

Intelligens Rendszerek

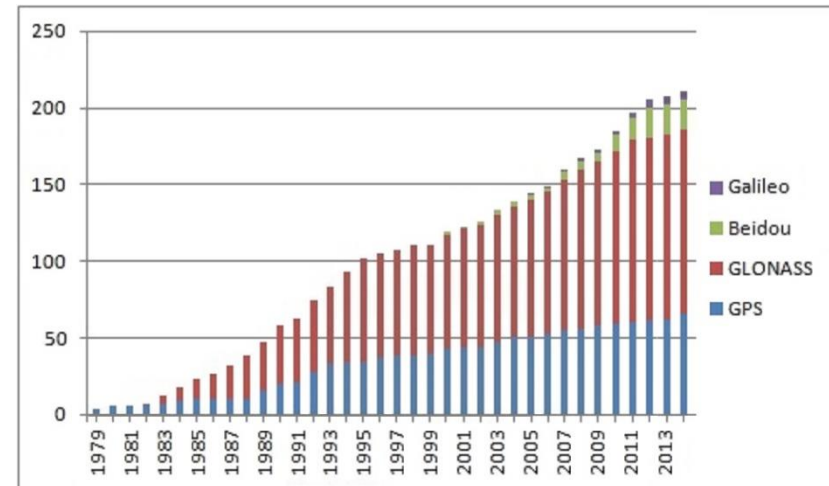
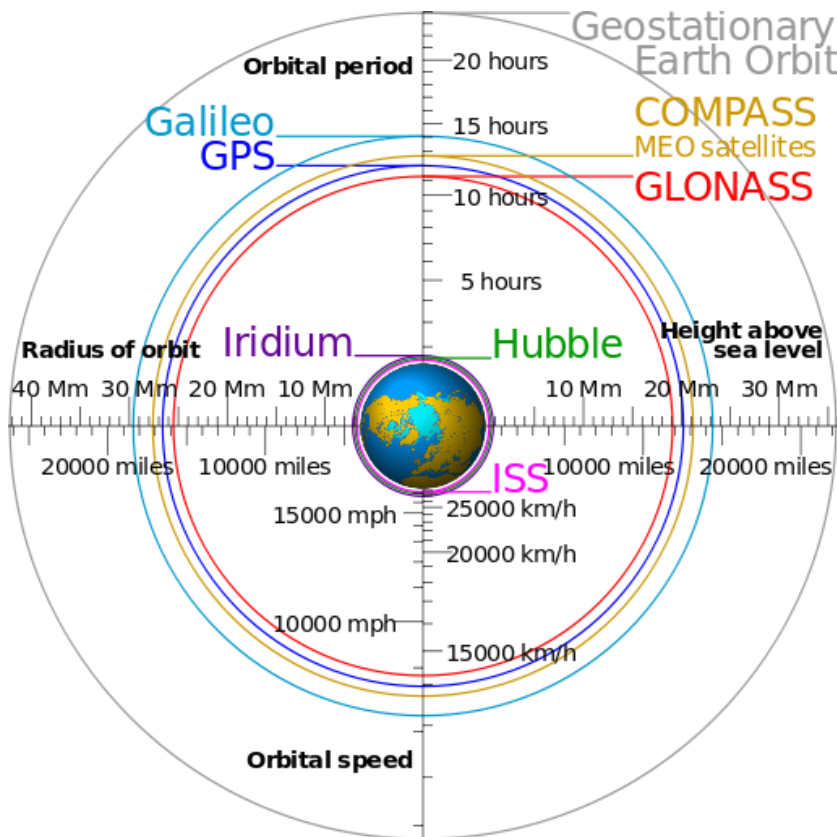
GPS 1.

A helymeghatározás célja

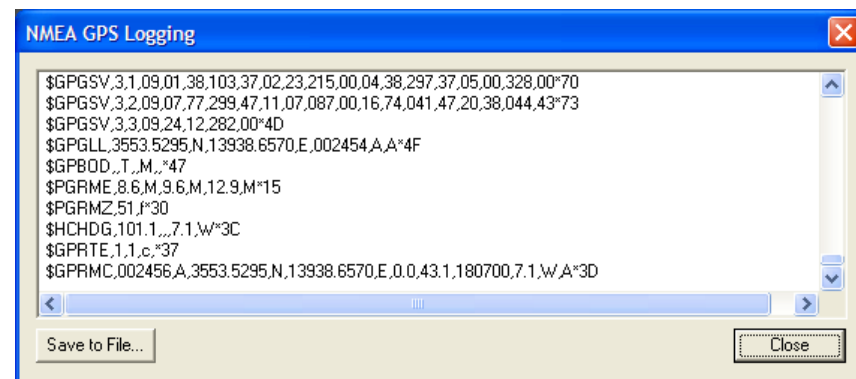
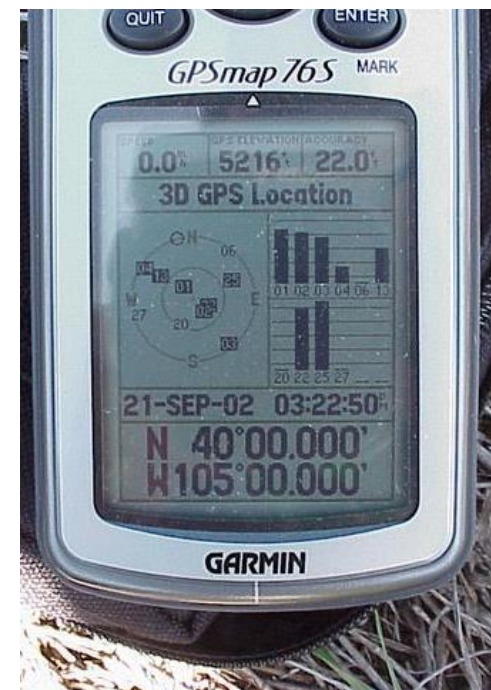
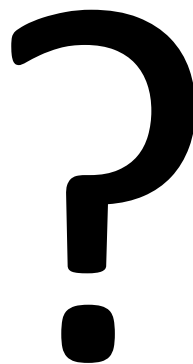
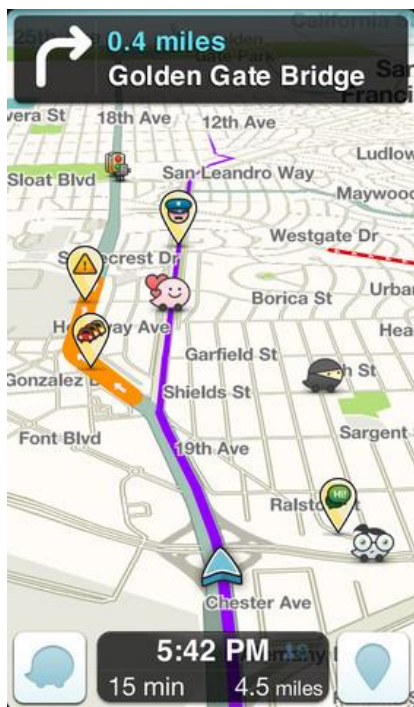
- térképezés,
 - pontosabb, részletesebb térképek készítése,
 - hagyományos térképek pontosítása,
- földmérés,
- navigáció,
 - hajózás,
 - repülés,
 - túrázás,
 - gépkocsi navigáció

