

# Greenwich Mean Time (GMT)

## Historia

# Współrzędne geograficzne

**Szerokość geograficzna** – ( $\varphi$ ) Kąt między płaszczyzną równika ziemskiego a promieniem ziemskim przechodzącym przez dany punkt. Liczona w kierunku **N** lub **S**.

**Długość geograficzna** – ( $\lambda$ ) Kąt między półpłaszczyzną południka przechodzącego przez dany punkt, a półpłaszczyzną południka zerowego, liczony w kierunku **E** lub **W**.

# Atlas W.J. Blaeu'a

**Merkator** (Gerhard Kremer) (1512-1594), flamandzki matematyk i geograf. Twórca nowoczesnej kartografii. Autor globusów, map i atlasów.

**Blaeu Willem Janszoon** (1671-1738), kartograf holenderski. W 1662 roku **wydał pierwszy atlas świata *Atlas Maior*** Jego około 600 map obrazuje świat znany w połowie XVII w. wraz z jego imperiami, odległymi królestwami i legendarnymi lądami.

# Pierwsza mapa świata



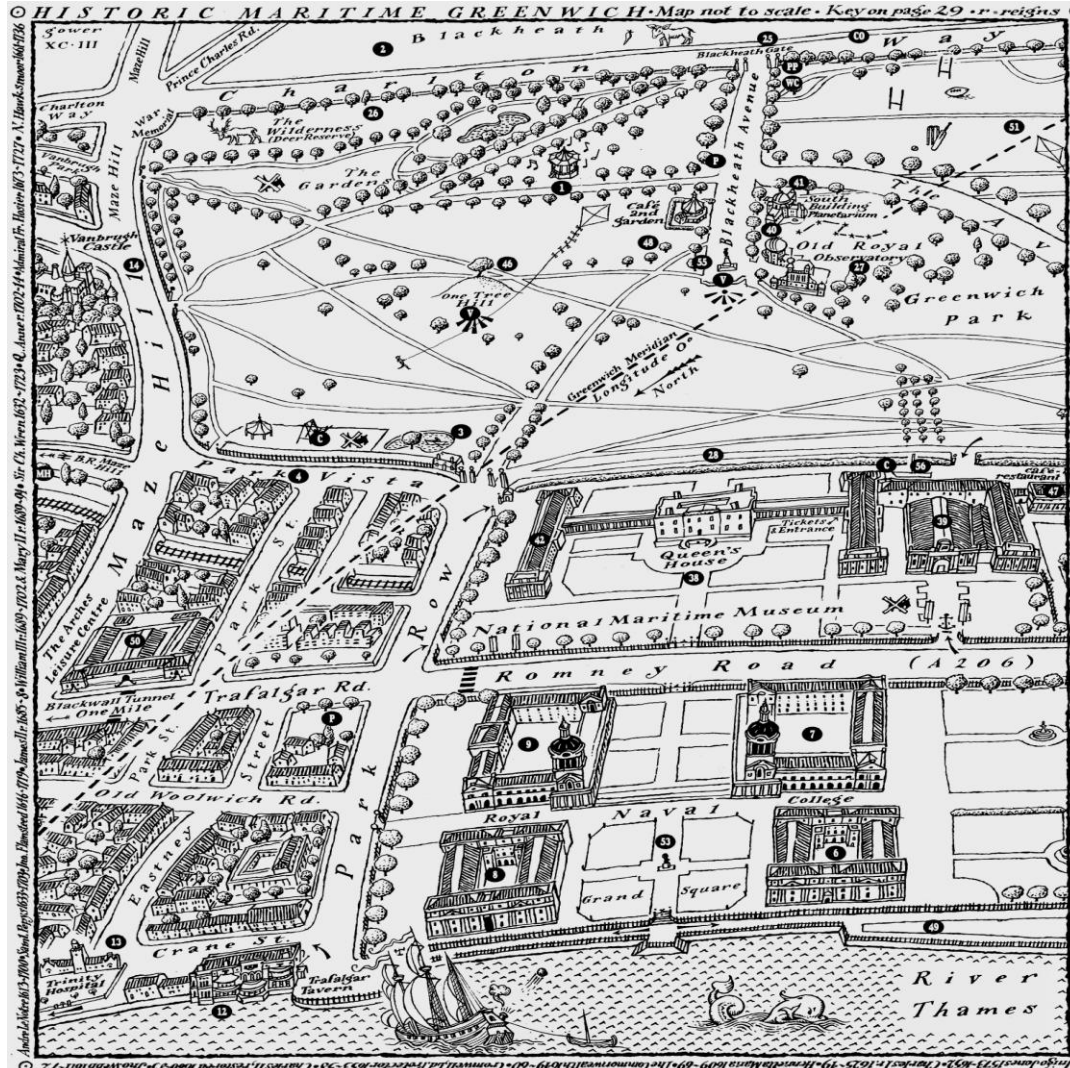
