



VI. Procesy zewnętrzne kształtujące litosferę

5. Rzeźbotwórcza działalność wiatru

Procesy eoliczne

- **Ruch powietrza** wywołuje w środowisku różnorodne skutki, pełni też istotną rolę rzeźbotwórczą.
 - Procesy, w których następuje przekształcanie rzeźby powierzchni Ziemi przez wiatr, nazywamy **procesami eolicznymi**.
 - Nazwa wywodzi się z mitologii greckiej, gdzie Eol był bogiem wiatrów.
 - Podobnie jak inne procesy geologiczne, również działalność wiatrów może mieć skutki **niszczące i budujące**.



Eol – w mitologii greckiej władca wiatrów, syn Posejdona i Melanippy, zamieszkujący Wyspy Liparyjskie (nazywane również Eolskimi). Dzięki jego przychylności Odyseusz uzyskał bezpieczną morską podróż. Wichry, które mogłyby utrudniać dalszą podróż dostał zamknięte w worku. Towarzysze Odyseusza widząc już brzegi Itaki otworzyli worek wypuszczając z niego wichry. Spowodowało to, że uwolnione wiatry wypchnęły ich znów na Wyspy Eolskie.

I. Działalność niszcząca wiatru

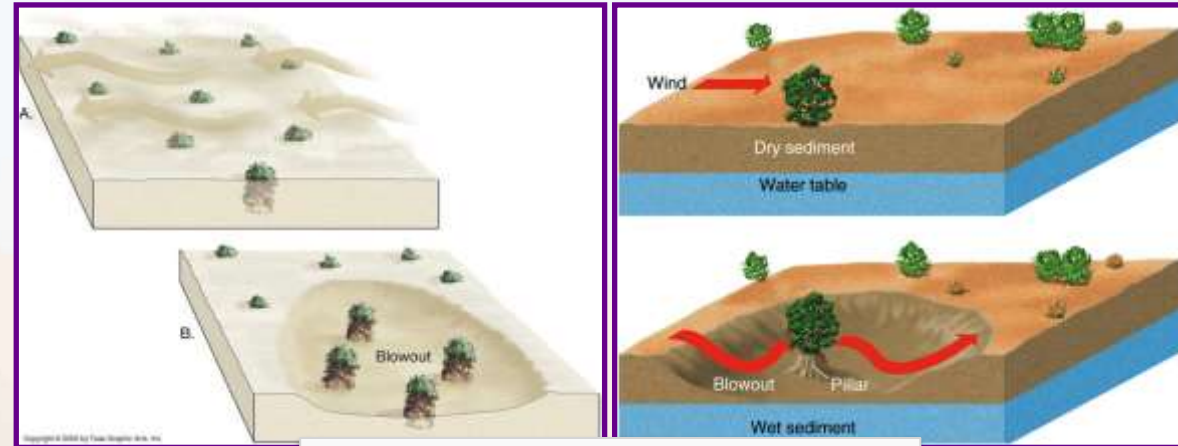
- **Niszcząca działalność wiatru** odbywa się na dwa sposoby.
 - **Deflacja**, czyli **wywiewanie materiału mineralnego** i następnie przenoszenie go w inne miejsce.
 - Deflacji podlegają jedynie luźne okruchy skalne o rozmiarach odpowiednich do siły wiatru w danym momencie, tak więc proces ten może działać tylko w obrębie utworów nieskonsolidowanych (np. piasków) lub uprzednio rozdrobnionych przez wietrzenie.
 - **Korazja**, czyli **mechaniczne ścieranie i szlifowanie powierzchni skalnej** przez przenoszone ziarna piasku, w mniejszym stopniu pyłu.
 - Efektywność tego zjawiska jest na ogół ograniczona do strefy tuż przy powierzchni gruntu (do 1 m), w której ziarna piasku mogą być przenoszone saltacyjnie w dużych ilościach.



Formy wytworzone wskutek niszczącej działalności wiatru

A. Formy deflacyjne

- W utworach skalnych i piaszczystych wskutek **deflacji** luźnego materiału zwięzłego tworzone są rozległe obniżenia – zwane **wydmuszyskami**:
 - rynny deflacyjne** – podłużne obniżenia o długości do 1 km i głębokości do 15 m;
 - wanny deflacyjne** – podłużne obniżenia, znacznie większe formy od rynien, o długości przekraczającej nawet 100 km;
 - niecki (większe) i misy deflacyjne (mniejsze)** – okrągłe obniżenia, o długości do kilkunastu kilometrów i głębokości do kilkudziesięciu metrów (często, aż do poziomu wód gruntowych).
- Formy deflacyjne mogą one mieć postać **depresji deflacyjnych** – czyli zagłębień sięgających poniżej poziomu wód gruntowych.
 - Jeżeli formy te leżą w obrębie bezodpływowych kotlin śródgórskich – nazywamy je **bolsonami**.
 - Jeżeli w ich dnach obecna jest okresowo lub stale woda – nazywamy je **jeziorami deflacyjnymi**.



Powstawanie niecek deflacyjnych



Niecka deflacyjna

Wanna deflacyjna



Wanna deflacyjna – największa forma deflacyjna
(o długości przekraczającej nawet 100 km)



Rynna deflacyjna – mniejsza podłużna forma
deflacyjna (o długości do 1 km i głębokości do 15 m)

Niecki deflacyjne



Niecki deflacyjne (większe – po lewej) i **misy deflacyjne** (mniejsze – po prawej)
– o długości do kilkunastu kilometrów i głębokości do kilkudziesięciu metrów.

Drobne formy deflacyjne rozwinięte w skałach: jamy, kieszenie i zagłębienia plastrowe

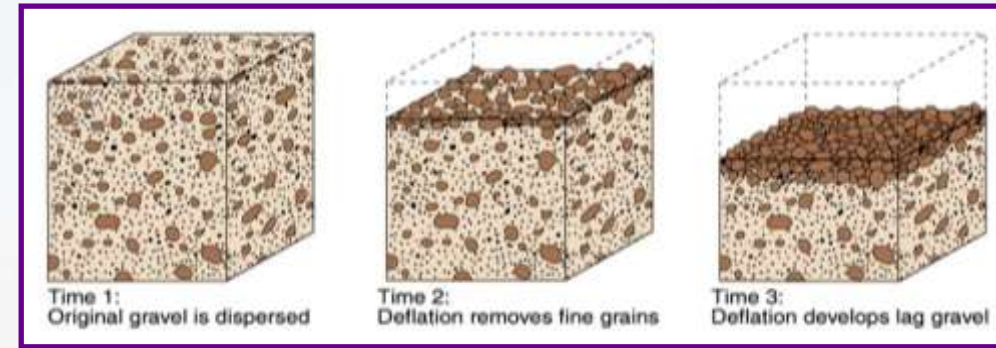
Na powierzchniach skalnych wskutek nierównomiernego wietrzenia i **wywiewania drobnego materiału** powstają niewielkie formy **deflacyjne** jak:

- **jamy deflacyjne** (na zdjęciu po lewej),
- **kieszenie deflacyjne** (na dolnym zdjęciu – po prawej),
- **deflacyjne zagłębienia plastrowe** (na dolnym zdjęciu – po lewej).



Brak deflacyjny

- **Brak deflacyjny** – pokrywy, odsłaniające się wskutek deflacji na powierzchni terenu, złożone z grubszych okruchów skalnych:
 - żwirów, kamieni, głazów.
- Powstaje on wskutek:
 - selektywnego usunięcia materiału drobniejszego z warstwy powierzchniowej, przez wiatr (najczęściej);
 - wypłukania osadów drobnych przez rzadkie, epizodyczne ulewy.



Ostańce deflacyjne

- **Ostańce deflacyjne** – stanowią wzniesienia w formie pagórków o dość stromych zboczach. Powstają one w wyniku nierównomiernego wywiewania: forma ta zachowuje się dzięki występowaniu na niej roślinności utrwalającej piasek - kęp krzewów, drzew, płatów darni itp.



Formy wytworzone wskutek niszczącej działalności wiatru

B. Formy korazyjne

- Dużą rolę w obszarach suchych, zwłaszcza pustynnych, odgrywa **korazja** odpowiedzialna za proces **żłobienia**, **ścierania** i **polerowania** powierzchni skalnych przez wiatr niosący piasek.
 - Działalność korazyjna wiatru stwarza stosunkowo niewiele form nowych, natomiast przeobraża formy starsze, innego pochodzenia.
- Wskutek działalności wiatru powstają:
 - **wygłady eoliczne**,
 - **żłobki i jamy korazyjne**,
 - **jardangi**,
 - **bruzdy korozyjne**,
 - **graniaki wiatrowe (wielograńce)**,
 - **gzymsy skalane**:
 - **grzyby skalne**.

