

GLOBÁLNE NAVIGAČNÉ SATELITNÉ SYSTÉMY (GNSS)

PREDNÁŠKA 1

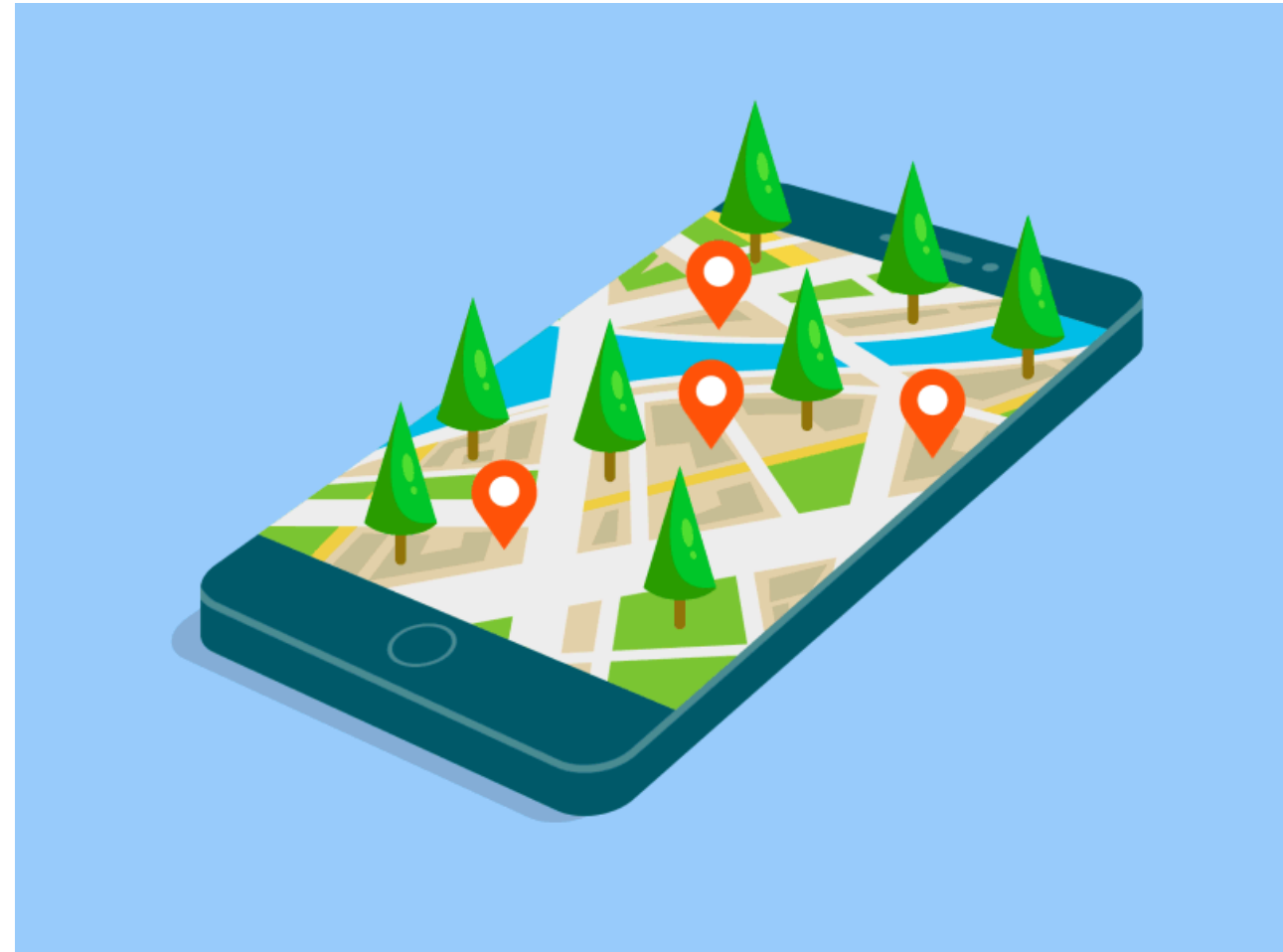
Lokalizácia a navigácia

„Princípy lokalizácie a navigácie sú stále rovnaké, menia sa len prostriedky“

- od počiatkov späté s človekom a jeho cestovateľskými aktivitami

KDE SA TO NACHÁDZAM?

