



## IV. Hydrosfera

### 6. Wody podziemne

# Pochodzenie wód podziemnych

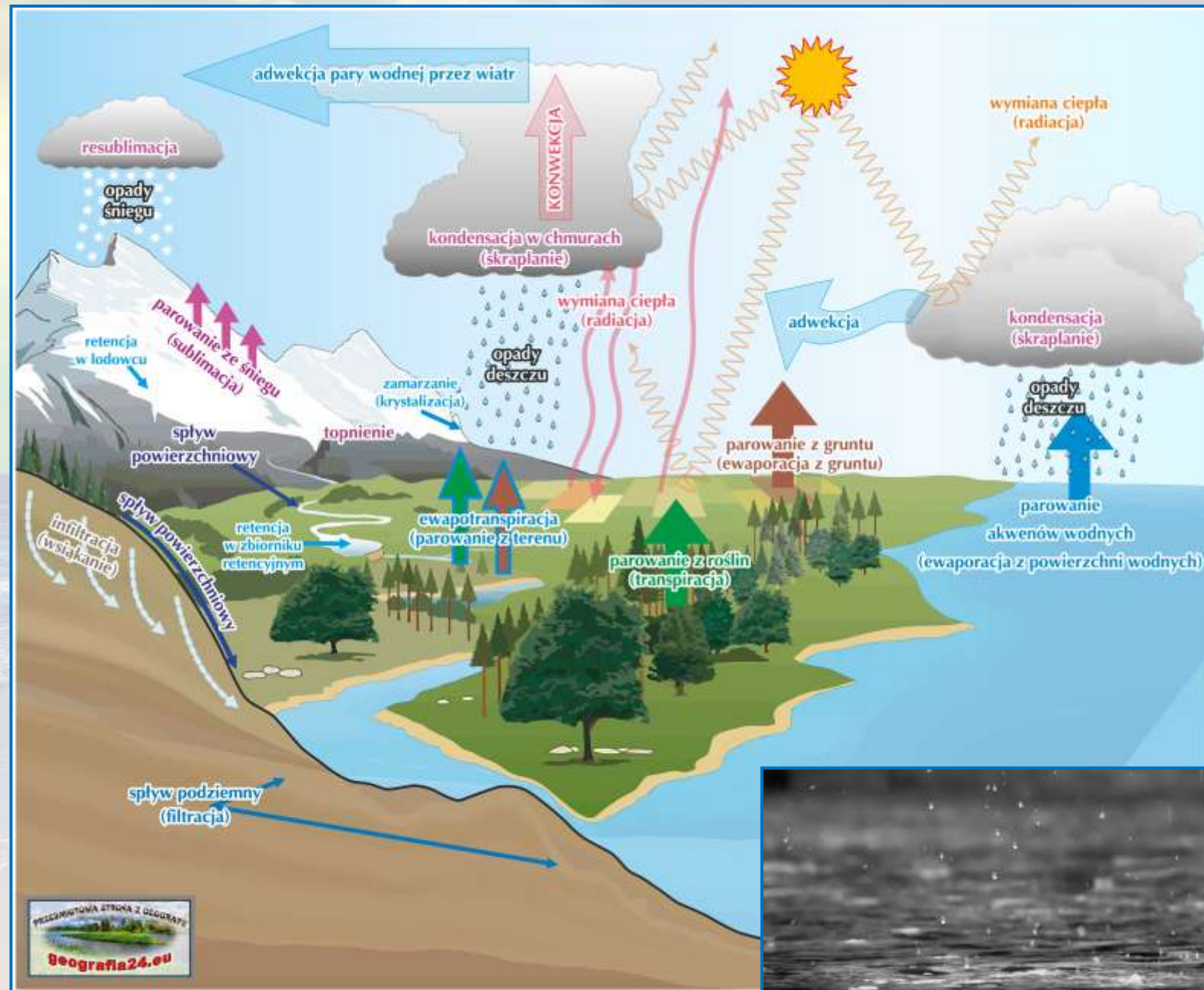
- ♦ Uwzględniając pochodzenie wód podziemnych, wyróżnia się wody:
  - ♦ *infiltracyjne* – najczęstsze;
  - ♦ *kondensacyjne*;
  - ♦ *juwenilne*;
  - ♦ *reliktowe*.





# Pochodzenie wód podziemnych – wody infiltracyjne

- ♦ **Wody podziemne infiltracyjne:**
  - ♦ najczęstszy typ wód podziemnych – aktywnie uczestniczą w krążeniu wody w przyrodzie (są to wody odnawialne),
  - ♦ powstają z opadów i osadów atmosferycznych poprzez przesiąkanie wód do warstwy wodonośnej,
    - ♦ przesiąkanie jest możliwe głównie dzięki szczelinom i porowatości skał;
  - ♦ ilość wód przesiąkających zależy przede wszystkim od:
    - ♦ ilości opadów atmosferycznych (zależy to od strefy klimatycznej i pory roku),
    - ♦ specyfiki rzeźby terenu oraz budowy geologicznej,
      - ♦ dobrze jest jak skały są mocno spękane – wtedy możliwe jest głębokie przenikanie,
    - ♦ zdolności skał do przewodzenia wody.





# Pochodzenie wód podziemnych – wody kondensacyjne

## ♦ Wody podziemne kondensacyjne:

- ♦ nie odgrywają one większej roli – jedynie większe znaczenie mają **na terenach suchych**, położonych **w klimacie zwrotnikowym** (powstaje tak tu do 50% wód),
- ♦ na obszarach takich, m.in. pustyniach, półpustyniach, stepach, sawannie, pampie i preriach mamy do czynienia z **dużymi wahaniami dobowych temperatur**:
  - ♦ wysokie w dzień temperatury powodują wzrost wilgotności powietrza w skałach,
  - ♦ niskie temperatury w nocy przyczyniają się do **skraplania zawartej w skałach pary wodnej** (wypełniającej przestrzenie skalne), tuż pod bezpośrednio na powierzchni Ziemi,
  - ♦ jest to możliwe po osiągnięciu przez parę wodną temperatury punktu rosy.



Prosty i skuteczny sposób na uzyskanie wody na pustyni (pod folią znajduje się naczynie do którego będzie skraplać się woda). Niestety jest to czasochłonne i mało wydajne.





# Pochodzenie wód podziemnych – wody juvenile

## ♦ Wody podziemne juvenile:

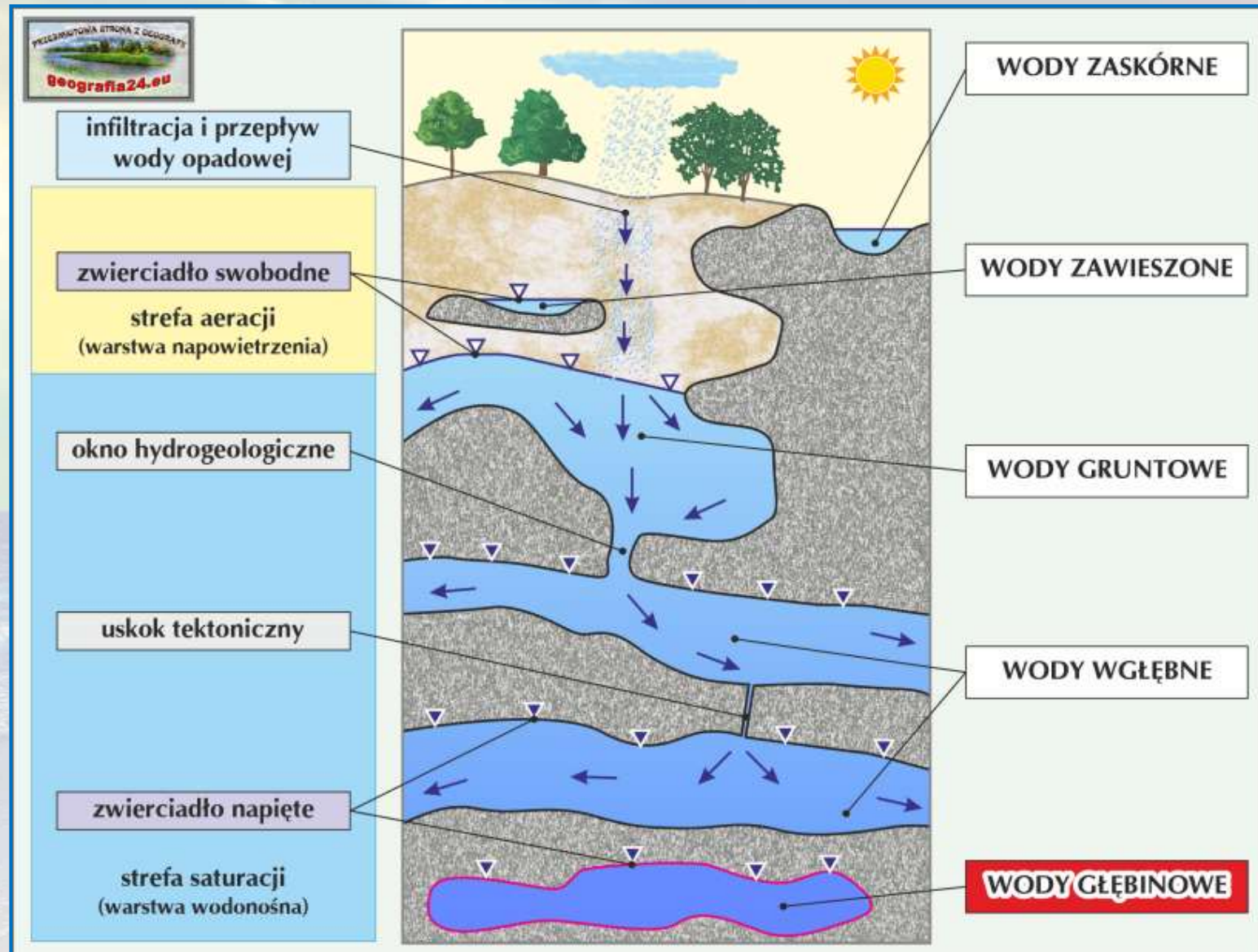
- ♦ odgrywały one prawdopodobnie zasadniczą rolę na początku **prekambru** (około 4 mld lat temu) – obecnie mają już mniejsze znaczenie – największe na terenach gdzie istnieje czynny lub wygasający **wulkanizm**,
  - ♦ np. Kuryle, Park Yellowstone, Kamczatka,
  - ♦ występują w postaci **wód hydrotermalnych** i wydostają się one na powierzchnię Ziemi jako tzw. **gorące źródła (gejzery)**;
- ♦ **powstają one w ostatnim etapie krzepnięcia magmy**, kiedy temperatura jej spada poniżej wartości  $+375^{\circ}\text{C}$ ,
  - ♦ dochodzi wtedy do uwolnienia wcześniej zawartej w niej **pary wodnej**, która **ulega skropleniu w skorupie ziemskiej**,
    - ♦ skutkiem jest tworzenie zbiorników lub zasilanie już istniejących wód podziemnych;
- ♦ cechują się one **dużym poziomem mineralizacji** – zawierają **liczne gazy**.





# Pochodzenie wód podziemnych – wody reliktowe

- ♦ **Wody podziemne reliktowe** (zwane **szczątkowymi** lub **dziewiczymi**):
  - ♦ są one najrzadziej spotykane na Ziemi,
  - ♦ położone są one **na znacznych głębokościach**,
  - ♦ **należą do nich dawne wody infiltracyjne**, które w wyniku ruchów skorupy ziemskiej znalazły się w tzw. **pułapce geologicznej**, dzięki czemu są wodami głębinowymi,
  - ♦ od tego czasu nie mają one możliwości brania udziału w krążeniu wód w przyrodzie;
- ♦ cechują się one **wysoką mineralizacją**,
- ♦ są one **nieodnawialne** – ich wielkość poprzez eksploatację (np. do produkcji wód mineralnych) ulega systematycznemu zmniejszaniu.



**Wody reliktowe** są szczególnym rodzajem wód głębinowych. Leżą w obrębie wód głębinowych, czyli na bardzo dużych głębokościach (zwykle setki metrów do kilku kilometrów). Nie uczestniczą we współczesnym obiegu wody, w przeciwieństwie do wielu innych wód głębinowych.



# Infiltracja – wsiąkanie wody w skały

♦ **Infiltracja** – proces wsiąkania wody w podłoże skalne, zależy przede wszystkim od **rodzaju skał** oraz **budowy geologicznej**.

♦ I tak woda cechuje się:

♦ **dobrym przenikaniem przez przepuszczalne skały:**

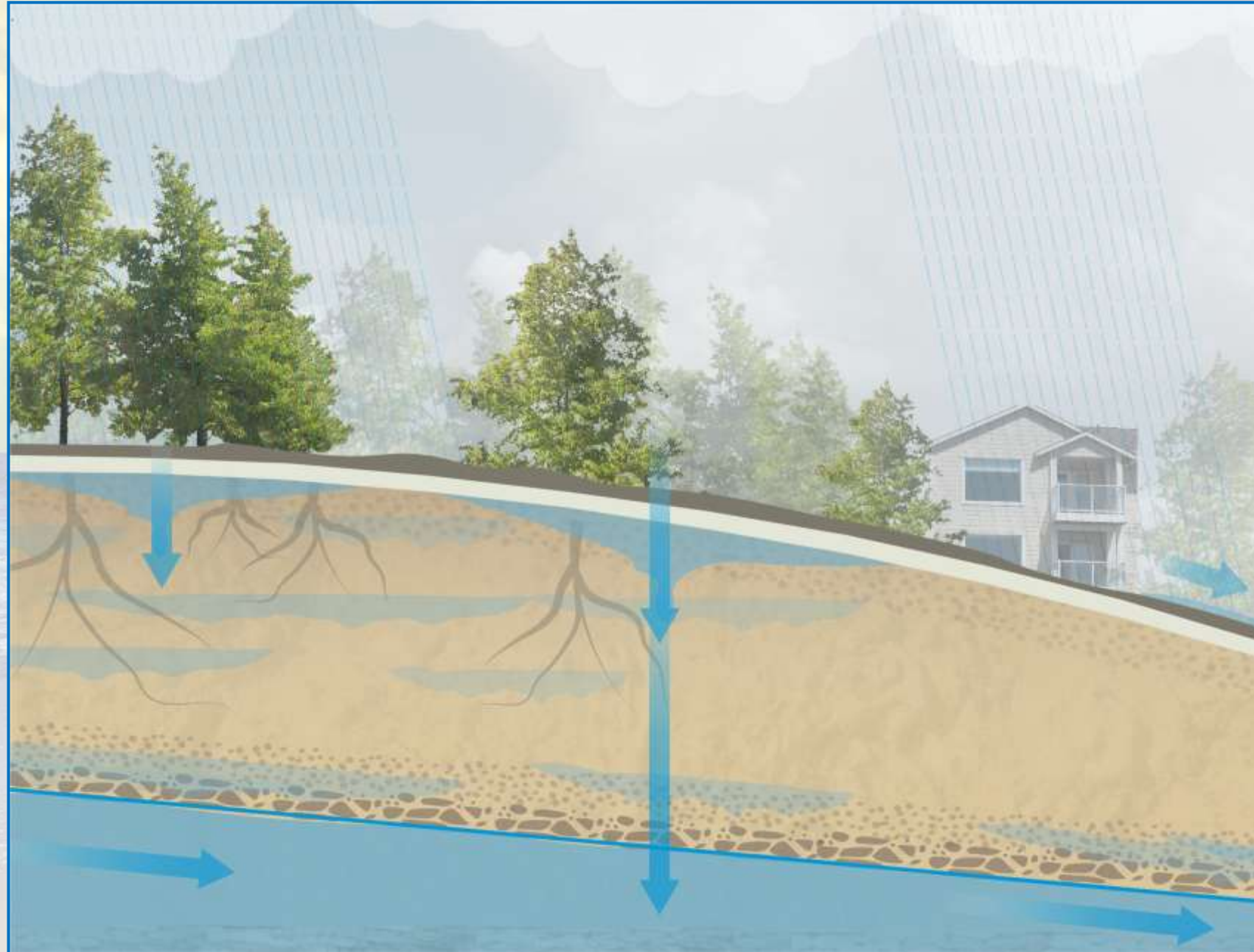
♦ **luźne** – tj. piaski i żwiry (odznaczają się dużymi wymiarami budujących je składników),

♦ **brakiem lub słabym przenikaniem przez skały nieprzepuszczalne:**

♦ **luźne** – tj. ropy i muły (mimo, że chłoną one dobrze wodę),

♦ **zwięzłe** – mułowiec, ropywiec, piaskowiec,

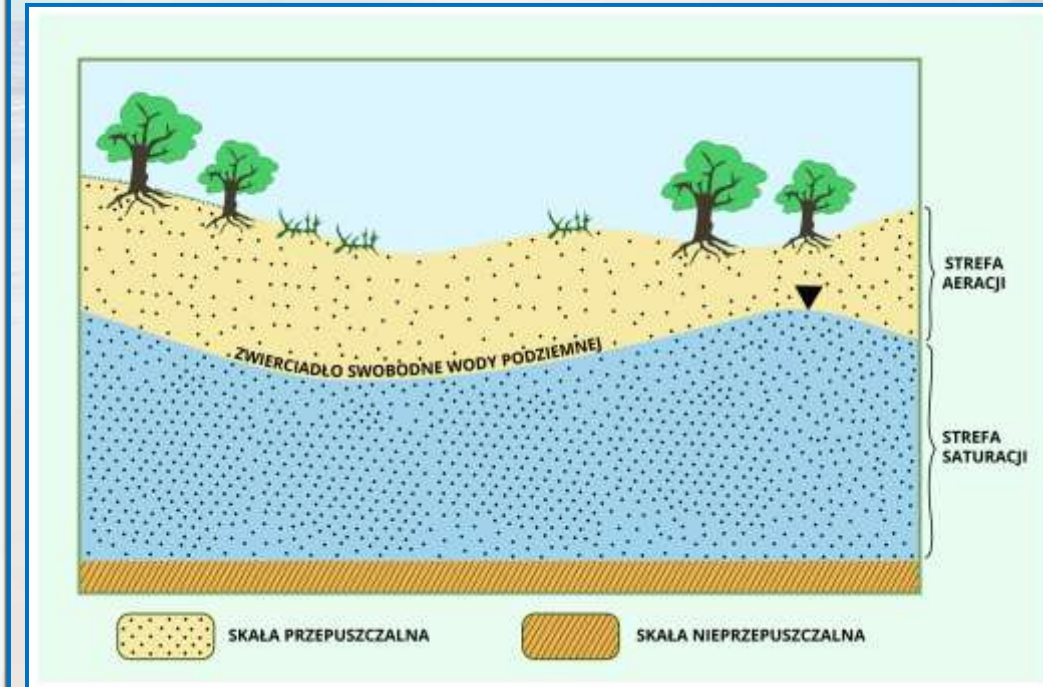
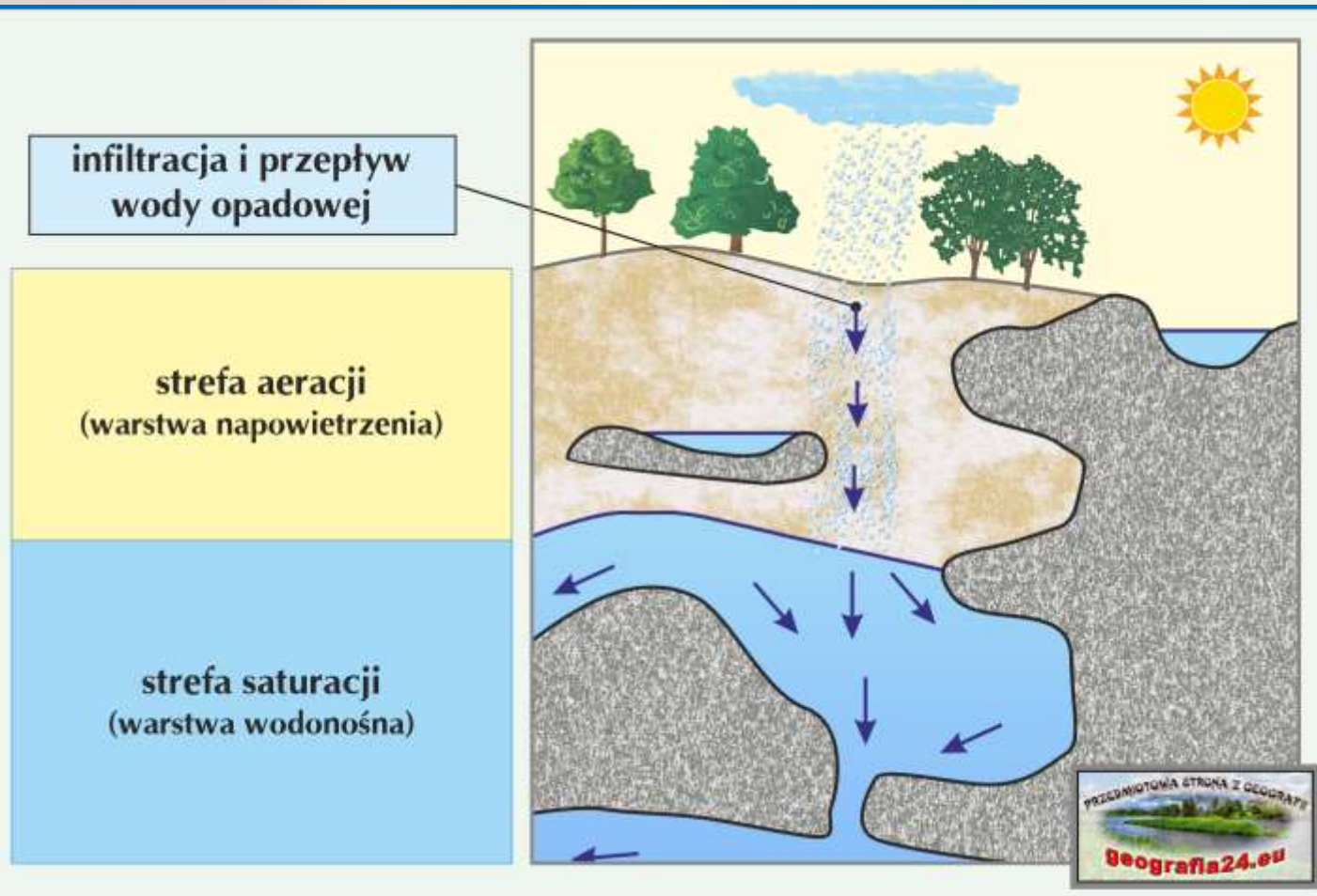
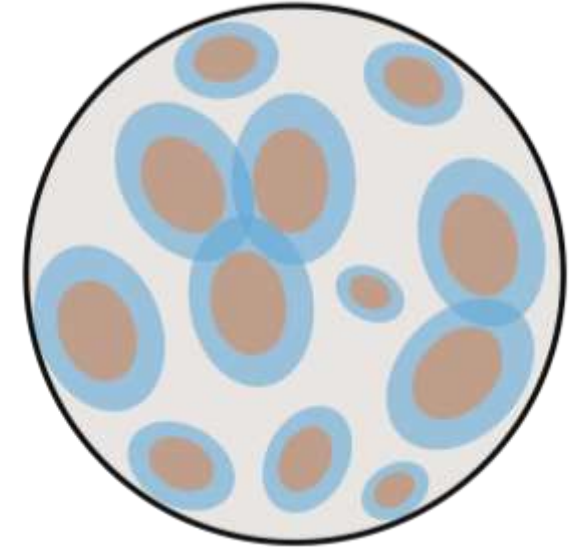
♦ **magmowe i metamorficzne** (przenikanie następuje jedynie poprzez spękania).





# Strefa aeracji (napowietrzenia)

- ♦ **Strefa aeracji (napowietrzenia)** – to warstwa w której następuje przesączanie wody w pionie, aż do warstwy leżącej pod nią – **strefy saturacji (nawodnienia)**.
- ♦ Przestrzeń skalną wypełnia tu:
  - ♦ **powietrze** – wypełnia ono większość przestrzeni,
  - ♦ **woda** – wypełnia ona zwykle mniejszą część przestrzeni (choć może być różnie).





## Strefa aeracji (napowietrzenia) – woda w strefie aeracji

- 💧 **Woda w strefie aeracji występuje jako:**

- **para wodna** – gromadząca się w powietrzu glebowym, w pustkach pomiędzy skałami,

- ◆ **przemieszczanie możliwe jest głównie dzięki zmianom temperatur, ciśnienia i wilgotności;**

- ♦ **woda krystalizacyjna (związana chemicznie)** – budująca związki chemiczne (minerały),

- **nie bierze udziału w krążeniu wód w przyrodzie (składnik gipsu i tlenków krzemu);**

- 💧 **woda związana fizycznie** – woda związana siłami molekularnymi z ziarenkami skalnymi:

- **woda higroskopowa** – otaczająca i przylegająca całkowicie lub częściowo do powierzchni ziaren,

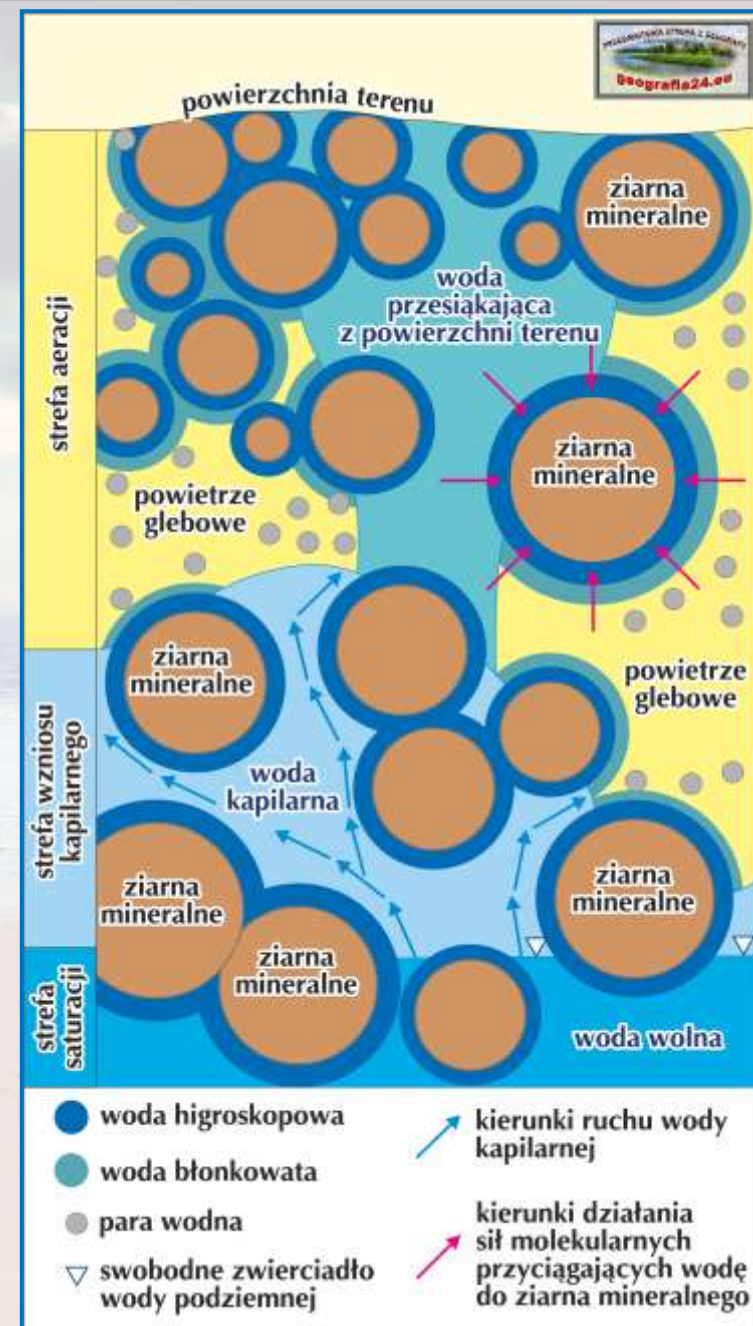
- ♦ **woda błonkowa** – tworzy warstewki wody znajdujące się w otoczeniu wody higroskopowej w postaci cienkiej błonki wodnej (przy maksymalnej wilgotności higroskopowej);

- **woda kapilarna (włoskowata)** – pośrednia pomiędzy wodą związaną fizycznie i wolną wodą grawitacyjną, która tylko częściowo jest uzależniona od przyciągania poszczególnych ziarenek i powolnie przemiesza się przez próżnie skalne w dół, zgodnie z działaniem siły ciężkości,

- przyczynia się ona do tzw. **wzniosu kapilarnego** (jest on tym wyższy, im mniejsza jest wielkość porów i szczelin w skałach);

