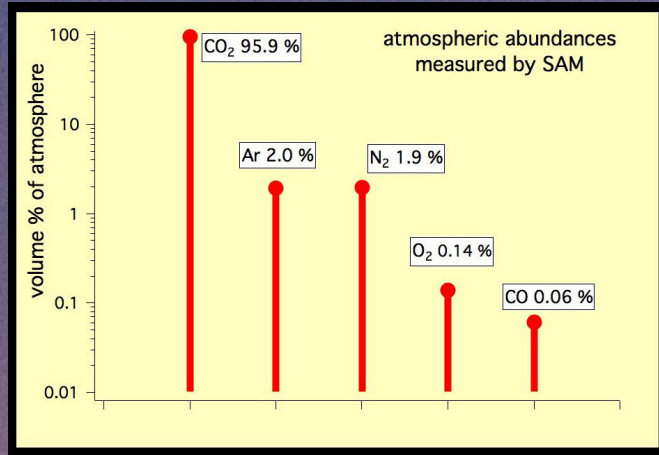


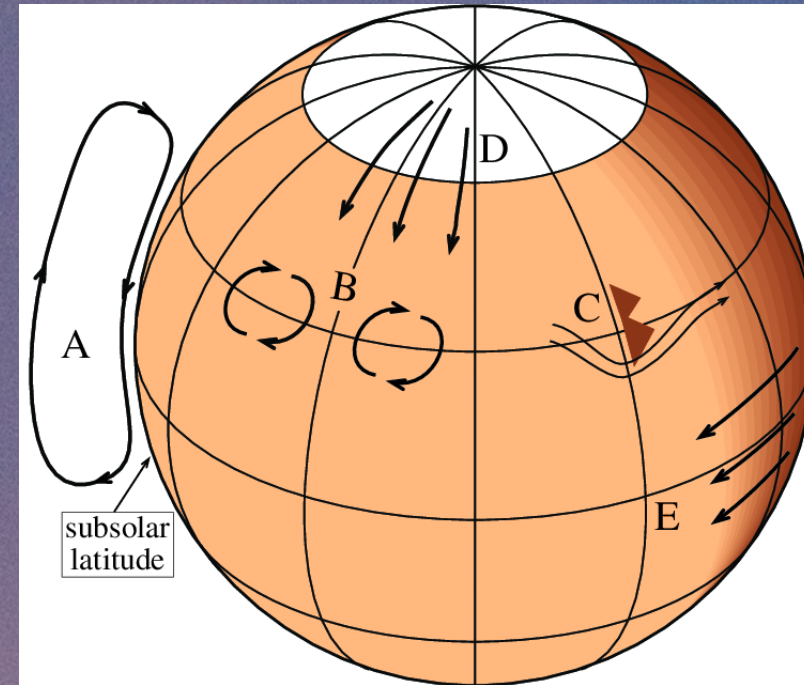
Charakterystyka atmosfery



Atmosfera Marsa jest 100 razy cieńsza od ziemskiej i w 95 procentach składa się z dwutlenku węgla a ilość pary wodnej jest około 100 razy mniejsza niż na Ziemi. Ciśnienie przy powierzchni waha się od 1 do 9 hPa i zależy od wysokości. Charakterystyczne są sezonowe wahania ciśnienia spowodowane zmianami ilości dwutlenku wraz z porami roku.

Ryc. 1. Pięć najobfitszych gazów w atmosferze marsjańskiej. Pomiar wykonano za pomocą przyrządu Quadrupole Mass Spectrometer w październiku 2012 r. (źródło: https://www.nasa.gov/mission_pages/msl/multimedia/pia16460.html)

