



MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézet (Sopron)



Marsrengések, InSight

Dr. Kiszely Márta
szeizmológus

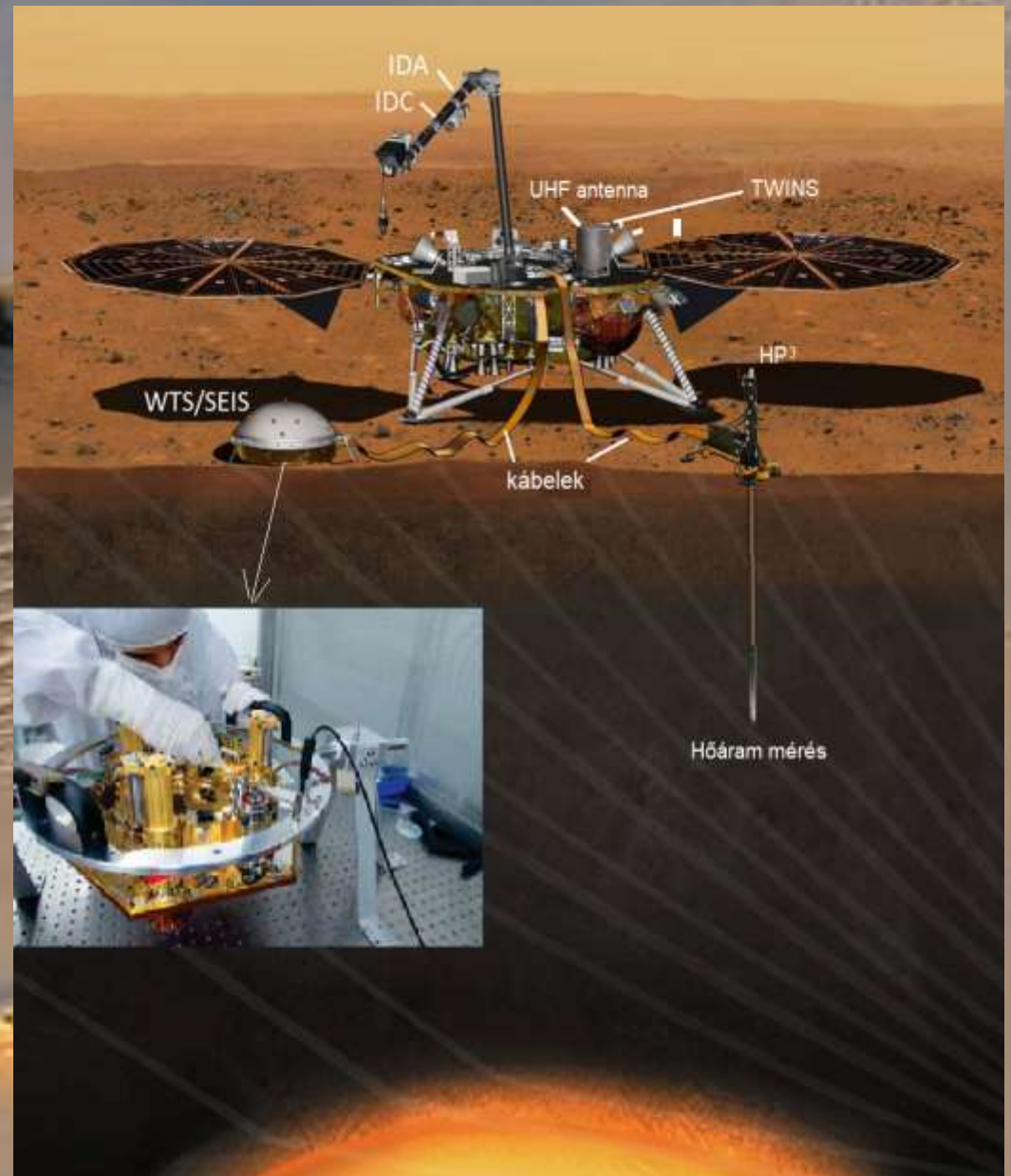
GISOPEN 2019

2019. április 16-18.

