

Krystyna NAWARA

O wynikach badań Marsa przez stacje automatyczne typu Viking

Stacje typu Viking badały Marsa zarówno z orbity wokółplanetarnej (Orbiter), jak i z powierzchni planety (Lądownik). Uzyskano dane o fizyce tej planety oraz wiele fotografii. Po raz pierwszy można było oglądać z bliska powierzchnię Marsa i odłamki skalne znajdujące się w pobliżu stacji Viking. Został określony skład chemiczny gruntu i atmosfery Marsa oraz wykonano dokładne pomiary temperatury, które są wyłącznie ujemne i to zarówno w pobliżu równika, jak i biegunów. Woda na Marsie może istnieć tylko pod postacią lodu, śniegu lub pary.

WSTĘP

Problem czy Ziemia jest jedyną planetą, gdzie mogło powstać życie, od dawna nurtował badaczy Układu Słonecznego. Nasza Galaktyka zawiera około 100 mld gwiazd, wśród których na pewno nie jedna ma swoje planety. Ponadto badania astronomiczne pozwoliły stwierdzić, że pierwiastki chemiczne, które wykryto na Ziemi, rozpowszechnione są również w całym Wszechświecie. Badania radioastronomiczne wskazały na obecność prostych związków chemicznych znajdujących w organizmach żywych również w przestrzeni międzygwiazdnej. Odkrycia te pozwalają przypuszczać, że życie mogło powstawać i rozwijać się na nieznanym nam jeszcze planetach, dlatego też głównym celem misji Vikingów było stwierdzenie czy na Marsie istnieje lub czy też kiedykolwiek istniało życie.

Na powierzchni Marsa panują surowe warunki właściwe np. ziemskim obszarom polarnym. Woda występuje tu głównie pod postacią lodu. Co prawda, warunki takie mniej sprzyjają rozwojowi życia, ale przecież na Ziemi istnieje ono również i tam, gdzie warunki są wyjątkowo trudne, jak np. na lodowcach czy też szczytach wysokich gór. Dlatego też badacze Marsa sądzą, że chociaż współczesne warunki, panujące na tej planecie, mniej sprzyjają organizmom żywym, to jednak w przeszłości mogły być one mniej surowe.

Jeśli nawet Vikingi nie wykryłyby śladów życia, to i tak misje ich mają olbrzymie znaczenie dla nauki. Zarówno stwierdzenie, że życie istnieje, jak i stwierdzenie, że życia tego nigdy tam nie było, byłoby wielkim sukcesem naukowym. Nie bez znaczenia również jest okazja do zbadania planety najmniej odbiegającej spośród innych planet Układu Słonecznego warunkami od warunków ziemskich, a jednocześnie pozbawionej biosfery.

Ważność misji Vikingów polega również na tym, że, po okresie badań Marsa przez stacje automatyczne, które przelatywały tylko obok niego albo stawały się jego sztucznymi satelitami, po raz pierwszy można było przeprowadzić szereg badań przez stacje lądujące na powierzchni i umożliwiające dokonanie np. analizy chemicznej gruntu marsjańskiego. Program, jak również metody badań Vikingów-Lądowników zbliżone były do programu i metod badań księżycowych przez stacje typu Surveyor (G. A. Soffen, C. W. Snyder, 1976).

STACJE AUTOMATYCZNE TYPU VIKING

W chwili startu z Ziemi każdy z Vikingów składał się z dwóch elementów: Orbitera oraz Lądownika. Oba elementy zaopatrzone były we własną aparaturę naukową oraz kamery i nadajniki. Rozłączenie ich miało nastąpić na orbicie wokółmarsjańskiej. Całość każdej stacji ważyła na Ziemi 3400 kg.

Orbiterzy miały pozostawać na orbicie wokółmarsjańskiej i stamtąd fotografować powierzchnię Marsa oraz prowadzić różnorodne badania. W ich programie było m. in.: śledzenie rozwoju i przemieszczania się burz pyłowych i chmur, pomiary temperatury atmosfery oraz powierzchni Marsa, ustalenie zawartości pary wodnej w atmosferze Marsa, badania topograficzne oraz śledzenie zmian zabarwienia powierzchni planety (H. H. Kieffer, S. D. Chase, E. D. Miner i in., 1976). Zadaniem Orbiterów miało być również przekazywanie na Ziemię przez całą dobę zebranych przez nie danych oraz danych uzyskanych przez Lądowniki, których czas łączności z Ziemią miał być ograniczony, zapewne wskutek ruchu wirowego obu planet. Szczególny nacisk położono na śledzenie warunków panujących na obszarach wybranych do lądowania Lądowników.

Głównym zadaniem Lądowników miało być: poszukiwanie śladów życia w gruncie marsjańskim, przeprowadzenie analizy składu chemicznego gruntu i atmosfery Marsa, stwierdzenie czy w atmosferze Marsa blisko jego powierzchni występuje para wodna, obserwacje meteorologiczne, pomiary prędkości wiatrów, aktywności sejsmicznej, badanie fizycznych i mechanicznych własności oraz składu mineralnego i petrograficznego gruntu marsjańskiego itp. Ponadto kamery Lądowników miały przysyłać na Ziemię panoramiczne, stereoskopowe i barwne obrazy powierzchni Marsa.

LOT VIKINGÓW KU MARSOWI

Obie stacje automatyczne Viking I i Viking II wystrzelono z Ziemi za pomocą zespołu raket Titan-Centaur. Dwie rakiety typu Titan wyniosły całość zespołu na orbitę parkującą, na wysokość 180 km nad po-

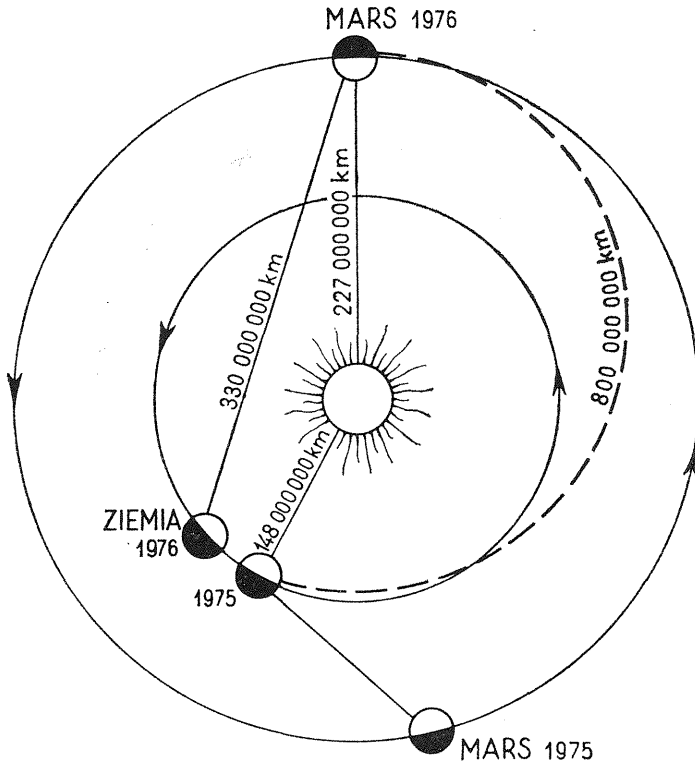


Fig. 1. Droga Vikingów ku Marsowi
The trajectory of Vikings

wierzchnię Ziemi. Po 30 min rakietą Centaur wprowadziła stację Viking na tor ku Marsowi. Podczas lotu po tym torze została ona odłączona od Vikinga i dalej stacja leciała sama. W czasie lotów Vikingi były orientowane i stabilizowane według Słońca i bardzo jasnej gwiazdy Canopus, świecącej na południowym niebie. W trakcie lotu przeprowadzono również kilkakrotnie korekturę toru obu Vikingów.