Globális helyzetmeghatározás (GNSS)

- global navigation satellite system (GNSS)
 - Pl. GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou ...



"GPS" (GNSS) vs. Navigáció



GNSS

- GPS (USA)
 - Global Positioning System
- Galileo (EU)
- BeiDou (CN)
 - 北斗卫星导航系统 ☺
- GLONASS (RUS)
 - Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema
Глобальная навигационная спутниковая система
 - GLObal NAvigation Satellite System
- IRNSS (India)
 - Indian Regional Navigation Satellite System

Néhány GPS vevő készülék és modul



GarminGPS 128 receiver



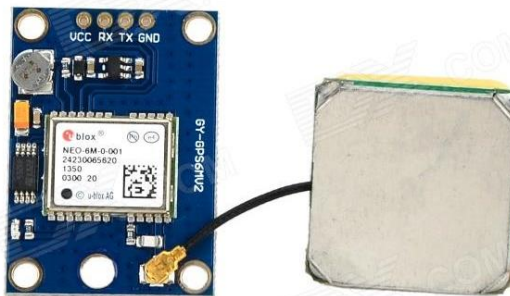
Magellan NAV 6500



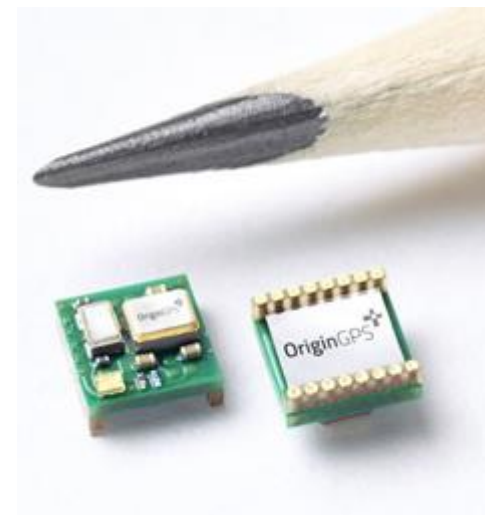
Garmin GNS 530W



uBlox Le46 (3DR)



uBlox LEO6

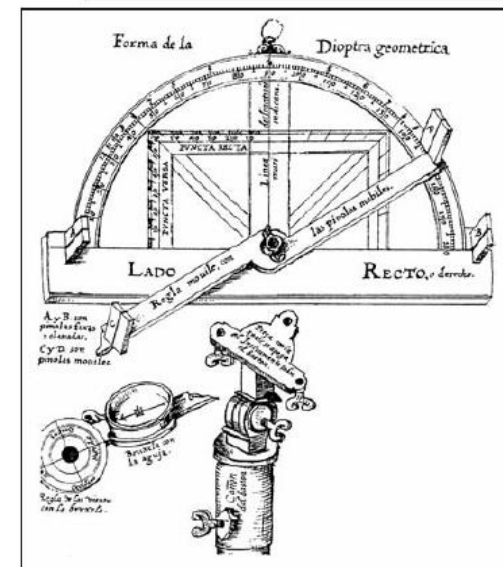
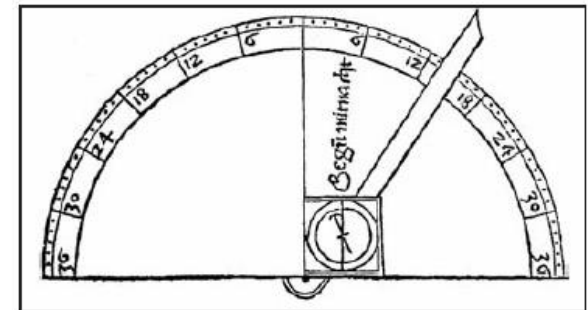
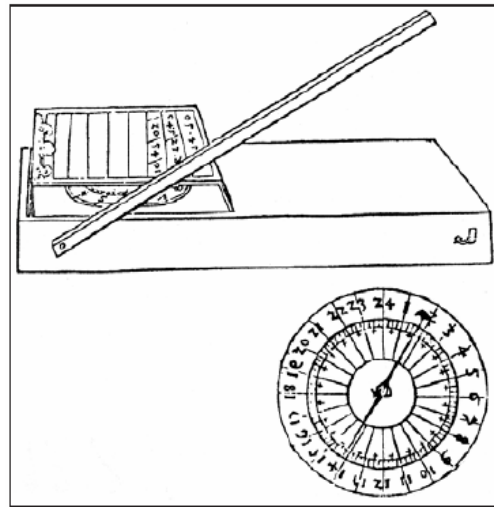


