ArcGiS-analyse van de stofstorm op Mars in 2018.

door Eric Sussenbach (vanaf Curaçao)
en John Sussenbach (vanuit Houten)

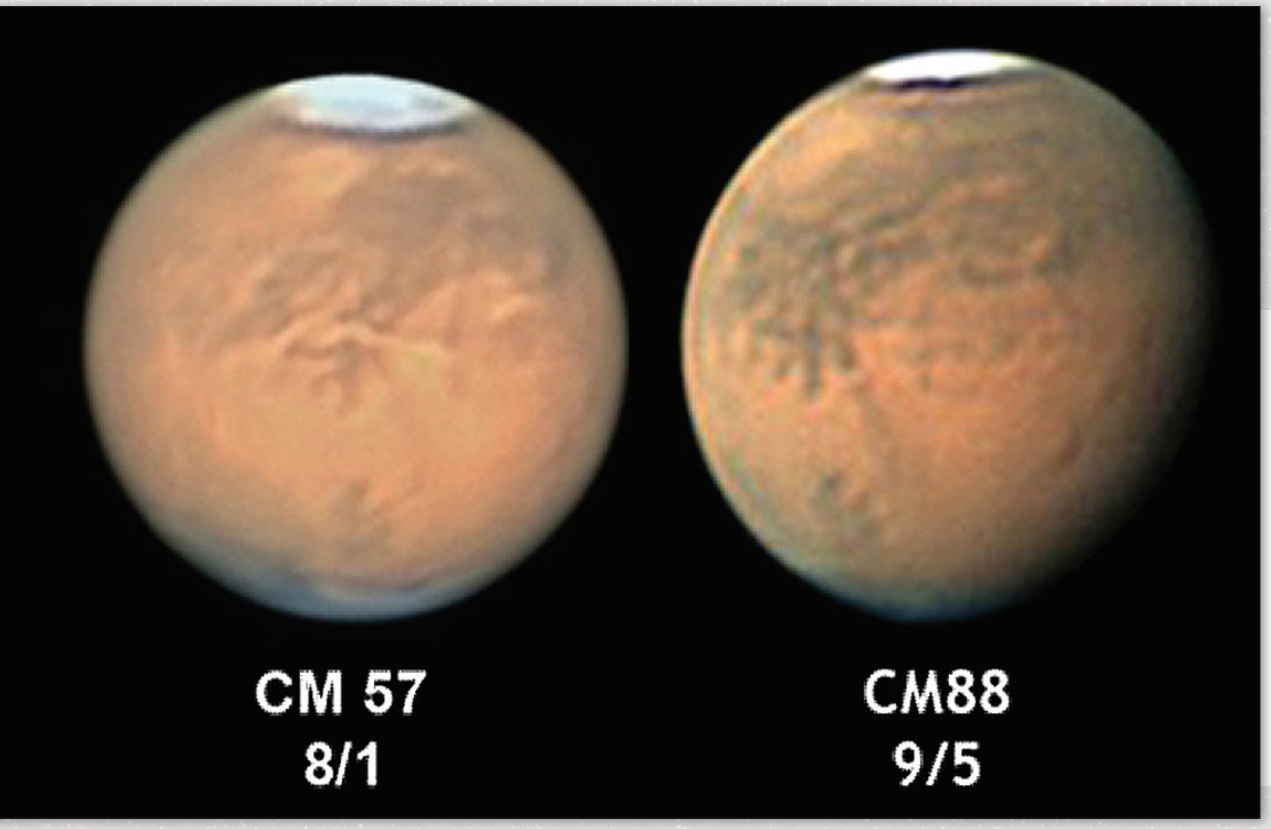
Astrofotografen houden van mooie plaatjes en voor planeetfotografen is dat niet anders. Steeds hogere resoluties, steeds meer details en dan zo natuurlijk mogelijk, daar gaan we voor!

Maar vroeg of laat komt de vraag bij je op, genietend van een zelfgemaakte mooie opname van Mars of Jupiter: welke geologische structuren en meteorologische systemen zitten achter die mooie kleurtjes? Het is heel stimulerend en motiverend als je uit je eigen opnamen ook nog wetenschappelijke informatie kunt halen. En dat bleek het geval te zijn met onze opnamen van de Marsoppositie van 2018.