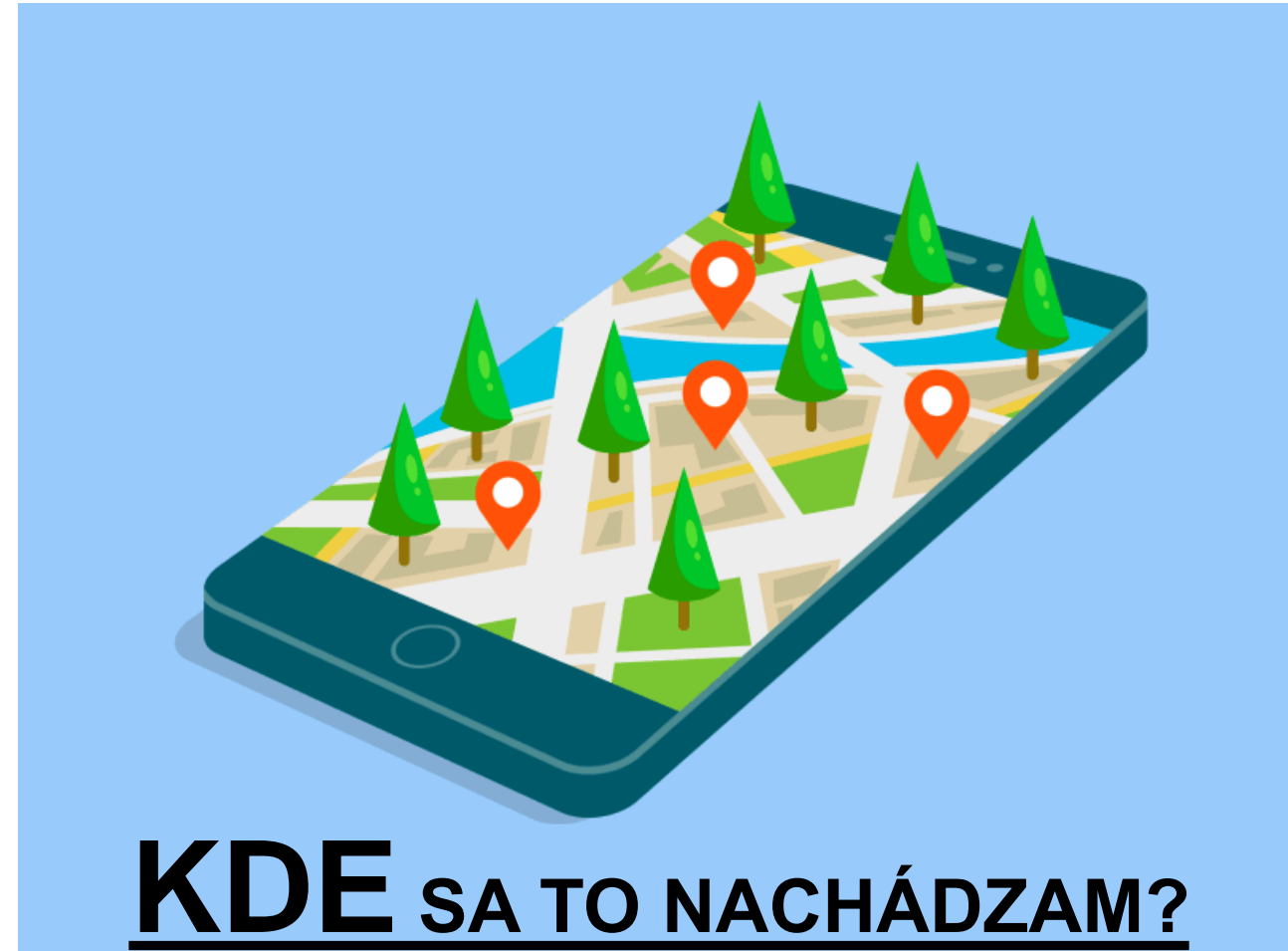
AKO SA TAM DOSTANEM?



Lokalizácia a navigácia

„Princípy lokalizácie a navigácie sú stále rovnaké, menia sa len prostriedky“

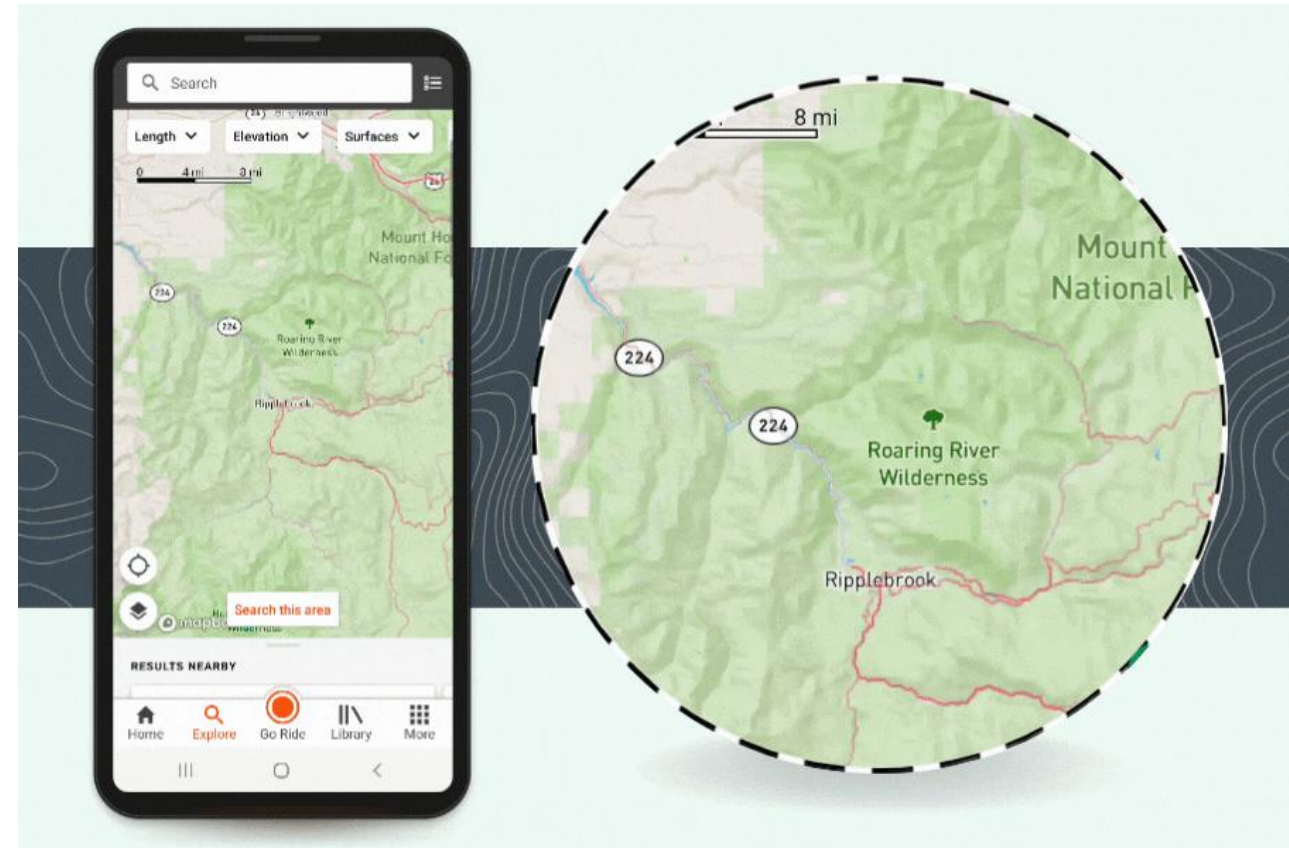
- od počiatkov späté s človekom a jeho cestovateľskými aktivitami
- **Používanie orientačných bodov**
 - koncept pretrval - len používame sofistikovanejšie metódy nachádzania a označovania orientačných bodov
- **Vzdialenosť** - *čas trvania cesty*



Lokalizácia a navigácia

„Princípy lokalizácie a navigácie sú stále rovnaké, menia sa len prostriedky“

- objavovanie nových zemí
- rozvoj obchodných ciest
- spojenie s ľuďmi na celom svete
- podpora globálnej ekonomiky
– presná navigácia lodí, lietadiel...