A GPS rendszer célja

- Hely meghatározás
 - gyorsítása,
 - pontosítása,
 - egyszerűsítése,
 - időjárási viszonyoktól függetlenné tétele.
- A GPS rendszer a helymeghatározás terén egy alapjaiban új paradigmát jelent!
Kezdeti feladata katonai jellegű volt.
Kifejlesztését az Amerikai Védelmi Hivatal kezdeményezte. Napjainkra a rendszer bárki számára hozzáférhető.

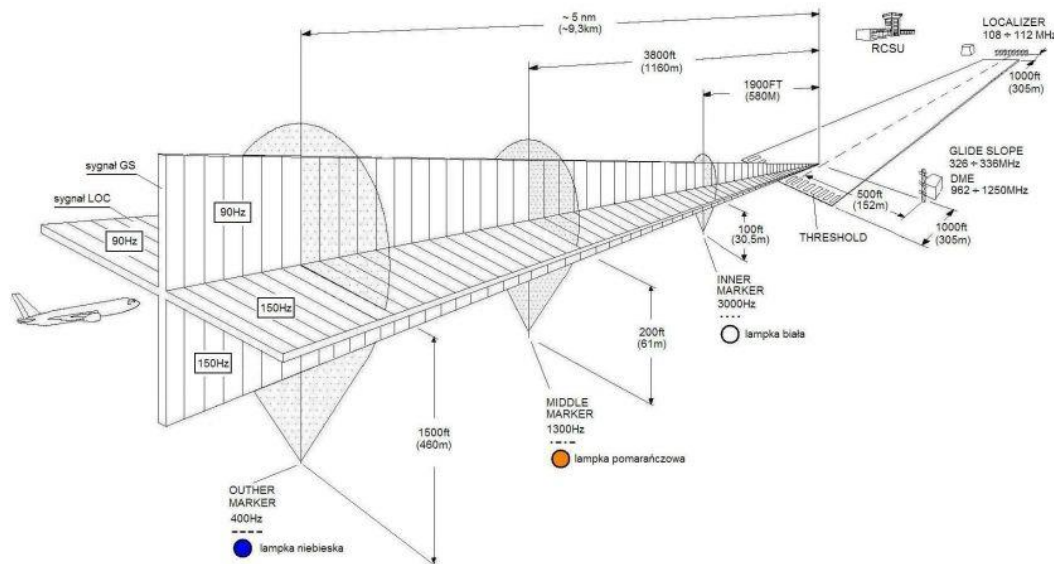
Helymeghatározás hagyományos módszerei

- A hagyományos helymeghatározás alapeszközei:
 - Iránytű,
 - Szextáns (speciális szögmérő),
 - térkép,
 - óra.



Fejlettebb helymeghatározási módszerek

- Világító torony
- Rádió navigáció
 - ILS (Instrument Landing System)
 - VOR (VHF Omnidirectional Range)
 - DME (Distance Measuring Equipment).



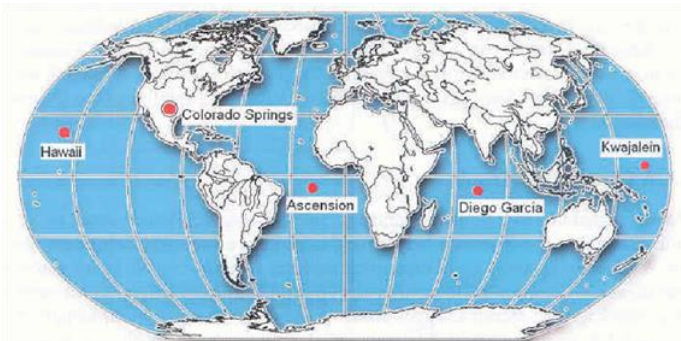
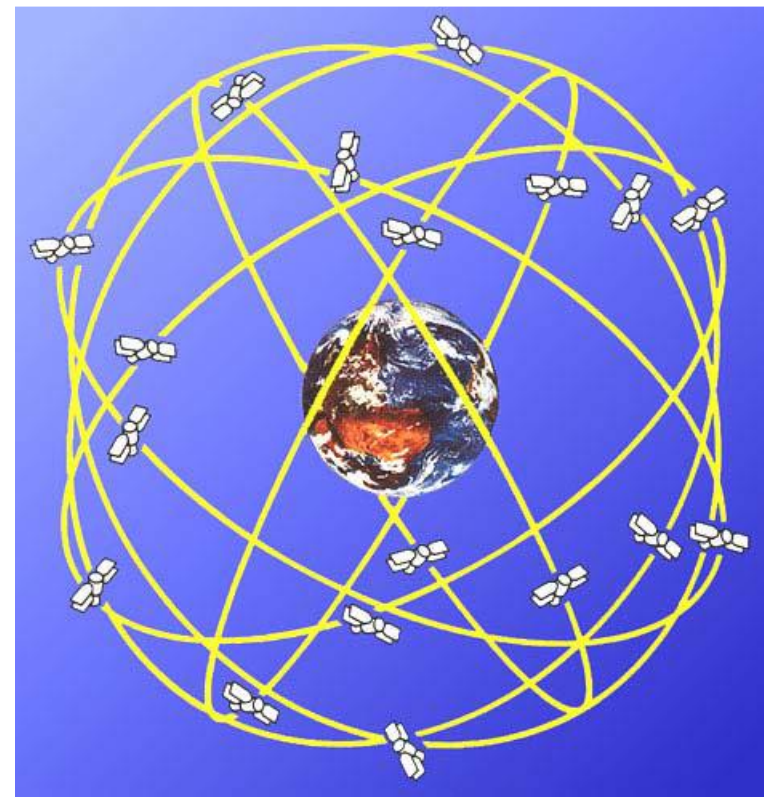
A GPS rendszer