- **woda wolna (grawitacyjna)** – występuje jako **woda wsiąkowa**, czyli przemieszczająca się pod wpływem grawitacji w dół skał, w zależności od wielkości i częstotliwości opadów i przepuszczalności skał,

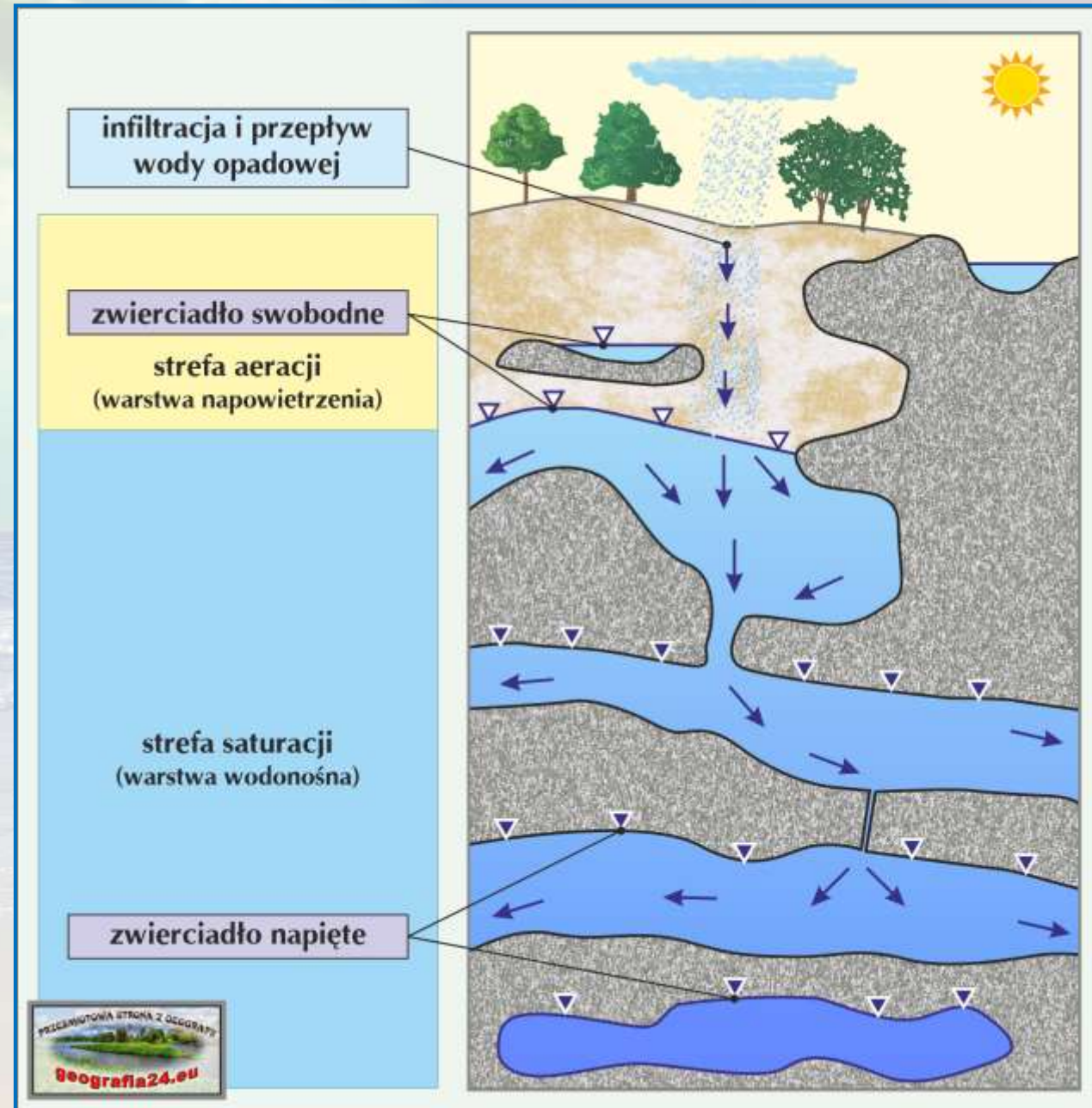
- 💧 **woda wolna zawieszona** – gdy zawisa ona na soczewkach skałach nieprzepuszczalnych.





# Strefa saturacji (nawodnienia, strefa nasycenia)

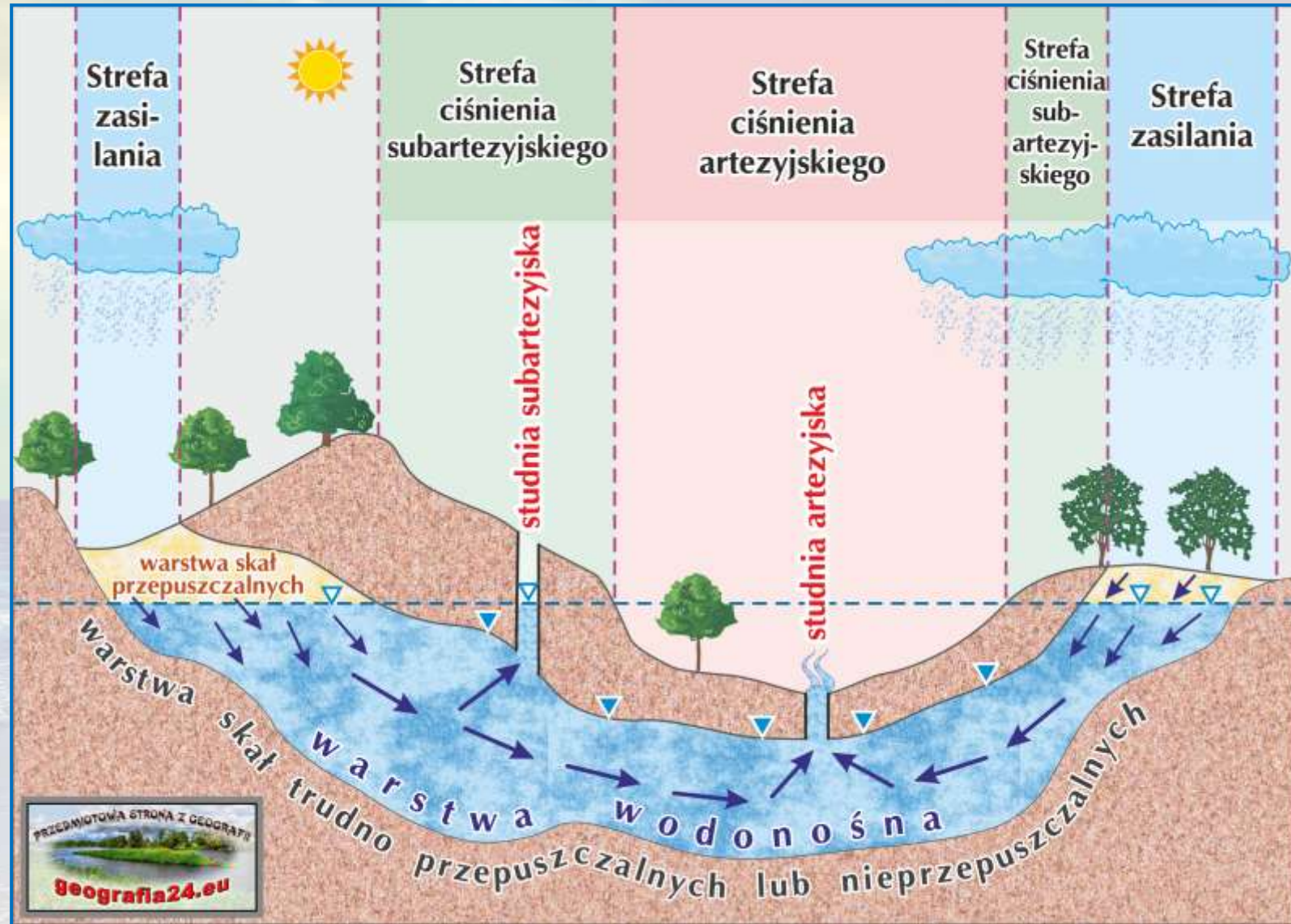
- ♦ **Strefa saturacji** – część środowiska skalnego, w której nastąpiło pełne wypełnienia porów i szczelin przez wolną wodę grawitacyjną,
  - ♦ występuje nad lub w obrębie skał nieprzepuszczalnych i trudno przepuszczalnych.
- ♦ **Utwory wodonośne (warstwa wodonośna)** – skały zawierające wolną wodę grawitacyjną, w których odbywa się jej przemieszczanie (odpływ podziemny).
- ♦ **Zwierciadło wody podziemnej** – stanowi górną granicę strefy saturacji, oddzielającą je od położonej powyżej strefy aeracji, występując jako:
  - ♦ **zwierciadło napięte** – w którym strefa wzniosu została ograniczona (uniemożliwiona) wskutek zalegania powyżej niego skał nieprzepuszczalnych,
    - ♦ wody znajdujące się pod nim są pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego;
  - ♦ **zwierciadło swobodne (wolne)** – gdy kształtuje się pod wpływem ciśnienia atmosferycznego, związanego z zalegającą bezpośrednio nad nim strefą aeracji,
    - ♦ może się one bez problemu podnosić (nie jest ograniczone warstwą nieprzepuszczalną).





# Wody naporowe: artezyjskie i subartezyjskie

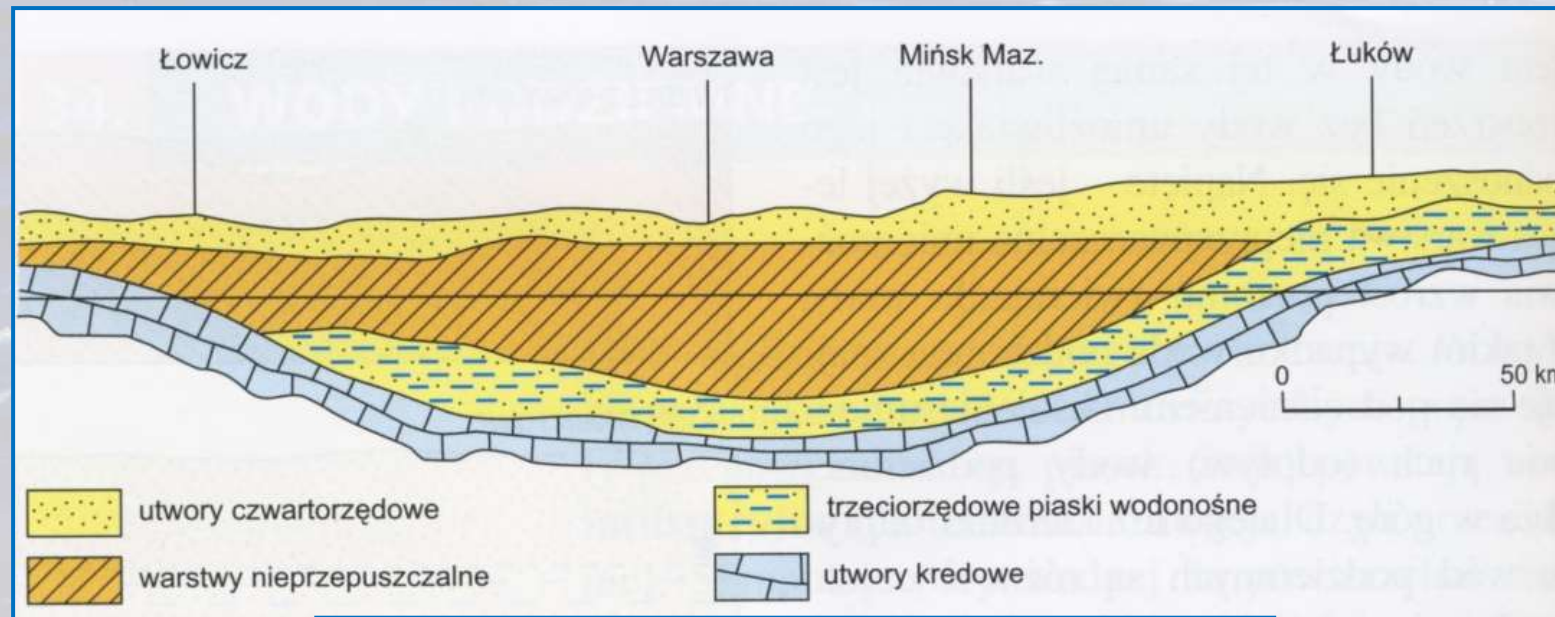
- ♦ **Wody naporowe** towarzyszą terenom o specyficznej:
  - ♦ **rzeźbie** – teren **wklęsły** (np. niecka lub basen) lub **pochylony (monoklina)**,
  - ♦ **budowie geologicznej**, np. **budowa płytowa**, w której pomiędzy dwoma warstwami nieprzepuszczalnymi zalega warstwa z utworami przepuszczalnymi (w niej obecna może być warstwa wodonośna), w której zalegająca woda znajduje się **pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego**.
- ♦ W miejscach takich mogą tworzyć się:
  - ♦ **wody artezyjskie** – kiedy po przewierceniu warstwy następuje samoczynne wypływanie wody na powierzchnię,
  - ♦ **wody subartezyjskie** – gdy ciśnienie jest zbyt małe aby woda samoczynnie mogła się wydostać na powierzchnię (następuje tylko podniesienie poziomu wody w studni).



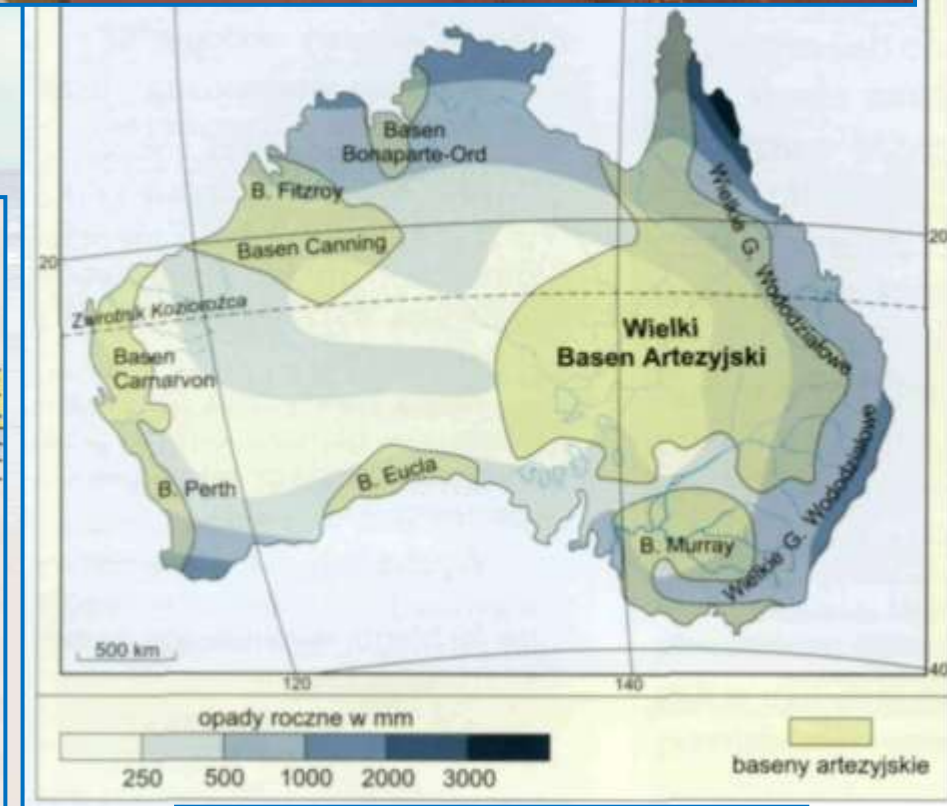


# Wody naporowe: **artezyjskie** i **subartezyjskie**

- ♦ **Wody artezyjskie** lub **subartezyjskie** odgrywają największe znaczenie w krajach, gdzie zalegają w obrębie dużych basenów sedymentacyjnych lub niecek tektonicznych, np. w:
  - ♦ **Australii** – **Wielki Basen Artezyjski**,
  - ♦ **USA** – **Wielki Basen Dakoty**,
  - ♦ **Francji** – **Basen Paryski**,
  - ♦ **Wielkiej Brytanii** – **Basen Londyński**,
  - ♦ **Rosji** – **Basen Moskiewski**,
  - ♦ **Polski** – **Niecka Mazowiecka (Niecka Warszawska), Niecka Łódzka i Niecka Nidziańska.**



Występowanie wód artezyjskich w Niecce Mazowieckiej

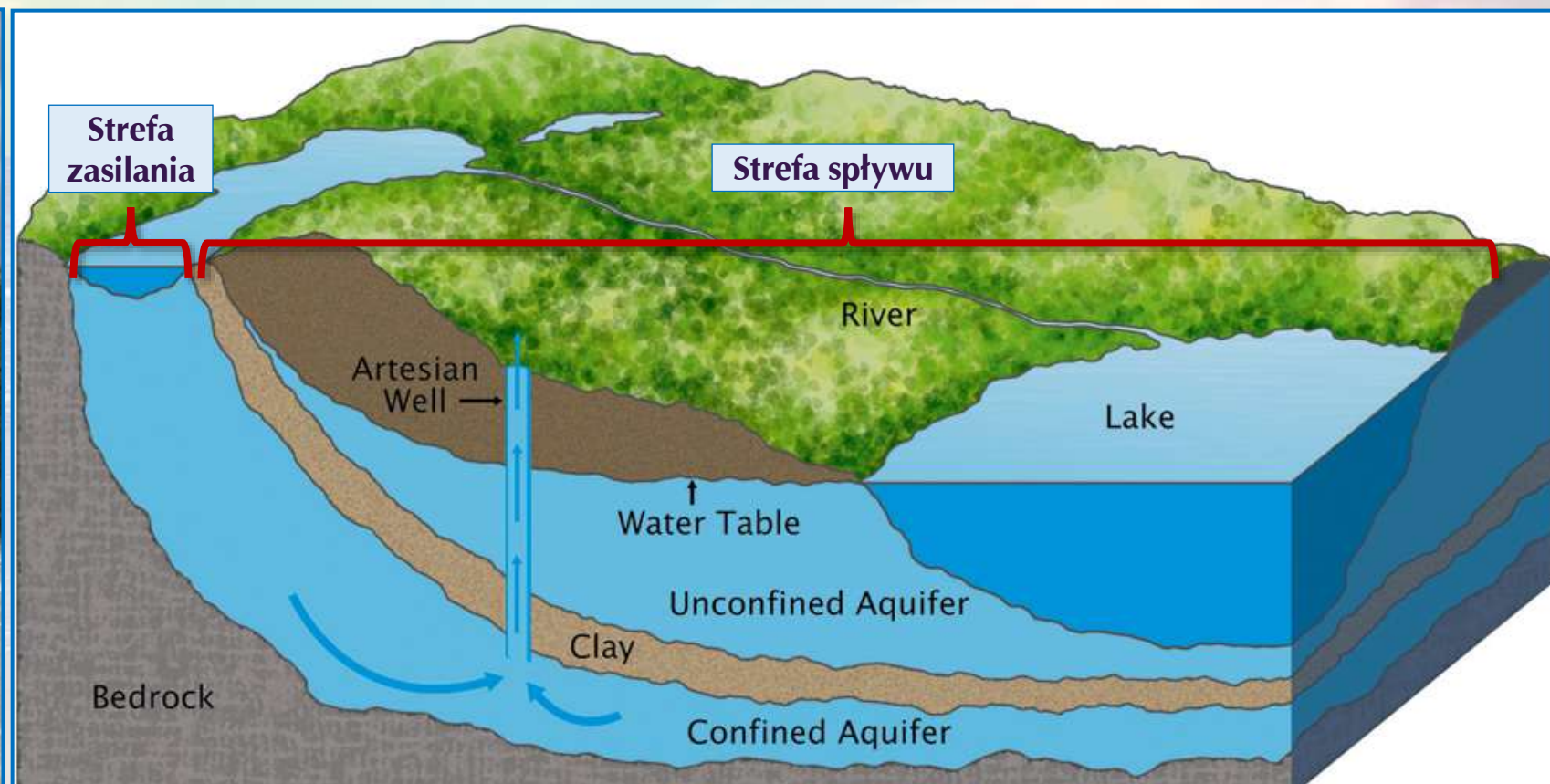


Wielki Basen Artezyjski w Australii



# Strefy w obrębie poziomu wodonośnego (warstwy wodonośnej)

- ♦ W obrębie **poziomu wodonośnego** – warstwie skalnej, w której zawarta jest woda możemy wyróżnić poziome strefy:
  - ♦ **strefę zasilania** – w której następuje zasilanie warstwy wodonośnej przez przesiąkające w dół wody opadowe lub powierzchniowe (np. z jezior lub rzek), czy też z wód podziemnych zalegających poniżej (które np. są pod naporem),
  - ♦ **strefę spływu** – w której następuje poziome przemieszczanie się wody od strefy zasilania do strefy drenażu, w którym ilość wód jest stała,
  - ♦ **strefę drenażu** – w której następuje całkowity lub częściowy odpływ wód podziemnych do systemu wód powierzchniowych (np. do rzek, bagien, mórz) lub podziemnych.

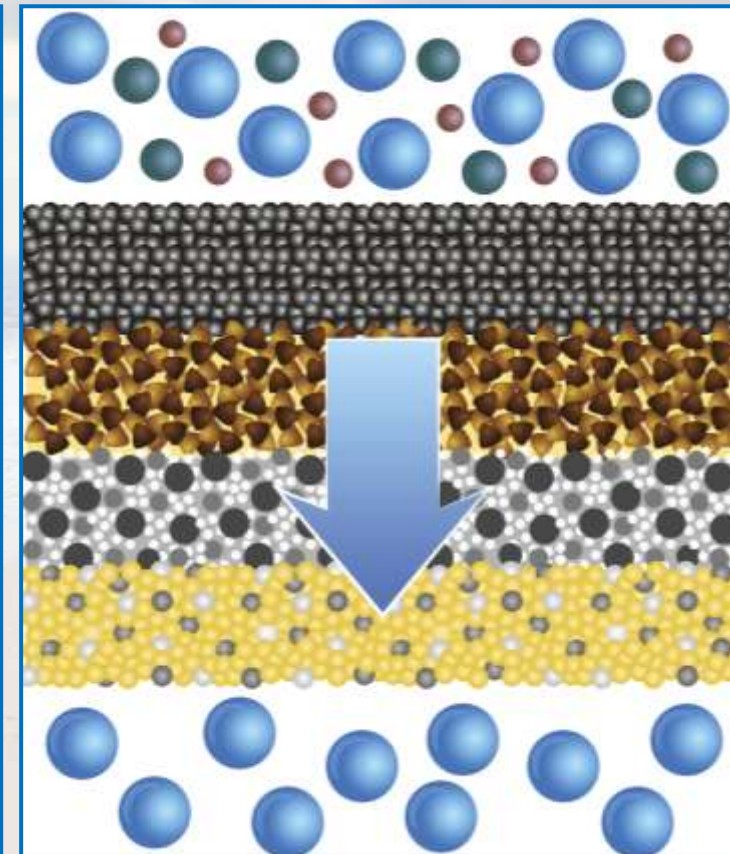




# Klasyfikacja wód podziemnych ze względu na rodzaj skał w których wody występują

♦ **Wody podziemne ze względu na rodzaj skał, w których wody występują**, dzielimy na:

- ♦ **1. wody warstwowe** – klasyfikowane często w swoim obrębie ze względu na głębokość zalegania (będzie to warunkowało, m.in. ich parametry fizyko-chemiczne),
- ♦ **2. wody szczelinowe** – występujące w obrębie spękanych skał,
- ♦ **3. wody krasowe** – powstające na terenach krasowych, w obrębie skał podlegających rozpuszczaniu.



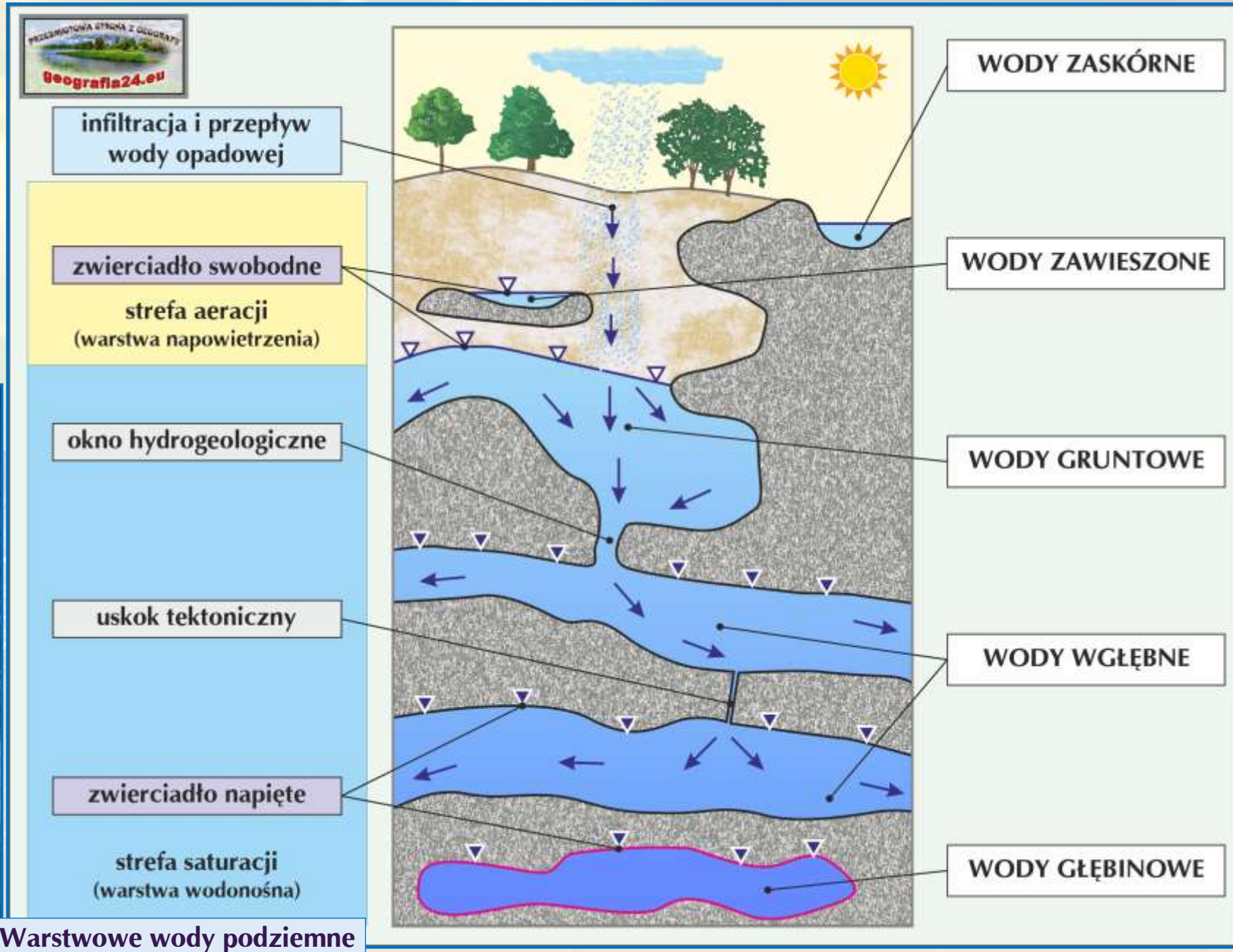
Proces samooczyszczania wody w trakcie migracji przez różne warstwy skalne



# 1. Wody warstwowe. Podział wód podziemnych – ze względu na głębokość zalegania

♦ Ze względu na głębokość zalegania w obrębie wód warstwowych wyróżnia się:

- ♦ wody przypowierzchniowe (zaskórne),
- ♦ wody gruntowe,
- ♦ wody wgłębne,
- ♦ wody głębinowe.

