

Poznań  
22.11.2023 r.

# *Pustynnienie na obrzeżu Sahary*

prof. UAM dr hab.  
**Małgorzata Mazurek**

Zakład Geoinformacji



# Plan wykładu

- Znaczenie terminu pustynnienie
- Przyczyny pustynnienia na kuli ziemskiej
- Przejawy pustynnienia na północnym obrzeżu Sahary
- Skutki przyrodnicze, społeczno-ekonomiczne i polityczne pustynnienia
- Sposoby walki z pustynnieniem
- Podsumowanie

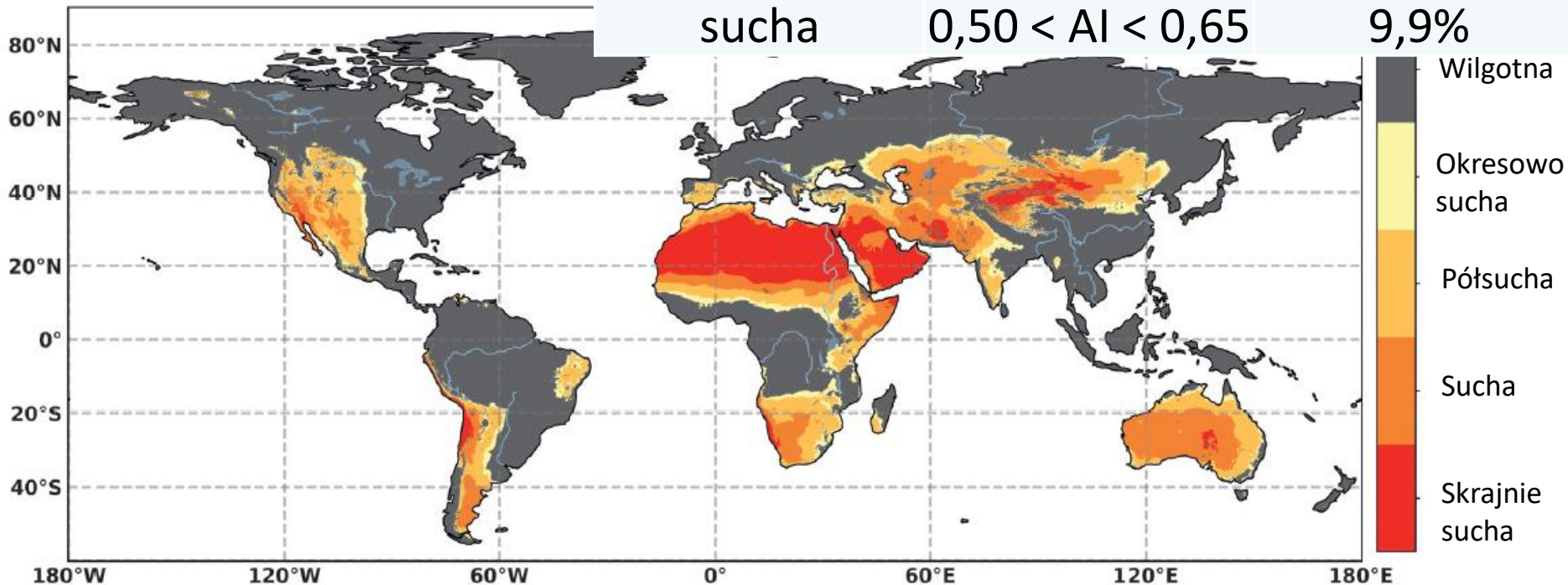
## Cel wykładu

Przedstawienie roli i zależności między czynnikami naturalnymi, społeczno-ekonomicznymi i politycznymi w rozwoju pustynnienia, wskazanie skutków pustynnienia na północnym skraju Sahary oraz głównych działań, w tym działań międzynarodowych, jakie należy podjąć w celu zminimalizowania pustynnienia.

# Zasięg współczesnej strefy suchej i półsuchej w oparciu o wskaźnik suchości $AI = P/PET$ (MAB/UNESCO 1979, Kantowicz 1999)

**P** – średni roczny opad  
**PET** – potencjalna  
ewapotranspiracja

Klasyfikacja UNEP 1992	Wskaźnik suchości	Udział na lądzie
Skrajnie sucha	$AI < 0,05$	7,5%
Sucha	$0,05 < AI < 0,20$	12,1%
Półsucha	$0,20 < AI < 0,50$	17,7%
Okresowo sucha	$0,50 < AI < 0,65$	9,9%



## ***A.M. Aubreville (1949)***

*„Climate, Forets, et Desertification de l'Afrique Tropicale”*

**Pustynnienie** - to proces zachodzący w wyniku nadmiernej antropopresji na rozległych obszarach (**nie tylko na pograniczu pustyń**)

**Dezertyzacja** - H.N. Le Houerou (1968)



# Pustynnienie

- **Pustynnienie** to zmniejszenie lub zniszczenie potencjału biologicznego gleby, które może ostatecznie doprowadzić do warunków pustynnych (UNEP, 1992);
- **Pustynnienie** to degradacja powierzchni Ziemi na obszarach suchych, półsuchych i okresowo suchych, spowodowana różnymi czynnikami, włączając w to wahania klimatyczne i działalność człowieka (ONZ/UNCCD).

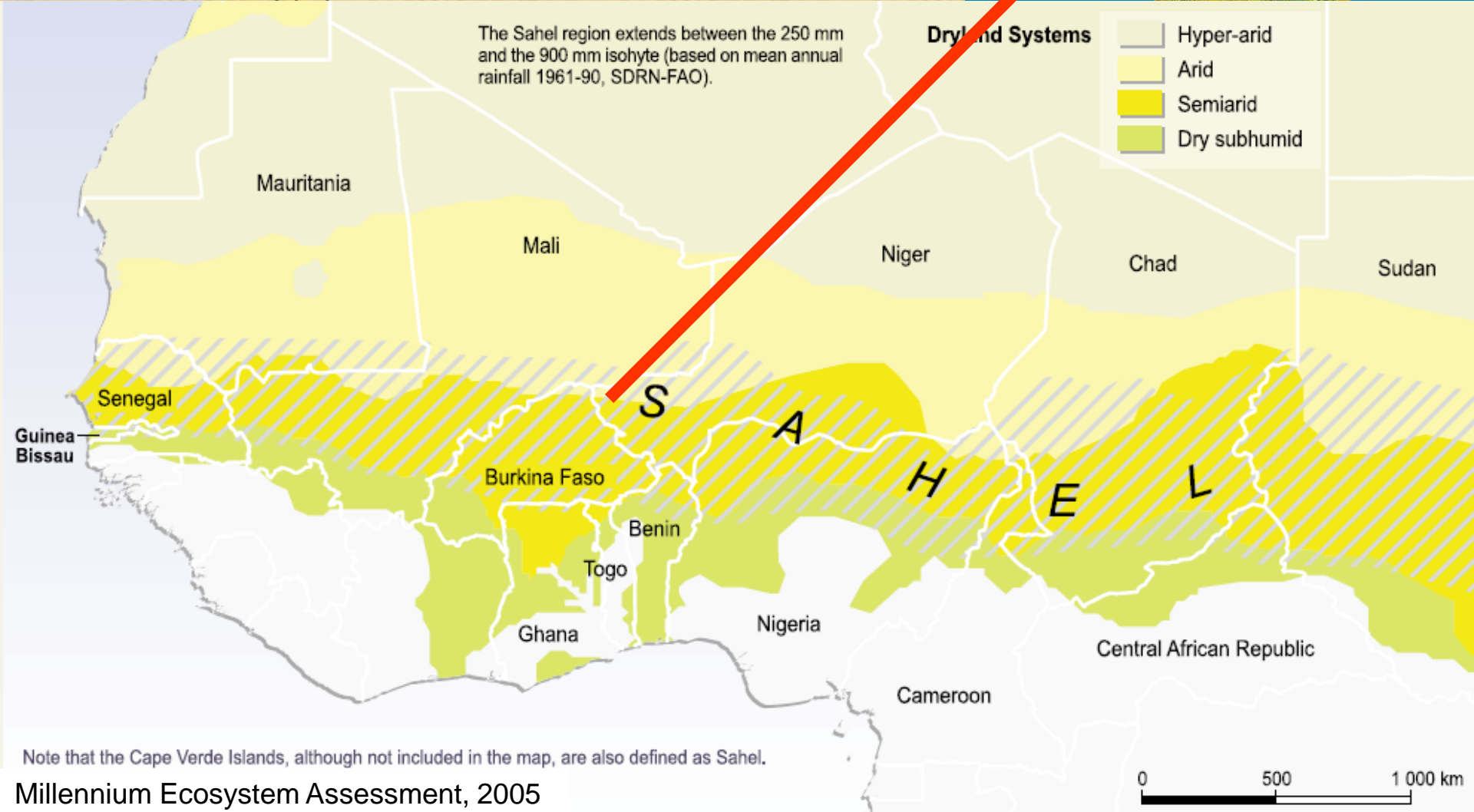
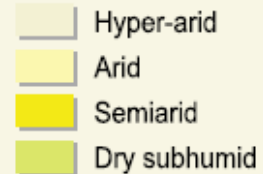
# Afryka subsaharyjska – Sahel klęska suszy i głodu w latach 1968-1974 susza 2010 r.