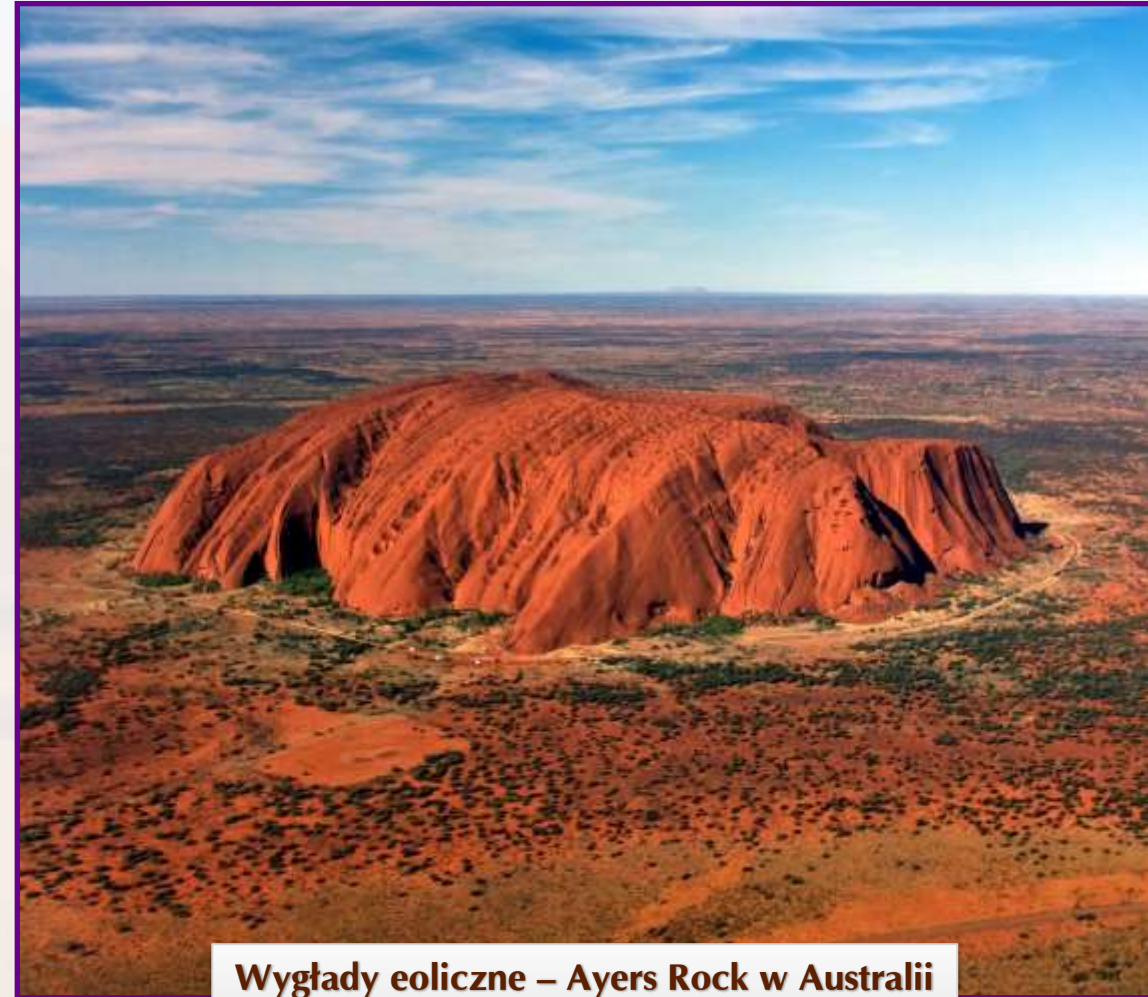


Formy korazyjne – wygłady eoliczne

- **Wygłady eoliczne** – formy skalne, pozbawione ostrych krawędzi, powstające wskutek korazji. Niesione przez wiatr cząsteczki eoliczne, zawieszzone w powietrzu, trafiając na przeszkodę – omywają ją, ścierając, polerując i wygładzając jej krawędzie i powierzchnie doprowadzają do powstania właśnie takiej formy skalnej (w zasadzie krajobrazu).



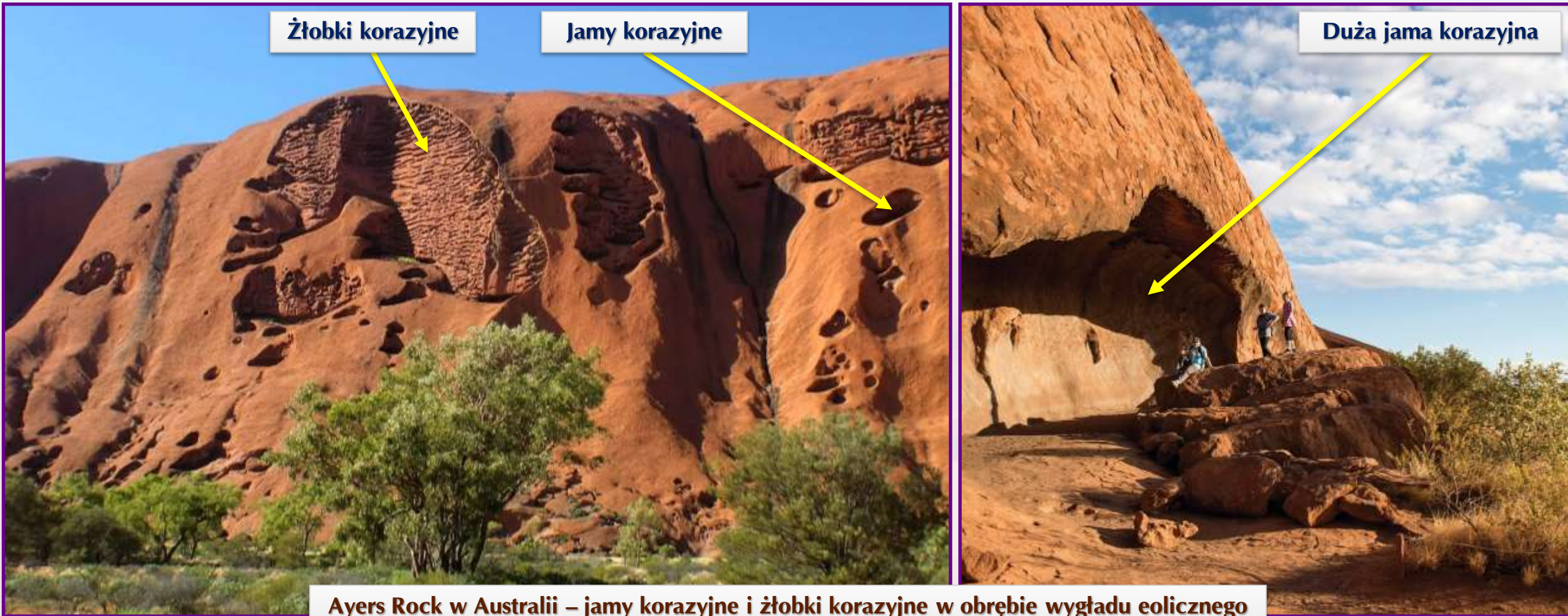
Aerodynamicznie wygładzona przez wiatr skała



Wygłady eoliczne – Ayers Rock w Australii

Formy korazyjne – jamy korazyjne i żłobki korazyjne

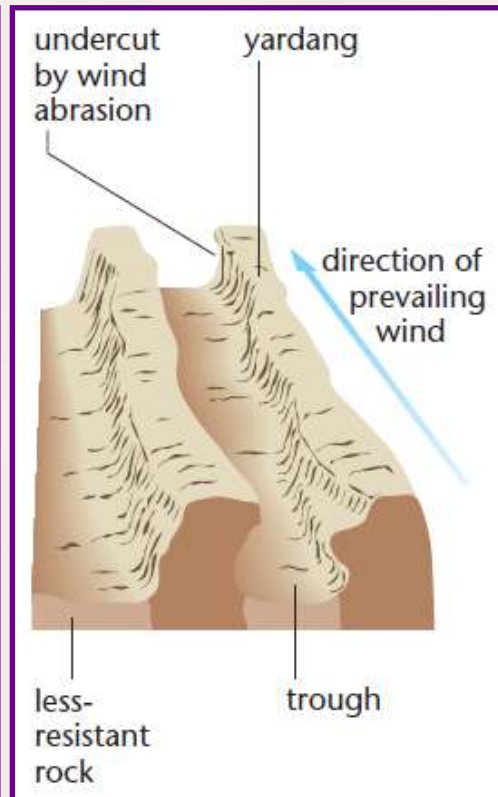
- W skałach litych o zróżnicowanej odporności na niszczenie tworzą się:
 - **jamy korazyjne** – punktowe, koliste, stosunkowo głębokie zagłębienia,
 - **żłobki korazyjne** – długie, równoległe w stosunku do siebie formy (oraz do podłoża), stosunkowo płytkie nacięcia skał (powstałe w wyniku równoległego do podłoża przemieszczania się wiatru z piaskiem).