- **GPS műholdak:**

- Név: NAVSTAR
- Gyártó: Rockwell International
- Távolság: 20.240 km
- Súly: 862 kg (az űrben mérve)
- Méret: 5,2 m nyitott napelemekkel
- Keringési idő: 12 óra
- Orbitális sík: 55 fok az egyenlítő síkjához
- Tervezett élettartam: 7.5 év

- **Földi állomások**(nevezzük "Kontrol Szegmensnek" is)

- Ezek az állomások nyomon követik a GPS műholdakat, vizsgálják működőképességüket és pontos pozíciójukat az űrben. A fő földi állomás feladja a műholdra a pályaadat korrekciókat, valamint az óra összeadó állandóját. A műhold azután beépíti a GPS vevők felé sugárzott jelekbe ezeket az adatmódosításokat.
- Öt földi követő állomás van a következő helyeken: Hawaii, Ascension Island, Diego Garcia, Kwajalein és Colorado Springs.

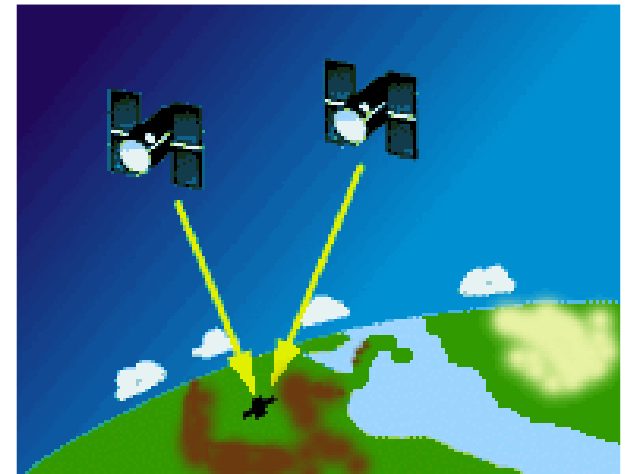


Holdak azonosítása

- Ál véletlen jel
- Minden holdra egyedi

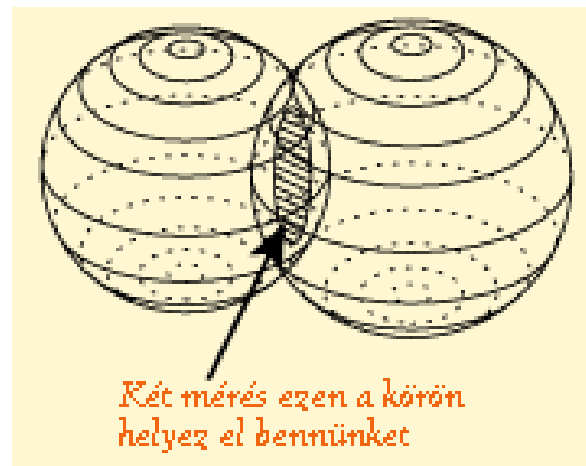
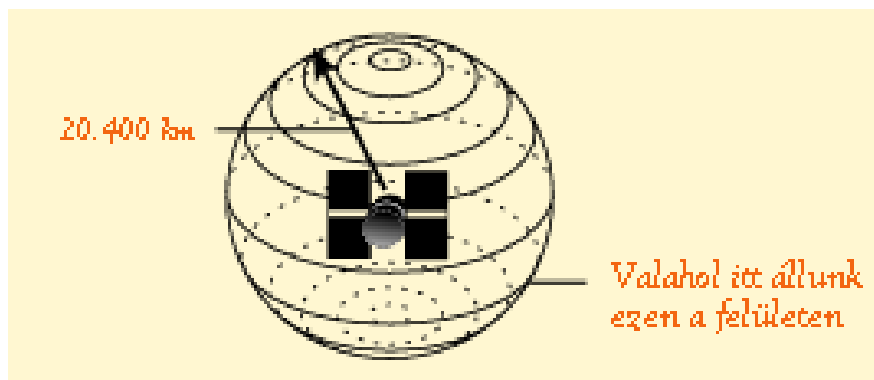
A GPS mérés alapja

- A GPS alapja a műholdas háromszögelés.
 1. A háromszögelés szót nagyon pongyolán használjuk itt, mivel tudjuk a GPS nem szögméréssel határozza meg a háromszög oldalait, hanem a háromszög oldalainak távolságát határozza meg, tehát trilaterációval, de ha csak a műhold-földi pont távolságokat mérjük, ívmetszéssel.
 2. A háromszög megoldása érdekében a GPS vevő távolságot mér, a rádiójel futási ideje alapján.
 3. A futási idő méréséhez a GPS-nek nagyon pontos időmérésre van szüksége, amit nagyon sok trükkel lehet véghez vinni.
 4. A távolságon kívül nagyon pontosan kell tudni, hogy a GPS műhold hol helyezkedik el a világűrben. Nagy sugarú pálya és gondos észlelés a titok.
 5. Végezetül minden az atmoszférán áthaladó jel késleltetését korrigálni kell.