Viking I został wystrzelony w dniu 20 VIII 1975 r., natomiast Viking II w dniu 9 IX tego samego roku. Oba przebyły około 800 mln km i dotarły do Marsa po prawie rocznej podróży. Ziemia oddalona była wówczas od Marsa o 330 mln km i znajdowała się po przeciwnej niż on stronie Słońca (fig. 1).

Po dotarciu do Marsa oba Vikingi weszły na orbity wokółmarsjańskie. Orbity te są bardzo wydłużone, wskutek czego odległość stacji od powierzchni Marsa wahała się od 1500 do 33 000 km. Okres obiegu Vikingów wokół Marsa wyniósł około 24 h.

LĄDOWANIE NA MARSIE

Początkowo oba elementy Vikingów krążyły wspólnie po orbicie wokół Marsa. Podczas okrążania sprawdzono, na podstawie licznych obra-

zów powierzchni przesyłanych przez Orbitery, wygląd miejsc wybranych do lądowania. Miejsca te — dla każdego z Vikingów po dwa warianty — wybierano na podstawie fotografii uzyskanych podczas misji *Marinera 9*. Gdyby okazało się, że jedno z nich nie nadaje się do lądowania, wówczas skierowanoby daną stację do miejsca drugiego.

Według planów pierwotnych *Viking I* miał wylądować na Równinie Złota (*Chryse Plain*) u wylotu jednego z licznych kanionów Doliny Aresa. Szerokość areograficzna tego miejsca wynosi około 20°N . Drugie miejsce, zastępcze, o podobnej szerokości areograficznej, znajduje się na nizinie zwanej Jeziorem Tritona w odległości około 7500 km na wschód od miejsca pierwszego, już poza pokrytą licznymi kraterami wyżyną, wdzierającą się szerokim klinem ku północy. Liczne obrazy telewizyjne, przesyłane przez *Vikinga I*, pozwoliły stwierdzić, że żadne z wybranych miejsc nie nadaje się do lądowania i skierowanie statku ku któremuś z nich groziłoby np. jego rozbiciem (H. Masursky, N. L. Crabill, 1976). Pozornie gładka powierzchnia terenu w punkcie pierwszym poprzecinana jest bowiem licznymi kanionami i dolinami, wśród których rozsiane są wzgórza, sięgające niekiedy wysokość około 1500 m. Występują tu również nagłe, znaczne zmiany różnicy poziomów, ograniczonych ostrymi krawędziami, obrywami i rowami, utworzonymi prawdopodobnie wskutek działalności eolicznej albo też tektonicznej (liczne uskoki).

Po stwierdzeniu, że miejsce pierwsze nie nadaje się do lądowania zaczęto badać obszar Jeziora Tritona dodatkowo z Ziemi metodą radiolokacyjną, za pomocą dwóch wielkich radioteleskopów: *Arecibo* (Puerto Rico) o średnicy 300 m oraz *Goldstone* (USA) o średnicy 63 m. Badania te wykryły liczne nierówności terenu, które również uniemożliwiłyby bezpieczne lądowanie. Z tego też względu wstrzymano na razie termin lądowania *Vikinga I* i zaczęto szukać nowego miejsca. W celu uzyskania potrzebnych danych zmieniono orbitę *Vikinga I*. Po zebraniu licznych informacji wybrano miejsce, o współrzędnych areograficznych: $22^{\circ}24'\text{N}$ i $47^{\circ}30'$, leżące na zachód od miejsca pierwszego, ale również na Równinie Złota. Znajduje się ono na obszarze wyżynnym, daleko poza obszarem chaotycznie przebiegającego układu kanionów (G. L. Tyler, D. B. Campbell, G. S. Downs i in., 1976).

Na sygnał wystany z Ziemi w dniu 20 VIII 1976 r. o godzinie 9⁵⁰ czasu środkowoeuropejskiego *Viking I*-Lądownik odłączył się od Orbitera i rozpoczął manewr lądowania na powierzchni Marsa. W trzy godziny później osiadł łagodnie na wybranym miejscu i prawie natychmiast rozpoczął przesyłanie obrazów swego otoczenia. Powierzchnia Marsa w miejscu lądowania jest lekko pofalowana (T. A. Mutch, A. B. Binder, F. C. Huck i in., 1976). Wszędzie widoczne są liczne odłamki skalne, głazy i skałki zasypane częściowo przez piaski i pyły. Obserwacje wokół stacji pozwoliły ustalić, że *Viking I* osiadł bardzo łagodnie, nie powodując większych zaburzeń gruntu. Świadczy to o większej spoiści gruntu marsjańskiego niż księżycowego (R. S. Young, 1976).

Warstwa gruntu marsjańskiego jest stosunkowo cienka i nie pokrywa wystających z niej głazów i skałek. Możliwe, że jest to wynik przesypania luźnych osadów przez wiatry marsjańskie. Wbrew oczekiwaniom grunt marsjański nie przypomina suchego piasku zmieszanego z pyłem, ale zachowuje się jakby był wilgotny.

Viking II wylądował na powierzchni Marsa w dniu 9 IX 1976 r. Podobnie jak w przypadku Vikinga I musiano szukać nowego miejsca jego lądowania, gdyż oba wybrane poprzednio (pierwsze na obszarze Cydonia, drugie w pobliżu wielkiej formy wulkanicznej Alba Patera) nie nadały się do tego celu. W wyniku licznych poszukiwań wytypowano leżącą bardziej na północ Równinę Utopia. Współrzędne areograficzne nowego miejsca są następujące: $47^{\circ}30'N$ i $225^{\circ}48'$. Obszar, na którym wylądował Viking II jest zupełnie płaski, usiany licznymi odłamkami skalnymi. Horyzont widoczny jest w odległości około 3 km (W. H. Michael, R. H. Tolson, A. P. Mayo i in., 1976).

