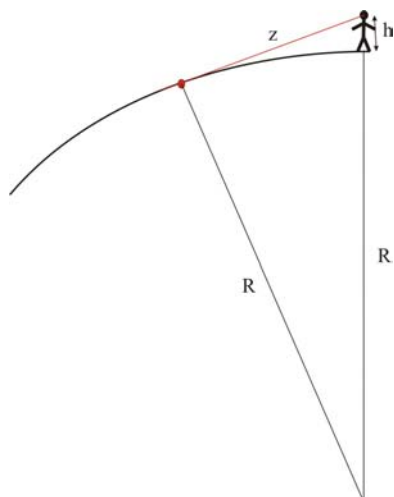
Oszacowanie odległości do widnokregu nie jest trudne (rys. 3). Wystarczy skorzystać z twierdzenia Pitagorasa dla trójkąta prostokątnego na rysunku (promień Ziemi jest prostopadły do powierzchni Ziemi, a tym samym prostopadły do stycznej wyznaczającej punkt widnokregu):

$$z^2 + R^2 = (R + h)^2$$

gdzie R – długość promienia Ziemi, z – odległość od obserwatora do widnokregu, h – wysokość oczu nad powierzchnią wody. Stąd:

$$z^2 + R^2 = R^2 + h^2 + 2Rh$$

Ponieważ, jak już wiemy, wysokość człowieka jest bardzo mała w stosunku do długości promienia Ziemi ($h \ll R = 6,37 \cdot 10^6$ m), więc można pominąć składnik h^2 w wyrażeniu po prawej stronie. Z dobrym przybliżeniem: $z \cong \sqrt{2Rh}$



Rys. 3. Oszacowanie odległości od widnokregu (nie zachowano skali!)

Dla człowieka leżącego z brodą przy Ziemi $h_m \cong 10$ cm, a stąd odległość do widnokregu $z_m \cong 1,1$ km, a dla stojącego wysokiego mężczyzny $h_d \cong 180$ cm i wówczas odległość do punktów widzianych na widnokregu powiększa się do około $z_d \cong 4,8$ km. Zaskakująco blisko! Zatem gdy patrzy się z plaży, nie tylko nie widać przeciwległych brzegów morza czy oceanu, ale nawet nie można dostrzec w niektórych miejscach drugiego brzegu największego z polskich jezior – Jeziora Śniardwy, ponieważ ma ono wymiary około $21,5 \times 13,4$ km.