# Nowa mapa świata



# Greenwich dawniej

Jeszcze w XVII w. i pierwszej połowie XVIII w. Greenwich było odrębną miejscowością położoną, opodal Londynu, nad południowym brzegiem Tamizy. Głównymi jego atrakcjami były: założony w r. 1433 Park Królewski (Royal Park) Szpital Królewskiej Marynarki (Royal Naval Hospital), powstały w r. 1694 w miejscu zburzonego letniego pałacyku królewskiego.

# Dawny Plan Greenwich



# Greenwich obecnie

Dzielnica Wielkiego Londynu (212 tys. mieszkańców w r.1991). Pod koniec XVIII w. król Karol II (Stuart) kazał zbudować słynne Obserwatorium Astronomiczne (**Royal Observatory**) i inne historyczne, budynki. Większość z nich stanowi nadal własność Korony. Są one obecnie siedzibą Muzeum Morskiego (**The National Maritime Museum**).



# Park Greenwich



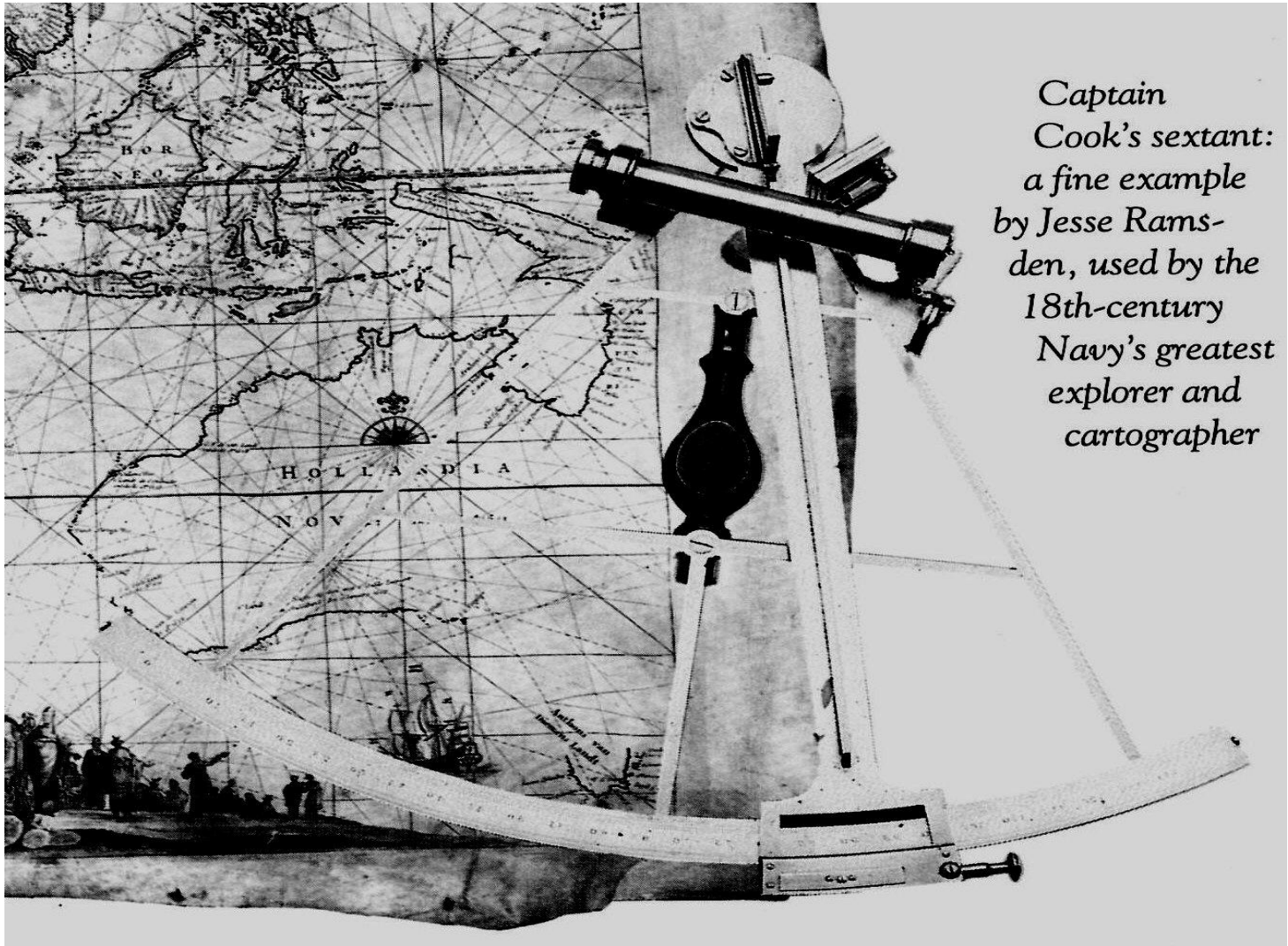
# XVII-wieczne problemy nawigacji morskiej