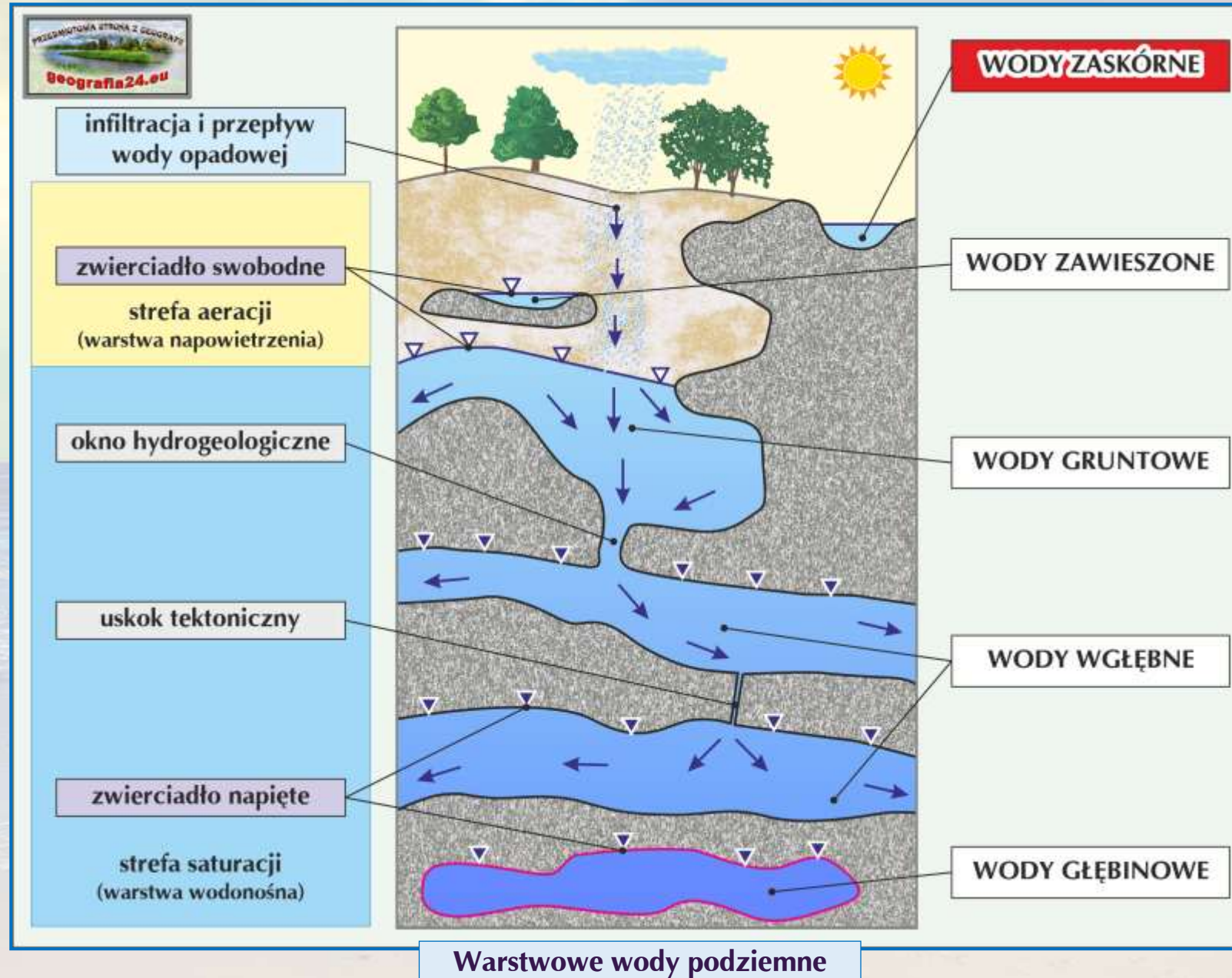




# 1a. Wody przypowierzchniowe (zaskórne)

## ♦ Wody przypowierzchniowe (zaskórne):

- ♦ zalegają zwykle **wyspowo** (w sposób nieciągły) w **lokalnych zagłębieniach terenu** (np. na bagnach lub w pobliżu jezior i rzek) na **bardzo małych głębokościach**, tuż pod powierzchnią Ziemi,
- ♦ zwierciadło wody znajduje się na głębokości do kilkudziesięciu centymetrów,
- ♦ strefa aeracji występująca powyżej zwierciadła jest bardzo cienka lub nie występuje wcale,
- ♦ mogą występować w postaci tzw. **wód zawieszonych**,
- ♦ są **silnie uzależnione od warunków atmosferycznych**, zarówno dobowych, jak i rocznych – dużej zmienności temperatury i parowania,
- ♦ ze względu na niewielką głębokość są **mocno zanieczyszczone organicznie**.

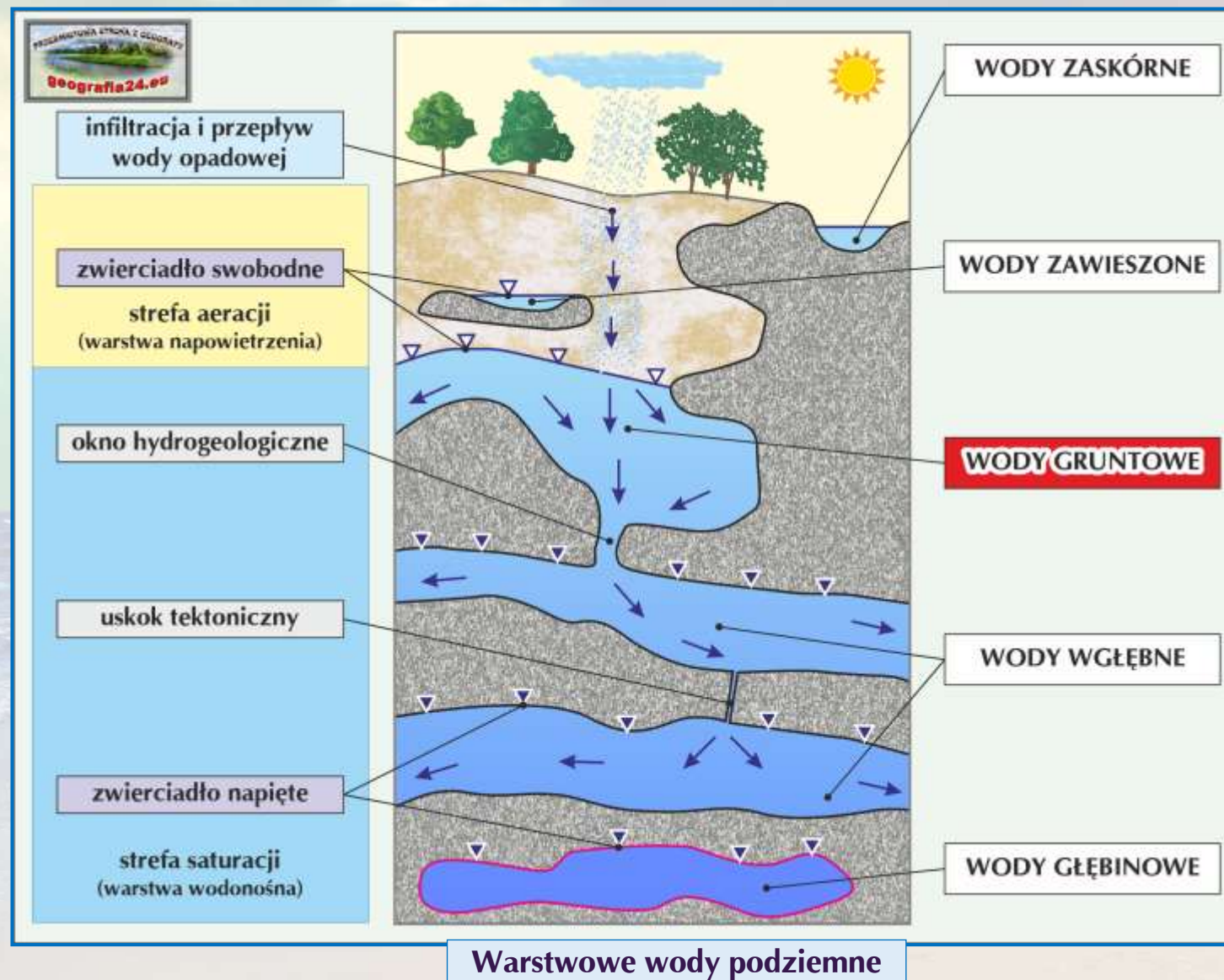




## 1b. Wody gruntowe

### ♦ Wody gruntowe:

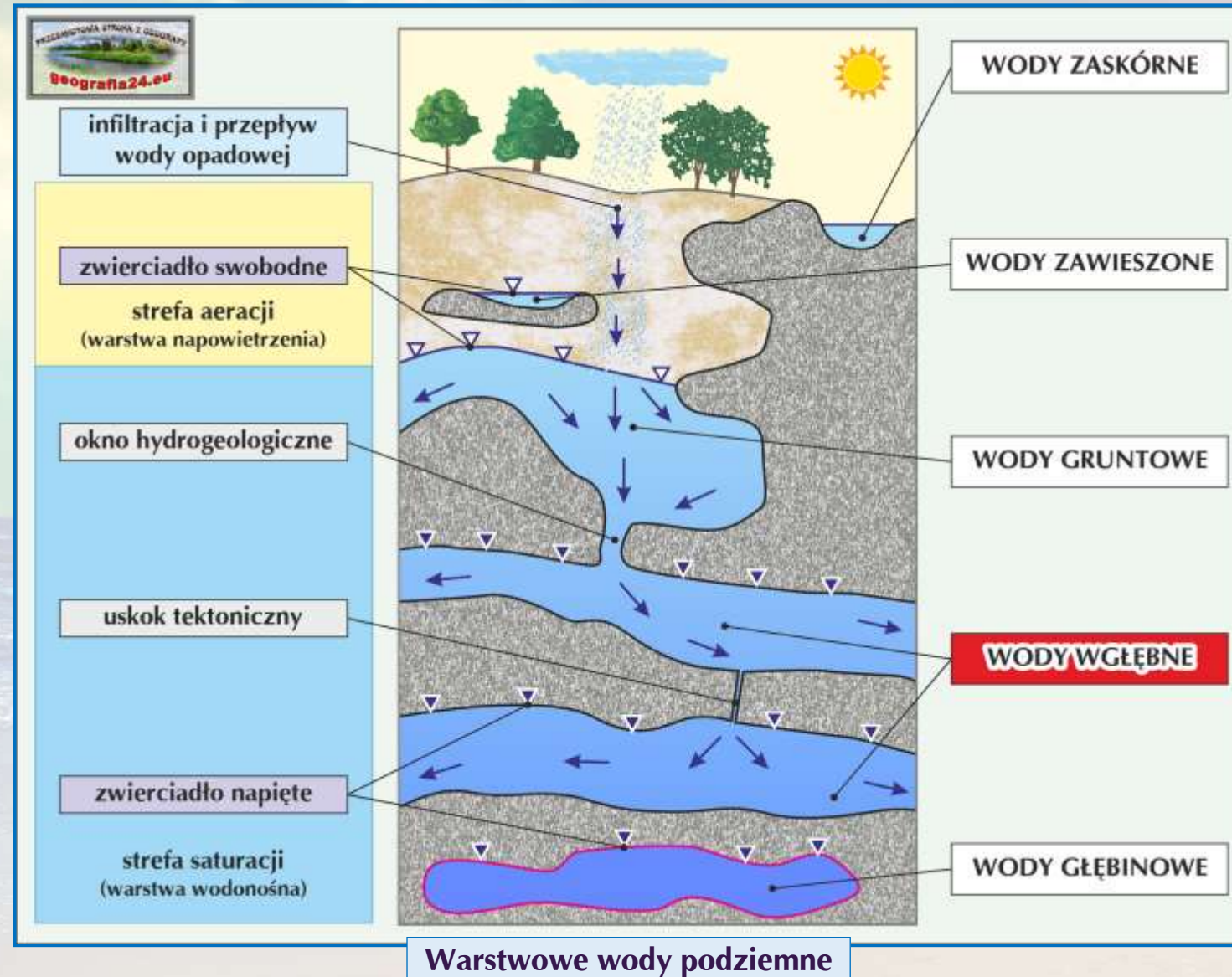
- ♦ **zalegają tuż pod strefą aeracji** (jej grubość może się znacznie różnić – w pobliżu rzek może zanikać),
- ♦ w nisko położonych miejscach często zasilają wody powierzchniowe (rzeki, jeziora, bagna) i wypływają na powierzchnię w postaci źródeł,
- ♦ pod wzniesieniami mogą zalegać na dużych głębokościach – nawet kilkudziesięciu metrów,
- ♦ posiadają zwykle **zwierciadło swobodne**, które nawiązuje kształtem do rzeźby terenu,
- ♦ w ich obrębie, na lokalnych soczewkach skał nieprzepuszczalnych, mogą występować tzw. **wody zawieszone**,
- ♦ są **zasilane opadami atmosferycznymi oraz wodami powierzchniowymi**,
- ♦ jeśli zalegają na większych głębokościach, **nie podlegają znacznym wpływom warunków atmosferycznych** (obserwuje się jedynie **roczne zmiany**) i są **mniej narażone na zanieczyszczenia** niż wody zaskórne.





## 1c. Wody wgłębne

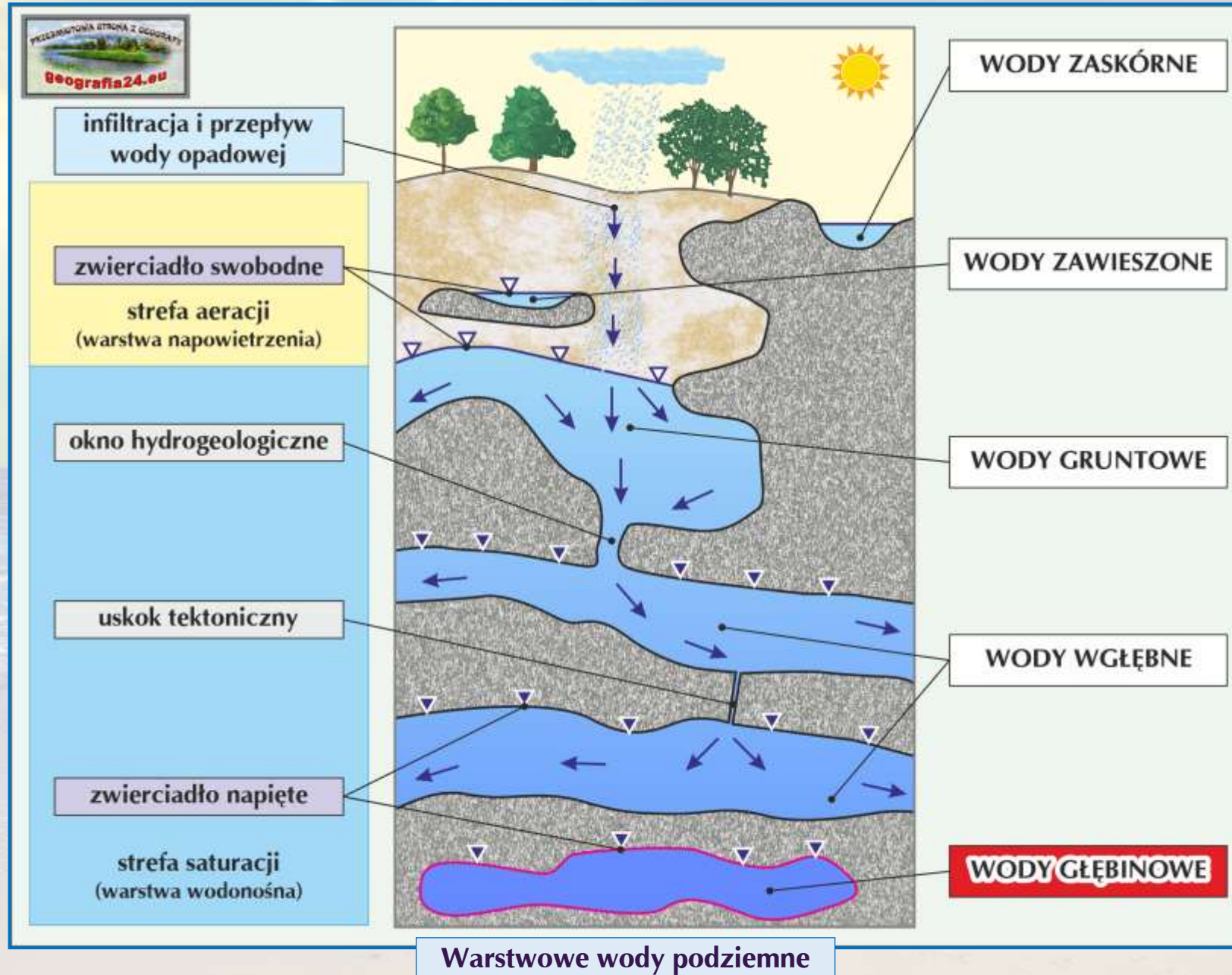
- ♦ **Wody wgłębne** – zalegają znacznie głębiej niż wody gruntowe, pod warstwą skał trudno przepuszczalnych lub nieprzepuszczalnych,
  - ♦ często znajdują się w obrębie kilku poziomych warstw wodonośnych (tzw. pięter),
- ♦ **zwierciadło** występujące nad nimi jest **typu napiętego (wody naporowe)**,
- ♦ zwykle znajdują się **pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego**,
- ♦ zasilanie odbywa się głównie z innych poziomów wodonośnych, poprzez:
  - ♦ tzw. **okna hydrogeologiczne** – przerwy w warstwach nad nimi,
  - ♦ wzdłuż uskoków i spękań skał,
- ♦ ze względu na znaczną głębokość:
  - ♦ praktycznie nie podlegają wpływom warunków atmosferycznych,
  - ♦ temperatura wody jest niemal stała przez cały rok,
- ♦ wody są bardzo czyste (zdatne do spożycia) i wysoko zmineralizowane.





# 1d. Wody głębinowe

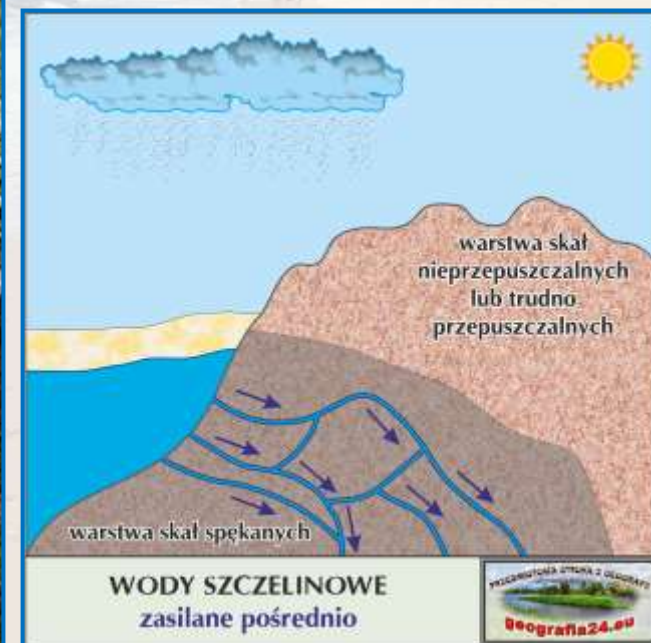
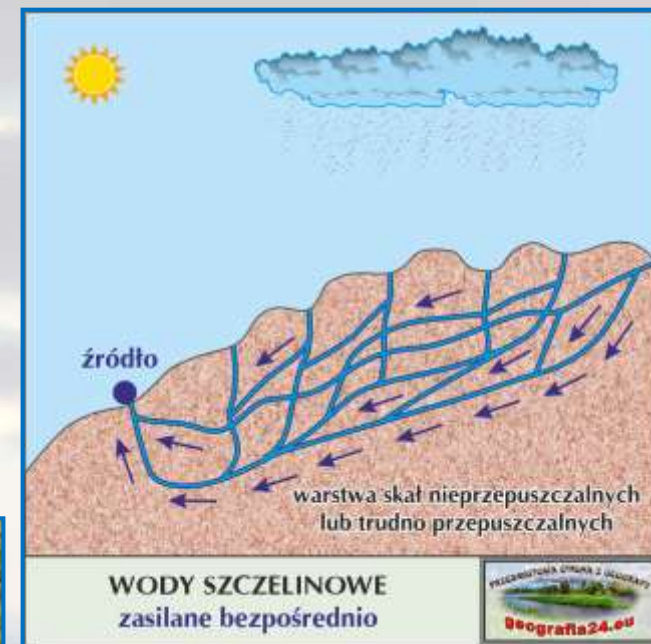
- ♦ **Wody głębinowe** – są to **najgłębiej zalegające wody**, zwykle na bardzo znacznych głębokościach, co powoduje ich **całkowitą izolację względem powierzchni** przez liczne warstwy nieprzepuszczalne (czasem wystarczy jedna gruba warstwa),
- ♦ w większości przypadków są to **wody reliktowe** (obejmują wszystkie wody głębinowe nie mające połączenia z wodami wyższych poziomów):
- ♦ powstały w minionych okresach geologicznych i są **bardzo stare**,
- ♦ **nie uczestniczą w cyklu hydrologicznym**, a ich położenie jest niemal **stałe i w bezruchu**,
- ♦ są **bardzo czyste i wysoko zmineralizowane**,
- ♦ często charakteryzują się **podwyższoną temperaturą** (tzw. **cieplice**).





## 2. Wody szczelinowe

- ♦ **Wody szczelinowe** – występują w obrębie szczelin skał metamorficznych, magmowych i osadowych.
- ♦ Wielkość szczelin, ich powstanie oraz pozostałe parametry mogą się różnić.
- ♦ Ich wielkość zależy od ilości i wielkości spękań.
- ♦ Przy licznych spękaniach szczeliny mogą tworzyć jeden system wodny, w którym woda krąży, często w sposób chaotyczny, z różną prędkością i w różnych kierunkach, zależnie od m.in. chwilowych opadów, zwiększonego parowania czy zmian ciśnienia.
- ♦ Zasilane mogą być bezpośrednio (z opadów) lub pośrednio (z wód podziemnych).



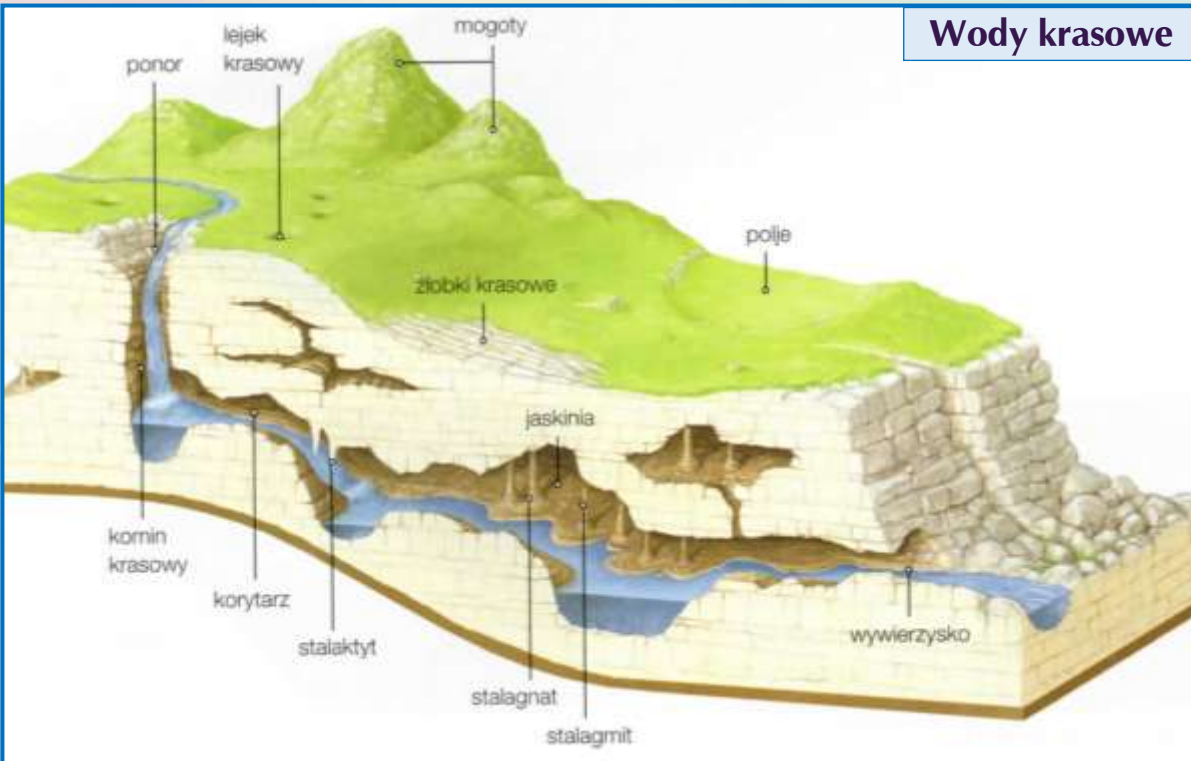


### 3. Wody krasowe

- ♦ **Wody krasowe** – występują na **terenach krasowych**, gdzie zalegają **skały podatne na rozpuszczanie**, np. **wapienie, dolomity i sole**.
- ♦ Powstające w ich obrębie **szczeliny** mają **stosunkowo duże rozmiary**, znacznie większe niż w przypadku wód szczelinowych.
- ♦ Wody te są **zasilane bezpośrednio lub pośrednio** i ze względu na szybsze przemieszczanie się, ich zasobność podlega znacznym wahaniom.
- ♦ Duży wpływ na wielkość i ilość wód krasowych mają także czynniki atmosferyczne,
  - ♦ np. opady wlewające się do **ponorów**, a następnie wypływające **wywierzyskami**.



Wody krasowe





# Źródła

- ♦ **Źródło** – miejsce naturalnego wypływu wód podziemnych na powierzchnię Ziemi (przecięcie warstwy wodonośnej z powierzchnią terenu).
- ♦ Ze źródeł mogą wypływać wody o różnych:
  - ♦ **właściwościach fizycznych:**
    - ♦ **zimne** – o temperaturze niższej od średniej rocznej temperatury danej miejscowości,
    - ♦ **zwykłe** – gdy jest ona równa,
    - ♦ **podgrzane** – gdy jest ona wyższa;
  - ♦ **właściwościach chemicznych:**
    - ♦ **słodkie,**
    - ♦ **słabo zmineralizowane,**
    - ♦ **mineralne.**



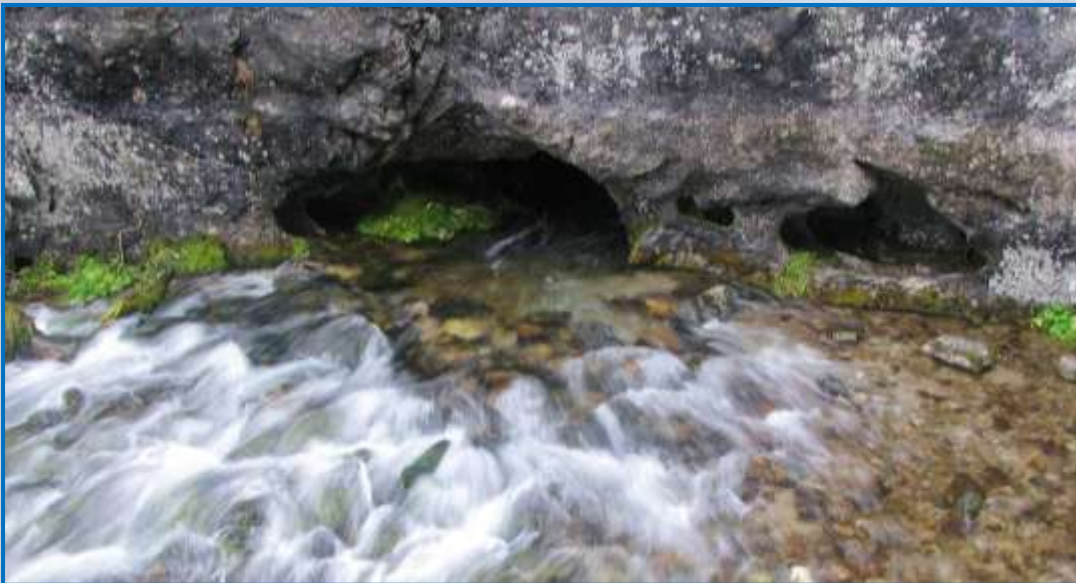


# Formy wypływów wód podziemnych na powierzchnię Ziemi

♦ Naturalne wypływy wód podziemnych na powierzchnię Ziemi przybierają różne formy.

♦ Mogą to być:

- ♦ **źródła** – obfite i skoncentrowane wypływy wody na powierzchnię Ziemi;
- ♦ **wylewy** – znaczne wypływy wód, które zalewają nieraz duże powierzchnie;
- ♦ **wycieki** – słabo wypływające wody, z wyraźnym odpływem na powierzchni;
- ♦ **wysięki** – miejsca słabego sączenia się wody z gruntu, powodującej nawilgocenie powierzchni terenu.





# Podział źródeł (wód podziemnych) ze względu na mineralizację wody

- ♦ Wody wypływające ze źródeł i obecne w warstwach wodonośnych różnią się od siebie **mineralizacją** – zawartością rozpuszczonych w niej związków mineralnych.
- ♦ W ich obrębie możemy wyróżnić (wody zawierające odpowiednio):
  - ♦ **wody ultraśładkie**: poniżej 0,1 g substancji mineralnych rozpuszczonych w 1 dm<sup>3</sup> wody (czyli inaczej mówiąc: o zawartości minerałów poniżej 0,1 g/l),
  - ♦ **wody słodkie**: 0,1 – 0,5 g/dm<sup>3</sup>,
  - ♦ **akratopegi (słabo zmineralizowane)**: 0,5 – 1,0 g/dm<sup>3</sup>,
  - ♦ **wody mineralne**: >1,0 g/dm<sup>3</sup> – dzielące się następnie wg składu chemicznego na:
    - ♦ **wody wodorowęglanowe (szczawy)** – zawierające wodorowęglan wapnia, sodu i magnezu,
    - ♦ **wody chlorkowo-sodowe (solanki)** – sól kamienna oraz inne sole magnezu, bromu i jodu,
    - ♦ **wody siarczanowe i siarczkowe** – siarczki lub siarczany wapnia i sodu oraz siarkowodór,
      - ♦ cechują się bardzo nieprzyjemnym, cuchnącym zapachem,
    - ♦ **wody radoczynne (radonowe)** – radon,
    - ♦ **wody bromkowe** – brom,
    - ♦ **wody jodkowe** – jod,
    - ♦ **wody arsenowe** – arsen.





# Występowanie wód mineralnych w Polsce

- ♦ **W Polsce** występują następujące **wody mineralne**:
  - ♦ **wody wodorowęglanowe (szczawy)** – zawierające wodorowęglan wapnia, sodu i magnezu,
    - ♦ np.: w Krynicy-Zdroju, Świeradowie-Zdroju, Szczawnicy, Polanicy-Zdroju, Kudowie-Zdroju, Dusznikach-Zdroju, Piwnicznej-Zdroju i Muszynie;
  - ♦ **wody chlorkowo-sodowe (solanki)** – sól kamienna oraz inne sole magnezu, bromu i jodu,
    - ♦ np.: w Ciechocinku, Kołobrzegu, Międzyzdrojach, Mszczonowie, Konstancinie-Jeziornej, Bochni, Wieliczce, Iwonicz-Zdroju i Polańczyku;
  - ♦ **wody siarczanowe i siarczkowe** – siarczki lub siarczany wapnia i sodu oraz siarkowodór,
    - ♦ np.: w Busko-Zdroju, Solec-Zdroju, Tarnowie i Horyńcu-Zdroju;
  - ♦ **wody radoczynne (radonowe)** – radon,
    - ♦ np.: w Łądku-Zdroju, Świeradowie-Zdroju, Szklarskiej Porębie i Kowarach;
  - ♦ **wody arsenowe** – arsen,
    - ♦ np.: w Rabe w Bieszczadach i Łądku-Zdroju w Sudetach.





## Podział źródeł (wód podziemnych) ze względu na stosunek temperatury wody do temperatury ciała ludzkiego

- ♦ Ze względu na stosunek temperatury wody do temperatury ciała ludzkiego, źródła (wody podziemne) dzielimy na:
  - ♦ **wody zimne**: posiadające temperaturę wody poniżej  $20^{\circ}\text{C}$ ,
  - ♦ **cieplice (wody termalne)**:  $20^{\circ}\text{C} - 36,6^{\circ}\text{C}$ ,
  - ♦ **wody gorące**:  $36,7^{\circ}\text{C} - 42^{\circ}\text{C}$ ,
  - ♦ **wody bardzo gorące**: powyżej  $42^{\circ}\text{C}$ .



Gorące źródła w Japonii – zimowa kąpiel makaków



# Wody termalne (cieplice)

- ♦ **Wody termalne (cieplice)** – wody wypływające ze źródeł o temperaturze często wyższej niż średnia roczna temperatura w danej miejscowości (przy czym powinny mieć one co najmniej 20°C).
- ♦ Niektóre z nich są wykorzystywane przez człowieka w gospodarstwie, np.
  - ♦ w **energetyce geotermalnej**,
  - ♦ w **turystyce** lub w **celach leczniczych**, np.:
    - ♦ Thermopolis (USA),
    - ♦ Pamukkale (Turcja),
    - ♦ Karlowe Wary (Czechy),
    - ♦ Ciepłocinek, Bukowina Tatrzańska, Cieplice Śląskie i Łądek-Zdrój (Polska).
- ♦ **Najlepsze cieplice na świecie** obecne są na terenach aktywnych sejsmicznie, np.:
  - ♦ na obszarach czynnego lub wygasłego wulkanizmu,
    - ♦ np. Kamczatka w Rosji, Yellowstone w USA, Nowa Zelandia, Japonia i Islandia.

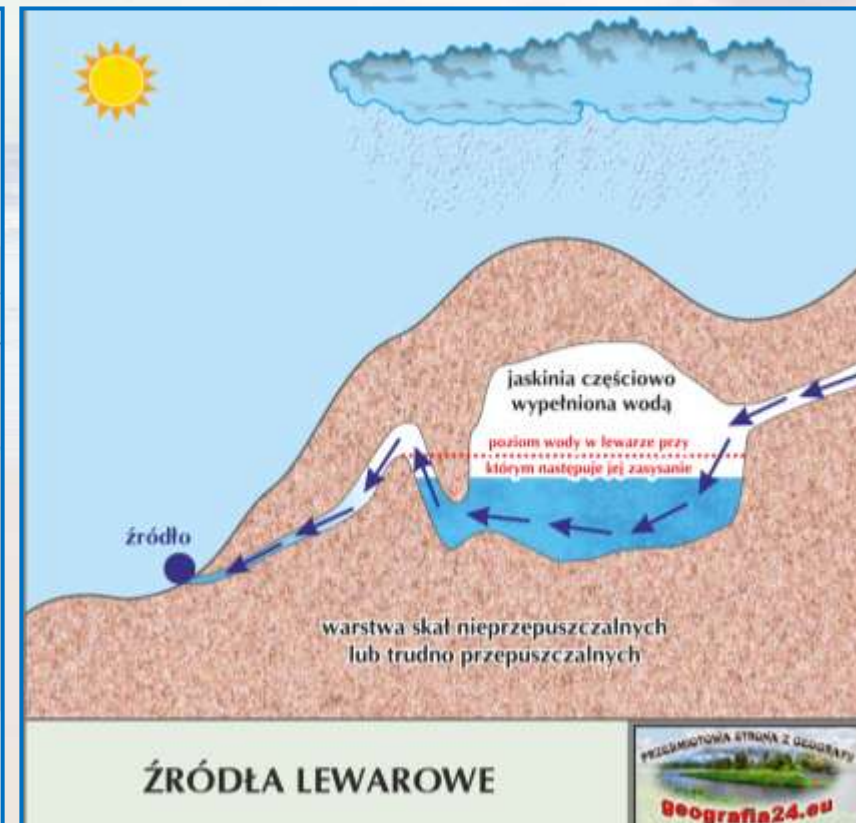


Termy Mszczonów



# Podział źródeł w zależności od siły powodującej wypływ wód

- ♦ **W zależności od siły powodującej wypływ wód, źródła** dzieli się na:
  - ♦ **zstępujące (grawitacyjne, spływowe)** – gdy wypływ odbywa się głównie pod wpływem siły ciężkości (płyne w dół);
  - ♦ **wstępujące (artezyjskie, podpływowe)** – gdy wypływ odbywa się głównie pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego panującego w warstwie wodonośnej;
  - ♦ **lewarowe (syfonowe)** – źródła emitujące wodę okresowo,
    - ♦ gdy poziom wody w lewarze przekroczy próg skalny, zostanie ona zassana i zacznie wypływać ze źródła aż do momentu przedostania się do szczeliny wylotowej ściśniętego powietrza z lewara.





# Podział źródeł ze względu na warunki geologiczne, w jakich one występują

- ♦ Ze względu na warunki geologiczne, w jakich źródła występują (ze względu na rodzaj ośrodka skalnego, z którego wydobywa się woda) wyróżnia się **źródła**:
  - ♦ szczelinowe,
  - ♦ uskokowe (dyslokacyjne),
  - ♦ krasowe (wywierzyska),
  - ♦ warstwowe (zboczowe).

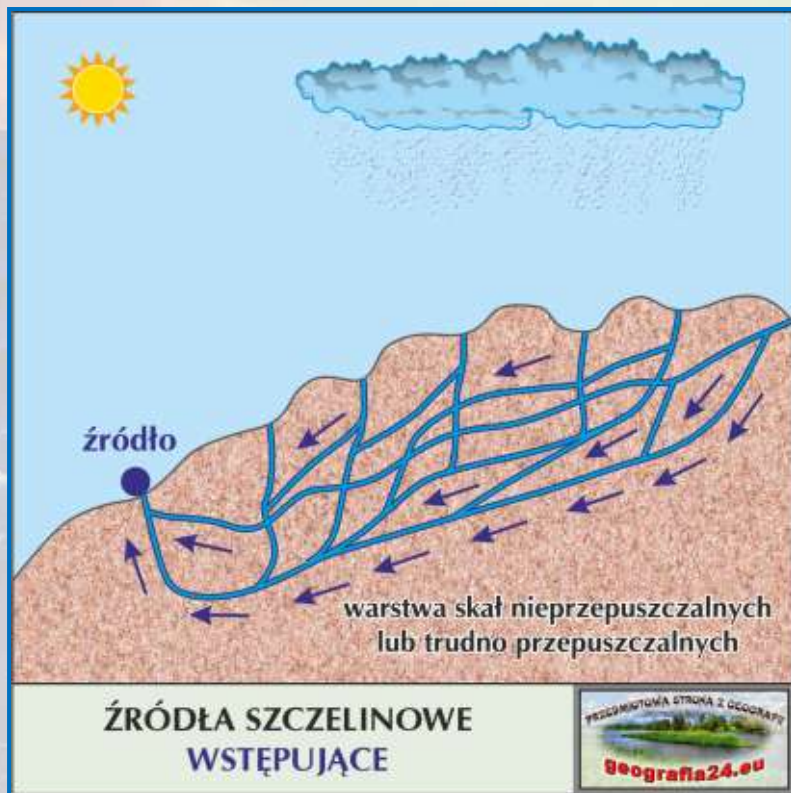




# Źródła szczelinowe

## ♦ Źródła szczelinowe:

- ♦ występują w miejscach, w których z **nieprzepuszczalnych, litych skał** (magmowych, metamorficznych i osadowych) wydostaje się woda ze **szczeliny** na powierzchnię,
- ♦ wyprowadzanie wody następuje przez tzw. **szczelinę zbiorczą**, która gromadzi i przemieszcza wody trafiające, z innych mniejszych szczelin,
- ♦ cechują się **różną wielkością i wydajnością** (zależną od **opadów atmosferycznych**),
- ♦ niektóre to **źródła pulsujące** – wypływ wody odbywa się w odstępach czasu, ponieważ ujście szczeliny jest zatykane przez piasek (wzrost ciśnienia powoduje wypływ).

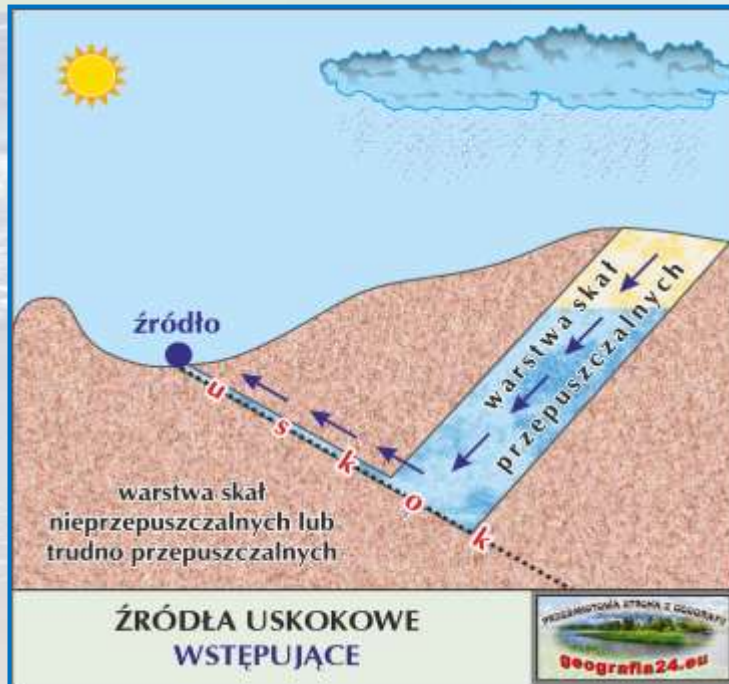




# Źródła uskokowe (dyslokacyjne)

## ♦ Źródła uskokowe (dyslokacyjne):

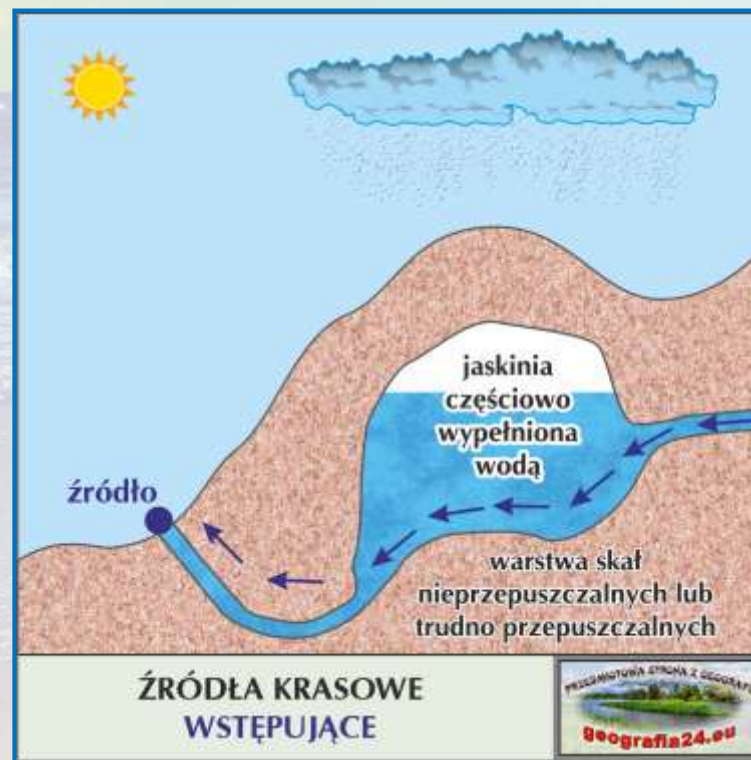
- ♦ są efektem **ruchów tektonicznych**, zaś woda wydostaje się **wzdłuż uskoku** biegnącego przez warstwy nieprzepuszczalne,
- ♦ najczęściej są to **źródła wstępujące (wody naporowe)**,
- ♦ wody mogą pochodzić ze **znacznych głębokości**,
- ♦ ich **wydajność jest dość stabilna**,
- ♦ często wyprowadzają na powierzchnię:
  - ♦ **wody podgrzane (wody termalne)**,
  - ♦ **wody wysoko zmineralizowane (wody mineralne)**.





# Źródła krasowe (zwane wywierzyskami)

- ♦ **Źródła krasowe** (zwane **wywierzyskami** – gdy wypływ jest pod wpływem **ciśnienia hydrostatycznego**):
  - ♦ występują w spękanych **skałach węglanowych**, objętych **procesami krasowymi**,
  - ♦ należą do nich **źródła**:
    - ♦ **spływowe** (zstępujące),
    - ♦ **artezyjskie** (wstępujące),
    - ♦ **lewarowe**,
  - ♦ wypływ wody z **kanału zbiorczego** następuje przez **stosunkowo dużą szczelinę**;
  - ♦ są **dość obfite w wodę**, mocno **reagują na opady atmosferyczne** – po których mocno wzrasta ich wydajność.

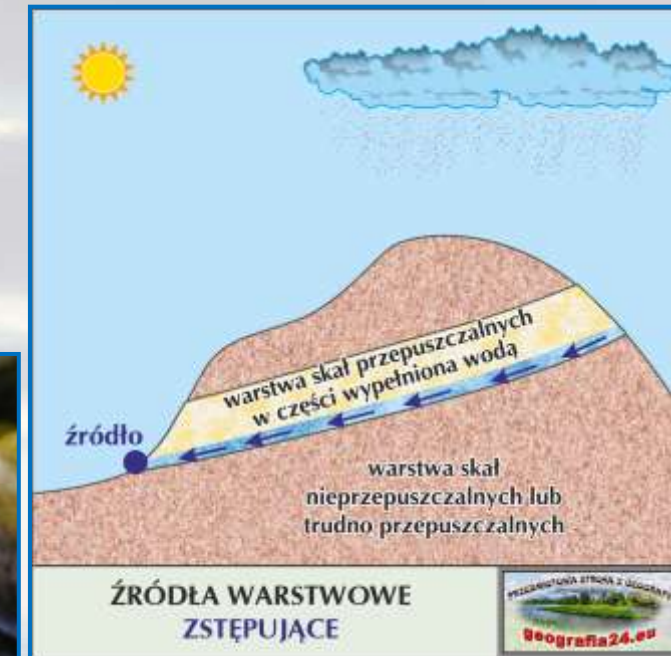




# Źródła warstwowe (zboczowe)

## ♦ Źródła warstwowe (zboczowe):

- ♦ wypływ wody, zwykle pod wpływem **siły grawitacji**, następuje ze **skał porowych (osadowych)**, pod którymi występuje warstwa skał nieprzepuszczalnych,
- ♦ wody krążą w **nachylonych warstwach wodonośnych**,
- ♦ są dość **niewielkie** i zwykle **mało wydajne**.





# Podział źródeł ze względu na położenie w stosunku do form rzeźby

♦ Ze względu na położenie w stosunku do form rzeźby wyróżnia się źródła:

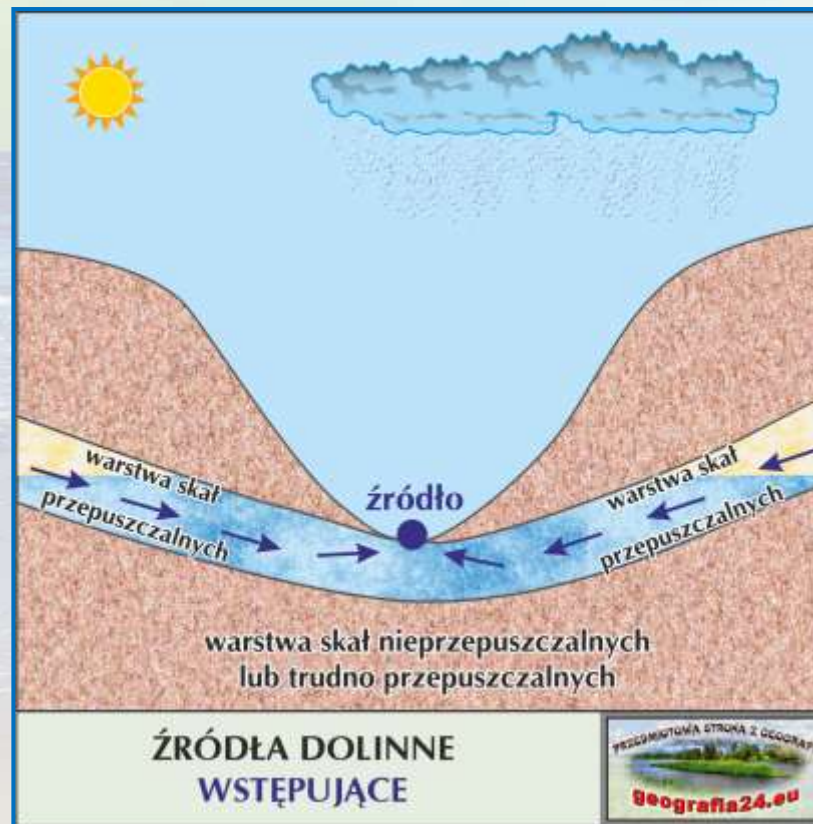
- ♦ **dolinne** – wypływające w dnie dolin rzecznych,
- ♦ **przelewowe** – wypływające w wyniku przepłynięcia wody zgromadzonej w obrębie nieckowatego zagłębienia w obrębie wzniesienia,
- ♦ **osuwiskowe** – wypływające z czoła jezora osuwiskowego,
- ♦ **zboczowe (stokowe)** – położone w obrębie zboczy dolin,
- ♦ **grzbietowe** – wypływające w obrębie grzbietów (szczytów wzniesień).





# Źródła dolinne

- ♦ **Źródła dolinne** – wypływają w dnie doliny rzecznej:
  - ♦ należą do **źródeł warstwowych**,
  - ♦ tworzą się **wskutek wcięcia doliny rzecznej w warstwę wodonośną**, najczęściej na dnie lub zboczu doliny,
  - ♦ występują tam gdzie warstwą podścielającą są **skały nieprzepuszczalne**,
  - ♦ występują one w postaci:
    - ♦ najczęściej **źródeł grawitacyjnych** – mało wydajnych,
    - ♦ rzadziej **źródeł artezyjskich** – wydajnych.





# Źródła przelewowe

## ♦ Źródła przelewowe:

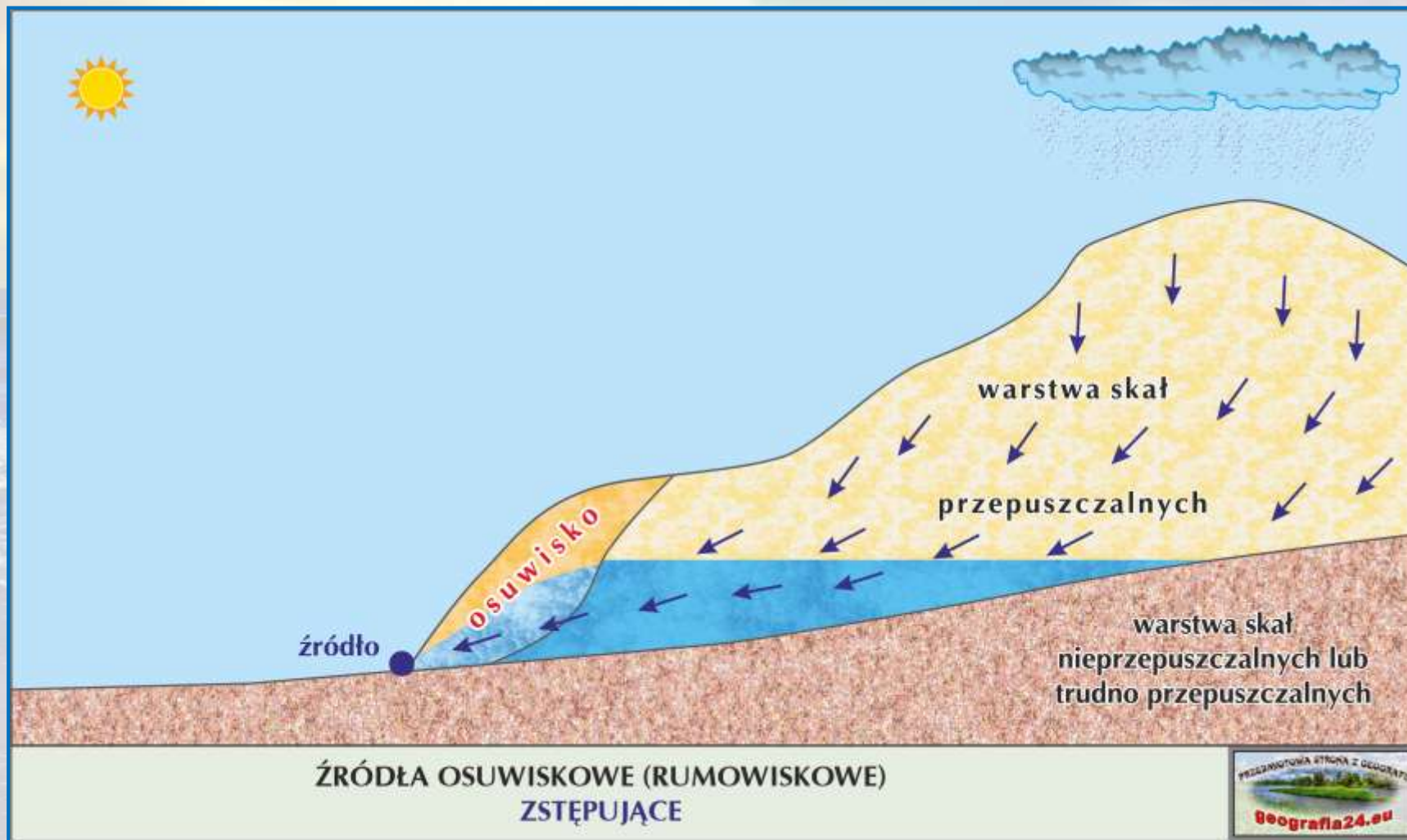
- ♦ wypływają w **wylotach warstw wodonośnych**, które są przepełnione wodą podziemną,
- ♦ należą najczęściej do **źródeł warstwowych**,
- ♦ woda gromadzi się w **warstwie osadowej o nieckowatym kształcie**.





# Źródła osuwiskowe (rumowiskowe)

- ♦ **Źródła osuwiskowe (rumowiskowe** – gdy wypływ następuje z **pokrywy zwietrzelinowej o dużych rozmiarach okruchów skalnych**):
  - ♦ powstają **u czoła osuwiska**, które zasypało ujście wcześniejszego źródła,
  - ♦ wypływ wody następuje z dolnej części **jęzora osuwiskowego**.

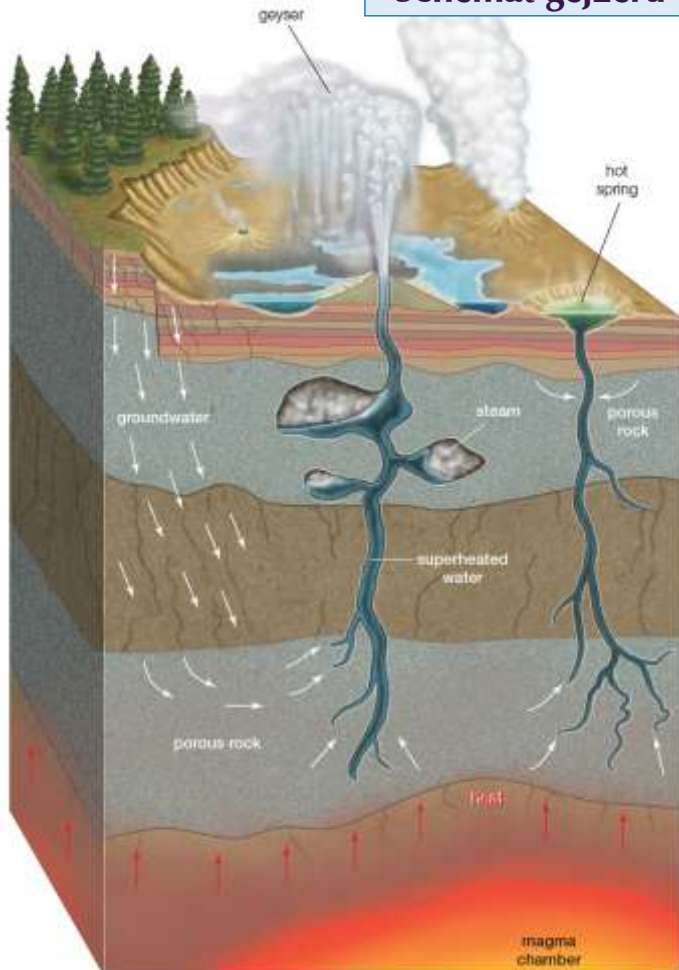




# Gejzery

- ♦ **Gejzery** mogą występować na **terenach czynnego lub wygasłego wulkanizmu** (podobnie jak w przypadku cieplic).
- ♦ **Wyrzucają one pod ciśnieniem** (po przekroczeniu określonej temperatury), w regularnych odstępach czasu, **gorącą (wrzącą) wodę oraz parę wodną**.
- ♦ **Rejony ich występowania to, m.in. USA (Yellowstone), Islandia, Rosja (Kamczatka) i Nowa Zelandia.**

Schemat gejzeru



Gejzer





# Etapy wybuchu gejzeru

## ♦ Gejzer działa cyklicznie:

- ♦ woda znajdująca się w kanale gejzeru ulega ogrzewaniu;
  - ♦ osiąga w nim temperaturę znacznie wyższą od normalnej temperatury wrzenia (temperatura wrzenia wzrasta wraz ze wzrostem głębokości i ciśnienia);
- ♦ w momencie, gdy temperatura wrzenia zostaje osiągnięta (lub wyższa), część wody zostaje wyrzucona do góry i wydostaje się na zewnątrz;
- ♦ w czasie wzbijania się wody do góry następuje gwałtowny spadek ciśnienia i przegrzana woda zamienia się w parę wodną;
- ♦ po eksplozji gejzeru woda wlewa się w kanał gejzeru i znów zaczyna się podgrzewać – cykl powtarza się często w bardzo regularnych odstępach.





# KONIEC



**Materiały pomocnicze do nauki**  
**Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)**

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

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**  
**- KOPIOWANIE ZABRONIONE -**