A téradatok hálójában



INSIGHT STANDS
FOR **INTERIOR**
EXPLORATION
USING **SEISMIC**
INVESTIGATIONS,
GEODESY & HEAT
TRANSPORT

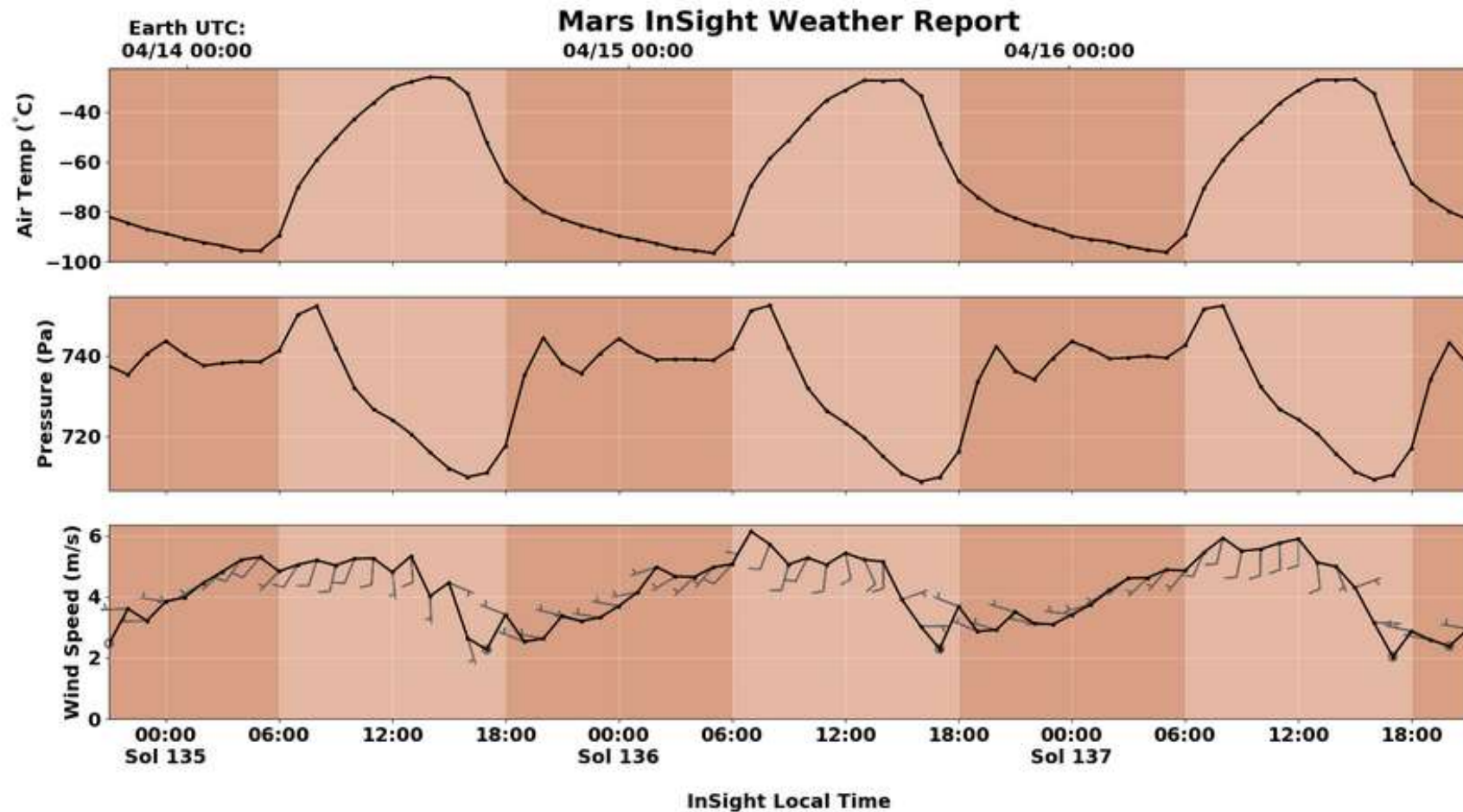


Sikeres landolás: 2018. november 26-án 19:53 UTC

Temperature and Wind for InSight (TWINS)

<https://mars.nasa.gov/insight/weather/>

3-Day Weather Report





2019. április. 15. 19:33 · Utolsó frissítés: 2019. április. 15. 19:33 · TECH

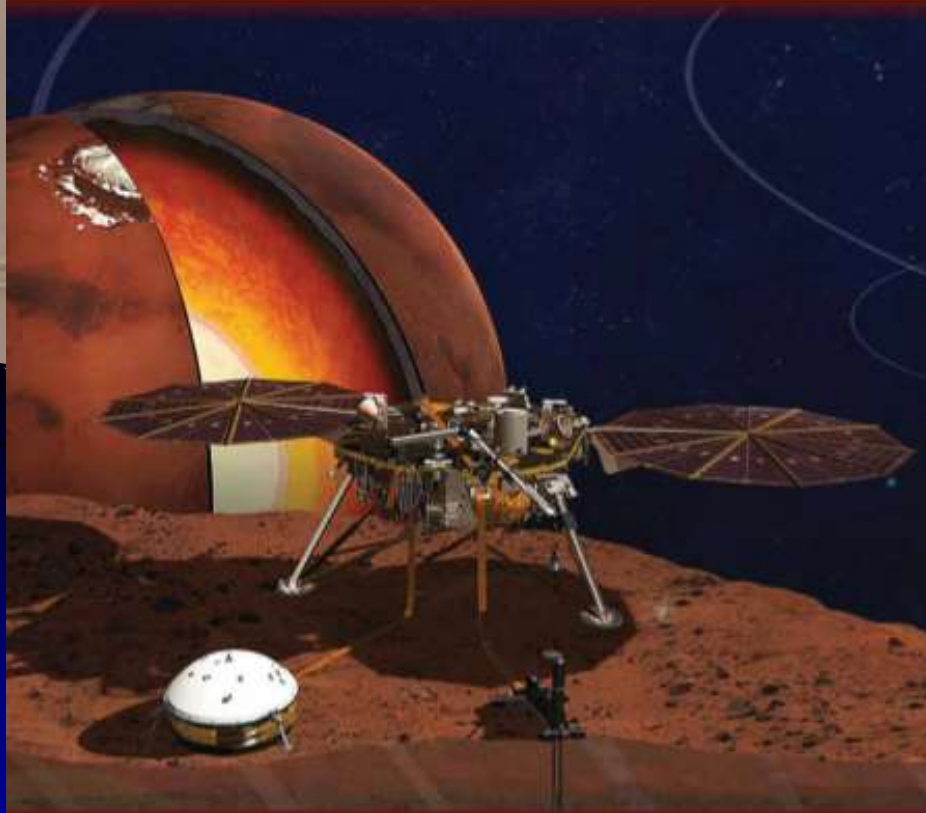
Ötven évvel ezelőtt az úttörők azt hitték, mi már a Marsra járunk majd nyaralni

szerző:
hvg.hu



10

Felnyitották azt a kis időkapszulát, amelyet 1969-ben az akkori úttörővasutasok a Gyermeekvasút végállomásának épületébe falaztak. Voltak merész elképzelések arról, milyen lesz majd az élet 2019-ben.



A NASA 2018-as InSight Mars expedíciója során a marsi szeizmométer „élő” adatokat küld vissza a Földre. Az erre épülő British Geological Survey „MarsQuake” projectje során műholdképeket felhasználva e szeizmométer jelei alapján új meteor becsapódási krátereket kereshetnek az érdeklődők segítve a marskutatót.

A „Marsrengések” program egy rövid tananyagot, és továbbá órai feladatokat tartalmaz, melyek során a NASA 2018-as InSight Mars expedíció által visszaküldött valós adatokat és képeket használhatják fel a diákok.

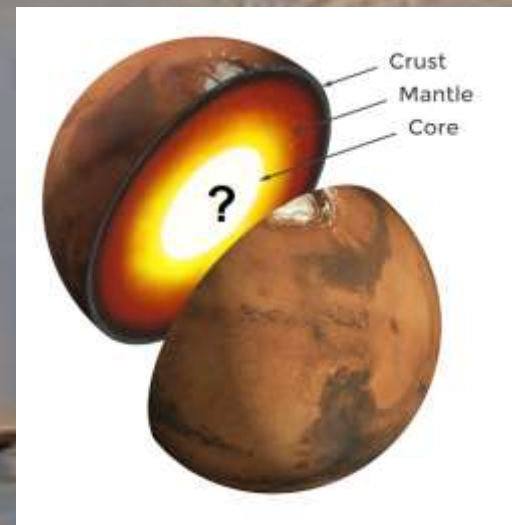
A célközönség a 11-18 éves korosztály. A foglalkozások során a diákok modellezik a meteorit becsapódásokat, és vizsgálják a becsapódások hatását.

