

Określanie położenia geograficznego jest nieodłącznym elementem każdej podróży – zarówno pieszej czy samochodowej, jak i statkiem lub samolotem. Do lokalizacji miejsc na Ziemi ludzie od dawna stosują współrzędne geograficzne. Metody określania tych współrzędnych były nieustannie doskonałe. Dziś możemy w każdej chwili ustalić swoje dokładne położenie na Ziemi, a także kierunek i tempo przemieszczania. Wystarczy użyć do tego celu odbiornika GPS.

### ■ Siatka geograficzna a siatka kartograficzna

Jednym z modeli naszej planety jest globus. Przedstawia on kulę ziemską w bardzo dużym pomniejszeniu. Na powierzchni globusa łatwo zauważyć wiele przecinających się linii. Te, które łączą bieguny, to **południki**. Natomiast linie biegnące w kierunku wschód-zachód, równoległe względem siebie – to **równoleżniki**. Układ południków i równoleżników na globusie nazywamy **siatką geograficzną**. Linie południków i równoleżników po przeniesieniu na płaszczyznę tworzą **siatkę kartograficzną**. Stanowi ona podstawę każdej mapy i służy do określania współrzędnych geograficznych.

### Czy wiesz, że...

W 1884 r. na podstawie międzynarodowego porozumienia przyporządkowano południkowi przechodzącemu przez Królewskie Obserwatorium Astronomiczne w Greenwich [wym. grinciz] w Londynie wartość  $0^\circ$ . Tym samym stał się on umownym odniesieniem przy określaniu długości geograficznej na Ziemi. Mierzy się od niego długość geograficzną w kierunku wschodnim i zachodnim. Z tego względu nazywa się go południkiem początkowym.



Tab. 4.2. Cechy południków i równoleżników

| Cechy południków   | Cechy równoleżników   |
|--|---|
| wszystkie mają taką samą długość   | są różnej długości  |
| mają kształt półokręgów przebiegających od jednego bieguna do drugiego             | mają kształt okręgów zmniejszających się od równika ku biegunom |
| południki i równoleżniki przecinają się pod kątem prostym (na Ziemi i na globusie) |   |
| jest ich nieskończenie wiele   |   |

**Równik** jest najdłuższym równoleżnikiem, dzielącym Ziemię na dwie półkule: północną i południową. Oprócz równika spośród ogromnej liczby równoleżników wyróżnia się dwa zwrotniki oraz dwa koła podbiegunowe. **Zwrotnik Raka** na półkuli północnej oraz **zwrotnik Koziorożca** na półkuli południowej wyznaczają granice strefy międzyzwrotnikowej. Natomiast koła podbiegunowe – północne i południowe – oddzielają strefy umiarkowanych szerokości geograficznych od stref okołobiegunowych.



Ryc. 4.7. Niezależnie od półkuli kierunki świata są zawsze takie same.

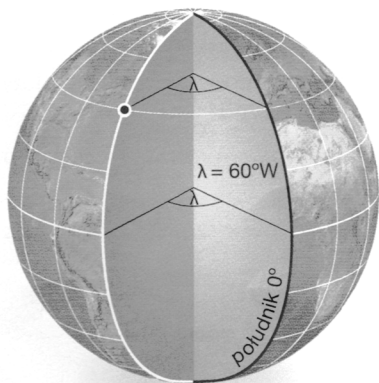
## ■ Współrzędne geograficzne

Do określania położenia konkretnego punktu na Ziemi używa się współrzędnych geograficznych. Składają się na nie **długość** oraz **szerokość geograficzna**. Oznacza się je w stopniach kątowych ( $^{\circ}$ ). Każdy stopień dzieli się na 60 minut ( $60'$ ), natomiast każda minuta – na 60 sekund ( $60''$ ). Miarom.

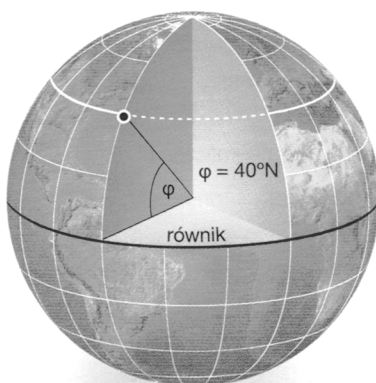
kątowym towarzyszą symbole odpowiadające kierunkom świata: E – wschód (*east*), W – zachód (*west*), N – północ (*north*), S – południe (*south*).

## Współrzędne geograficzne

Każdy punkt na Ziemi ma swoje współrzędne geograficzne. Podstawą ich wyznaczania jest układ południków i równoleżników. Do określania długości geograficznej służą południki, a do określania szerokości geograficznej – równoleżniki.



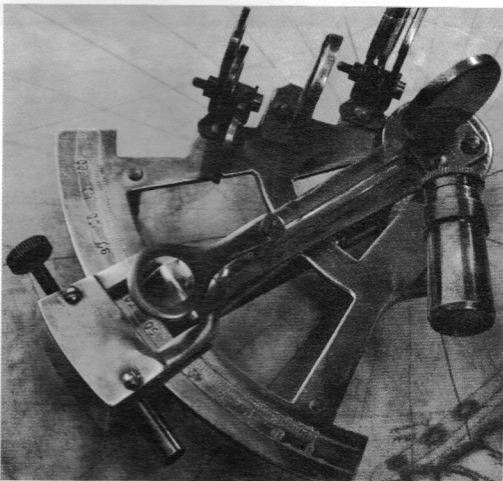
Długość geograficzna ( $\lambda$ ) to kąt dwuścienny między półpłaszczyzną południka początkowego ( $0^{\circ}$ ) a półpłaszczyzną południka przechodzącego przez dany punkt na powierzchni Ziemi. Wartość długości geograficznej zawiera się w przedziale od  $0^{\circ}$  do  $180^{\circ}$  (W lub E).