Tijdens de oppositie van 2018 hebben wij Mars vastgelegd op onze eigen locatie: Eric vanaf Curaçao met een C8 Schmidt-Cassegrain telescoop en John met een C14 vanuit Houten. Als camera werd een ZWO ASI290MC gebruikt. Aangezien Mars op Curaçao het hoogst aan de hemel stond (54 graden, in vergelijking met 14 graden in Nederland) en dit Caribische eiland vaak een uitstekende seeing heeft, werd voor deze analyse de meeste gedetailleerde informatie verzameld vanaf Curaçao [1].
Eind mei ontwikkelde zich een grote stofstorm op het noordelijk halfrond van Mars in de Moab-regio. Eind juni was bijna het hele Marsoppervlak bedekt met stof en eind september was de storm weer verdwenen. Het ontstaan van een mondiale stofstorm op het noordelijk halfrond van Mars is opmerkelijk, omdat alle bekende grote stofstormen op Mars tot nu toe alleen zijn ontstaan op het zuidelijk halfrond [2].

Stof in de Marinervallei en in Sinai Planum.

Op 1 augustus 2018 deden we een interessante observatie. Onder normale omstandigheden is het oostelijke deel van Valles Marineris (Marinervallei), het 3000 km lange canyonsysteem op Mars, nauwelijks te detecteren, zoals bijvoorbeeld op 5 september 2018 (fig. 1). Maar in onze opnamen van 1 augustus 2018 is dit systeem heel duidelijk te zien (fig. 1). Deze waarneming bracht ons ertoe de aanwezigheid van stof in de Valles Marineris regio nader te onderzoeken.