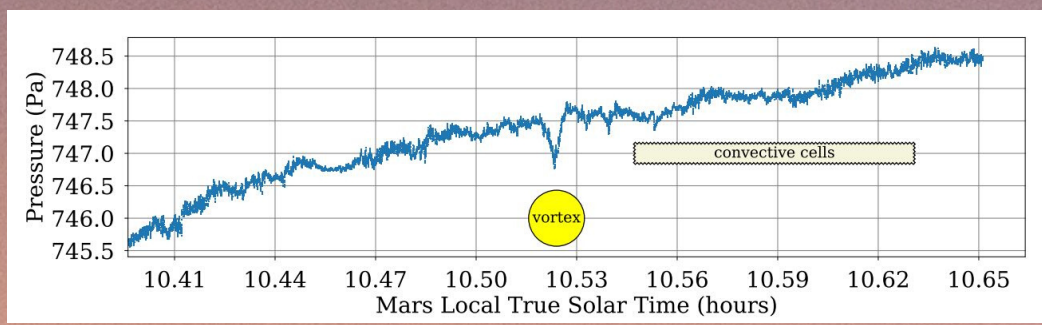
Cyrkulacja atmosferyczna



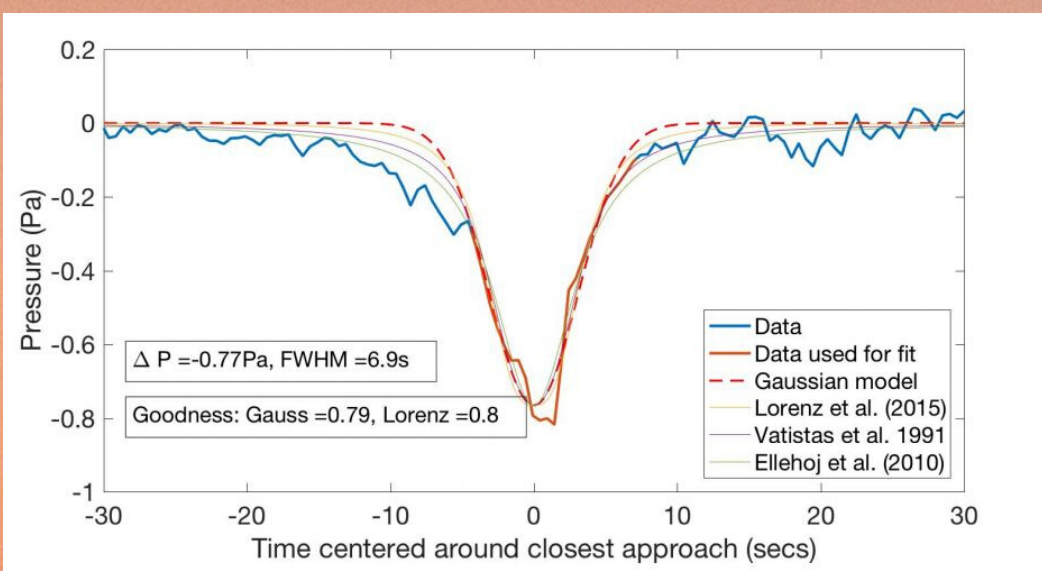
Cyrkulacja atmosfery Marsa jest prostsza niż na Ziemi, głównie dlatego, że nie ma oceanów. Na niskich szerokościach geograficznych dominuje ruch komórki Hadleya. Jedną część ograniczonego powietrza przepływa na północ (i jedna na południe) do około 30° szerokości geograficznej (N i S), gdzie ochładza się, tonie, a następnie płynie z powrotem w kierunku równika po powierzchni.

Ryc. 2. Schemat głównych ogólnych wzorców cyrkulacji występujących w marsjańskiej atmosferze (Pollack, 1990). A (solstitial) cyrkulacja Hadleya, B: wiry barokliniczne, C: wiry stacjonarne wynikające z przepływu nad topografią, D: przepływ sublimacyjny CO₂, E: fale termiczne (Harr i in. 2007).