NOWE DANE O FIZYCE MARSA

Nowe dane o fizyce Marsa, przesyłane zarówno przez Orbitery, jak i Lądowniki, pozwalają na lepsze poznanie środowiska marsjańskiego. Są one niekiedy zaskakujące. Jedną z największych niespodzianek jest barwa nieba marsjańskiego. Wbrew przewidywaniom nie jest ono ani błękitne, jak niebo ziemskie, ani czarne, jak niebo Księżyca czy Merkurego. Obrazy barwne przesyłane przez Lądowniki pozwalają określić jego barwę jako różową, niekiedy kremowopomarańczową. Najjaśniejsze odcienie występują blisko horyzontu, ku zenitowi niebo ciemnieje. Przypuszczalnie niebo marsjańskie barwę swą zawdzięcza pyłom rozproszonym w atmosferze planety.

Liczne fotografie, dostarczone przez oba Orbitery, pozwoliły zauważyć we wczesnej porze dnia marsjańskiego występowanie mgieł w rozpadlinach, zagłębieniach gruntu i na dnie kraterów (C. B. Farmer, D. W. Davies, D. D. DaPorte, 1976). Mgły te prawdopodobnie powstają wskutek parowania wody zawartej w marzłości występującej pod powierzchnią gruntu, a następnie kondensacji unoszącej się pary wodnej w drobne kropelki, które rozpraszają się w atmosferze w miarę wzniesienia. Prawdopodobnie para wodna nie dociera powyżej 4—5 km nad powierzchnię planety. Po południu temperatura na powierzchni Marsa szybko maleje i para wodna kondensuje w śnieg i lód. Cienkie warstewki tego lodu zbijają się tworząc grunt zbity i zwarty.

Atmosfera marsjańska badana była w dwóch etapach: w czasie przechodzenia przez nią Lądownika — przy lądowaniu — oraz już na powierzchni Marsa. Badania prowadzone w czasie przechodzenia Lądownika przez atmosferę dotyczyły: składu chemicznego na różnych wysokościach, ciśnienia i jego zmian, temperatury oraz gęstości (R. W. Short-hill, R. E. Hutton, H. J. Moore i in., 1976).

Ciśnienie atmosfery marsjańskiej jest bardzo niskie: na Równinie Złota wynosi ono zaledwie 7,15 mbar, a na Równinie Utopia 7,78 mbar. Ciśnienie takie nie pozwala na występowanie wody w stanie płynnym, powodując natychmiastowe przechodzenie lodu i śniegu w parę wodną. Niektórzy badacze Marsa sądzą jednak, że woda w stanie płynnym może występować jedynie w głębokich zapadliskach, kilka tysięcy metrów poniżej poziomu średniego planety (poziom analogiczny do poziomemu morza na Ziemi).

Dane dotyczące temperatur, panujących na obszarach lądowania obu

Vikingów, dowodzą, że na powierzchni Marsa nigdy i nigdzie nie występują temperatury dodatnie. Według A. O. Niera, W. B. Hansona, A. Seiffa i in. (1976) przedstawiają się one następująco:

	Równina Złota	Równina Utopia
Dzień	—33,8°C	—37,2°C
Noc	—85,5°C	—88,8°C

Z pomiarów temperatury na powierzchni Marsa wynika więc, że nawet w pobliżu równika marsjańskiego panują silne mrozy, zarówno w dzień, jak i w nocy.

Aparatura naukowa Vikinga I-Lądownika pozwoliła ustalić, że skład chemiczny atmosfery nad Równiną Złota przedstawia się następująco: CO₂ — 95%, N — 2 — 3%, Ar — 1 — 2%, O — 0,3% (B. C. Clark, P. Toulmin, A. K. Baird i in., 1976; T. Owen, K. Biemann, 1976).

W atmosferze Marsa nie wykryto neonu, kryptonu, ksenonu, ani też gazów, wchodzących w skład wiatru słonecznego, a będących składnikami np. gazów atmosfery księżycowej.

Badania sejsmiczne, prowadzone na Równinie Utopia za pomocą sejsmometru zainstalowanego na Lądowniku Vikinga II, pozwoliły ustalić, że w ciągu 450 h (około 19 dni ziemskich) nie zanotowano żadnych wstrząsów, które można by uznać za wstrząsy sejsmiczne. Jednakże sejsmometr rejestrował wibracje, których pochodzenie można było wytłumaczyć przede wszystkim uderzaniem wiatru o Viking-Lądownik. Stwierdzono, że najspokojniejszy jest okres zaczynający się około dwóch godzin przed zachodem Słońca, a kończący się tuż przed jego wschodem dnia następnego. W tym czasie prędkość wiatru maleje poniżej 1—2 m/s. Przeciętna prędkość wiatru jest zwykle największa rano, jednak pojedyncze porywy mają większą prędkość po południu. Znajduje to swoje odbicie w wibracjach notowanych przez sejsmometr. Rano wibracje są stałe, ciągłe, po południu natomiast nieregularne, ale za to silniejsze. Okres porywów wiatrów, a jednocześnie największej aktywności sejsmicznej, mieści się między godziną 13⁰⁰ a 17⁰⁰. Wibracje porywów trwają od 1 do 3 min i oddzielone są przerwą, trwającą od 10 do 50 min.

Drugim źródłem wibracji jest aparatura naukowa Lądownika w czasie jej działania (D. L. Anderson, F. K. Duenneber, G. V. Latham i in., 1976).

Na Równinie Złota Viking I zanotował lekkie wiatry, których prędkość wahała się od 0 do 9 m/s. Po południu przeważały wiatry wschodnie, a w nocy południowo-zachodnie lub zachodnie. Najczęściej jednak nocą panowała w atmosferze cisza. Najwyższe temperatury na powierzchni Marsa zanotowano między godziną 3 i 4 po południu (S. L. Hess, R. M. Henry, C. B. Leovy i in., 1976).

WYNIKI BADAŃ AREOLOGICZNYCH UZYSKANE PRZEZ VIKINGI-ORBITERY

Vikingi-Orbitery dostarczyły olbrzymich ilości fotografii powierzchni Marsa. Kamery tych stacji są niezmiernie dokładne, a ostrość obrazu przesyłanego przez nie jest zdumiewająca. Na fotografiach powierzchni Marsa wyróżnić można obiekty o średnicy zaledwie 40 m (M. H. Carr, H. Masursky, W. A. Baum i in., 1976; P. A. Mutch, 1976).

Vikingi-Orbitery spełniają podobną rolę w stosunku do Marsa jak Lunar-Orbitery w stosunku do Księżyca. Olbrzymią wagę ma fakt, że przelatując nad różnymi jednostkami areologicznymi, pozwalają w szerszym zakresie poznać ich budowę, barwę poszczególnych formacji i rzeźbę terenu. Liczne fotografie ukazują planetę pustynną i suchą, ale inną niż Księżyc czy Merkury. Mars różni się od nich przede wszystkim obecnością wody. Występuje ona w bardzo nikłych ilościach, głównie pod postacią pary albo śniegu i lodu, ale jest.