Ayers Rock w Australii – jamy korazyjne i żłobki korazyjne w obrębie wyglądu eolicznego

Jardangi

- **Jardangi** – mają postać wydłużonych grzbietów, na ogół długości do 100 m, wygładzonych zarysach i aerodynamicznym kształcie.
 - Ich wysokość sięga kilkunastu metrów, powierzchnie szczytowe mogą być spłaszczone, natomiast ściany boczne są strome, a niekiedy podcięte.
 - Grzbiety te na ogół występują gromadnie i równoległe do siebie.
 - Są formami związanymi z niszczeniem i selektywnym obniżaniem powierzchni.
 - Tworzą się w obszarach, gdzie przeważa jeden kierunek wiatru i są wydłużone zgodnie z tym kierunkiem.



Graniak wiatrowy (wielograniec)

- **Graniaki wiatrowe (wielograníce)** – to okruchy skalne o różnych rozmiarach, mające dwie lub więcej powierzchni dobrze ogładzone przez wiatr.
 - Powierzchnie te oddzielone są od siebie granią.
 - Spłaszczone powierzchnie wskazują, z których kierunków najczęściej wiały wiatry.
 - Graniaki wiatrowe są produktem przeformowania eolicznego okruchów skalnych, dużych otoczków lub głazów narzutowych.
 - Powstały one wskutek szlifującej działalności wiatru, niosącego piasek.



Wielograniec

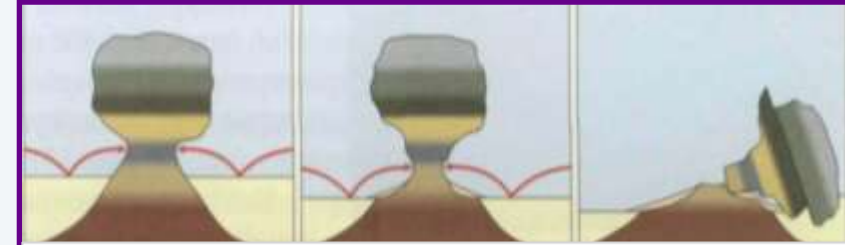


Graniaki wiatrowe



Grzyby skalne

- **Grzyby skalne (odmiana gzymsów skalnych)** – są bardzo malowniczymi formami krajobrazu pustyń skalistych, powstałymi w wyniku korazji.
 - Mają one znacznie węższą podstawę niż część górną, ponieważ ilość materiału niesionego przez wiatr i stanowiącego czynnik decydujący o skali korazji bardzo szybko maleje wraz z wysokością.
 - W związku z tym najsilniej podcinana jest dolna część skały – zwykle do wysokości 1-2 m (za wyjątkiem części najniższej położonej – która jest osłonięta od wiatru, akumulowanym wokół nóżki materiałem skalnym, pochodzącym z wcześniejszego niszczenia).



Powstawanie i przewalanie się grzyba skalnego



Grzyb skalny



II. Działalność budująca wiatru



- Na piaskach lotnych wiatr tworzy bardzo charakterystyczne formy eoliczne.
 - Są to:
 - **mikro-formy:**
 - zmarszczki eoliczne (ripplemarki),
 - języki piaszczyste (cienie piaszczyste),
 - kopce piaszczyste i pagórki piaszczyste;
 - **mezo-formy:**
 - wydmy o różnym kształcie i przebiegu;
 - **makro-formy:**
 - wielkie garby piaszczyste – draa (draasy).

Formy wytworzone wskutek budującej działalności wiatru

A. Mikro-formy

Ripplemarki



Ripplemarki

- **Zmarszczki eoliczne (ripplemarki)** – to równoległe przebiegające drobne nabrzmienia (**grzędy**) i obniżenia (**bruzdy**) o profilu asymetrycznym.
- **Języki piaszczyste**, zwane też **cieniami piaszczystymi** – powstają za kamykami w postaci smugi piasku o zarysie wydłużonego trójkąta, a przed kamykiem są wywiewane niewielkie zagłębienia.
- **Kopce piaszczyste i pagórki piaszczyste** – są formami nieregularnymi, powstającymi gdy piasek jest osadzany przed i za przeszkodą oraz w sytuacji kiedy przeszkody są większe, np. drzewa, duże głązy itp.

Języki piaszczyste



Języki piaszczyste

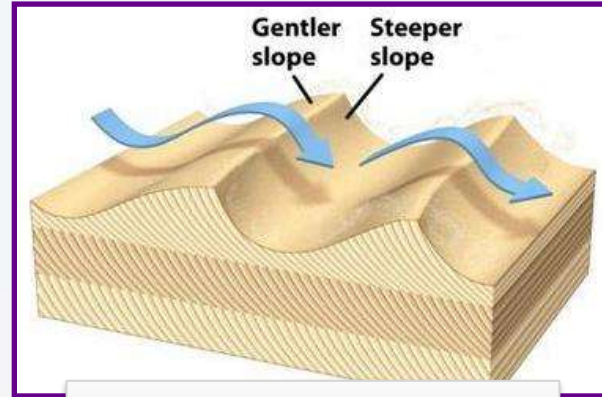
Kopce piaszczyste



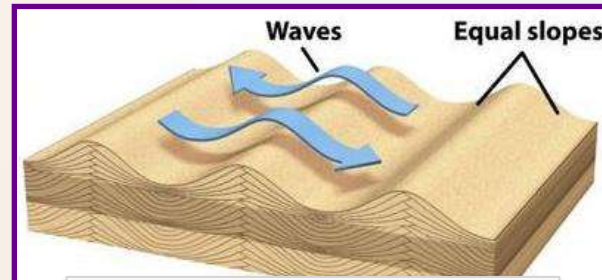
Kopce piaszczyste

Zmarszczki eoliczne (ripplemarki)

- **Zmarszczki eoliczne (ripplemarki)** – równoległe przebiegające drobne nabrzmienia (**grzędy**) i obniżenia (**bruzdy**) cechujące się zwykle przebiegiem prostopadłym do kierunku wiatru w danej chwili (szybko reagują na wiatr – jego zmiany) oraz:
 - **profilem asymetrycznym** – łagodnym stoku dowietrznym (10°) i stromym odwietrznym (25°),
 - asymetryczne **grzędy** wznoszą się kilka centymetrów nad towarzyszącymi im **bruzdami** (im grubszy materiał eoliczny – tym wyższe będą formy);
 - **profilem symetrycznym** – z dwoma stokami o podobnym kącie nachylenia (około $15-25^\circ$).



Ripplemarki asymetryczne



Ripplemarki symetryczne



Formy wytworzone wskutek budującej działalności wiatru

B. Mezo-formy

- **Wydmy** – wzniesienia piaszczyste usypane przez wiatr, osiągają zdecydowanie największe rozmiary spośród wszystkich form akumulacji eolicznej.
 - Mają one różne kształty, zarysy i rozmiary, uzależnione warunkami środowiska.
 - Warunkiem powstawania i rozwoju wydym jest, obok działalności wiatru, także obecność piasków lotnych nie pokrytych roślinnością.



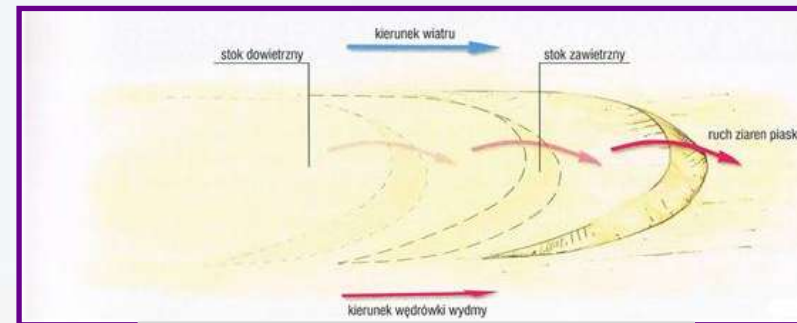
Budowa wydm

- Wydmy są zbudowane z **piasków** głównie **drobno- i średnioziarnistych** (0,05 - 0,60 mm),
 - przeważają zdecydowanie ziarna **kwarcu** (90 - 99%).