Na morzu stosunkowo łatwo było określać przy pomocy sekstantu aktualną szerokość geograficzną; wystarczyło zmierzyć w południe kąt zawarty pomiędzy położeniem słońca, a horyzontem.

W XVII wieku nie umiano jednak dokładnie mierzyć długości geograficznej.

Powodowało to kłopoty w nawigacji morskiej.

# Sekstant kpt. Cooke'a



*Captain  
Cook's sextant:  
a fine example  
by Jesse Rams-  
den, used by the  
18th-century  
Navy's greatest  
explorer and  
cartographer*

# Mapa Europy w XVII wieku



# Przebieg południka 0 w XVII wieku



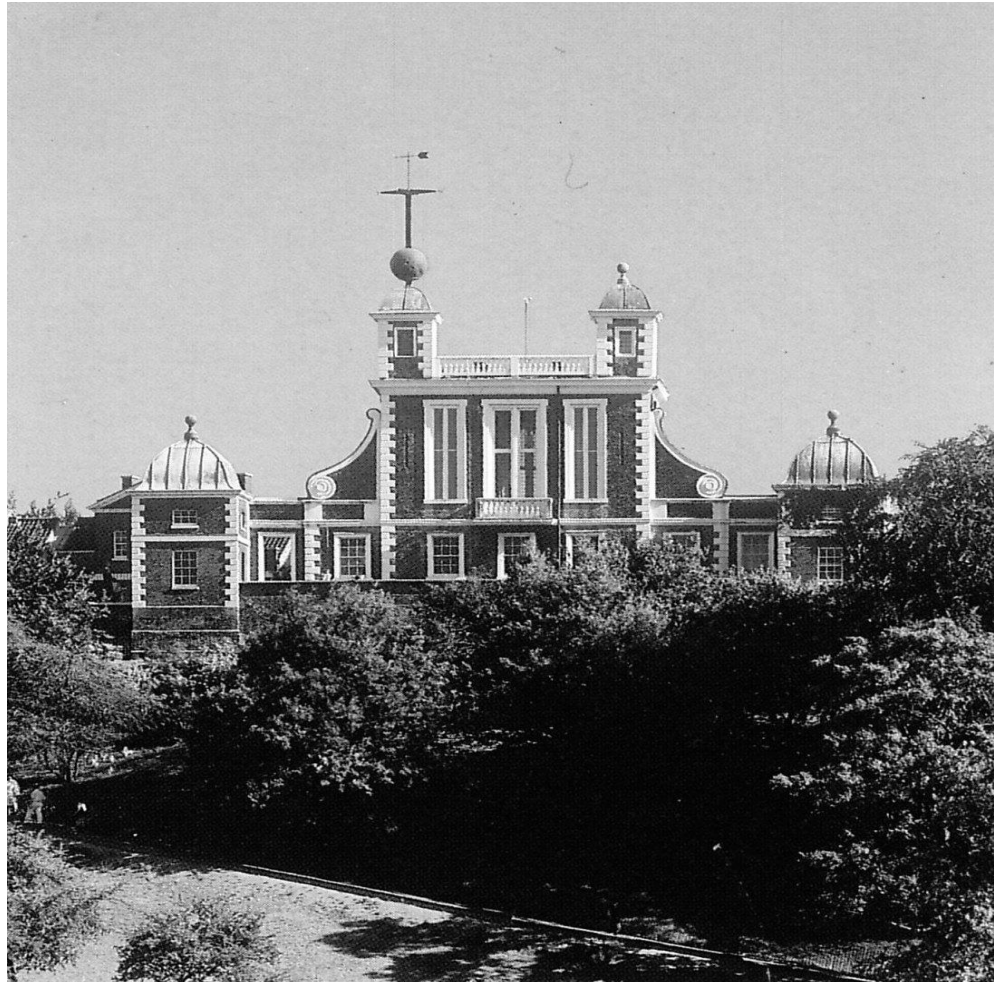
# Budowa Obserwatorium Astronomicznego w Greenwich