Wiry pyłowe

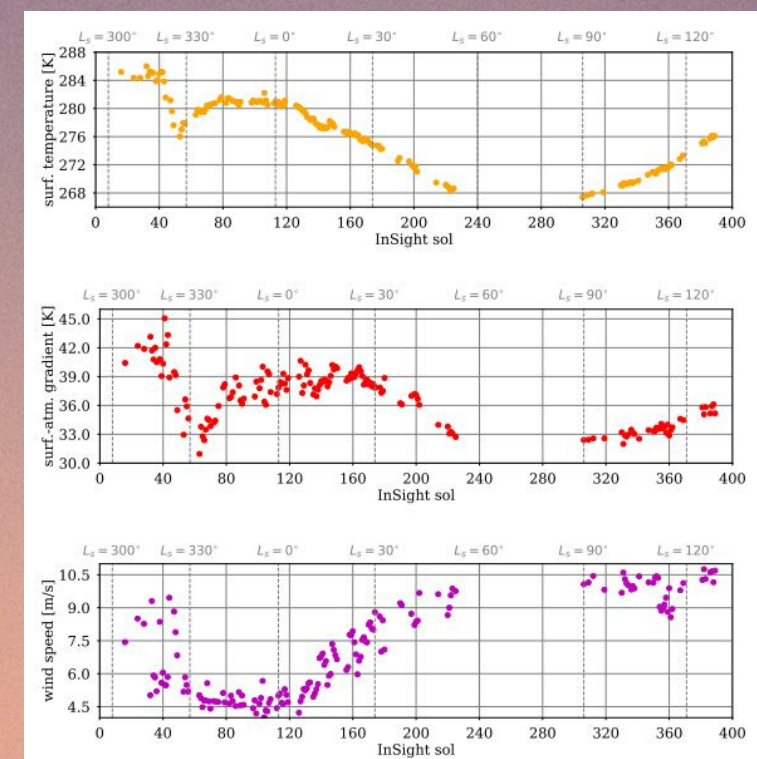


Ryc. 3. Pierwsze pomiary ciśnienia na pokładzie InSight sol 4 (L_s = 298°, 30.11.2018). Spotkanie z wirem konwekcyjnym spowodowało nagły spadek ciśnienia, a komórki konwekcyjne doprowadziły do quasi-okresowych wahań ciśnienia z okresem około 100 sekund (Spiga i in. 2020).



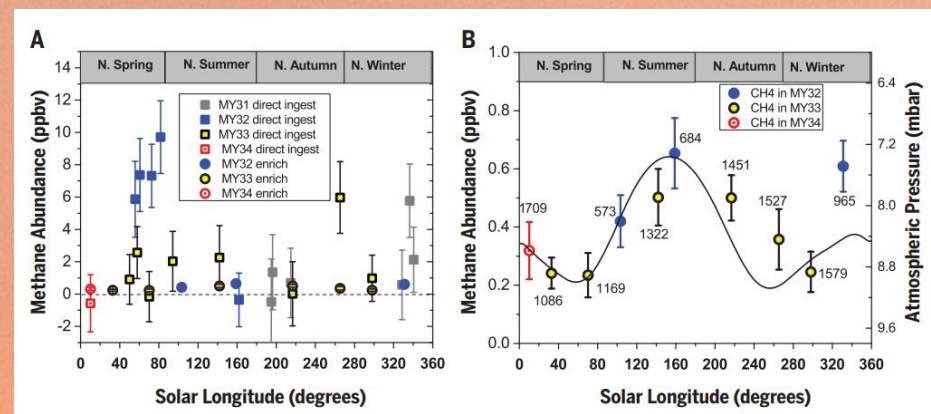
Ryc. 4. Wykryty wirem spadek ciśnienia wykryty w sol 68 pokazano tutaj schematycznie, którego oś czasu w sekundach jest wyodrębniona na spadku ciśnienia. Ciągły spadek ciśnienia brano pod uwagę do analizy ma kolor pomarańczowy. Na rysunku dodano porównania z kształtami analitycznymi: model Gaussa (linia przerywana w kolorze pomarańczowym), Lorenz i in. (2015) (czarna linia), Vatasias et al. 1991 (linia fioletowa), Ellehoj i in. (2010) (zielona linia) (Spiga i in. 2020).