Na powierzchni Marsa istnieje wiele form i zjawisk nie znanych na pozostałych planetach, pozbawionych hydrosfery. Są to m. in. szerokie „doliny” obrzeżone pionowymi ścianami, o bardzo krętym biegu. Na pierwszym rzut oka do złudzenia przypominają one doliny rzeczne na Ziemi, ale przy bliższym przyjrzeniu się widoczne jest wyraźnie, że zostały utworzone w wyniku spękania skorupy marsjańskiej. W dnach tych „dolin” oraz na ich zboczach widoczne są młode kratery wulkaniczne. Fakt ten sugeruje, że formy te powstały prawdopodobnie przy współudziale procesów wulkanicznych i diastroficznych (tabl. I, fig. 2).

„Morza” marsjańskie mają wygląd zbliżony do „mórz” księżycowych. Między innymi na Marsie występują często „morza” o zarysie kolistym. Podobnie jak w przypadku „mórz” księżycowych i tu pokryte są one licznymi potokami lawy, płynącymi kiedyś z różnych kierunków. Na „morzach” występują również liczne kratery i kaldery, różniące się jednak od księżycowych wiele większymi rozmiarami. Ponadto na niektórych obszarach „morskich” występują liczne kopuły wulkaniczne. Na obszarach „mórz” marsjańskich spotykane są również wyżej już wspomniane „doliny”.

Fotografie dostarczone przez Orbitery pozwalają również lepiej poznać wulkany Marsa. Można z nich wiele dokładniej niż z fotografii dostarczonych przez Mariner 9 określić budowę olbrzymów marsjańskich, jak np. Olympus Mons, czy też jednego z wulkanów tarczowych regionu Tharsis — Arsia Mons. Fotografie tego ostatniego ukazują piękną kalderę szczytową, wypełnioną lawą, oraz rozległe stoki, pokryte licznymi potokami lawy.

Olbrzymie obszary „morskie” na Marsie usiane są niezliczonymi stożkami wulkanów, które na ogół są niewielkie. Ogromnie interesującym zjawiskiem na powierzchni Marsa jest obecność ciemnych smug, rozciągających się od stoków na przyległe do wulkanów obszary. Na danym obszarze smugi te mają ten sam kierunek. Sugeruje to rozciągnięcie produktów wybuchów wulkanicznych, prawdopodobnie głównie pyłów, przez wiatry w czasie wybuchów tych wulkanów.

Viking I-Orbiter dostarczył również szereg pięknych zdjęć wielkiego zespołu kanionów, zwanego Valles Marineris, fotografowanego już przez Mariner 9. Jednak fotografie wykonane przez Vikinga I-Orbitera są wiele dokładniejsze i ujmują różne części kanionów. Widoczne jest również spękanie skorupy marsjańskiej na tym obszarze i występowanie licznych rowów tektonicznych, które przecinają się pod różnymi kątami. Dna niektórych kanionów są bardzo szerokie i pokryte potokami lawy, wypływającej ze szczelin na stokach kanionów albo też u podnóża pionowych ich ścian (tabl. II, fig. 3).

Na powierzchni Marsa występują również liczne zagłębienia, których pochodzenie trudno jest określić. Niektórzy badacze przyjmują, że

mogły one powstać w wyniku wywiewania przez wiatry materiału sypkiego.

W dnach kanionów oraz różnych szczelin widoczne są liczne osuwiska. Szczególnie wielkie obserwowane są na terenie zespołu kanionów Valles Marineris.

Przewaga rdzawej barwy utworów powierzchniowych Marsa sugeruje, że zachodzi tu proces wietrzenia chemicznego skał, szczególnie bogatych w żelazo i jego tlenki. Na niektórych obszarach dominują również barwy brunatne albo żółte.

W październiku 1976 r. Viking II-Orbiter wykonał około 700 fotografii bieguna północnego Marsa, odznaczających się bardzo dobrą rozdzielczością. Pozwoliły one wykryć na biegunie północnym wielkie obszary zbudowane z utworów warstwowych, przykryte przez utwory lodowcowe. Zakłócenia warstwowania tych utworów sugerują zmiany klimatyczne w czasie depozycji. Na biegunach odkryto również wydmy, składające się z ciemnego materiału (J. A. Cutts, K. F. Blasius, G. A. Briggs i in., 1976).

WYNIKI BADAŃ AREOLOGICZNYCH UZYSKANYCH PRZEZ VIKINGI-LĄDOWNIKI

Liczne fotografie uzyskane z Vikingów-Lądowników pozwalają po raz pierwszy przyjrzeć się powierzchni Marsa z bliska. Przedstawia ona pustynny, jednostajny krajobraz, pozbawiony śladów istot żywych. Uderza silnie rdzawa barwa skał, nad którymi rozciąga się różowe niebo. Powierzchnia marsjańska usiana jest licznymi odłamkami, głazami i skałkami. Wśród nich występują piaski warstwowane, przesypane przez wiatry (tabl. III, fig. 4).

Po raz pierwszy można było przyjrzeć się strukturze powierzchni marsjańskiej. Obrazy przesyłane przez kamery Lądowników są niezmiernie ostre i sprawiają wrażenie, że oglądamy krajobrazy marsjańskie bezpośrednio, a nie przez telewizję. Grunt marsjański składa się z drobnoziarnistego materiału o rdzawej barwie. Widoczne są warstewki piasku czarnego albo niebiesko-czarnego osadzone wokół wielu odłamków skalnych. Większość tych ostatnich jest pokryta rdzawymi nalotami, z wyjątkiem skał, które są świeżo rozłupane albo erodowane. Blisko horyzontu na Równinie Żłota widoczne są skałki o barwie czarnej albo czarnoniebieskiej, wolne od rdzawego nalotu. Mogą to być młodsze skały wulkaniczne, które zostały niedawno odsłonięte na powierzchni (tabl. IV, fig. 5).

Oba Lądowniki przeprowadziły analizy gruntu marsjańskiego: średniej gęstości, porowatości oraz składu mineralnego. Na Równinie Żłota średnia gęstość gruntu jest bardzo mała, wskutek dużej porowatości, i wynosi według B. C. Clarka, A. K. Bairda, H. J. Jr. Rose'a i in. (1976) dla próbki S₁ $1,10 \pm 0,15$ g/cm³, dla próbki S₂ $0,6 \pm 0,10$ g/cm³ i dla próbki S₃ $0,40$ g/cm³. Porowatość obliczona dla próbki S₁ wynosi $60 \pm 15\%$.

Wyniki badań składu chemicznego gruntu marsjańskiego dostarczone

przez oba Lądowniki są do siebie zbliżone. Próbki gruntu z obu obszarów zawierają dużo żelaza, umiarkowane ilości magnezu, wapnia i siarki, małe ilości glinu oraz bardzo małe ilości alkaliów i pierwiastków śladowych. Skład chemiczny próbek gruntu zbliżony jest do składu chemicznego produktów wietrzenia maficznych skał ogniowych na Ziemi.

Wyniki badań sugerują, że grunt marsjański może być mieszaniną składającą się w około 80% z gliniek bogatych w żelazo, 10% z siarczanu magnezu, 5% z węglanu wapnia i około 5% z tlenków żelaza (hematyt, magnetyt, maghemit, getyt). Podobny charakter próbek pobranych z dwóch tak daleko od siebie położonych obszarów zdaje się wykluczać dyferencjację skorupy marsjańskiej w stopniu zbliżonym do dyferencjacji skorupy ziemskiej.

W składzie chemicznym gruntu uderzająca jest duża zawartość siarki. Jest ona większa od 10 do 100 razy od zawartości siarki w przeciętnym składzie skał ziemskich i księżycowych, natomiast zbliżona do zawartości siarki w niektórych meteorytach chondrytowych.

W świetle badań chemicznych, mineralnych i petrograficznych wydaje się, że grunt marsjański reprezentuje produkty wietrzenia chemicznego skał maficznych.

Ogromnie interesujące są fotografie przedstawiające odłamki skalne, leżące luzem na powierzchni Marsa. Wygląd ich sugeruje, że są to skały pochodzenia wulkanicznego, prawdopodobnie bomby wulkaniczne. Świadczą o tym zarówno kształty tych odłamków, jak i pęcherzykowata tekstura skały (tabl. V, fig. 6; tabl. VI, fig. 7).

Biorąc pod uwagę olbrzymią ilość wulkanów na Marsie, ich wielkie rozmiary, jak również mniejszą niż na Ziemi siłę grawitacji można przypuszczać, że wulkany marsjańskie, szczególnie olbrzymy z regionu Tharsis, czy też np. Olympus Mons, mogły wyrzucać produkty wybuchu na wielkie odległości. Prawdopodobnie powierzchnia Marsa pokryta jest nimi na znacznych obszarach.

Wszelkie badania, mające na celu wykrycie choćby tylko śladów organizmów żywych na Marsie, dały wyniki negatywne. Grunt marsjański okazał się równie jałowy, jak grunt księżycowy, a powierzchnia Marsa środowiskiem nie sprzyjającym powstaniu i rozwijaniu się życia organicznego. Zresztą, można było się tego spodziewać, wiedząc, że Mars ma tylko nikłe ilości wody, że na powierzchni tej planety panują wyłącznie temperatury ujemne, atmosfera natomiast składa się głównie z dwutlenku węgla i jest ogromnie rozrzedzona. Oprócz tego pole magnetyczne, które w przypadku Ziemi jest dość silne, aby wytworzyć ochronne pasy Van Allena, na Marsie jest bardzo słabe.

WNIOSKI

Misje obu Vikingów pozwoliły na poznanie Marsa w wiele doskonalszym stopniu niż miało to miejsce w przypadku misji Marinerów. Mars okazał się planetą pustynną, pozbawioną jakichkolwiek form życia. Pod pewnymi względami jest on podobny do Ziemi — obecność czap lodowych na biegunach, mgieł we wczesnych godzinach rannych,

możliwość wietrzenia chemicznego skał itp. Różni się od Ziemi brakiem hydrosfery i biosfery oraz odmiennym składem chemicznym skał. Stanowi on ogniwo pośrednie między Ziemią a pozostałymi planetami.

Misje obu Vikingów uważa się za zakończone. Następnym etapem ma być badanie powierzchni Marsa przez Vikinga III, który będzie samobieżnym pojazdem, poruszającym się na gąsienicach.

Muzeum Ziemi PAN
Warszawa, Al. Na Skarpie 20/26
Nadesłano dnia 15 czerwca 1977 r.

PIŚMIENNICTWO

- ANDERSON D. L., DUENNEBIER F. K., LATHAM G. V., TOKSOZ M. F., KOVACH R. L., KNIGHT T.C.D., LAZAREWICZ A. R., MILLER W. F., NAKAMURA Y., SUTTON G. (1976) — The Viking Seismic Experiment. *Science*, **194**, p. 1318—1321, nr 4271. Washington.
- CARR M. N., MASURSKY H., BAUM W. A., BLASIUS K. R., BRIGGS G. A., CUUTS J. A., DUXBURY T., GREELEY R., GUEST J. E., SMITH B. A., SODERBLOM L. A., VEVERKA J., WELLMAN J. B. (1976) — Preliminary Results from the Viking Orbiter Imaging Experiment. *Science*, **193**, p. 766—776, nr 4255. Washington.
- CLARK B. C., BAIRD A. K., ROSE H. J. Jr., TOULMIN P. III, KEIL K., CASTRO A. J., KELLIHER W. C., ROSE C. D., EVANS P. H. (1976) — Inorganic Analyses of Martian Surface Samples at the Viking Landing Site. *Science*, **194**, p. 1283—1288, nr 4271. Washington.
- CLARK B. C., TOULMIN P., BAIRD A. K., KEIL K., ROSE H. J. (1976) — Argon Content of the Martian Atmosphere at the Viking I Landing Site. *Science*, **193**, p. 804—405, nr 4255. Washington.
- CUUTS J. A., BLASIUS K. R., BRIGGS G. A., CARR M. H., GREELEY R., MASURSKY H. (1976) — North Polar Region of Mars. Imaging Results from Viking II. *Science*, **194**, p. 1329—1337, nr 4271. Washington.
- FARMER C. B., DAVIES D. W., DAPORTE D. D. (1976) — Mars Water Vapour. Mapping Experiment — Preliminary Report of Result. *Science*, **193**, p. 776—788, nr 4255. Washington.
- HESS S. L., HENRY R. M., LEOVY C. B., RYAN J. A., TILLMAN J. E., CHAMBERLAIN T. E., COLE H. L., DUTTON R. G., GREENE G. C., SIMON W. E., MITSCHHELL J. L. (1976) — Preliminary Meteorological Results on Mars from the Viking I Lander. *Science*, **193**, p. 778—791, nr 4255. Washington.
- KIEFFER H. H., CHASE S. D., MINER E. D., PALLUCONI F. D., MÜNCH G., NEUGEBAUER G., MARTIN T. Z. (1976) — Infrared Thermal Mapping of the Martian Surface and Atmosphere. First Results. *Science*, **193**, p. 780—785, nr 4255. Washington.
- MASURSKY H., CRABILL N. L. (1976) — The Viking Landing Sites. Selection and certification. *Science*, **193**, p. 809—812, nr 4255. Washington.
- MICHAEL W. H., TOLSON R. H., MAYO A. P., BLACKSHEAR W. T., KELLY

- G. M., CAIN D. L., BREngle J. P., SHAPIRO I. I., REASENBERG R. D. (1976) — Viking Lander Location and Spin Axis of Mars. Determination from Radio Tracking Data. *Science*, **193**, p. 803, nr 4255. Washington.
- MUTCH P. A. (1976) — Exploring Mars with a Camera. *The Explorer*, **18**, p. 4—10, nr 3. Cleveland.
- MUTCH T. A., BINDER A. B., HUCK F. C., LEVINTHAL E. C., LIEBES S., MORRIS E. C., PATTERSON W. R., POLLACK J. B., SAGAN C., TAYLOR G. R. (1976) — The Surface of Mars: The View from Viking I Lander. *Science*, **193**, p. 791—800, nr 4255. Washington.
- NIER A. O., HANSON W. B., SEIFF A., McELROY M. B., SPENCER N. W., DUCKETT R. J., KNIGHT T. C. D., COOK W. S. (1976) — Composition and Structure of the Martian Atmosphere. Preliminary Results from Viking I. *Science*, **193**, p. 786—788, nr 4255. Washington.
- OVEN T., BIEMANN K. (1976) — Composition of the Atmosphere at the Surface of Mars. Detection of Argon-36 and Preliminary Analysis. *Science*, **193**, p. 801—803, nr 4255. Washington.
- SHORTHILL R. W., HUTTON R. E., MOORE H. J., SCOTT R. F., SPITZER C. R. (1976) — Physical Properties of the Martian Surface from the Viking I Lander. Preliminary Results. *Science*, **193**, p. 805—809, nr 4255. Washington.
- SOFFEN G. A., SNYDER C. W. (1976) — The first Viking Mission to Mars. *Science*, **193**, p. 759—765, nr 4255. Washington.
- TYLEER G. L., CAMPBELL D. B., DOWNS G. S., GREEN R. R., MOORE H. J. (1976) — Radar Characteristics of Viking I Landing Sites. *Science*, **193**, p. 812—815, nr 4255. Washington.
- YOUNG R. S. (1976) — Viking on Mars. A Preliminary Survey. *American Scientist*, **64**, p. 620—627, nr 6. New Haven.

Крыстына НАВАРА

О РЕЗУЛЬТАТАХ ИЗУЧЕНИЯ МАРСА АВТОМАТИЧЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ ТИПА ВИКИНГ

Резюме

В 1975 году США направили в сторону Марса две космические станции: Викинг I и Викинг II. После выхода на околомарсианскую орбиту каждый из Викингов разделился на две части: орбитальную и посадочную. Каждая из частей была снабжена собственной научной аппаратурой для изучения поверхности Марса и телевизионными камерами. Кроме того, посадочные части Викингов должны были исследовать марсианский грунт с целью обнаружения возможно существующей органической жизни.

Орбитальные части исследовали поверхность Марса с орбиты, фотографировали его поверхность, изучали аэрологические процессы и явления, а также физические условия на Марсе. Орбитальные станции передавали полученные данные на Землю.

Посадочные части Викингов опустились на Равнине Золота и на Равнине Утопия. Они передавали панорамные, стерео и красочные виды поверхности Марса, данные о химическом

составе грунта и атмосферы Марса, а также метеорологические, магнитные и сейсмические данные этой планеты. Они передавали информацию на Землю непосредственно или через орбитальные части.

Исследования, проведенные при помощи Викингов, доказали, что органической жизни на Марсе никогда не существовало.

Krystyna NAWARA

ON THE RESULTS OF VIKINGS'S INVESTIGATIONS OF MARS

Summary

In 1975 USA launched two spacecrafts — Viking I and Viking II — to Mars. The Vikings went into orbit around Mars and each of them separated into two elements — an orbiter and a lander. Each of them had its own scientific laboratory for investigations of the Martian surface and TV cameras. The landers of Vikings tested the soil for signs of life.

The orbiters observed and mapped Mars from above, investigated the areological processes and phenomena and also physical conditions on the Martian surface. The orbiters transmitted data gathered by them to the Earth.

The Vikings landed on the surface of Chryse Plain and Utopia Plain. The landers's scientific instruments collected data including panoramic, stereo and color pictures of its immediate surroundings, made chemical analyses of the Martian soil and Martian atmosphere and also meteorological, magnetic and seismic characteristics. The landers transmitted data to Earth directly or via orbiters.

The Vikings's investigations proved that life has never existed on the Martian surface.

Translated by the author

TABLICA I

Fig. 2. Obszar położony na zachód od miejsca lądowania Vikinga I. Współrzędne areograficzne tego obszaru wynoszą: 17°N i 55° dł. Widoczne są liczne kaldery oraz doliny o niewyjaśnionej genezie. Fot. Viking I-Orbiter, 1976 r.

An area centered at 17°N latt. and 55° long. and situated west of Viking I landing site. The numerous calderas and valleys are seen. The genesis of these valleys is unknown. Phot. Viking I-Orbiter, 1976

TABLICA II

Fig. 3. Fragment wielkiego zespołu kanionów Valles Marineris. Kanion główny widoczny u dołu fotografii. Liczne osuwiska na ścianach kanionów. Fot. Viking I-Orbiter z odległości 4200 km, 1976 r.

Fragment of the great group of Valles Marineris canyons. The main canyon is seen in the lower part of this picture. The numerous landslides are seen on the walls of canyons. Phot. Viking I-Orbiter, from the distance of 4200 km, 1976

TABLICA III

Fig. 4. Fotografia górna przedstawia panoramę Równiny Złota. Z lewej strony widoczne jest pole wydmowe. Fot. Viking I-Lądownik, 1976 r. Fotografia dolna przedstawia fragment „morza” marsjańskiego. Fot. Viking I-Orbiter, z odległości 1873 km, 1976 r.

The upper picture presents the Chryse Plain panorama. The dune field is seen at the left. Phot. Viking I-Lander, 1976. The lower picture presents the fragment of the Martian „sea”. Phot. Viking I-Orbiter from the distance of 1873 km, 1976

TABLICA IV

Fig. 5. Krajobraz Równiny Złota w miejscu lądowania Vikinga I. Na horyzoncie widoczne są liczne wzgórza. Powierzchnia usiana jest licznymi odłamkami skał.

Fot. Viking I-Lądownik, 1976 r.

The landscape of Chryse Plain at the Viking I landing site. Near the horizon the numerous hills are seen. The surface is covered by numerous fragments of rocks.

Phot. Viking I-Lander, 1976

TABLICA V

Fig. 6. Fragment Równiny Utopia w miejscu lądowania Vikinga II. Horyzont jest tu zupełnie płaski. Powierzchnia usiana licznymi odłamkami skalnymi. Fot. Viking II-Lądownik, 1976 r.

Fragment of the Utopia Plain at the site of Viking II landing. The horizon is flat. The numerous fragments of the Martian rocks are seen on the surface.

Phot. Viking II-Lander, 1976

TABLICA VI

Fig. 7. Skały marsjańskie na Równinie Utopia w pobliżu stacji Viking II. Widoczna jest tu wyraźnie pęcherzykowata tekstura skały. Fot. Viking II-Lądownik, 1976 r.

Fragments of the Martian rocks on the surface of Utopia Plain. The vesicular structure of these rocks is very well seen. Phot. Viking II-Lander, 1976



Fig. 2

Krystyna NAWARA — O wynikach badań Marsa przez stacje automatyczne typu Viking

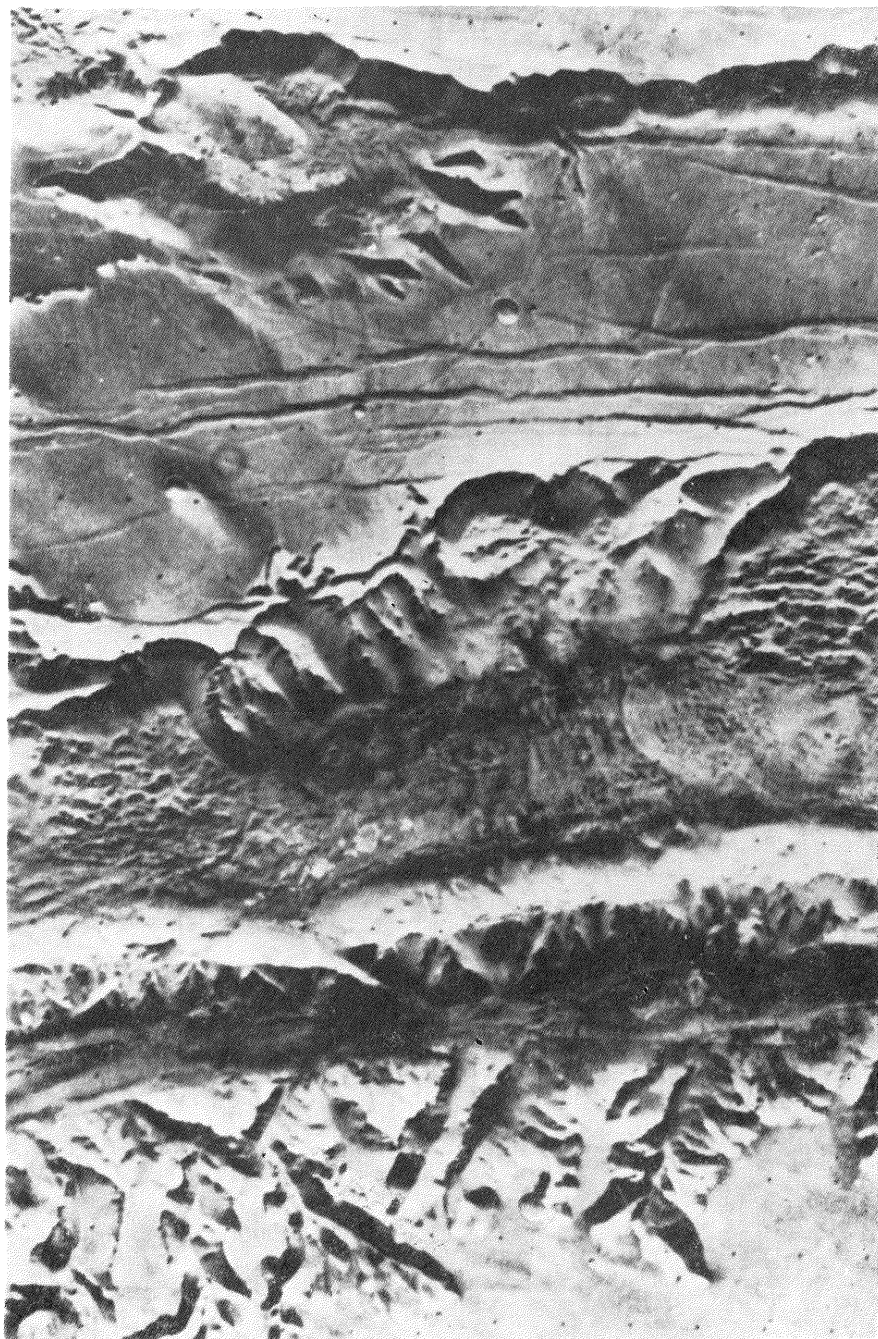


Fig. 3

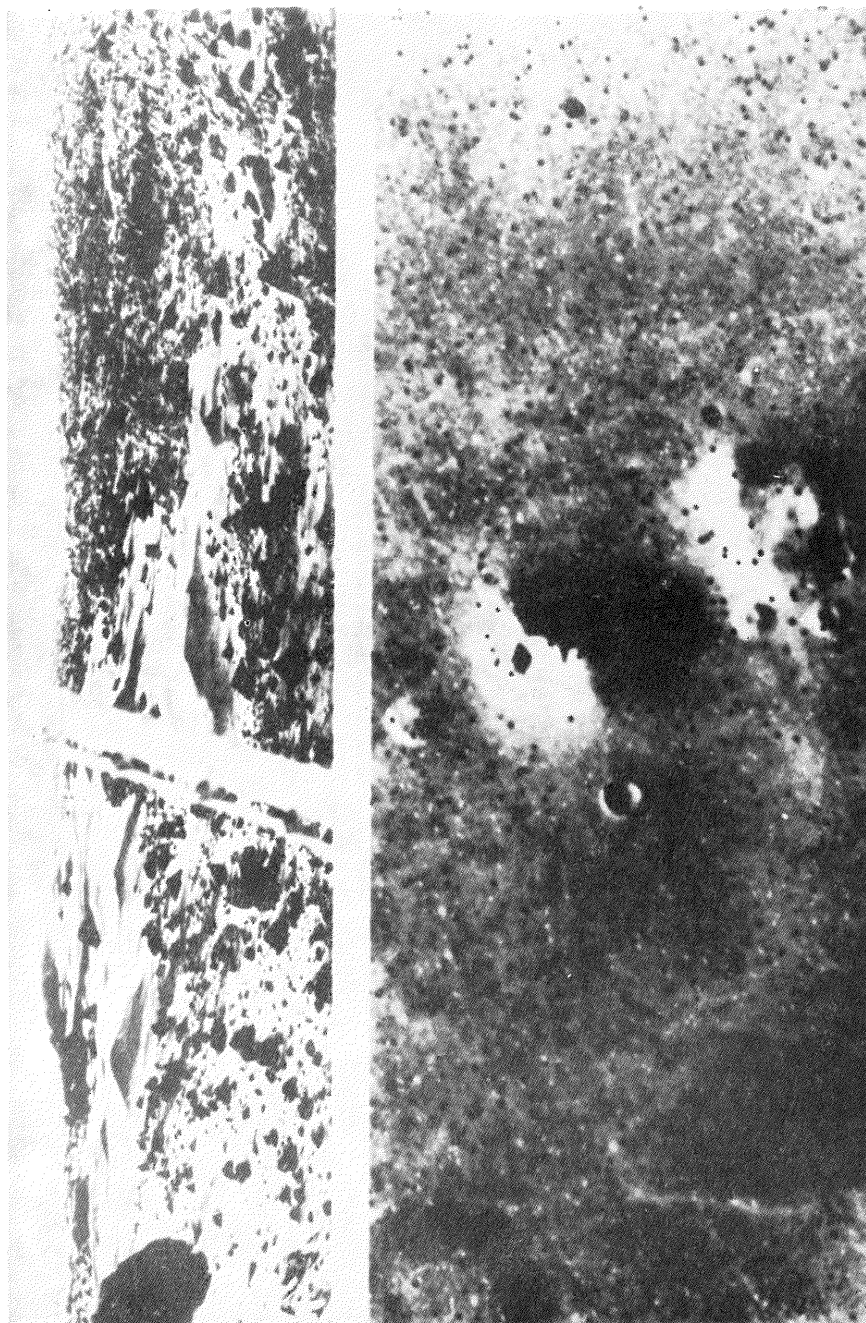


Fig. 4



Fig. 5

Krystyna NAWARA — O wynikach badań Marsa przez stacje automatyczne typu Viking

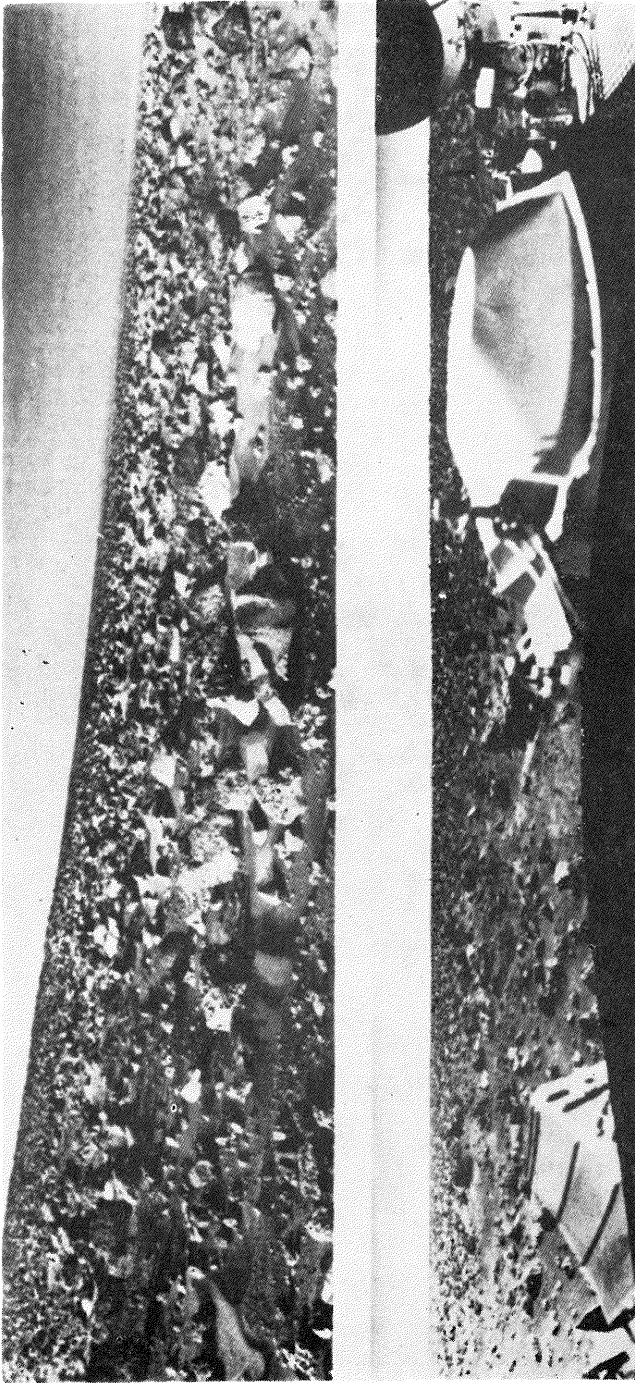


Fig. 6

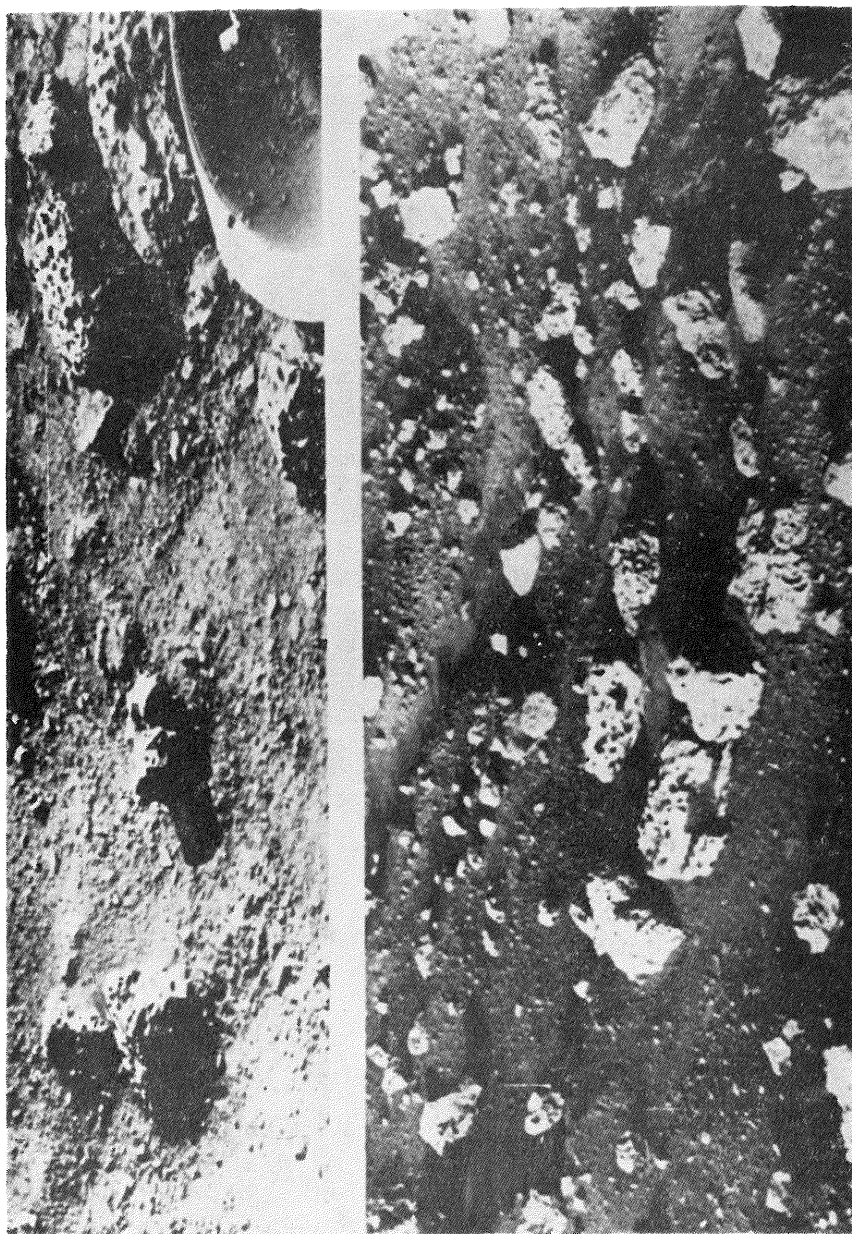


Fig. 7

Krystyna NAWARA — O wynikach badań Marsa przez stacje automatyczne typu Viking