A kiadvány letölthető az alábbi linkeken:

<http://marskutatas.suliszeizmo.hu>

<http://telapo.datatrans.hu/mars/>

A küldetés feladatai



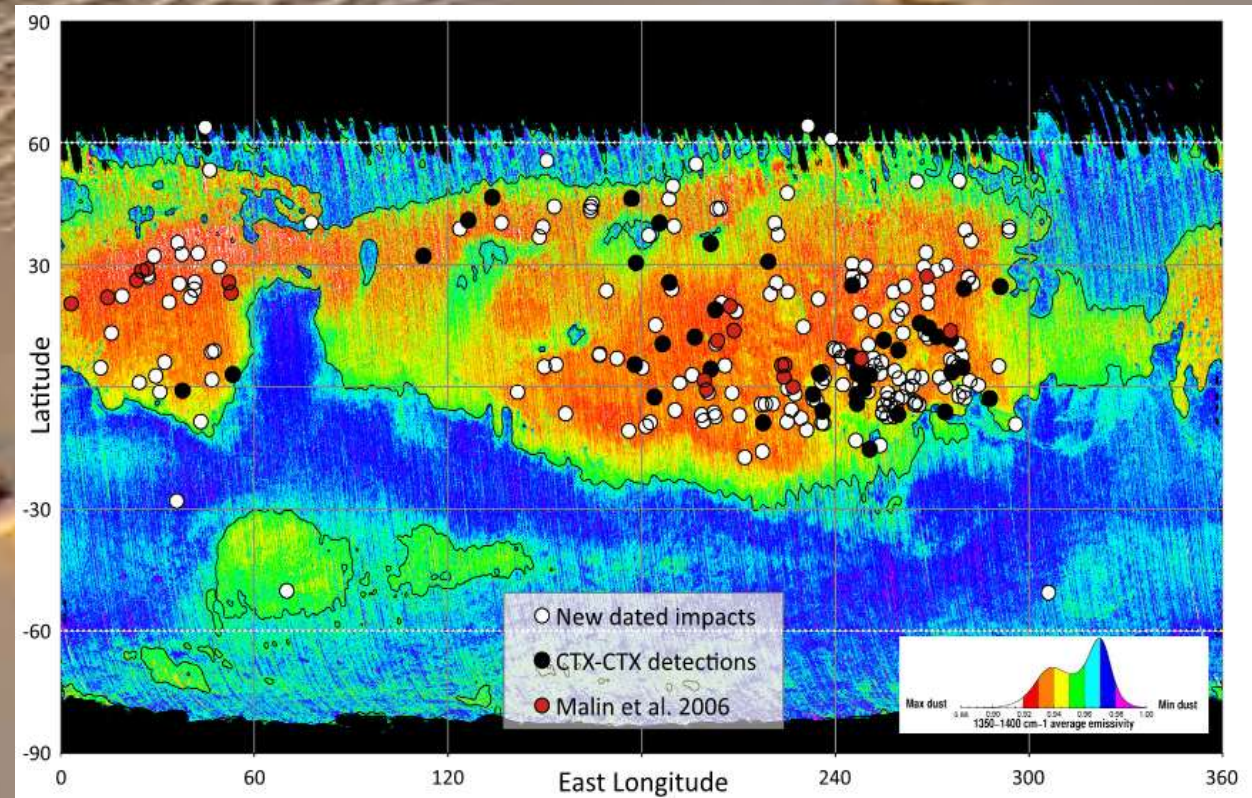
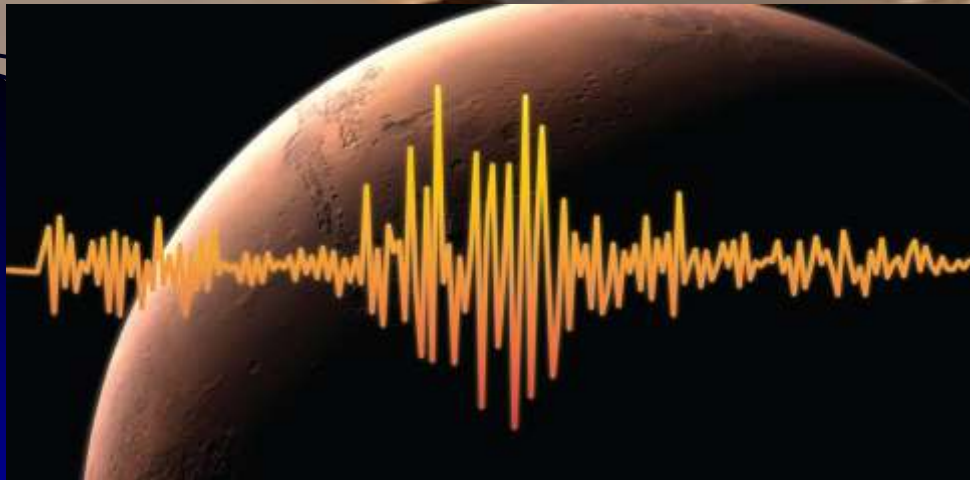
- Megtudni, hogyan keletkeznek a kőzetbolygók.
- Meghatározni a Mars felszínére becsapódó meteoritok számát.
- Megmérni a Mars szeizmicitását.
- Meghatározni a marsrengések magnitúdóját és föld(mars)rajzi eloszlásukat.
- Megtudni, hogy milyen vastag a Mars kérgé és milyen a szerkezete.
- Megismerni a Mars köpenyének az összetételét és a struktúráját.
- Felderíteni, hogy mekkora a Mars magja, milyen összetételű és milyen a fizikai állapota (szilárd vagy folyékony).
- Megbecsülni a Mars belsejének hőmérsékletét.

A Vörös Bolygó titkai feltáruhnak a marsrengések megfigyelésével!