Warunki środowiskowe i wymuszenia PBL



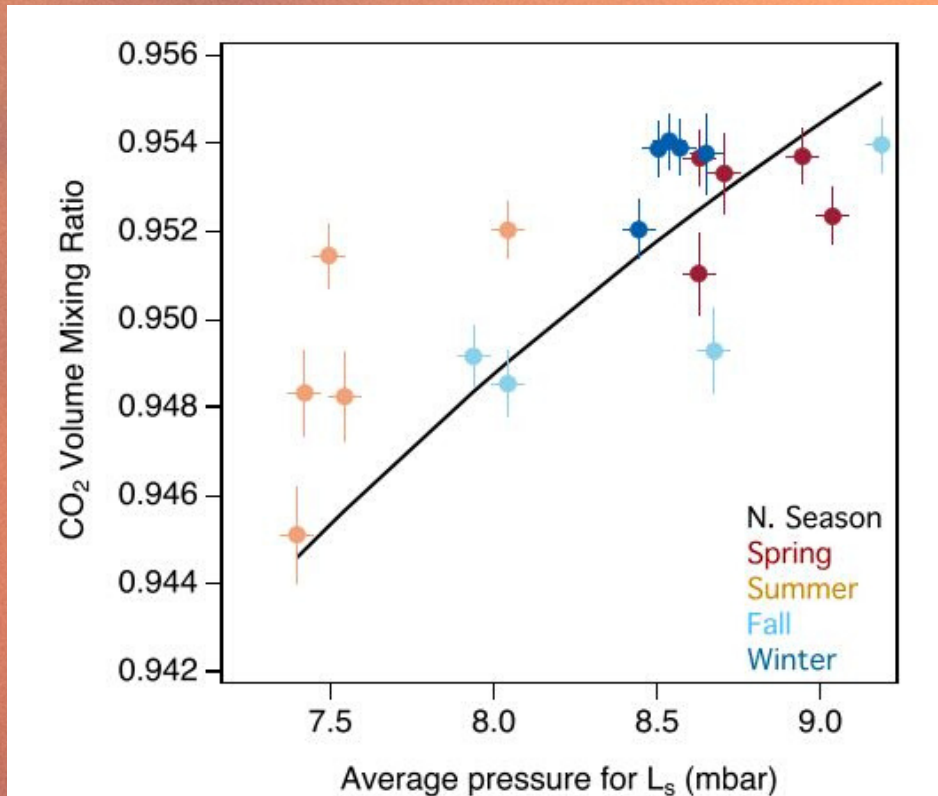
Ryc. 5. Sezonowa zmienność dziennej temperatury powierzchni (u góry), gradientu temperatury w atmosferze (w środku) i prędkości wiatru (u dołu) pokazano dla pierwszych 400 sol operacji InSight. Każdy punkt jest średnią ze wskazanej ilości wykonanej dla każdego sol w lokalnym przedziale czasu 11:00 - 14:00 (lokalny rzeczywisty czas słoneczny). Pomiar wiatru i temperatury w atmosferze według danych APSS / TWINS. (Spiga i in. 2020).