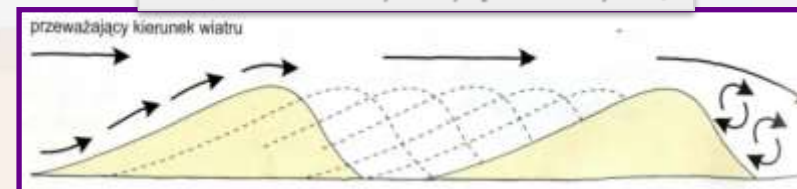


Cechy wydm

- Charakterystyczną cechą **wydm** jest **asymetria stoków**:
 - **stoki dowietrzne**, wystawione na działalność panujących wiatrów, są długie, łagodnie nachylone pod kątem **5-12°** (dokładna wielkość nachylenia zależy przede wszystkim od wielkości ziaren piasku, stopnia uwilgocenia, obecności roślinności oraz siły wiatru);
 - **stoki odwietrzne (zawietrzne)** są krótkie, nachylone pod kątem **20-33°**.
- Wskutek stale postępującego zwiewania piasku na stoku dowietrznym, a zsypywania, osuwania i odkładania na stoku odwietrznym następuje przemieszczanie masy piaszczystej, czyli **wędrowka wydm**.



Wędrowka wydm piaszczystej



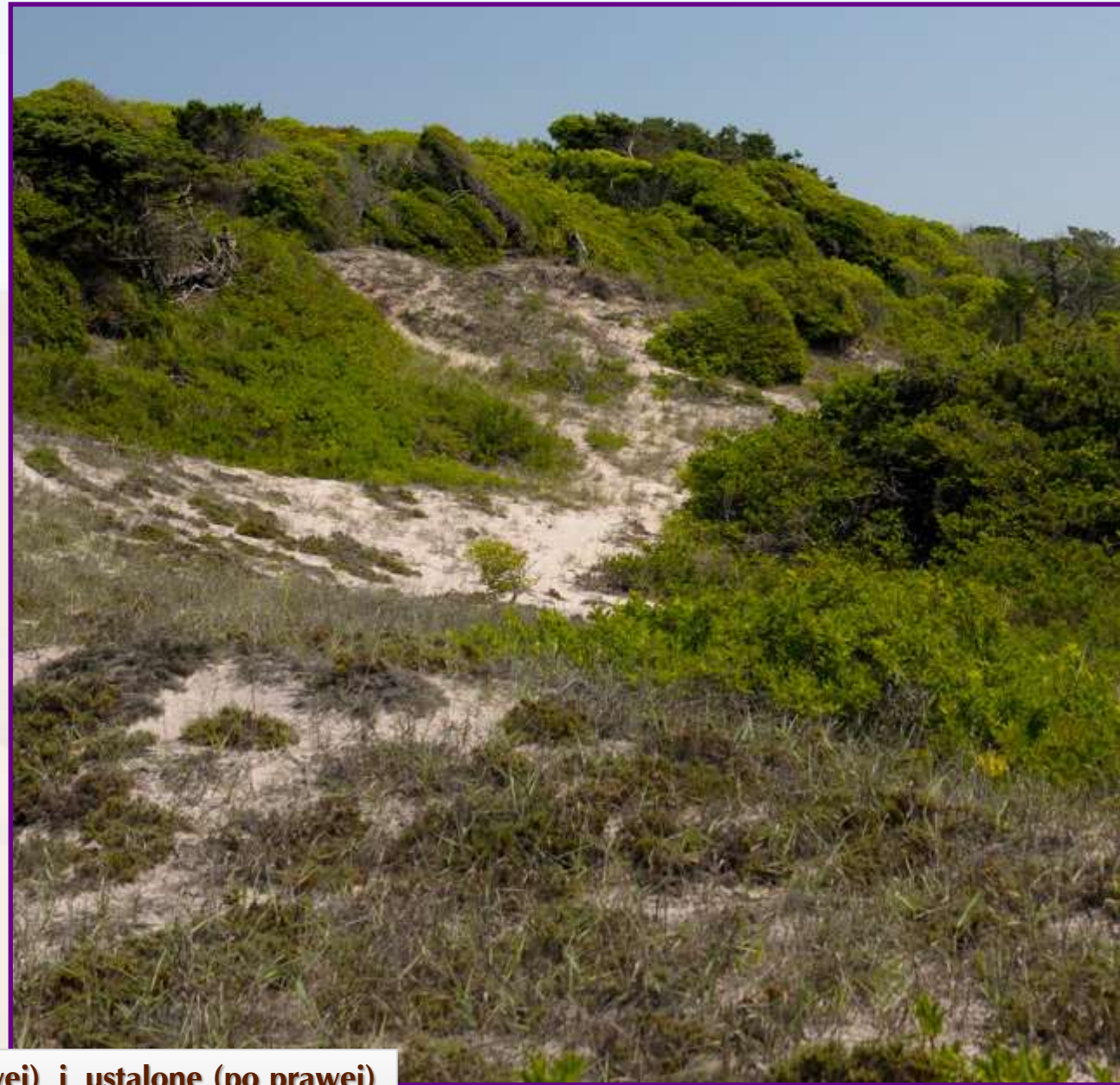
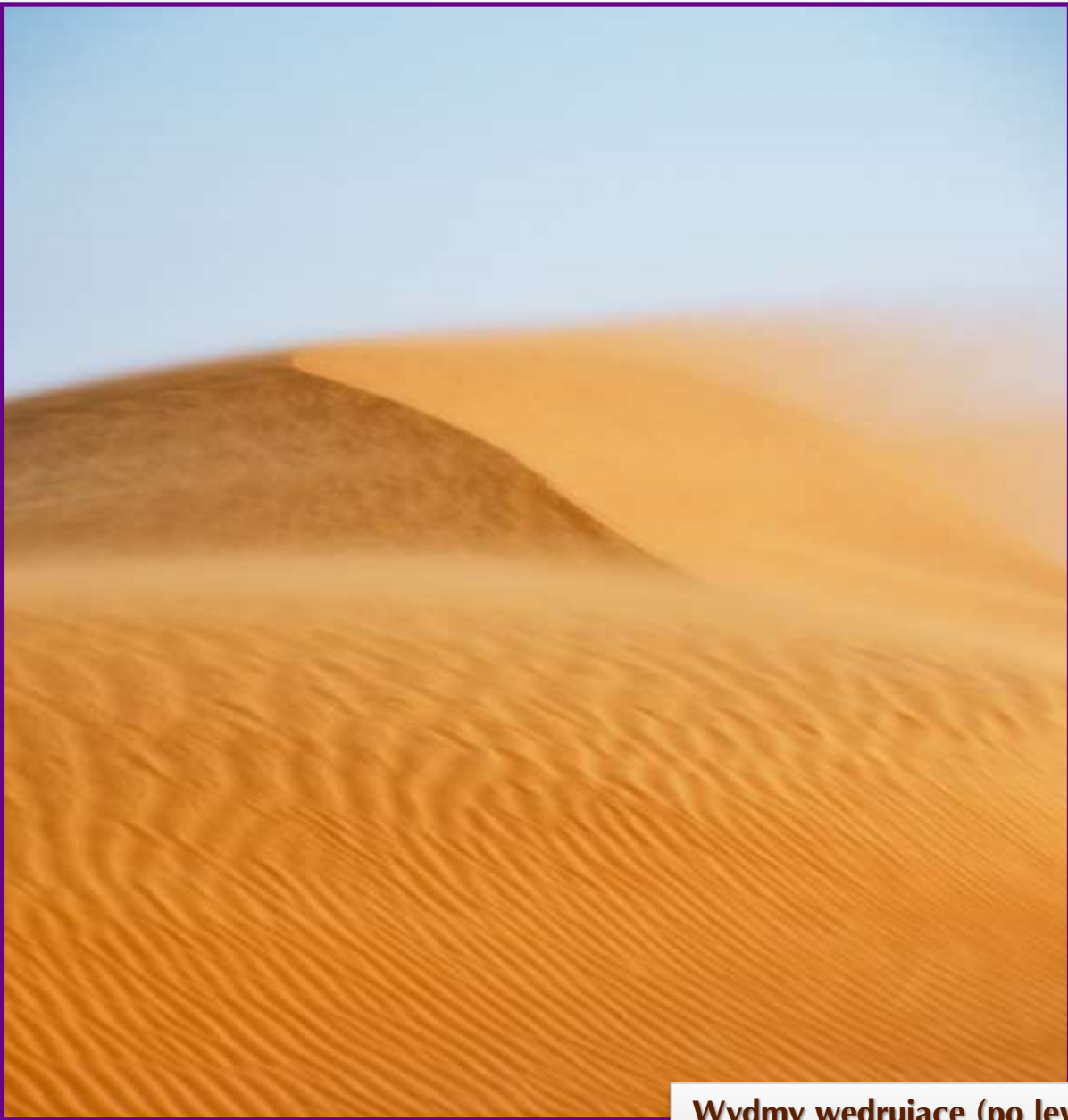
Prędkość przemieszczających się wydm. Dynamika wydm

- Prędkość wędrówki wydm jest bardzo różna, od paru metrów do paru kilometrów w ciągu roku.
 - Nierzaz efekty rocznej wędrówki są małe, np. wtedy, gdy wieją wiatry na przemian z przeciwnych kierunków.
- Rozróżniamy **wydmy** – **podział ze względu na ich dynamikę**:
 - **wydmy wędrujące (ruchome)** – aktywne, obecnie kształtowane;
 - **wydmy ustalone (nieruchome)** – pokryte roślinnością lub okryte skorupą uniemożliwiającą wędrówkę na stałe lub okresowo.