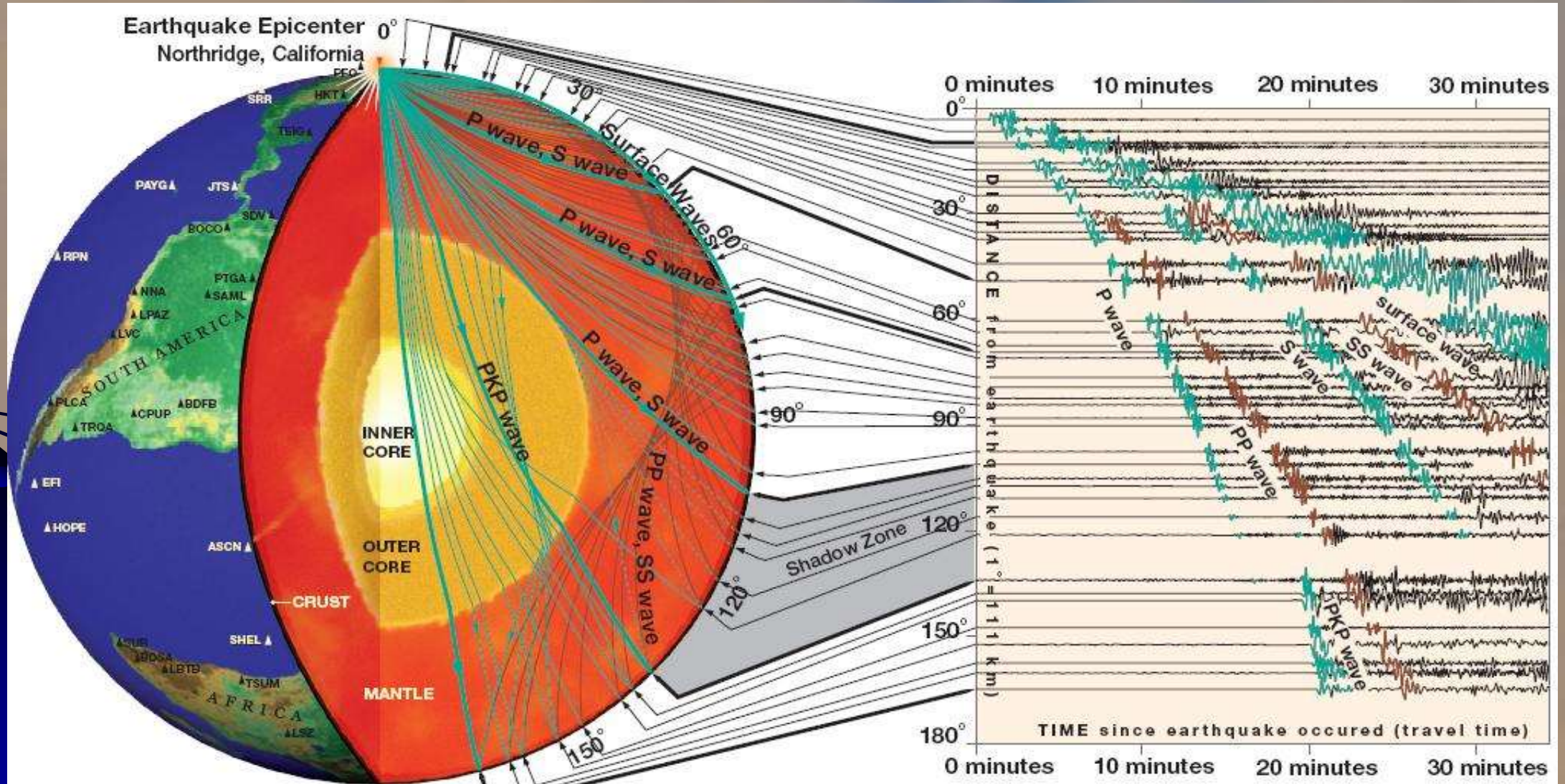
Az 1960-as és 1970-es években végrehajtott Hold-missziók óta ez lesz az első lehetőség arra, hogy más planéta talajrengéseit tanulmányozhassuk!

A Marsba "belelátni", azaz belső szerkezetét és folyamatait megismerni a szeizmológia módszereivel, vagyis a "marsrengések" és meteorit becsapódások okozta talajrengések tanulmányozása segítségével lehetséges.

2013-ban 248 új becsapódást rögzítettek a Marson



Miről árulkodnak a rengéshullámok?



Kráterek a Marson



Google Earth

A szeizmométerek rögzítik a becsapódáskor keletkező szeizmikus hullámokat

A kráter távolságát a Marson elhelyezett műszertől az S - P időből lehet meghatározni

P és S hullám

P hullám

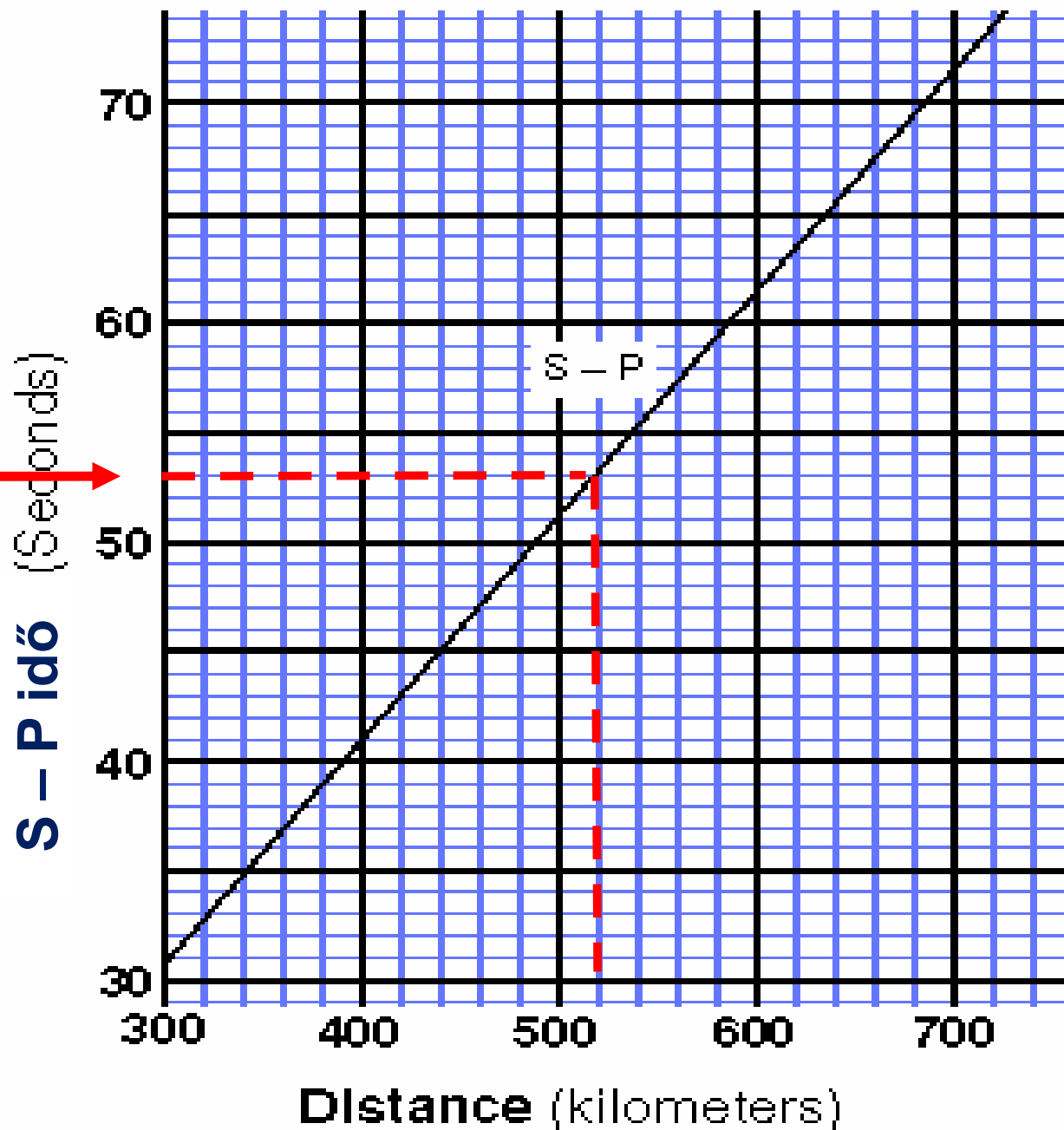
S - P idő



Az S és P beérkezési időkülönbsége a távolság függvényében

S – P idő = 53 s

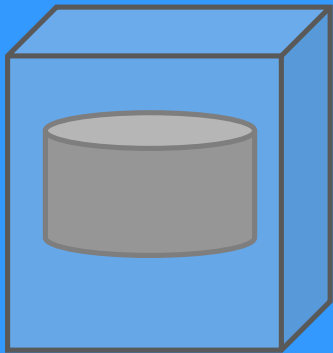
Távolság = 520 km



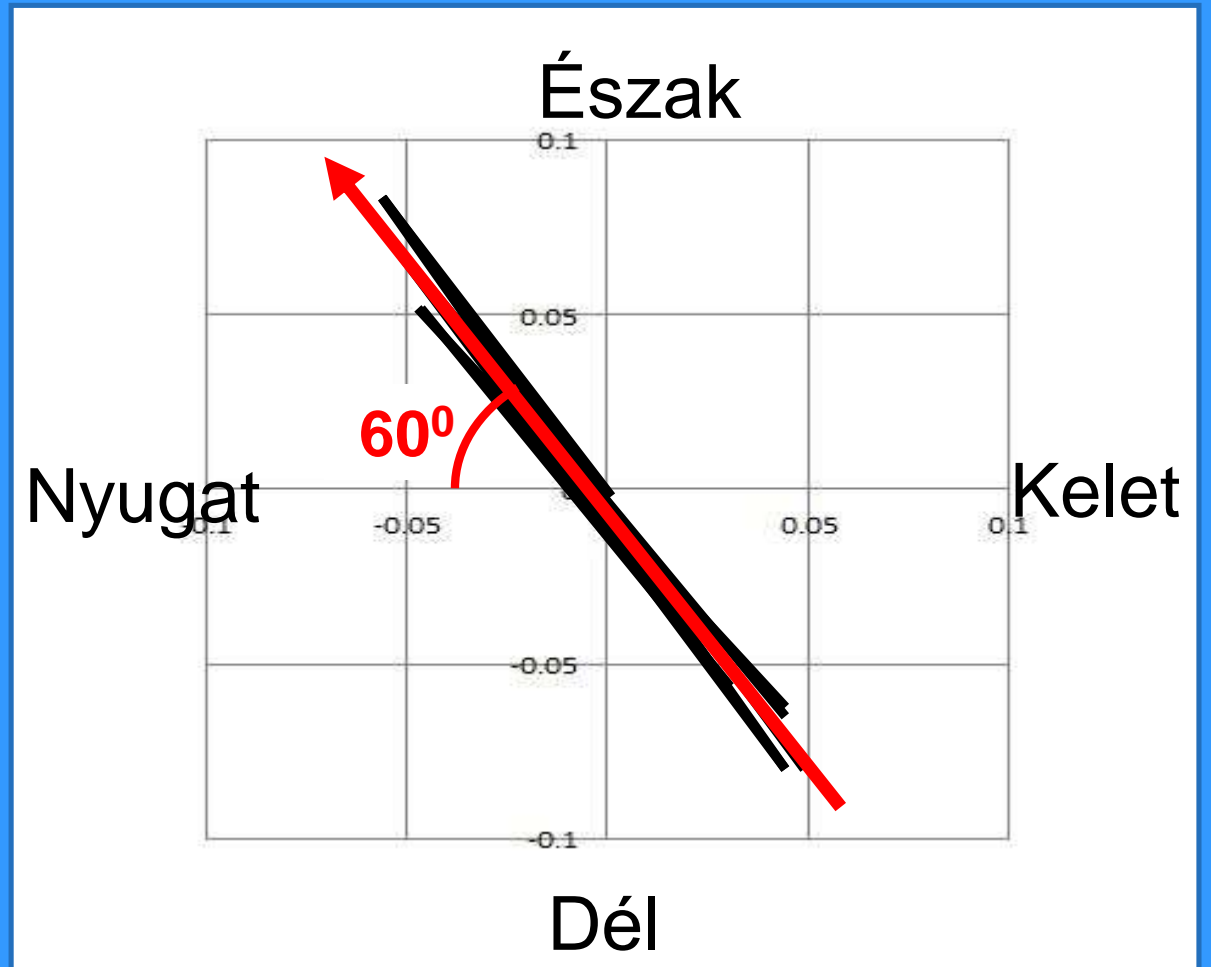
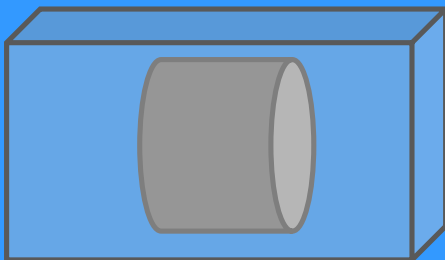
A két szeizmométeren regisztrált hullámoka amplitúdójának a grafikonja. A grafikon azt az irányt adja meg, ahonnan a hullámok jöhettek.

Szeizmométerek

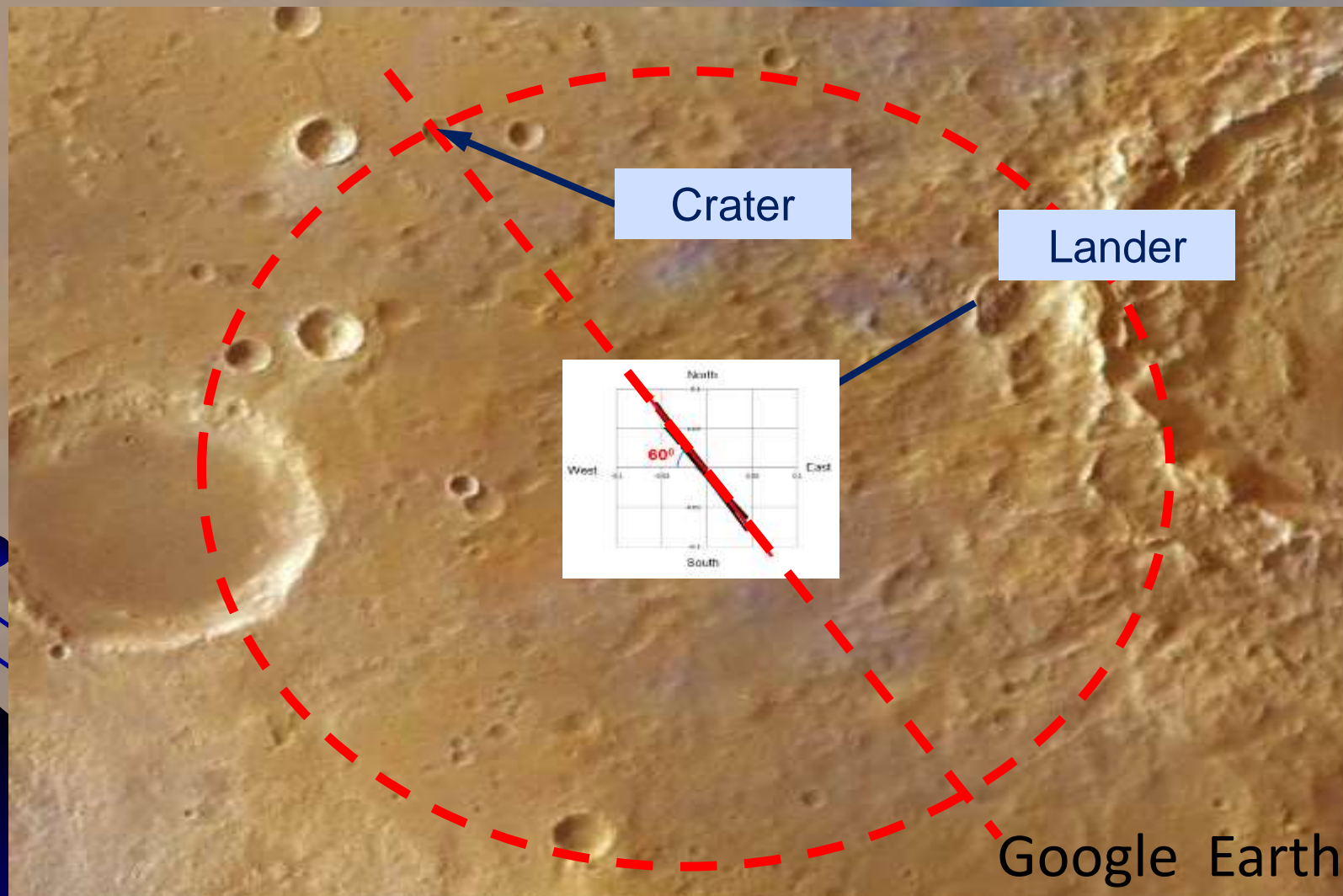
Észak - Dél



Kelet - Nyugat



A kapott információt rávisszük a térképre



A kráter távolsága az S – P idő alapján

Az új és régi képeket összehasonlíthatjuk és megvan az újonnan keletkezett kráter!

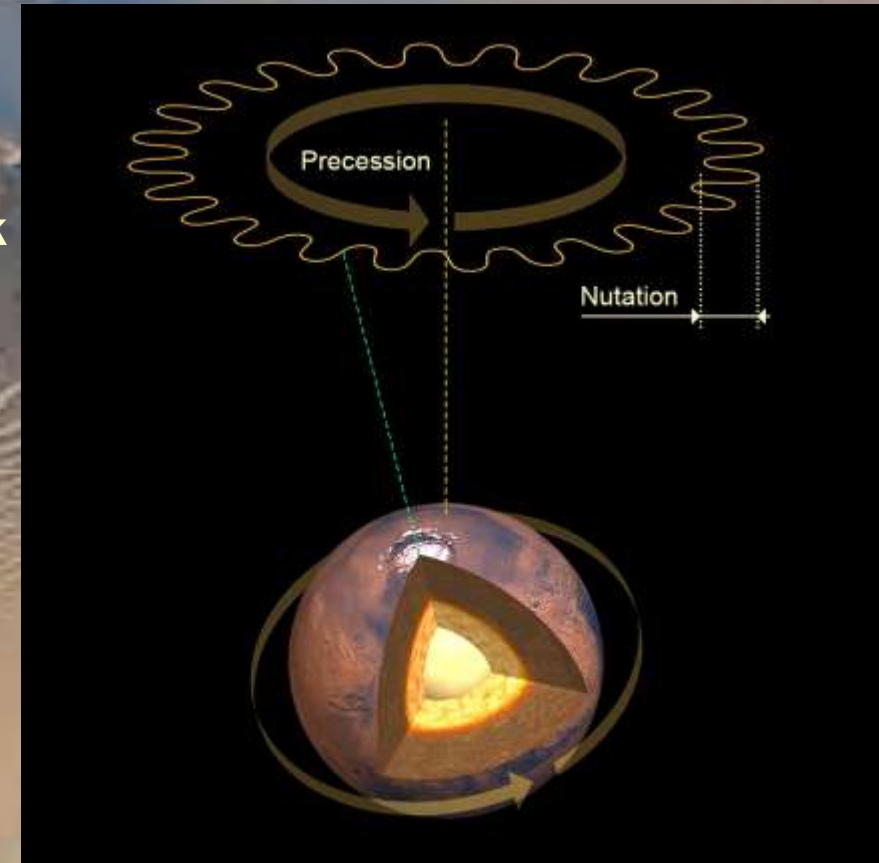
Előtte



Google Earth

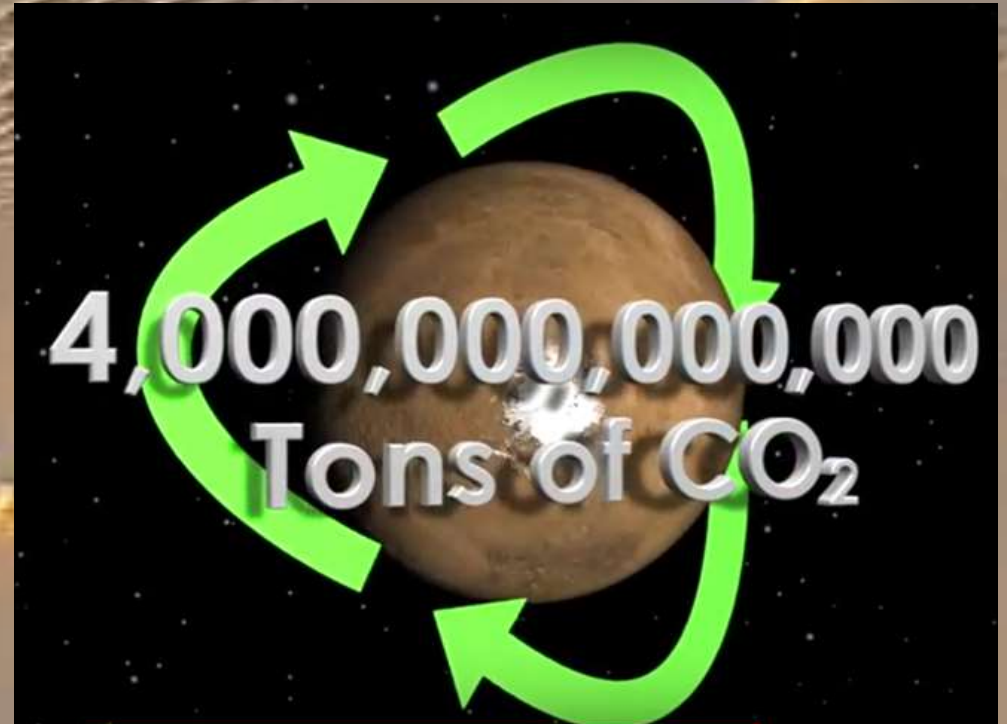
RISE (Rotation and Interior Structure Experiment)

- A Mars körül keringő műholdak mérik a Mars fölött a gravitációs mező ingadozását. Az ingadozásokat a kéreg vastagsága és sűrűsége, illetve a mélyebb rétegek változásaihoz igazítják.
 - Egy bolygó sűrűségeloszlásának meghatározásának egyik módja, hogy megmérjük, hogy mennyire billeg a forgástengelye körül.
 - A precesszió a forgástengely irányának eltolódása egy központi tengely körüli kör mentén (gondoljunk egy olyan bűgőcsigára, ami nem teljesen függőleges). Az oka pedig az, hogy a bolygón fellépő gravitációs erők nem tökéletes gömbszimmetrikusak.
 - A forgástengely teljes körbejárásának időtartama a Föld esetében 25 700 év. A Mars esetében pedig 165 ezer év.
 - A nutáció oszcilláció egy rövidebb periódus, ami a precesszióra ráíródik. A Földön: 18,7 év, a Mars esetében egy marsi évnél rövidebb.
-
- Mars forgástengelye precessziót és a nutációt is mutat. Ennek a "hullámvásznak" a pontos mérése lehetővé teszi a bolygó tehetetlenségi nyomatékának a meghatározását.
 - A precesszió és a nutáció alapján következtethetünk a bolygó sűrűségének és tömegeloszlásának az egyenetlenségeire, valamint a bolygó a világűrben lévő más testek gravitációs mezőivel való kölcsönhatásaira.



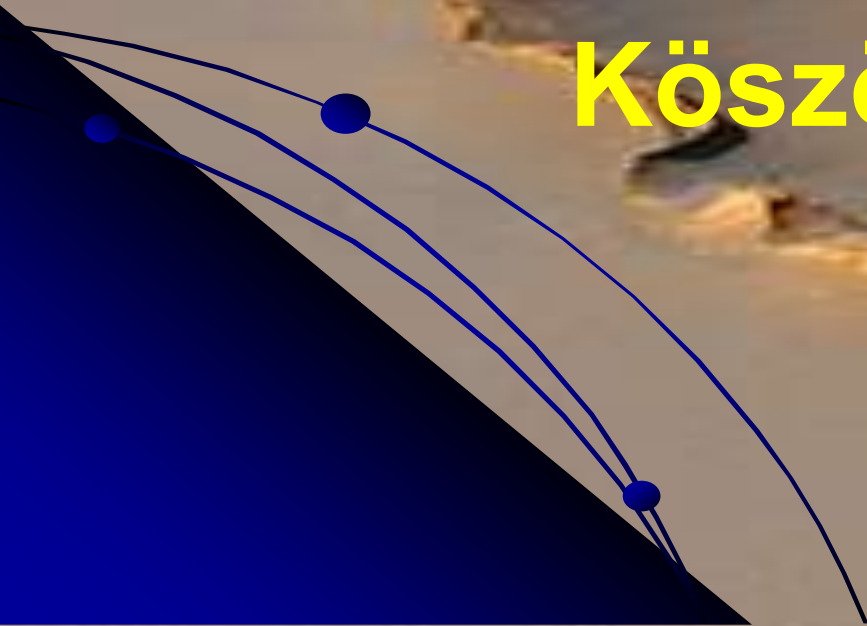
RISE (Rotation and Interior Structure Experiment)

- A RISE-t hetente 2 órán át figyelik majd a Földről. Egy távoli kvazár csillaghoz képest 10 cm-es pontossággal meg tudják majd mérni az InSight helyét, illetve mozgását a bolygóval együtt.
- Az elküldött jel frekvenciáját az adó ismeri és a vevőegység méri. Mivel a földi állomások és az InSight egymáshoz képest mozognak, a jelek frekvenciája a Doppler-hatás miatt eltérő lesz. A fénysebesség állandóan, így a frekvenciaváltozások pontosan az adó és a vevő közötti relatív sebességéhez kapcsolódnak. Mivel az InSight pontos helyzete viszonylag könnyen meghatározható a pályából, kiszámíthatjuk a Mars forgástengelyének irányát.