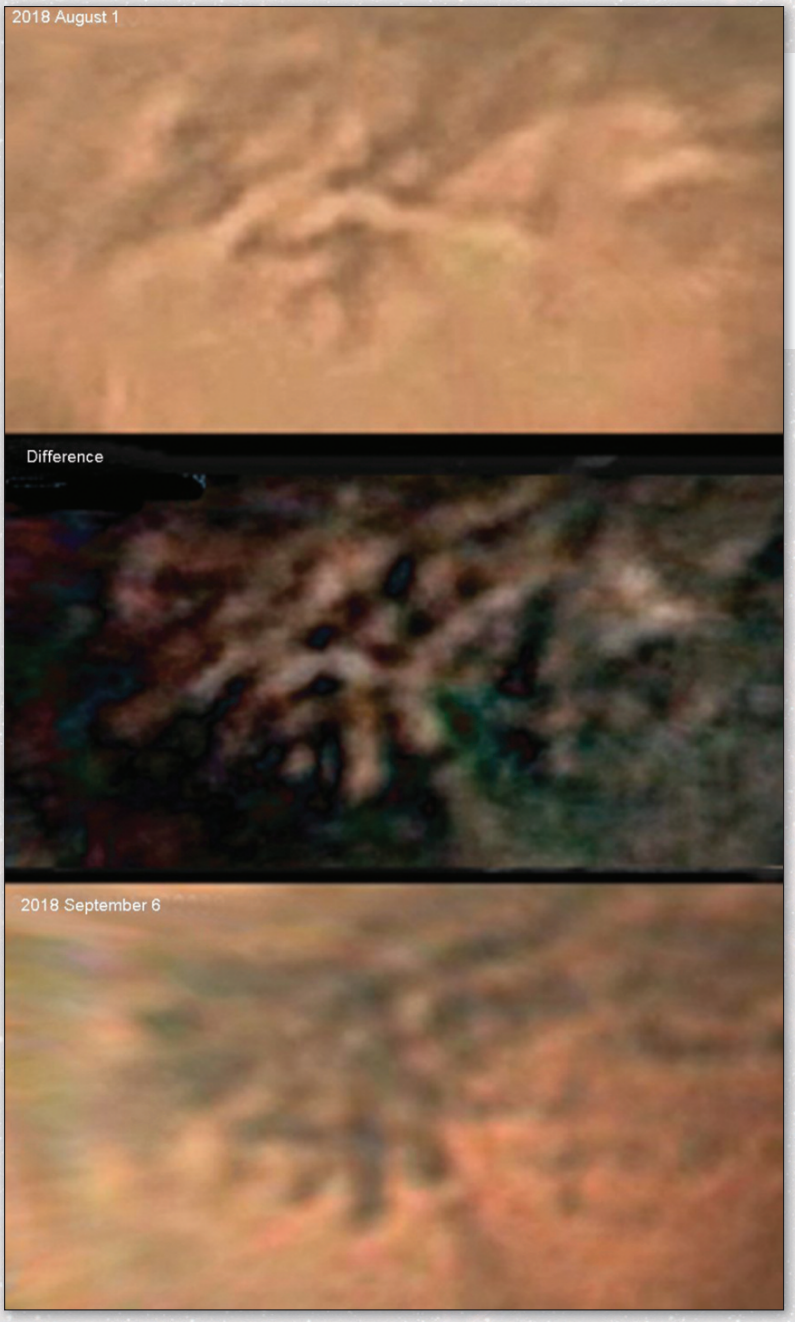


Figuur 1: stof in Valles Marineris op 1 augustus 2018 (links). Ter vergelijking wordt de afbeelding van 5 september getoond. Zuid is boven.

Om de albedokenmerken in onze Marsafbeeldingen te kunnen correleren met echte driedimensionale geologische structuren op Mars, hebben we GIS gebruikt [3]. GIS staat voor Geografisch Informatie Systeem. Deze software wordt vaak gebruikt voor alles wat maar met ruimtelijke gegevens te maken heeft. In Nederland werken veel gemeenten, provincies en overheden zoals Rijkswaterstaat met GIS. GIS wordt ook toegepast voor bijvoorbeeld misdaadanalyse, milieustudies, geologie, geografie, 3D-analyses, energiebedrijven, telecommunicatie, logistiek enz. Met GIS kun je eigenlijk allerlei ruimtelijke data (kaarten) met elkaar combineren en analyseren.

Er is allerlei data in GIS beschikbaar voor de wereld, maar ook van de Maan en de planeten. Zo is er bij de Amerikaanse Geologische Dienst (USGS) hoogtedata van Mars beschikbaar. Met behulp van GIS en de hoogtegegevens van de USGS Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) [4] konden albedokenmerken in onze Mars opnamen worden gecorreleerd met de hoogte- en topografische kenmerken op specifieke locaties. We hebben onderzocht of er een verband bestaat tussen de ophoping van stof in het gebied van de Marinervallei en de geologische structuur van dit gebied. Waar hoopt het stof zich op? Alleen in valleien of ook elders? De resultaten zijn te zien in fig. 2 en 3.