Geometriai alapok 1

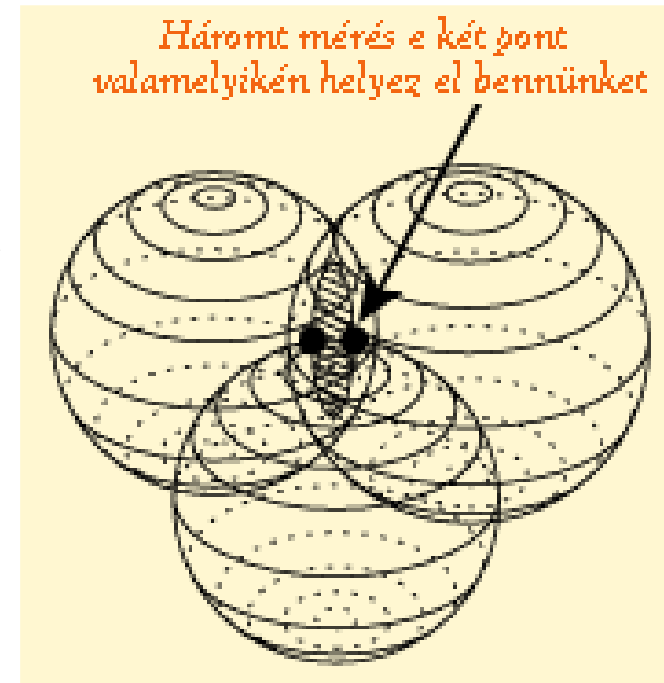
- Tegyük fel, hogy egy olyan műholdtól mérjük a távolságunkat, mely 20.000 km-re van
- Tudva, hogy mi 20.000 km-re állunk egy magányos műholdtól, biztosak abban lehetünk, hogy valahol a világmindenségben egy olyan gömbön helyezkedünk el, mely sugara 20.000 km, és középpontja a műhold.
- Keressünk egy másik műholdat, amelytől a távolságunkat 21.000 km-nek mértük.
- Most már nem mondhatjuk, hogy egy gömbön állunk. Tudjuk azt is, hogy egy másik gömbön is állunk, mely sugara 21.000 km, és középpontja a másik műhold. Más szavakkal, a helyzetünk most a két gömb áthatásán egy körön található.



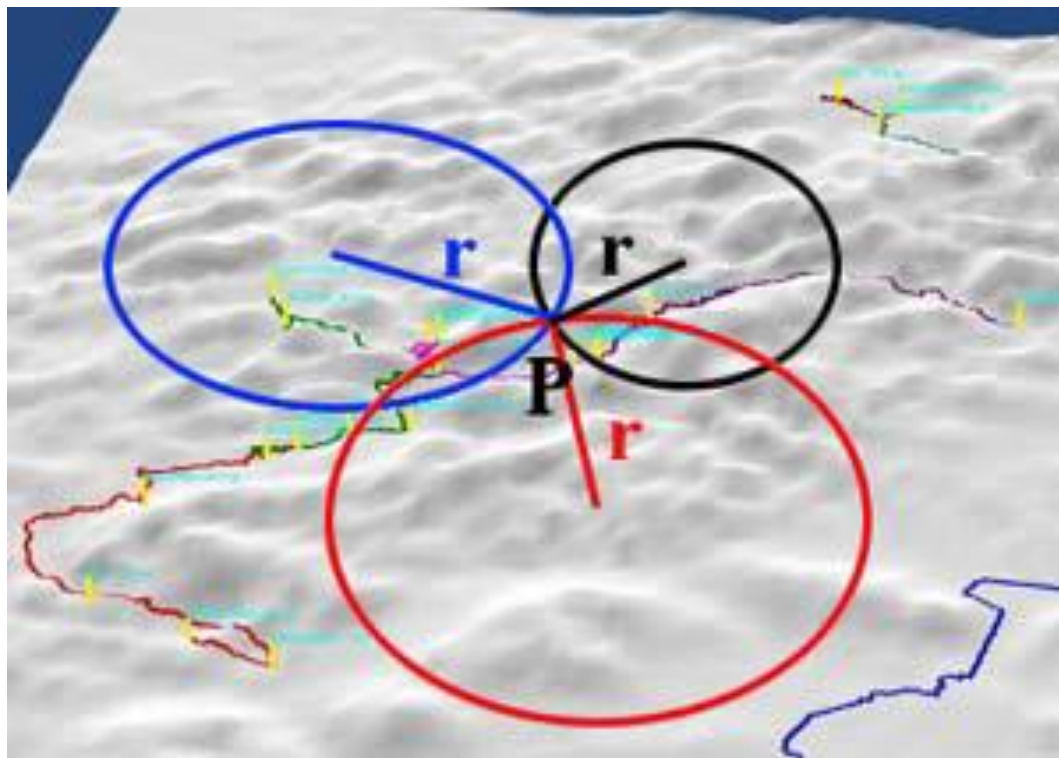
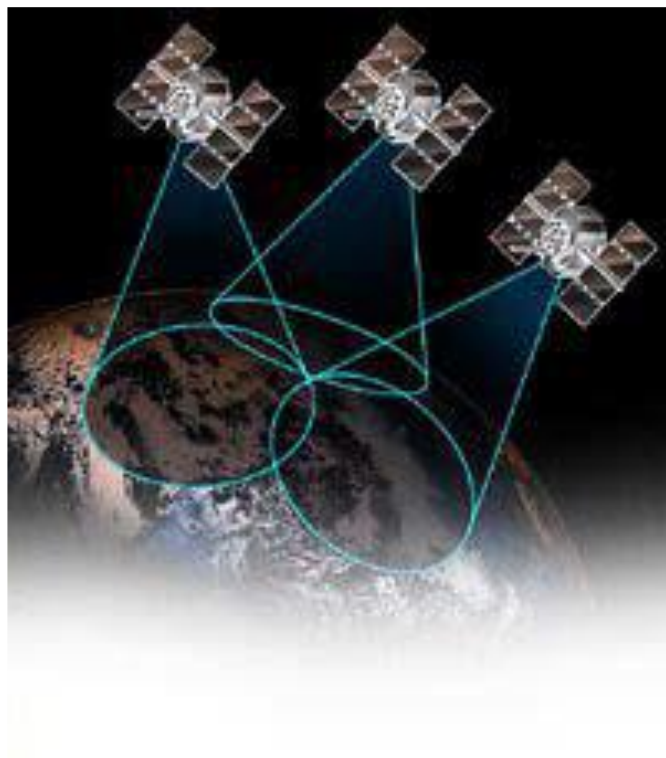
Geometriai alapok 2