**Kiből lesz marskutató?
Lehet jelentkezni!
Köszönöm a figyelmet**



RISE (Rotation and Interior Structure Experiment)

- A RISE eszköz közvetlenül kommunikál a Földdel a Marsról két közepes erősségű, X-sávós (8 GHz) rádióantenna segítségével. (A SEIS és a HP3 adatainak többsége az UHF rádió és műholdas adókon keresztül lesz a Földre küldve, de a RISE kisebb mennyiségű adatot maga is képes továbbítani. UHF=Ultra High Frequency - 300-1000 MHz, radar frekvenciasáv, a deciméteres hullámhossztartomány).
- Az InSight két darab kúrtantenna segítségével a vele együtt érkező, de Mars körüli pályán maradó utazótáska méretű két MarCO (Mars Cube One) és a még működő MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) műholdon keresztül tatja a Földdel a kapcsolatot.
- A kísérlethez a Föld Deep Space Network földi állomásairól a RISE antennákra küldenek jeleket, majd azok visszaverődve a RISE-ről a Földre jutnak.

Az elküldött jel frekvenciáját az adó ismeri és a vevőegység méri. Mivel a földi állomások és az InSight egymáshoz képest mozognak, a jelek frekvenciája a Doppler-hatás miatt eltérő lesz. A fénysebesség állandóan, így a frekvenciaváltozások pontosan az adó és a vevő közötti relatív sebességéhez kapcsolódnak. Mivel az InSight pontos helyzete viszonylag könnyen meghatározható a pályából, kiszámíthatjuk a Mars forgástengelyének irányát.

A RISE-t hetente 2 órán át figyelik majd a Földről. Egy távoli kvazár csillaghoz képest 10 cm-es pontossággal meg tudják majd mérni az InSight helyét, illetve mozgását a bolygóval együtt.

- Within the INSIGHT mission, the radioscience experiment aims at obtaining the rotation and interior structure of Mars. It is called for that reason RISE (Rotation and Interior Structure Experiment). It does not use an instrument *stricto sensu* but uses the spacecraft X-band communication system. The parameters that will be determined from the rotation and orientation observation (i.e. from length-of-day variations, precession (long-term changes in the rotational orientation), and nutations (periodic changes in the rotational orientation)) are the angular momentum of the atmosphere, the moments of inertia of the whole planet and of the core. This will allow to constrain the interior models of Mars. The Doppler effect on the radio signal is related to the variations of the rotation and orientation of the planet Mars. When measured for a time longer than the seasonal timescale, the observation can provide values for the moments of inertia. The mean moment of inertia is a strong constraint on the core size and density, core temperature and mantle mineralogy. The size of the core has major consequences for internal structure and planetary evolution. For example, a large core makes a perovskite-bearing lower mantle impossible, due to insufficient pressure at the base of the mantle. The endothermic phase transition spinel-perovskite has a strong effect on mantle convection. The size and composition of the core are also important in the history of the magnetic dynamo, which in turn has important consequences for the retention of the atmosphere and the possible habitability of the surface early in Mars' history.

- RISE – Rotation and Interior Structure Experiment
- RISE is an X-Band Doppler Tracking Experiment to precisely measure the planetary rotation rate of Mars as well its variations (e.g. nutation). Such measurements were also taken by the Viking missions in the 70s, Pathfinder in 1997 and intermittently by the Mars Exploration Rovers.
- The new set, extending the observation arc to four decades, will allow the nutation amplitude, spin axis direction and precession rate to be constrained very narrowly to allow for a conclusive determination of Mars' core size and whether it exists in liquid or solid form.
- For the RISE study, the baseline lander and spacecraft design employed by NASA's Phoenix was changed in that an X-Band Small Deep Space Transponder (SDST) was moved from the Cruise Stage to the Lander while a Solid-State Power Amplifier was added to keep up Cruise Stage redundancies while also enabling the lander to operate as a fully equipped transmitter once on the surface.

- The SDST and SSPA are coupled to a pair of redundant Medium-Gain Antennas used to receive and transmit the 7.152/8.402 GHz signals for the RISE experiment. The MGAs reside on opposite sides of the lander to provide omni-directional azimuth coverage for an elevation range between 30 and 55 degrees to allow for continuous tracking when Earth is at low elevation (when the Doppler signature due to the rotation of Mars is largest).
- The basis of RISE is widely used for deep space navigation: an X-Band equipped ground station sends a signal to the spacecraft which immediately re-transmits it to Earth where its Doppler Shift can be analyzed to reveal the exact relative velocity between Earth and the lander on the surface of Mars. Data correction for signal re-transmission delays intrinsic to the lander electronics will increase accuracy to around two centimeters and a long observation arc will further help nail down the exact rotation and precession parameters sought by scientists.
- Doppler Measurements from Viking and Pathfinder helped scientists constrain Mars' core size and precession rate which confirmed that Mars has undergone a history of differentiation. Subsequent Doppler measurements carried out by orbiting missions like the Mars Global Surveyor, Mars Odyssey and the Mars Reconnaissance Orbiter provided additional information for narrowing down the precession parameters through effects of the Martian gravitational field on the spacecraft orbits. However, the detection of the nutation signature is not possible from orbit.
- Obtaining the nutation of the spin axis will provide the last piece needed for assessing the nature of the Martian core. If the core is fluid, as suggested based on previous data, then the nutation will show a signature of the polar moment of inertia of the core and the free-core nutation period which will also provide information on the size and shape of the core. In addition to nutation values, RISE will also be capable of measuring small variations in Mars' rotation rate due to the exchange of carbon dioxide between the atmosphere and the polar ice caps as seasons change.