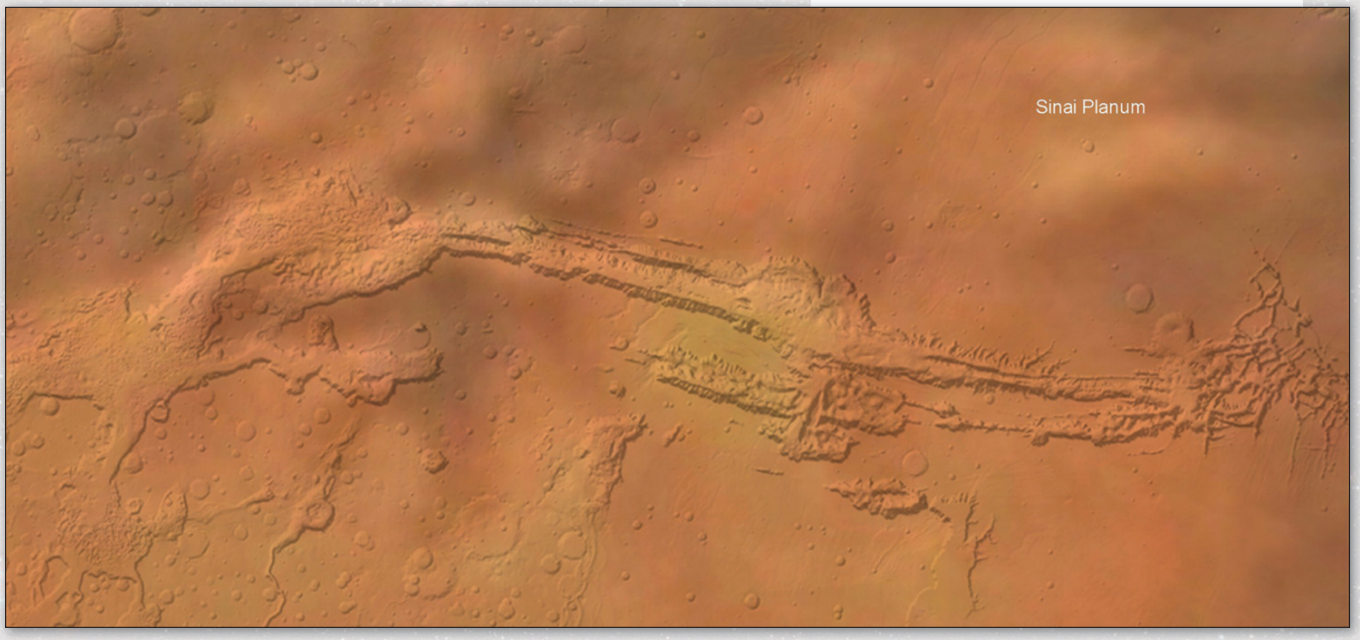
In fig. 2 is te zien dat op 1 augustus 2018 de ophoping van stof in Valles Marineris detecteerbaar is als een helder kanalensysteem, dat de contouren van de vallei volgt. Op 6 september 2018 is een groot deel van de