Wydmy wędrujące (po lewej) i ustalone (po prawej)

Wydmy wędrujące (ruchome) i ustalone (nieruchome)

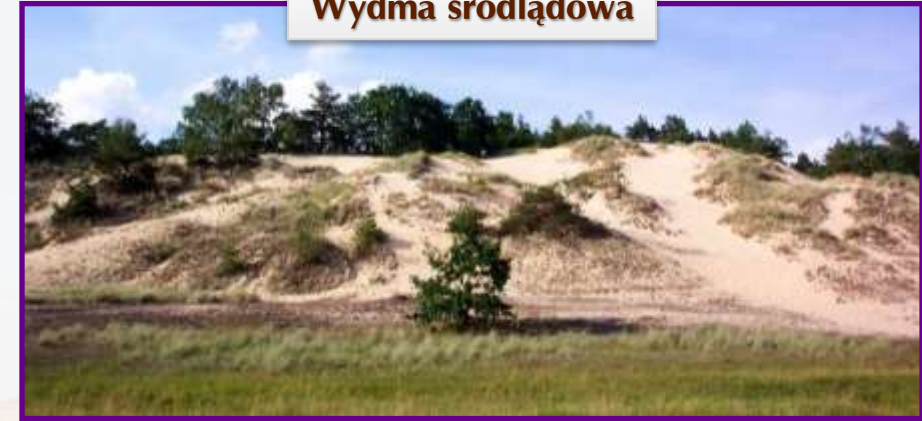


Wydmy wędrujące (po lewej) i ustalone (po prawej)

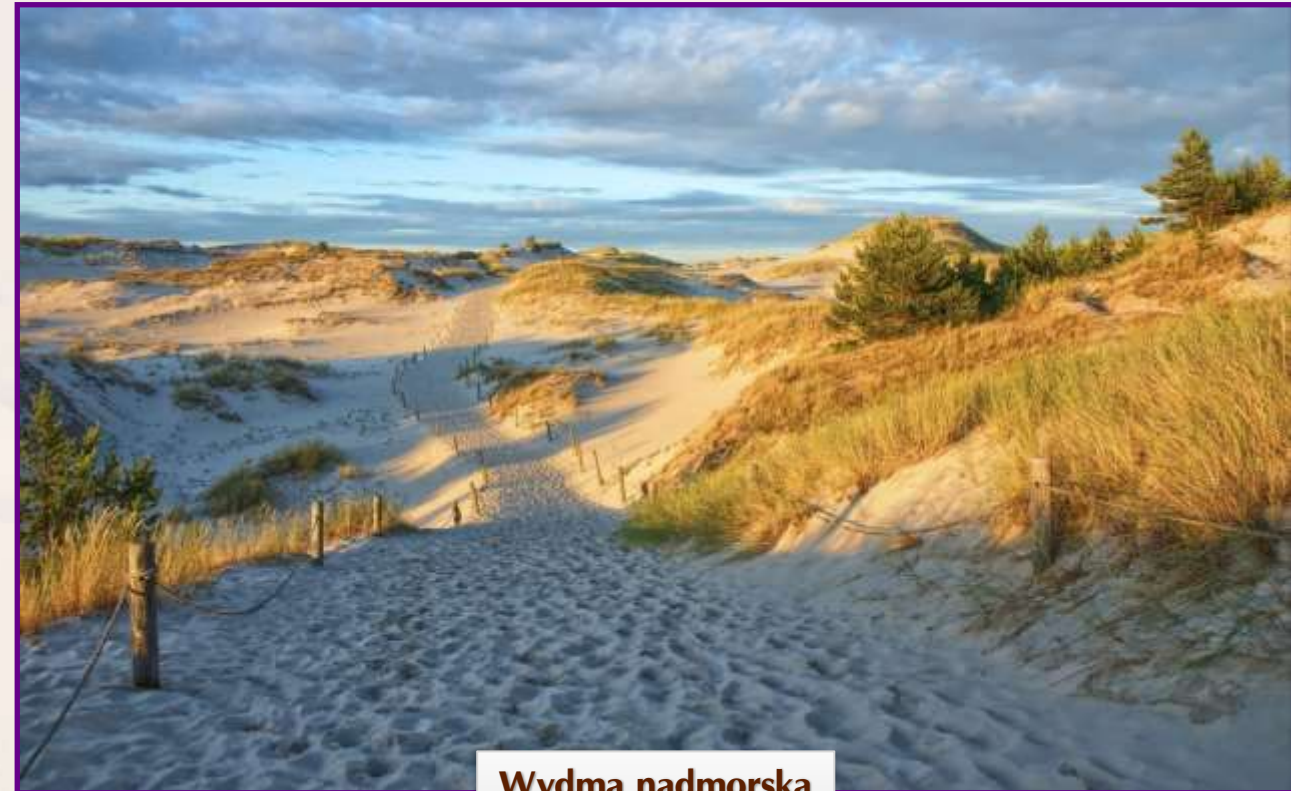
Typy wydm ze względu na miejsce i środowisko występowania

- Ze względu na miejsce i środowisko występowania wyróżniamy:
 - **wydmy pustynne** – mające postać wydm piaszczystych;
 - powstają i rozwijają się w obszarach pustynnych;
 - **wydmy nadmorskie** – tworzące się na piaszczystych wybrzeżach morskich;
 - **wydmy śródlądowe** – powstałe na piaszczystych równinach nadrzecznych i sandrowych.

Wydma śródlądowa



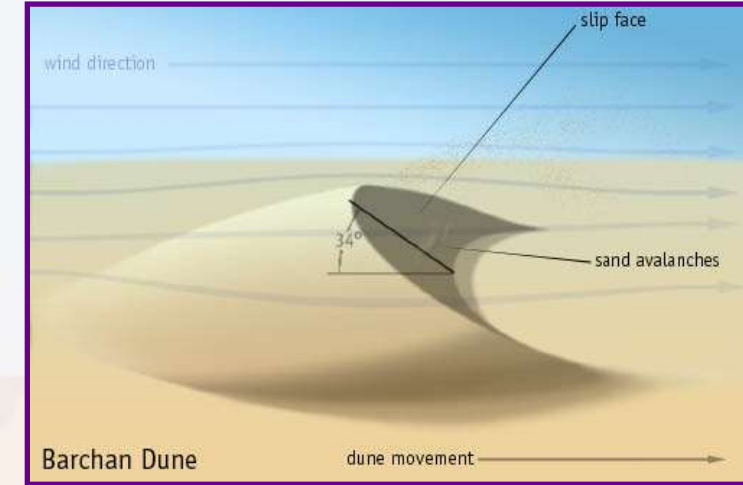
Wydma pustynna



Wydma nadmorska

Wydmy swobodne: *barchany* – wydmy sierpowe

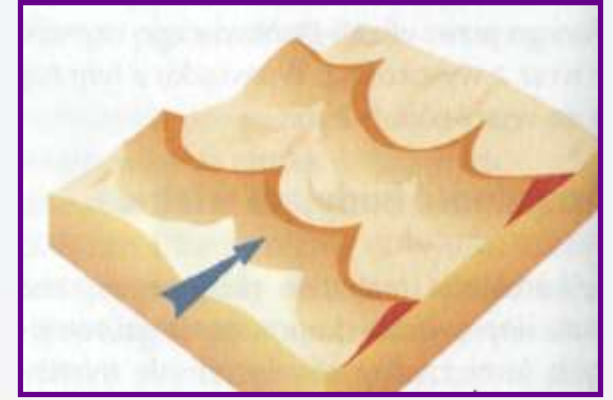
- **Barchany** – są formą najbardziej typową, uważaną za wyjściową.
 - Powstają na równinach, głębsze podłoże jest zwięzłe, siła wiatru umiarkowana, a kierunek wiatru w ciągu długiego czasu ustabilizowany.
 - Barchany mają zarys sierpa z ramionami wysuniętymi zgodnie z kierunkiem panującego wiatru.
 - Przemieszczanie piasku w barchanie postępuje szybciej po obu bokach nabrzmienia – ponieważ tutaj jest mniej piasku, a dużo wolniej w części środkowej – gdzie masa piasku jest największa.



