

PRZEWODNIK GEOTURYSTYCZNY

Atrakcje geoturystyczne północnego Omanu



Tytuł publikacji:

Przewodnik geoturystyczny. Atrakcje geoturystyczne północnego Omanu.

Autorzy:

Jakub Brzoza
Marta Esmund
Zofia Fabrowska
Mateusz Michalski
Natalia Pachon
Wiktor Salwa
Zbigniew Ziarek

Konsultacja naukowa:

dr Justyna Kowal-Kasprzyk (AGH Akademia Górniczo-Hutnicza)
dr Andreas Scharf (Sultan Qaboos University, Oman)
dr Ivan Callegari (GUtech: German University of Technology in Oman)

Finansowanie:

Publikacja powstała w ramach projektu "Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza (IDUB)" realizowanego w Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie w ramach działania 12: "Integracja procesu kształcenia z badaniami naukowymi".

Spis treści

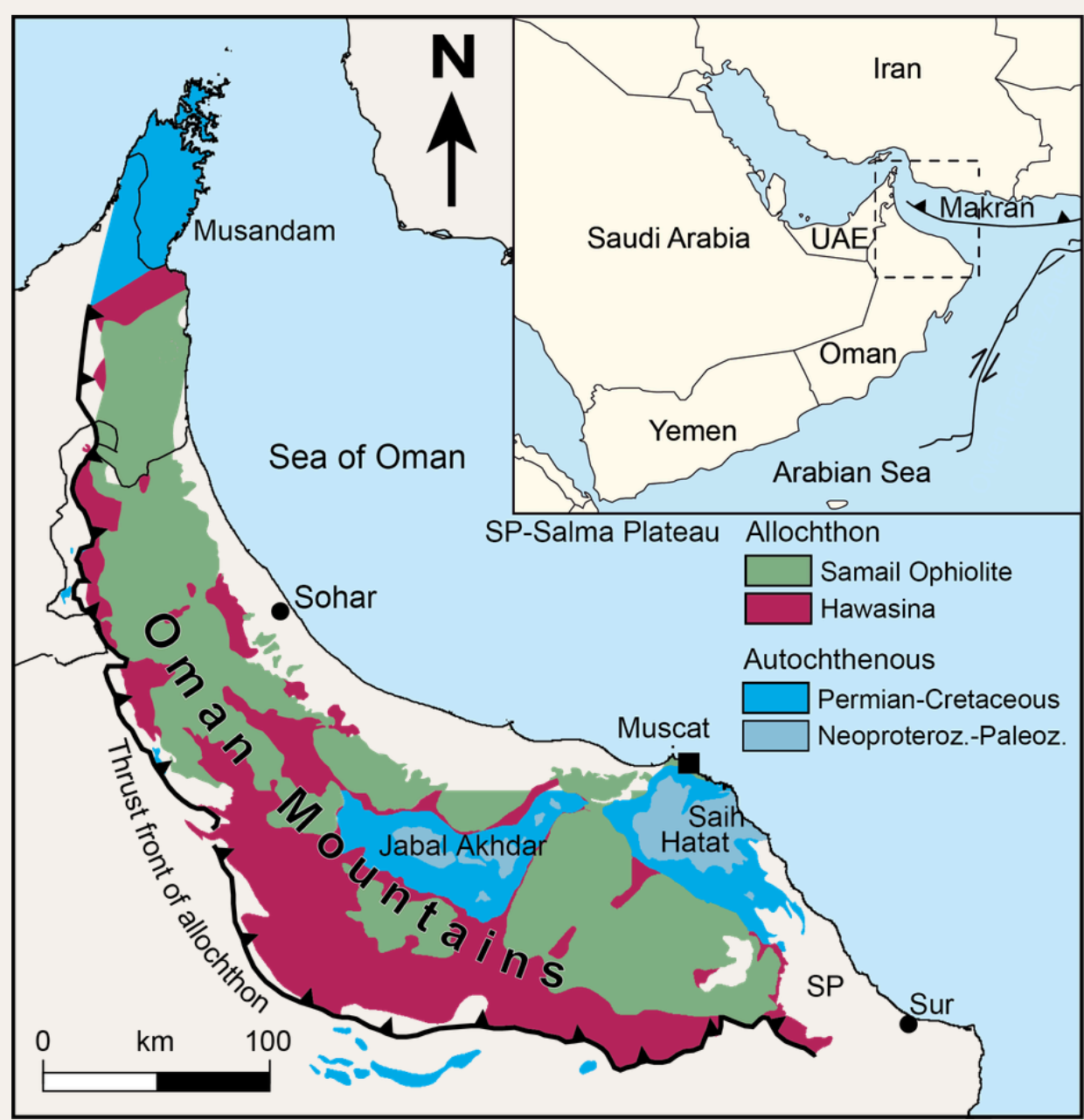
Lokalizacja polecanych miejsc	4
Informacje praktyczne	6
Wstęp. Dlaczego Oman?	7
Rozdział 1 Sekwencja ofiolitowa	8
Rozdział 2 Struktury tektoniczne	15
Rozdział 3 Skały osadowe i wadi	20
Rozdział 4 Kras	28
Rozdział 5 Pustynia Wahiba Sands	35
Rozdział 6 Czwartorzęd – klimat i zjawiska	38
Rozdział 7 System irygacyjny afladż	42
Rozdział 8 Architektura i budownictwo	45
Rozdział 9 Turystyka zrównowazona	49
Podsumowanie	55
Spis literatury	56

Lokalizacja polecanych miejsc

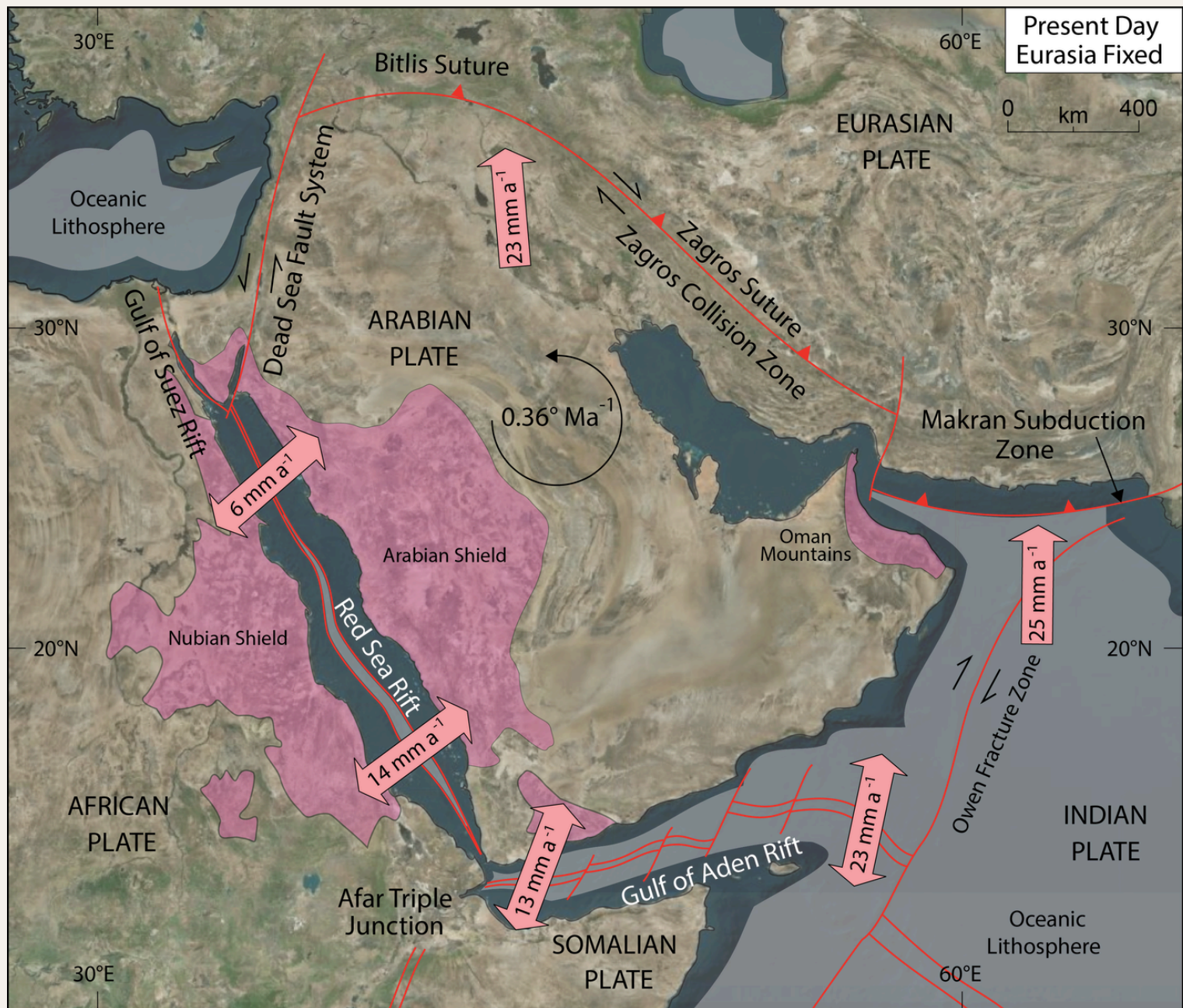


- | | | | |
|----|---|----|-----------------------------------|
| 1 | Kopalna strefa Moho | 14 | Pustynia Wahiba Sands |
| 2 | Dajki pakietowe | 15 | Ślady tsunami |
| 3 | Lawy poduszkowe w Wadi al Jizzi | 16 | Kopalne rafy koralowe |
| 4 | Lawy poduszkowe w pobliżu Sohar | 17 | Lasy namorzynowe |
| 5 | Odsłonięcie serpentynitu z chromitem | 18 | System irygacyjny afladż |
| 6 | Fałd szewronowy | 19 | Gaje palmowe |
| 7 | Odsłonięcie megafałdu | 20 | Opuszczone miasto Harat al Sibani |
| 8 | Punkt widokowy na Wielki Kanion Omanu | 21 | Grobowce al-Ayn |
| 9 | Stanowisko paleontologiczne w Wadi Ghul | 22 | Opuszczone miasto Harat al Bilad |
| 10 | Szlak Balcony Walk | 23 | Fort Bahla |
| 11 | Jaskinia Al Hoota | 24 | Rezerwat żółwi |
| 12 | Jaskinia Tahery | 25 | Źródła Ain Sahban |
| 13 | Lej zapadliskowy w Bimmah | 26 | Port w Sur |

Mapa geologiczna północnego Omanu



Mapa geologiczna gór Omanu
(zmodyfikowana na podstawie Forbes et al., 2010; Callegari et al., 2022)



Obecna płyta arabska wraz z granicami płyt tektonicznych i średnią rotacją płyty arabskiej w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara (0,36° na milion lat) według Scharf et al. (2025)

Informacje praktyczne

NAJLEPSZY CZAS NA PODRÓŻ

Najbardziej komfortowy okres to październik–kwiecień, kiedy temperatury w ciągu dnia wynoszą 20–30°C.

Latem (maj–wrzesień) jest bardzo gorąco, zwłaszcza w głębi kraju, gdzie temperatury mogą przekraczać 45°C.

POGODA I KLIMAT

Oman ma suchy klimat pustynny z dużymi różnicami regionalnymi:

- Góry: chłodniej, zimą zdarzają się przymrozki
- Wybrzeże: ciepło i wilgotno
- Region Zufar: pod wpływem monsunu (khareef) od czerwca do września.

BEZPIECZEŃSTWO I INFRASTRUKTURA

Oman uchodzi za jeden z najbezpieczniejszych krajów na świecie, również dla kobiet podróżujących solo. Infrastruktura jest nowoczesna i dobrze utrzymana. Transport publiczny jest ograniczony — najlepiej wynająć samochód.

LUDZIE I KULTURA

Omańczycy są znani z uprzejmości, gościnności i spokoju.

- Ubieraj się skromnie, szczególnie w wioskach i w pobliżu meczetów
- Unikaj głośnego zachowania i okazywania uczuć publicznie
- Przed zrobieniem zdjęcia ludziom zawsze pytaj o zgodę

RELIGIA, DNI WOLNE

Islam odgrywa kluczową rolę w życiu codziennym. Weekend w Omanie przypada na piątek i sobotę. W mniejszych miejscowościach sklepy mogą być zamknięte podczas modlitw.

PODRÓŻ W CZASIE RAMADANU

Ramadan to wyjątkowy czas, ale wymaga dostosowania się do zasad:

- Nie wolno jeść, pić ani palić w miejscach publicznych za dnia
- Restauracje otwierają się po zachodzie słońca (iftar)
- Atrakcje turystyczne mogą działać w skróconych godzinach

WODA I ZDROWIE

W miastach woda z kranu jest na ogół bezpieczna, ale w podróży zaleca się wodę butelkowaną. Warto stosować krem z filtrem i mieć zapas wody, zwłaszcza na szlakach.

WSKAZÓWKI DLA KIEROWCÓW

- Samochód 4×4 jest niezbędny: w górach, na pustyni, w wielu wadi
- Ograniczenia prędkości są rygorystycznie egzekwowane (automatyczne mandaty)
- Unikaj jazdy nocą poza miastami — na drogach często pojawiają się wielbłądy i kozy

NA ZAKOŃCZENIE

Podróżowanie po Omanie jest bezpieczne, inspirujące i pełne niezwykłych doświadczeń. Szacunek dla lokalnej kultury i przyrody pozwoli przeżyć tę podróż w sposób odpowiedzialny i wartościowy.

Oman

MIĘDZY GEOLOGIĄ, KLIMATEM A TURYSTYKĄ ZRÓWNOWAŻONA

Oman, położony na południowo-wschodnim krańcu Półwyspu Arabskiego, jest krainą, w której spotykają się niezwykle walory geologiczne, unikalne uwarunkowania klimatyczne oraz wielowiekowa tradycja życia w harmonii z surowym środowiskiem pustynnym. To kraj kontrastów – od monumentalnych gór Al-Hadżar (Gór Omańskich), przez głębokie kaniony i suche doliny wadi, po rozległe pustynie i tropikalne wybrzeża Oceanu Indyjskiego. Ta różnorodność krajobrazów stanowi nie tylko źródło niezapomnianych wrażeń wizualnych, lecz także zapis niemal 900 milionów lat historii geologicznej Ziemi oraz przykład współczesnych wyzwań wynikających ze zmian klimatycznych.

Celem niniejszego przewodnika jest przedstawienie wybranych atrakcji Omanu z perspektywy geoturystycznej i ekoturystycznej. Geoturystyka zachęca do świadomego odkrywania procesów i zjawisk kształtujących naszą planetę, jednocześnie pogłębiając zrozumienie powiązań między litosferą, hydrosferą, atmosferą i biosferą. W Omanie szczególne znaczenie mają kompleks ofiolitowy Samail – najlepiej zachowana i największa na świecie sekwencja oceanicznej litosfery wyniesiona na powierzchnię lądu – oraz systemy irygacyjne afladż, wpisane na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO, będące przykładem zrównoważonego gospodarowania wodą, funkcjonującego nieprzerwanie od tysiącleci.

Oman jest jednak również krajem, który już dziś doświadcza skutków globalnych zmian klimatycznych: ekstremalnych upałów, coraz częstszych cyklonów tropikalnych, podnoszenia się poziomu morza czy wyczerpywania zasobów wód podziemnych. Zjawiska te stanowią wyzwanie zarówno dla lokalnych społeczności, jak i dla rozwijającej się turystyki. W tym kontekście przewodnik nie tylko prezentuje piękno przyrody – zwłaszcza nieożywionej – oraz bogactwo dziedzictwa kulturowego Omanu, lecz także wskazuje kierunki odpowiedzialnego podróżowania, które może stać się narzędziem ochrony środowiska i budowania świadomości ekologicznej.

Zapraszamy w podróż po Omanie – krainie, w której geologia splata się z kulturą, a przyroda z codziennym życiem. Przewodnik łączy wiedzę naukową z pasją odkrywania i inspirowanie do refleksji nad tym, jak podróżować mądrze i z poszanowaniem dla naszej planety.



Szlak do jaskini Tahery.