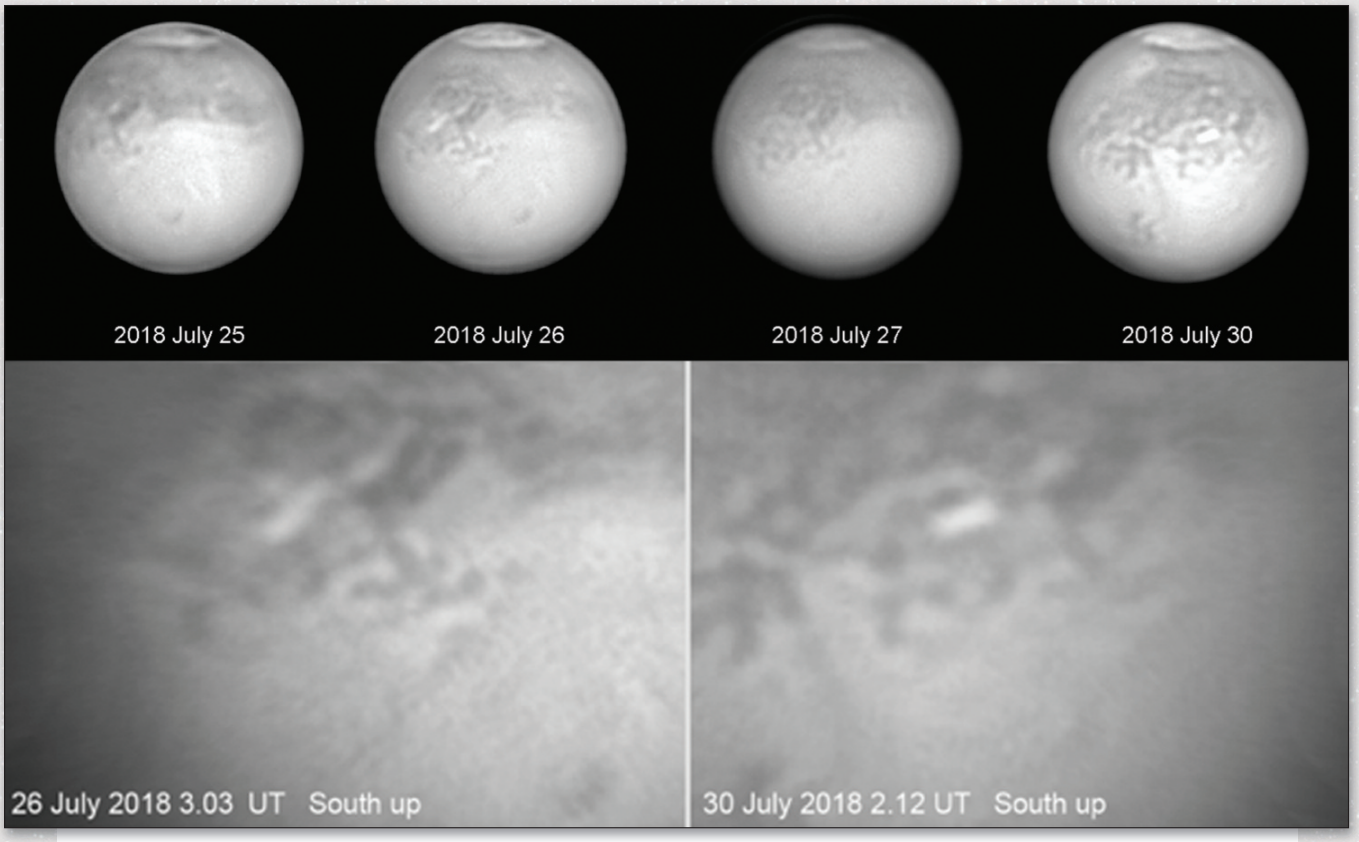


Figuur 2: stofophoping in Valles Marineris op 1 augustus 2018 (bovenaan), vergeleken met de situaties op 6 september 2018 (onderaan). Het verschil tussen de twee afbeeldingen wordt weergegeven in het middelste paneel. Zuid is boven.

Marinervallei nauwelijks meer te traceren in onze opnamen. Door de opname van 6 september 2018 af te trekken van de opname van 1 augustus 2018, wordt een verschilbeeld verkregen waarin de locatie van stof in de regio gemakkelijk kan worden vastgesteld (fig. 2, middelste paneel). Het meeste stof bevindt zich in het complexe canyonsysteem, maar stofophoping wordt ook gedetecteerd in andere regio's, met name in Sinai Planum (fig. 3).

Figuur 3: stofverdeling op 1 augustus 2018 (links) in Valles Marineris en in Sinai Planum.

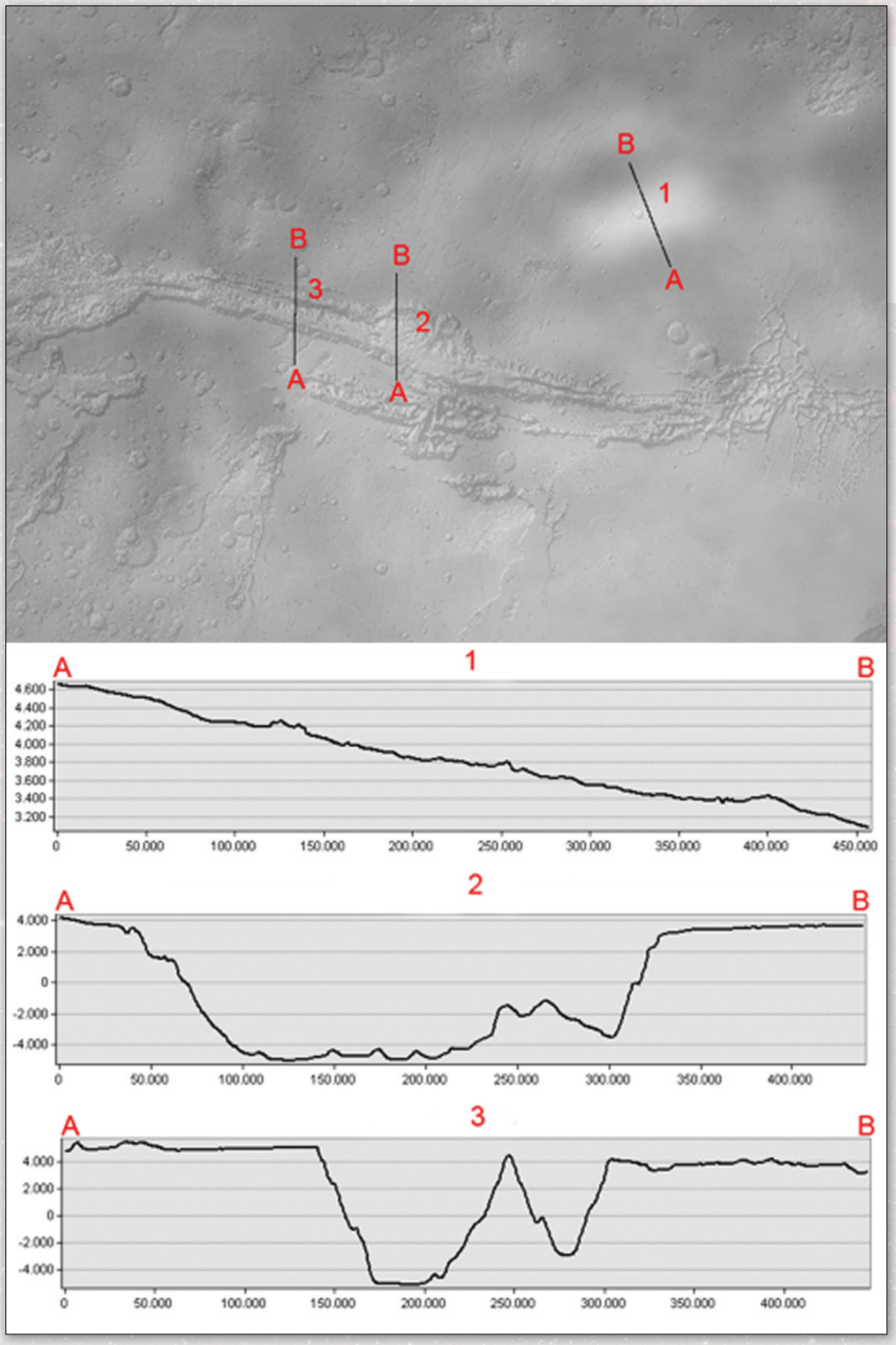




▲ *Figuur 4: kortdurende zandstormen in Sinai Planum op 26 en 30 juli 2018 (bovenste en onderste paneel). Op 25 en 27 juli 2018 zijn er geen stormen in dit gebied (bovenste paneel). Zuid is boven.*

In dat gebied vlakbij Valles Marineris, in Sinai Planum, hebben we op respectievelijk 26 en 30 juli 2018 kortdurende stofstormen gedetecteerd (fig. 4). Op 25 en 27 juli 2018 was er op deze plaats geen lokale stofstorm te vinden. Analyse door McKim van alle stofstormen die door de jaren heen zijn geregistreerd, heeft uitgewezen dat in de regio ten zuiden van Valles Marineris vaker stofstormen zijn ontstaan (1879, 1926, 1946, 1973 en 1984) [2].

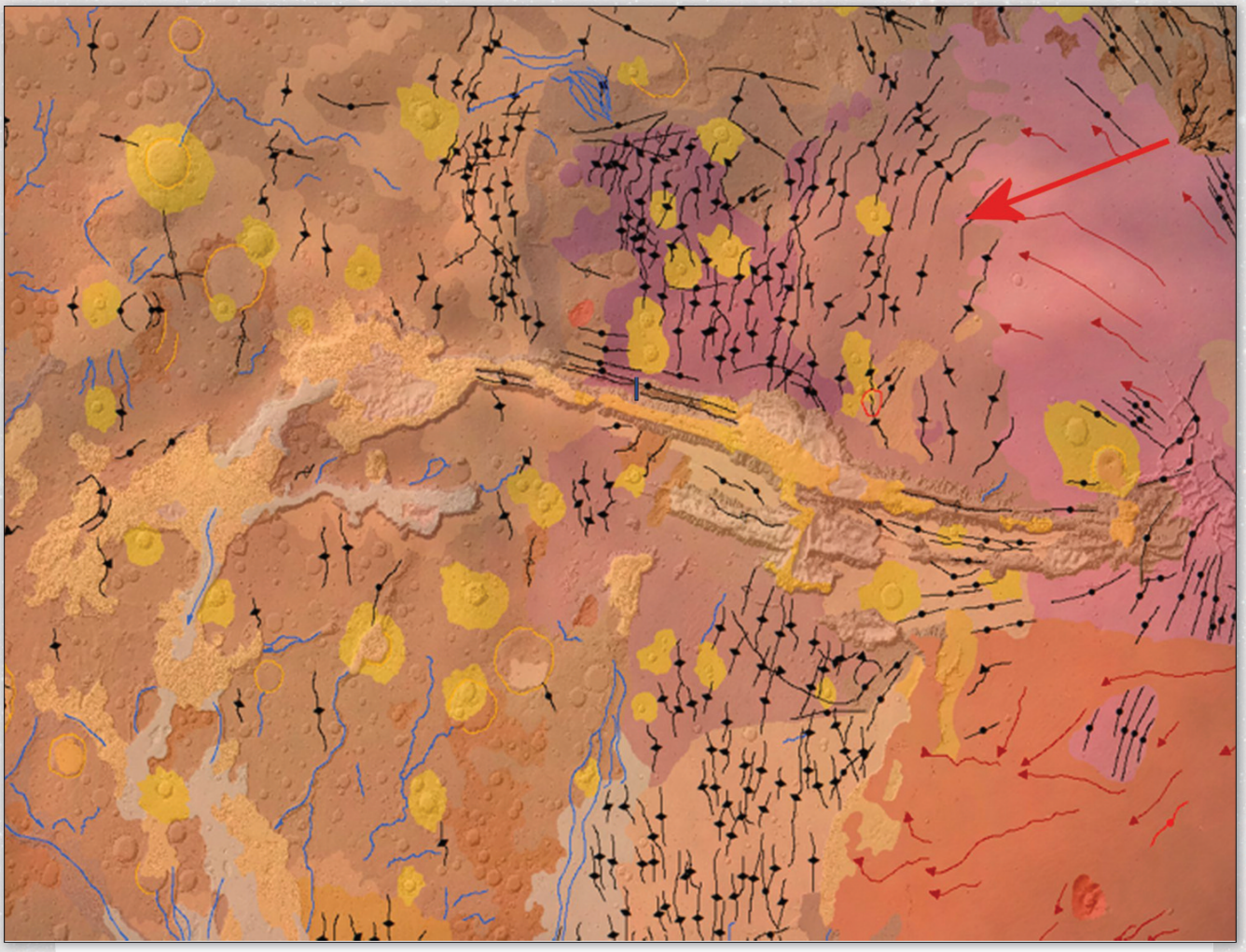
Om de lokale situatie te onderzoeken, hebben we met behulp van de MOLA-hoogtekaart van Mars en ArcGIS-software dwarsdoorsneden gemaakt van Valles Marineris en Sinai Planum (fig. 5). Hoogteprofielen van de stofstorm in Valles Marineris laten duidelijk de diepe kloven van Valles Marineris zien (fig. 5, profiel 2 en 3). De lokatie van het stof in Valles Marineris suggereert dat het accumuleert tussen de bergwanden van dit canyonsysteem.
Wat betreft het stof in Sinai Planum laat een dwarsdoorsnede van deze regio op de MOLA-hoogtekaart zien dat deze stofophoping zich bevindt in een relatief vlak gebied met een heel kleine helling (fig. 5, profiel 1). Onderzoek naar de geologische structuur van de stofophoping bij Sinai Planum en de locatie van de kortstondige stofstormen geeft aan dat dit



Figuur 5: dwarsdoorsneden van Sinai Planum (1) en Valles Marineris (2 en 3) met lokale hoogteprofielen op 30 juli 2018. Zuid is boven.

gebied op de overgang van twee geologische structuren ligt (de gekleurde gebieden in fig. 6), namelijk een relatief jong gebied (roze) met duidelijke lavastromen (rode pijlen in fig. 6) en een ouder gebied (bruin) met veel rimpels (zwarte lijnen met stip in fig. 6).

Het lijkt er dus op dat het stof zich bevindt op de grens van twee verschillende geologische structuren, namelijk een jonger gebied met lavastromen, dat ligt naast een geologisch ouder lavagebied met veel rimpels. Het is zeer wel denkbaar dat er in dat grensgebied tussen de twee geologisch verschillende gebieden een ongelijke absorptie van warmte plaats vindt door de verschillende samenstelling van beide oppervlakken. Het is zeer wel denkbaar dat daardoor een ongelijke verwarming van deze oppervlakken optreedt, die gemakkelijk tot de vorming van stofstormen kan leiden. Verder onderzoek is nodig om meer inzicht te krijgen in de oorzaken van de ontwikkeling van lokale stofstormen in dit gebied, maar nu al kijken we met andere ogen naar onze eigen opnamen.



▲ *Figuur 6: geologische gegevens van het gebied van fig. 5, geprojecteerd op een kaart met geologische gegevens [6]. De gekleurde gebieden geven een bepaald geologisch tijdperk aan en de rode pijlen en zwarte lijnen met stippen geven respectievelijk verschillende lavastromen en rimpels aan. De rode pijl geeft de stofophoping in Sinai Planum aan. Zuid is boven.*

Het moge duidelijk zijn dat ArcGIS-software een nuttig gereedschap is om meer uit je eigen opnamen te halen. We hopen er bij de huidige Marsoppositie in oktober 2020 gebruik van te kunnen maken om meer inzicht te krijgen in de verschijnselen op Mars. We hebben in een studie van de Grote Rode Vlek van Jupiter in verschillende spectrale banden al eerder aangetoond dat deze software een nuttig hulpmiddel is om meer inzicht te krijgen in de lokale wolkenstructuren [5].

Mocht je meer willen weten over ArcGIS, dan kan je via deze link meer info vinden: **www.esri.nl/nl-nl/over-ons/wat-is-gis/home**.
ArcGIS is professionele software die gebruikt wordt door overheden en bedrijven. Toch is het ook mogelijk om ArcGIS voor 'personal use' thuis te gebruiken. Je kunt een jaarabonnement kopen voor $100,- en je krijgt dan het volledige pakket incl. online trainingen etc. Meer info is hier te vinden: **www.esri.nl/nl-nl/producten/arcgis-for-personal-use**.

Literatuur.

[1] Sussenbach E. & Sussenbach J., 'Imaging Mars from Curaçao in 2018', J. Br.Astron. Assoc., 130(1), 41-44 (2019)
[2] McKim R., 'Telescopic Martian dust storms: a narrative and catalogue', Memoirs of the British Astronomical Association, 44, pp. 120-121 (1999)
[3] ArcGIS Online: arcgis.com/index.html
[4] Mars Global Surveyor MOLA Topographic Map: astrogeology.usgs.gov/search/map/Docs/Globes/i2782_sh1 (Accessed 2019 June)
[5] Sussenbach J. & Sussenbach E., 'ArcGIS analysis of the Jovian atmosphere using methane band and RGB images', RAS-Juno Europlanet Meeting, 2018 May 10-11, London, UK (2018). See also: www2.le.ac.uk/departments/physics/people/leighfletcher/ras-juno-europlanet-meeting-2018 en drive.google.com/file/d/1xr6pefXooah6dn_eJoxY1nxxqwgc3nnU/view (Accessed 2019 June)
[6] Gaither T. & Hunter M., 'Mars 25M geologic map SIM-1083 GIS renovation (1978)': on.doi.gov/2W4x0uc (2016; Accessed 2019 June). Map from: Scott D. H. & Carr M. H., Geologic Map of Mars: U.S. Geological Survey Investigations Series I-1083, scale 1:25000000, (1978): pubs.er.usgs.gov/publication/i1083
[7] ...wordt nog door John doorgemaild...

タカハシ
TAKAHASHI
ZWO
www.takahashi.be