Ha most egy harmadik műholdtól is megmérjük a távolságunkat, és az 22.000 km-re adódik, akkor belátható, hogy három gömb áthatásába kerültünk, melyben az egyik műholdtól 20.000, a másodiktól 21.000, a harmadiktól 22.000 km-re vagyunk. Két pont valamelyikén találjuk magunkat.

Így három műhold távolsága alapján eljutottunk tartózkodási helyünk két legvalószínűbb pontjához. Annak eldöntése, hogy a két pont közül melyiken is állunk, egy negyedik műholdra való mérés feladata. Legtöbbször az egyik megoldás helyzete túl messze esne a földtől. Emiatt sok esetben negyedik mérés nélkül is eldönthető a kérdés.



Geometriai alapok 3



Távolságmérés

- A működés alapfeltétele, hogy:
 - a műholdak és a vevő órája rendkívül pontos (a műholdakon atomóra van),
 - a vevő órája szinkronban van a műholdak órájával
- A GPS esetében olyan rádiójelet mérünk mely sebessége kereken 300.000 km/s. A probléma a futási idő mérése.
- Az időmérés problémája meglehetősen bonyolult. az első probléma az, hogy a mérendő idő rendkívül rövid. Ha a műhold éppen a fejünk felett van, a futási idő nem több, mint 0,06 másodperc

A legfontosabb GPS jelek

Vivőhullám

- A GPS műholdak két különböző vivőfrekvencián közvetítenek jeleket.
- Az L1 vivőhullám 1575.42 Mhz-es és viszi a helyzeti üzeneteket és az ál-véletlen kódot az időmeghatározáshoz.
- Az L2 vivőhullám 1227.60 Mhz-es, és a sokkal pontosabb katonai ál-véletlen kódot használja.

Az ál-véletlen kódok

- Az ál-véletlen kódok két típusát alkalmazzuk. Az első a durván nyert kód (C/A CoarseAcquisition) Az vivőhullámot modulálja. 1023 bitenként ismétlődik. Minden műholdnak saját ál-véletlen kódja van, így a kibocsátó műholdak egyértelműen azonosíthatók. A C/A kód a polgári GPS alapja.
- A második ál-véletlen kód a P (precise) kód. Ez a kód 266,4 naponként ismétli önmagát. A műholdak azonosítását ez teszi lehetővé, hogy minden esetben egyedi a kód.
- A 266,4 napos ciklusú P kód egy-egy hétnapos darabját rendelték hozzá minden egyes műholdhoz. A kód generálása minden vasárnap éjfélkor, a GPS-hétkezdetekkor újra indul. Ez a kód modulálja mindkét vivőfrekvenciát, **L1**-et és **L2**-t egyaránt. Ezt a kódot a katonai felhasználóknak szánták, ezért titkosítják. A P kód titkosítottváltozatát hívjuk Y kódnak. Amióta a P kód sokkal bonyolultabb, mint a C/A, ezt a vevők sokkal nehezebben érik el. A katonai vevők is először a C/A kódot érik el, utána ugranak a P kódra.

A műholdak pontos pályadatai

Hogyan tudjuk meg pontosan, hogy hol vannak? Ezek mind mintegy 20.000 km magasan repülnek az űrben.

- Az a tény, hogy a műholdak ilyen magasan repülnek, előnyös, mert nem zavarja az atmoszféra. Az orbitális pálya elemei is lényegesen könnyebben számíthatók.
- A légielő minden GPS műholdnak nagyon pontos pályát tűzött ki, kapcsolódva a GPS vezértervhez.