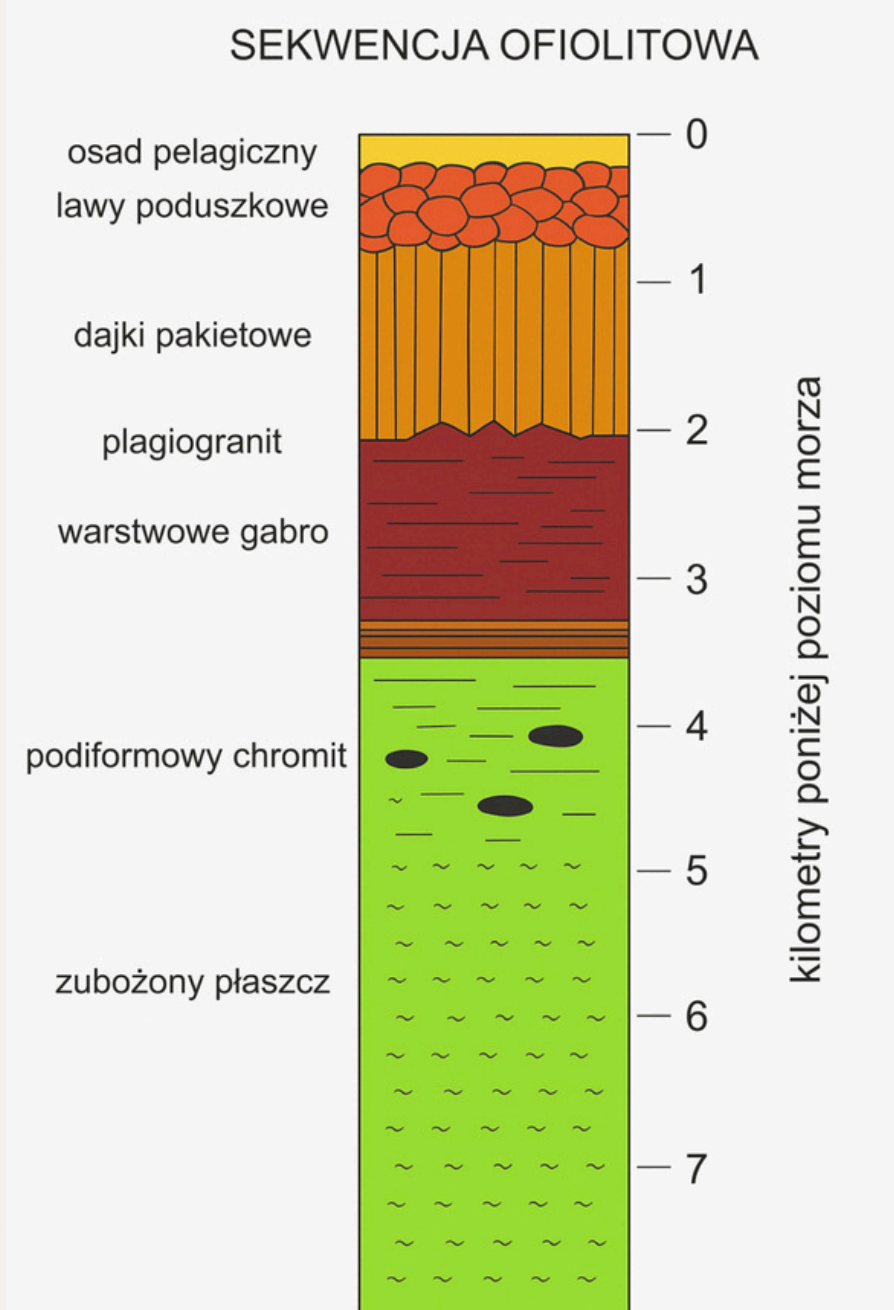
ROZDZIAŁ 1

Sekwencja ofiolitowa

Czym jest sekwencja ofiolitowa?

Ofiolit to fragment dawnej litosfery oceanicznej wyniesiony na powierzchnię w procesie obdukcji. Jej najważniejszym składnikiem są skały ultrazasadowe płaszcz górny, określane zbiorczą nazwą perydotytów. W ofiolicie Samail perydotyty reprezentowane są przez harzburgity oraz dunity. Część perydotytów uległa wtórnemu przeobrażeniu hydrotermalnemu (gorących roztworów wodnych). Proces ten nosił nazwę serpentynizacji, a jego produktem były serpentyny. Serpentyny to skały metamorficzne o charakterystycznej zielonej barwie i plamistym, żyłkowym wzorze, który nadaje im wygląd przypominający skórę węża. To właśnie im ofiolit zawdzięcza swoją nazwę. Nazwa „ofiolit” pochodzi bowiem od greckich słów ophis – wąż oraz lithos – kamień. Należy jednak podkreślić, że serpentyny są produktem przeobrażenia perydotytów, a nie ich pierwotnym odpowiednikiem.

Ofiolity charakteryzują się określoną sekwencją. U podstawy sekwencji znajdują się wspomniane już wcześniej perydotyty. Wśród perydotytów występują też wkładki innych skał górnego płaszcz. Są to m.in. chromity i piroksenity, które występują lokalnie jako ciała soczewkowe związane z procesami magmowymi. Wyżej leżą warstwowane skały ultrazasadowe, a nad nimi kolejno warstwowe i masywne gabry – grubokrystaliczne skały głębinowe. „Jeszcze wyżej występuje system pionowych pakietowych dajek dolerytowych (diabazowych), przechodzących w bardzo charakterystyczne i łatwe do rozpoznania bazaltowe lawy poduszkowe. Te ostatnie powstają w wyniku wypływu lawy na dnie morskim, gdzie kontakt z zimną wodą i wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego uniemożliwia jej swobodne rozlewanie się. Sekwencję wieńczą osady głębokomorskie, powstające na dnie oceanu: radiolaryty, łupki ilaste czy wapienie pelagiczne.



Wyidealizowany model sekwencji ofiolitowej (wg Condie i Stern, 2023).

ŹRÓDŁA:

Dilek, Y., & Furnes, H. (2014). Ophiolites and their origins. *Elements*, 10(2), 93–100.
Golanka, J., Słomka, T., Waśkowska, A. (2022). *Geologia. Ziemia i procesy endogeniczne*. Wydawnictwo AGH.
Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). *Field Guide to the Geology of Northeastern Oman*. Borntraeger Science Publishers.

Dlaczego ofiolity są tak wyjątkowe?

Ofiolity, które możemy obecnie zobaczyć sporadycznie odsłaniające się na lądach, znalazły się tam dzięki obdukcji, czyli procesowi nasunięcia skorupy oceanicznej na kontynentalną. Jest to zjawisko odwrotne do subdukcji, czyli znacznie powszechniejszego procesu taktonicznego polegającego na wciąganiu lub wpychaniu jednej płyty pod drugą. W typowych przypadkach dno oceaniczne pogrąża się w strefach subdukcji i ulega zniszczeniu, przez co rzadko spotykane ofiolity są wyjątkowe i cenne dla naukowców. Najczęściej obserwuje się je w orogenach kolizyjnych, gdzie zostały uwięzione pomiędzy skałami kontynentalnymi. Dochodzi do tego wskutek zgniatania litosfery oceanicznej podczas kolizji dwóch kontynentów. Obecnie widoczne odsłonięcia powstały w wyniku późniejszej erozji, a ich pierwotna budowa bywa często zaburzona deformacjami.

Największy ofiolit znajduje się w Omanie – Ofiolit Samail (nazwany od swojej lokalizacji typowej Samail) – wyróżnia się na tle innych ofiolitów świata. Jego struktura zachowała się w stosunkowo nienaruszonej postaci, ponieważ pasmo górskie nie zostało objęte kolizją kontynent–kontynent, dzięki czemu możliwe jest bezpośrednie badanie dawnej litosfery oceanicznej. Jest to ogromne ułatwienie, gdyż badania takich skał na dużych głębokościach pod oceanem są niezwykle trudne. Dotychczas przewiercono jedynie ok. $\frac{1}{3}$ średniej grubości litosfery oceanicznej. Ofiolit Samail umożliwia rekonstrukcję procesu obdukcji. Ofiolity stanowią unikalne relikty nieistniejących oceanów i skorup oceanicznych.

Kompleks Samail odsłania się w północno-wschodniej części kraju, formując pas o długości około 500 km, szerokości 50–100 km i grubości 15 km. Skały magmowe budujące ten kompleks powstały od środkowej do późnej kredy (cenomanu). Płyta arabska, na której dziś leży Oman, zaczęła zbliżać się do płyty euroazjatyckiej, znajdującej się obecnie na obszarze Iranu. Najpierw następowała subdukcja rozdzielającego je Oceanu Neotetydy pod płytę euroazjatycką, a około 80 milionów lat temu proces ten ustąpił miejsca obdukcji – fragmenty skorupy oceanicznej zaczęły nasuwać się na płytę kontynentalną. Dziś duże fragmenty tej dawnej litosfery możemy obserwować na krawędzi Płyty Arabskiej – od Turcji po Oman. Jednak tylko w Omanie ofiolit nie został zdeformowany przez kolizję kontynent–kontynent, jak ma to miejsce na przykład w Iranie w obrębie pasma górskiego Zagros.



ŹRÓDŁA:

Dilek, Y., & Furnes, H. (2014). Ophiolites and their origins. *Elements*, 10(2), 93–100. <https://doi.org/10.2113/gselements.10.2.93>
Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). *Field Guide to the Geology of Northeastern Oman*. Borntraeger Science Publishers.
Golonka, J., Słomka, T., Waśkowska, A. (2022). *Geologia. Ziemia i procesy endogeniczne*. Wydawnictwo AGH.

LOKALIZACJA: 23.4437531N, 57.6567686E 1

KONIECZNE AUTO
TERENOWE

Kopalna strefa nieciągłości Moho

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA: ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA: 

Nieciągłość to granica we wnętrzu Ziemi oddzielająca warstwy o odmiennej gęstości oraz różnych prędkościach rozchodzenia się fal sejsmicznych. Ma postać strefy o miąższości sięgającej kilku kilometrów, w której prędkość fal zmienia się skokowo. Najpłytszą i najbardziej znaną z nieciągłości jest nieciągłość Mohorovičicia (Moho), oddzielająca skorupę ziemską od górnego płaszczu. Jej głębokość jest zmienna: pod skorupą oceaniczną występuje na głębokości 5–8 km, a pod skorupą kontynentalną na głębokości 20–70 km.



Odstąpienie kopalnej strefy Moho



Skały ultrazasadowe strefy Moho

Jednym z nielicznych miejsc na świecie, gdzie dzięki obdukcji można obserwować na powierzchni przejście od skał płaszczu do skał skorupy, jest odstąpienie Moho w Wadi al Abyad. Odstąpienie ma długość kilkunastu metrów. Skały płaszczu reprezentowane są tu przez perydotyty (harzburgity i dunity), a skały skorupy przez warstwowe gabra.

ŹRÓDŁA:

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

Jarchow, C. M., & Thompson, G. A. (1989). The nature of the Mohorovičić discontinuity. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 17, 475–506. <https://doi.org/10.1146/annurev.ea.17.050189.002355>

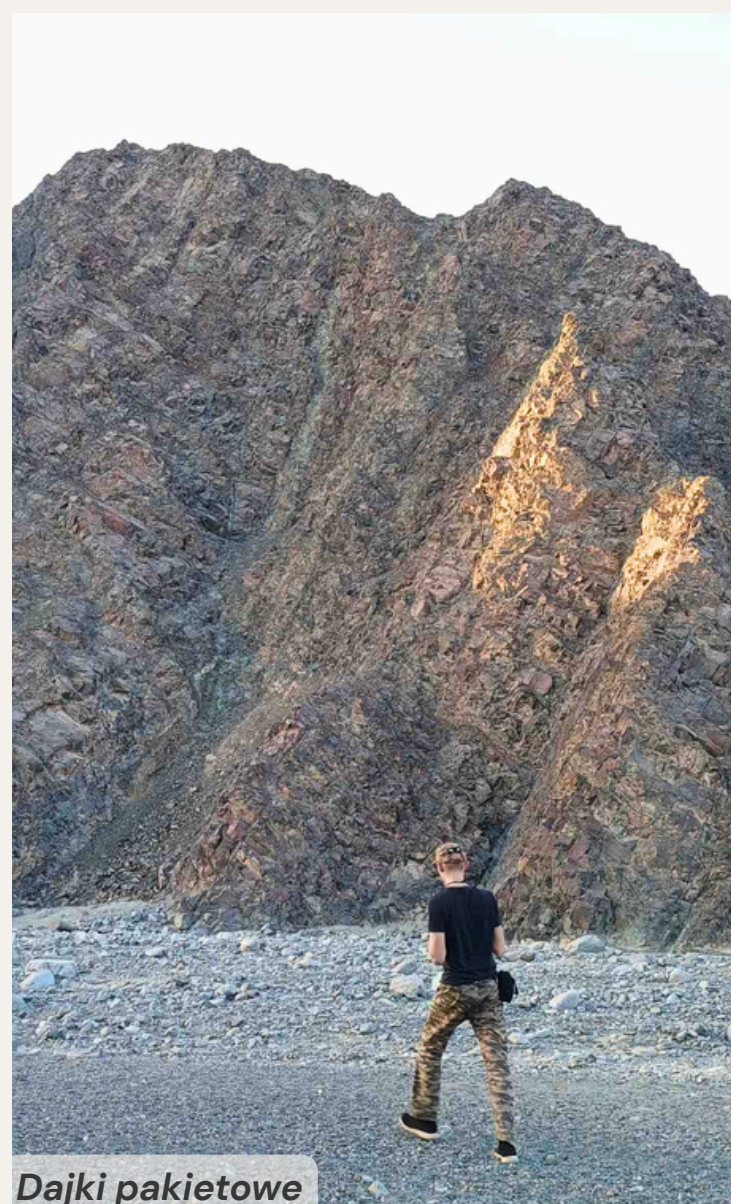
LOKALIZACJA: 24.1121944N, 56.5122500E 2

Dajki pakietowe

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA: ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA: 

Powyżej gabra w profilu ofiolitu występują liczne, pionowe dajki. Dajka to intruzja magmowa o kształcie płyty, która podczas formowania nie wciska się między warstwy skał, lecz przecina je. Takie intruzje określa się mianem niezgodnych. W ofiolitach tworzą one charakterystyczny kompleks pakietów dajek dolerytowych.

Jedno z najlepszych odsłoneń dajek pakietowych znajduje się w Wadi al Hibi w północno-wschodnim Omanie. Są tam widoczne niemal pionowe intruzje o grubości od 0,5 do 2 m. Przy dokładniejszej obserwacji można zauważyć, że kryształy wewnątrz dajek są większe niż na ich obrzeżach. Wynika to z różnicy w szybkości stygnięcia magmy: w centralnej części dajki stygnięcie zachodziło wolniej niż na obrzeżach, przy kontakcie ze starszymi skałami, w które magma się wciskała, więc kryształy miały więcej czasu na wzrost. Charakterystyczną cechą jest również przecienianie starszych dajek przez młodsze generacje dajek.

*Dajki pakietowe**Dajki pakietowe*

ŹRÓDŁA:

Golonka, J., Słomka, T., Waśkowska, A. (2022). Geologia. Ziemia i procesy endogeniczne. Wydawnictwo AGH.
Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

LOKALIZACJE: 24.2843803N, 56.3917319E | 24.2065081N, 56.5385483E 3 4

Lawy poduszkowe

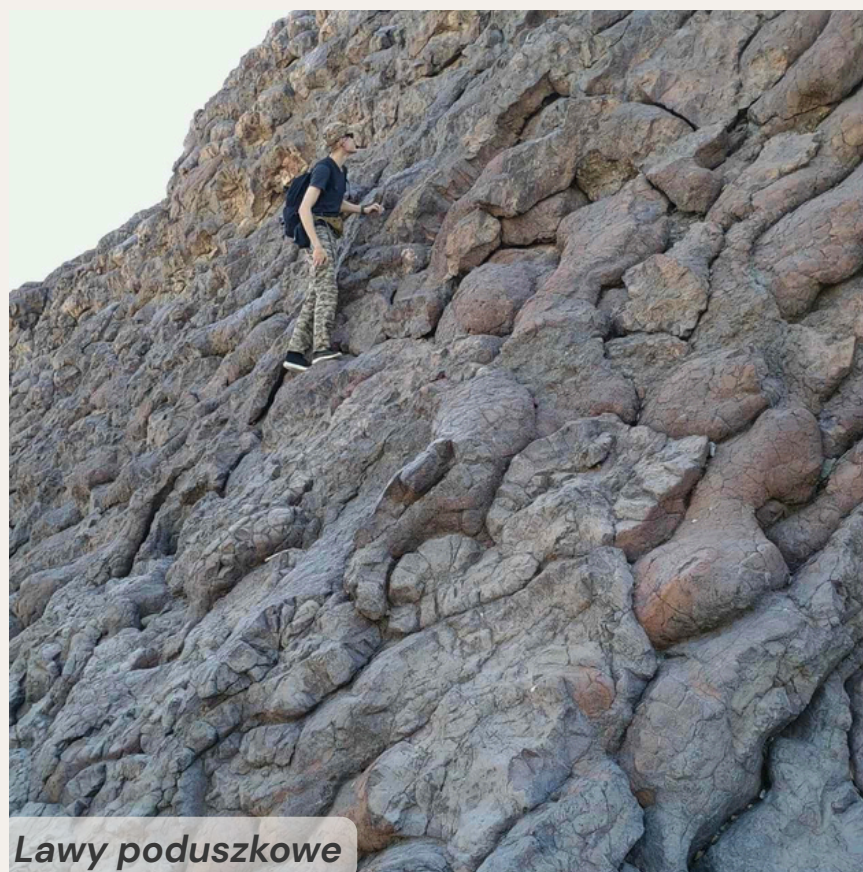
ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Lawy poduszkowe to jedne z najbardziej charakterystycznych form wylewnych skał magmowych. Powstają z law bazaltowych wylewających się na dnie oceanów. W kontakcie z zimną wodą lawa szybko krzepnie na zewnętrznej powierzchni, tworząc zaokrąglone buły. Ze względu na gwałtowną krystalizację nie powstają w nich duże kryształy. Ponieważ proces wylewu może trwać dłuższy czas, na powierzchni lawy formują się kolejne czoła poduszek, z których wydobywa się świeża lawa. Z czasem cała struktura rośnie, a starsze buły ulegają spłaszczeniu pod ciężarem nowszych.



Lawy poduszkowe

Bardzo dobrze zachowane lawy poduszkowe odsłaniają się w Wadi al Jizzi. To słynne stanowisko uznawane jest za jedno z najbardziej efektownych odsłonień law poduszkowych (nazwanych „Geotimes”) kompleksu ofiolitu Samail. Bazalty odsłaniają się tu na powierzchni 50 × 100 m, a pojedyncze poduszki osiągają średnicę od 0,5 do 1 m.



Lawy poduszkowe



Lawy poduszkowe

ŹRÓDŁA:

Golonka, J., Słomka, T., Waśkowska, A. (2022). Geologia. Ziemia i procesy endogeniczne. Wydawnictwo AGH.
Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

LOKALIZACJA: 22.9535633N, 58.2800842E 5

KONIECZNE AUTO
TERENOWE

Serpentynit z chromitem

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA: ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:   

Oman stanowi jedno z najważniejszych miejsc na świecie, gdzie można obserwować doskonale zachowane odsłonięcia skał ultrazasadowych, w tym serpentynitów i chromitów.

Serpentynity w Omanie powstały w wyniku hydrotermalnego przeobrażenia perydotytów płaszcza oceanicznego, głównie harzburgitów i lherzolitów. Proces serpentynizacji zachodził pod wpływem wód morskich infiltrujących strefy spękań w górnej części płaszcza, prowadząc do powstawania minerałów takich jak antygoryt, lizardyt i chryzotyl. Skały te mają zwykle zielonkawą barwę, łuszczącą się teksturę i wykazują charakterystyczną siatkową strukturę po dawnych oliwinach i piroksenach.

Chromity występują w formie soczew i żył w obrębie serpentynizowanych perydotytów, zwłaszcza w warstwach harzburgitowych.



Serpentynit



Chromit

Złoża te mają znaczenie gospodarcze – Oman jest jednym z ważniejszych producentów rud chromu w regionie Bliskiego Wschodu. Chromity omańskie charakteryzują się wysoką zawartością Cr_2O_3 i stosunkowo niską zawartością Fe_2O_3 , co czyni je atrakcyjnym surowcem przemysłowym.

Odsłonięcia serpentynitów i chromitów są szczególnie dobrze widoczne w rejonie Wadi Al Jizzi, Samail, Fizh oraz w masywie Wadi Tayin. Dzięki łatwej dostępności i doskonałemu stanowi zachowania są one klasycznym obiektem badań nad budową skorupy oceanicznej, procesami subdukcji oraz przemianami hydrotermalnymi w strefach górnego płaszcza.

ŹRÓDŁA:

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

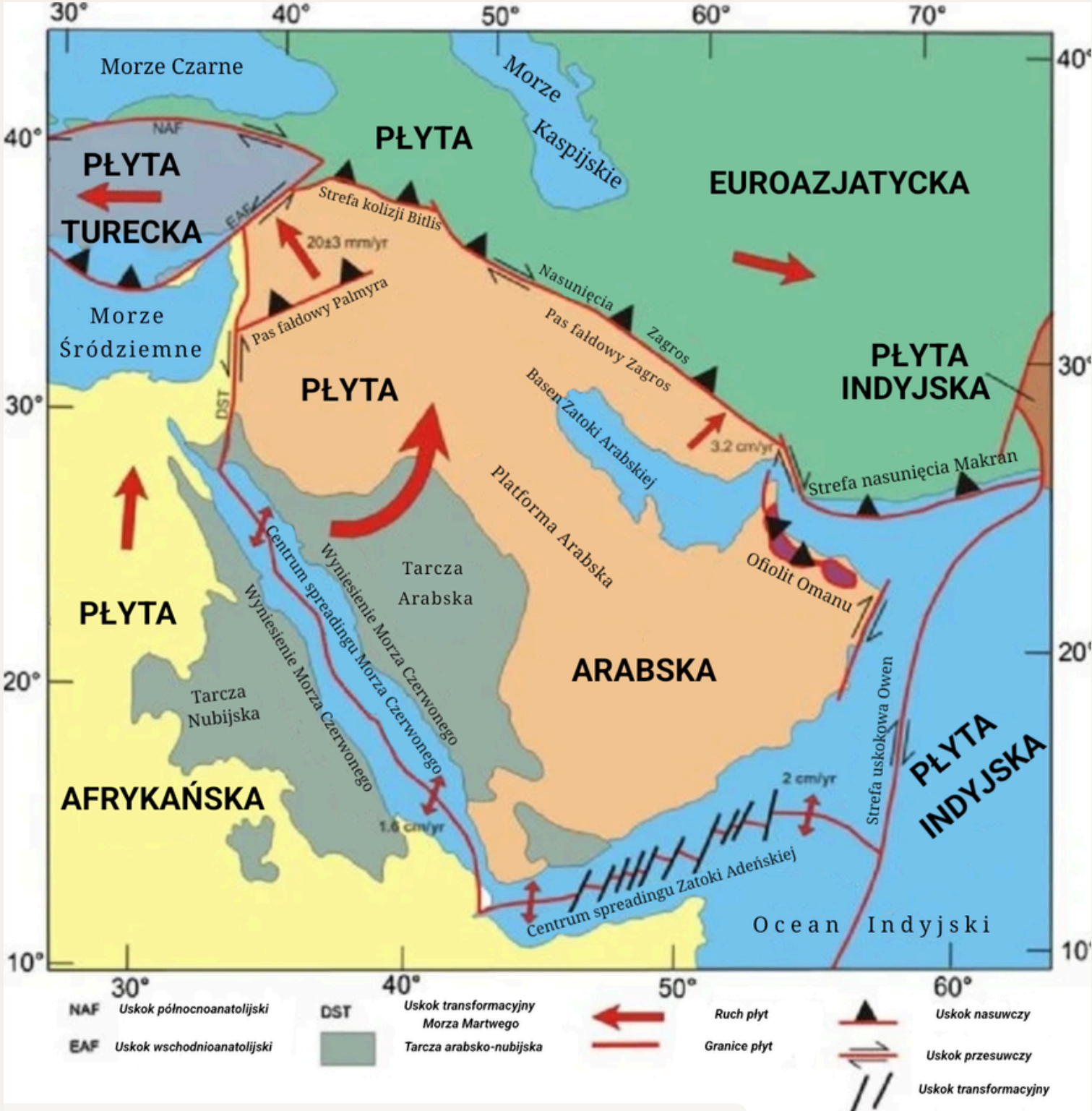
Sidduhiqui, F., Khan, M., Mansor, H., James, E., & Shah, Z. (2022). Exploration of chromite in Wadi Kalbu area, Nizwa, Sultanate of Oman. AIP Conference Proceedings, 2454(1). <https://doi.org/10.1063/5.0078344>

ROZDZIAŁ 2

Struktury tektoniczne

Tektonika w Omanie

Oman położony jest w południowo-wschodniej części płyty arabskiej, granicząc z płytami afrykańską, indyjską i irańską. Od południa ogranicza go strefa spreadingu, czyli rozszerzania się dna oceanicznego Zatoki Adeńskiej. Od wschodu znajduje się uskoku transformujący Masirah oraz strefa uskokowa Owena, gdzie zachodzi do przesuwania się względem siebie płyty arabskiej i indyjskiej. Północno-wschodnią granicę stanowi złożona zbieżna granica płyt Zagros-Makran, oddzielająca płytę arabską od euroazjatyckiej. W strefie Makran, o przebiegu wschód-zachód, zachodzi subdukcja płyty arabskiej pod płytę euroazjatycką. Subdukowana skorupa to pozostałość po Oceanie Neotetydy. Strefę tę dzieli się na część wschodnią, z licznymi trzęsieniami ziemi, oraz zachodnią, gdzie wstrząsy są znacznie rzadsze. Z kolei strefa Zagros pełni rolę pasa kolizyjnego, w którym proces subdukcji nie zachodzi.



Źródło: Johnson (1998). Opracowanie i tłumaczenie własne.

ŹRÓDŁA:

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.
Poulos, H. G. (2018). A review of geological and geotechnical features of some Middle Eastern countries. Innovative Infrastructure Solutions, 3, Article 51. <https://doi.org/10.1007/s41062-018-0158-z>

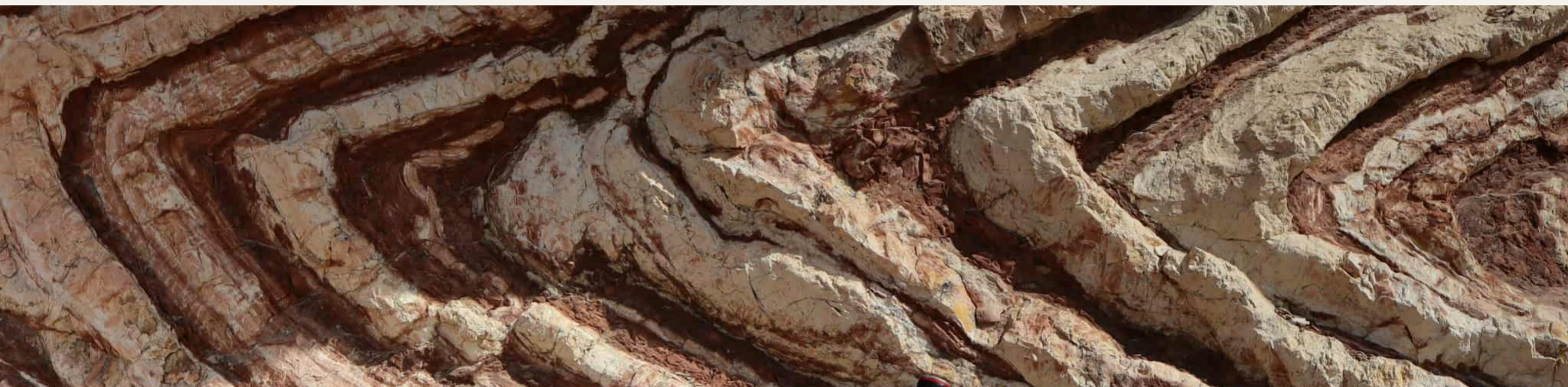
Tektonika w Omanie

Budowa geologiczna Omanu obejmuje siedem głównych jednostek, które można podzielić na trzy grupy. Pierwsza grupa to jednostki autochtoniczne, czyli pozostające w miejscu swojego powstania – na kontynencie arabskim lub jego szelfie. Należą do niej: krystaliczny cokół (fundament), pokrywa osadowa oraz platforma arabska. Fundament krystaliczny zbudowany jest głównie ze skał metamorficznych (gnejsy, łupki mikowe) i przecinających je intruzji magmowych (doleryty/diabazy, granodioryty, granity). Skały te odsłaniają się na powierzchni wyłącznie we wschodniej części Omanu.

Pokrywa osadowa (autochton A) składa się ze zlityfikowanych osadów deponowanych od późnego proterozoiku do wczesnego karbonu w basenach międzykontynentalnych i na szelfach kontynentalnych. Z kolei platforma arabska (autochton B) obejmuje skały gór Omanu w północnej części kraju. Osadzanie rozpoczęło się tam w późnym permie i trwało do późnej kredy. W wyniku zanurzenia platformy arabskiej w morzu powstawały osady węglanowe (wapienie, dolomity), tworzące rozległą platformę węglanową. Proces ten zakończył się wraz z wypiętrzeniem w kredzie, związanym z obdukcją ofiolitu Samail.

Drugą grupą są jednostki allochtoniczne, czyli skały, które powstały na dnie Oceanu Neotetydy, wiele kilometrów od miejsca ich obecnego występowania. Należą do niej płaszczowina Hawasina oraz kompleks ofiolitowy Samail. Płaszczowina Hawasina powstawała równolegle z osadami autochtonu B, jednak w odmiennym środowisku – w głębokim basenie oceanicznym. Tworzą ją osady głębokomorskie m.in. radiolaryty, łupki pelagiczne, wapienie, piaskowce turbidytowe, a także skały wulkaniczne. Więcej o kompleksie ofiolitowym w rozdziale 1.

Trzecią grupę tworzą jednostki autochtoniczne młodsze, powstałe po etapie wynoszenia płaszczowin i ofiolitów. Zalicza się do nich zlityfikowaną pokrywę osadową (głównie margle), deponowaną w warunkach morskich od późnej kredy do neogenu, a także współczesne osady powierzchniowe.



ŹRÓDŁA:

GholamiZadeh, P., Wan, B., Meinhold, G., Esmaeili, R., & Ebrahimi, M. (2025). Provenance evolution from subduction to arc–continent collision: An example from the Zagros–Makran transition zone. *Geoscience Frontiers*, 16(4), 102079. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2025.102079>

Searle, M. P., & Malpas, J. (1980). Structure and metamorphism of rocks beneath the Semail ophiolite of Oman and their significance in ophiolite obduction. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 71(4), 247–262. <https://doi.org/10.1017/S0263593300013614>

LOKALIZACJA: 22.4584425N, 59.6991292E

6

KONIECZNE AUTO
TERENOWE

Fałd szewronowy

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Odstłonięcie położone przy miejscowości Khawr al Jaramah, często określane jest mianem „matki wszystkich odstłonieć”. Budują je radiolaryty – krzemionkowe skały głębokomorskie utworzone ze szczątków szkieletów mikroorganizmów, czyli radiolarii. Występują one w postaci twardej skały o małej porowatości, pod względem chemicznym składającej się z mikrokrystalicznego kwarcu. Miejsce to leży w obrębie płaszczowin Batain, tworzonych przez skały osadowe i magmowe wieku od permu do późnej kredy.

Odstłonięcie ma 5–7 m wysokości i 25 m długości, a jego ściana ukazuje pofałdowane i zuskokowane warstwy naprzemiennie białych i czerwonych skał o miąższości 5–10 cm. Czerwone to radiolaryty, natomiast białe – porcelanit, skała krzemionkowa przypominająca wyglądem nieszkliwioną porcelanę, mniej twarda i zwarta niż radiolaryt.

**Fałdy szewronowe i uskoki**

Radiolaryty powstawały w wyniku depozycji szkieletów radiolarii (promienic) w głębokomorskich basenach sedymentacyjnych. Taki rodzaj skał wskazuje, że sedymentacja przebiegała na głębokości 3500 m, poniżej poziomu kompensacji kalcytu (CCD). Na takich głębokościach kalcyt rozpuszcza się, dlatego nie powstają skały węglanowe.

O atrakcyjności odstłonięcia decydują liczne deformacje tektoniczne: fałdy i uskoki. Z lewej strony widoczne są fałdy szewronowe, charakteryzujące się ułożeniem skrzydeł fałdu w kształt litery V. Deformacje powstały trakcie przemieszczania się płaszczowiny Batain na wschodnią krawędź płyty arabskiej. Nasunięcie to nastąpiło około 15–20 milionów lat po obdukcji ofiolitu Samail.

**Fałd szewronowy**

ŹRÓDŁA:

<https://www.mindat.org/min-994.html> (dostęp: 15.09.2025).

<https://www.mindat.org/min-9727.html> (dostęp: 15.09.2025).

Golonka, J., Słomka, T., Waśkowska, A. (2022). Geologia. Ziemia i procesy endogeniczne. Wydawnictwo AGH.

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

LOKALIZACJA: 23.5017500N, 58.6258889E 7

Megafałd

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA: ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA: 

Megafałd pochwowy zlokalizowany jest w regionie Wadi al Mayh w północno-wschodnim Omanie. Odstania się na długości ponad 15 m i skierowany jest na północny wschód. Powstał wskutek procesów tektonicznych (subdukcja skraju platformy arabskiej) zachodzących pod koniec kredy. Struktura ta należy do największych i najlepiej odsłoniętych tego typu na świecie.

*Fałd pochwowy*

Fałdy pochwowe to niesymetryczne ciągłe struktury tektoniczne, powstające wskutek silnych deformacji i specyficznego rotowania materiału skalnego. Sfałdowaniu uległy skały węglanowe deponowane w środowisku morskim w permie (około 250 mln lat temu), a być może także nieco później, w triasie. Skały te zostały następnie przemieszczone na płytę kontynentalną arabską, co doprowadziło do ich deformacji. Dodatkowo nacisk później nasuniętych kompleksów skalnych sprzyjał rozwojowi strefy ścinania. Cała struktura uformowała się około 76–70 milionów lat temu.

*Fałd pochwowy*

ŹRÓDŁA:

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.
Reber, J., Dabrowski, M., & Schmid, D. W. (2012). Sheath fold formation around slip surfaces. Terra Nova, 24(5), 420–427. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2012.01081.x>
Searle, M., & Alsop, G. (2007). Eye-to-eye with a mega-sheath fold: A case study from Wadi Mayh, northern Oman Mountains. Geology, 35(6), 523–526. <https://doi.org/10.1130/G23884A.1>

ROZDZIAŁ 3

Skąły osadowe i wadi



LOKALIZACJA PUNKTU WIDOKOWEGO: 23.2124458N, 57.2041142E 8

Rola wody w kształtowaniu terenu

Woda stanowi jeden z najistotniejszych czynników w kształtowaniu powierzchni Ziemi. Jej działanie obejmuje szeroki zakres procesów – od erozji skał, poprzez transport materiału skalnego, aż po jego akumulację. Procesy te prowadzą do nieustannych zmian rzeźby terenu. W zależności od stanu skupienia, woda oddziałuje w różny sposób na powierzchnię Ziemi.

W przypadku obszarów strefy zwrotnikowej suchej, do której należy Oman, dominującą rolę odgrywają procesy fluwialne oraz krasowe. Choć w Omanie nie występują stałe rzeki o całorocznym przepływie, to w czasie krótkotrwałych, lecz intensywnych opadów deszczu tworzą się rzeki okresowe, które wypełniają suche doliny – wadi.

Gwałtowne spływy powierzchniowe w czasie burz i deszczów monsunowych doprowadzają do silnej erozji, transportu rumowiska skalnego oraz jego osadzania w niższych partiach dolin. W ten sposób powstają charakterystyczne stożki napływowe i osady rzeczne, które często stanowią jedyne źródło żyznych gleb w tym kraju. Zjawiska te, choć kluczowe dla kształtowania krajobrazu, bywają również niszczycielskie – intensywne wezbrania wód w wadi prowadzą do zniszczeń infrastruktury drogowej i mostów, a także stanowią realne zagrożenie dla ludności.

Część wód opadowych wsiąka w podłoże, co prowadzi do infiltracji oraz wietrzenia chemicznego. W miejscach, gdzie podłoże zbudowane jest ze skał węglanowych, woda zawierająca dwutlenek węgla reaguje z wapniem, prowadząc do rozpuszczania minerałów i powstawania form krasowych, takich jak jaskinie i leje krasowe. W Omanie zjawiska te są szczególnie dobrze widoczne w rejonie gór Al-Hadžar, gdzie występują rozległe masywy wapienne.

Woda, choć w Omanie rzadko pojawia się na powierzchni, odgrywa istotną rolę w kształtowaniu krajobrazu. Jej epizodyczne, lecz intensywne występowanie prowadzi zarówno do gwałtownych zmian w rzeźbie terenu, jak i do powolnych procesów geochemicznych, które przez tysiące lat kształtowały dzisiejszy omański krajobraz. Ponadto masowe występowanie form krasowych, wszechobecnych w Omanie, świadczy o tym, że klimat w niedawnej przeszłości (tj. podczas ostatniego interglacjału) był znacznie bardziej deszczowy niż obecnie.



ŹRÓDŁA:

Golonka, J., Słomka, T., & Waśkowska, A. (2023). Geologia. Ziemia i procesy egzogeniczne. Wydawnictwo AGH.
Klimaszewski, M. (1978). Geomorfologia. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Co to jest wadi?

Wadi to termin używany w krajach półwyspu arabskiego, oznaczający dolinę rzeczną przez którą tylko okresowo przepływa woda. W przeciwieństwie do zwykłych koryt rzecznych, wadi przez większość roku jest suche i tylko w dobrze zacienionych, chłodniejszych miejscach, woda utrzymuje się przez dłuższy czas.

Podczas takich epizodycznych ulew przez wadi mogą gwałtownie przepływać potoki o dużej sile erozyjnej, które transportują materiał skalny i żwirowy z wyżej położonych terenów w kierunku niższych partii doliny. W wyniku tych procesów powstają charakterystyczne formy fluwialne, takie jak terasy rzeczne, stożki napływowe oraz erozyjne ściany dolin.

W Omanie wadi stanowią jeden z najbardziej charakterystycznych elementów krajobrazu – przecinają pustynne równiny i góry Al-Hadžar, często tworząc malownicze kaniony o stromych ścianach wapiennych. Przykładem takiej doliny jest Wadi Ghul, często również nazywany “Wielkim Kanionem Arabii” o głębokości przekraczającej 1000 metrów.



Miększe osady rzeczne (aluwia) w Wadi Ghul

ŹRÓDŁA:

<https://www.worldatlas.com/articles/fluvial-landforms-what-is-wadi.html> (dostęp: 12.09.2025).

LOKALIZACJA PUNKTU WIDOKOWEGO: 23.2124458N, 57.2041142E

8

Z czego zbudowany jest kanion Wadi Ghul?

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:

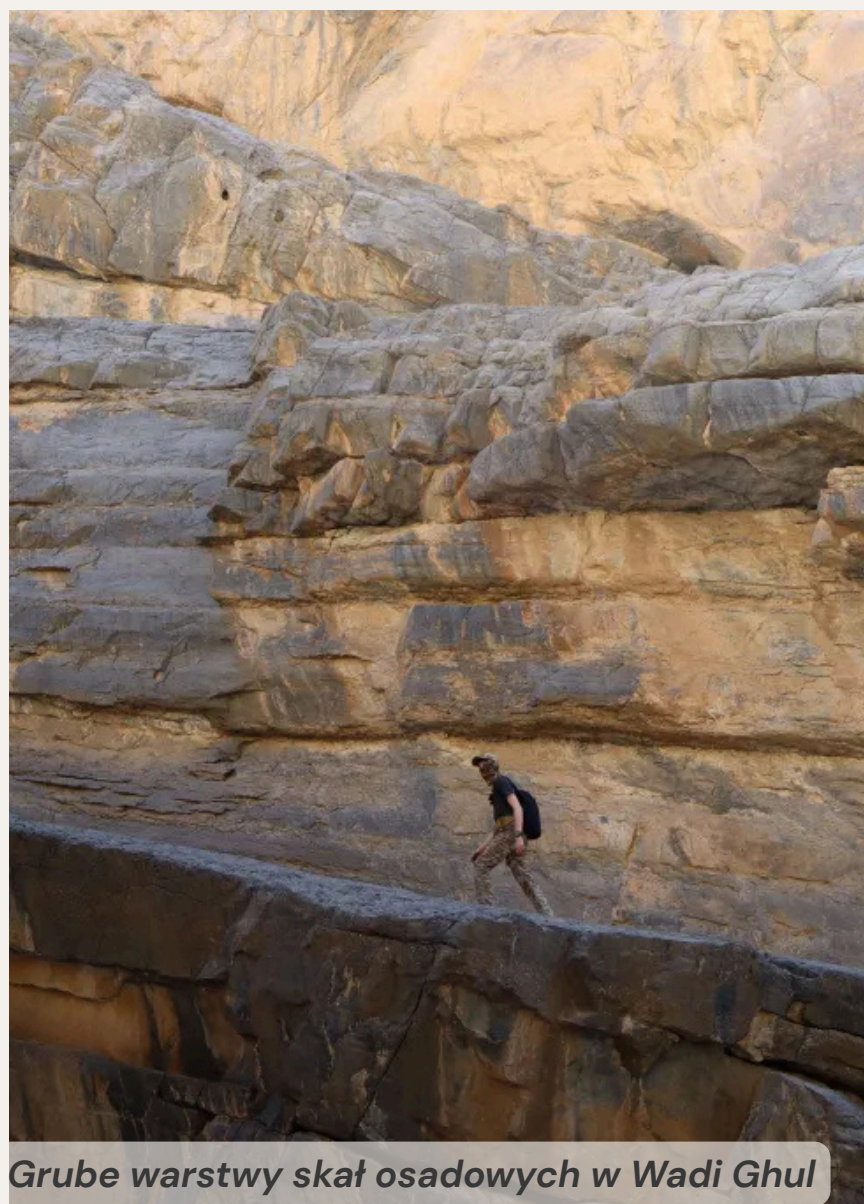


ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Z geologicznego punktu widzenia, Wadi Ghul zbudowane jest głównie z wapieni i dolomitów wieku jurajskiego i kredowego. Skały te zostały osadzone na Szelfie Arabskim.

W okresie od wczesnej jury do późnej kredy, w płytkim, ciepłym morzu następowała intensywna sedymentacja węglanowa, prowadząca do nagromadzenia się około 3000 m osadów węglanowych. W późniejszym etapie, w kredzie górnej, w wyniku podsuwania się płyty arabskiej pod płytę euroazjatycką doszło do złożonych procesów tektonicznych: wyniesienia, sfałdowania i nasunięcia kompleksu ofiolitowego na platformę węglanową. Ostatecznie skały zostały ponownie podniesione w okresie od eocenu do oligocenu, kiedy to nastąpiło wypiętrzenie Jabal Akhdar.



Grube warstwy skał osadowych w Wadi Ghul



Dno Wadi Ghul

Ściany kanionu miejscami osiągają ponad 1000 metrów wysokości, a różnica wysokości między jego krawędzią (ok. 1900–2000 m n.p.m.) a dnem (ok. 900 m n.p.m.) przekracza 1000 metrów, co czyni go najgłębszym kanionem na Półwyspie Arabskim.

W przekroju ścian widoczna jest również zmienność litologiczna. Masywne, jasnoszare wapienie tworzą pionowe urwiska, natomiast bardziej plastyczne dolomity i margle wietrzeją szybciej. W ten sposób powstają widoczne w ścianach półki skalne.

ŹRÓDŁA:

<https://geoexpro.com/the-best-geological-site-in-the-middle-east> (dostęp: 12.09.2025).

LOKALIZACJA PUNKTU STARTOWEGO: 23.1527292N, 57.2047431E

9

Co kryją skały w Wadi Guhl?

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:

TREKKING
8.5 KMKONIECZNE AUTO
TERENOWE

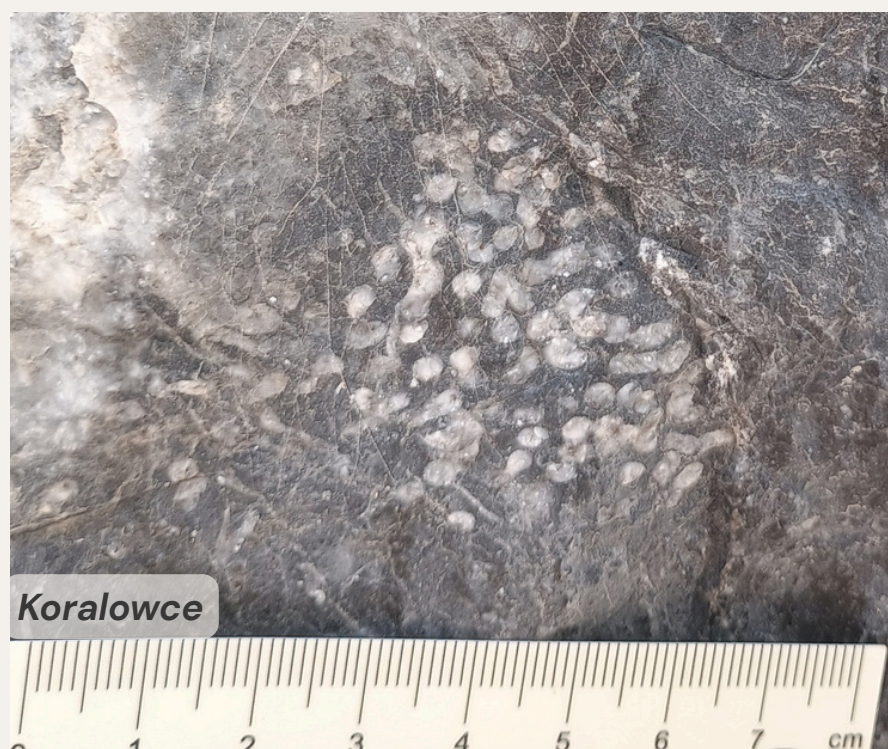
Podążając dnem Wadi Ghul koniecznie trzeba przyrzeć się z bliska tutejszym skałom. Jest to wyjątkowa okazja do zobaczenia olbrzymiej ilości skamieniałości, głównie zwierząt zaliczanych do tak zwanych bezkręgowców.

W największej obfitości występują tutaj małże. Zaliczają się one do mięczaków i charakteryzują muszlami składającymi się z dwóch skorupki, wewnątrz których skrywa się ciało miękkie. Skorupki są najczęściej tej samej wielkości i kształtu. Stanowią swoje lustrzane odbicia. Po śmierci organizmu muszla najczęściej rozpada się na dwie osobne skorupki, które znajdujemy w stanie koplonym. W Wadi Ghul można też znaleźć bardzo nietypowe małże zwane rudystami, mogące mieć rozmiar nawet 1 metra. Swoją budową przypominają raczej koralowce – jedna skorupka jest stożkowata a druga stanowi zamykającą ją wieczko. W kredzie tworzyły one charakterystyczne rafy rudystowe.

Innym rodzajem skamieniałości, które można zobaczyć w Wadi Guhl, są koralowce. Jest to gromada zwierząt zaliczanych do parzydełkowców. Występują jako pojedyncze osobniki lub tworzą kolonie. Skamieniałości koralowców, które budowały wapienne szkielety, są powszechne w skałach powstających w płytkich strefach ciepłych mórz. Koralowce kojarzą się nam z głównymi budowniczymi raf i również w przeszłości geologicznej różne grupy koralowców miały duże znaczenie jak organizmy tworzące rafy.



Wapień ze skamieniałościami, w tym rudystami

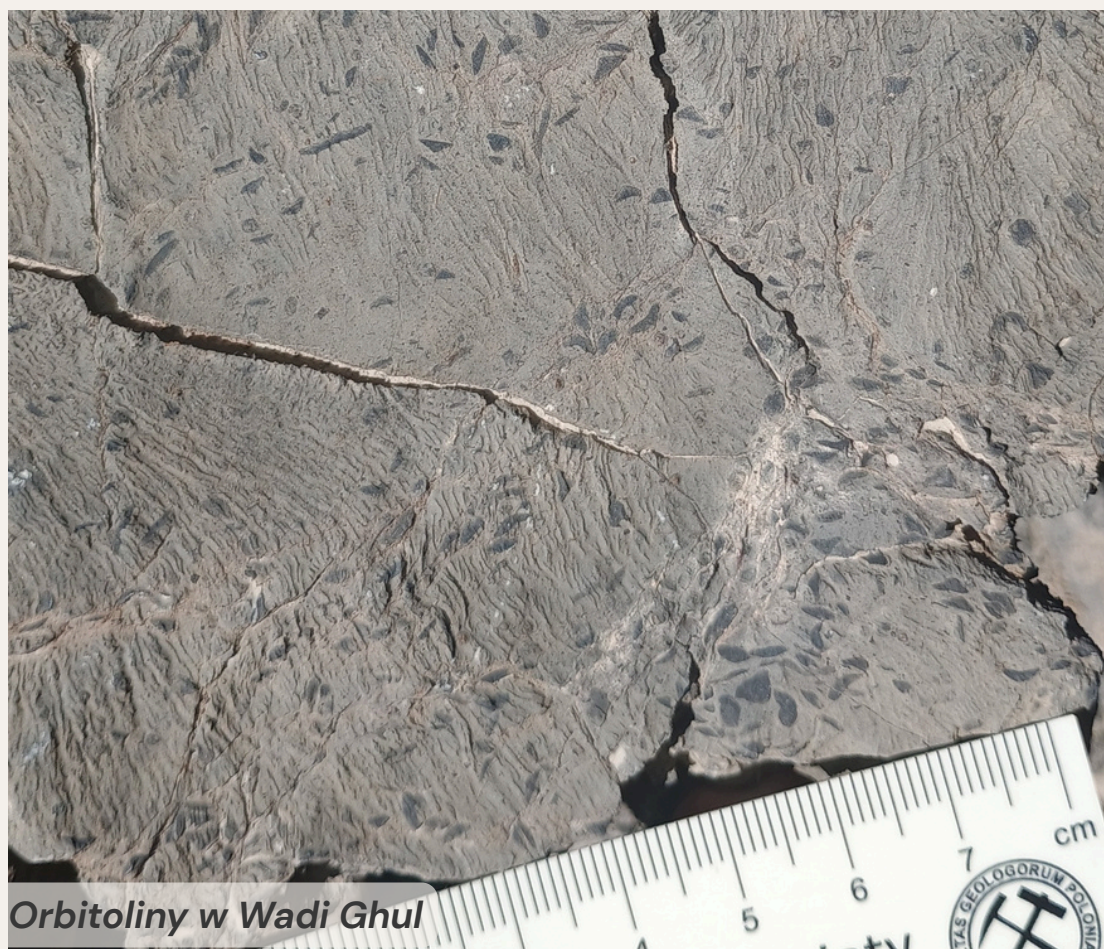


Koralowce

ŹRÓDŁA:

Lehmann, U., & Hillmer, G. (1991). Bezkręgowce kopalne. Wydawnictwa Geologiczne.
Radwańska, U. (2003). Podstawy paleontologii. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.

Kolejny rodzaj skamieniałości wprawne oko może wypatrzeć w wyższej części kanionu, podczas spaceru przez Balkony Walk (patrz następna strona). Na tle szarożółtawych marglistych skał wyraźnie odcinają się drobne, ciemne orbitoliny. Należą one do otwornic, zaliczanych do mikroskamieniałości, ale w porównaniu z innymi otwornicami osiągają tak duże rozmiary, że są widoczne gołym okiem. Są one charakterystyczne dla środkowej części kredy. Żyły w ciepłych i płytkich morzach, często współwystępując z rudystami.



Orbitoliny w Wadi Ghul



Onkoidy w Wadi Ghul

Skamieniałości to nie jedyne składniki skał węglanowych, które można zobaczyć w Wadi Guhl. Łatwo dostrzec tu także piękne onkoidy, czyli jeden z rodzajów ziaren obleczonych. Mają one obłe kształty i składają się z powłok koncentrycznie oblekających jądro, którym mogą być np. fragmenty skamieniałości. Z reguły mają rozmiary kilku milimetrów do kilku centymetrów. Węglanowe laminy powlekające jądro powstają przy udziale organizmów, takich jak glony.

Onkoidy widoczne w na zdjęciu z Wadi Guhl mają rozmiary do 2 cm i są dość nieregularne. Ich jądra stanowią często małe fragmenty muszli małży.

Wskazówka: Onkoidy, jak również skamieniałości, często są lepiej widoczne po polaniu powierzchni skały wodą.

Choć niektóre znalezione okazy mogą być bardzo kuszące, to przed próbą zabrania ich ze sobą, należy upewnić się, że nie są one pod ochroną. Jeżeli nie mamy co do tego pewności, lepiej jest je zostawić na swoim miejscu i zrobić im zdjęcie, niż ryzykować złamanie prawa.

ŹRÓDŁA:

Flügel, E., & Munnecke, A. (2010). Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application. Springer.
 Simmons, M. D., Whittaker, J. E., Jones, R. W., & Hart, M. B. (2000). Orbitolinids from Cretaceous sediments of the Middle East—a revision of the FRS Henson and Associates Collection. Grzybowski Foundation Special Publication, 7, 411–437.

PARKING: 23.1937197N, 57.2012414E

POCZĄTEK SZLAKU: 23.1934472N, 57.2020769E

10

Szlak Balcony Walk

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:

TREKKING
7.5 KM

Szlak "Balcony Walk" to trasa wytyczona wzdłuż kanionu Wadu Ghul. Długość tej trasy to około 7,5 km, a przejście całości zajmuje około 3-4 godziny. Punkt startowy szlaku, jak i całość trasy znajduje się na około 1900 m. n.p.m. Sam szlak jest dobrze oznaczony – czerwono-żółte znaki wymalowane na skałach są dobrze widoczne, przez co łatwo jest się zorientować gdzie należy iść.

W trakcie podróży wzdłuż szlaku można podziwiać nie tylko zapierające dech w piersiach widoki, lecz również przyrzuć się wapieniom i wapieniom marglistym budującym kanion, czy zobaczyć skalę najgłębszego kanionu Półwyspu Arabskiego. Na końcu szlaku zobaczyć można ruiny starej wioski As-sab, gdzie w tym opuszczone domy oraz tarasy uprawne. Na samym końcu znajduje się naturalny zbiornik wodny. To niewielkie jezioro położone jest pod wodospadem i służyło jako zbiornik wodny dla wsi. Dziś oprócz turystów spotkać można tam kozy, doskonale poruszające się po stromych skałach.



Szlak Balcony Walk

Szlak nie jest szczególnie wymagający – większość trasy jest szeroka i niezbyt eksponowana. Zaleca się przejście szlaku w godzinach wczesno porannych, bądź popołudniowych, kiedy to słońce nie świeci już mocno.

Aby dostać się na punkt startowy szlaku, konieczne trzeba tam dojechać samochodem. Droga w większości jest asfaltowa, w szczególności na licznych serpentynach, a w miejscach gdzie droga jest szutrowa jest ona w dobrym stanie, przez co nie jest wymagany samochód terenowy z napędem 4x4.



Szlak Balcony Walk

ŹRÓDŁA:

<https://geoexpro.com/the-best-geological-site-in-the-middle-east> (dostęp: 12.09.2025).

LOKALIZACJA: 23.0358356N, 59.0719333E



Wadi Asz Szabb

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA: 

ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA: 

Wadi Asz Szabb, położone niedaleko miejscowości Tiwi na wschodnim wybrzeżu Omanu, to jedno z najpiękniejszych wadi w kraju. Malowniczy kanion przecina skały gór Al-Hadžar, tworząc krajobraz o niezwyklej urodzie z turkusowymi basenami, zielonymi palmami i wodospadem ukrytym w jaskini. Do wnętrza doliny prowadzi krótka przeprawa łódką, a następnie piesza wędrówka wśród stromych ścian i naturalnych basenów wypełnionych krystalicznie czystą wodą. Miejsce to jest popularne wśród miłośników natury, trekkingu i kąpieli w naturalnych zbiornikach.



Wadi Asz Szabb



Wapiene ściany z krasowymi kawernami

Pod względem geologicznym Wadi Asz Szabb przecina wapienie i margle wieku eoceńskiego, należące do formacji Sur i Hadhramaut. Skały te powstały w płytkim, ciepłym morzu, które istniało tu po zamknięciu oceanu Neotetydy i wyniesieniu gór Al-Hadžar. W wyniku erozji rzecznej oraz procesów tektonicznych powstały głębokie doliny i system jaskiń, z których część do dziś odprowadza wodę ze źródeł krasowych.

ŹRÓDŁA:

Glennie, K.W. (1995). The Geology of the Oman Mountains: An Outline of Their Origin. Elsevier.
Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

ROZDZIAŁ 4

Kras

Kras w Omanie

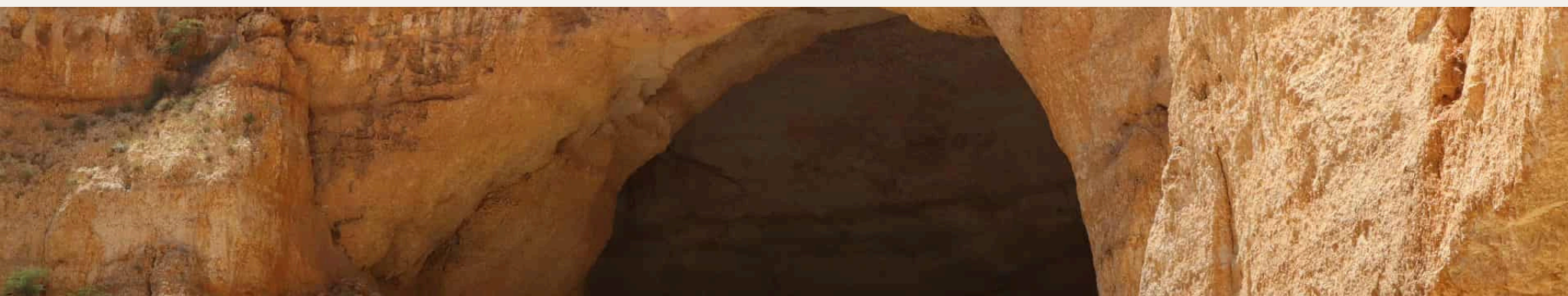
Cofnijmy się o ponad 140 mln lat, do okresu zwanego wczesną kredą, kiedy Oman znajdował się znacznie bliżej równika niż obecnie. W krajobrazie Omanu dominowały wówczas rozległe platformy węglanowe. Z czasem były one stopniowo zalewane przez wody rozwijającego się basenu przedgórskiego. W głębokomorskich warunkach o tropikalnym charakterze dochodziło do szybkiej depozycji osadów i intensywnej produkcji biogenicznej. Pod koniec kredy poziom morza sukcesywnie spadał, tworząc płytkomorskie środowisko morza szelfowego.

Warunki te trwały sprzyjały rozwojowi biocenozy rafowej oraz pelagicznej. Z nagromadzonych szczątków organizmów morskich wykształciły się skały węglanowe, w tym dolomity i wapienie podatne na rozpuszczanie przez wodę zasobną w węglan wapnia.

W neogenie, już w środowisku lądowym, postępująca erozja odsłoniła skały podatne na krasowienie. Tropikalny klimat kontynentalny o wysokiej wilgotności sprzyjał intensyfikacji wietrzenia chemicznego. Tworzyły się szczeliny wraz z systemami drenażowymi, dając początek późniejszym procesom krasowym.

Współczesny rozwój rzeźby krasowej, ze względu na dominację stosunkowo suchych obszarów pustynnych i półpustynnych, uzależniony jest od sezonowych cieków powierzchniowych i deszczy monsunowych. Większość drenażu odbywa się jednak pod ziemią. Woda z powierzchni infiltruje poprzez sieć mikrospękań i szczelin w głąb skał, w których krąży i które z czasem rozpuszcza. Istniejące pustki niekiedy powiększają się do rozmiarów umożliwiających ich penetrację przez człowieka. Wtedy możemy mówić o jaskiniach.

Główne obszary krasowe znane z Omanu występują w pobliżu gór Al-Hadžar, na płaskowyżu Salma (niekiedy nazywanym również platformą Tiwi) oraz na północny wschód od miejscowości Salalah w Dhofar. Jak dotąd w granicach Omanu zinwentaryzowano blisko 200 obiektów jaskiniowych. Przypuszcza się, że w kolejnych latach liczba ta może się znacząco powiększyć. W końcu kto wie ile jaskiń wciąż pozostaje ukrytych gdzieś wysoko w niedostępnych górach, bądź zagrzebana pod pustynnymi piaskami czekając na swoich odkrywców...



ŹRÓDŁA:

- Al-Kindi, M. H., & Hird, R. (2020). A review of natural geological hazards in Oman. *Environmental Earth Sciences*, 79, 381. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09124-x>
- Al-Kindi, M. H., et al. (2022). A guide to the caves of Oman (Arabic edition): The remarkable subterranean world of the Sultanate of Oman. Nomad Publishing.
- Al-Rawahi, Z., & Jones, T. D. (2019). Calcareous nannofossil assemblages of the Late Cretaceous Fiqa Formation, north Oman. *Journal of Micropalaeontology*, 38(1), 25–54. <https://doi.org/10.5194/jm-38-25-2019>
- Golonka, J., Słomka, T., & Waśkowska, A. (2023). *Geologia. Ziemia i procesy egzogeniczne*. Wydawnictwo AGH.

LOKALIZACJA: 23.0812197N, 57.3506411E

11

Jaskinia Al Hoota

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Ciągnące się na ponad 5 km długości korytarze, wykształcone w obrębie górnokredowych wapieni, czynią jaskinię Al Hoota najdłuższą samodzielną jaskinią jaką dotąd odkryto nie tylko w Omanie, ale i na całym Półwyspie Arabskim. W skład podziemnego ekosystemu wchodzi cztery jeziora. Głębokość największego z nich dochodzi do 15 metrów. Na uwagę zasługuje dobrze wykształcona i wciąż aktywna szata naciekowa, wśród której możemy obserwować kilkumetrowe stalagmity, stalaktyty, draperie i kolumny naciekowe o pobudzających wyobraźnię kształtach.

Jaskinia stanowi również miejsce życia wyjątkowych stworzeń. Podziemne wody jaskini szczególnie upodobały sobie ryby z gatunku *Garra barreimiae*. Te smukłe i niewielkie, bo dorastające do 8 cm długości zwierzęta do niedawna można było zobaczyć jedynie w pustynnych wadi



Formy naciekowe w jaskini Al Hoota



Podziemne jezioro

Zjednoczonych Emiratów Arabskich, Omanu i Bahrajnu, dla których ryba jest gatunkiem endemicznym. Zmieniło się to w 1980 roku, kiedy to odnaleziono ich populację w jeziorach jaskini Al Hoota.

Tamtejsze ryby przystosowały się do życia w skrajnie trudnych, jaskiniowych warunkach. Wykształciły się jako ślepa, pozbawiona pigmentu forma, o łuskach silnie zredukowanych w porównaniu do ich krewniaków żyjących na powierzchni.

ŹRÓDŁA:

<https://www.atlasobscura.com/places/al-hoota-cave> (dostęp 25.09.2025).

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Tafone> (dostęp 25.09.2025).

Bruthans, J., et al. (2018). Origin of honeycombs: Testing the hydraulic and case hardening hypotheses. *Geomorphology*, 303, 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.12.008>

Corocznie jaskinię odwiedza ponad 40 tys. spragnionych wrażeń turystów. Z myślą o nich udostępniono 500-metrową podziemną trasę turystyczną w formie pętli dostępną z przewodnikiem. Zgodnie z zasadami turystyki zrównoważonej, trasa została wyposażona w zaawansowany system oświetlenia. Pozwala on sterować światłem włączając je w trakcie zwiedzania lub wyłączając na czas nieaktywności. Dzięki takiemu rozwiązaniu zwierzęta zamieszkujące jaskinię nie są niepotrzebnie niepokojone. Dodatkowo zapobiega ono również powstawaniu tzw. flory lampowej, która może prowadzić do zaburzeń w ekosystemie i niepożądanych zmian w mikroklimacie jaskini. A ten jest wyjątkowy. Podziemna izolacja w połączeniu ze stałą cyrkulacją powietrza sprawiły, że w jaskini niezależnie od pory roku panuje stała temperatura 20°C.



Trasa turystyczna w jaskini Al Hoota



Trasa turystyczna w jaskini Al Hoota

Od sezonowych zmian uzależniony jest natomiast poziom podziemnych jezior, które zasilane są głównie przez wody gruntowe oraz opadowe. Po ulewnych deszczach, głównie w sezonie monsunowym, poziom wody w podziemnych jeziorach może gwałtownie wzrosnąć. Częściowo zalewane zostają wówczas korytarze, jak i niżej położona infrastruktura, co prowadzi do czasowego zamykania jaskini dla zwiedzających. Zjawisko to, choć niebezpieczne, jest niezbędne do utrzymania prawidłowej równowagi tego wyjątkowego, podziemnego ekosystemu.

ŹRÓDŁA:

<https://web.archive.org/web/20151208140221/http://www.arkive.org/omani-blind-cave-fish/garra-barreimiae/> (dostęp 25.09.2025)
<https://www.muscatdaily.com/2025/01/02/al-hoota-cave-witnesses-visitor-surge-with-new-attractions/> (dostęp 25.09.2025)
<https://www.alhootacave.om/the-cave/> (dostęp 25.09.2025)
<https://omanwanderlust.com/al-hoota-cave-omans-show-cave/> (dostęp 25.09.2025)
<https://www.showcaves.com/english/om/showcaves/AlHoota.html> (dostęp 25.09.2025)
Różowicz, A. (2006). Wpływ oświetlenia na zmiany szaty naciekowej w jaskiniach. W POOMT 2006: Proceedings of the II Conference (4–6 października 2006, Krasiczyn, Polska).

POCZĄTEK TRASY PIESZEJ: 22.8861319N, 59.1323728E

LOKALIZACJA JASKINI: 22.8638678N, 59.1367803E

12

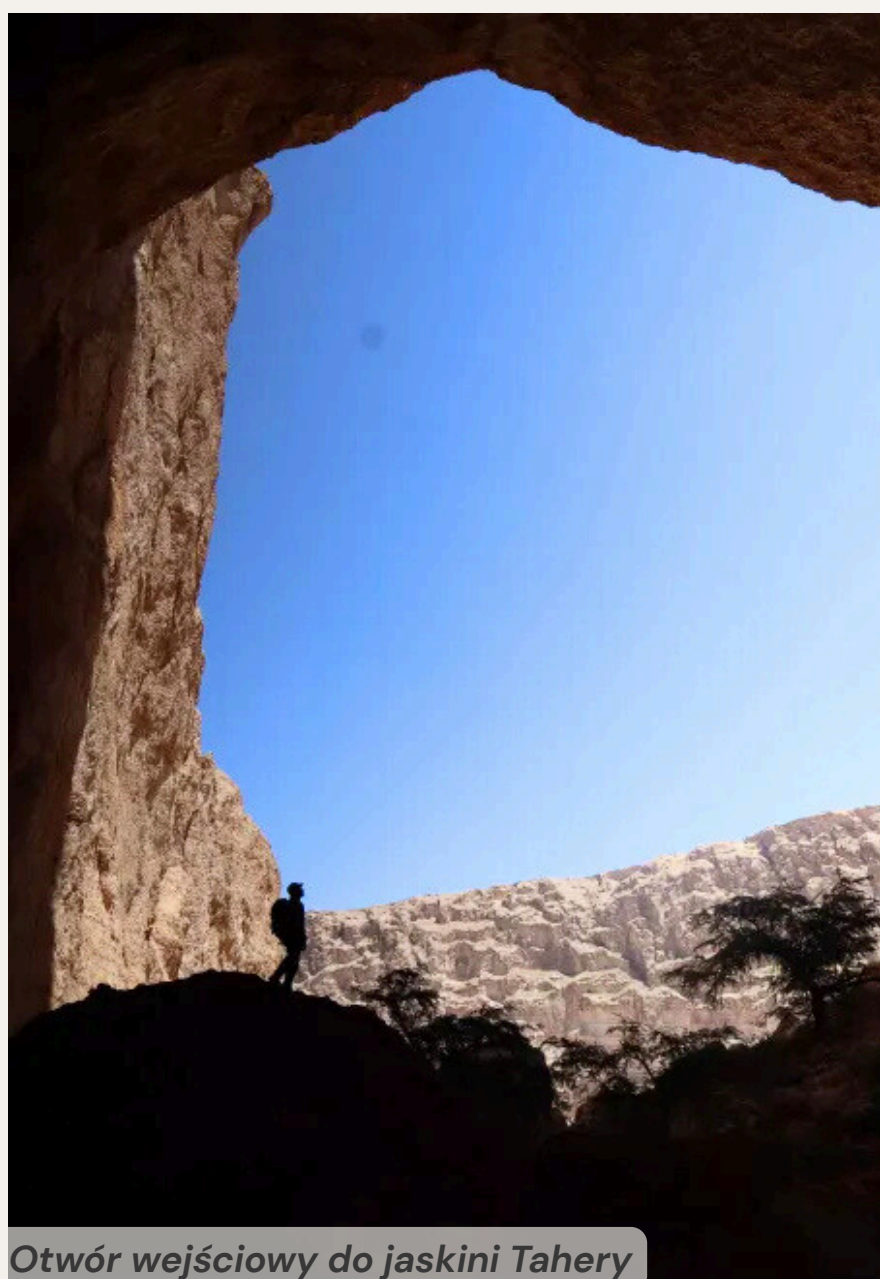
TREKKING
8.2 KMKONIECZNE AUTO
TERENOWE

Jaskinia Tahery

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Otwór wejściowy do jaskini Tahery

Jaskinia Tahery wchodzi w skład większego systemu jaskiniowego, tzw. 7th Holes Cave, stanowiąc jednocześnie jego najniższy położony fragment. W czasie powodzi i intensywnych opadów wejście do jaskini Tahery pełni funkcję odpływu dla wód. Wezbrana woda spływając ze stromych stoków gór, a następnie przechodząc przez wyższe partie systemu jaskiniowego, niesie ze sobą wydarty po drodze materiał skalny. Dowodem na to są liczne, nieraz kilkumetrowe gązdy, tkwiące w spągu jaskini, a także namulisko o charakterze piaszczysto-żwirowych osadów okresowo nanoszonych przez wodę. Wapienne skały ulegały powtarzającej się erozji, sukcesywnie rozszerzały się i kształtowały do obecnych rozmiarów jaskiniowe korytarze, jak i otwór wejściowy. Proces ten wciąż trwa, a gwałtowne powodzie stanowią śmiertelne zagrożenie. Warto o tym pamiętać planując jaskiniową wycieczkę w te okolice.