AKO SA TAM DOSTANEM?

VYMEDZENIE DÔLEŽITÝCH POJMOV

- **Lokalizácia** je proces **určenia polohy** určitého bodu/objektu v priestore.
- **Navigácia** je proces **určovania optimálnej cesty a smeru** k danému cieľu.
- **Rádiolokalizácia** je proces **určenia polohy** určitého objektu v priestore s využitím **elektromagnetických (rádiových) vln**.
- **Rádionavigácia** je proces **určovania optimálnej cesty a smeru** k danému cieľu s využitím **elektromagnetických (rádiových) vln**.



Lokalizáciou je myslené určovanie jednoznačnej polohy v priestore. Navigáciou je označované umenie dostať sa z jedného miesta na druhé po vytýčenej trase.

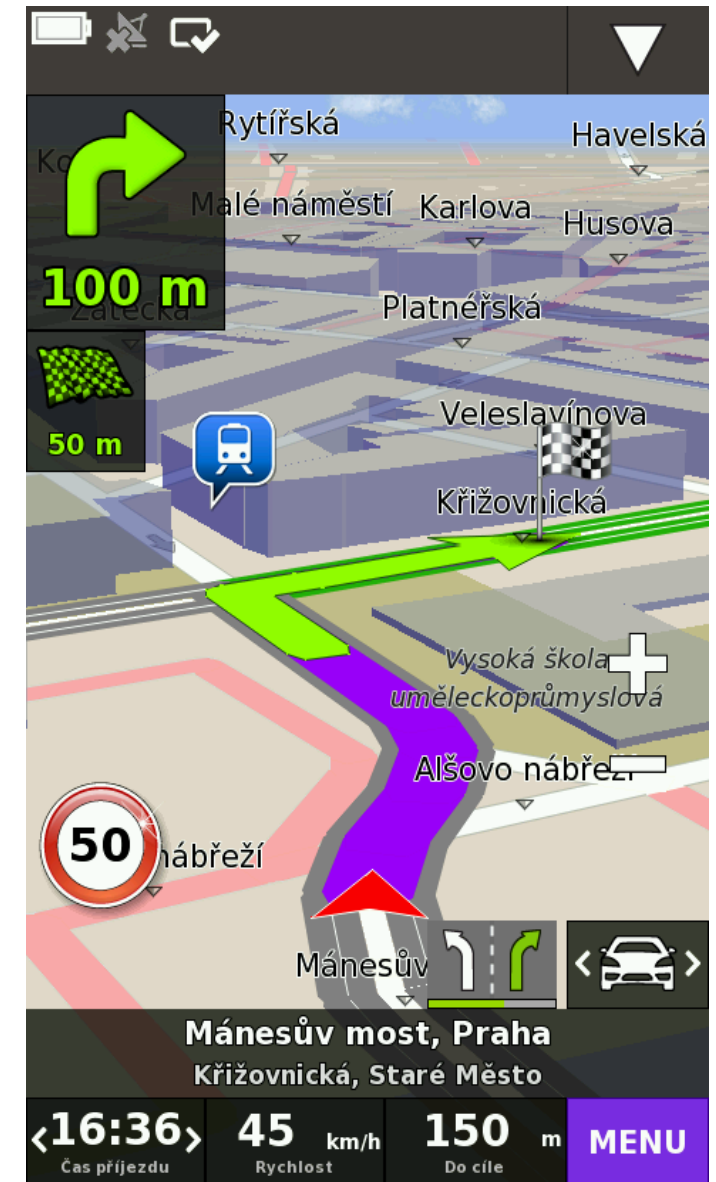


NAVIGÁCIA vs. LOKALIZÁCIA

➤ Kým pre **lokalizáciu** je spravidla hlavným kritériom dosiahnutie požadovanej **polohovej presnosti lokalizácie**, v prípade **navigácie** existujú dve kritéria:

➤ **Kritéria navigácie:**

- **polohová presnosť** lokalizácie v priebehu navigácie
- **čas** potrebný pre určenie aktuálnej polohy





OD PRAVEKU K MOREPLAVCOM
- OD MOREPLAVCOV KU GNSS

NAVIGATION

before GPS

Stars were the first tools used for navigation. Sailors would use stars to steer a steady course.



Maps and Compasses were used to navigate as early as the 11th century.



Sextants would measure the angle of a celestial object such as the sun and the horizon which gives the object's altitude.



Chronometers were time keeping devices for sea. They could measure longitude with the use of a sextant and Greenwich Hour Angle, celestial position of the sun.



Radar navigation involves transmitting an electromagnetic signal at a target and using the reflected echo to calculate distance. This method has been used extensively to track aircraft and marine vehicles.



Navigácia pred vynálezom GNSS

- Pre prvých moreplavcov nastal už cca 3 500 rokov p.n.l. problém s **navigáciou na mori**
- Navigácia podľa orientačných bodov na pobreží
- ***Plavba na otvorenom mori vyžadovala nové metódy navigácie***
- Klasická navigácia - *magnetická buzola* - do 17. st.
- Navigácia výpočtom - do druhej polovice 17. st.
- Astronomická navigácia - od 18. storočia

➤ Navigácia výpočtom

- Navigátor určuje **aktuálnu polohu** lode podrobným záznamom o jej pohybe
- Východiskový bod je obvykle **posledná poloha lode** (napr. pomocou orientačných bodov na pobreží)
- Od východiskového bodu sú do mapy priebežne zakresľované **smery** a **prejdené vzdialenosti** - **navigačná línia**



Vypočítané, navrhnuté a realizované námorné trasy moreplavcov v Indickom oceáne (9.-14. stor.).

