



ÚSTAV GEOGRAFIE  
Prírodovedecká fakulta UPJŠ



# GNSS pre život

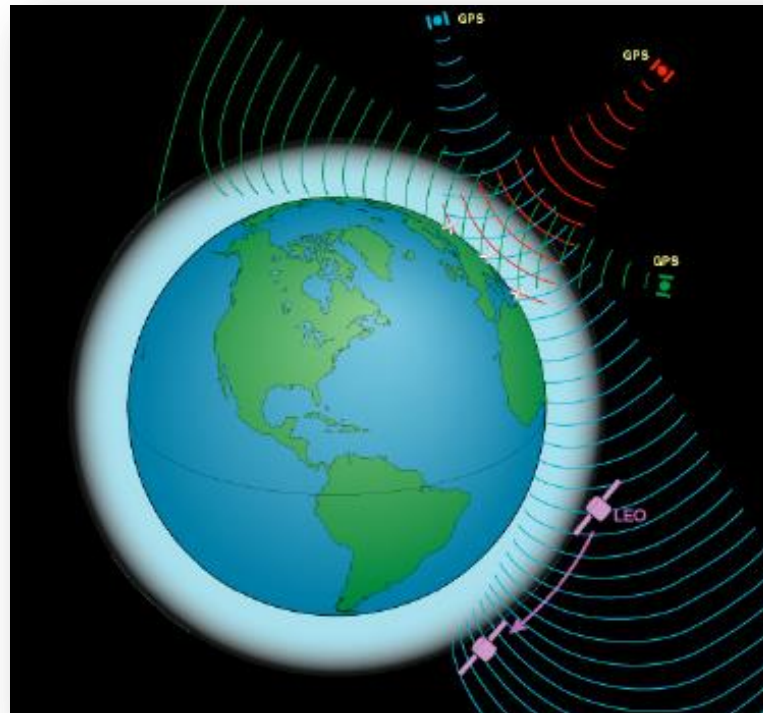
Klub učiteľov geografie 9. jún 2017

Michal Gallay  
[michal.gallay@upjs.sk](mailto:michal.gallay@upjs.sk)

# Globálne navigačné satelitné systémy

## GNSS

Priame určenie polohy pomocou signálu z družíc.



# Aplikácie

## Navigácia, sledovani pohybu, určenie polohy

The screenshot displays the Flightradar24 website interface. The top navigation bar includes links for Apps, Add coverage, Data / History, Social, Press, and About. The main map area shows a detailed view of Central Europe, with numerous aircraft tracks and airport locations marked. The left sidebar contains a table of airport data, a section for tweets, and a blog post titled 'Flight Ban for Qatar Flights in UAE, Saudi Arabia, Bahrain, and Egypt'. The bottom of the page features social media links and a copyright notice for NADČASOVÁ KRÁSA A DYNAMIKA.

| AIRPORT             | ARR | DEP |
|---------------------|-----|-----|
| San Francisco (SFO) | 5.0 | 3.8 |
| Xiamen (XMN)        | 3.5 | 4.0 |
| Shanghai (SHA)      | 2.6 | 4.7 |
| Hangzhou (HGH)      | 2.1 | 5.0 |
| Manila (MNL)        | 3.5 | 2.1 |

Go to delay map

TWEETS

We begin today tracking 10,000 flights. By the time @flySFO eats breakfast, we cou...

2 hours ago

Time for more air-to-air photos! Follow the @Finnair A350 photoshoot at https://t...

16 hours ago

BLOG POSTS

Flight Ban for Qatar Flights in UAE, Saudi Arabia, Bahrain, and Egypt

4 days ago

Download on the App Store

ANDROID APP ON Google Play

Like 550K Follow

NADČASOVÁ KRÁSA A DYNAMIKA

www.flightradar24.com

**Aké GNSS existujú?**

# Globálne navigačné satelitné systémy

GNSS

**NAVSTAR GPS**

**GLONASS**

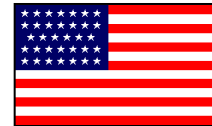
**Galileo**

**Bei Dou**

# Globálne navigačné satelitné systémy

GNSS

**NAVSTAR GPS**



**GLONASS**



**Galileo**



**Bei Dou**



# GNSS má 3 kľúčové zložky

## Vesmírny segment

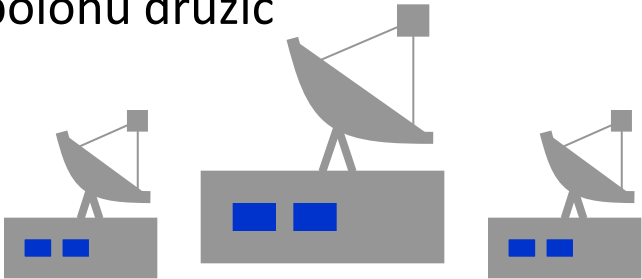
družice

cca. 20 000 km nad Zemou



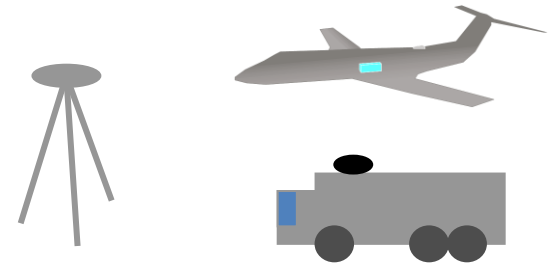
## Kontrolný segment

sieť pozemných staníc,  
ktoré riadia a kontrolujú  
polohu družíc



## Užívateľský segment

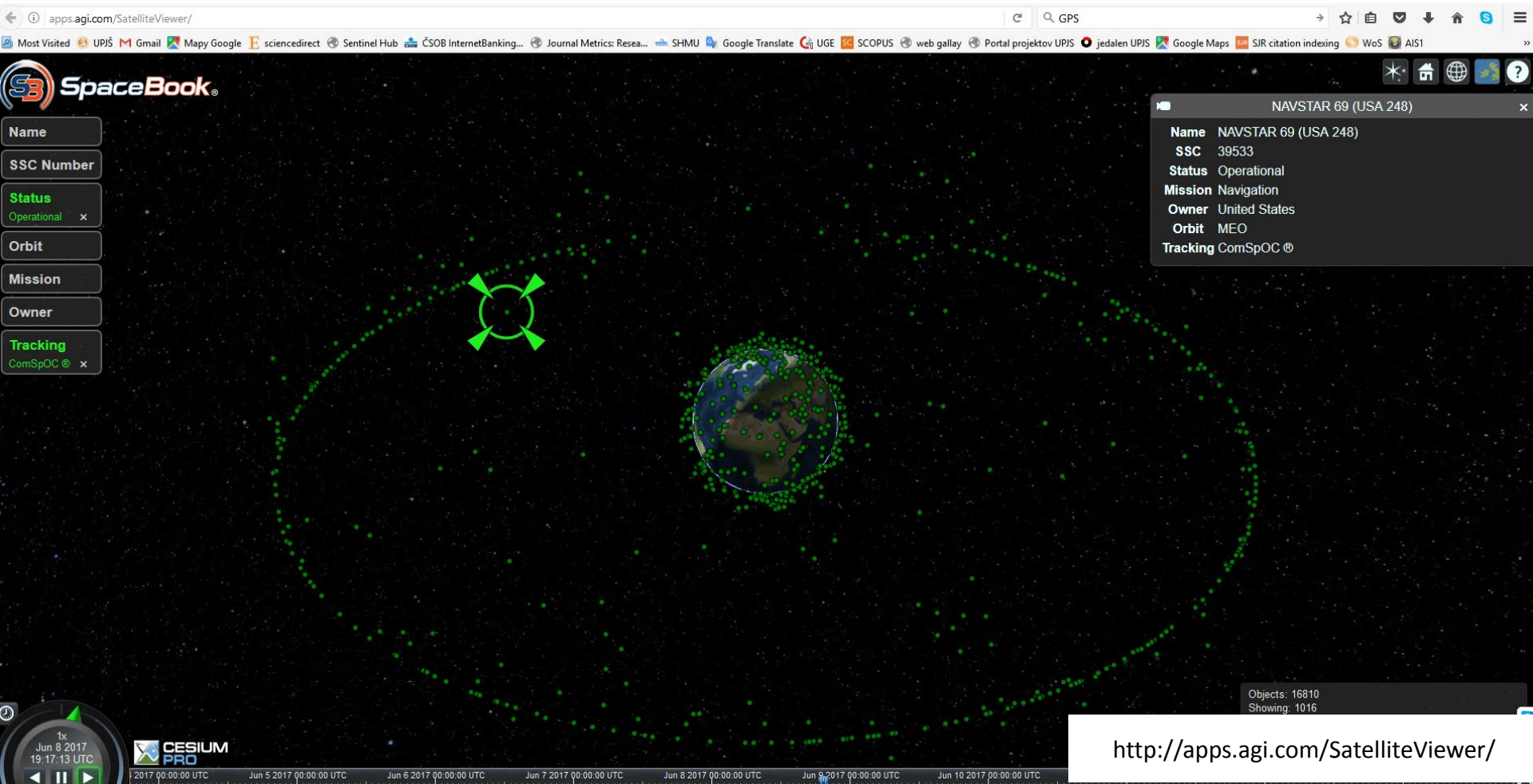
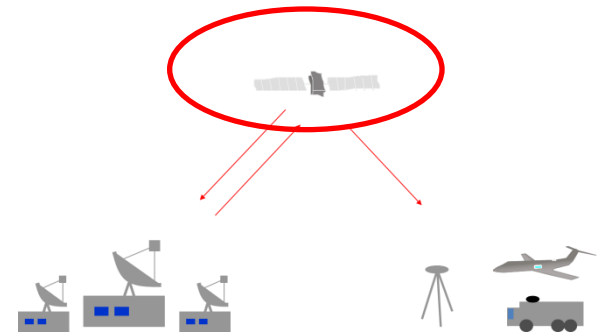
GNSS prijímače





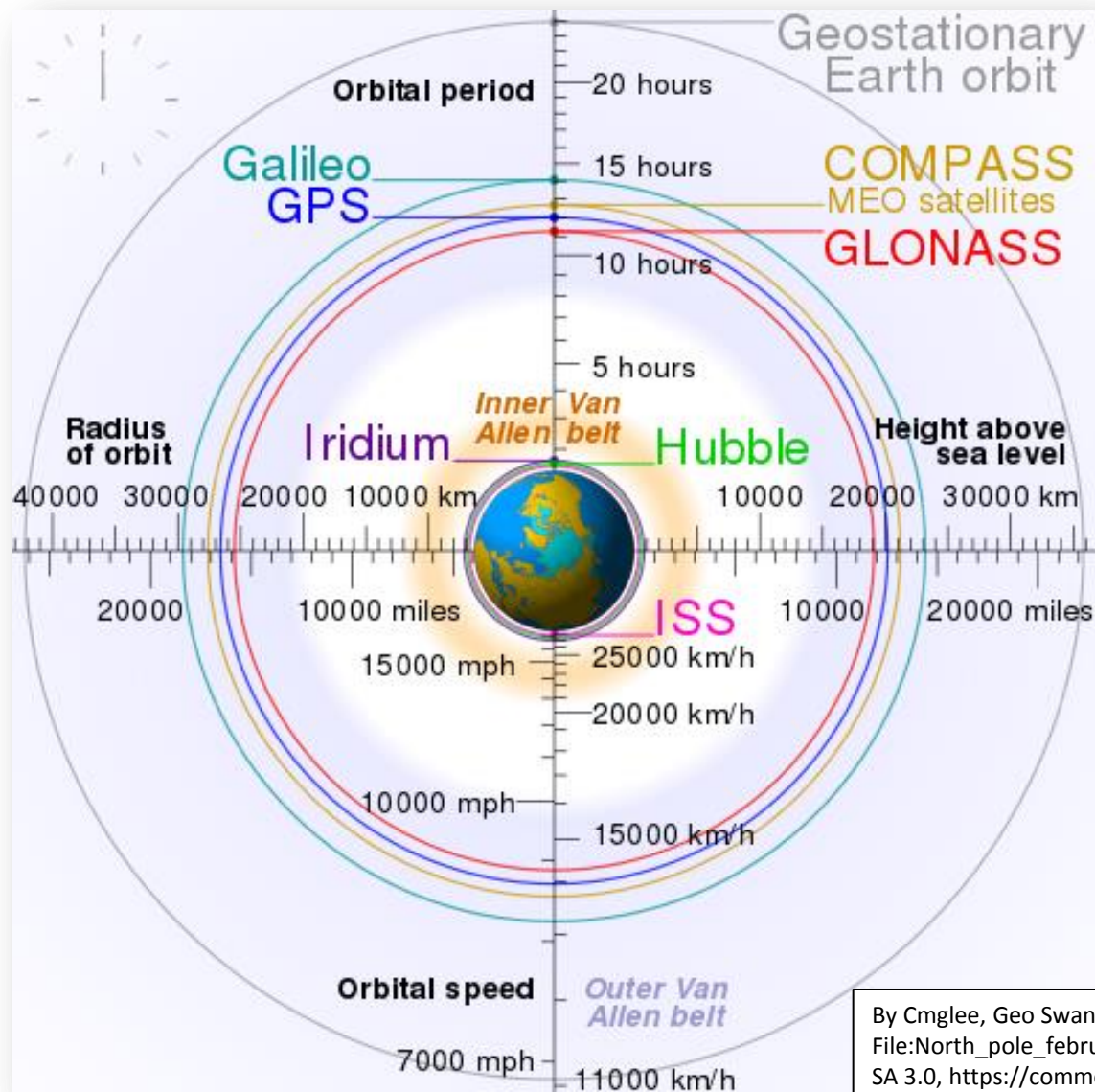
# Vesmírny segment GNSS

- GNSS satelity obiehajú na stredných orbitálnych dráhach (18 000 – 24 000 km nad hladinou mora)
- Medzi geostacionárnou (36 000 km) a nízkou obežnou dráhou (rádovo 100 km)



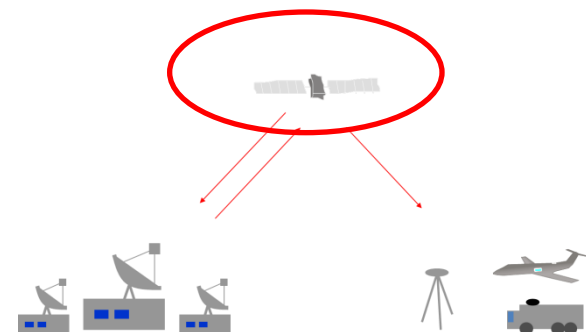


# Porovnanie obežných dráh rôznych družíc



By Cmglee, Geo Swan - Own work, Earth bitmap is  
File:North\_pole\_february\_ice-pack\_1978-2002.png by Geo Swan., CC BY-  
SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16891766>

# Súčasný globálne navigačné satelitné (družicové) systémy (GNSS)



| Názov GNSS       | Prevádzkovateľ                                                                                        | Plná funkčnosť | Počet orbitálnych dráh | Orbitálna výška nad Zemou | Počet aktívnych satelitov | Zdroj informácií                                                  |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| GPS              | USA                  | od 1994        | 6                      | 20 200 km                 | 24                        | <a href="http://www.gps.gov">http://www.gps.gov</a>               |
| GLONASS          | Rusko                | od 1996        | 3                      | 19 100 km                 | 24                        | <a href="https://glonass-iac.ru/en">https://glonass-iac.ru/en</a> |
| Galileo          | EÚ a ďalšie krajiny  | od 2020        | 3                      | 23 222 km                 | 30                        | <a href="http://www.gsa.europa.eu">http://www.gsa.europa.eu</a>   |
| BeiDou = COMPASS | Čína                | od 2020        | 3                      | 21 500 km                 | 30                        | <a href="http://en.beidou.gov.cn">http://en.beidou.gov.cn</a>     |
|                  |                                                                                                       |                | 3                      | 36 000 km                 | 5                         |                                                                   |

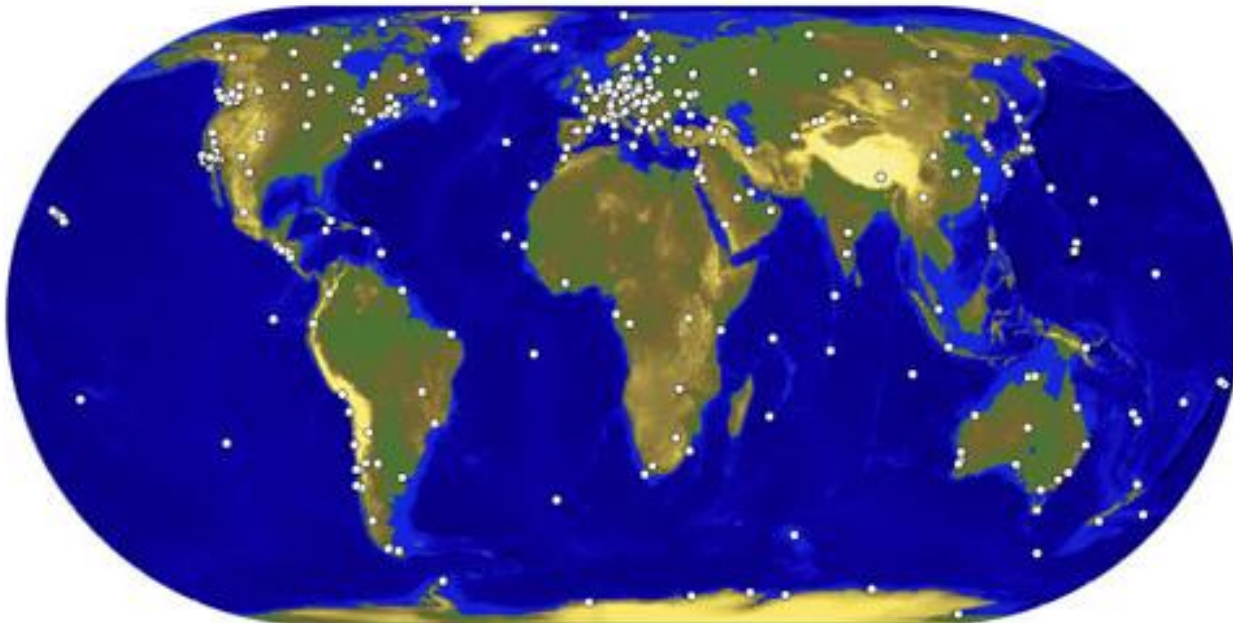
**GPS** – NAVSTAR - Global Positioning System

**GLONASS** – GLObal'naya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema

**Galileo** – European GNSS (administratívna riadiaca centrála je v Prahe)

**Beidou** – súhvezdie Veľký Voz

# Sieť kontrolných staníc GPS



# Ako zdôvodniť budovanie GPS pre občanov USA?

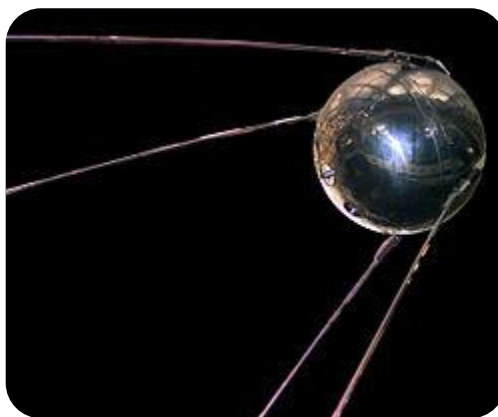
**Celý systém k spusteniu v roku 1995 stál 5 miliárd USD**  
(hodnota k tomu roku)

## Studená vojna

- Preteky v zbrojení
- Vesmírne preteky
- Hlavným argumentom bola hrozba atómovej vojny
- Armáda USA potrebovala systém určovania polohy ponoriek pre presné navádzanie rakiet. Rovnako tak letectvo armády USA.



Hirošima, 1945



Sputnik, 1957



Vietnam, 1966





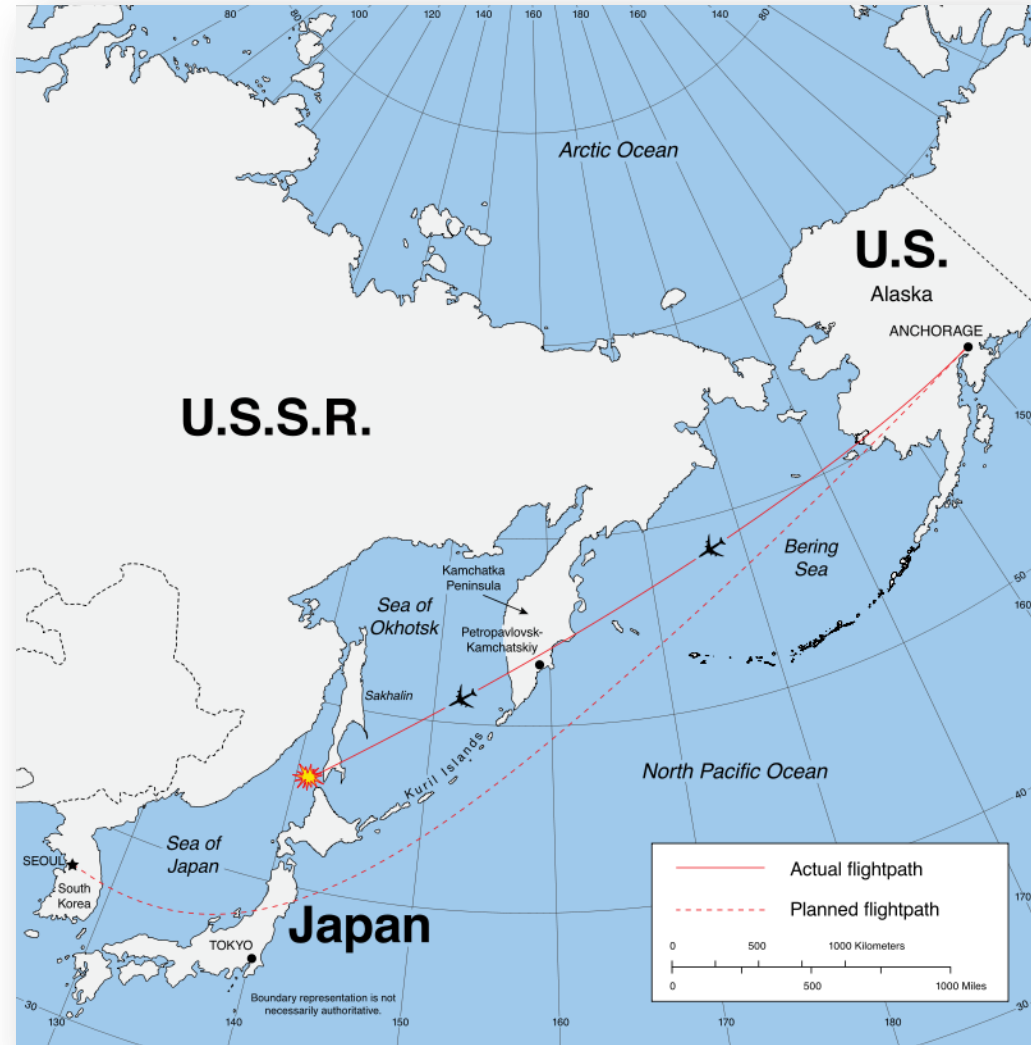
# História GPS

- **Vojenský** navigačný a polohovací systém pre armádu USA
- **TRANSIT** – 5 satelitov, určovanie polohy na základe Dopplerovho efektu, podobne ako policajný radar meria rýchlosť áut
  - Od roku 1960, presnosť cca 500 metrov
- **TIMATION** – 1. satelit, kt. niesol atómové hodiny
- **1. máj 1973** – rozhodnutie vybudovať NAVSTAR-GPS
- **NAVSTAR-GPS: Navigation System using Timing and Ranging - Global Positioning System**
- Budovaný od 1978 – 1995
- Od 1978 – satelity Bloku I
- 1983 – Ronald Reagan deklaroval možnosť civilného používania GPS
- Od 1989 - satelity Bloku II
- 1994 – všetky potrebné satelity GPS na orbite
- Apríl 1995 - plná funkčnosť GPS



# Zostrelenie letu KAL007, rok 1983

- Let juhokórejských aeroliniiek z New Yourku cez Anchorage do Soulu sa odklonil od plánovanej trasy a prekročil sovietsky vzdušný priestor.
- V tom období lietadlá nepoužívali navigáciu a určovanie polohy pomocou GPS.
- Využívali riadenie z pozemných staníc, kompas a inerciálny navigačný systém na palube lietadla.
- Sovietska stíhačka zostrelila lietadlo Boeing 747, zahynulo 269 ľudí.
- **Ronald Reagan vydal nariadenie, že po sfunkčnení bude GPS možné využívať aj pre civilné účely.**







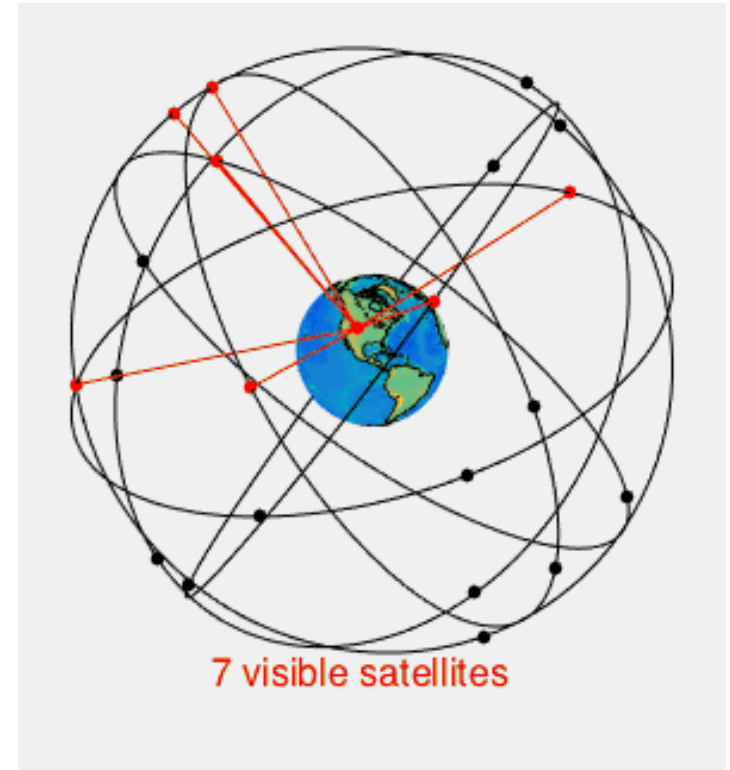
# História GPS

- **Vojenský** navigačný a polohovací systém pre armádu USA
- Satelity NAVSTAR - 24 satelitov, 21 + 3
- Vysielať dvoch kódových signálov:
  - CA (Clear access alebo Coarse acquisition) 1,053 MHz
  - PC (Precise code), 10,53 MHz
- Dve nosné vlny: L1  $\lambda=23$  cm, L2  $\lambda=19$  cm
- Armáda zaviedla SA šifrovanie (Selective Availability) CA kódu
- **1. máj 2000** – Bill Clinton zrušil SA šifrovanie
  - Zlepšenie presnosti z 300 m na 30 m
- Armáda má právo SA kedykoľvek bez upozornenia opäť zaviesť.
- 2004 – dohoda o spolupráci s EÚ projektom Galileo



# Družice NAVSTAR-GPS

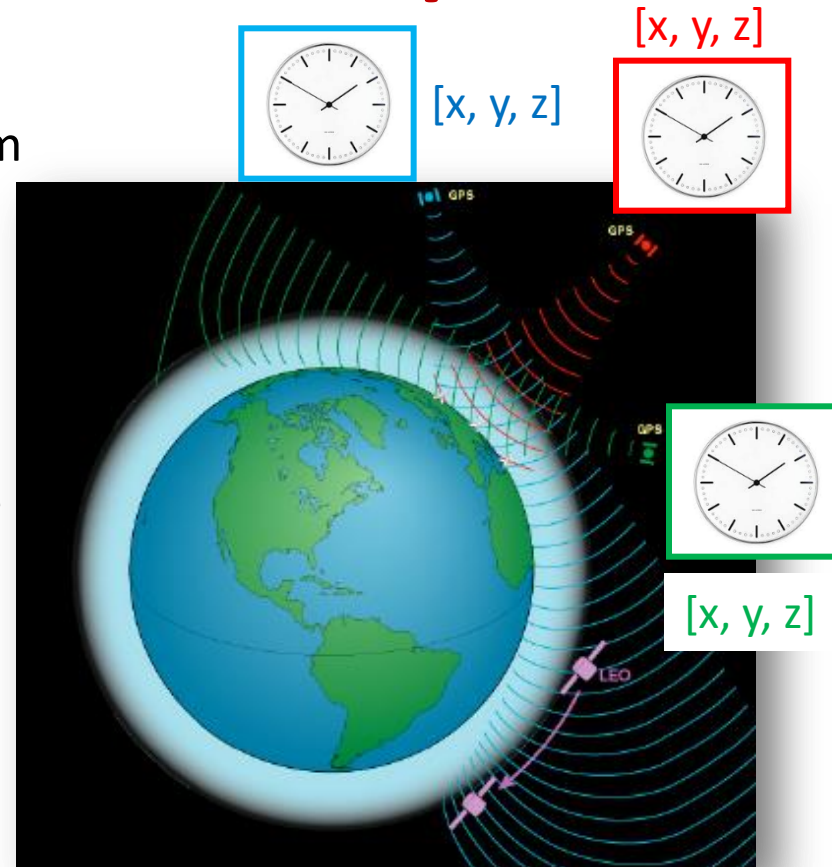
- Minimálne 24 funkčných družíc, celkovo 32.
- Doba obehu je 11 h 58 min (polovica siderického dňa).
- 4 funkčné družice na 6 obežných dráhach
- V každom momente je viditeľných aspoň 6 družíc z akéhokoľvek miesta na povrchu Zeme (na otvorenej rovine).
- Sklon roviny orbity ku rovine rovníka je  $55^\circ$ .
- Roviny jednotlivých orbít sú navzájom pootočené o  $60^\circ$ .



[https://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)

# Princíp GNSS (NAVSTAR-GPS)

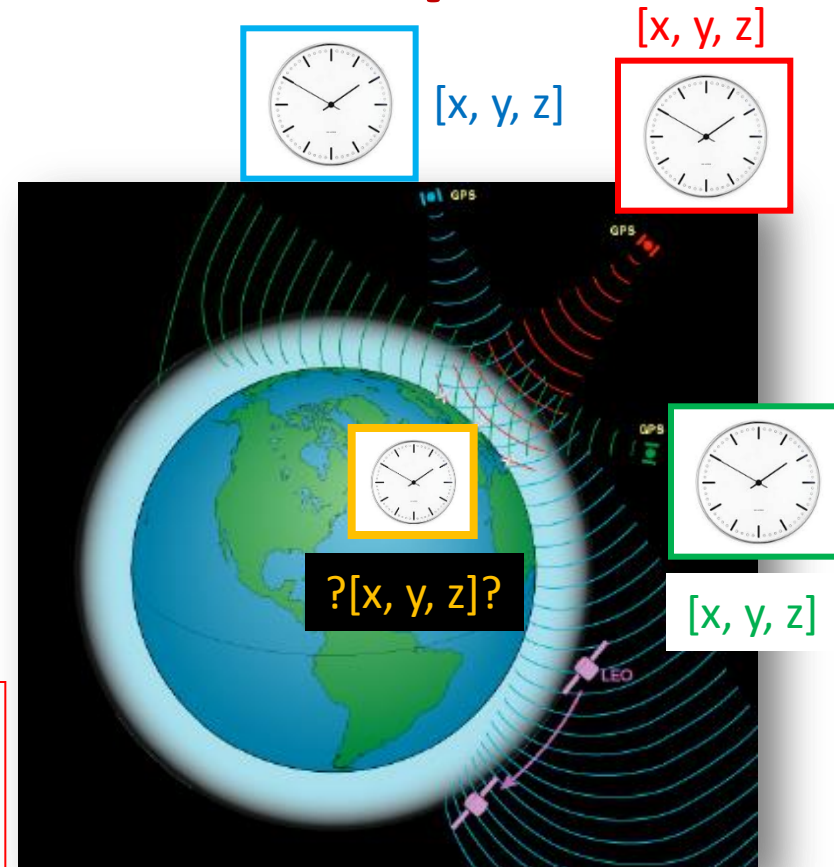
- Družice neustále vysielajú signál, v ktorom je zakódovaná :
  - poloha družice (efemeridy)
  - približná poloha všetkých ostatných GNSS družíc (almanach)
- Správa obsahujúca tieto údaje sa opakuje každých 750 sekúnd (12,5 minúty)
- Správa je zakódovaná pseudonáhodným kódom (PRN), jedinečným pre každú družicu.



# Princíp GNSS (NAVSTAR-GPS)

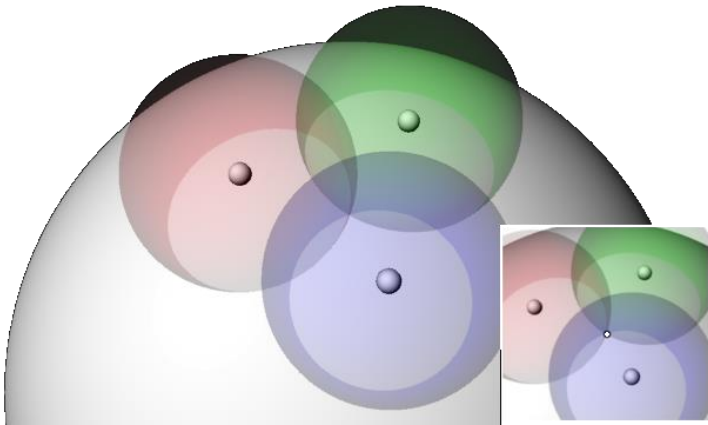
- GNSS prijímač :
  - pozná PRN pre každú družicu
  - meria čas vlastnými hodinami
  - z družicovej správy vyčíta presnú polohu družice a čas vyslania správy
  - porovnáva čas vyslania signálu a svoj meraný čas.

$$\begin{array}{ll} \text{čas} \times \text{rýchlosť svetla} & = \text{vzdialenosť} \\ t \cdot c & = R \\ & \text{ku družici} \end{array}$$



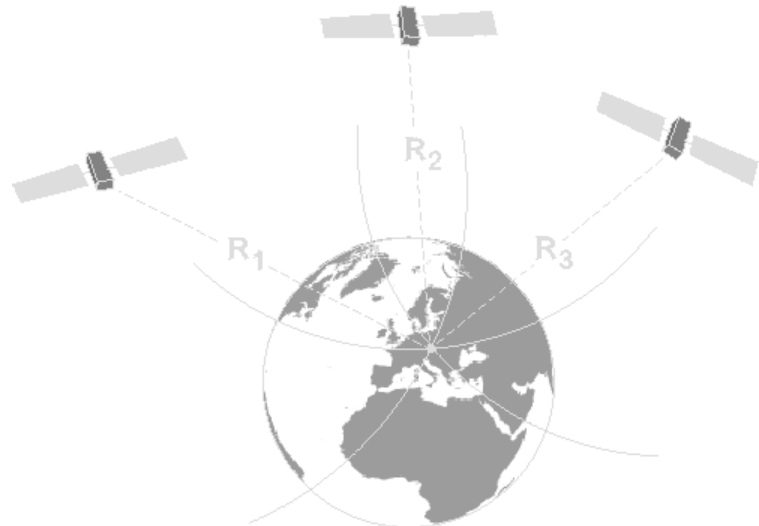
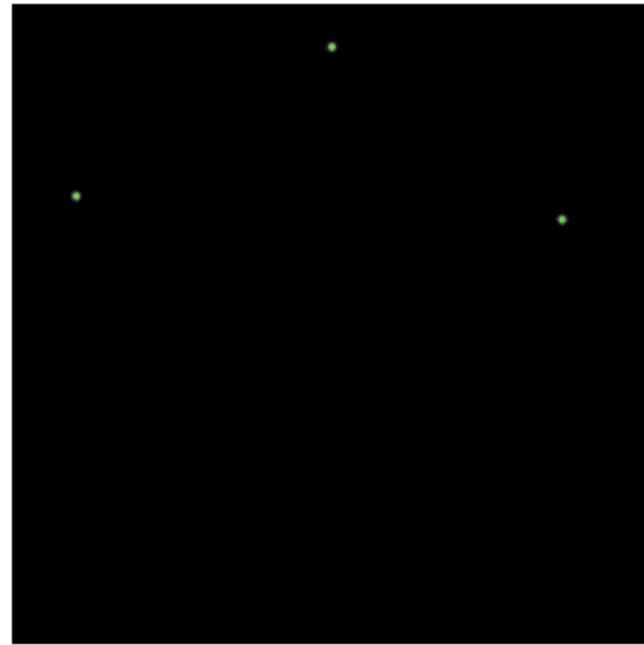
# Základný princíp GNSS

## Princíp trilaterácie



Prienik dvoch guľí - kružnica alebo bod

Prienik troch guľí - jeden alebo dva body



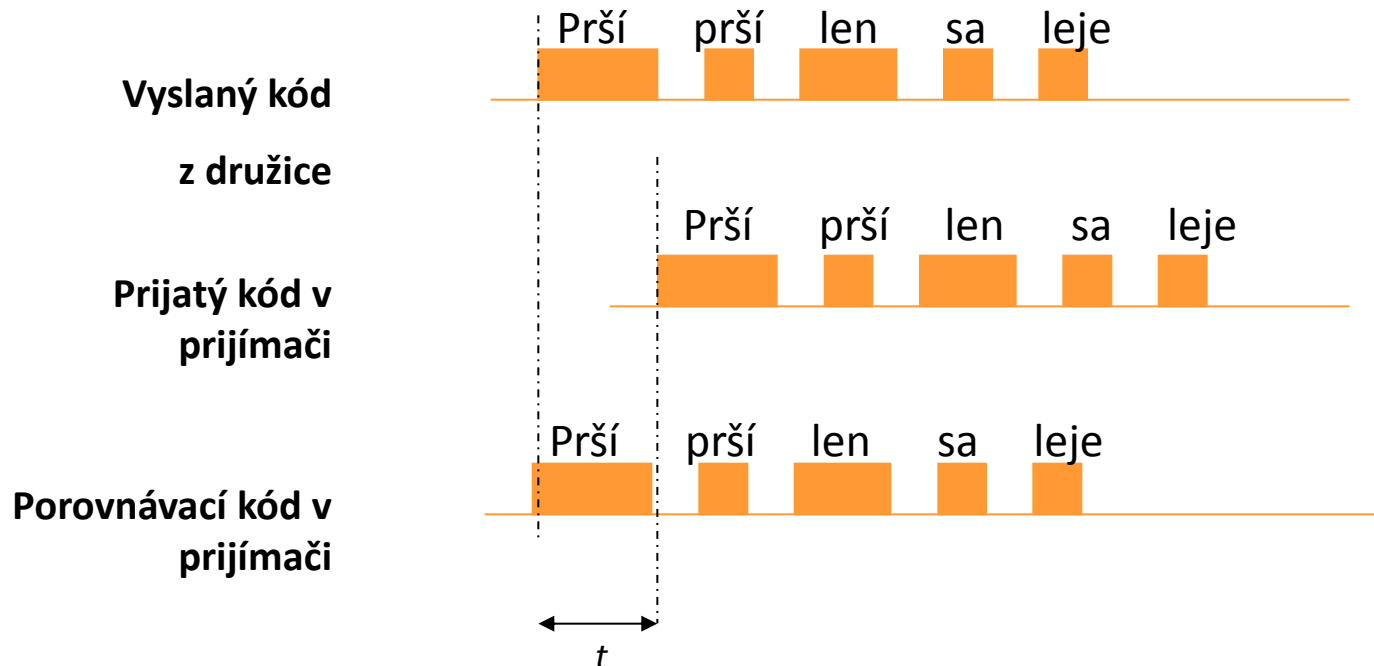
$$(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2 = ([\tilde{t}_i - b - s_i]c)^2, \quad i = 1, 2, \dots, n$$



# Základný princíp GNSS

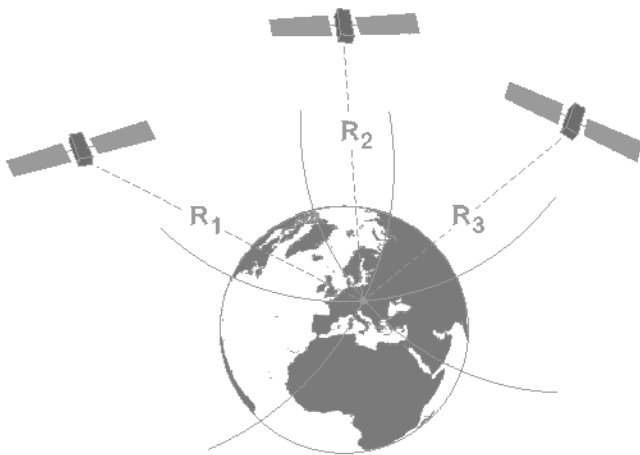
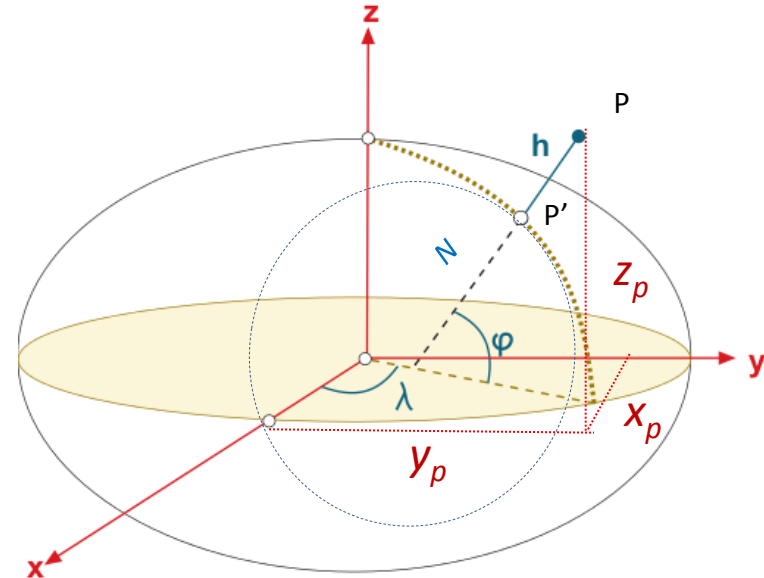
- Porovnávanie signálu (kódu) prijatého z družice a jeho kópie vytváratej v prijímači.
- Z rozdielu medzi signálmi sa dá vypočítať čas, ako dlho signál cestoval k prijímaču.
- Z času sa dá vypočítať vzdialenosť GNSS prijímača ku družici.

**čas x rýchlosť svetla = vzdialenosť ku družici**



# Základný princíp GNSS (GPS, GLONASS, Galileo ...)

- Teoreticky by pre určenie polohy GNSS prijímača stačilo prijímať signál z 3 družíc.
- Poznáme tak súradnice družíc  $[x_1, y_1, z_1]$ ,  $[x_2, y_2, z_2]$ ,  $[x_3, y_3, z_3]$
- a vieme vypočítať súradnice GNSS prijímača  $[x_p, y_p, z_p]$



$$R_1 = t_{R1} \cdot c = \sqrt{(x_1 - x_p)^2 + (y_1 - y_p)^2 + (z_1 - z_p)^2}$$

$$R_2 = t_{R2} \cdot c = \sqrt{(x_2 - x_p)^2 + (y_2 - y_p)^2 + (z_2 - z_p)^2}$$

$$R_3 = t_{R3} \cdot c = \sqrt{(x_3 - x_p)^2 + (y_3 - y_p)^2 + (z_3 - z_p)^2}$$

# Základný princíp GNSS (GPS, GLONASS, Galileo ...)

## Lenže

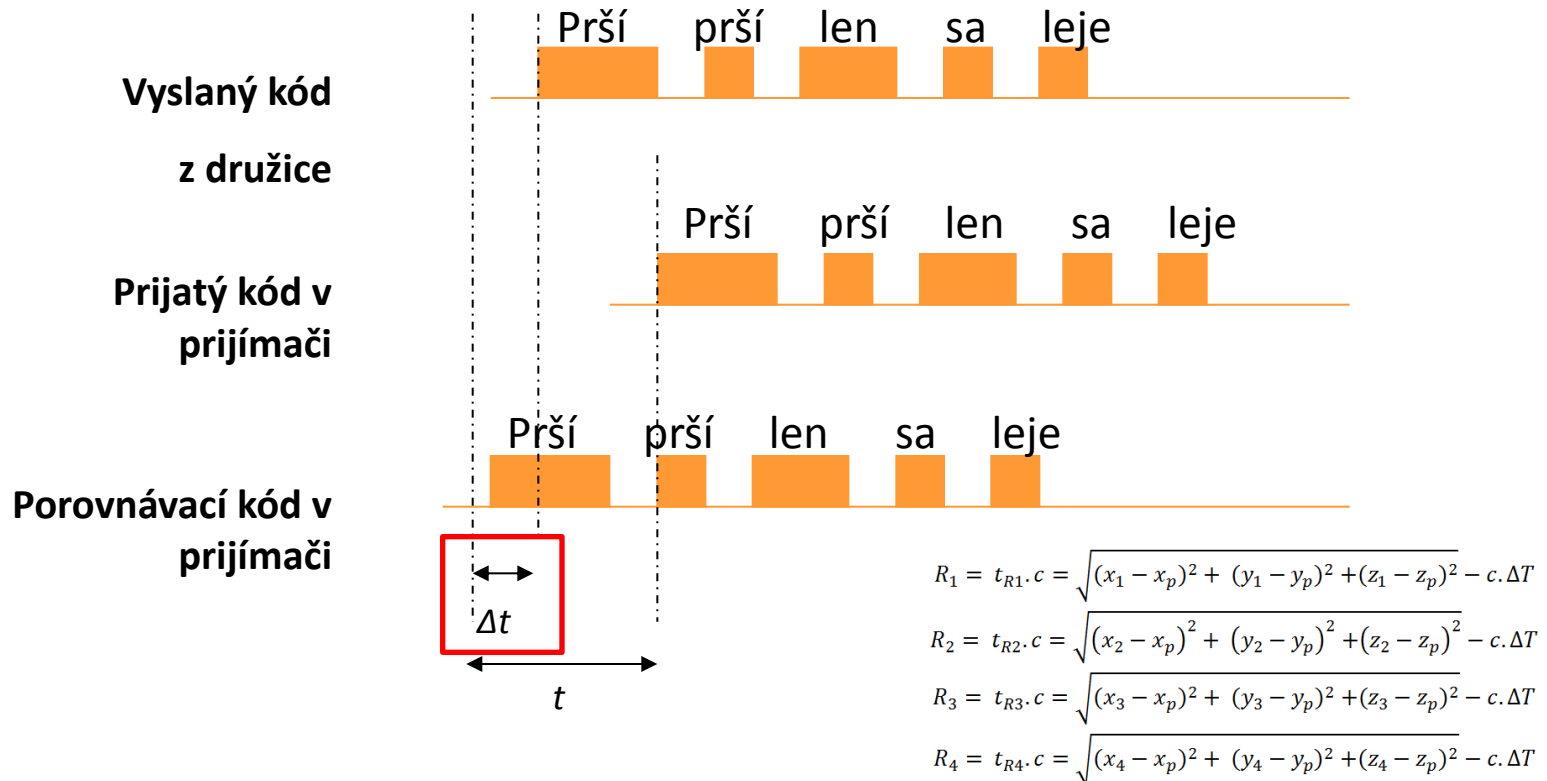
- Na družiciach sú veľmi presné atómové hodiny a
- v prijímači sú menej presné „digitálky“.
- Vzniká odchýlka merania času (*delta t*), ktorú nemožno presne určiť
- je to 4. neznáma v rovnici


$$\begin{aligned} R_1 &= t_{R1} \cdot c = \sqrt{(x_1 - x_p)^2 + (y_1 - y_p)^2 + (z_1 - z_p)^2} - c \cdot \Delta T \\ R_2 &= t_{R2} \cdot c = \sqrt{(x_2 - x_p)^2 + (y_2 - y_p)^2 + (z_2 - z_p)^2} - c \cdot \Delta T \\ R_3 &= t_{R3} \cdot c = \sqrt{(x_3 - x_p)^2 + (y_3 - y_p)^2 + (z_3 - z_p)^2} - c \cdot \Delta T \\ R_4 &= t_{R4} \cdot c = \sqrt{(x_4 - x_p)^2 + (y_4 - y_p)^2 + (z_4 - z_p)^2} - c \cdot \Delta T \end{aligned}$$

# Základný princíp GNSS (GPS, GLONASS, Galileo ...)

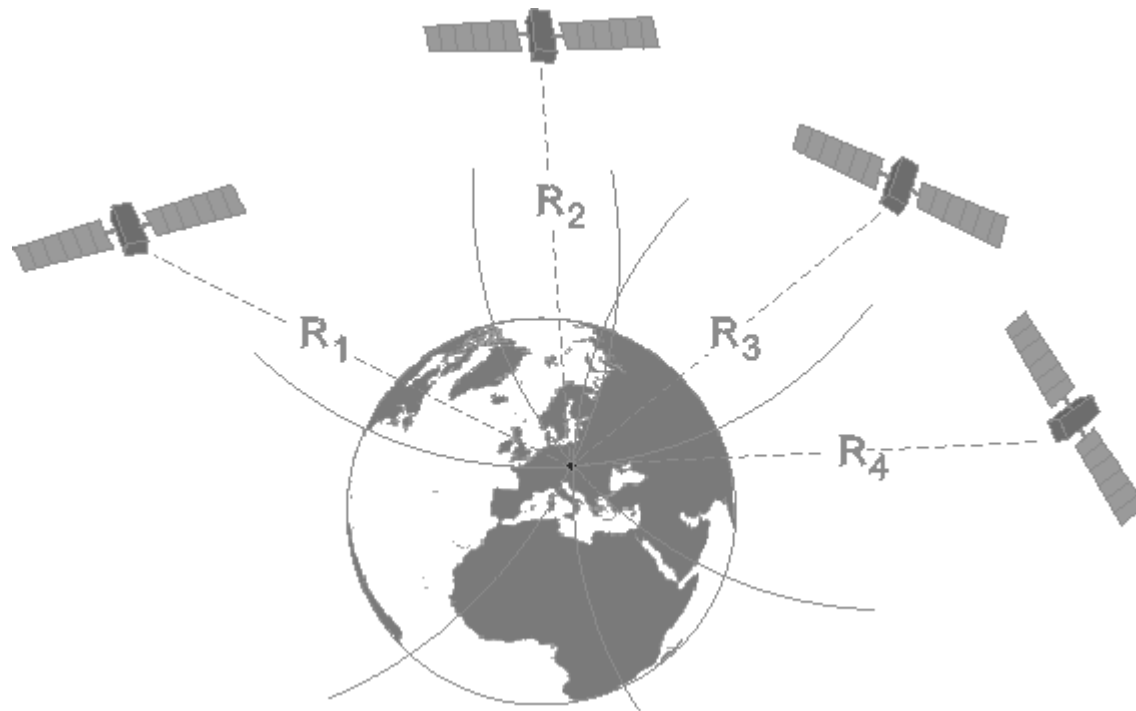
## Lenže

- Na družiciach sú veľmi presné atómové hodiny a
- v prijímači sú menej presné hodiny („obyčajné digitálky“)
- Vzniká odchýlka merania času (*delta t*), ktorú nemožno presne určiť
- **je to 4. neznáma v rovnici**



# Základný princíp GNSS

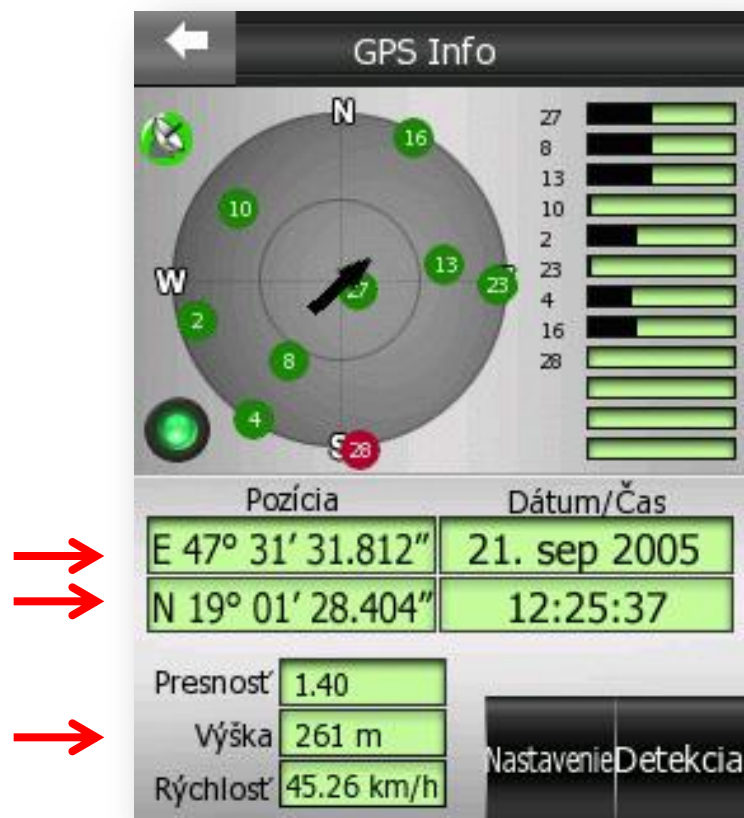
- Prakticky pre určenie našej polohy tromi súradnicami  $[x, y, z]$  potrebujeme prijímať signál aspoň zo 4 družíc.





# Výsledok merania pomocou GPS

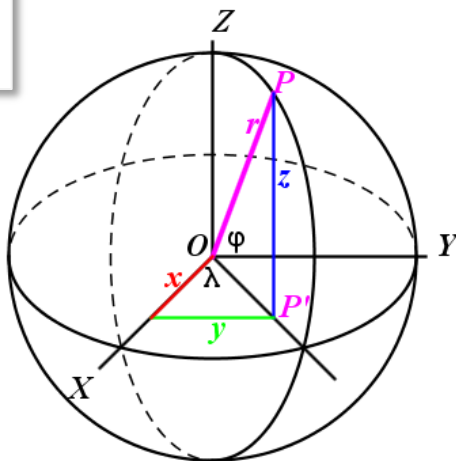
- Tieto súradnice  $[x, y, z]$  GNSS prijímač prepočítava a zobrazuje ako zemepisnú šírku, dĺžku a nadmorskú výšku.



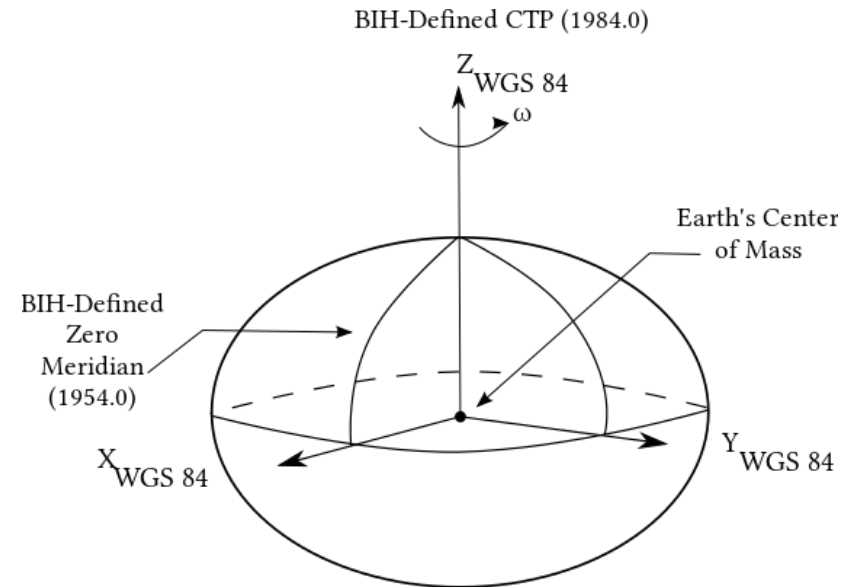
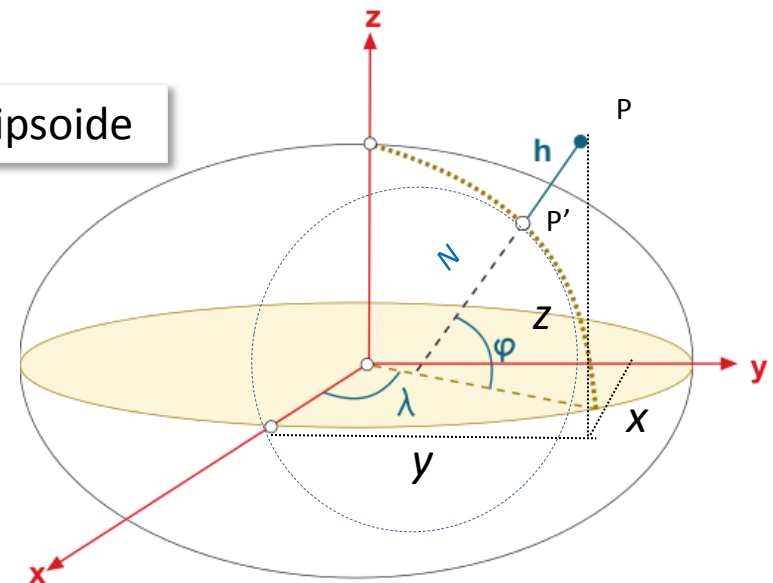
# Výsledok merania pomocou GPS

- Výsledkom merania sú súradnice v geodetickom súradnicovom systéme
- World Geodetic System 1984 (WGS84)
- Karteziánske súradnice  $(x, y, z)$
- Zemepisné súradnice (
  - Latitude = šírka  $\varphi$ ,
  - Longitude = dĺžka  $\lambda$ ,
  - Ellipsoidal height = výška nad elipsoidom  $h$

Zjednodušené  
na guli



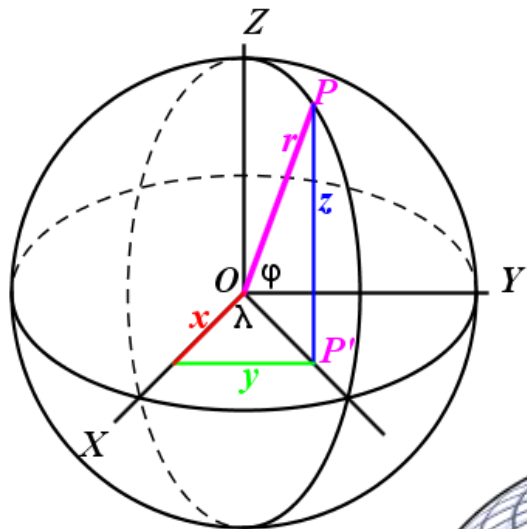
Na elipsoide



# Prepojenie GNSS a matematiky

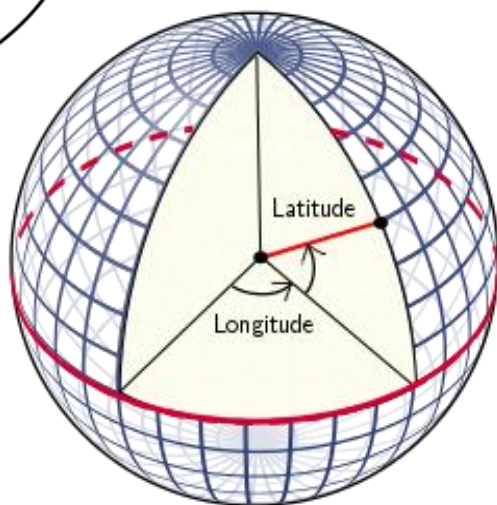
## Konverzia medzi karteziánskymi a polárnymi súradnicami v rámci totožného GRS založenom na guli

Guľový GRS



$$\begin{aligned}x &= r \cdot \cos(\varphi) \cdot \sin(\lambda) \\y &= r \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\lambda) \\z &= r \cdot \cos(\varphi)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}r &= \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \\ \varphi &= \arccos(z/r) \\ \lambda &= \operatorname{atan2}(y, x) \\ \text{pre } \lambda < -180, 180 >\end{aligned}$$



### Úloha

1. Vypočítajte x, y, z, ak  $r = 6\,378\,137$  m a zemepisné súradnice bodu P ( $48^\circ$ ,  $22^\circ$ ).

2. Karteziánske súradnice sú

$X = 3964748.75862206$

$Y = 1601862.4773307$

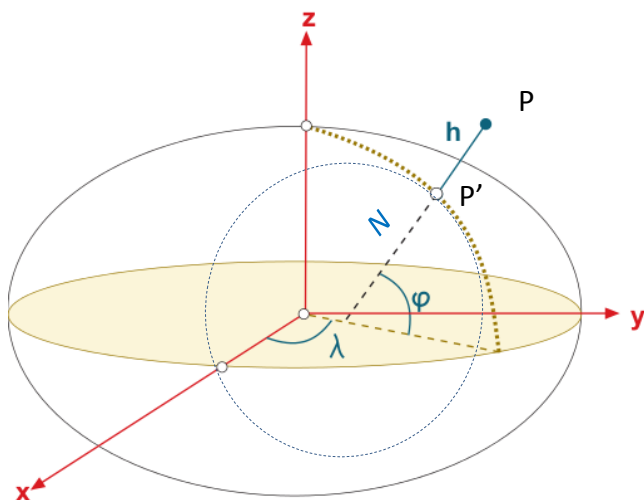
$Z = 4717322.21694364$

Aké sú zemepisné súradnice a výška nad elipsoidom?

# Prepojenie GNSS a matematiky

## Konverzia medzi karteziánskymi a polárnymi súradnicami v rámci totožného GRS založenom na elipsoide

Elipsoidický GRS



$$\begin{aligned}x &= (N + h) \cos \varphi \cos \lambda \\y &= (N + h) \cos \varphi \sin \lambda \\z &= ((1 - e^2)N + h) \sin \varphi\end{aligned}$$

$h$  je výška bodu P nad plochou elipsoidu  
 $N$  je polomer dotykovej kružnice k bodu  
 $P'$  ležiacej v rovine miestneho poludníka

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}}$$

$e$  je excentricita elipsoidu vypočítateľná z hodnoty  
sploštenia  $f$  alebo polosí  $a, b$ .

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = 2f - f^2$$

$$\lambda = \arctan \frac{y}{x}$$

$$\varphi_{(0)} = \arctan \left[ \frac{z}{(1 - e^2)p} \right]$$

$$p = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$\varphi_{(0)}$  možno spresniť iteratívnym  
prepočítaním pomocou nasledujúcich  
rovníc až do požadovanej presnosti  $\phi$ .

$$N_{(i)} = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_{(i-1)}}}$$

$$h_{(i)} = \frac{p}{\cos \varphi_{(i-1)}} - N_{(i)}$$

$$\varphi_{(i)} = \arctan \left[ \frac{z}{\left(1 - e^2 \frac{N_{(i)}}{N_{(i)} + h_{(i)}}\right)p} \right]$$

Online konvertor, napr: <http://www.apsalin.com/convert-geodetic-to-cartesian.aspx>

# Výsledok merania pomocou GPS

- Výsledkom merania je aj čas.



## Turistické GPS



Menej presné meranie (1-30 m)

## PDA+GPS



www.trimble.com

Veľmi presné meranie (1 mm – 10 cm)  
Geodetické GPS, rover + báza

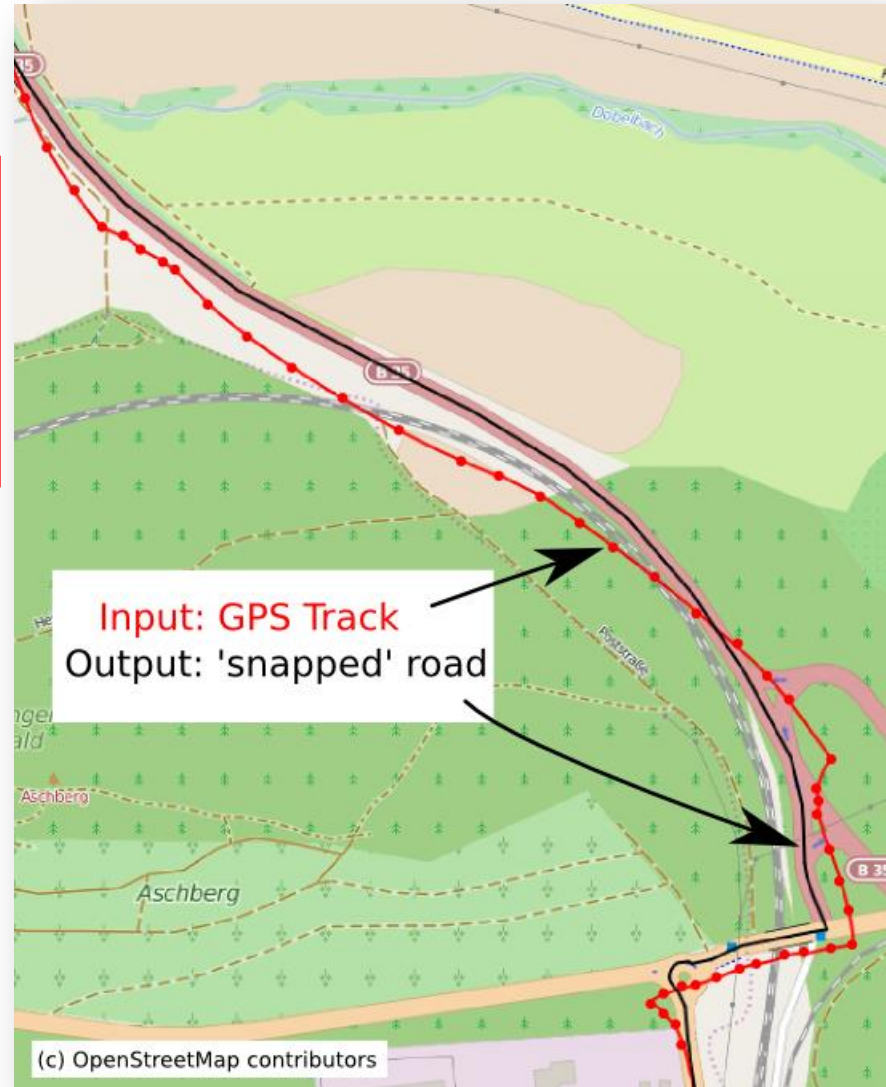


RTK (Real Time Kinematic) - DGPS meranie v reálnom čase



# Ako funguje navigácia v aute, keď presnosť GPS je 1 až 30 metrov?

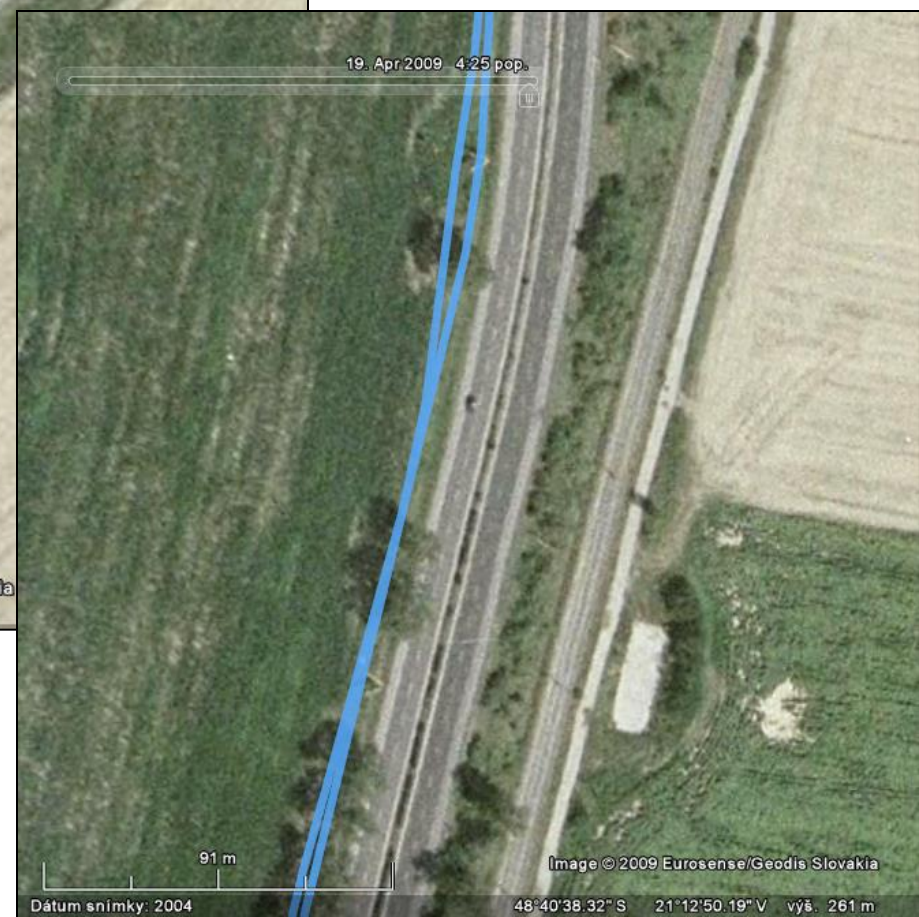
Riešením je využitie existujúcich geografických dát (máp) a inteligentného softvéru.



## Zapnutá funkcia match-map



## Vypnutá funkcia match-map



# Diferenciálne meranie

- Pri využití satelitov GPS sa nazýva D-GPS
- významne zvyšuje presnosť určovania polohy
- diferencie údajov meraných dvoma blízkymi GPS prijímačmi sú zaťažené podstatne menšími chybami ako samotné namerané údaje.
- Signál sa šíri od družice k oboj prijímačom po skoro rovnakej dráhe, preto ionosférické a troposférické oneskorenie signálu je zhruba rovnaké.
- Podobne sa prejavajú aj chyby efemeríd družíc.
- Potrebne dva GNSS prijímače
- 1 statický = báza/referenčná stanica
- 1 pohybujúci sa = rover)



# Diferenciálne meranie GNSS

Potrebné sú dva GNSS prijímače

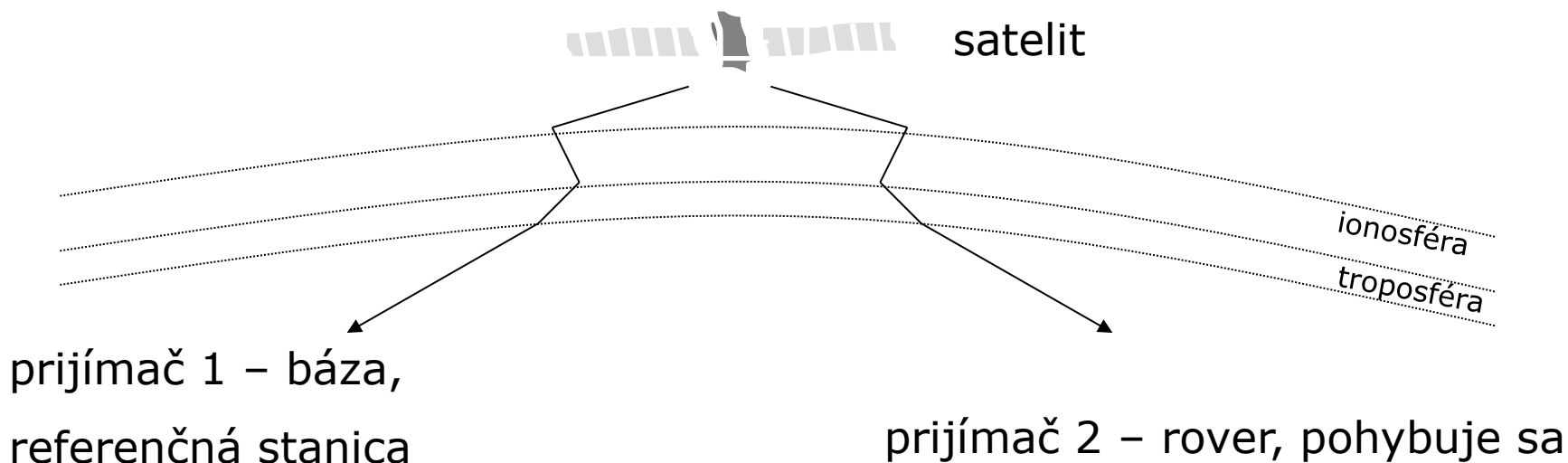
1 statický =  
báza/referenčná stanica



1 pohybujúci sa = rover



# Diferenciálne určovanie polohy (pre GPS je to DGPS)



Meranie tb0

Meranie tb1

**odchýlka pre tb1** =  
= meranie tb0 – meranie tb1

Meranie t2

odchýlka pre t2 =  
= meranie t0 – meranie t2

...



Meranie tr0

Meranie tr1+ **odchýlka pre tb1**

Meranie tr2 + odchýlka pre tb2

...

# Diferenciálne určovanie polohy: služba EGNOS

- Sieť referenčných GNSS staníc v Európe poskytujúce korekcie zdarma pre územie EU a Severnej Afriky
- Spresňuje polohu na úroveň decimetrov a ž metrov

Screenshot of the EGNOS Real Time Performance website (http://www.egnos-pro.esa.int/IMAGEtech/imagetech\_realtime.html) showing the ESA logo, navigation menu, and a map of Europe with EGNOS ground stations.

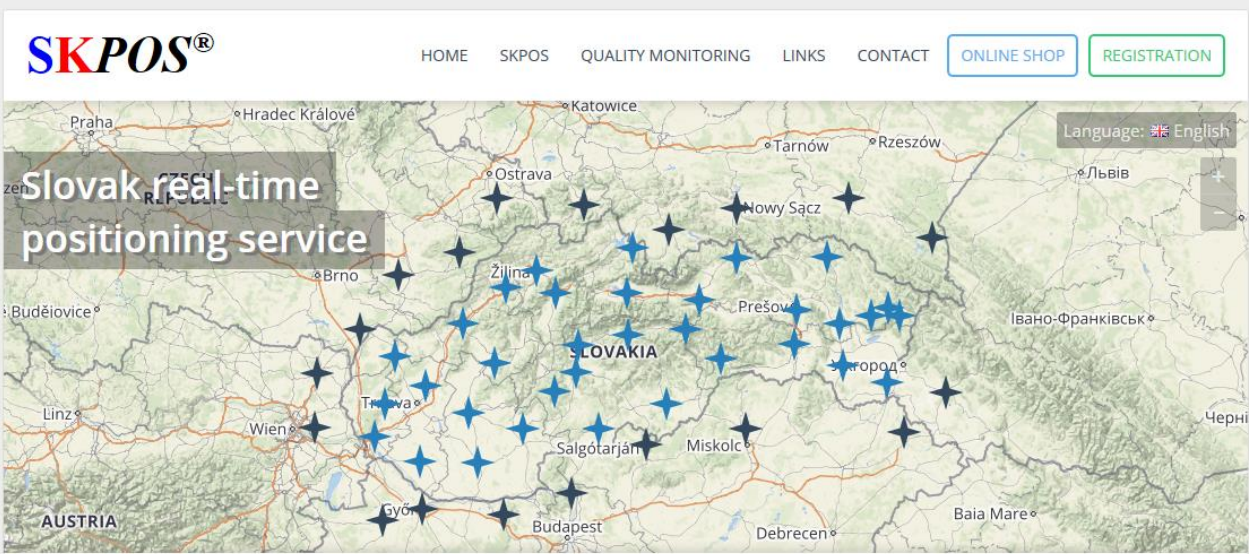
The website header includes the ESA logo and the text "EGNOS Real Time Performance European Space Agency". The navigation menu includes "ESA Home", "Navigation", "EGNOS", and "Galileo". The main content area displays "Today's EGNOS Performance" with a map of Europe showing the locations of EGNOS ground stations. The map is overlaid with a grid of satellite signals.

The left sidebar contains a list of links categorized under "Using EGNOS", "Learning EGNOS", and "Contact". The right sidebar contains a list of "Related links" including AENA, EPO, ESA, ESOC, ESA, ESRIN, ESA, ESTEC, ESA, ESSP, IGUASSU, INMARSAT, NMA, PAS, SRC, Politecnico di Torino / ISMB, Skyguide, Universitat de Valencia, Septentrio, and IGS.



# Diferenciálne určovanie polohy: služba SKPOS

- Sieť referenčných GNSS staníc na Slovensku a pohraničí poskytujúcich korekcie za poplatok
- Spresňuje polohu na úroveň milimetrov až decimetrov



The screenshot shows the SKPOS website. At the top, there is a navigation bar with links: HOME, SKPOS, QUALITY MONITORING, LINKS, CONTACT, ONLINE SHOP, and REGISTRATION. Below the navigation bar is a map of Slovakia and surrounding regions, with numerous blue star markers indicating GNSS stations. A text overlay on the map reads "Slovak real-time positioning service". Below the map, the SKPOS logo is displayed, followed by the text "Slovak real-time positioning service". A paragraph of text describes the service as a multifunctional tool for precise positioning by GNSS, enabling users to work on-line or in post-processing. It mentions the network of continuous operated reference GNSS stations connected by a virtual private network to the National Service Centre in Bratislava. At the bottom left, there is a red icon and the text "Actual information". At the bottom right, the website URL "www.skpos.gku.sk" is displayed.

**SKPOS®**

HOME SKPOS QUALITY MONITORING LINKS CONTACT ONLINE SHOP REGISTRATION

Language: English

**Slovak real-time positioning service**

**SKPOS®**

**Slovak real-time positioning service**

Slovak real-time positioning service (SKPOS®) is a multifunctional tool for precise object and phenomena positioning by global navigational satellite systems (GNSS). The service enables users to work on-line or in post-processing way in mandatory geodetic reference systems ETRS89 and S-JTSK (JTSK03 frame). SKPOS® comprises the network of continuous operated reference GNSS stations connected by virtual private network to National Service Centre established at Geodetic and Cartographic Institute in Bratislava. National Service Centre is equipped with the control software, which administrate satellite observations from the continuous operated reference stations network and simultaneously generates so-called network corrections for users using real-time service and data serving for post-processing for users equipped with post-processing software.

**Slovenská priestorová observačná služba - SK POS**

**Actual information**

**www.skpos.gku.sk**

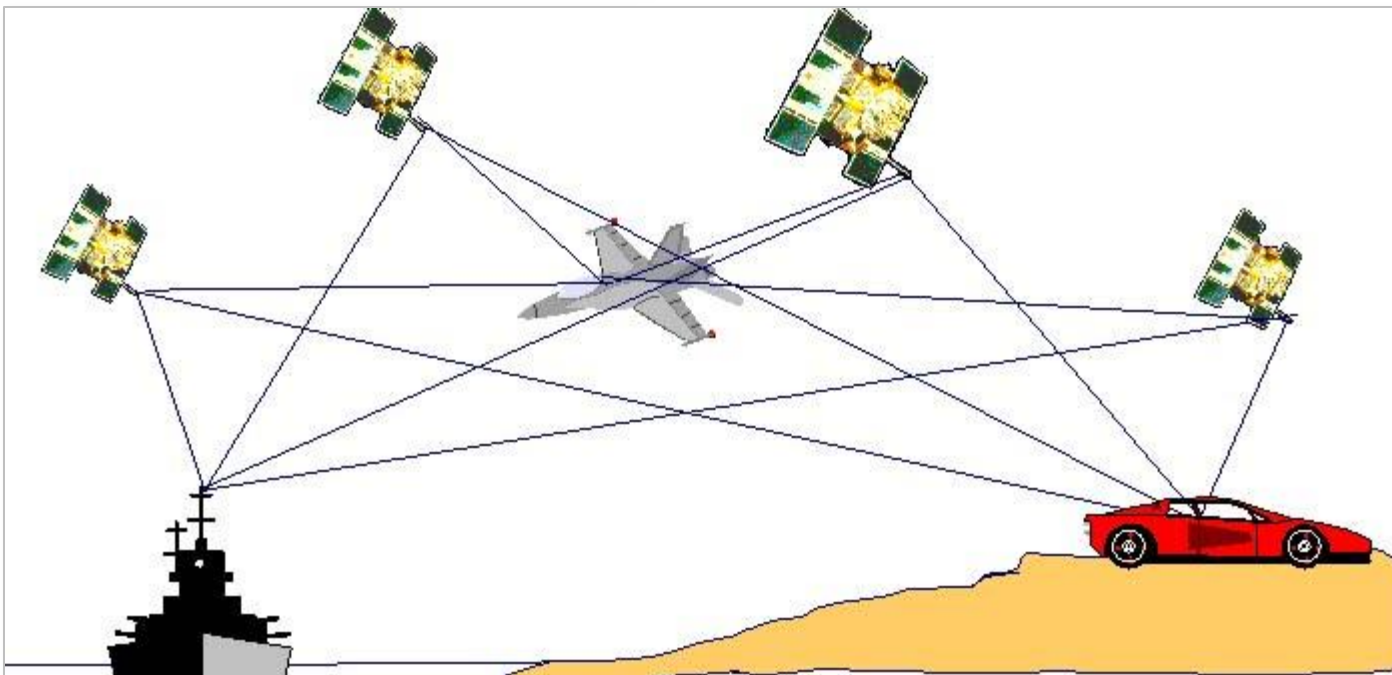
# **GNSS pre život**

Aké sú aplikácie?

# GPS pre navigáciu v doprave



<http://www.ibensoft.sk/pictures/gps.jpg>



<http://www.physics.hmc.edu/research/geo/gps.html>

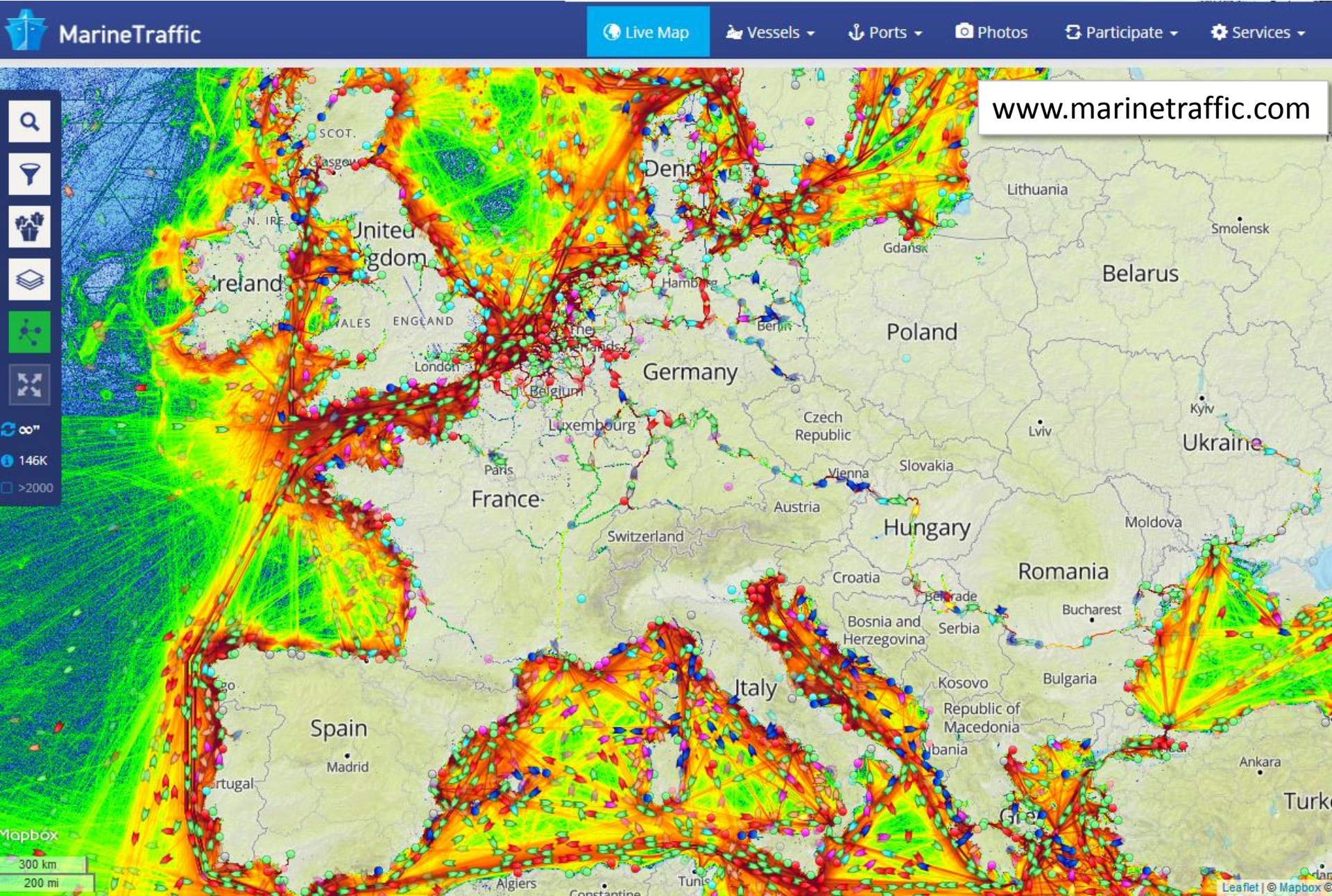


# GPS pre sledovanie tovaru, vozidiel v doprave





# GPS pre sledovanie tovaru, vozidiel v doprave

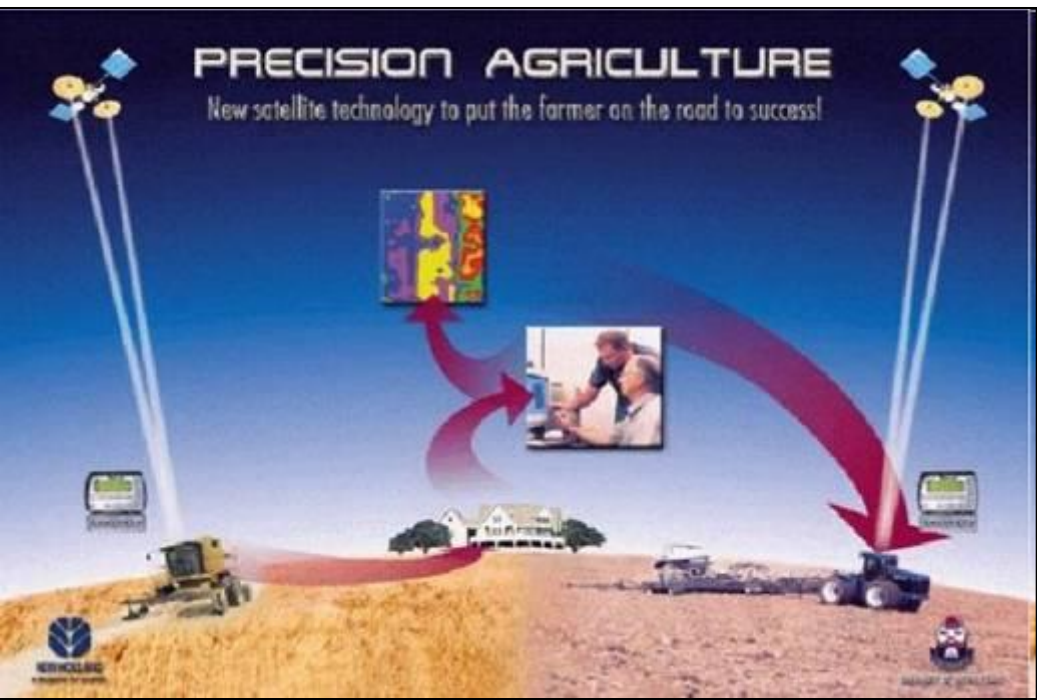




# Navádzanie rakiet, drónov – vojenské palikácie



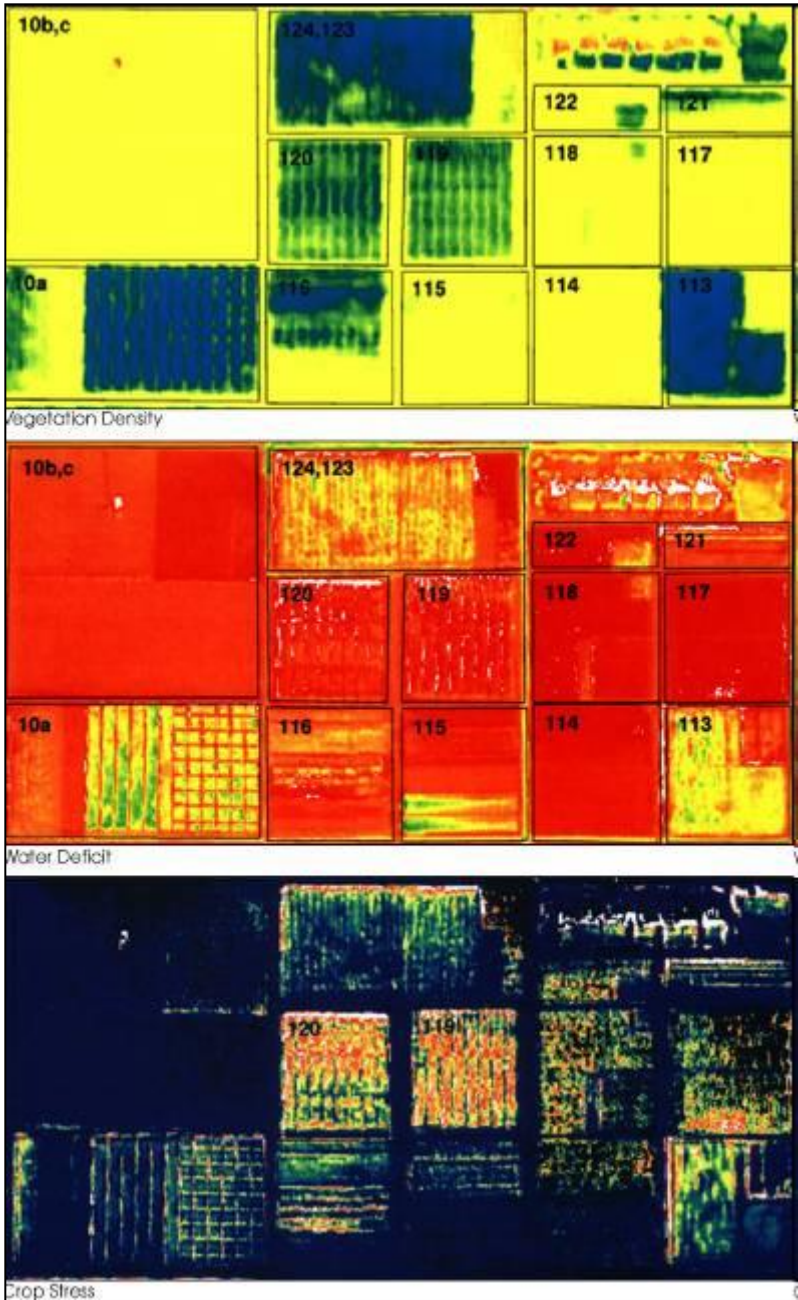
# Precízne poľnohospodárstvo: GPS, senzory a diaľkový prieskum



<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2009/03/09/114118>

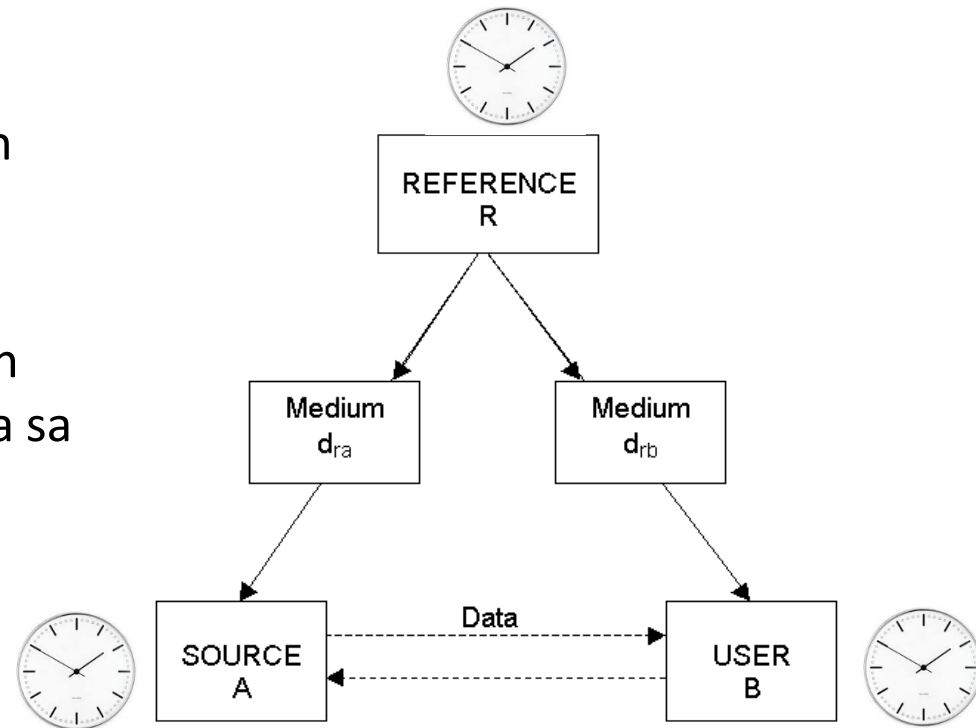


<http://www.fwi.co.uk/assets/getasset.aspx?itemid=5143550>



# Presné meranie času, synchronizácia

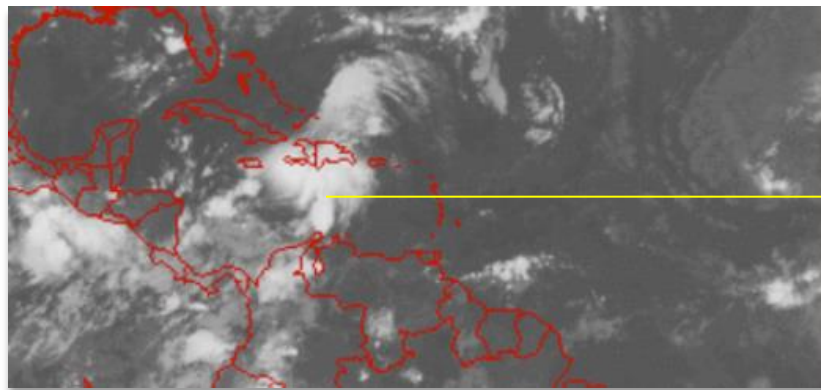
- bankové transakcie
- astronómia, sledovanie nebeských objektov
- sieť vysielateľov mobilného signálu
- porovnáva sa čas meraný na dvoch vzdialených lokalitách a porovnáva sa s GPS časom vysielaným z družice
- medzi lokalitami sa potom čas synchronizuje napr. rádiovým vysielaním alebo cez internet





# GNSS meteorológia

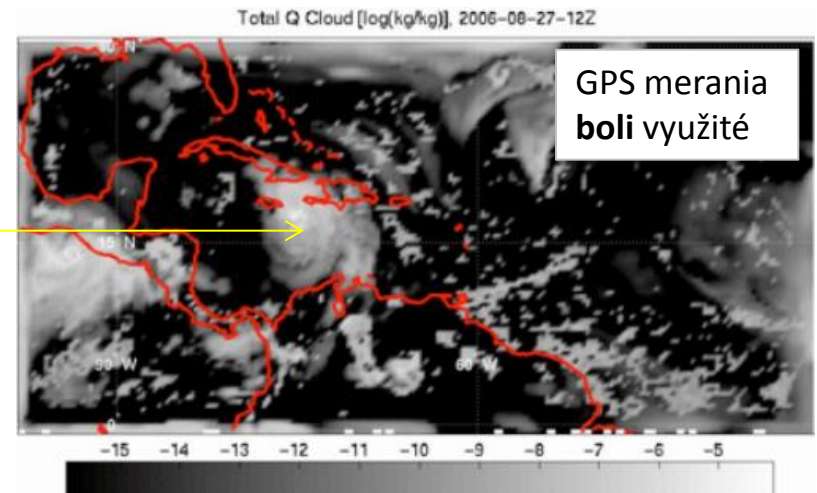
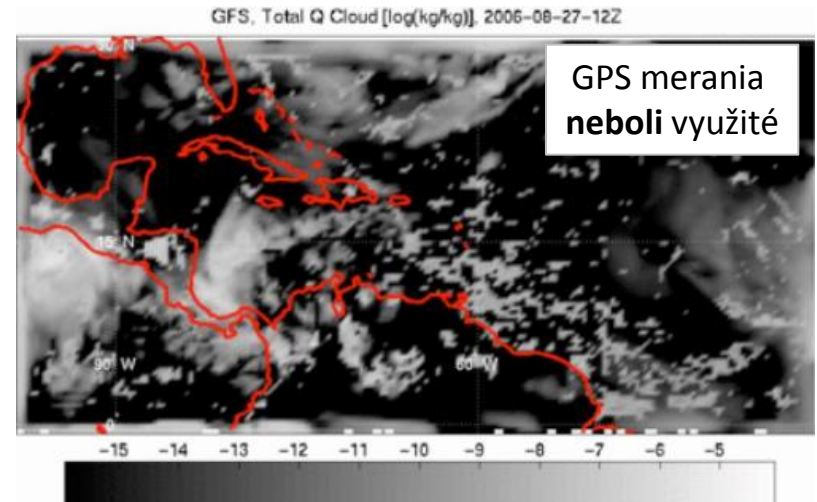
- Využíva vplyv atmosféry na šírenie signálu z družíc k zemi
- Sila signálu sa mení v závislosti od vlhkosti vzduchu, elektrického náboja, oblačnosti, atď.
- Merajú zmeny vlastností družicového signálu v čase.
- Umožňuje spresniť predpoveď počasia.



Hurikán Ernesto

Satelitná snímka 27. augusta 2006, pre predpovedaný moment

Predpoveď na 12 hodín dopredu, 27. august 2006





# Sledovanie polohy zásielok, tovaru, miláčikov, väzňov ...

## GPS Tracking Systems

Tracking your vehicle, pet, child, fleet, assets and more, from the author of GPS Mapping

[go!](#)

[Awareness Training](#)  
Confidently put threats in check.  
Corporate, Government, Private

[Personal Security](#)  
Find Private Investigators. In our state  
by state directory. Free

 Ads by Google

### Zoombak GPS dog tracking collar

August 14, 2008

Posted by Rich in : [GPS pet tracking](#) , [4 comments](#)



## 84% of survey respondents want child tracking service

October 23, 2007

Posted by Rich in : [GPS tracking and privacy](#), [GPS tracking cell phones](#), [GPS tracking children](#) , [2 comments](#)

## GPS tracking results in huge fuel savings for NY town

October 12, 2007

Posted by Rich in : [Uncategorized](#) , [add a comment](#)

The city of Islip, N.Y., on Long Island, has seen a dramatic drop in fuel use since implementing [GPS tracking of municipal vehicles](#). Supervisor Phil Nolan believes city employees had been using fuel for personal trips.

## GPS in Cargo Tracking

### Thief uses GPS to steal cars

May 23, 2008

Posted by Rich in : [GPS vehicle tracking](#) , [2 comments](#)

After all the stories of stolen GPS units, and thieves getting caught stealing vehicles outfitted with GPS tracking systems, comes a tale with a twist.

Mitsuhsa Kobayashi had two ex-wives rent cars for him. He would then place a [GPS tracking device](#) in the car and make a copy of the key. With the ability to track its location, and a spare key, stealing the vehicle later was easy. So easy in fact, that he stole eight of them.

# Sledovanie polohy MHD

## WMATA NextBus

The WMATA NextBus is simply amazing when compared to Where is My Bus? in terms of features. Just take a look at the eye candy:

**Next Bus Arrivals**

[Live Map](#) | [Timetable](#)

Select another stop

To obtain GPS-based arrival times:

1. Enter stop #:   or

2. Select your route, direction, and stop (all must be selected)

Route:

Direction:

Stop:

Next vehicles for route A2 ANAC-CONG HGTS in:

10 minutes

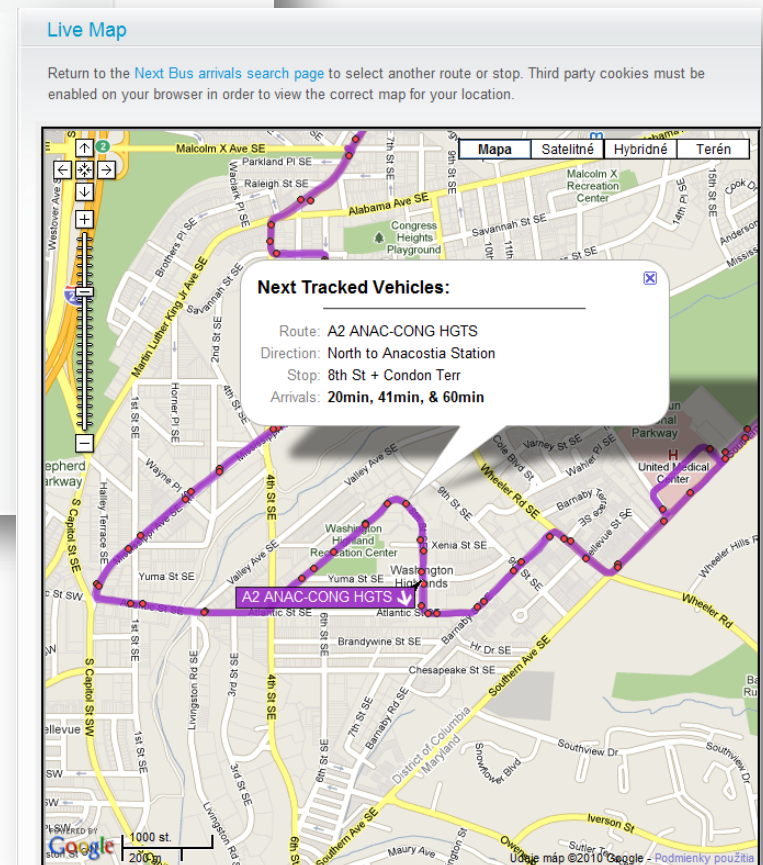
28 minutes

49 minutes

 7 min

Stop number: 1000078  
Phone: (202) 637-7000

Valid as of 11:41 AM Tuesday, July 28

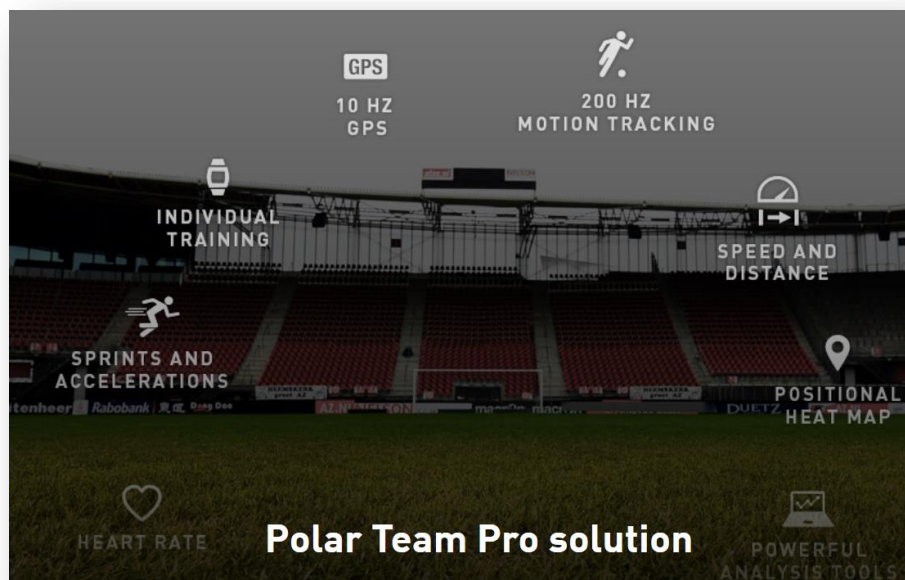


**Geofencing** – pohyb zariadení v definovanej oblasti napr. pre stroje na stavenisku, pre väzňov, deti, robotníkov.





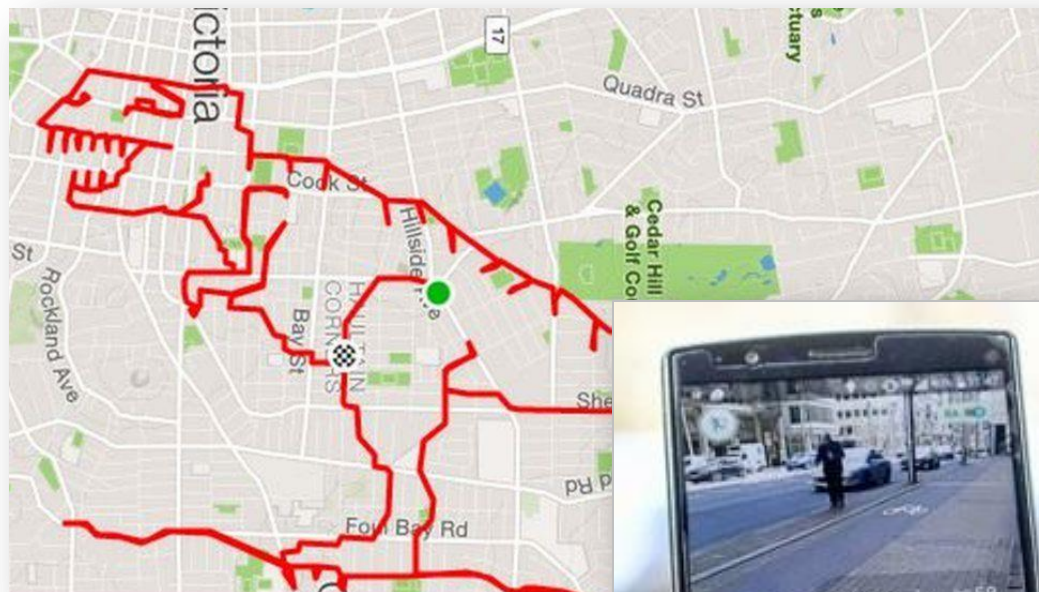
## Optimalizácia športových výkonov, tréning



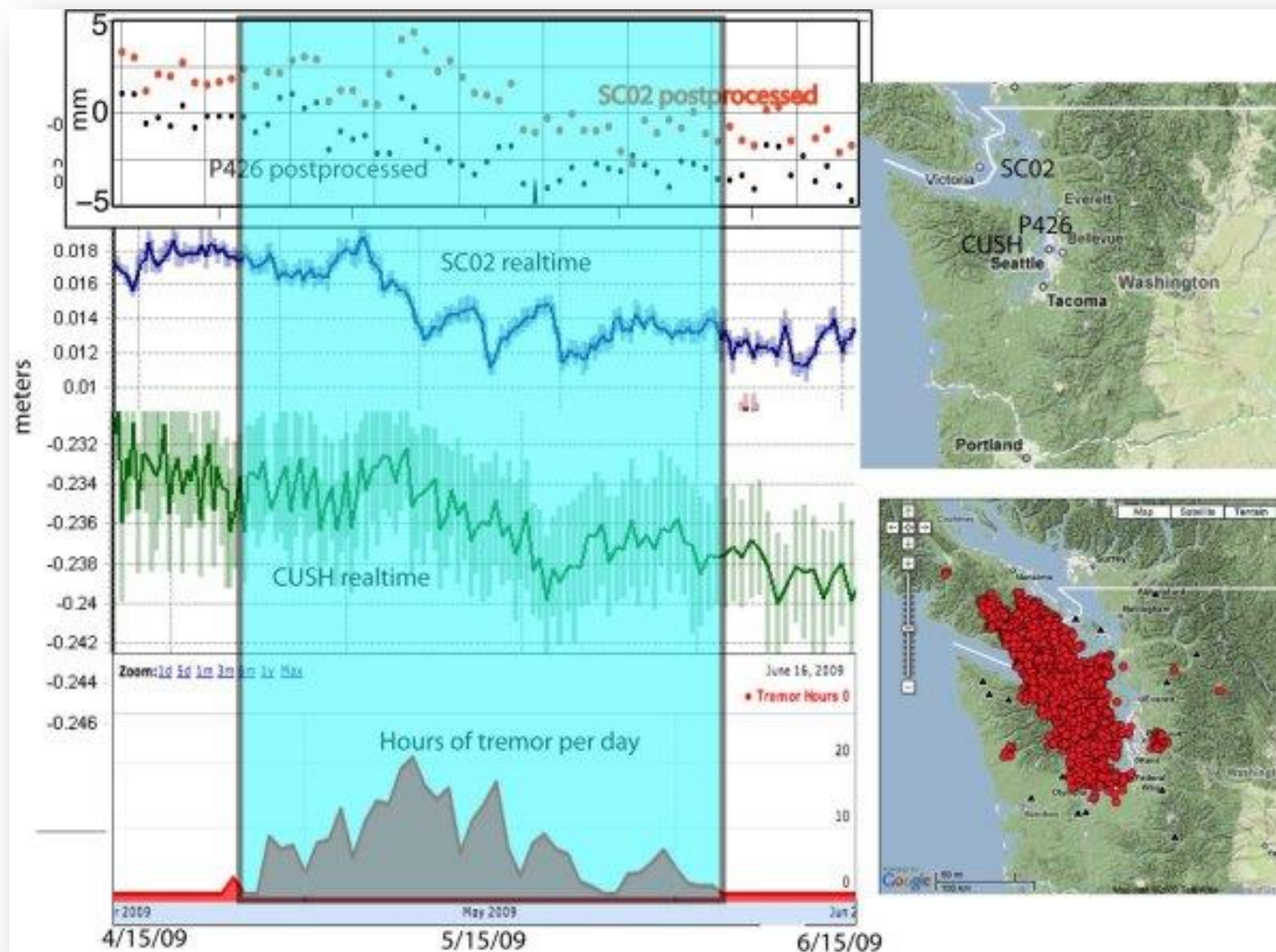


## Rekreácia a zábava

- Geocaching
- Geodashing
- GPS drawing
- Waymarking
- location based mobile games.



# Sledovanie pohybov zemskej kôry (tektonika, subsidencia)



# Sledovanie pohybov zemskej kôry (tektonika, subsidencia)

SEDLÁK, V. (2014): Mathematical Testing the Edges of Subsidence in Undermined Areas. Journal of Mining Science, Vol. 50, No. 3, 465–474.

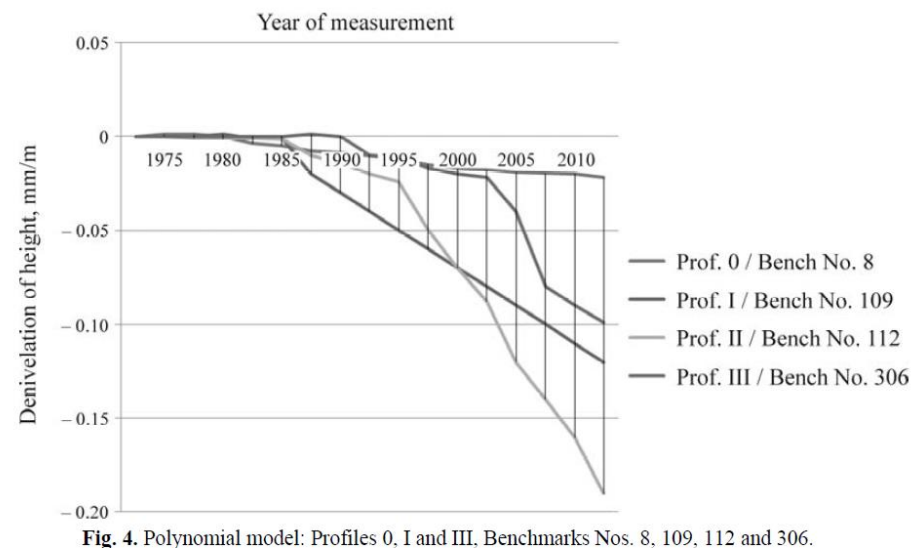


Fig. 4. Polynomial model: Profiles 0, I and III, Benchmarks Nos. 8, 109, 112 and 306.

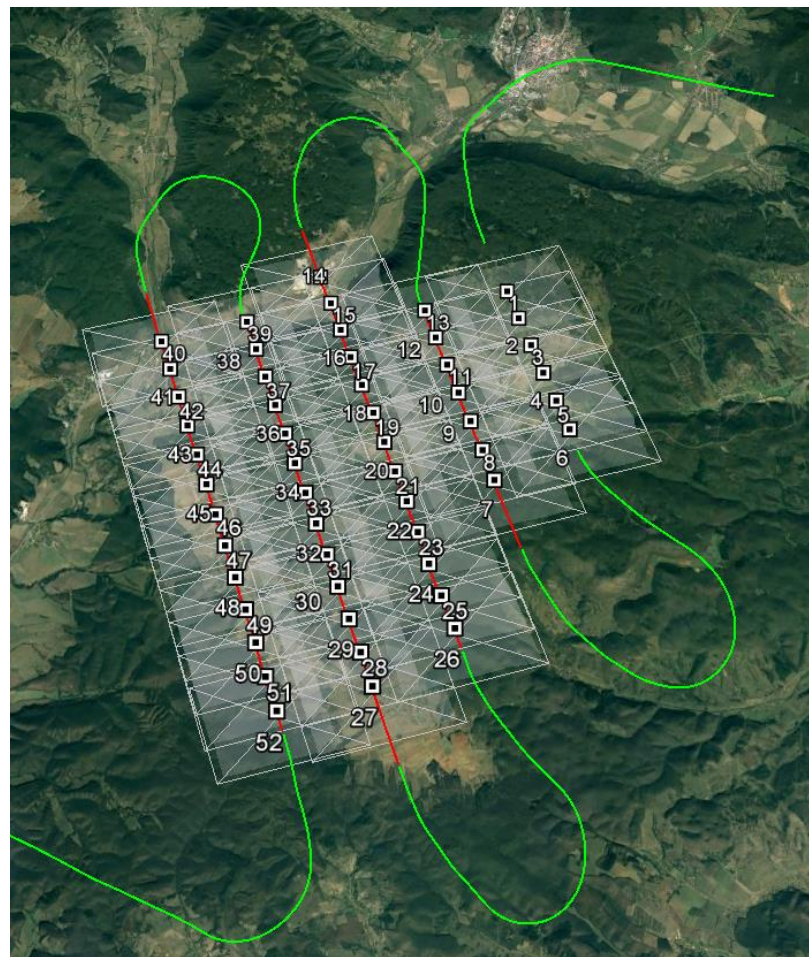
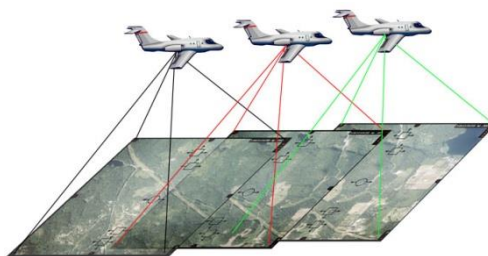


Fig. 5. Košice-Bankov subsidence (panoramic view).



# Mapovanie, geodézia

- Zaznamenanie presnej letovej dráhy pri leteckom snímkovaní alebo laserovom skenovaní
- Aj pre navigáciu drónov (UAV)





# Mapovanie, geodézia



- HOFIERKA, J., GALLAY, M., KAŇUK, J., ŠAŠAK, J. (2017). Modelling Karst Landscape with Massive Airborne and Terrestrial Laser Scanning Data. In: Ivan, I., Singleton, A., Horák, J., Inspektor, T. (eds.) The Rise of Big Spatial Data, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Springer International Publishing, 141-154. ISBN: 978-3-319-45122-0
- HOFIERKA, J., HOCHMUTH, Z., KAŇUK, J., GALLAY, M., GESSERT, A. (2016). Mapovanie jaskyne Domica pomocou terestrického laserového skenovania. Geografický časopis, 68, 1, 3-24.
- GALLAY, M., KAŇUK, J., HOCHMUTH, Z., MENEELY, J., HOFIERKA, J., SEDLÁK, V. (2015): Large-scale and high-resolution 3-D cave mapping by terrestrial laser scanning: a case study of the Domica Cave, Slovakia. International Journal of Speleology. 44(3), 277-291.
- GALLAY, M., LLOYD, C. MCKINLEY, J., BARRY, L. (2013). Assessing modern ground survey methods and airborne laser scanning for digital terrain modelling: A case study from the Lake District, England. Computers & Geosciences. 51(2), 216-227. (URL)

# Aspoň čo si teda zapamätať?

- dnes určovaniu polohy (lokalizácii) pomáhajú družice/satelity,
- vysielajú jedinečný signál a poloha družíc je známa.
- GNSS = GPS, GLONASS, Galileo, Beidou
- Hlavným princípom je meranie času a určenie vzdialenosti ku družiciam
- Potrebujeme aspoň 4 družice na oblohe.



ÚSTAV GEOGRAFIE  
Prírodovedecká fakulta UPJŠ



# Ďakujem Vám za pozornosť!

michal.gallay@upjs.sk

<http://geografia.science.upjs.sk>

<https://www.facebook.com/ustavgeografie>