Zdawał sobie sprawę z istniejących trudności w nawigacji morskiej król Anglii Karol II Stuart, który nakazał zbudowanie w Greenwich Obserwatorium Astronomicznego. W roku 1675 powołał na stanowisko pierwszego astronoma (Astronomer Royal) 28-letniego pastora John'a Flamsteed'a, któremu polecił aby:

***„... z największą starannością i dokładnością zajął się skorygowaniem map ruchów ciał niebieskich, i położenia na firmamencie gwiazd nieruchomych, w celu znajdowania wartości długości geograficznej, wielkości niezbędnej, dla usprawnienia sztuki nawigacji...”***

Flamsteed rzetelnie zajął się powierzonym zadaniem. Zbadał i opisał około 3.000 gwiazd. **Astronomicznej metody jednak, w oparciu o położenie gwiazd, nie był w stanie zaproponować.**

# Dom Flamsteed'a



*Flamsteed House, from the north*



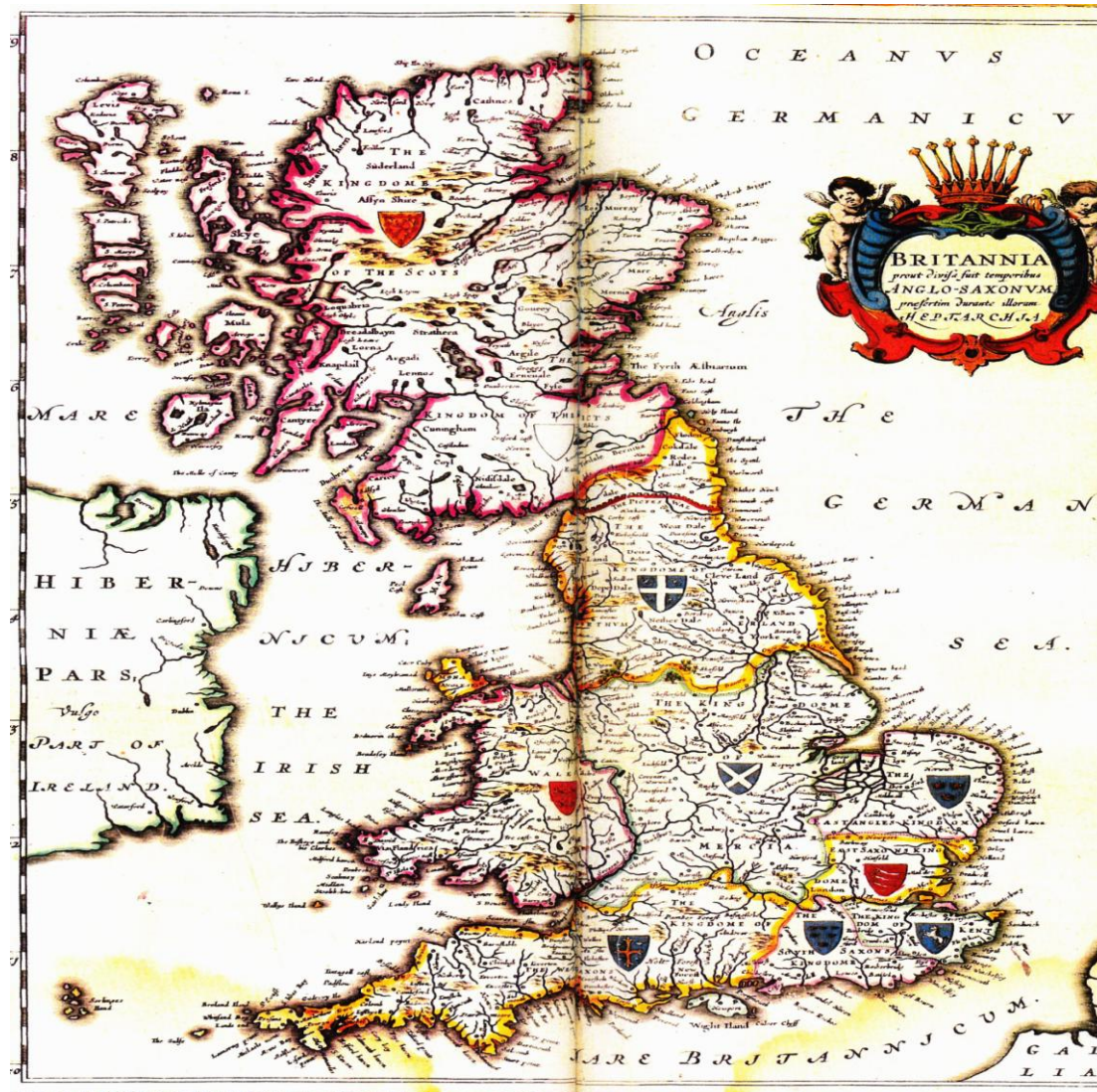
# Konsekwencje katastrofy na Scilly

W roku 1707, w okolicy Kornwalii, u wybrzeży wysepek Scilly ( $49^{\circ}59'00''$  N,  $6^{\circ}30'00''$  W), flotyła wojenna dowodzona przez admirała sir Claudisley'a Shovell'a, **na skutek błędu nawigacyjnego** (braku dokładnej znajomości długości geograficznej), rozbiła się na podwodnych skałach. Zatonęła karawela admirała; zginęło wówczas > 2000 marynarzy.

Zaalarmowana tą katastrofą Admiralicja Brytyjska, w roku 1714, wyznaczyła nagrodę w wysokości ówczesnych **£ 20.000 za opracowanie dokładnej metody wyznaczania długości geograficznej** na statkach, w warunkach wzburzonego morza.

Dopiero w pół wieku później zgłosił się zegarmistrz **John Harisson**, który zaproponował rozwiązanie problemu, jednak nie przy pomocy metody astronomicznej, **lecz poprzez dokładny pomiar czasu.**

# Mapa Bleau'a Wielkiej Brytanii



# Koncepcja J. Harissona

Należy wybrać na kuli ziemskiej określony południk, na którym czas mierzony wtedy, gdy słońce jest w zenicie (najkrótszy cień), będzie traktowany jak standard (godzina 12:00).

Dokonał tego siódmy kolejny Królewski Astronom, Sir George Biddel Airy ogłaszając w roku 1857 **południk przechodzący przez Obserwatorium w Greenwich jako Długość Geograficzną  $0^\circ$**  (Airy Transit Circle). Decyzję tą zaakceptowano na całym świecie.

Ponieważ kula ziemiska obraca się w kierunku ze wschodu na zachód, z 24 godzinnym okresem obrotu, to im dalej na zachód tym później będzie wypadał moment południa, w stosunku do czasu mierzonego na południku zerowym.

Z zależności:

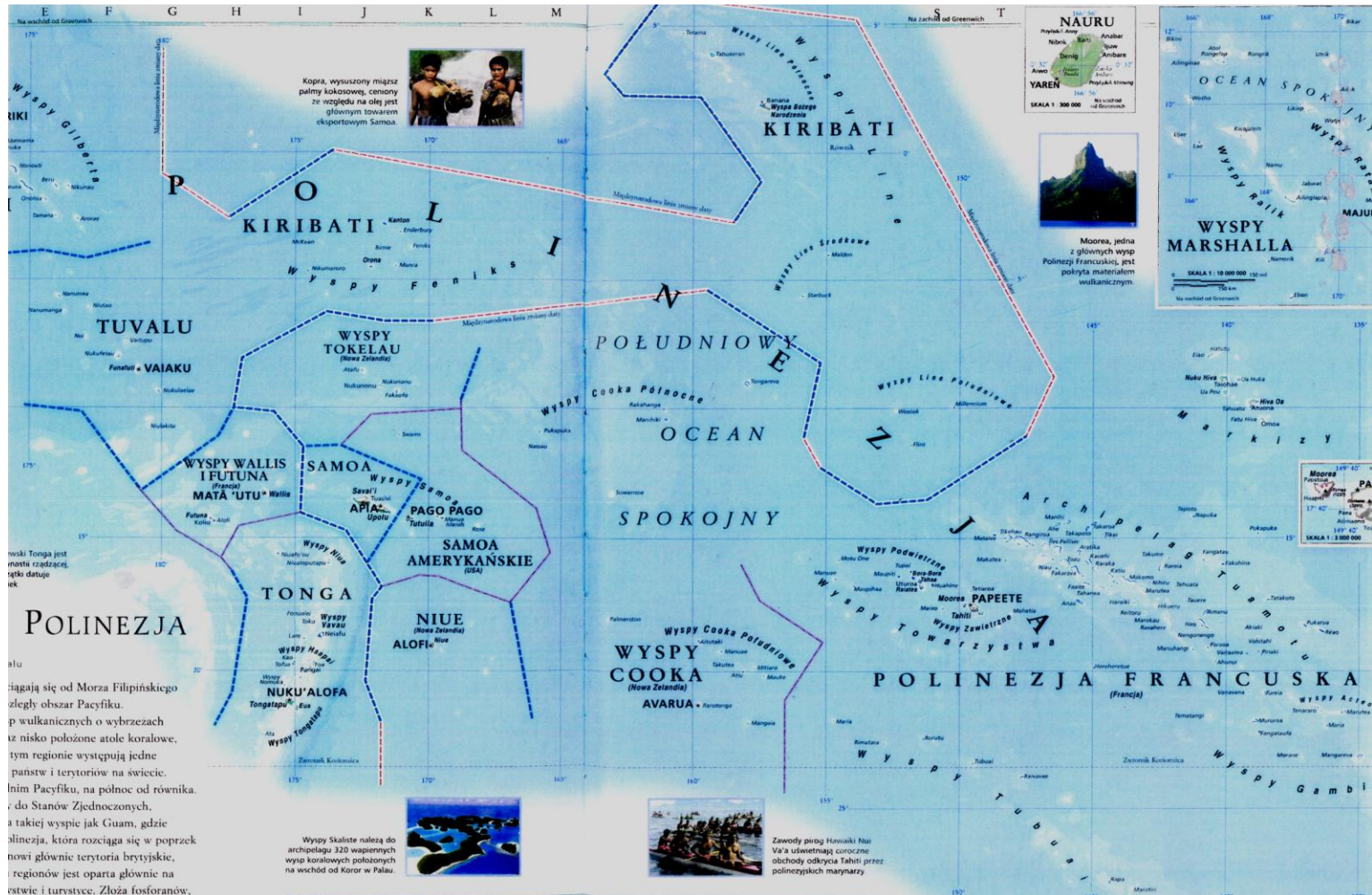
$$360^\circ / 24 \text{ h} = 15^\circ / \text{h}$$

wynika, że w odległości  $15^\circ$  na wschód od południka zerowego czas lokalny jest wcześniejszy o godzinę, w odległości  $30^\circ$  o 2 godziny etc. W kierunku zachodnim jest o tyle samo późniejszy. **W efekcie tego, południk  $180^\circ$  jest granicą zmiany daty, wynikającą z ruchu obrotowego ziemi.**