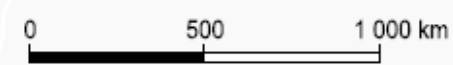
**Sahel** (*sāḥil*) w języku arabskim: *kraniec, wybrzeże*

The Sahel region extends between the 250 mm and the 900 mm isohyete (based on mean annual rainfall 1961-90, SDRN-FAO).

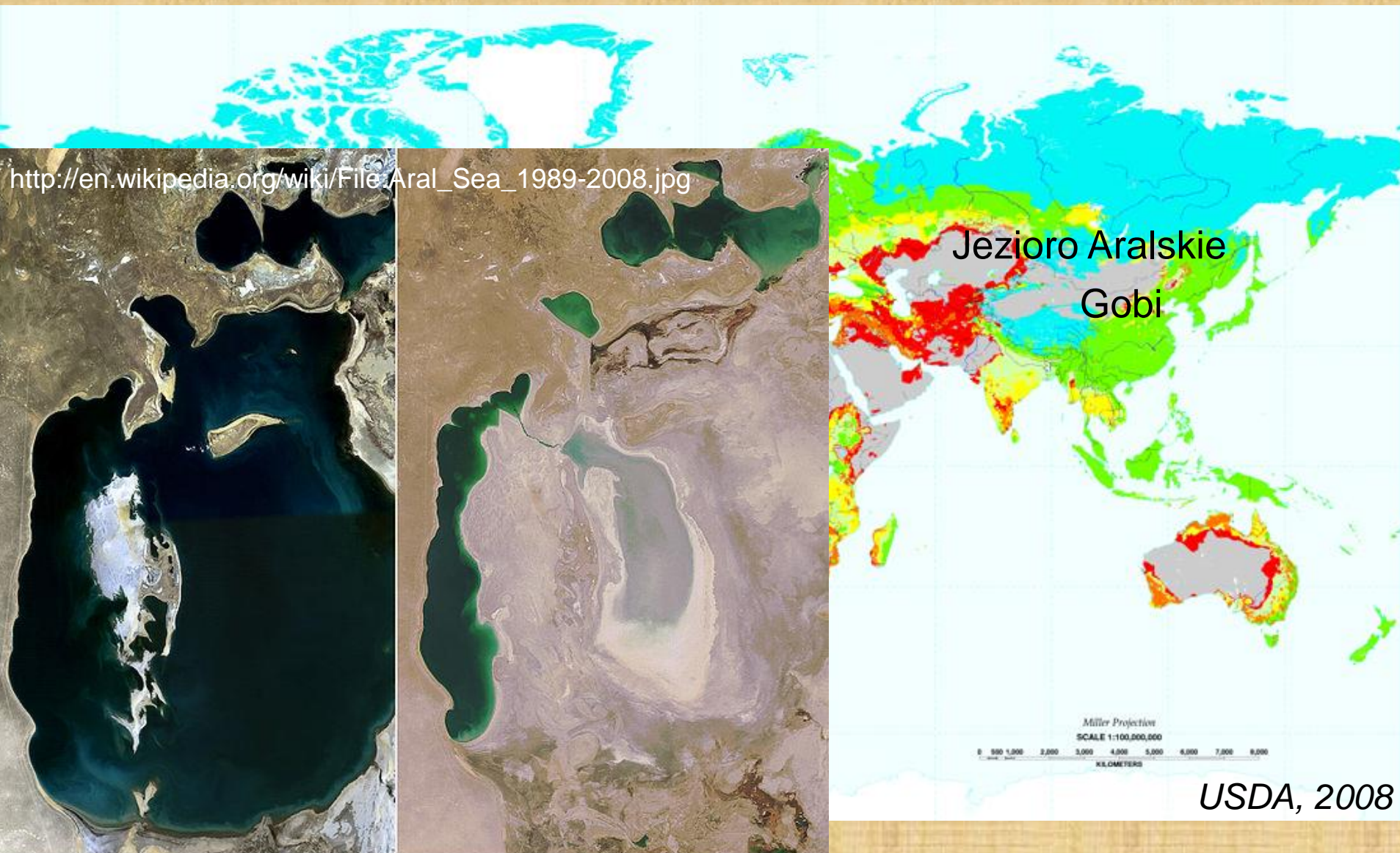
**Dryland Systems**



Note that the Cape Verde Islands, although not included in the map, are also defined as Sahel.



# Obszary zagrożone pustynnieniem

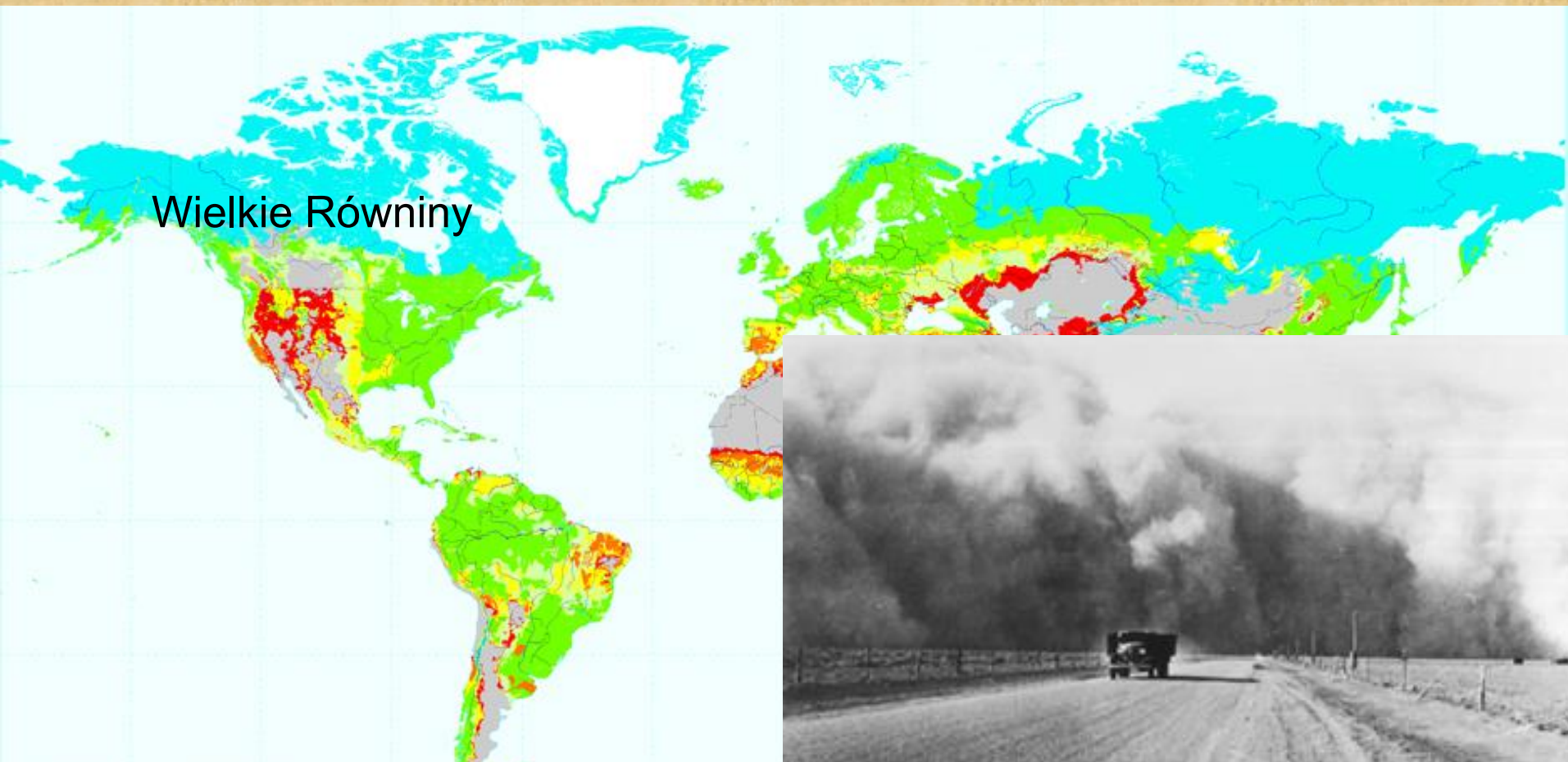


July - September, 1989

October 5, 2008

USDA, 2008

# Obszary zagrożone pustynnieniem



- Tereny suche zajmują obecnie ok. 47,2% ( $\pm 0,8\%$ ) powierzchni lądowej i są domem dla 3 mld ludzi.
- W latach 1980-2000 spadek produktywności roślinnej dotyczył około 9,2% suchych terenów ( $\pm 0,5\%$ ), dotykając około 500 ( $\pm 120$ ) milionów ludzi w 2015 roku.
- Około 70% terenów suchych jest zlokalizowanych w Afryce i Azji.



# Pustynnienie jako problem globalny

- Konwencja Narodów Zjednoczonych **UNCCD** w sprawie zwalczania pustynnienia z 12.1996 r.
- Celem jest różnokierunkowe zwalczanie pustynnienia i łagodzenie skutków susz dla osiągnięcia zrównoważonego rozwoju
- W 2003 r. Zgromadzenie Ogólne ONZ ogłosiło rok 2006 **Międzynarodowym Rokiem Pustyń i Pustynnienia** (rezolucja 58/211) w celu zwrócenia uwagi na związek ubóstwa z procesem degradacji gleb i niszczeniem zasobów wodnych, a zarazem na ochronę różnorodności biologicznej terenów pustynnych
- **Światowy Dzień Przeciwdziałania Pustynnieniu i Suszy, 17 czerwca.**

# Przyczyny pustynnienia

## Bezpośrednie :

### 1. Naturalne:

- susze, globalne zmiany klimatu, pożary

### 2. Antropogeniczne:

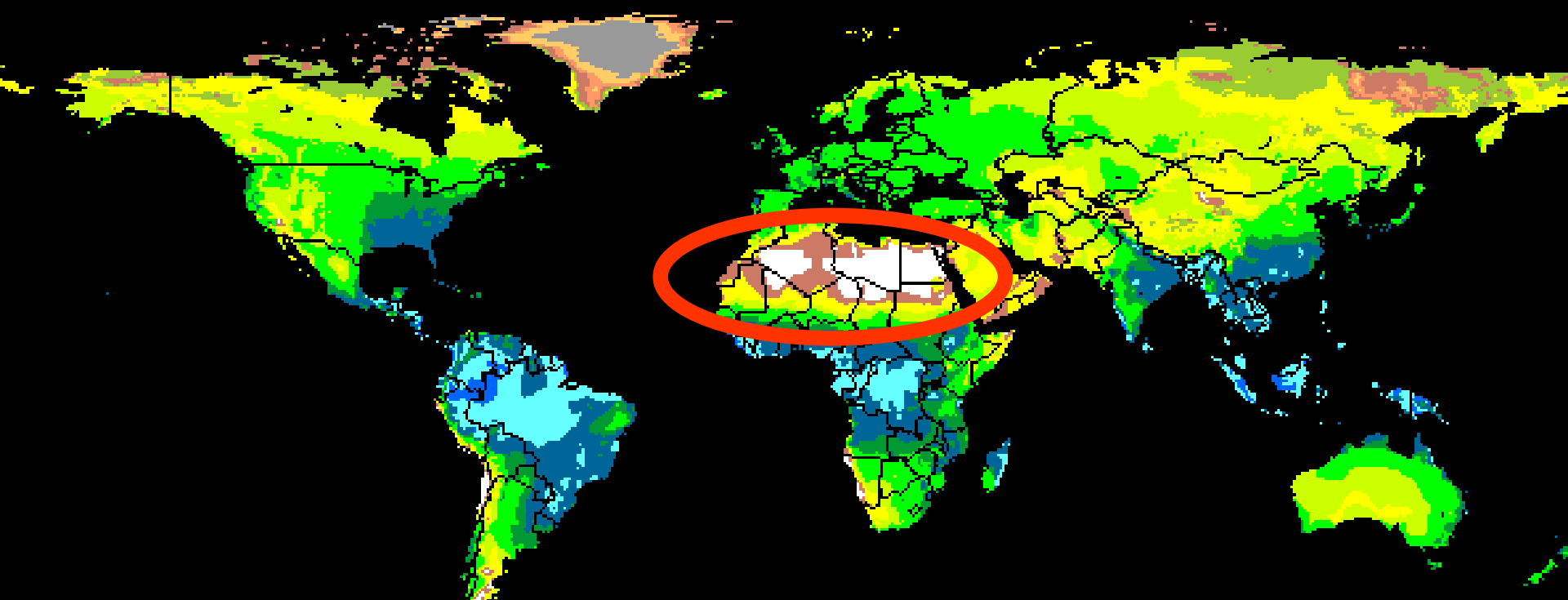
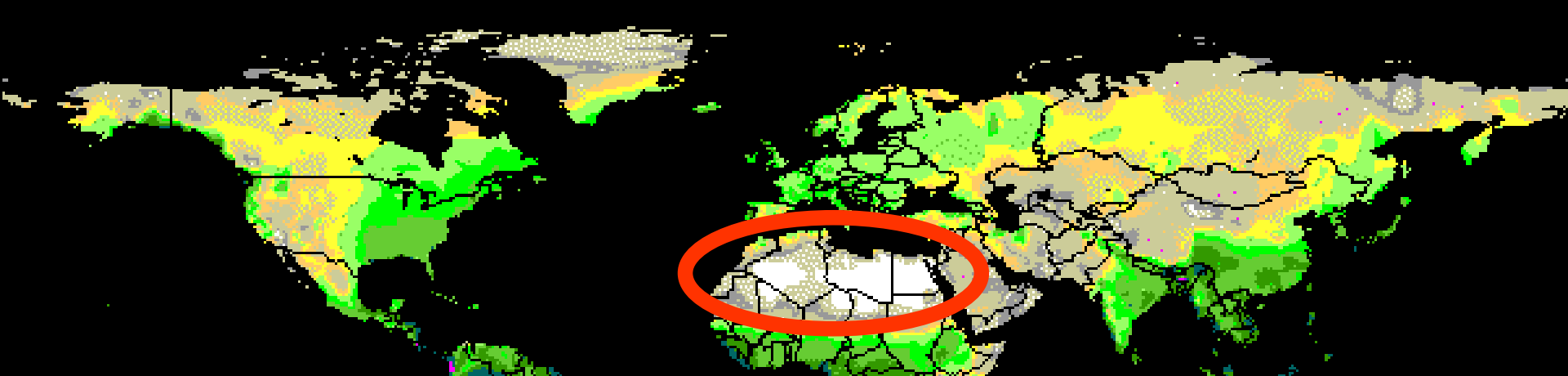
- nadmierny wypas i zniszczenie pastwisk
- typ użytkowania terenu (wylesienie, monokultury, uprawy wodochłonne)
- nieprawidłowe zaprojektowanie i działanie systemów wodno-melioracyjnych
- niekontrolowane pożary

## Pośrednie:

- uwarunkowania polityczno-społeczne (dostępność wody w studniach, osiadły tryb życia, utrudnienia dla nomadów)
- kierunki rozwoju gospodarczego regionu i świata

Sahara





## Potencjalna biomasa

Potential Biomass (gdm/m<sup>2</sup>/yr)

by FAO - SDRN - Agrometeorology Group - 1997



*Pustynie skalista, hamada,  
Maroko*





*Pustynia kamienista, hamada du Dra, Maroko*

*Pustynia żwirowa, serir,  
Maroko*



*Pustynia piaszczysta, erg - pole  
barchanów, Egipt*





*Erg Chebbi, Maroko*



*Oued = wadi, sucha dolina, Maroko*



Parolist biały



Powój



sukulenty + sklerofity = kserofity

**Sukulent (miękki, soczysty)**

- słabo rozwinięty system korzeniowy
- magazynuje wodę w miększu wodnym

**Sklerofit (twardy, suchy)**

- dobrze rozwinięty system korzeniowy, niekiedy sięgający do wody gruntowej na kilkudziesięciu metrach
- może stracić 50% wody i nadal żyje

**Słonorośla (= halofity)**

# Oaza nadrzeczna, Oued Dra, Maroko





Kanały nawadniające w oazie, Maroko

# *Zaopatrzenie w wodę*

*Zaghuan – akwedukt do Kartaginy,  
Tunezja*



*Cysterna IX w., Kairuan,  
Tunezja*

## Tradycyjne budowle hydrotechniczne



*Khettara d'el Jorf w Tafilalt, Maroko*

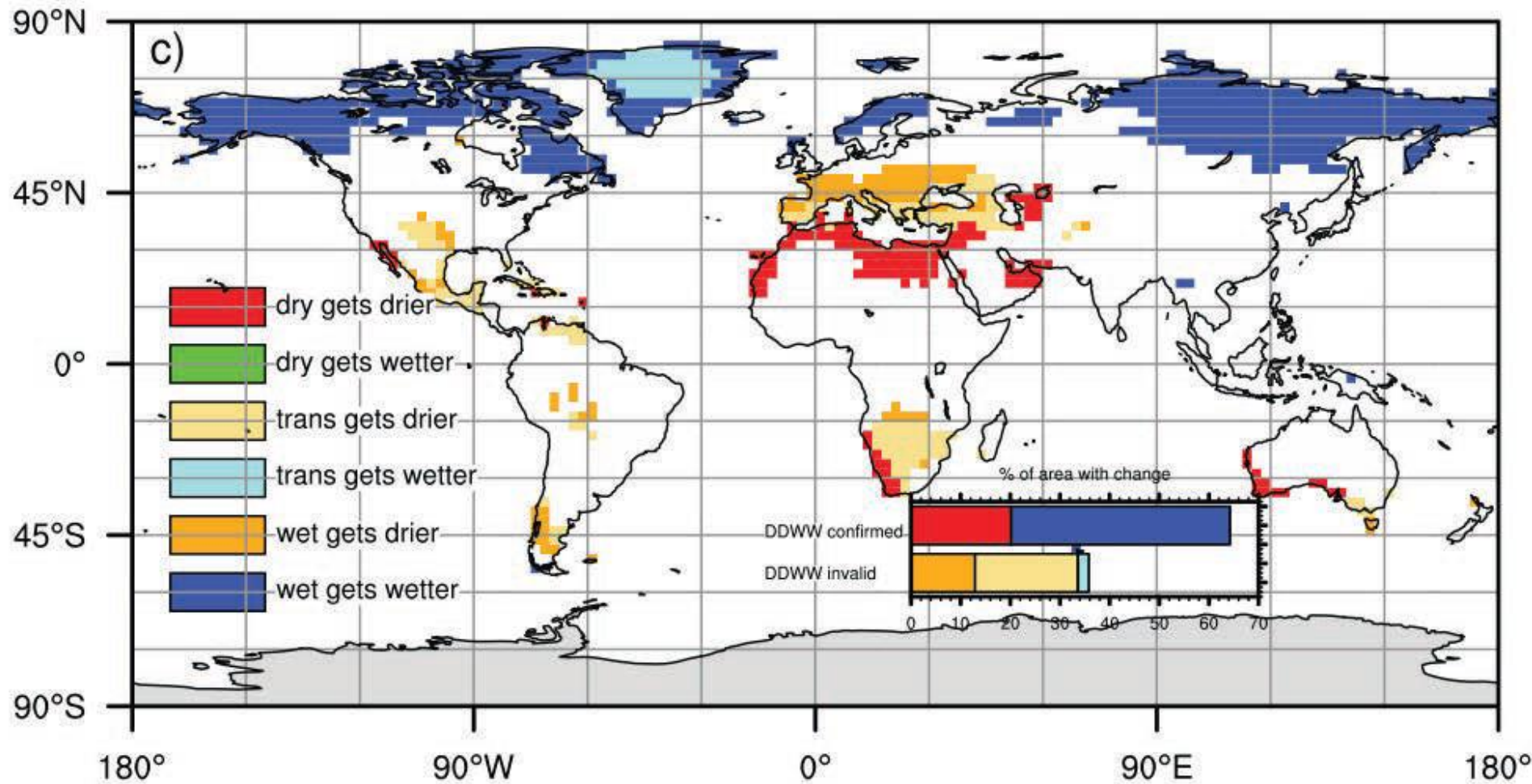
khettaras (arab.: qanāt ) z XIV wieku, systemy nawadniające, *Erfoud, Maroko*

„Zmiana klimatu jest już widoczna w postaci ekstremalnych zjawiskach pogodowych – częstszych i dłuższych fal upałów, susz, ulewnych opadów, rosnącej mocy cyklonów tropikalnych – w każdym zakątku świata. W porównaniu z poprzednim raportem IPCC (z lat 2013-2014) z większą pewnością można te zjawiska przypisać antropogenicznemu globalnemu ociepleniu.”

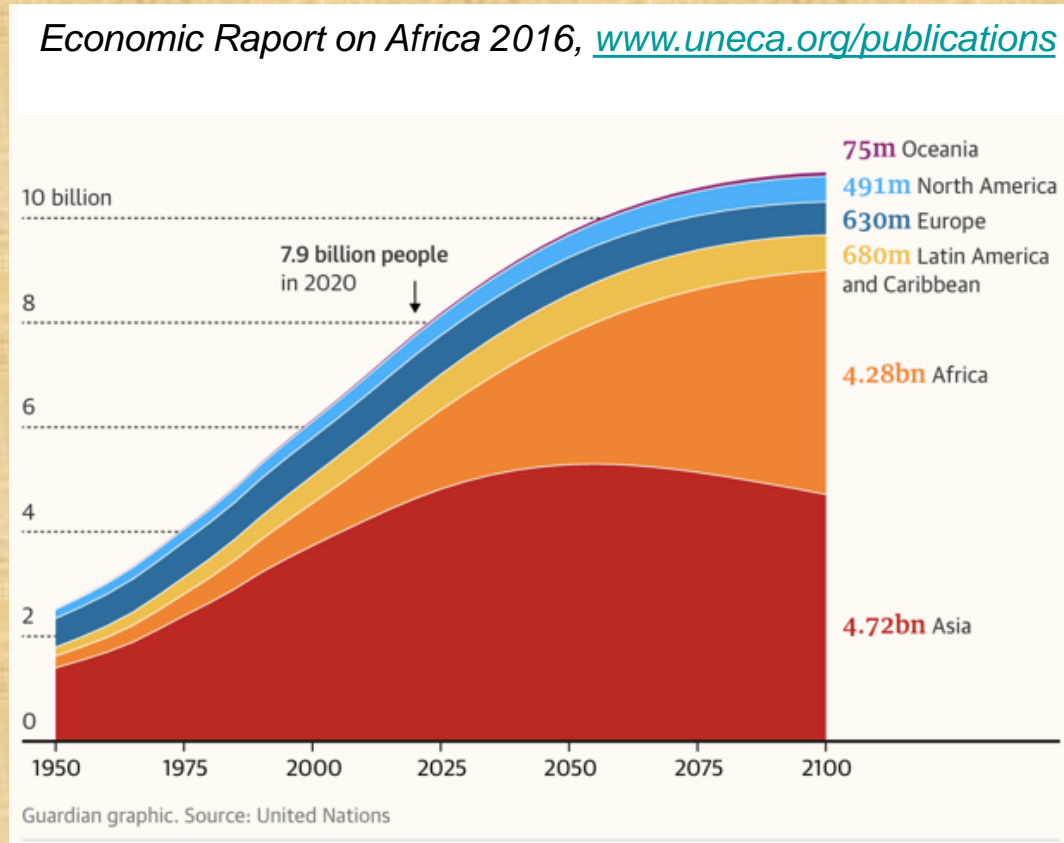


# Przewidywane zmiany wilgotności

## *obszary suche stają się bardziej suche*



# Prognozowany wzrost liczby mieszkańców świata



- Wzrost liczby ludności w Afryce jest najszybszy na świecie, do 2050 r. ludność Afryki podwoi się 2015 r. – 1.2 mld, 2050 r. – 2.5 mld (mimo spadku płodności)
- 54% globalnego wzrostu liczby ludności do 2050 r. to Afrykanie: spadek umieralności niemowląt, wydłużenie średniej długość życia
- 56% ludności Afryki w 2050 r. będzie zamieszkiwać miasta;
- najwyższa urbanizacja – Afryka Zachodnia (70% populacji miejskiej), oznacza to wzrost popytu na: usługi miejskie, infrastrukturę i zatrudnienie

*Maroko, Erg Chebbi*



Zmiany obiegu wody  
zanieczyszczenia

Urbanizacja terenów suchych

brak kanalizacji, substancje skażające glebę przedostają się na tereny rolnicze



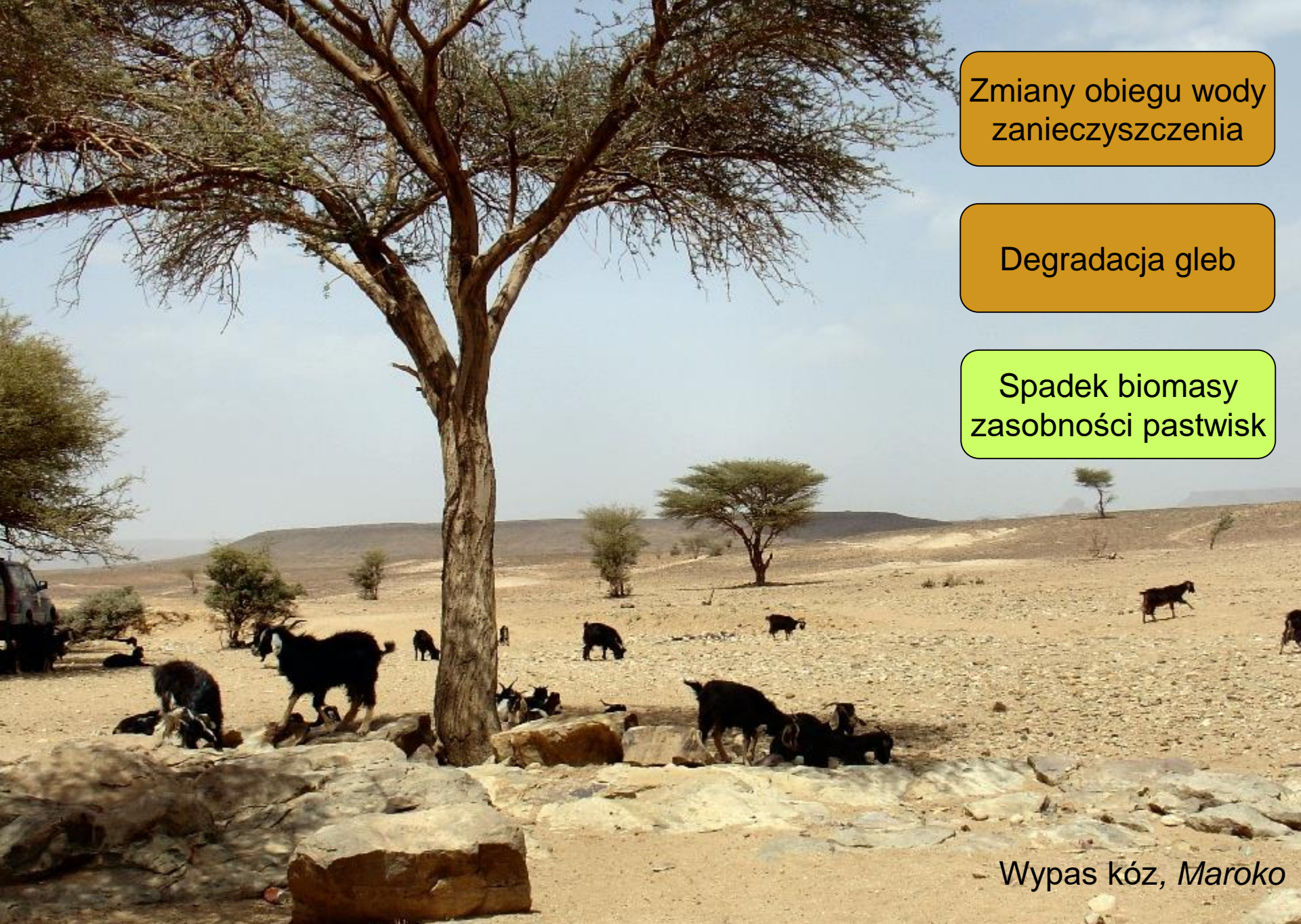
Uprawy wymagają nawadnianie poletek wodą ze studni głębinowej

Zmiany obiegu wody  
zanieczyszczenia

Degradacja gleb



Owoce i warzywa uprawiane na obszarach nawadnianych, nawożenie, pestycydy



Zmiany obiegu wody  
zanieczyszczenia

Degradacja gleb

Spadek biomasy  
zasobności pastwisk

Wypas kóz, *Maroko*

Zwiększenie potrzeb żywnościowych – intensyfikacja pasterstwa



*Zapotrzebowanie na opał w gospodarstwach domowych*

Degradacja gleb

Spadek biomasy



Usuwanie drzew, palenie drewnem tamaryszkowym





*Oaza Douz, Tunezja*



*Erg Chegaga, Maroko*

Zmiany obiegu wody  
zanieczyszczenia

Degradacja gleb



Rozwój turystyki, presja mechaniczna – wydeptywanie, wyjeżdżanie,  
zanieczyszczenia, pobór wody

## Degradacja gleb



Presja mechaniczna – wydeptywanie, wyjeżdżanie, skażenie gleb, pobór wody



Zmiany obiegu wody,  
zanieczyszczenia

Degradacja gleb

Spadek  
bioróżnorodności

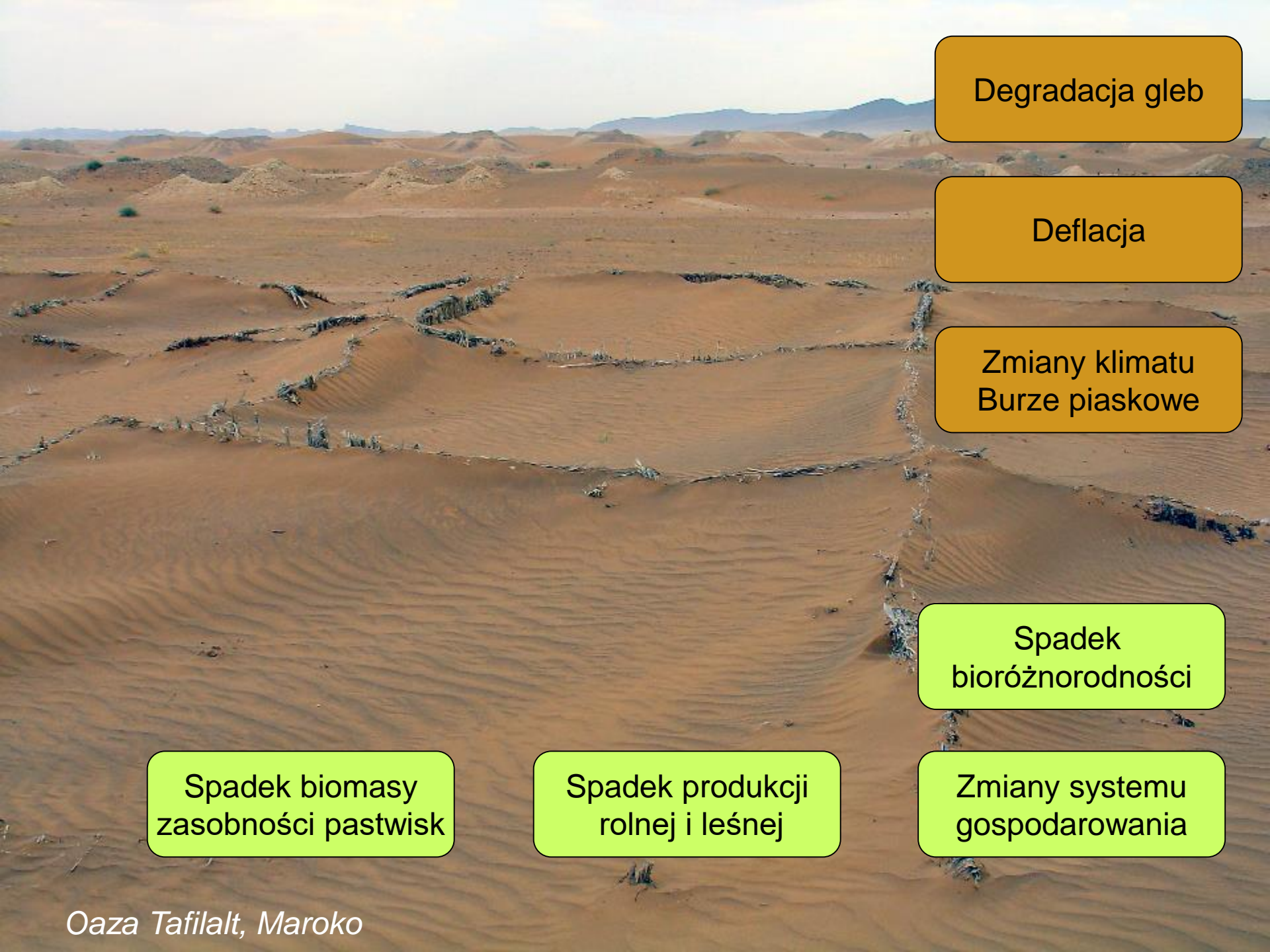
Spadek produkcji  
rolnej i leśnej



Degradacja gleb

Spadek biomasy  
zasobności pastwisk

Spadek produkcji  
rolnej i leśnej



Degradacja gleb

Deflacja

Zmiany klimatu  
Burze piaskowe

Spadek  
bioróżnorodności

Spadek biomasy  
zasobności pastwisk

Spadek produkcji  
rolnej i leśnej

Zmiany systemu  
gospodarowania

Zmiany obiegu wody



*Oaza Mhamid, Maroko*

Obniżenie poziomu wód gruntowych

Zmiany obiegu wody

Ubożenie ludności,  
głód, choroby



*Oaza Mhamid, Maroko*

Zmiany obiegu wody  
zanieczyszczenia



Ubożenie ludności,  
głód, choroby

Oaza Mhamid, Maroko





Deflacja

Degradacja gleb

Zmiany klimatu  
Burze piaskowe

Ubożenie ludności,  
głód, choroby

*Burza pyłowa, Maroko*

Deflacja eoliczna obejmuje 39% powierzchni strefy suchej

Deflacja

Degradacja gleb

Zmiany klimatu  
Burze pyłowe  
Aerozole

Ubożenie ludności,  
głód, choroby

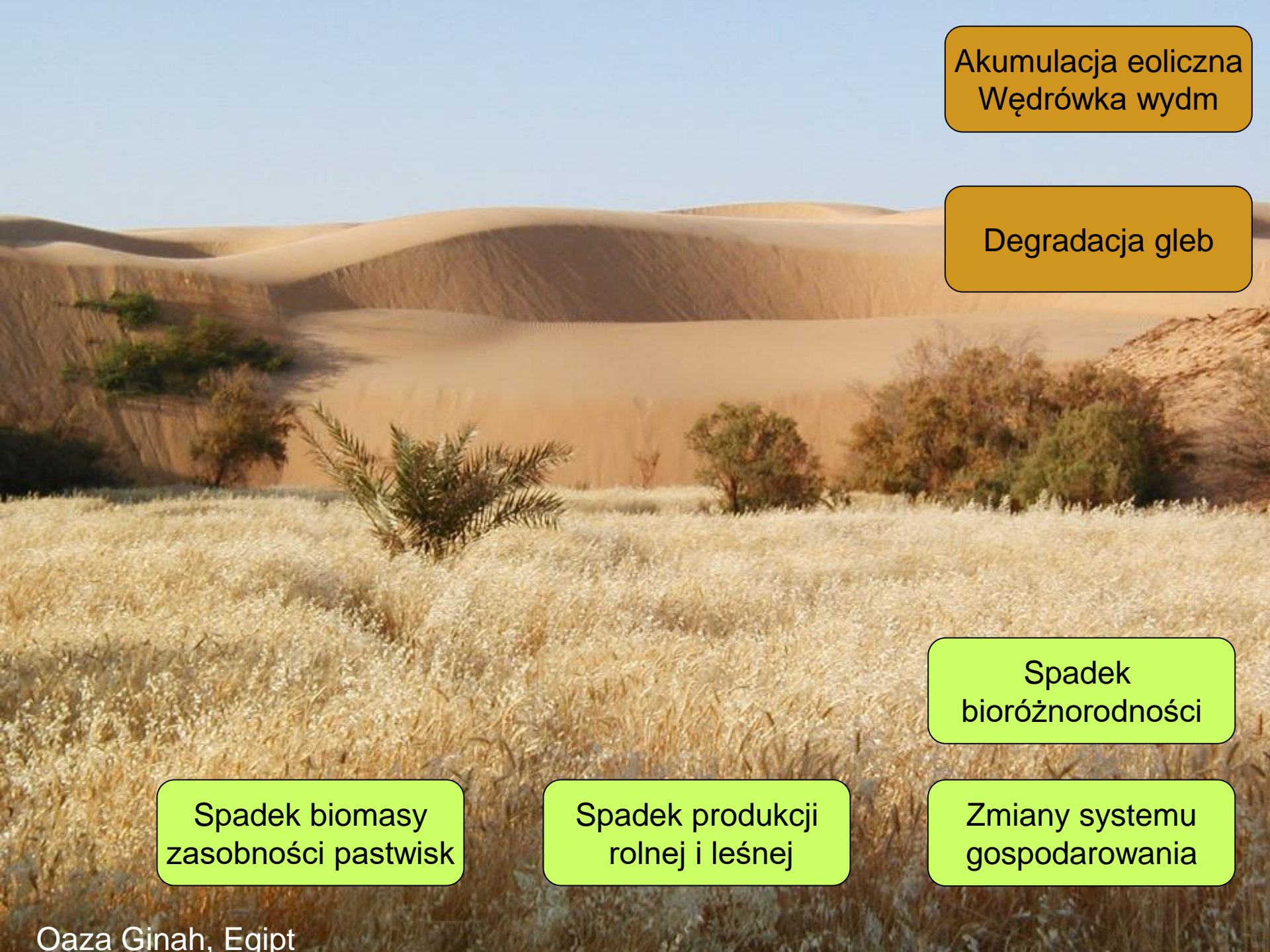
*Burza pyłowa podczas chamsinu, Asuan, Egipt*



Akumulacja eoliczna  
Wędrowka wydm

Degradacja gleb

Akumulacja i wędrowka barchanów i pól wydmyowych



Akumulacja eoliczna  
Wędrowka wydm

Degradacja gleb

Spadek  
bioróżnorodności

Spadek biomasy  
zasobności pastwisk

Spadek produkcji  
rolnej i leśnej

Zmiany systemu  
gospodarowania

Akumulacja eoliczna  
Wędrowka wydm



Straty  
w infrastrukturze

Ubożenie ludności,  
głód, choroby

Oaza Mhamid, Maroko



Akumulacja eoliczna  
Wędrownka wydym

Straty  
w infrastrukturze

*Bur Said, Egipt*

Do roku 2020 około 60 milionów osób wyemigruje z powodu pustynnienia obszarów w Afryce Subsaharyjskiej w kierunku Afryki Północnej i Europy.



Ubożenie ludności  
głód, choroby

Konflikty społeczne,  
etniczne

Migracje  
Zmiany kulturowe

*Oaza Mhamid, Maroko*

Zmiany systemu gospodarowania

Spadek bioróżnorodności

Spadek biomasy zasobności pastwisk

Spadek produkcji rolnej i leśnej

Zmiany obiegu wody zanieczyszczenia

Degradacja gleb

Deflacja, korazja

Burze pyłowe  
Aerozole

**PUSTYNNIENIE**

Akumulacja eoliczna  
Wędrowka wydm

Zmiana klimatu

Straty w infrastrukturze

Ubożenie ludności  
głód, choroby

Migracje  
Zmiany kulturowe

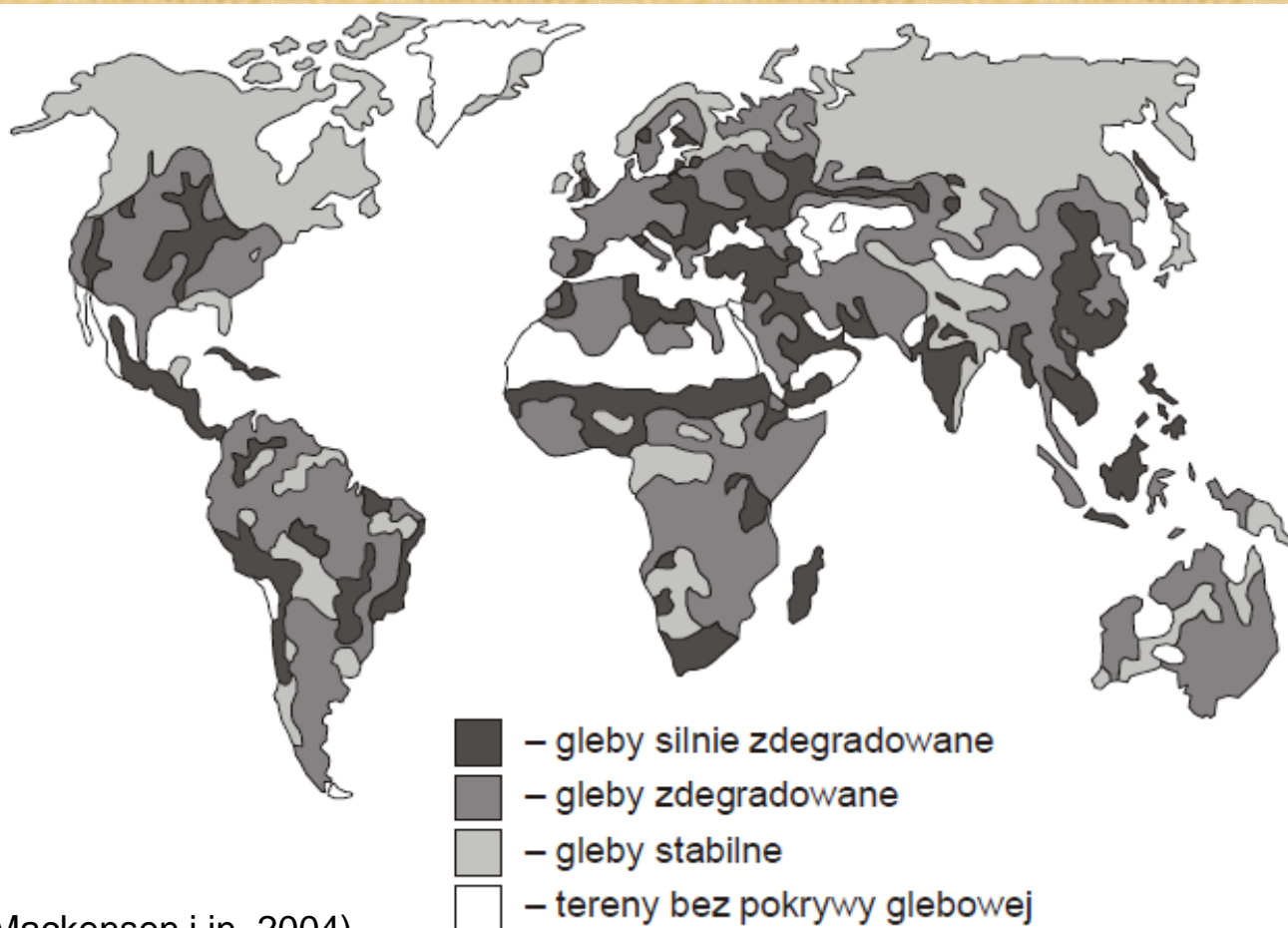
Konflikty społeczne,  
etniczne



# Skutki pustynnienia

## 1. środowiskowe

- **degradacja gleb:** wzrost temperatury, zasolenia i spadek wilgotności gleb, zmniejszenie żyzności gleb i ich zdolności retencjonowania wody, erozja gleb (deflacja) oraz zmniejszenie pochłaniania dwutlenku węgla,



(Mackensen i in. 2004)

Pustynnienie pochłania 6 mln ha ziemi rocznie.

Rocznie degradacji podlega 24 mld ton gleby.

Do 2050 roku 25 mln ha gleb zamieni się w pustynie.

# Skutki pustynnienia

## 1. Środowiskowe

- **zmniejszenie zasobów wodnych:** wysychanie źródeł, zmniejszenie przepływu wód w rzekach i obniżenie poziomu podziemnych zbiorników wody, wzrost zasolenie wód,
- **zmianę klimatu** wynikającą ze wzrostu emisji i zmniejszenie pochłaniania dwutlenku węgla, wzrost częstości burz pyłowych, zmiany albedo,
- **utrata różnorodności biologicznej:** zmiana roślinności w kierunku większej halo- i kserofitowości, ekspansja gatunków inwazyjnych,
- **spadek produkcji biomasy:** obniżenia zasobów pastwisk, obniżenia produkcji rolnej,

# Skutki pustynnienia

## 2. gospodarcze

- straty materialne spowodowane suszą i pożarami,
- ograniczenia w produkcji rolniczej, zmniejszone plony, wzrost cen żywności,
- straty spowodowane procesami eolicznymi w infrastrukturze drogowej, energetycznej i budownictwie,
- koszty pomocy dla dotkniętych klęską.

W skali globalnej straty gospodarcze wynoszą prawie 42 mld USD rocznie.



# Skutki pustynnienia

## 3. społeczne

- pogorszenia warunków życia ludzkiego (głód, wzrost zachorowań i śmiertelności, wędrówki za wodą, wzrost ubóstwa, migracje w poszukiwaniu pracy, problemy z edukacją),
- pogorszone nastroje społeczne i konflikty społeczne,
- napięcia i konflikty wywołane masową migracją ludzi i zwierząt na tereny bogatsze w wodę.



Skutkami pustynnienia zagrożonych jest ok. miliarda ludzi w 60 krajach.

# ***Zwalczanie pustynnienia***

= działania wspomagające obszary objęte pustynnieniem dla osiągnięcia zrównoważonego rozwoju

- zapobieganie i/lub zmniejszenie degradacji ziemi,
- rekultywacja częściowo zdegradowanej ziemi,
- odzyskiwanie ziemi zamienionej w pustynię.

# Cele Zrównoważonego Rozwoju (Sustainable Development Goals, SDG)

**Cel 15: Chronić, przywrócić oraz promować zrównoważone użytkowanie ekosystemów lądowych, zrównoważone gospodarowanie lasami, zwalczać pustynnienie, powstrzymać i odwracać proces degradacji gleby oraz powstrzymać utratę różnorodności biologicznej**



## Ogrodzenia powstrzymujące erozję gruntu



*Tunezja*

### **Techniczne sposoby ograniczania pustynnienia**

- Utrwalanie gruntu, płotki przeciwydmowe
- Odpowiedni dobór roślin przeciwerozyjnych

# Ogrodzenia powstrzymujące erozję gruntu



*Tunezja*



**Pomoc techniczna:** przekazanie umiejętności technicznych i managerskich oraz know-how lub technologii (biotechnologii) w celu zwiększenia potencjału kraju-odbiorcy do podejmowania działań rozwojowych w swoim kraju, np. zmiany struktury upraw, zadrzewianie pustyni, zabiegów agrotechnicznych (system zbierania wody „*water harvesting*”, mikronawodnienia)



Pustynia Negev, Izrael

## Pomoc techniczna: pomoc w powrocie do tradycyjnych sposobów zaopatrzenia w wodę



Erfud, erg Chebbi, Maroko

**Pomoc rozwojowa** świadczona w formie finansowej, materialnej czy doradczej (promocja zrównoważonego rozwoju, rozwój społeczeństwa obywatelskiego, wspieranie wzrostu gospodarczego, zapobieganie konfliktom).

## Trudności w walce z pustynnieniem

- powszechne ubóstwo, brak środków,
- brak świadomości społecznej, analfabetyzm
- brak technologii, wiedzy (know-how), infrastruktury,
- podziały etniczne,
- brak stabilizacji społecznej i politycznej,
- słabe instytucje państwowe,
- brak regulacji prawnych,
- ograniczona współpraca międzynarodowa, regionalna.

**Bieda prowadzi do pustynnienia,  
a pustynnienie jest przyczyną biedy.**

# Podsumowanie

- Pustynnienie oznacza degradację gleby na suchych, półsuchych i okresowo suchych obszarach, wynikającą z różnych czynników, w tym zmian klimatu i działalności człowieka, przez co jego zwalczanie wymaga holistycznej diagnozy i programu wdrożeniowego,
- Pustynnienie wywiera wpływ na wszystkie regiony świata i konieczne są działania w skali lokalnej, ale także regionalnej i globalnej, w celu zwalczania pustynnienia i łagodzenia skutków susz.



GENERALNA  
DYREKCJA  
OCHRONY  
ŚRODOWISKA

17 CZERWCA

ŚWIATOWY DZIEŃ WALKI  
Z PUSTYNNIENIEM I SUSZĄ

Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa w ramach programu  
Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą  
***Spółeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu,***  
nr projektu SONP/SP/546432/2022,  
kwota dofinansowania 112 920,00 zł, całkowita wartość projektu 125 640,00 zł.