Barchany (wydmy sierpowe) na pustyni Namib

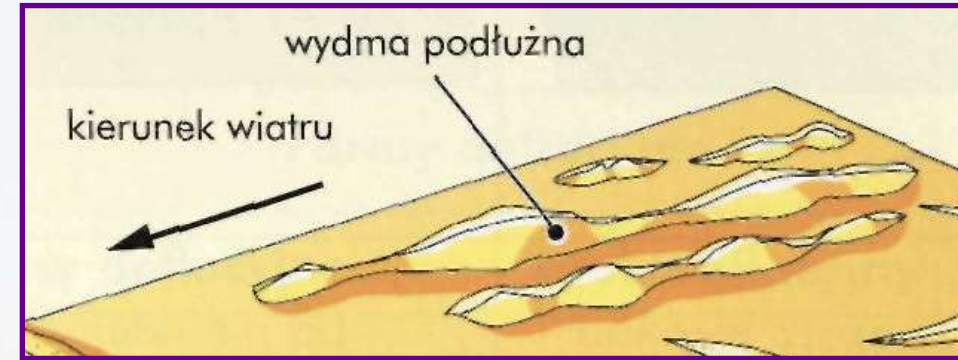
Wydmy swobodne: *wydmy poprzeczne (megaripple)*

- **Wydmy poprzeczne (megaripple)** – tworzą się one wskutek przyrastania bocznego pojedynczych, sąsiadujących z sobą barchanów.
 - Przyjmują najczęściej formę długiego, lekko krętego wału.
 - Powstają one przede wszystkim na terenach o dużej ilości piasku oraz umiarkowanej sile wiatru.



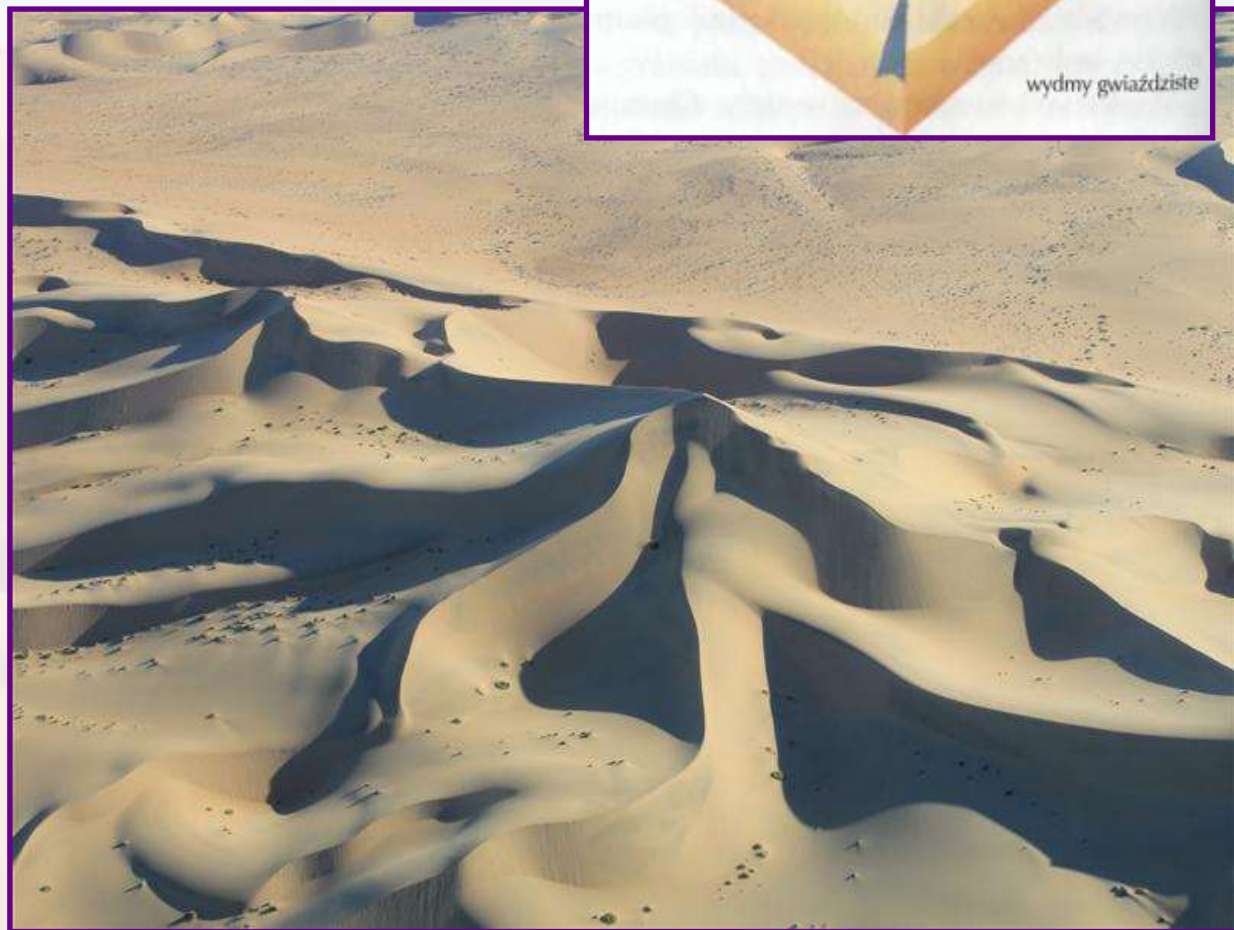
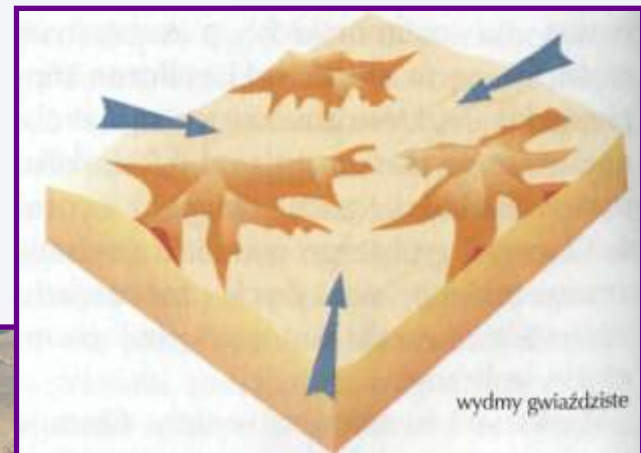
Wydmy swobodne: *wydmy podłużne (sejfy)*

- **Wydmy podłużne (sejfy)** – powstają one w obszarach o dużej ilości mas piasku i silnych wiatrach.
 - Mają one do 100 km długości, do 200 m szerokości i falistą linię grzbietową.
 - Są one symetryczne, grzbiet zajmuje pozycję osiową, a stok usypiskowy może występować na przemian po obu stronach linii grzbietowej.



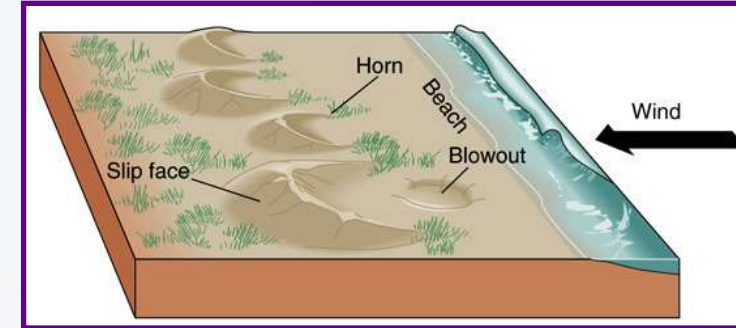
Wydmy swobodne: *wydmy gwiaździste*

- **Wydmy gwiaździste** – o kształcie stożka lub kopy powstają w obszarach pustynnych, gdy piasek jest nawiewany z różnych kierunków.
 - Nawiewanie piasku ze wszystkich stron doprowadza do rośnięcia wysokości, ale uniemożliwia wędrówkę.



Wydmy wymuszone: *wydmy paraboliczne* (*wydmy łukowe*)

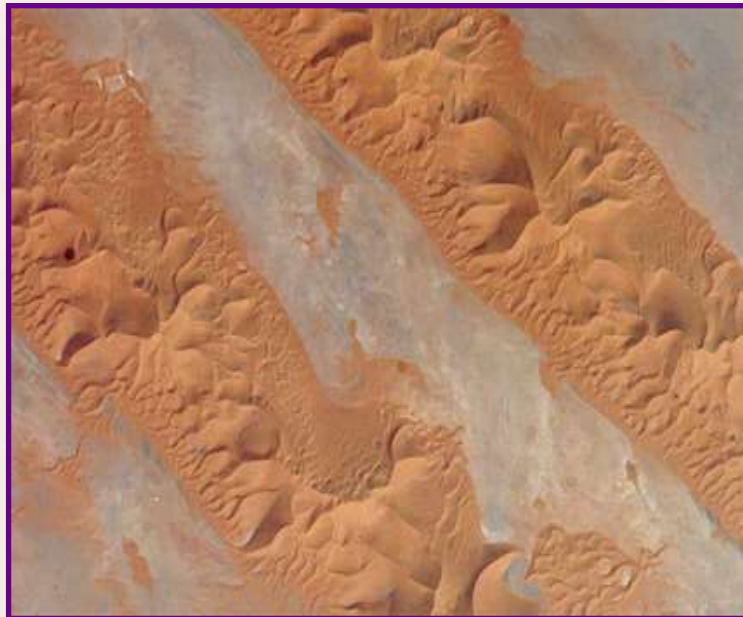
- **Wydmy paraboliczne** (**wydmy łukowe**) – powstają wtedy, gdy oba końce przesuwanego przez wiatr barchanu lub wału piaszczystego zostaną unieruchomione przez roślinność lub wilgotne podłoże, podczas gdy środek o większej masie piasku, a więc suchszy, posuwa się naprzód.
 - Są one jakby odwrotnością barchanów, ale osiągają większe rozmiary.