Szerokość geograficzna ( $\varphi$ ) to kąt między płaszczyzną równika a promieniem ziemskim przechodzącym przez dany punkt na powierzchni Ziemi. Wartość szerokości geograficznej zawiera się w przedziale od  $0^{\circ}$  do  $90^{\circ}$  (N lub S).

## ■ Dawne przyrządy nawigacyjne

O ile wyznaczenie kierunków geograficznych jest stosunkowo proste (dokonuje się tego na podstawie położenia Słońca lub innych gwiazd albo przy użyciu kompasu), o tyle dokładne określenie położenia na kuli ziemskiej od zawsze było dużo bardziej problematyczne. Najważniejszymi przyrządami stosowanymi dawniej w nawigacji morskiej były kwadrant i sekstant. **Kwadrant** służył do wyznaczania położenia gwiazd, dzięki czemu można było określić szerokość geograficzną, na której znajdował się obserwator. Niektóre kwadranty zamiast podziałki w stopniach miały zaznaczone szerokości geograficzne ważnych portów. W XVIII w. kwadrant został zastąpiony przez **sekstant** (ryc. 4.8.). Przyrząd ten służył do mierzenia wysokości ciał niebieskich nad horyzontem, a także kątów poziomych i pionowych pomiędzy obiektami widocznymi na Ziemi. Dokładność pomiarów była znaczna – do 0,1 minuty kątowej, co teoretycznie pozwalało na określenie położenia statku z dokładnością do 0,1 mili morskiej, czyli 185 metrów. Sekstant wyszedł z użycia od czasu upowszechnienia się odbiorników GPS.



Ryc. 4.8. Sekstant to optyczny przyrząd nawigacyjny, który był dawniej stosowany zarówno w żeglarskim, jak i w astronomii.

## ■ GPS – rewolucja w nawigacji

Postęp naukowo-techniczny sprawił, że współcześnie najprostszym sposobem określenia współrzędnych geograficznych danego miejsca jest skorzystanie z **systemu nawigacji satelitarnej GPS** (ang. *Global Positioning System*). W skład tego systemu wchodzi:

- ▶ 31 satelitów nawigacyjnych krążących po orbitach okołozemskich,
- ▶ naziemne stacje kontrolne i monitorujące,
- ▶ odbiorniki GPS.

System GPS został stworzony na początku lat 70. XX w. przez Departament Obrony Stanów Zjednoczonych. Początkowo służył głównie wojsku – do nawigowania łodzi podwodnych oraz namierzania celów rakiet. Dziś z tego systemu może korzystać praktycznie każdy – potrzebny jest jedynie odbiornik GPS.

### Czy wiesz, że...

Unia Europejska testuje własny system nawigacji satelitarnej – Galileo. Ma on być gotowy do użytku na przełomie 2015 i 2016 r. Dokładność jego pomiaru ma wynosić ok. 10 cm.



Ryc. 4.9. Odbiorniki GPS są obecne już niemal wszędzie – w komputerach przenośnych, telefonach, zegarkach czy aparatach fotograficznych.

## PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA GPS

### Zastosowanie cywilne

- w **geodezji** – do precyzyjnego określania współrzędnych geodezyjnych
- w **budownictwie** – do określania parametrów położenia nakładanych elementów budowanych obiektów
- w **transporcie lotniczym** – jako system pomocniczy dla naziemnych systemów nawigacji
- w **transporcie drogowym** – do zarządzania flotą pojazdów, lokalizowania pojazdów w ruchu, reagowania w sytuacjach awaryjnych oraz wytyczania tras
- w **policji** – do kierowania akcjami policji i lokalizowania miejsc przestępstw
- w **ochronie środowiska** – do monitorowania gatunków zagrożonych wyginięciem

### Zastosowanie wojskowe

- do aktualizacji map wojskowych
- w akcjach ratunkowych
- do lokalizacji żołnierzy
- w pociskach samonaprowadzających



Wykorzystanie nawigacji GPS poprzez mocowanie odbiorników na ciele zwierząt umożliwia sporządzanie map tras migracji gatunków zagrożonych wyginięciem.

Nawigacja GPS ma powszechne zastosowanie w żegludze. Pozwala na wyznaczenie aktualnej pozycji, określenie kursu oraz przebytej odległości.

## Podsumowanie

- Układ południków i równoleżników na globusie nazywamy siatką geograficzną. Linie południków i równoleżników po przeniesieniu na płaszczyznę tworzą siatkę kartograficzną.
- Każdy punkt na Ziemi ma swoje współrzędne geograficzne, których podstawą wyznaczenia jest układ południków i równoleżników. Do określania długości geograficznej służą południki, a do określania szerokości geograficznej – równoleżniki.
- Dawniej do określenia położenia na kuli ziemskiej wykorzystywano kwadrant, później sekstant. Obecnie najpopularniejszym systemem pozycjonowania jest nawigacja GPS.

## Pytania i zadania

1. Podaj wspólne cechy południków i równoleżników.
2. Korzystając z map w atlasie geograficznym, podaj współrzędne geograficzne pięciu wybranych stolic państw.
3. Podaj dwa, inne niż przedstawione w podręczniku, przykłady zastosowania nawigacji GPS.
4. Czy należy bezwzględnie ufać nawigacji GPS? Korzystając z różnych źródeł, podaj trzy przykłady pomyłek związanych z użytkowaniem odbiornika GPS.