Płaskowyż Salma znany jest każdemu miłośnikowi ekstremalnych przygód. Nie brakuje tu bowiem spektakularnych jaskiń, jak chociażby jaskinia Tahery (Al Tahiri). Aby się tam dostać, należy pokonać dwugodzinny odcinek szlaku, który wiedzie wzdłuż kanionu. Samą jaskinię trudno przeoczyć. O jej imponujących rozmiarach świadczą rosnące w środku drzewa, ledwie widoczne w tle wysokiego na ponad 20 metrów otworu wejściowego. A jak doszło do jego powstania? Przyczyniły się do tego częste dla tego regionu powodzie błyskawiczne.



Stalagmity w jaskini Tahery

ŹRÓDŁA:

<https://omantripper.com/tahery-cave/> (dostęp 25.09.2025)
https://en.wikipedia.org/wiki/Majlis_al_Jinn (dostęp 25.09.2025)

Jaskinia Tahery udostępniona jest do samodzielnej eksploracji. Znakowany szlak doprowadza w okolice wylotu jaskini. W głębszych częściach niezbędne jest własne źródło światła. Jaskiniowe korytarze posiadają w większości rozwinięcie poziome, są przestronne i stosunkowo łatwe do poruszania się. Należy jednak uważać na liczne, głębokie szczeliny, w które łatwo wpaść. Trudniejsze technicznie fragmenty zostały zaporęczowane, bądź wyposażone w podwieszane drabinki. Zachowanie orientacji ułatwiają odblaskowe oznaczenia. Jaskinia polecana jest dla osób posiadających wcześniejsze doświadczenie z nieturystycznymi jaskiniami. Penetracja głębszych partii wymaga zaawansowanych umiejętności z zakresu speleologii i wspinaczki oraz specjalistycznego sprzętu.



Jaskinia Tahery

W odległości niespełna siedmiu kilometrów od jaskini Tahery zlokalizowana jest jaskinia Majlis al Jinn. To właśnie tu w 1983 roku dokonano sensacyjnego odkrycia. Zjeżdżając 118 metrów po linie, w głąb skalnej rozpadliny, W. Don Davison dotarł na dno olbrzymiej, podziemnej komory, liczącej 4 miliony metrów sześciennych objętości. Na tamte lata klasyfikowało to ją na drugim miejscu wśród największych komór jaskiniowych świata.

Jaskinia z miejsca zyskała rozgłos w speleologicznym świecie. Odtąd nazywano ją Majlis Al Jinn, co w języku omańskim oznacza dosłownie miejsce spotkań dżinów.

ŹRÓDŁA:

<https://omantripper.com/tahery-cave/> (dostęp: 25.09.2025).
https://en.wikipedia.org/wiki/Majlis_al_Jinn (dostęp 25.09.2025)

LOKALIZACJA: 23.0358356N, 59.0719333E

13

Lej zapadliskowy w Bimmah

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Legenda głosi, że w zamierzchłych czasach spadająca gwiazda uderzyła z niewyobrażalną siłą w równinę oddzielającą ocean od urwistych szczytów gór Al-Hadżar. Tak powstało "zielone oko" Omanu . Prawda jest zgoła inna, lecz nie mniej fascynująca. Lej w Bimmah to modelowy przykład zapadliska krasowego. Powstał w wyniku rozpuszczania wapiennych skał wieku eoceńskiego. Ich duża porowatość sprzyja zachodzeniu procesów krasowych. Ich następstwem było zapadnięcie się (kolaps) powierzchniowej warstwy skał, które w przeszłości stanowiły strop jaskini.



Lej zapadliskowy w Bimmah



Lej zapadliskowy w Bimmah

Tym sposobem wytworzył się szeroki na 70 metrów lej o głębokości 20 metrów, który szybko wypełniła woda o wysokiej przejrzystości. Co ciekawe, woda ma lekko słonawy posmak, będący konsekwencją mieszania się słodkiej wody opadowej ze słoną wodą morską. Dzieje się tak, ponieważ wody morskie infiltrują przez system podziemnych kanałów krasowych, które łączą zapadlisko z Zatoką Omańską.

ŹRÓDŁA:

<https://www.ghmhotels.com/en/blog-ghmjournneys/oman/the-tale-of-the-falling-star-of-oman/> (dostęp 25.09.2025)
Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

ROZDZIAŁ 5

Pustynia Wahiba Sands

PUSTYNIA WAHIBA SANDS: 22.3854689N, 58.7051306E

14

KONIECZNE AUTO
TERENOWE

Budowa geologiczna

Pustynia Wahiba Sands w północno-wschodnim Omanie wyróżnia się ciepłymi barwami piasku – od żółci i ochry po pomarańcz i czerwień. Barwy te mogą zmieniać się w zależności od kąta padania światła. Kolory wynikają z obecności cienkich powłoczek tlenków żelaza, głównie hematytu i limonitu, powlekających ziarna kwarcu.

Podłoże pustyni tworzą starsze wapienie, dolomity i piaskowce, które całkowicie przykrywa gruba, nawet dwustumetrowa warstwa luźnych piasków. Osady te powstały z materiału nanoszonego przez rzeki i systemy wadi z gór Al-Hadžar, a następnie przez tysiące lat były przemieszczane i kształtowane przez wiatr. Grubość warstwy piasku w niektórych miejscach sięga nawet 200 metrów, co czyni tę pustynię jedną z najbardziej miększych formacji piaskowych na Półwyspie Arabskim.



Ripplemarki



Kolory pustyni Wahiba Sands.

Pod warstwą luźnych piasków, w skalnym podłożu pustyni, występują poziomy wodonośne – w znacznej mierze reliktowe, powstałe w czasach, gdy klimat regionu był bardziej wilgotny niż obecnie.

ŹRÓDŁA:

Gheith, A., et al. (2021). Petrography and heavy minerals analysis for recognition of the depositional history of the Wahiba Sand Sea, Sultanate of Oman. *Arabian Journal of Geosciences*, 14, 1444. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07790-0>
Pease, P. P. (1999). Mineralogical characterization and transport pathways of dune sand using Landsat TM data, Wahiba Sand Sea, Sultanate of Oman. *Geomorphology*, 29(3–4), 235–249. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(99\)00029-X](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(99)00029-X)

PUSTYNIA WAHIBA SANDS: 22.3854689N, 58.7051306E

14

KONIECZNE AUTO
TERENOWE

Formy eoliczne

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Pustynia Wahiba Sands imponuje różnorodnością form eolicznych, które kształtują jej charakterystyczny krajobraz. Najbardziej uderzające są rozległe, wydłużone wydmy tworzące długie, równoległe grzbiety piaskowe, rozwinięte zgodnie z dominującym kierunkiem wiatru N–S. Wydmy te wykazują wyraźnie zaznaczone stoki dowietrzne i zawietrzne, które podkreślają kierunek transportu piasku i świadczą o intensywnej aktywności eolicznej. W wielu miejscach tworzą one rozbudowane systemy połączonych grzbietów, mogących rozciągać się na dziesiątki kilometrów, nadając pustyni falisty, rytmiczny wygląd.

Lokalnie występują także mniejsze formy, powstałe w wyniku zmiennych warunków transportu piasku, takie jak nagromadzenia u podstaw wydym czy drobne depozyty pojawiające się tam, gdzie przepływ powietrza ulega zakłóceniu, na przykład w obecności roślin (nebkha). Struktury te odzwierciedlają lokalne zmiany siły wiatru oraz ilości dostępnego materiału eolicznego, ukazując złożoność procesów kształtujących powierzchnię pustyni. Różnorodność tych form jest nie tylko wynikiem współczesnej dynamiki wiatru, lecz także zapisem zmian klimatycznych, które w przeszłości wpływały na aktywność i stabilizację wydym. Z tego powodu Wahiba Sands stanowi wyjątkowy przykład obszaru, w którym procesy sedymentacji eolicznej są wyraźnie odzwierciedlone w krajobrazie.

Lokalnie występują także mniejsze formy, powstałe w wyniku zmiennych warunków transportu piasku, takie jak nagromadzenia u podstaw wydym czy drobne depozyty pojawiające się tam, gdzie przepływ powietrza ulega zakłóceniu, na przykład w obecności roślin (nebkha). Struktury te odzwierciedlają lokalne zmiany siły wiatru oraz ilości dostępnego materiału eolicznego, ukazując złożoność procesów kształtujących powierzchnię pustyni.

Różnorodność tych form jest nie tylko wynikiem współczesnej dynamiki wiatru, lecz także zapisem zmian klimatycznych, które w przeszłości wpływały na aktywność i stabilizację wydym. Z tego powodu Wahiba Sands stanowi wyjątkowy przykład obszaru, w którym procesy sedymentacji eolicznej są wyraźnie odzwierciedlone w krajobrazie.



Wydmy podłużne



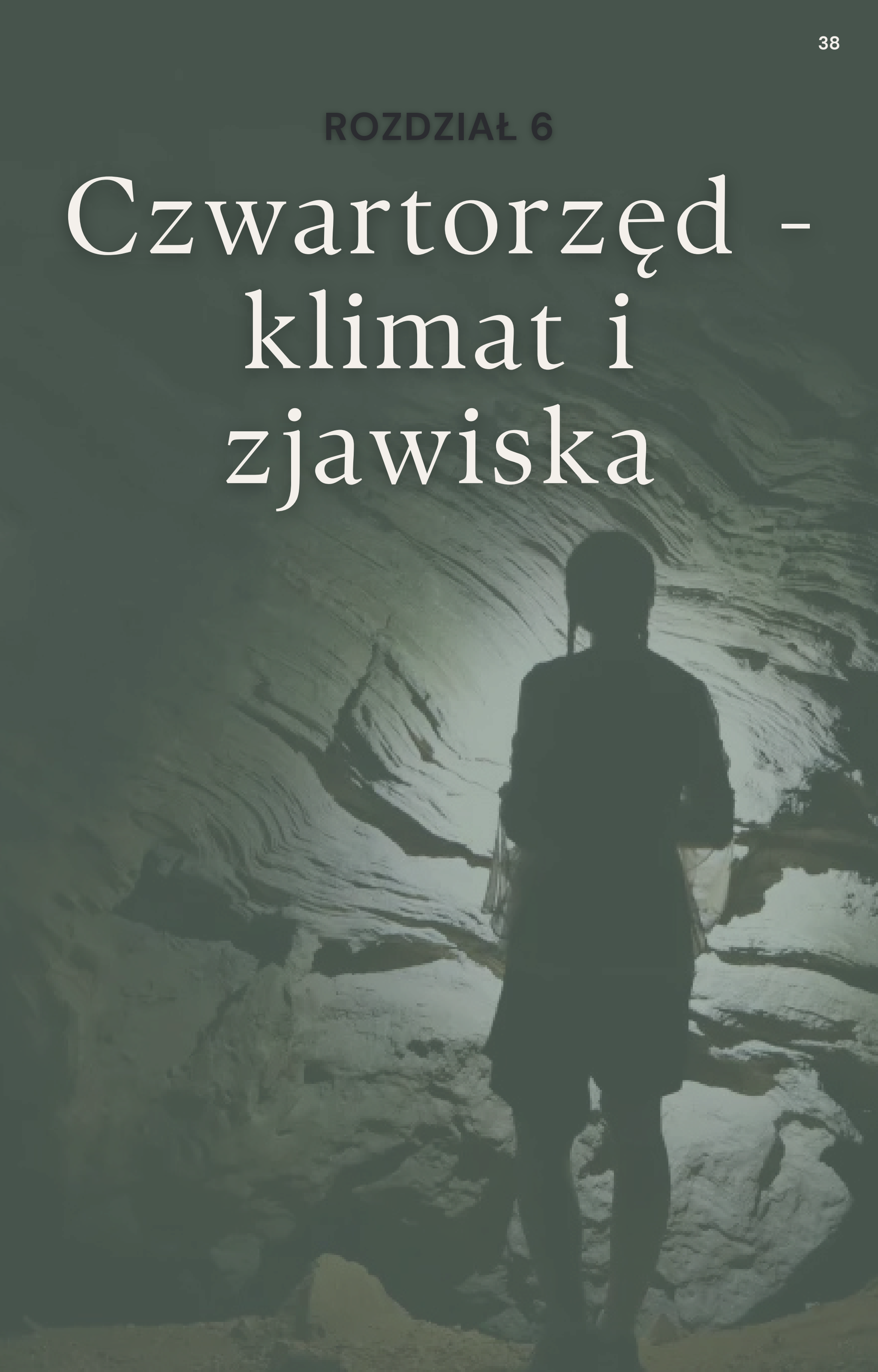
Nebkha

ŹRÓDŁA:

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

ROZDZIAŁ 6

Czwartorzęd - klimat i zjawiska



LOKALIZACJA: 22.8669444N, 59.2341667E

15



Ślady tsunami

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Skaliste wybrzeże Zatoki Omańskiej



Imbrykacja bloków wapieni



Drążenia w wapiennych blokach

Wzdłuż wybrzeża na krawędzi klifów możemy obserwować znacznych rozmiarów (do kilku metrów długości) ostrokrawędziste bloki. Znajdują się w odległości kilkunastu metrów od linii brzegowej oraz kilka metrów ponad obecnym poziomem morza. Litologicznie reprezentują one głównie wapień wieku eoceńskiego. Są one skrasowiałe i zawierają przejawy bioerozji. Pokryte są morską fauną osiadłą (tzn. sesylną), która reprezentowana jest głównie przez ostrygi, łódkonogi, ślimaki, mszywioly, fragmenty koralowców oraz drążenia małży z rodzaju *Lithophaga* sp.

Kształt bloków, ich pozycja na stosunkowo "wyczyszczonej" powierzchni skalistego wybrzeża, jak również pochyłe ułożenie jeden na drugim (imbrykacja) i obrócenie bloków (o którym świadczy odwrócone położenie powierzchni z bioerozją), sugeruje że są one efektem działania fal sztormowych lub tsunami. Po ich znacznych rozmiarach w porównaniu do współcześnie obserwowanych produktów działania sztormów można skłaniać się ku hipotezie, iż jest to zapis dawnego tsunami.

Tsunami w tym regionie mogą być związane z obecnością strefy subdukcji wybrzeża Makranu, określającej północną granicę płyty arabskiej.

ŹRÓDŁA:

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

LOKALIZACJA: 52.123 N, 34.123 E

16

Kopalne rafy koralowe

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Wzdłuż wybrzeża możemy obserwować terasy nadmorskie, czyli szereg platform wciętych w wapienie wieku eoceńskiego. Ich geneza związana jest z wahaniami poziomu morza oraz ruchami poziomymi skorupy ziemskiej, a co za tym idzie – zmieniającymi się warunkami erozji i kumulacji osadów. Terasy są przecięte erozyjnie przez dolinę wadi. Skutkuje to występowaniem w profilu klifu sukcesji naprzemianległe odstawiających się utworów morskich oraz lądowych wieku czwartorzędowego, wykształconych jako naprzemianległe sekwencje osadowe raf koralowych oraz zlepieńców.



Kopalne rafy koralowe

Koralowce są zachowane w pozycjach przyżyciowych. Ich szkielety silnie się rozgałęziają, a przestrzenie porowe między nimi są wypełnione drobnoklastycznym osadem świadczącym o dosyć intensywnej dostawie materiału z lądu. Utwory te zawierają liczne ślady działalności organizmów, w tym drążenia skałotoczy.