Sezonowa zmienność metanu



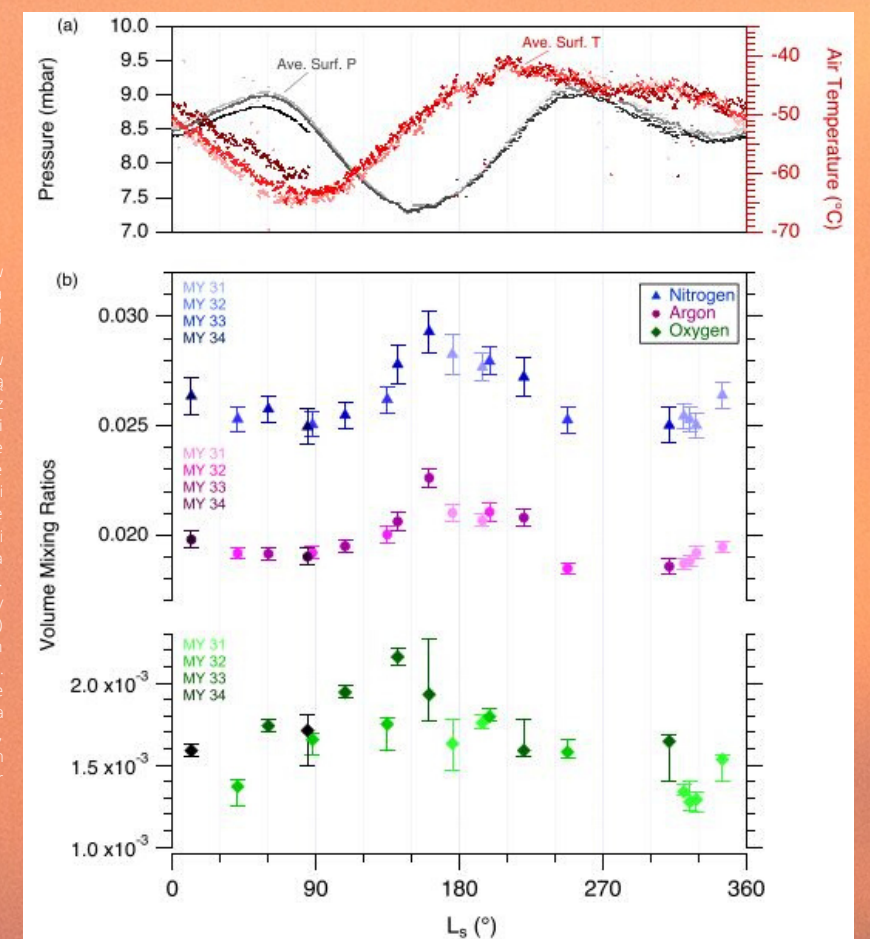
Ryc. 6. Pomiary metanu (TLS-SAM) w stosunku do długości słonecznej Słońca na Marsie (Webster i in. 2018).

Sezonowe zmiany składu atmosfery mierzone w kraterze Gale na Marsie



Ryc. 7. Zmierzone przez SAM proporcje mieszania objętości CO₂ (wypełnione symbole) są wykreślone w funkcji średniego ciśnienia dla L_s zebranych w ciągu 2 lat przez czujnik ciśnienia REMS. Kolory wskazują porę roku: wiosna (L_s 0-90°), lato (90°-180°), jesień (180°-270°) i zima (270°-360°). Oczekiwana wartość stosunku mieszania CO₂, oparta na stałym składzie, jest pokazana jako ciągła czarna linia. (Trainer i in. 2019).

Ryc. 8. Sezonowe trendy w chwilowych stosunkach mieszania objętości trzech najbardziej powszechnych niekondensowalnych gazów w atmosferze Marsa wykazują ogólną odwrotną zależność od ciśnienia z powodu kondensacji i sublimacji CO₂ ze złóż polarnych. (a) Średnie dzienne ciśnienie atmosferyczne (szare kreski, lewa oś) i temperatura powietrza (czerwone kreski, prawa oś) pokazują warunki środowiskowe w kraterze Gale, na które wpływa cykl sezonowy. Najciemniejsze punkty przedstawiają najnowsze dane. (b) Azot (trójkąty), argon (kółka) i tlen (diamenty) wykreślono w funkcji L_s. Cięższe punkty odpowiadają jednemu roku na Marsie (od jasnego do ciemnego), jak wskazano w lewym górnym rogu każdego wykresu (Trainer 2019).



Bibliografia

- HARRI, Ari-Matti, et al. MetNet-in situ observational network and orbital platform to investigate the martian environment. Reports of the Finnish Meteorological Institute Space Research, 2007, No. 3, 30 pages, 2007, 3.
- SPIGA, Aymeric, et al. A study of daytime convective vortices and turbulence in the martian Planetary Boundary Layer based on half-a-year of InSight atmospheric measurements and Large-Eddy Simulations. arXiv preprint arXiv:2005.01134, 2020.
- WEBSTER, Christopher R., et al. Background levels of methane in Mars' atmosphere show strong seasonal variations. Science, 2018, 360.6393: 1093-1096.
- TRAINER, Melissa G., et al. Seasonal variations in atmospheric composition as measured in Gale Crater, Mars. Journal of Geophysical Research: Planets, 2019, 124.11: 3000-3024.