Formy wytworzone wskutek budującej działalności wiatru

C. Makro-formy: DRAASY

- **Wydmy draa (draasy; megawydmy)** – to długie i szerokie wały piaszczyste, należące do form eolicznych najwyższego rzędu, odznaczające się bardzo dużą wielkością:
 - do 800 km długości,
 - 1-3 km szerokości,
 - 50-450 m wysokości.
- Powstają one z połączenia wielu form wydmowych, tj. barchany, wydmy poprzeczne.
 - Szerokie (do 300 m) rynny pomiędzy nimi są produktem erozji eolicznej.
 - Przypuszcza się, że powstawały w późnym plejstocenie, gdy wiatry były dużo silniejsze.



Pustynie



Definicja pustyni

- **Pustynie** – krainy pozbawione pokrywy roślinnej (lub z bardzo rzadką roślinnością), z ubogim światem zwierzęcym.



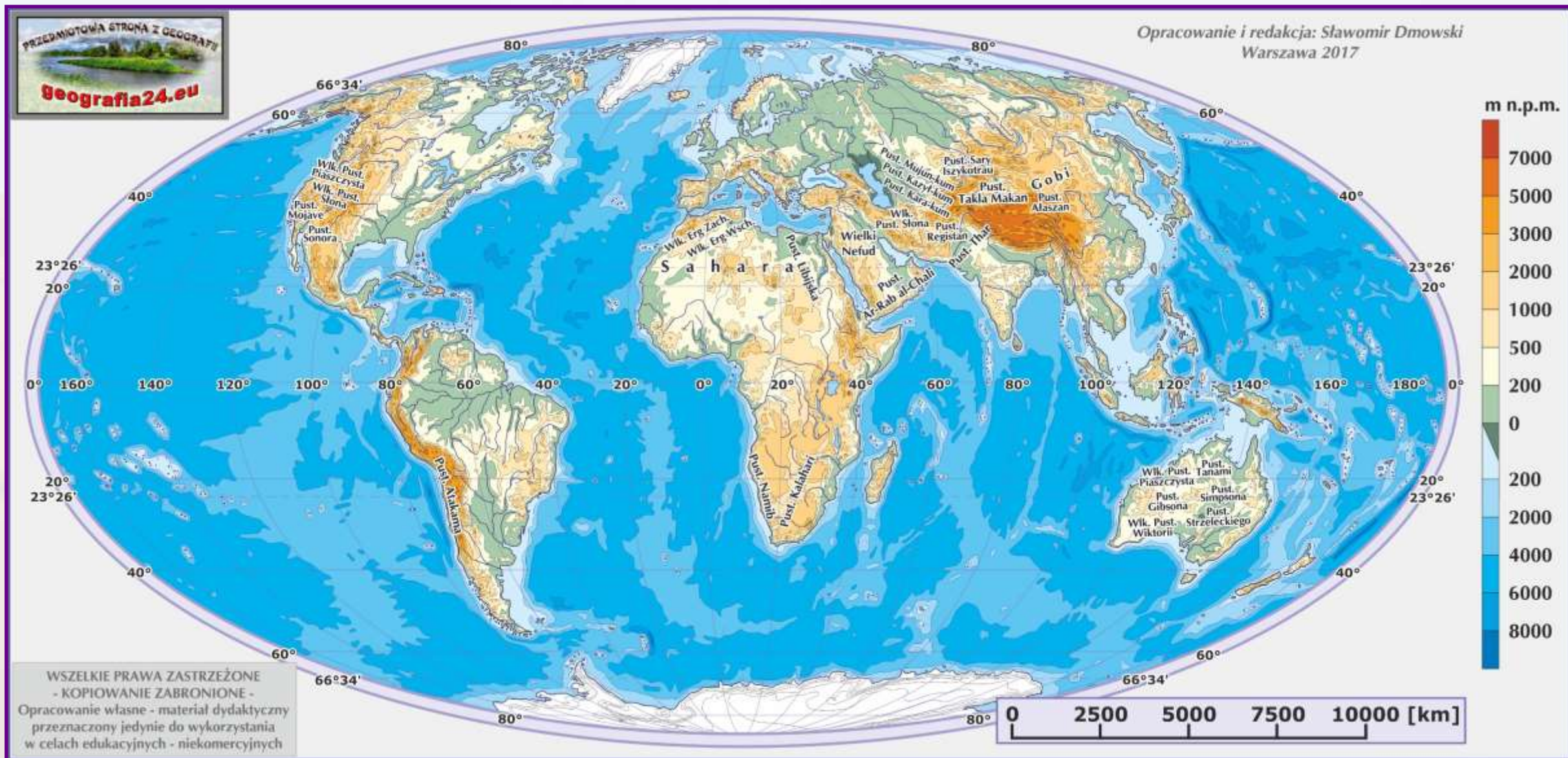
Cechy pustyń

- Do najważniejszych cech pustyń należą:
 - **niedostatek wody** w powierzchniowych warstwach gruntu;
 - **bardzo cienka pokrywa glebowa** lub **zupełny brak gleby**;
 - **silne nasłonecznienie**, związane z dużą liczbą dni bezchmurnych;
 - **duże dobowe wahania temperatur**;
 - **opady wynoszące średnio poniżej 250 mm na rok** i są **bardzo nieregularne**,
 - niekiedy wynoszą zaledwie kilka mm rocznie, zdarza się ich **zupełny brak** przez kilka lat z rzędu,
 - po długich okresach suszy pojawiają się **gwałtowne, kilkudniowe ulewy**.
- **Pustynie powstają w klimacie zwrotnikowym, podzwrotnikowym lub umiarkowanym, gdzie parowanie znacznie przewyższa opady.**