➤ Navigácia výpočtom

Základné princípy navigácie výpočtom:

- Aktuálna poloha je vypočítaná na základe:

- 1. poslednej známej polohy**
- 2. smeru**
- 3. rýchlosti**
- 4. času**



- Je základnou metódou navigácie.
- Je dostatočne „jednoduchá“ a „nenáročná“.





- Za otca „morskej“ kartografie sa považuje flámsky kartograf a matematik **Gerhard Mercator**, ktorý v roku **1538** zhotovil túto **mapu sveta (Pacifický oceán)**
- **Neuveriteľne presné obrysy amerického kontinentu (západné pobrežie)**

NAVIGÁCIA a PRVÉ NÁMORNÉ MAPY

- **Portolán** - námorná *navigačná* mapa talianskeho pôvodu, ktorá zobrazuje hlavneorské pobrežie a prístavy.
- Vznik - prelom 13. a 14. st.

Ukážky najstarších portolánových máp:



1.

1. Mapa Európy, Piri Reis, 1521 – 1525
2. Mapa západnej Európy a Afriky, Pedro Reinel, 1504



2.



Katalánsky atlas, ktorý zobrazuje Európu a severnú Afriku (1375).



3.

3. Čierne more, Diego Homem, 1559.



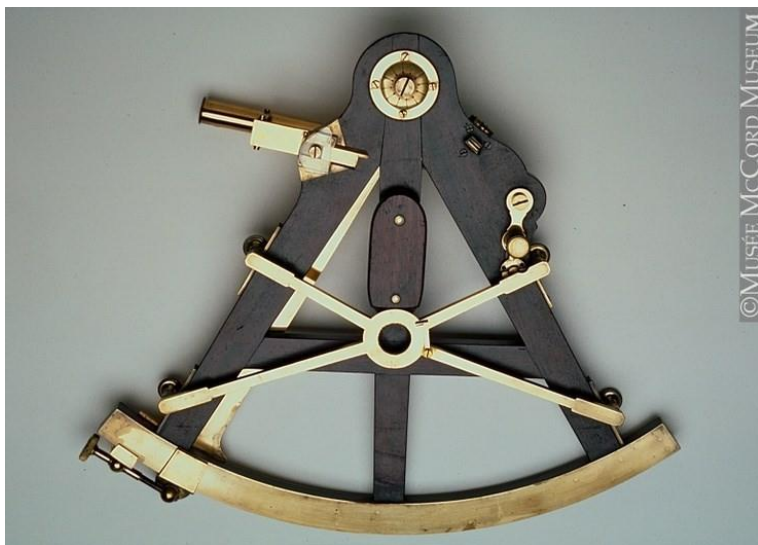
4.

4. Škandinávia, Carta marina, Olaus Magnus, 1539.

➤ Astronomická navigácia

- Orientačné body sú hviezdy, Slnko a Mesiac
 - Nebeské telesá „menia“ svoju polohu
 - Bez spoľahlivých hodín je možné stanoviť iba zemepisnú šírku pozorovateľa!
- ***Do 18. stor. okrajová metóda navigácie:***
1. **náročné pomôcky** (astronomický almanach – 17. st., sextant - 1759, chronometer - 1737)
 2. **metóda pre vzdelaných**





Sextant po prvýkrát skonštruoval **John Bird** v r. 1759.



← **Sextant** je merací prístroj určený na meranie uhla elevácie (zenitového uhla) nebeského objektu nad horizontom alebo uhla medzi zámerni dvoch bodov, resp. objektov.

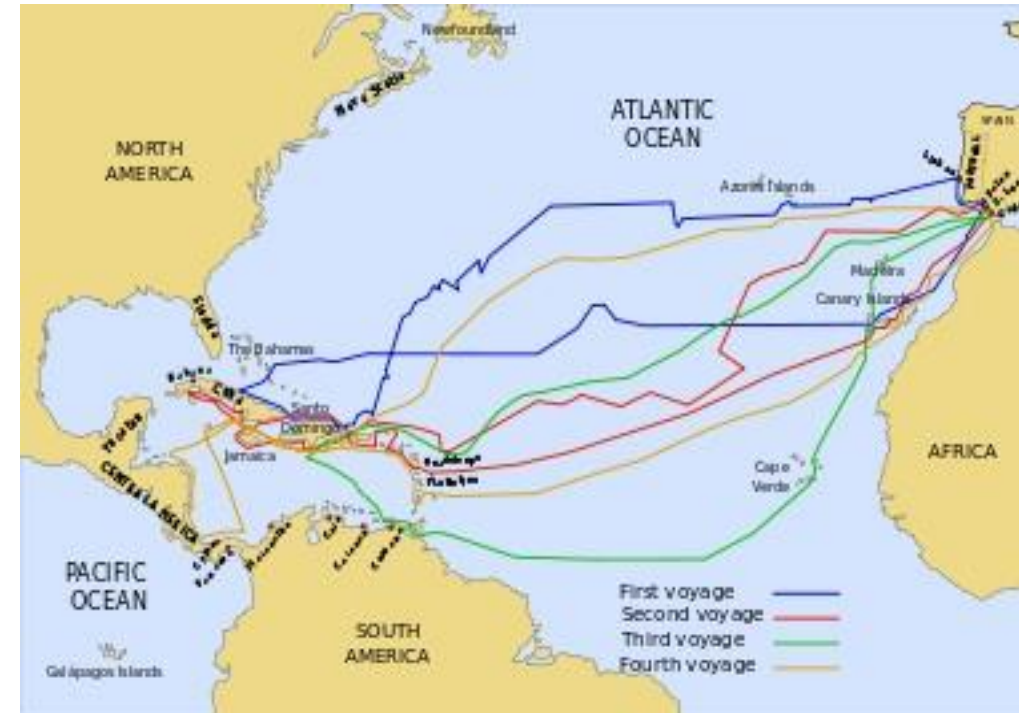
- **Klasická navigácia na mori pomocou magnetického kompasu a navigácia výpočtom**
stačili na prevratné historické zaocéánske plavby a objavy „**nových svetov**“



Krištof Kolumbus - janovský moreplavec v španielskych službách, ktorý (znovu) objavil Ameriku pre Európu dneška v roku 1492.

Navigácia magnetickou buzolou a výpočtom: Objavenie Ameriky 1492; prvý ostrov: San Salvador (Bahamy), druhý ostrov: Haiti (Antily).

➔
Objavné plavby Krištofa Kolumba



Mapa prvej plavby Vasco da Gama do Indie.

➤ Navigácia len magnetickou buzolou a výpočtom!



Vasco da Gama

- Tri cesty do Indie (1497 – 1499, 1502 – 1503 a 1524)
- položil základy k neskoršej dominancii Portugalska ako koloniálnej veľmoci.

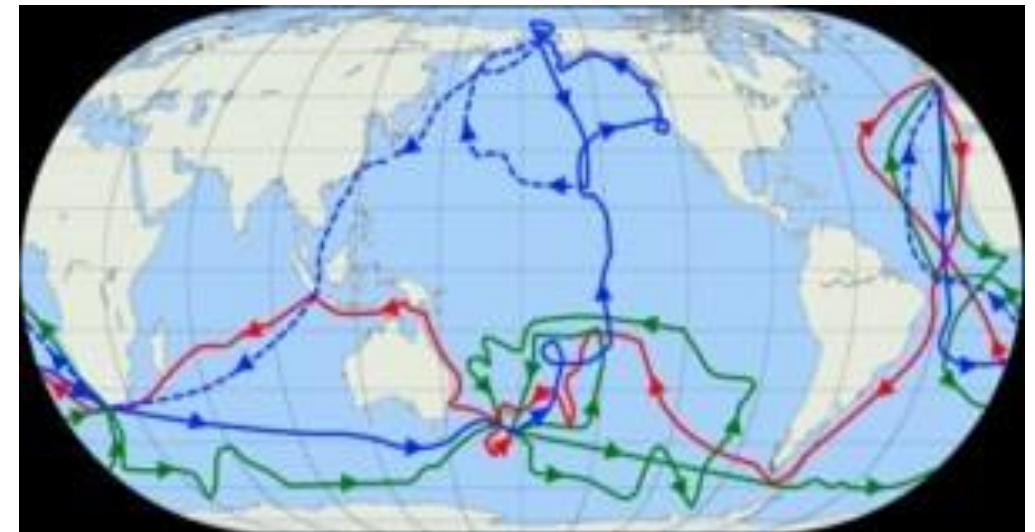


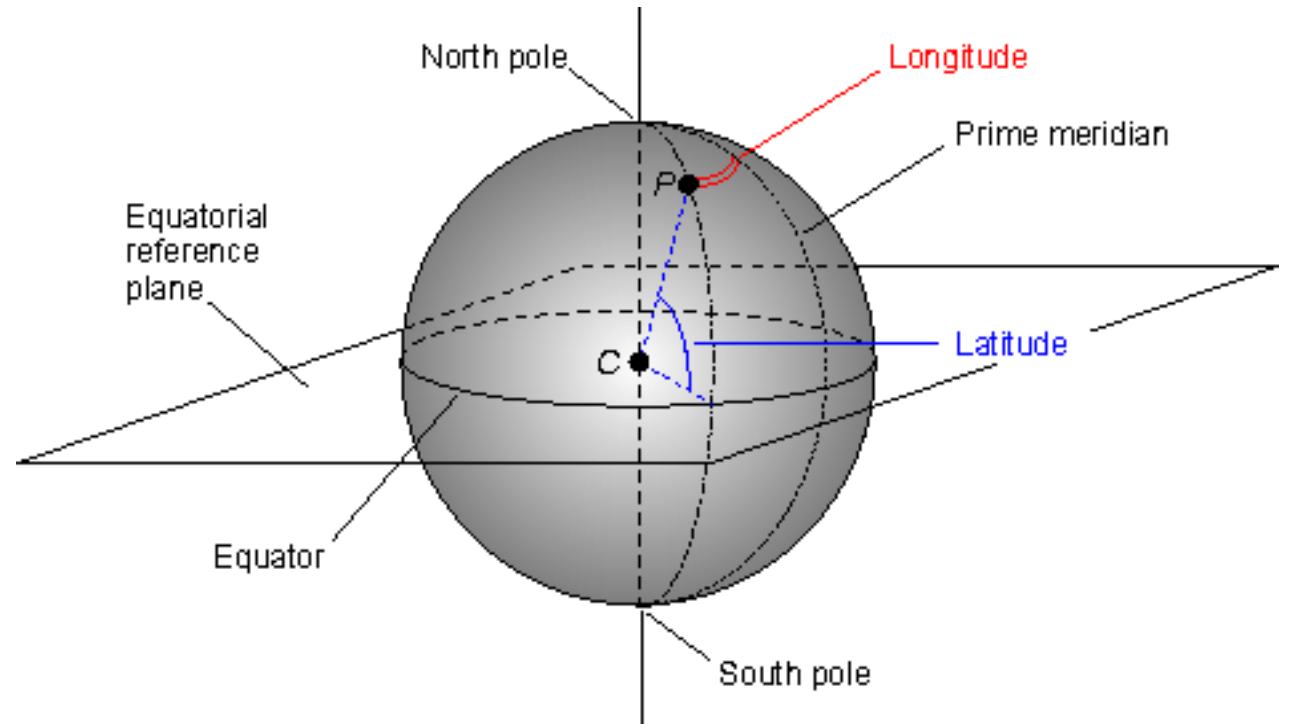
James Cook

- tri plavby okolo sveta a hlavne vydané práce výrazne posunuli znalosti o Zemi.