GPS vezérterv

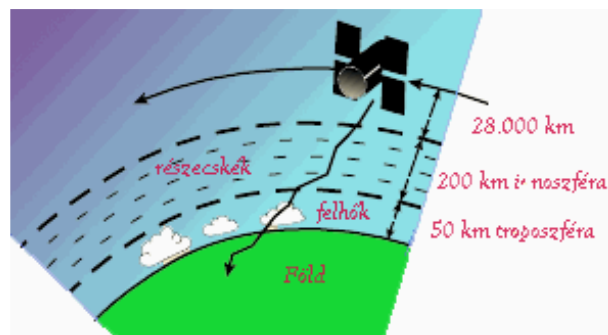
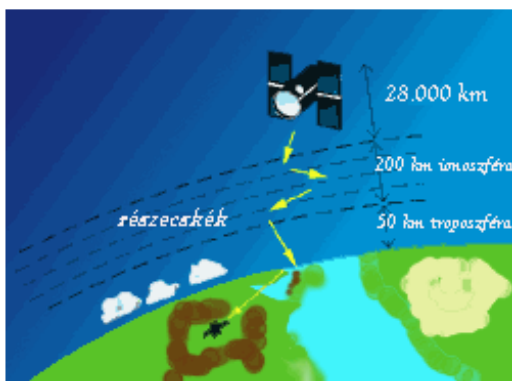
- 1994. márciusban a 24. Block II. műhold pályára állításával teljessé vált a GPS műholdak rendszere. Négy további műhold készenlétben áll, hogy szükség esetén fel lehessen bocsátani.
- Egymáshoz viszonyított helyzetük olyan, hogy a föld bármely pontjáról mindig öt műhold egyszerre látható legyen.
- Minden vevőkészülékbe be van programozva egy almanach, amely pillanatról-pillanatra megmondja, melyik műhold éppen hol tartózkodik az űrben.

A műholdak pontos pályadatai

- A folyamatos figyelés pontosítja ezen értékeket
- A műhold alap-pályája elég egyértelműen megadott, de a műholdat ért külső hatások miatt a pályaelemek kismértékben változnak. Ezeknek a változásoknak a pontos ismerete a folyamatos követés feladata. Ezt a Nemzetvédelmi Minisztérium biztosítja a földi állomások révén.
- Ezeken nagyon precíz radarberendezések vizsgálják minden műhold pontos altitúdóját, helyzetét, sebességét.
- Ezek a vizsgált hibák a pályahibák. Ezek a pályahibák a hold és a nap gravitációs hatásváltozásából, valamint a napszél műholdra ható nyomásából erednek.
- Ezek a hibák elég kicsik, de ha nagy pontosságot szeretnénk elérni, számolni kell velük
- (-> A-GPS: assisted)

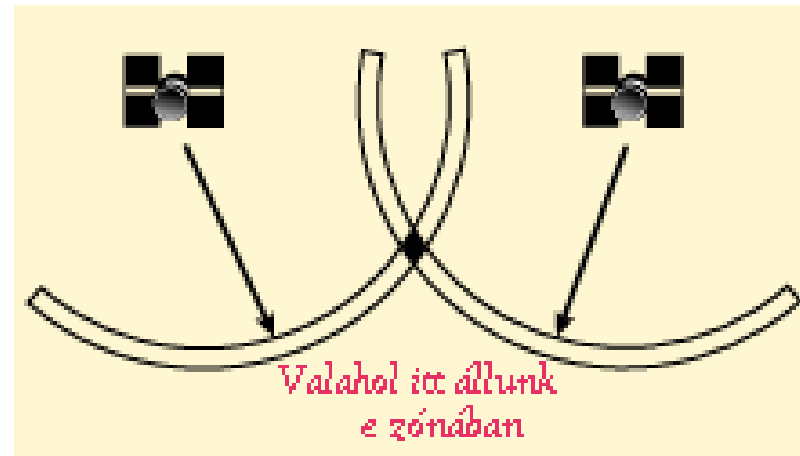
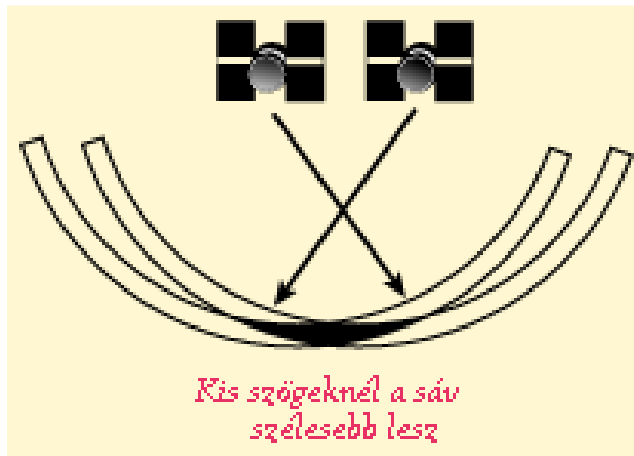
GPS hibák

| Tipikus hibák (eredmény méterben) | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|
| A hiba oka | standard GPS | differenciális GPS |
| műhold órája | 1,5 | 0 |
| pályahiba | 2,5 | 0 |
| ionoszféra | 5,0 | 0,4 |
| troposzféra | 0,5 | 0,2 |
| vevő zaja | 0,3 | 0,3 |
| visszaverődés | 0,6 | 0,6 |



GPS hibák

- Pályahiba:

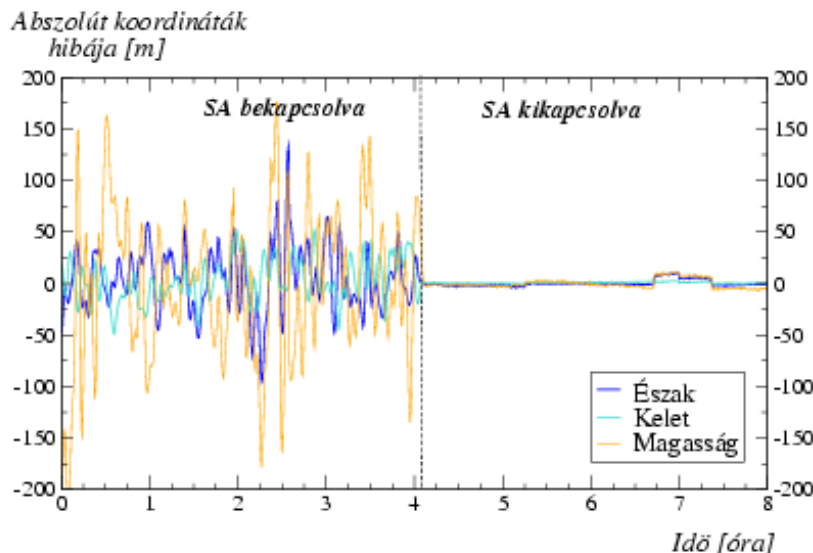


- Milyen szög alatt érkeznek a jelek?
- **Az alapvető geometria képes megszorozni az előbb említett hibákat. Ennek neve a pontosság geometriai felhígulása "Geometric Dilution of Precision" vagy GDOP.**

Szándékos zavarás (SA)

- Szándékos hibák!
 - Az elvet "Szelektív hozzáférés"-nek (SA = Selective Availability) nevezzük, és azért vezették be, nehogy ellenséges erők, vagy terrorista csoportok használhassák a GPS-t.
- Szelektív hozzáférés
 - 1996-ban úgy döntött az Egyesült Államok kormánya, hogy 2000-ben felülvizsgálja a szelektív hozzáférés szükségességét.
 - Alapvetően a Nemzetvédelmi Minisztérium egy bizonyos algoritmus szerint "elrontja" a műholdak idő-és pályainformációit. Ez az egyetlen vevővel dolgozó felhasználókat érinti hátrányosan, mivel a pálya-és időhiba pozícióhibaként jelenik meg.
 - Ezek az összetevők együttesen a SA-ta legnagyobb hibaforrássá teszik a rendszerben. A katonai vevők rendelkeznek egy dekóderrel, amely eltünteti a SA hibát, így ők sokkal pontosabb eredményt kapnak.
 - Szerencsére ezek a pontatlanságok nem adódnak össze többszörösen hibaként. A GPS differenciális módszerével ezek a problémák jelentősen csökkenthetők. Erről még később tárgyalunk.

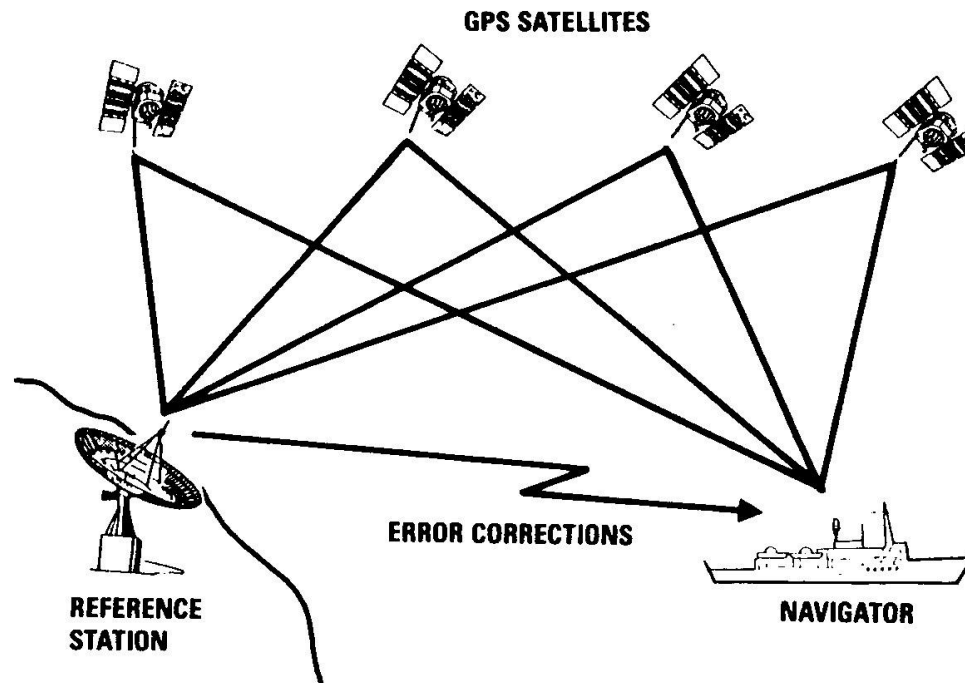
Szándékos zavarás (SA)



- Clinton elnök döntésére **európai idő szerint 2000. május 2-án hajnalban megszüntették a GPS pontosságának mesterséges rontását.** A hivatalos közlés szerint ezzel a valós idejű helymeghatározás **pontossága tízszeresére nőtt**

DGPS

- Differenciális GPS
- Földi referencia állomás ismert földrajzi pozícióval. Az ismert pozíció miatt mérhető a GPS alapú pozíció hibája (légköri hiba).
- A referencia állomás az ebből számított korrekciós jelet küldi tovább a mozgó vevők felé.
- Csak az állomás környezetében használható ($n \times 100$ km)



Soros üzenetformátumok (UART)

- NMEA 0183
 - Karakteres üzenetformátum
 - Leggyakrabban használt mondatok:
GGA, RMC, GSV, GLL...
- SiRF
 - Bináris formátum