Zlepieńce gruboklastyczne są pochodzenia fluwialnego, związanego z działalnością akumulacyjną epizodycznych rzek, przepływających przez dolinę wadi.

Ta sukcesja sedymentacyjna stanowi unikalny zapis wpływu ruchów eustatycznych oraz neotektoniki na zmiany poziomu morza w czwartorzędzie.



Zlepieńce nad rafami koralowymi

ŹRÓDŁA:

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.
Mattern, F., Moraetis, D., Abbasi, I., Al-Shukaili, B., Scharf, A., Claerboudt, M., Looker, E., Al-Haddabi, N. & Pracejus, B. (2018) Coastal dynamics of uplifted and emerged Late Pleistocene near-shore coral patch reefs at Fins (eastern coastal Oman, Gulf of Oman). Journal of African Earth Sciences, 138, 192–200, <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.018>.

LOKALIZACJA: 23.6191106N, 58.4807431E

17

Lasy namorzynowe

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:

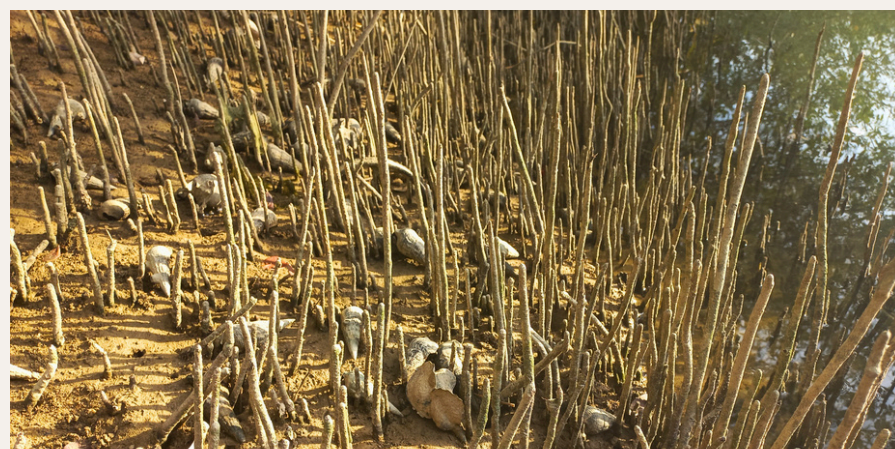


Lasy namorzynowe (mangrowia) w Omanie stanowią niezwykle ważny, choć niewielki, ekosystem przybrzeżny. Są one kluczowym elementem bioróżnorodności i ochrony wybrzeży w tym pustynnym kraju. Mimo niewielkich rozmiarów, pełnią kluczowe funkcje ekologiczne. Ich skomplikowane systemy korzeniowe stabilizują linię brzegową, redukują erozję i stanowią naturalną barierę chroniącą przed skutkami sztormów tropikalnych i cyklonów, które regularnie nawiedzają wybrzeże Omanu.

Są to również niezwykle ważne tereny lęgowe i żerowiska dla wielu gatunków morskich i przybrzeżnych. Stanowią one schronienie dla wielu gatunków ptaków, ryb, skorupiaków i mięczków. Namorzyny są również kluczowym siedliskiem dla ptaków, w tym gatunków lęgowych i wędrownych.



Halofitowe zarośla (Salicornia sinus-persica)



Korzenie oddechowe (pneumatofory) mangrowca białego (Avicennia marina)



Ujście rzeki w rezerwacie Qurm

Rezerwat Przyrody Qurm położony w sercu Maskatu, jest to jeden z największych i najważniejszych naturalnych obszarów namorzynowych we wschodniej części Półwyspu Arabskiego. Został uznany za obiekt chroniony przez konwencję ramsararską (o znaczeniu międzynarodowym dla siedlisk wodno-błotnych). Rezerwat Qurm jest estuarium i obszarem mokradłowym położonym wokół ujścia rzeki, Wadi Ada. Składa się z plaż, wydmy przybrzeżnych, równi pływowych i aluwialnych, gdzie mieszają się wody słodkie i słone.

ŹRÓDŁA:

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

ROZDZIAŁ 7

System irygacyjny afladż



LOKALIZACJA: 22.9230292N, 57.6678419E

18

Kanały irygacyjne

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA: ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA: 

Stare omańskie przysłowie mówi: “mieszkaj przy wodzie i nie pytaj o utrzymanie”. Wiedziano o tym blisko 4,5 tys. lat temu. Przypuszcza się, że podczas gdy w Egipcie wznoszono pierwsze piramidy, w Królestwie Magan (dzisiejszy Oman), narodził się pomysł stworzenia systemu kanałów irygacyjnych o wspólnej nazwie afladż. Słowo afladż wywodzi się z języka arabskiego. To liczba mnoga od falaj, który znaczy tyle co „dzielić na równe części”. Ideą kanałów było, by płynąca nimi woda była właśnie dzielona po równo. Nad sprawiedliwym podziałem zawsze czuwali dwaj pomocnicy nadzorcy, nie wiedząc jeszcze, że tworzą właśnie zaczątki zrównoważonej gospodarki.

Do budowy systemu afladż wykorzystano grawitację i zróżnicowaną rzeźbę terenu. W ten sposób wodę początkowo drenowano z wadi aktywowanych przez opady deszczu. Dopiero później nauczono się korzystać z podziemnych źródeł, z których woda trafiała wprost na pola uprawne, czy do gospodarstw domowych. Dawne tereny borykające się z suszami zastąpiły oazy, wzrósł komfort życia mieszkańców. Ochrona oraz renowacja kanałów leżały w interesie lokalnych wspólnot, co dodatkowo zacieśniało więzi międzyludzkie.



Kanał irygacyjny, część systemu afladż.

Szacuje się, że do dziś wciąż funkcjonuje 3017 afladżów o łącznej długości 2900 km. Dystrybucja wody wśród społeczności tak jak przed wiekami odbywa się w cyklu wodnym (5 do 21 dni). Z jedną zasadniczą różnicą. Patrzenie w gwiazdy i zegary słoneczne niegdyś niezbędne do liczenia cykli zastąpił smartfon.

ŹRÓDŁA:

<https://podroze.onet.pl/ciekawe/systemy-nawadniania-typu-afladz-oman-unesco-informacje-zasada-dzialania/vxqvvf2> (dostęp: 25.09.2025)

https://pl.wikipedia.org/wiki/Systemy_irygacyjne_afladz_w_Omanie (dostęp: 25.09.2025)

Bandyopadhyay, S., & Mershen, B. (2022). Falaj communities in Oman: A case for local governance? *Journal of Material Cultures in the Muslim World*, 3(1), 6–47. <https://doi.org/10.1163/26666286-12340028>

GAJE PALMOWE: 22.9225961N, 57.6771150E

19

OPUSZCZONE MIASTO: 22.9252017N, 57.6734483E

20

Birkat al Mawz

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA: ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA: 

W okresie swojej świetności osada z uwagi na lokalizację uważana była za swego rodzaju prestiżową. Stawiane domy były często piętrowe, pełne zdobień. Mieszkali tutaj ludzie bardziej zamożni. Od drugiej połowy XX w., po serii bombardowań przeprowadzonych w trakcie tzw. wojny górskiej, część domostw pozostała bezpowrotnie opuszczona. Wiele dachów zapadło się. Ostatni mieszkańcy Harat al Sibani przenieśli się z wioski do większych miast na fali modernizacji i rozwoju infrastruktury lat 90-tych.

*Birkat al Mawz**Gaje daktylowe oraz widok na antyklinę*

Jednym z miejsc, w którym możemy zobaczyć wciąż sprawny aflaj jest Birkat al Mawz. W 2016 roku tutejszy system kanałów irygacyjnych wraz z pozostałymi czterema rozszanymi po różnych zakątkach Omanu trafił na listę światowego dziedzictwa UNESCO.

Birkat al Mawz przez Omańczyków bywa nazywane bananowym jeziorem. Trafnie oddaje to klimat wszechobecných gajów palmowych. Wśród uprawianych gatunków dominują bananowce oraz daktylowce, których owoce zwykle poddaje się suszeniu. Znad zielonych pióropuszy palm wyłaniają się kopułowo wygięte wapienie platformowe tworzące malowniczą antyklinę, u stóp której wznoszą się ruiny opuszczonego miasta z XVII w. – Harat al Sibani.

ŹRÓDŁA:

https://pl.wikipedia.org/wiki/Systemy_irygacyjne_aflad%C5%BC_w_Omanie (dostęp: 25.09.2025)

<https://idziemydalej.pl/birkat-al-mouz-bananowe-jeziro/> (dostęp: 25.09.2025)

Shankar, R., & Sebastian, S. (2019). Traditional settlements at Birkat-al-Mouz, Oman: Heritage study and documentation. University of Nizwa.

ROZDZIAŁ 8

Architektura i budownictwo



LOKALIZACJA PARKINGU: 23.2125867N, 56.9620564E
LOKALIZACJA GROBOWCÓW : 23.2164892N, 56.9620461E

21



Jebel Misht: grobowce z epoki brązu

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Grobowce z epoki brązu oraz góra Jebel Misht.



Blisko 4 tysiące lat przed naszą erą, odszar dzisiejszego Omanu zamieszkiwały różne grupy osadnicze. Wciąż w niektórych miejscach można znaleźć ich ślady.

Nieopodal góry Jebel Misht znajduje się skupisko tolosów (czyli grobowców w kształcie koła) w Al-ayn. Jest ono najlepiej zachowanym z trzech stanowisk tego typu w Omanie wpisanych na listę UNESCO w 1988 roku, zaraz obok grobowców w Bat oraz Al-Khutm. Od 1980 stanowiska te są pod ochroną prawną Sułtanatu Omanu.

Widoczna na zdjęciu góra Jebel Misht to tzw. "omańskich egzotyk" — izolowany masyw wapienny, który wyróżnia się litologicznie na tle otaczających jej struktur. Budują go w większości płytkowaone triasowe wapienie rafowe. Interepretuje się je jako rafy powstałe na powierzchni guyotu, czyli góry będącej pozostałością podwodnego wulkanu, która znajdowała się kilka kilometrów od brzegu kontynentu arabskiego. Ten i inne egzotyki nie tworzą ciągłych pokryw, zostały one „wciśnięte” pomiędzy inne jednostki w czasie procesów tektonicznych. Jebel Misht stanowi wyjątkowy przykład dawnych procesów morskich i tektonicznych w tym regionie.

Obecnie na obszarze Al-ayn nie prowadzone są żadne prace konserwatorskie ani ochronne. Realnym zagrożeniem więc jest użycie kamienia, z którego zbudowane są tolosy, przez lokalną ludność dla własnych potrzeb.

ŹRÓDŁA:

<https://whc.unesco.org/en/list/434/> (dostęp 12.09.2025).

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

Searle, M. (2014). Preserving Oman's geological heritage: Proposal for establishment of World Heritage Sites, National GeoParks and Sites of Special Scientific Interest (SSSI). Geological Society Special Publication, 392, 15–36. <https://doi.org/10.1144/SP392.2>

LOKALIZACJA: 22.7876661N, 57.5989019E 

Harat Al Bilad

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:   ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:   

Harat Al Bilad to otoczone murami ruiny dawnego miasta znajdujące się w oazie Manah. Stanowi ono przykład ufortyfikowanego miasta, otoczonego kamiennymi oraz ceglanyymi murami. Można było do niego wejść przez cztery bramy, z czego brama północna (Bab Al-Burj) oraz południowa (Bab Al-Nasr) strzeżone były przez wysokie, kamienne wieże.

Przed rozpoczęciem prób konserwacji przez Omańskie Ministerstwo Dziedzictwa i Kultury na początku XXI wieku, miasto Harat Al Bilad było opustoszałe, przez co popadło w ruinę. Obecnie pracami konserwatorskimi objęte są rejony północnej bramy, trzech meczetów oraz wybranych domostw. W pozostałych częściach miasta nie są prowadzone znaczące prace konserwacyjne.



Opuszczone miasto Harat al Bilad



Opuszczone miasto Harat al Bilad

Materiał użyty do wzniesienia zabudowań Harat al-Bilad pochodzi niemal w całości z lokalnych surowców. Ściany domów czyi murów obronnych wzniesiono z wapieni pochodzących z okolicznych wychodni skał gór Al-Hadžar, łączonych zaprawą z mułu i gliny pozyskiwanej z pobliskiej oazy. Przypatrując się z bliska ścianom, można w nich zobaczyć drobne muszle ślimaków. Gliniane cegły suszono na słońcu, co nadawało im charakterystyczny, ciepły kolor oraz dobrą izolację cieplną.

ŹRÓDŁA:

<https://haratalbiladmanah.co.uk> (dostęp 09.09.2025).

LOKALIZACJA: 22.9644442N, 57.3007125E 

Fort Bahla

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:  ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA: 

Oman bywa nazywany krajem tysiąca fortów – i nie bez powodu. W niemal każdym mieście i oazie można znaleźć pozostałości dawnych fortyfikacji, które przez wieki pełniły nie tylko funkcje obronne, ale także administracyjne. Stanowiły one centra lokalnych władz, chroniły szlaki handlowe oraz osady przed najazdami i kontrolowały dostęp do źródeł wody.

Jednym z najważniejszych i najlepiej zachowanych obiektów tego typu jest Fort Bahla, położony u stóp masywu Jebel Akhdar w północnej części gór Al-Hadżar. Fort ten był pierwszym zabytkiem Omanu wpisanym na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO w 1987 roku, co podkreśla jego wyjątkowe znaczenie historyczne i architektoniczne.



Fort Bahla – wpisany na listę światowego dziedzictwa UNESCO

Cały kompleks zajmuje powierzchnię kilku hektarów i otoczony jest potężnymi murami o długości około 13 km, zbudowanymi z ubitej gliny, które obejmują zarówno sam fort, jak i przyległe zabudowania oazy. Charakterystyczne są jego wieże strażnicze, masywne bramy oraz system wewnętrznych dziedzińców, które pełniły funkcje mieszkalne, magazynowe i religijne. W obrębie fortu znajduje się również meczet oraz pozostałości dawnych warsztatów i pomieszczeń gospodarczych.

ŹRÓDŁA:

<https://whc.unesco.org/en/list/433> (dostęp: 12.09.2025).

<https://www.onceinalifetimejourney.com/once-in-a-lifetime-journeys/middle-east/visiting-bahla-fort-omans-only-unesco-fort> (dostęp: 13.09.2025).

ROZDZIAŁ 9

Turystyka zrównoważona



PUSTYNIA WAHIBA SANDS: 22.3854689N, 58.7051306E 14



Turystyka na obszarze pustynnym

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA: 
ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA: 



Wioska Beduinów

Po Wahiba Sands można poruszać się na kilka sposobów, które pozwalają zwiedzać pustynię i doświadczać jej wyjątkowego krajobrazu. Do najpopularniejszych należą wycieczki samochodami terenowymi lub quadami po wydmach, spacery i trekkingi po pustyni oraz przejażdżki na wielbłądach. To właśnie te ostatnie oferują najbliższy kontakt z tradycyjnym stylem życia Beduinów i pozwalają odwiedzającym poczuć autentyczną atmosferę pustyni, podczas przemierzania miejsca niedostępnych dla pojazdów mechanicznych.

Dla lokalnych mieszkańców, zwłaszcza plemion Beduinów, wycieczki na wielbłądach stały się istotnym źródłem dochodu. Często oferują oni również noclegi w tradycyjnych obozach namiotowych. Dzięki temu mogą utrzymywać swoje rodziny, promować tradycyjny styl życia i rzemiosło, a także zachować lokalne zwyczaje kulturowe w obliczu rosnącego zainteresowania turystów. W praktyce turystyka ta integruje doświadczenie przyrodnicze z wsparciem lokalnej społeczności, zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju.



Wioska Beduinów

ŹRÓDŁA:

Al-Oun, S., & Al-Homoud, M. (2008).The potential for developing community-based tourism among the Bedouins in the Badia of Jordan. Journal of Heritage Tourism, 3(1), 36–54. <https://doi.org/10.1080/1743873X.2008.9701249>

LOKALIZACJA REZERWATU: 22.4214483N, 59.8344589E

24

Rezerwat żółwi

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Ras Al Jinz, położony na najbardziej wysuniętym na wschód cyplu Omanu, nad Morzem Arabskim, to jedno z najważniejszych na świecie miejsc lęgowych żółwia zielonego. Tysiące samic wraca tu co roku, aby złożyć jaja w miękkim piasku plaż. Rezerwat, utworzony w 1996 r., jest częścią większego obszaru chronionego Ras Al Jinz Turtle Reserve i stanowi połączenie nauki, ochrony przyrody oraz ekoturystyki.

Oman od dawna był świadomy znaczenia swoich plaż dla żółwi morskich. Pierwsze badania prowadzone w Ras Al Jinz rozpoczęły się w latach 70., a w 1982 r. region zyskał międzynarodowy rozgłos dzięki raportowi J.P. Rossa i M.A. Barwaniego. Od tego czasu Oman stał się liderem ochrony żółwi w regionie, rozwijając programy monitoringu i edukacji. Rezerwat bywa wskazywany jako potencjalny kandydat na listę Światowego Dziedzictwa UNESCO.

Żółw zielony oświetlony czerwonym światłem



Największą atrakcją tego miejsca są nocne obserwacje żółwi z przewodnikiem. Niestety, duża liczba turystów na niewielkim odcinku plaży może stresować zwierzęta i prowadzić do przypadkowego zdeptania ich przez turystów.

Przewodnicy starają się ograniczać negatywny wpływ człowieka m.in. zakazując używania fleszy, jednak sama obecność dużej grupy i sprzętu wciąż może być dla żółwi obciążająca. Ślady w piasku sugerują, że część samic przerywa składanie jaj, gdy w pobliżu znajdują się ludzie.

Choć idea miejsca zakładała ochronę żółwi, w praktyce wyzwaniem pozostaje znalezienie równowagi między turystyką a potrzebami tych niezwykłych zwierząt.

Żółw zielony oświetlony czerwonym światłem



ŹRÓDŁA:

<https://www.rasaljinz-turtlereserve.com> (dostęp: 01.09.2025).
<https://whc.unesco.org/en/tentativelists> (dostęp: 01.09.2025).

Świadome plażowanie

Plaże Omanu to nie tylko miejsca wypoczynku, lecz także złożone ekosystemy. Między wydhami a linią fal żyją żółwie morskie, kraby, rybitwy, drobne skorupiaki, mięczaki oraz rośliny przystosowane do zasolonego, ruchomego piasku. Przybrzeżne skały porastają charakterystyczne pąkle, a obok nich występują małże ostrygowe, stożkowate ślimaki *Patella* i masywne muszle chitonów. W piasku pełno jest pokruszonych muszli, znajdziemy też całe muszle małży i ślimaków oraz fragmenty szkieletów koralowców i gąbek. W miejscach okresowo przykrywanych przez wodę zobaczyć można także ukwiały.

Ten delikatny układ zależności łatwo zaburzyć. Kilkadziesiąt osób spacerujących po zmroku może zniszczyć nory krabów czy strefy składania jaj ryb i żółwi. Dlatego w Omanie obowiązuje zakaz używania fleszy, płoszenia zwierząt i pozostawiania odpadków.



Pąkle (różowe), chitony (ciemne) i ostrygi (lewy górny róg)

Warto trzymać się wyznaczonych ścieżek, nie podchodzić do ptaków brodzących przy wodzie ani do nor krabów. Ograniczenie światła po zmroku, unikanie hałasu i stosowanie biodegradowalnych kosmetyków realnie wspiera kondycję ekosystemu. W obszarach chronionych, takich jak Ras Al Hadd czy Khawr Al Baleed, ochrona przyrody łączy się z edukacją.

Świadome plażowanie to przede wszystkim uważność – dostrzeżenie, że za pozornie prostym krajobrazem kryje się tętniący życiem świat. Zrozumienie, że jesteśmy gośćmi w przestrzeni przyrody, zmienia sposób, w jaki się po niej poruszamy. Szacunek dla roślin i zwierząt, cisza oraz brak śmieci to najprostsze formy troski o miejsce, które nas przyjmuje.



Krab spotkany na omańskiej plaży

ŹRÓDŁA:

<https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5840/> (dostęp: 30.10.2025).

LOKALIZACJA: 24.1852989N, 56.3153869E 25

KONIECZNE AUTO
TERENOWE

Źródła mineralne

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Ain Sahban to unikalne źródło położone w regionie Al Batinah, w pobliżu miasta Suhar w Omanie. Wody źródła wypływają w obrębie wadi przecinającego masyw ofiolitu Semail, gdzie otaczające skały stanowią głównie gabra oraz ultrazasadowe skały magmowe. Kationy w wodzie mogą pochodzić z naturalnego rozpuszczania tych skał, przez które woda przepływa. Zawarte w nich minerały, takie jak oliwin, enstatyt, diopsyd czy plagioklaz, podczas kontaktu z wodą i CO_2 uwalniają do roztworu jony magnezu, wapnia oraz sodu. W trakcie przepływu woda ulega mineralizacji, co prowadzi do pojawienia się charakterystycznych dla tego typu środowiska kationów.

Źródło znajduje się w górzystym terenie w obrębie doliny wadi, a dojazd do niego prowadzi drogą gruntową, co może stanowić pewne utrudnienie dla odwiedzających.

Miejsce to ma duży potencjał turystyczny, szczególnie dla miłośników przyrody i poszukiwaczy przygód. Unikatowość tych źródeł może przyciągać turystów zainteresowanych ekoturystyką, fotografią przyrodniczą oraz relaksem w naturalnym otoczeniu.

Obecnie miejsce to nie jest szeroko rozwinięte pod względem infrastruktury turystycznej, co może być zarówno atutem, jak i wyzwaniem.



Turkusowy basen mineralny



Wytrącanie węglanów w formie trawertynów

ŹRÓDŁA:

Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). Field Guide to the Geology of Northeastern Oman. Borntraeger Science Publishers.

LOKALIZACJA: 22.5616947N, 59.5367153E

26

Port w Sur

ATRAKCYJNOŚĆ WIZUALNA:



ATRAKCYJNOŚĆ NAUKOWA:



Sur od wieków był jednym z najważniejszych ośrodków żeglugowych Omanu. To właśnie stąd przez setki lat wyruszały statki handlowe płynące do Indii, Afryki Wschodniej i aż po Chiny. Port był centrum handlu kadzidłem, daktylami, przyprawami i drewnem. Dziś pełni już głównie rolę lokalnego portu rybackiego, ale zachował swój dawny klimat – można zobaczyć tu dziesiątki łodzi rybackich i poczuć atmosferę tradycyjnego miasta nadmorskiego.

Szczególną atrakcją Sur jest stara stocznia, gdzie wciąż buduje się tradycyjne łodzie dhow – bez użycia gwoździ, jedynie przy pomocy drewnianych kołków i lin. To unikalne miejsce, bo rzemiosło to niemal zanikło. W stoczni można zobaczyć cały proces powstawania łodzi (najczęściej z importowanego teku i mahoniu).



Mężczyzna tworzący element łodzi dhow

Obok stoczni działa niewielkie muzeum poświęcone historii omańskiej żeglugi. W jego zbiorach można zobaczyć modele różnych typów łodzi dhow, tradycyjne narzędzia szkutnicze, mapy dawnych szlaków handlowych oraz fotografie dokumentujące morską przeszłość Sur. Największą atrakcją jest pełnowymiarowy dhow udostępniony do zwiedzania – można wejść na pokład i poczuć klimat dawnych wypraw morskich.

Przechadzając się po muzeum i jego okolicy, warto też zwrócić uwagę, po czym stąpamy. Są to bowiem pokruszone szczątki koralowców!



Drewniany szkielet budowanej łodzi

ŹRÓDŁA:

<https://patrimoinedorient.org/index.php/en/homepage-3/> (dostęp: 21.09.2025).
<https://www.oman.de/en/society/culture/crafts/shipbuilding> (dostęp: 21.09.2025).

Podsumowanie

Oman jawi się jako wyjątkowe laboratorium natury, w którym geologia, klimat i kultura wzajemnie się przenikają. Z jednej strony jest to kraj imponujących procesów przyrodniczych – od erozji kształtującej monumentalne kaniony, przez krasowe jaskinie i pustynne wydmy, po świadectwa dawnych mórz i kolizji kontynentów zapisane w skałach. Z drugiej strony to przestrzeń, w której człowiek od wieków uczy się wykorzystywać ograniczone zasoby wody i energii, tworząc rozwiązania o charakterze zrównoważonym, takie jak systemy afladż.

W obliczu nasilających się zmian klimatycznych Oman staje przed podobnymi wyzwaniami jak wiele innych regionów świata: niedoborem wody, ryzykiem katastrof naturalnych czy presją turystyki masowej. Odpowiedzią na te wyzwania może być rozwój geoturystyki i ekoturystyki, które nie tylko minimalizują negatywny wpływ podróży na środowisko, ale także podnoszą świadomość przyrodniczą i społeczną odwiedzających.

Niniejszy przewodnik jest częścią tej idei – stanowi narzędzie popularyzacji wiedzy, a zarazem inspirację do odpowiedzialnego poznawania świata. Pokazuje, że podróżowanie może być czymś więcej niż tylko konsumpcją atrakcji: może stać się aktem troski o środowisko i budowania mostów między kulturą, nauką i przyrodą.



Szlak w Wadi Ghul

Wnioski płynące z omańskiego doświadczenia wskazują, że zrównoważona turystyka jest realną szansą na harmonijny rozwój – zarówno dla lokalnych społeczności, jak i dla środowiska naturalnego. To właśnie w interdyscyplinarnym podejściu, łączącym nauki geologiczne, biologiczne, klimatyczne i społeczne, tkwi klucz do lepszego rozumienia i ochrony naszej planety. Oman jest dowodem na to, że możliwe jest pogodzenie rozwoju turystyki z ochroną dziedzictwa naturalnego i kulturowego – a to przesłanie ma charakter uniwersalny.

Bibliografia

- Al-Kindi, M. H., & Hird, R. (2020). A review of natural geological hazards in Oman. *Environmental Earth Sciences*, 79, 381. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09124-x>
- Al-Kindi, M. H., et al. (2022). A guide to the caves of Oman (Arabic edition): The remarkable subterranean world of the Sultanate of Oman. Nomad Publishing.
- Al-Oun, S., & Al-Homoud, M. (2008). The potential for developing community-based tourism among the Bedouins in the Badia of Jordan. *Journal of Heritage Tourism*, 3(1), 36–54. <https://doi.org/10.1080/1743873X.2008.9701249>
- Al-Rawahi, Z., & Jones, T. D. (2019). Calcareous nannofossil assemblages of the Late Cretaceous Fiqq Formation, north Oman. *Journal of Micropalaeontology*, 38(1), 25–54. <https://doi.org/10.5194/jm-38-25-2019>
- Bandyopadhyay, S., & Mershen, B. (2022). Falaj communities in Oman: A case for local governance? *Journal of Material Cultures in the Muslim World*, 3(1), 6–47. <https://doi.org/10.1163/26666286-12340028>
- Bruthans, J., et al. (2018). Origin of honeycombs: Testing the hydraulic and case hardening hypotheses. *Geomorphology*, 303, 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.12.008>
- Callegari, I., Scharf, A., Mattern, F., Scharf, K., 2022. Tectonic transition from thrusting to polyphase non-confining deformation within the Semail Ophiolite along the sinistral, transtensional Issmaiya Fault Zone (Sultanate of Oman). *Journal of Asian Earth Sciences* 224(5), 105007. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2021.105007>
- Dilek, Y., & Furnes, H. (2014). Ophiolites and their origins. *Elements*, 10(2), 93–100.
- Flügel, E., & Munnecke, A. (2010). *Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application*. Springer.
- Forbes, G.A., Jansen, H.S.M., Schreurs, J., 2010. *Lexicon of Oman subsurface stratigraphy: reference guide to the stratigraphy of Oman's hydrocarbon basins*. GeoArabia, Special Publication 5, 373 pp.
- Gheith, A., et al. (2021). Petrography and heavy minerals analysis for recognition of the depositional history of the Wahiba Sand Sea, Sultanate of Oman. *Arabian Journal of Geosciences*, 14, 1444. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07790-0>
- GholamiZadeh, P., Wan, B., Meinhold, G., Esmaeili, R., & Ebrahimi, M. (2025). Provenance evolution from subduction to arc-continent collision: An example from the Zagros–Makran transition zone. *Geoscience Frontiers*, 16(4), 102079. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2025.102079>
- Glennie, K.W. (1995). *The Geology of the Oman Mountains: An Outline of Their Origin*. Elsevier.
- Golonka, J., Słomka, T., Waśkowska, A. (2022). *Geologia. Ziemia i procesy endogeniczne*. Wydawnictwo AGH.
- Hoffmann, G., Meschede, M., Zacke, A. Kindi, M. (2016). *Field Guide to the Geology of Northeastern Oman*. Borntraeger Science Publishers.
- Jarchow, C. M., & Thompson, G. A. (1989). The nature of the Mohorovičić discontinuity. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 17, 475–506. <https://doi.org/10.1146/annurev.ea.17.050189.002355>
- Lehmann, U., & Hillmer, G. (1991). *Bezkřęgowce kopalne*. Wydawnictwa Geologiczne.
- Pease, P. P. (1999). Mineralogical characterization and transport pathways of dune sand using Landsat TM data, Wahiba Sand Sea, Sultanate of Oman. *Geomorphology*, 29(3–4), 235–249. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(99\)00029-X](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(99)00029-X)
- Poulos, H. G. (2018). A review of geological and geotechnical features of some Middle Eastern countries. *Innovative Infrastructure Solutions*, 3, Article 51. <https://doi.org/10.1007/s41062-018-0158-z>
- Radwańska, U. (2003). *Podstawy paleontologii*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.
- Reber, J., Dabrowski, M., & Schmid, D. W. (2012). Sheath fold formation around slip surfaces. *Terra Nova*, 24(5), 420–427. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2012.01081.x>
- Różowicz, A. (2006). Wpływ oświetlenia na zmiany szaty naciekowej w jaskiniach. W POOMT 2006: Proceedings of the II Conference (4–6 October 2006, Krasiczyn, Poland).

Bibliografia

- Searle, M. (2014). Preserving Oman's geological heritage: Proposal for establishment of World Heritage Sites, National GeoParks and Sites of Special Scientific Interest (SSSI). Geological Society Special Publication, 392, 15–36. <https://doi.org/10.1144/SP392.2>
- Searle, M. P., & Malpas, J. (1980). Structure and metamorphism of rocks beneath the Semail ophiolite of Oman and their significance in ophiolite obduction. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 71(4), 247–262. <https://doi.org/10.1017/S0263593300013614>
- Searle, M., & Alsop, G. (2007). Eye-to-eye with a mega-sheath fold: A case study from Wadi Mayh, northern Oman Mountains. Geology, 35(6), 523–526. <https://doi.org/10.1130/G23884A.1>
- Shankar, R., & Sebastian, S. (2019). Traditional settlements at Birkat-al-Mouz, Oman: Heritage study and documentation. University of Nizwa.
- Sidduhiqui, F., Khan, M., Mansor, H., James, E., & Shah, Z. (2022). Exploration of chromite in Wadi Kalbu area, Nizwa, Sultanate of Oman. AIP Conference Proceedings, 2454(1). <https://doi.org/10.1063/5.0078344>
- Simmons, M. D., Whittaker, J. E., Jones, R. W., & Hart, M. B. (2000). Orbitolinids from Cretaceous sediments of the Middle East—a revision of the FRS Henson and Associates Collection. Grzybowski Foundation Special Publication, 7, 411–437.
- Scharf, A., Al-Kindi, M. & Racey, A. (2025) An introduction to Geology, Tectonics and Natural Resources of Arabia and its Surroundings. In: Scharf, A., Al-Kindi, M. & Racey, A. (Eds.), Geology, Tectonics and Natural Resources of Arabia and its Surroundings. Geological Society, London, Special Publications, 550, GSLSpecPub2025-5, <https://doi.org/10.1144/SP550-2025-5>.

Netografia

- https://en.wikipedia.org/wiki/Majlis_al_Jinn (dostęp: 25.09.2025).
- <https://geoexpro.com/the-best-geological-site-in-the-middle-east> (dostęp: 12.09.2025).
- <https://haratalbiladmanah.co.uk> (dostęp: 09.09.2025).
- <https://idziemydalej.pl/birkat-al-mouz-bananowe-jezioro/> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://omantripper.com/tahery-cave/> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://omanwanderlust.com/al-hoota-cave-omans-show-cave/> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://patrimoinedorient.org/index.php/en/homepage-3/> (dostęp: 21.09.2025).
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Systemy_irygacyjne_aflad%C5%BC_w_Omanie (dostęp: 25.09.2025).
- <https://pl.wikipedia.org/wiki/Tafone> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://podroze.onet.pl/ciekawe/systemy-nawadniania-typu-afladz-oman-unesco-informacje-zasada-dzialania/vxqvfv2> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://web.archive.org/web/20151208140221/http://www.arkive.org/omani-blind-cave-fish/garra-barreimiae/> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://whc.unesco.org/en/list/434/> (dostęp: 12.09.2025).
- <https://whc.unesco.org/en/tentativelists> (dostęp: 01.09.2025).
- <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5840/> (dostęp: 30.10.2025).
- <https://www.alhootacave.om/the-cave/> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://www.atlasobscura.com/places/al-hoota-cave> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://www.ghmhotels.com/en/blog-ghmjournays/oman/the-tale-of-the-falling-star-of-oman/> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://www.mindat.org/min-9727.html> (dostęp: 15.09.2025).
- <https://www.mindat.org/min-994.html> (dostęp: 15.09.2025).
- <https://www.muscatdaily.com/2025/01/02/al-hoota-cave-witnesses-visitor-surge-with-new-attractions/> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://www.oman.de/en/society/culture/crafts/shipbuilding> (dostęp: 21.09.2025).
- <https://www.rasaljinz-turtlereserve.com> (dostęp: 01.09.2025).
- <https://www.showcaves.com/english/om/showcaves/AlHoota.html> (dostęp: 25.09.2025).
- <https://www.worldatlas.com/articles/fluvial-landforms-what-is-wadi.html> (dostęp: 12.09.2025).