Plavby Jamesa Cooka: prvá – červená, druhá – zelená, tretia – modrá.



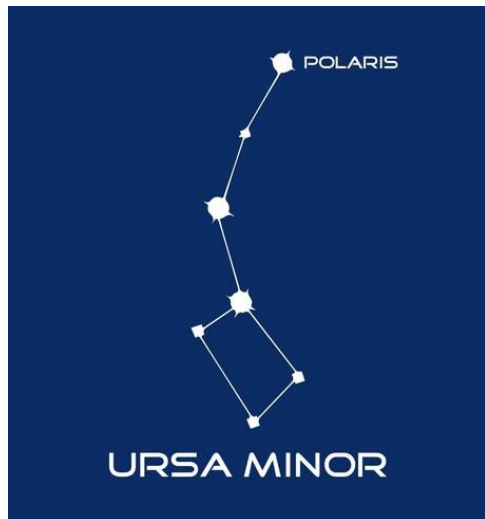


- Rýchly pohľad na 'presné' mapy sveta až do 18. storočia hovorí za všetko
- Ľudia sa snažili merať zemepisnú šírku a dĺžku dlho, s rozličným úspechom

Začiatky navigácie:

Určenie zemepisnej šírky je jednoduché a presné

- Navigácia sa spoliehala na pozíciu hviezd a slnka, smer cesty pomocou kompasu



Severka je pod uhlom 41°
...zemepisná šírka je 41°



- Sextant – meranie uhla elevácie objektu nad horizontom (Polárka, Slnko)
Určenie zemepisnej šírky



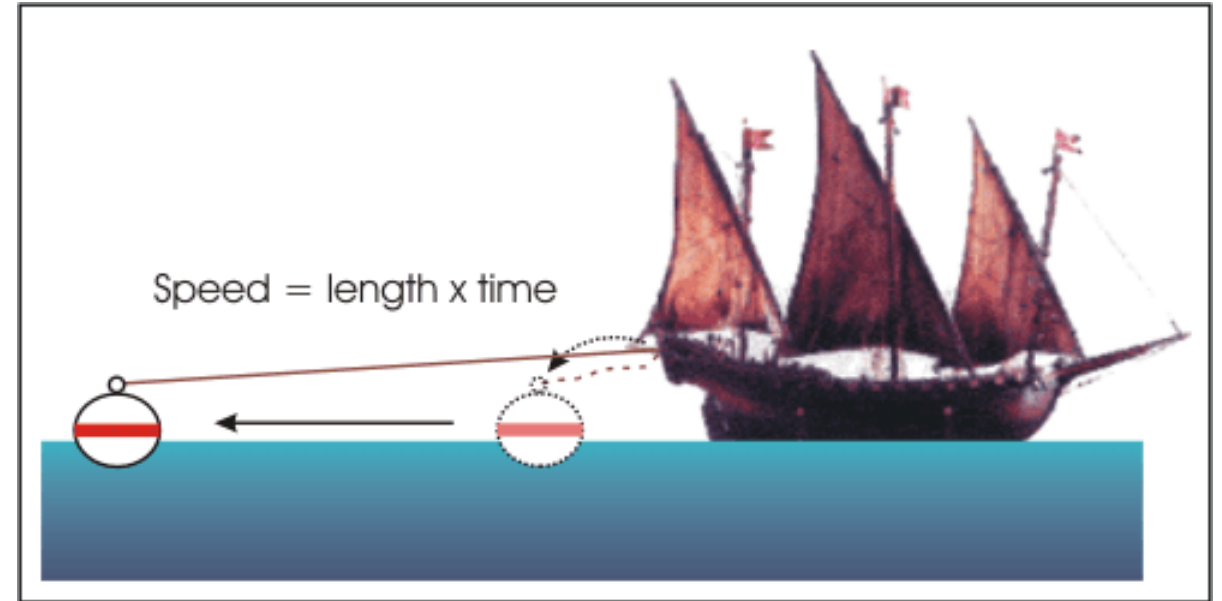
- Kompas – meranie smeru cesty



- Vzdialenosť – meraná počtom krokov (rotácií kolesa) alebo odhadom času pre cestovanie

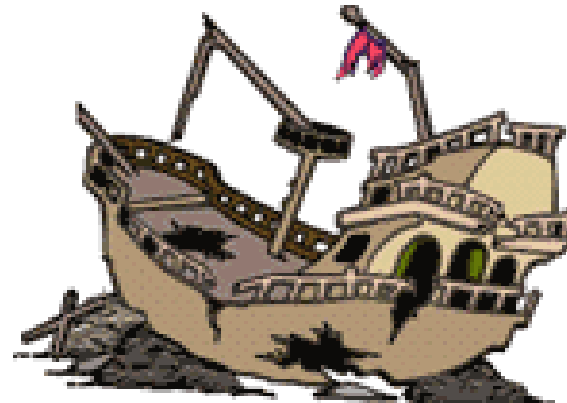
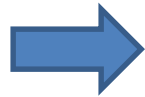
Začiatky navigácie: Určenie zemepisnej dĺžky je zložité, pretože k nej na oblohe neexistuje fixný bod

- určenie pozície v smere východ-západ výpočtom
- veľa zdrojov chýb – aj 95% presnosť napr. z New Yorku do Londýna akumulovala chybu 175 míľ na konci trasy - *seriózny* problém pre lode prichádzajúce ku skalnatým pobrežiam



Začiatky navigácie: Určenie zemepisnej dĺžky je zložité, pretože k nej na oblohe neexistuje fixný bod

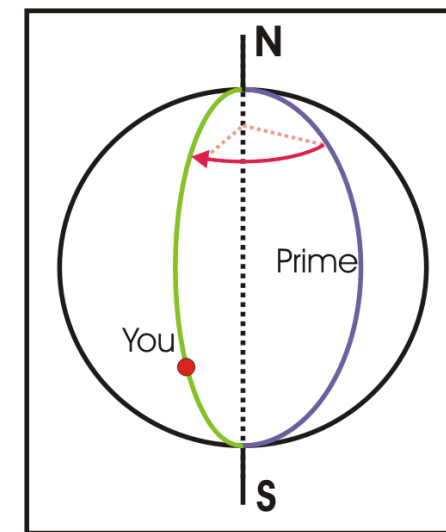
- Sextant – zemepisná šírka na mori
- Kompas - smerovanie
- Ale pokiaľ nevieme určiť, ako ďaleko východne alebo západne sa nachádzame...



Začiatky navigácie: Určenie zemepisnej dĺžky!

22. Október 1707 – chybou výpočtu posádky Admirála Sira Clowdisley Shovela viedla k smrti 2 000 námorníkov

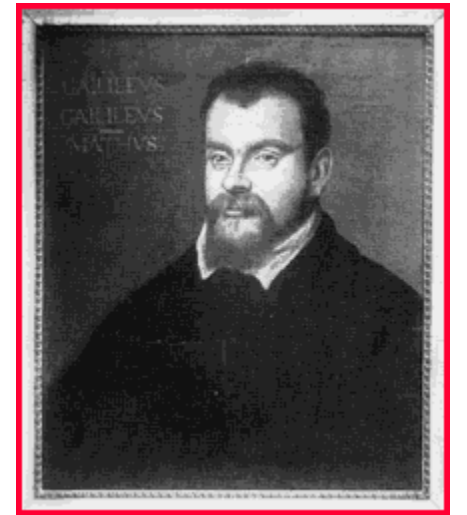
- 1717 – kráľovná Anna určila výhru 20,000 £ tomu, kto určí zem. dĺžku s presnosťou na $\frac{1}{2}$ stupňa (cca 30 míľ).
- Takmer všetky prístupy sa zamerali na 4. element navigácie ... **ČAS**



Greenwich – lokálny poludník
1 hodina = rozdiel 15° zem. dĺžky
Chyba 1 sekundy = 68 míľ = 109 km!

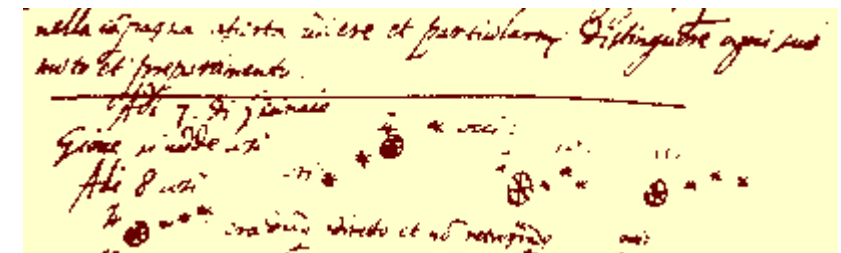
Určenie času na základe mesiacov Jupitera

4 (Galileove) mesiace Jupitera majú presný cyklus obehu – určenie času



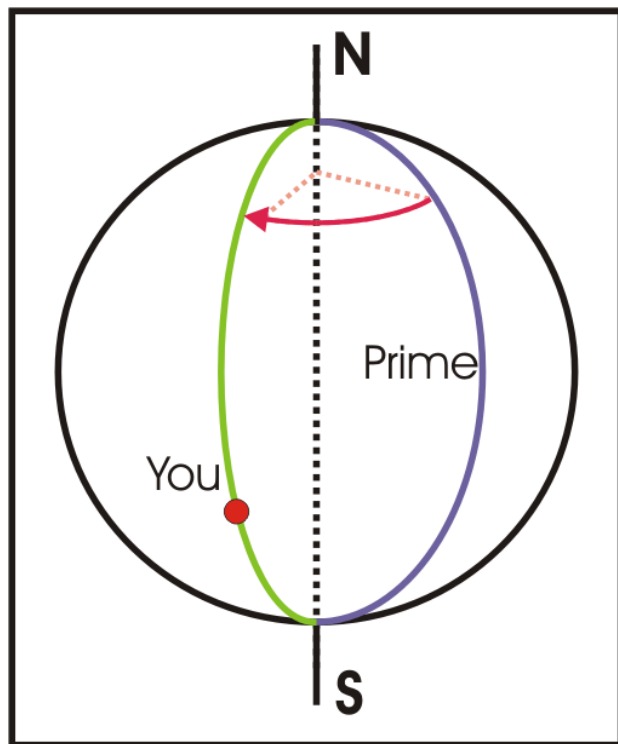
Galileo Galilei, 1564-1642

- Podmienka: Jupiter viditeľný v noci!

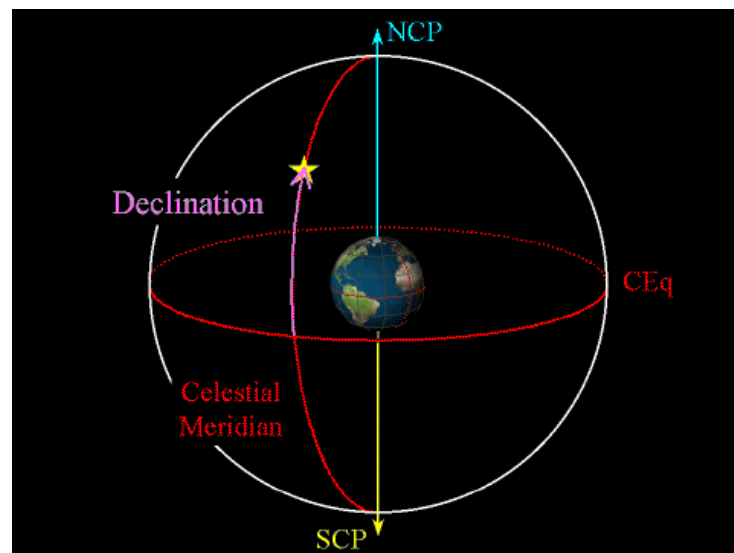


Ako súvisia čas a zemepisná dĺžka?

- Poludník – kružnica medzi severným a južným pólom a užívateľovou polohou
- Každá hviezda dosiahne jeden poludník len raz za deň – rozdiel medzi časom, kedy hviezda pretne stanovený nultý a lokálny poludník – **zemepisná dĺžka**



- Nultý poludník – prechádza cez dohodnutý nulový bod



- Greenwich

Presné hodiny Johna Harrisona - 1761

- **Chronometer - veľmi presné prenosné hodiny – prenosný časový štandard**
- umožňuje navigátorovi použiť časový rozdiel medzi miestnym časom pre loď a časom na nultom poludníku a určiť tak zemepisnú dĺžku, kde sa loď nachádza
- Priemerná denná variácia chodu chronometra je $\pm 0,1$ s
- **Námorný chronometer** bol podstatnou zložkou prístrojovej *navігаčnej výbavy*, 250 rokov v námorníctve a neskôr aj v leteckej navigácii
- V druhej polovici 20. storočia ho vytlačilo používanie **družicovej (satelitnej) navigácie**



PREHĽAD HISTÓRIE NÁMORNEJ LOKALIZÁCIE a NAVIGÁCIE (nultý poludník)

➤ Z histórie nultého poludníka

- **Nultých poludníkov bolo v minulosti niekoľko.**
- **V r. 1634 -1884 - ferrský meridián (Kanárske ostrovy)**



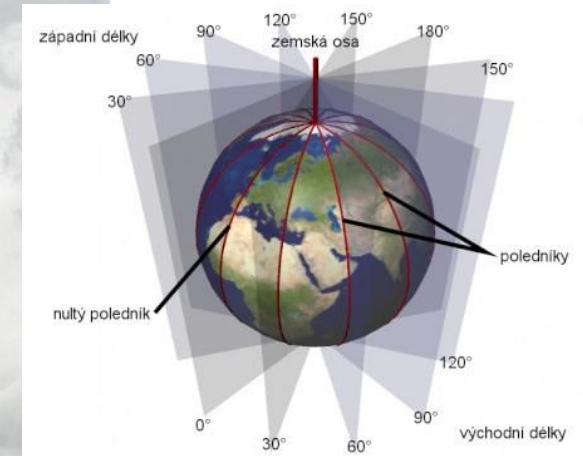
➤ Greenwich v Mekke?

- **Moslimskí učitelia sú presvedčení, že nultý poludník by mal prechádzať Mekkou – ich svätým miestom.**
- **V Mekke sa postavili najväčšie hodiny na svete, čo mnohí moslimovia považujú za dostatočný dôvod na to, aby sa nultý poludník presťahoval z Londýna do arabského sveta.**



PREHĽAD HISTÓRIE NÁMORNEJ LOKALIZÁCIE a NAVIGÁCIE (nultý poludník)

- **Royal Observatory, Greenwich** (Kráľovské observatórium, Greenwich)
- (0°0,0'; +51°28,6'; 47 m)
- založené r. 1675 v Greenwichi pri Londýne a podľa medzinárodnej dohody z r. **1884** ním prechádzal **nultý poludník**.
- Pre zlé pozorovacie podmienky observatórium r. 1957 preložili do zámku Herstmonceux pri Hailshame v Sussexe (+0°20,3'; +50°52,3'; 32 m)



PREHĽAD HISTÓRIE NÁMORNEJ LOKALIZÁCIE a NAVIGÁCIE (nultý poludník)



Turistická atrakcia

- *Pocit, ktorý sem turistov láka je potešenie z predstavy, že jednou nohou môžete stáť na západnej pologuli a tou druhou na východnej pologuli.*



Pokrok v navigácii: GNSS

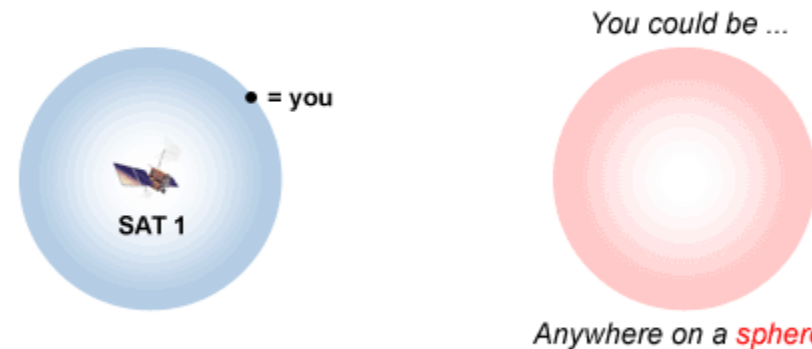
Chronometer Harrisona pomohol lodiam a bežnej navigácii,
ale vynález nebol určený pre masy



Budovanie univerzálneho GNSS

- jednoduché určenie času
- kalibrovateľnosť hodín kdekoľvek
- údaje aj pri oblačnosti

How GPS Locates You



With the distance to the first satellite, you only know you could be anywhere on a sphere of that radius.



- **GPS (USA) – 31 satelitov**
- **GLONASS (Rusko) – 24 satelitov**
- **Galileo (EÚ) – 14 satelitov**
- **BeiDou (Čína) – 22 satelitov**

- Uľahčujú navigáciu a určenie priestorovej (3D) polohy na zemskom povrchu
- Sú posledným krokom k vyriešeniu otázok, ktoré ľudí trápili od nepamäti - Kde sa to nachádzam? Ako sa tam dostanem?



Ďakujem
za pozornosť

Mgr. Katarína Onáčillová