# Greenwich południk 0



# Międzynarodowa granica zmiany daty



Wyspy Tokelau (Nowa Zelandia)  
Wyspy Cooka Południowe (Nowa Zelandia)  
Wyspy Cooka Północne (Nowa Zelandia)  
Wyspy Cooka (Nowa Zelandia)  
Wyspy Wallis i Futuna (Francja)  
Wyspy Samoa (Nowa Zelandia)  
Wyspy Amerykańskie (USA)  
Wyspy Niue (Nowa Zelandia)  
Wyspy Aotearoa (Nowa Zelandia)  
Wyspy Tokelau (Nowa Zelandia)  
Wyspy Cooka Północne (Nowa Zelandia)  
Wyspy Cooka Południowe (Nowa Zelandia)  
Wyspy Cooka (Nowa Zelandia)  
Wyspy Wallis i Futuna (Francja)  
Wyspy Samoa (Nowa Zelandia)  
Wyspy Amerykańskie (USA)  
Wyspy Niue (Nowa Zelandia)  
Wyspy Aotearoa (Nowa Zelandia)

Kopra, wysuszony miąższ palmy kokosowej, ceniony ze względu na olej jest głównym towarem eksportowym Samoa.



**NAURU**  
Protekta: Arorua  
Nauy: Nauru  
Wyspy: Nauru  
YAREN  
SKALA 1: 300 000



Moorea, jedna z głównych wysp Polinezyi Francuskiej, jest pokryta materiałami wulkanicznymi.

**WYSPY MARSHAŁA**  
SKALA 1: 10 000 000

**MOOREA**  
SKALA 1: 3 000 000



Wyspy Skaliste należą do archipelagu 320 wapiennych wysp koralowych położonych na wschód od Koror w Palau.



Zawody przegony hawajskiej kano 'Aloha' odbyły się corocznie od odkrycia Tahiti przez polinezyjskich marynarzy.



# Pomiar i dystrybucja czasu Greenwich

Aby móc wyznaczyć aktualną długość geograficzną kapitan statku (nawigator) musiał mieć w swojej kajucie chronometr (Marine Time Keeping Clock) zbudowany według koncepcji J. Harissona (The Impossible Clock).

W tym celu w budynku Królewskiego Obserwatorium Astronomicznego w Greenwich dokładnie **w osi południka  $0^\circ$  ustawiono specjalny teleskop zenitalny** do wyznaczania momentu przechodzenia słońca nad zerowym południkiem.

# Budynek Obserwatorium (Old Royal Observatory)

Jest z daleka widoczny, ponieważ usytuowano go na wzgórzu. Na jego szczycie dobudowano w roku 1833 maszt-prowadnicę na wierzchołku którego umieszczono dużą czerwoną kulę z otworem w jej osi (The Time Ball). Każdego dnia punktualnie o godzinie 13:00 uruchamiano mechanizm zwalniający zaczep kuli, która pod wpływem sił grawitacji opadała swobodnie kilka metrów w dół.

# Maszt dystrybucji czasu Greenwich



Dla zgromadzonych u ujścia Tamizy statków był to sygnał **do pobierania standardowego czasu (GMT)** i regulowania przez kapitanów swoich morskich chronometrów, przed wyjściem w morze.

W drugiej połowie XVIII, przez wiek XIX i początki XX wieku posługiwano się powszechnie tą metodą nawigacji morskiej.

# Współczesne metody nawigacji

W wieku XX, po rozpowszechnieniu się radia, zaczęto stosować w nawigacji morskiej i lotniczej radiowe systemy hyperboliczne typu **LORAN** (Long Range Navigation) oraz satelitarny system globalnego umiejscawiania **GPS** (Global Positioning System), oparte na pomiarze propagacji fal elektromagnetycznych. Wyparły one z użytku systemy nawigacji oparte na pomiarach astronomicznych.

Od drugiej połowy XX w. sygnał czasu GMT jest transmitowany przez radio (the BBC six 'pips') z dokładnością do 1/10 sekundy. W podobnej formie czas ten, o godzinie 12:00 w południe, transmituje, z Instytutu Meteorologii, również Polskie Radio.

# Pytanie:

**System nawigacji morskiej oparty na obserwacjach astronomicznych, pomimo że nie jest już obecnie stosowany, odegrał znaczącą rolę w niedalekiej przeszłości.**

**I opierał się na dokładnym pomiarze czasu, pojęciu par excellence fizycznym.**

**A może by tak wprowadzić do zbiorów demonstracyjnych Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH demonstrację ilustrującą historię rozwoju tej metody?**

*Dziękuję za uwagę*