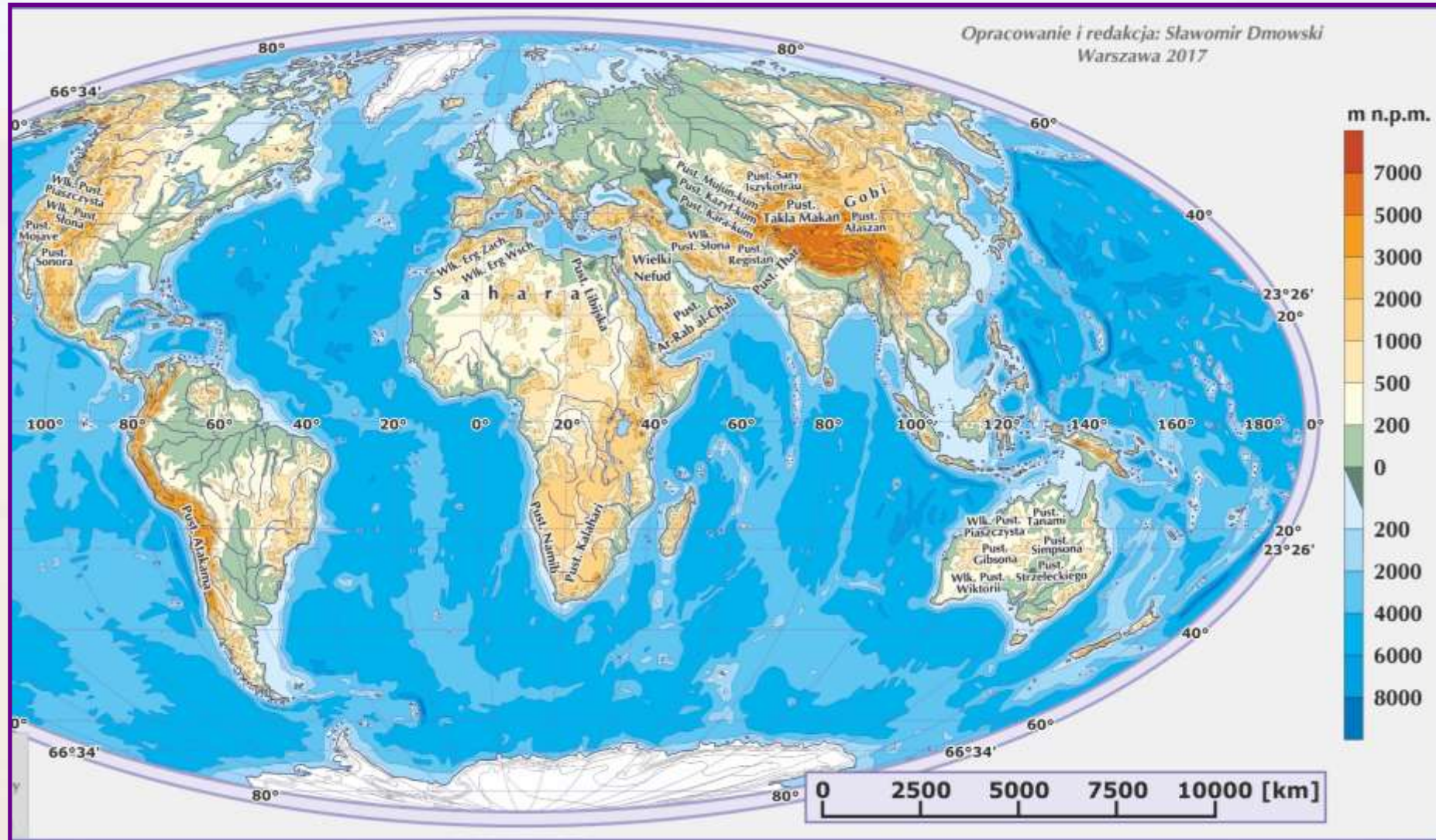
Główne pustynie na świecie

- Tereny pustynne zajmują 12% powierzchni lądów (około 20 mln km²).



Pustynie na różnych kontynentach

- Na poszczególnych kontynentach odsetek powierzchni zajmowanej przez pustynie jest różny, i tak wynosi on w:
 - Australii 45% powierzchni,
 - Afryce – 30%,
 - Azji – 26%,
 - w tym na Płw. Arabskim – 95%,
 - Ameryce PN – 10%,
 - Ameryce PD – 8%,
 - Europie – mniej niż 1%.



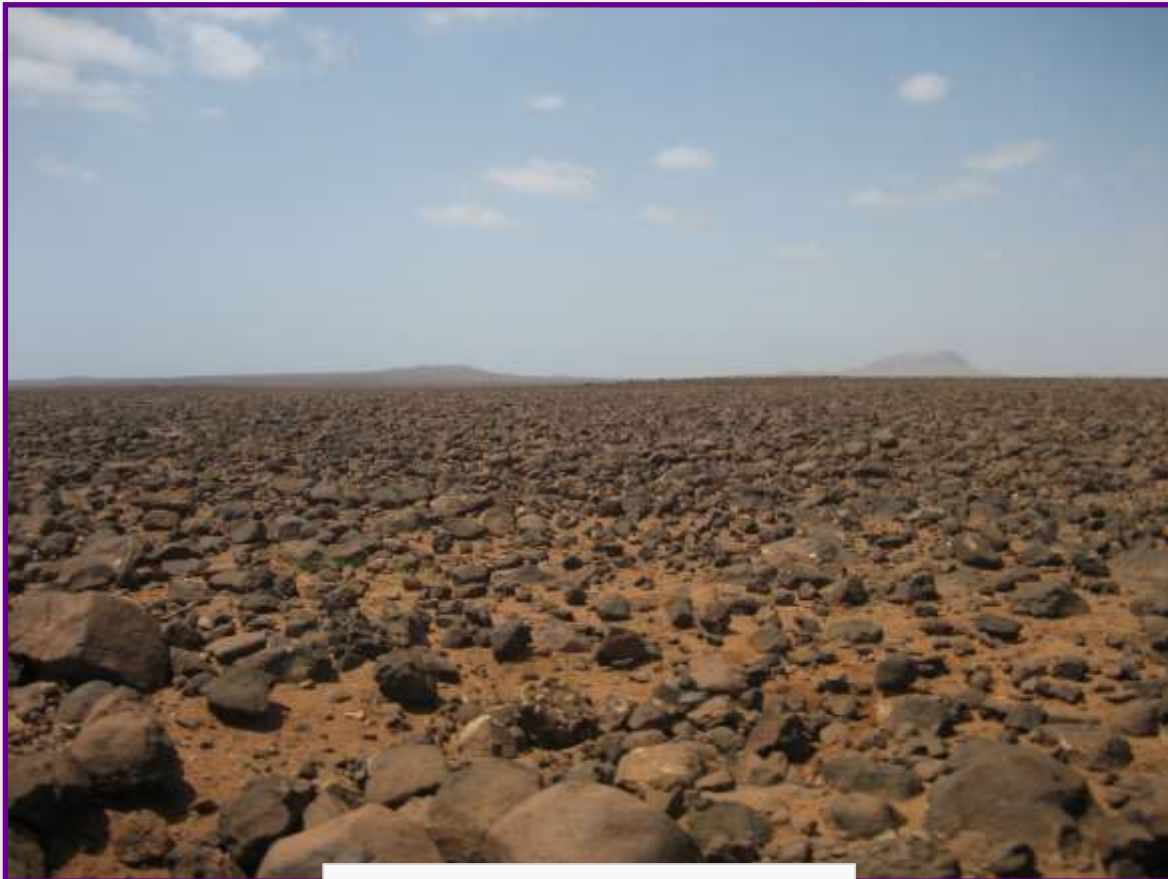
Typy pustyń wg. elementów tworzących pustynie

- W podziale pustyń ze względu na elementy składowe wyróżniamy 4 główne typy:
 - **pustynie skalisto-kamieniste,**
 - **pustynie żwirowe (lub żwirowo-gruzowe),**
 - **pustynie piaszczyste,**
 - **pustynie pylaste (lub pylasto-ilaste).**



1. Pustynie skalisto – kamieniste (hamada)

- **Pustynie skalisto-kamieniste** – występują zwykle w środkowych częściach wielkich obszarów pustynnych w dwóch odmianach:
 - **kamieniste {hamada}** – pokryte złomowiskami skalnymi (kanciaste okruchy skalne; o zabarwieniu szaro-brązowym, rudym lub szarawym – często pokryta czarną pokrywą żelazistą),
 - **skaliste** – pokryte wygładzoną powierzchnią skał litych.



Pustynia kamienista



Pustynia skalista

2. Pustynie żwirowe (serir) lub żwirowo - gruzowe

- **Pustynie żwirowe** (lub **żwirowo-gruzowe**) {nazwy regionalne: **serir**, azrir (kraje arabskie), **gobi** (Mongolia), **reg** (Iran), gibber (Australia), bajada (USA)}:
 - tworzą drobne kamienie i żwir pochodzące z wietrzenia i наносów rzecznych, zwykle barwy czerwonej;
 - wiejące wiatry wygładzają okruchy skalne (częste formy to **graniaki**) i wywiewają drobniejsze ich części (obecny **bruk deflacyjny**);
 - występują suche dolinki **uedy** (**wadi** lub **creek**);
- PRZYKŁADY:** Pustynia Gobi (Azja Centralna), Pustynia Simpsona (Australia), Pustynia Ałaszan (Chiny).



3. Pustynie piaszczyste (erg)

- **Pustynie piaszczyste** {nazwy regionalne: **erg** (Sahara), **kum** (Azja środkowa), **barchan** (Turkmenistan), **nafud**, **tomahak** (kraje arabskie), **szamo** (Chiny), **elisun** (Mongolia)}:
 - budują piaski lotne z licznymi wzniesieniami w postaci ruchomych wydm (m.in. barchanów, poprzecznych oraz podłużnych i gwiaździstych);

PRZYKŁADY: Wielki Erg Zachodni i Wielki Erg Wschodni (Północna Sahara), Wielka Pustynia Piaszczysta (Australia), Pustynia Kara-Kum (Turkmenistan) oraz Pustynia Ar-Rab al-Chali (Płw. Arabski).



4. Pustynie pylaste (Takyr) lub pylasto - ilaste

- **Pustynie pylaste** (lub **pylasto-ilaste**) {nazwy regionalne: **takyr** (Turkmenistan), **szot** (Sahara), **sebka** i **sabcha** (kraje arabskie – Sahara), **kewir** (Iran), **hor** (Mongolia), **sor**, **szor** (Turcja), **playa** (USA)}:
 - tworzą ją osady ilaste przyniesione przez wiatr lub rzeki okresowe:
 - w czasie suszy ił ulega silnemu spękaniu (spękania przyjmują kształt wieloboków),
 - odparowująca woda powoduje wytrącanie wapieni, gipsu, soli.



KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

Opracowanie i redakcja: *Sławomir Dmowski*
Kontakt: *kontakt@geografia24.eu*

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -