



IV. Hydrosfera

6. Wody podziemne

Pochodzenie wód podziemnych

◆ Uwzględniając pochodzenie wód podziemnych, wyróżnia się wody:

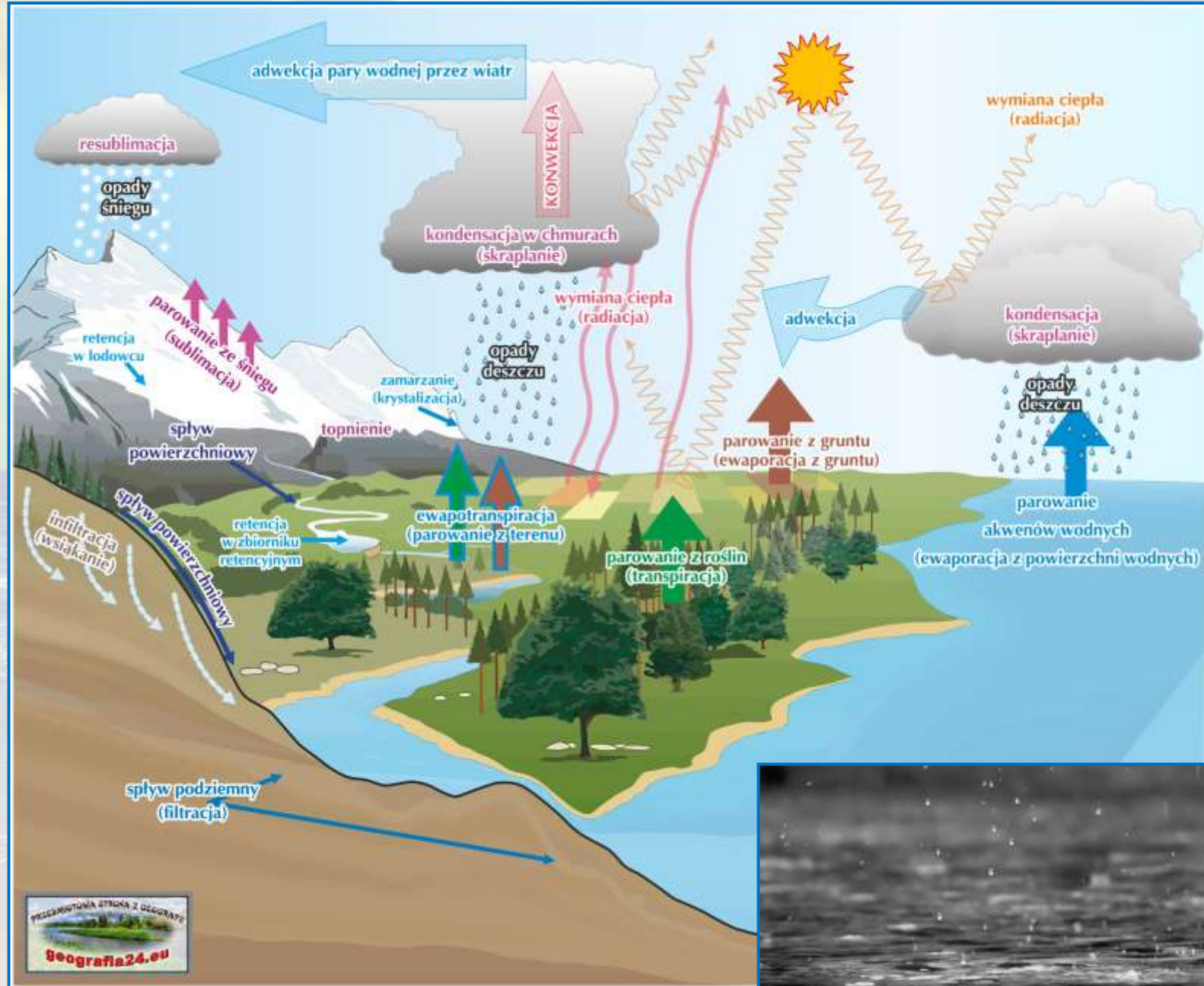
- ◆ **infiltracyjne** – najczęstsze;
- ◆ **kondensacyjne**;
- ◆ **juwenilne**;
- ◆ **reliktowe**.



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.



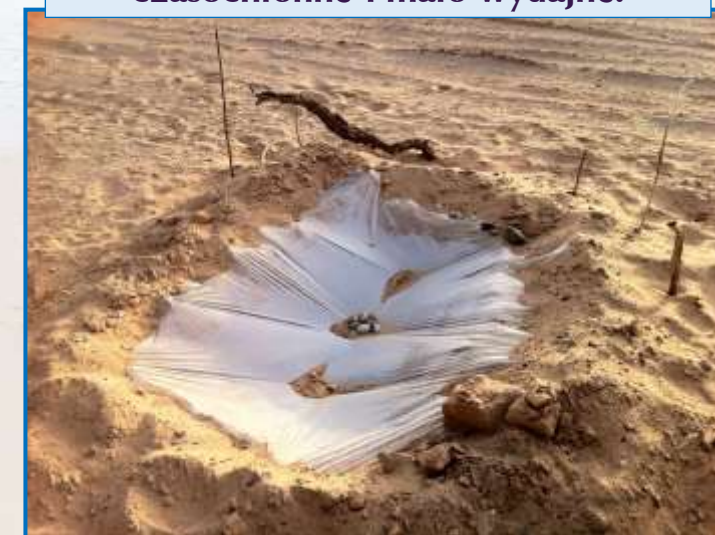
Pochodzenie wód podziemnych – wody kondensacyjne

♦ 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 juvenilne

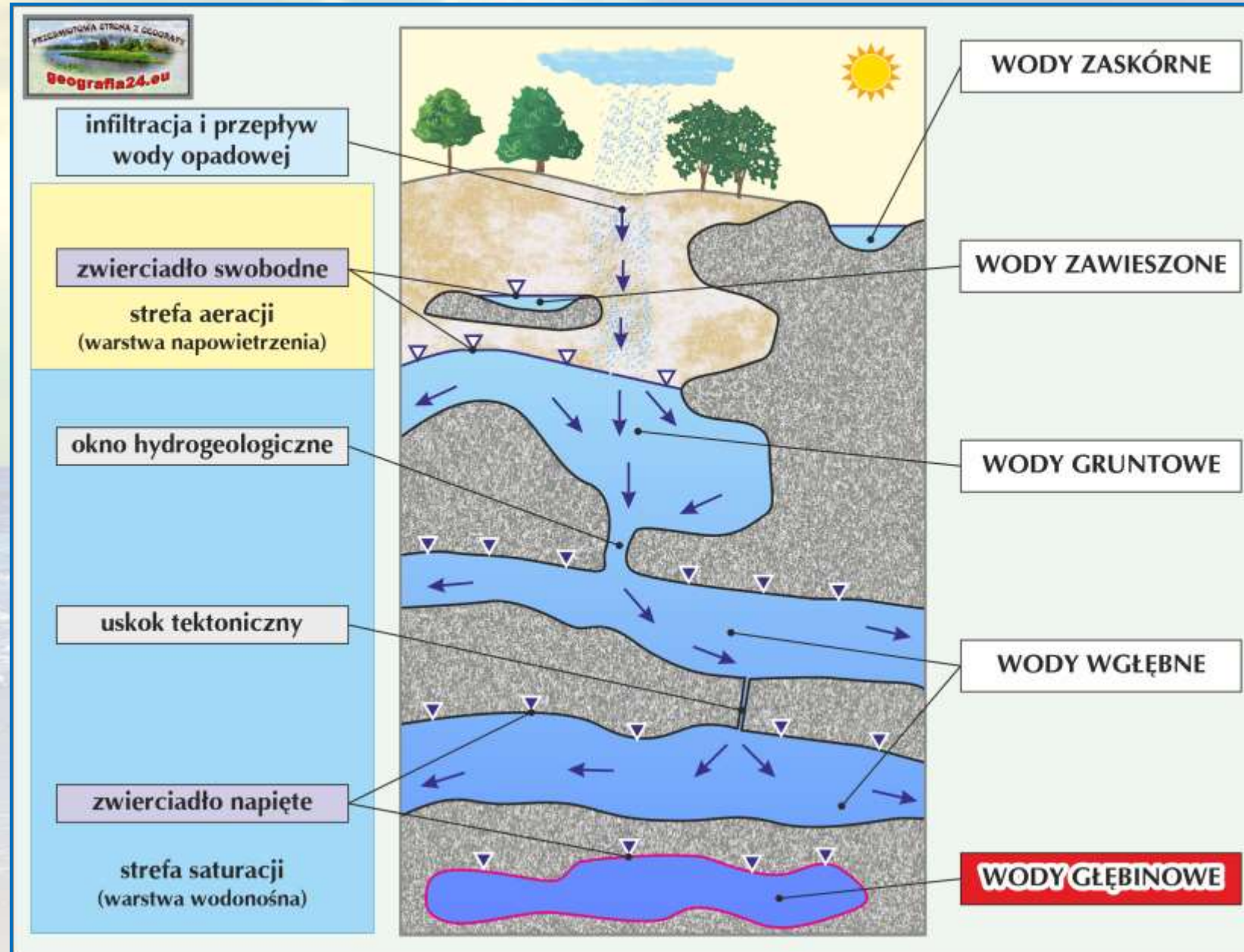
♦ Wody podziemne juvenilne:

- ♦ odgrywały one prawdopodobnie zasadniczą rolę na początku prekambriu (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 tu w postaci wód hydrotermalnych i wydostają się one na powierzchnię Ziemi jako tzw. **gorące źródła**;
- ♦ **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 następnie ulega skropleniu w skorupie ziemskiej,
 - ♦ skutkiem jest tworzenie zbiorników lub zasilanie już istniejących wód podziemnych,
 - ♦ czasem dochodzi do ich wyływu w postaci tzw. **gejzerów** lub **gorących źródeł**.
- ♦ 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.



Infiltracja – wsiąkanie wody w skały

♦ **Infiltracja** zależy przede wszystkim od rodzaju skał oraz budowy geologicznej.

♦ I tak woda cechuje się:

♦ **dobrym przenikaniem (infiltruje) przez przepuszczalne skały:**

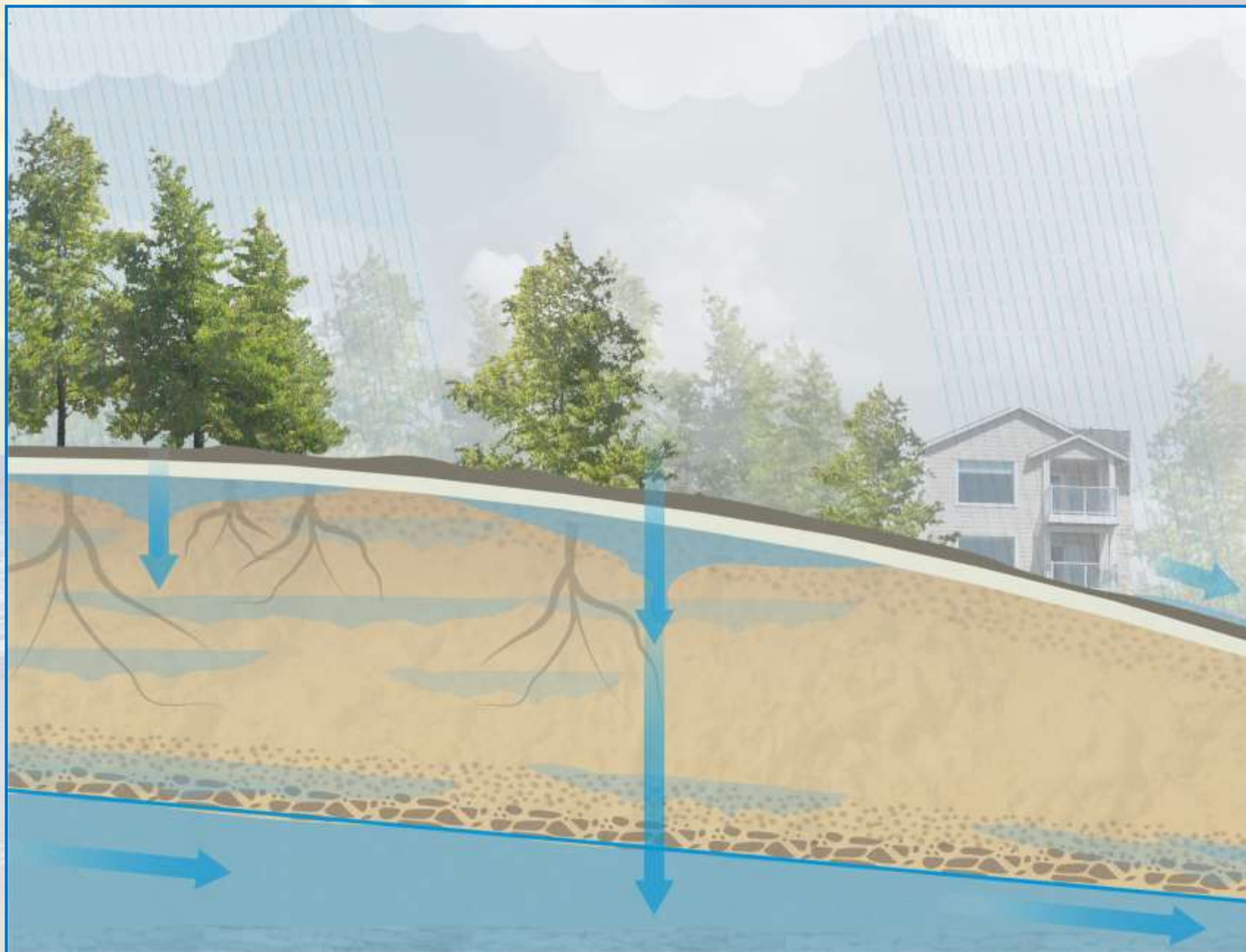
♦ **luźne – tj. piaski i żwiry (odznaczają się dużymi wymiarami budujących je składników),**

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

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

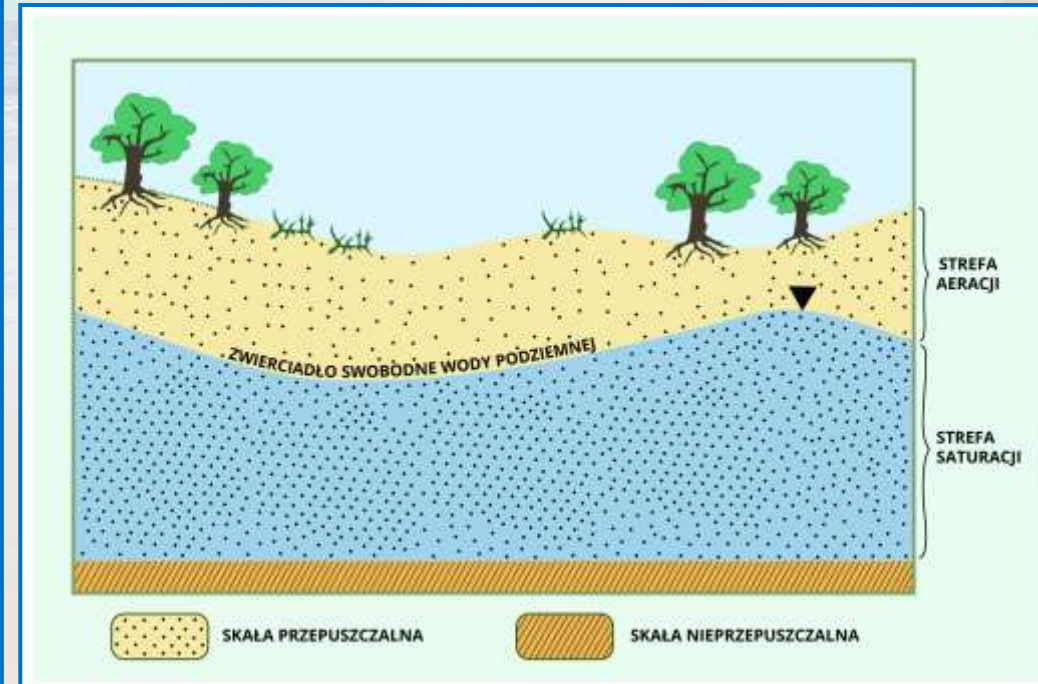
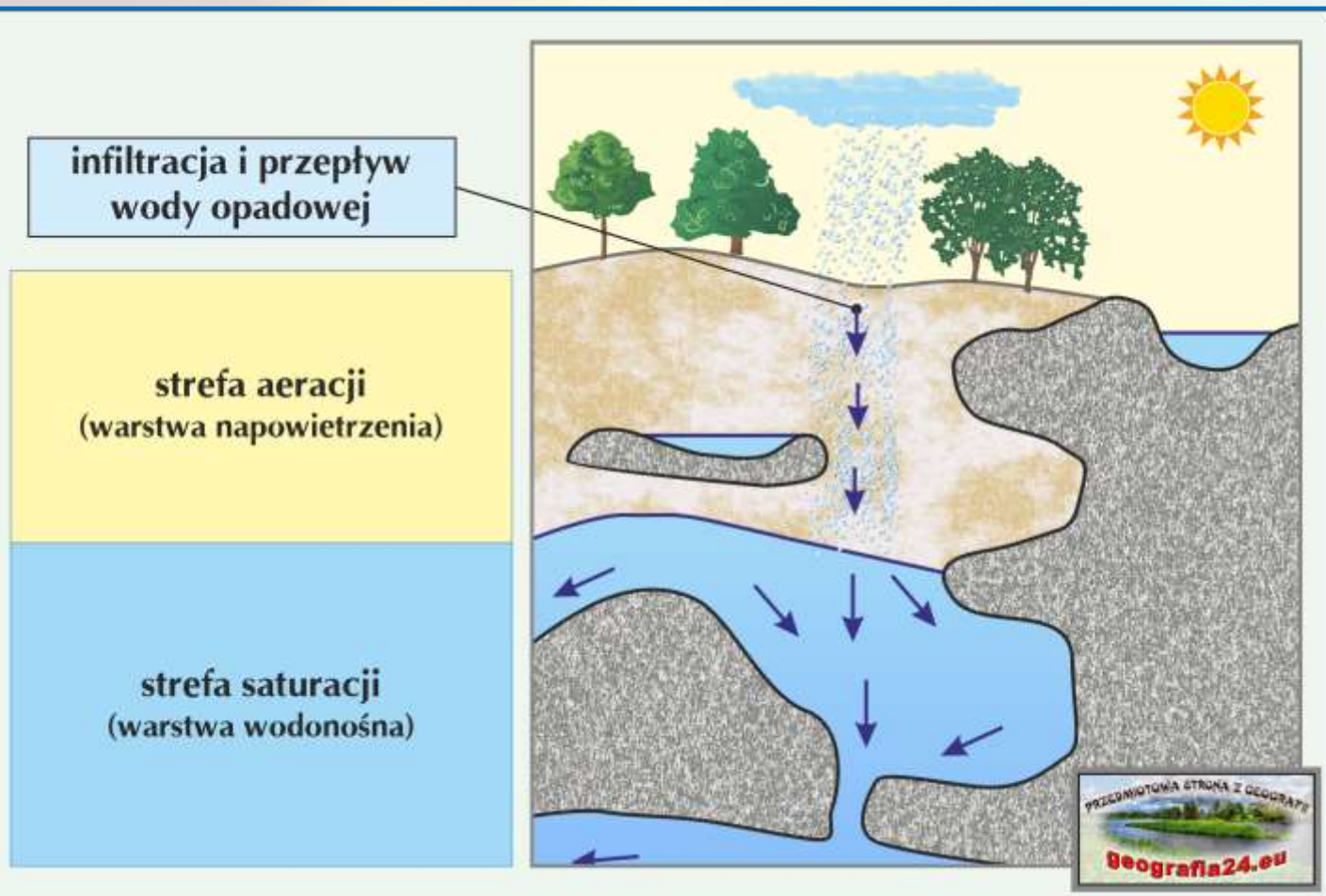
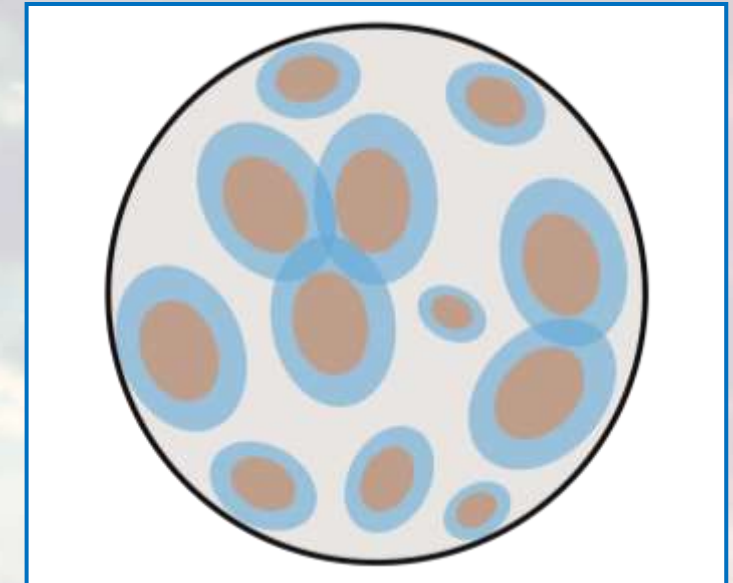
♦ **zwięzłe – mułowiec, iłowiec, piaskowiec,**

♦ **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).

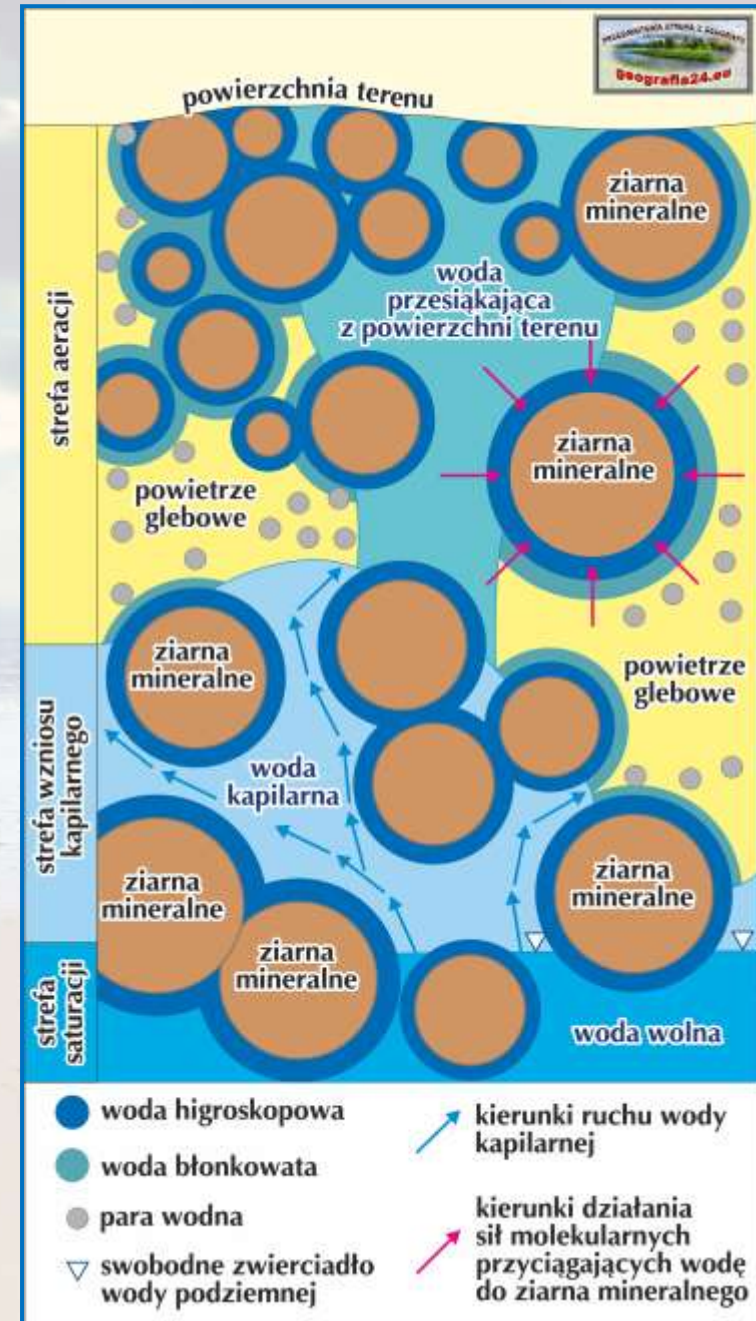


SKAŁA PRZEPUSZCZALNA SKAŁA NIEPRZEPUSZCZALNA

Strefa aeracji (napowietrzenia) – woda w strefie aeracji

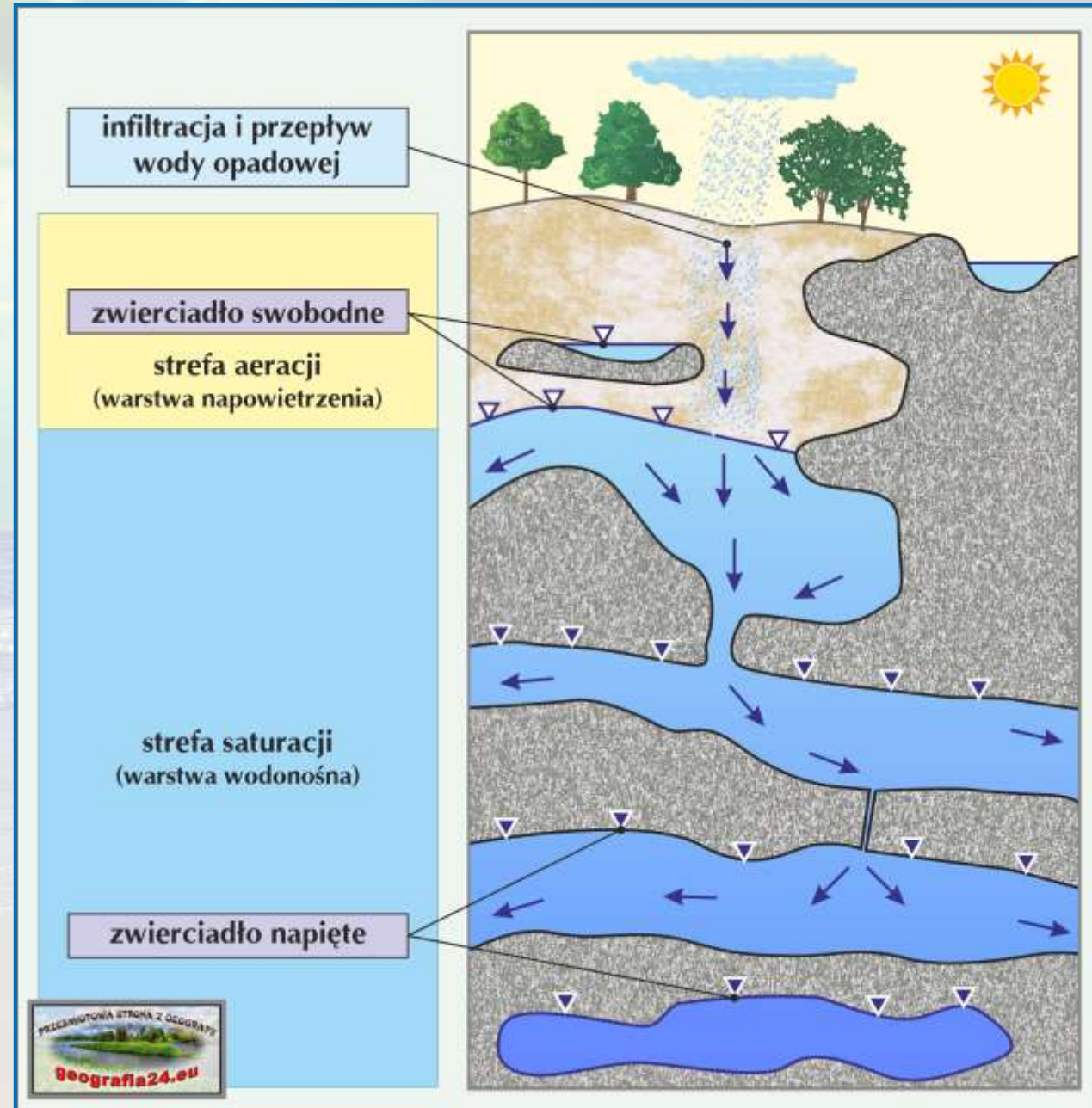
Woda w strefie aeracji występuje jako:

- 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 błonkowata – 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 o 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 wypełnienie 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).



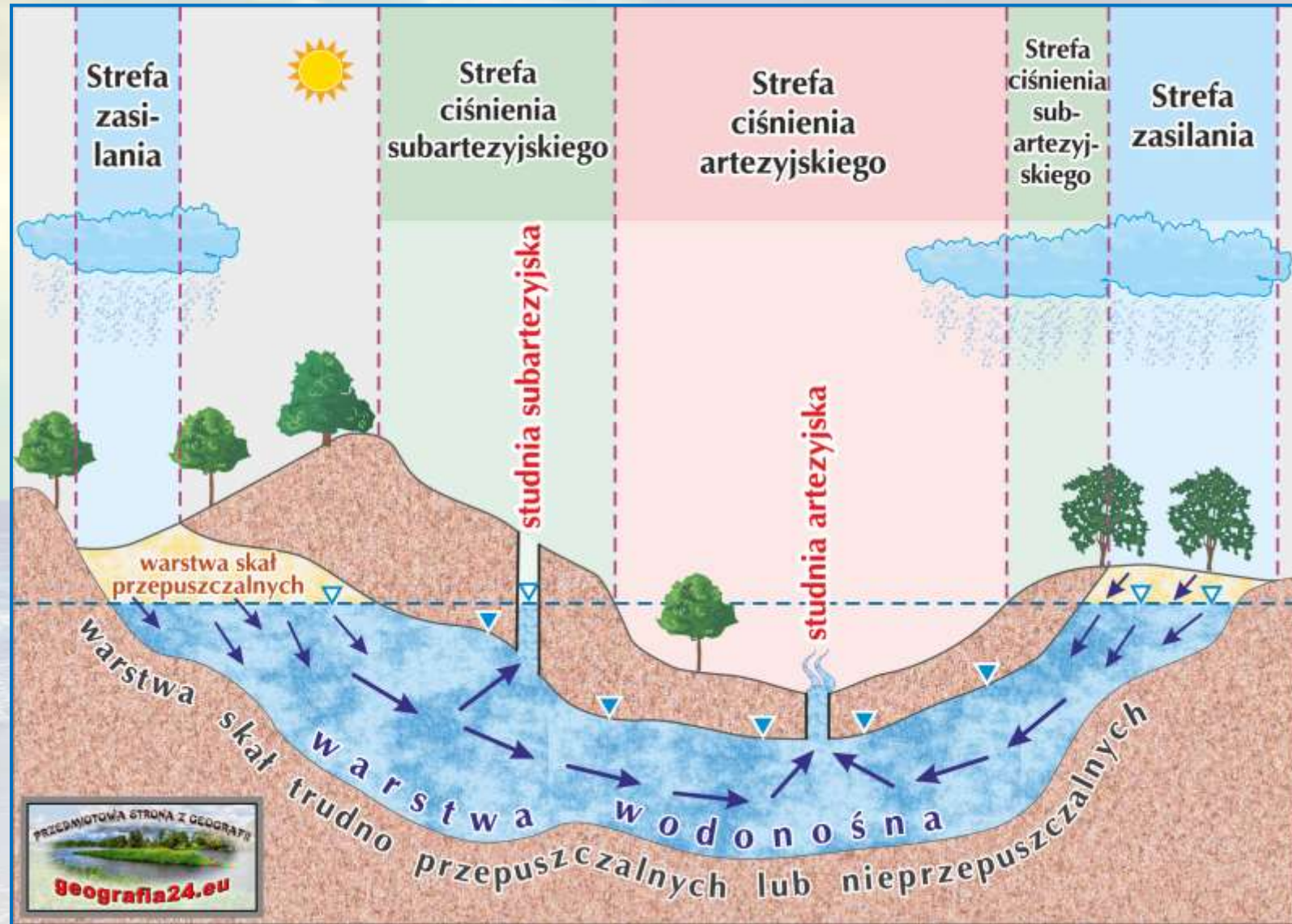
Wody naporowe: artezyjskie i subartezyjskie

♦ **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**.

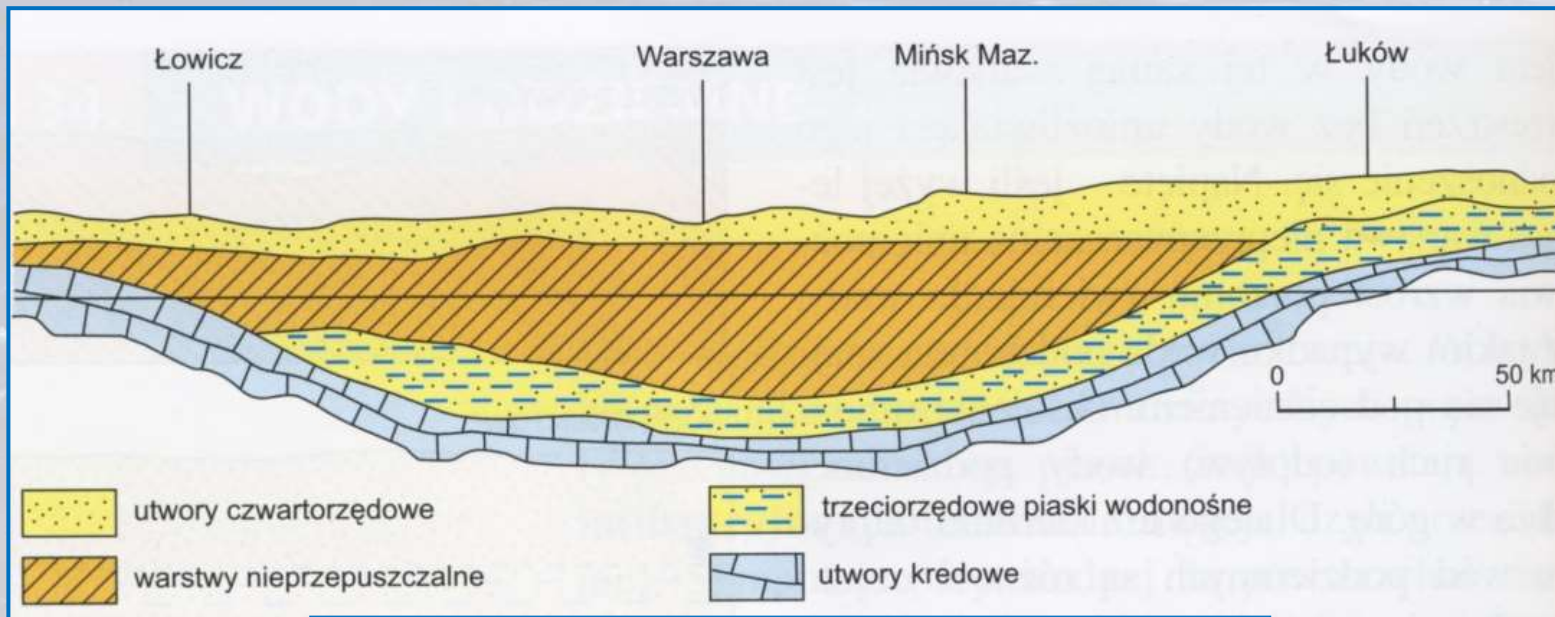
♦ W miejscach takich mogą tworzyć się:

- ♦ **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).

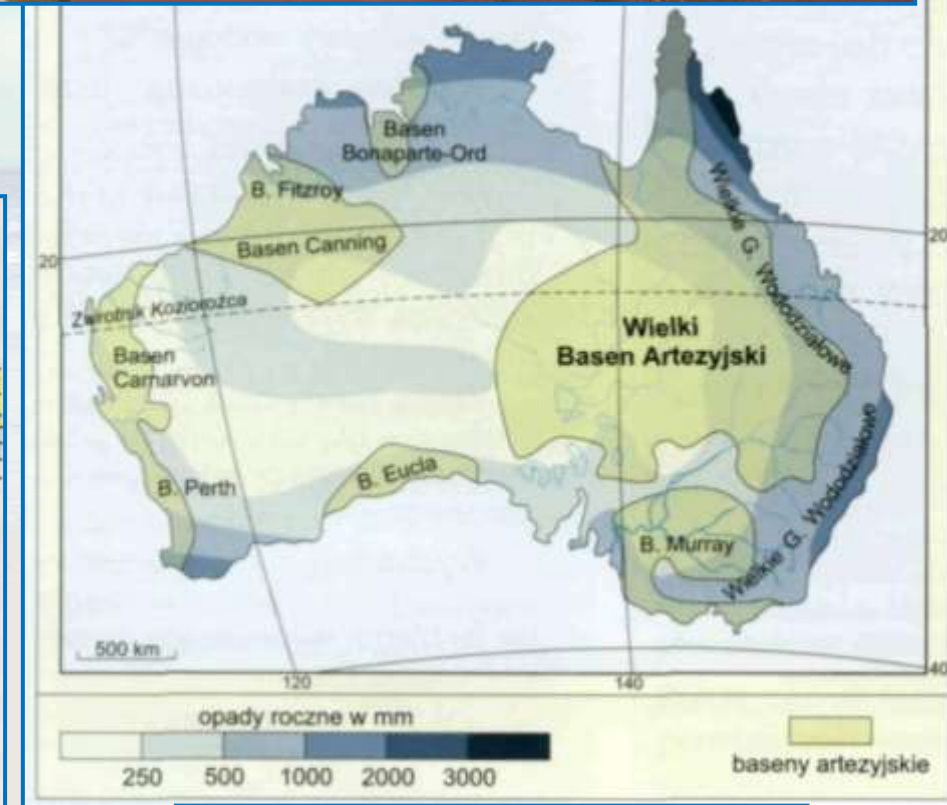


Wody naporowe: artezyjskie i subartezyjskie

- ♦ Wody artezyjskie mają największe znaczenie w krajach gdzie zalegają w obrębie wielkich basenów lub niecek, 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.



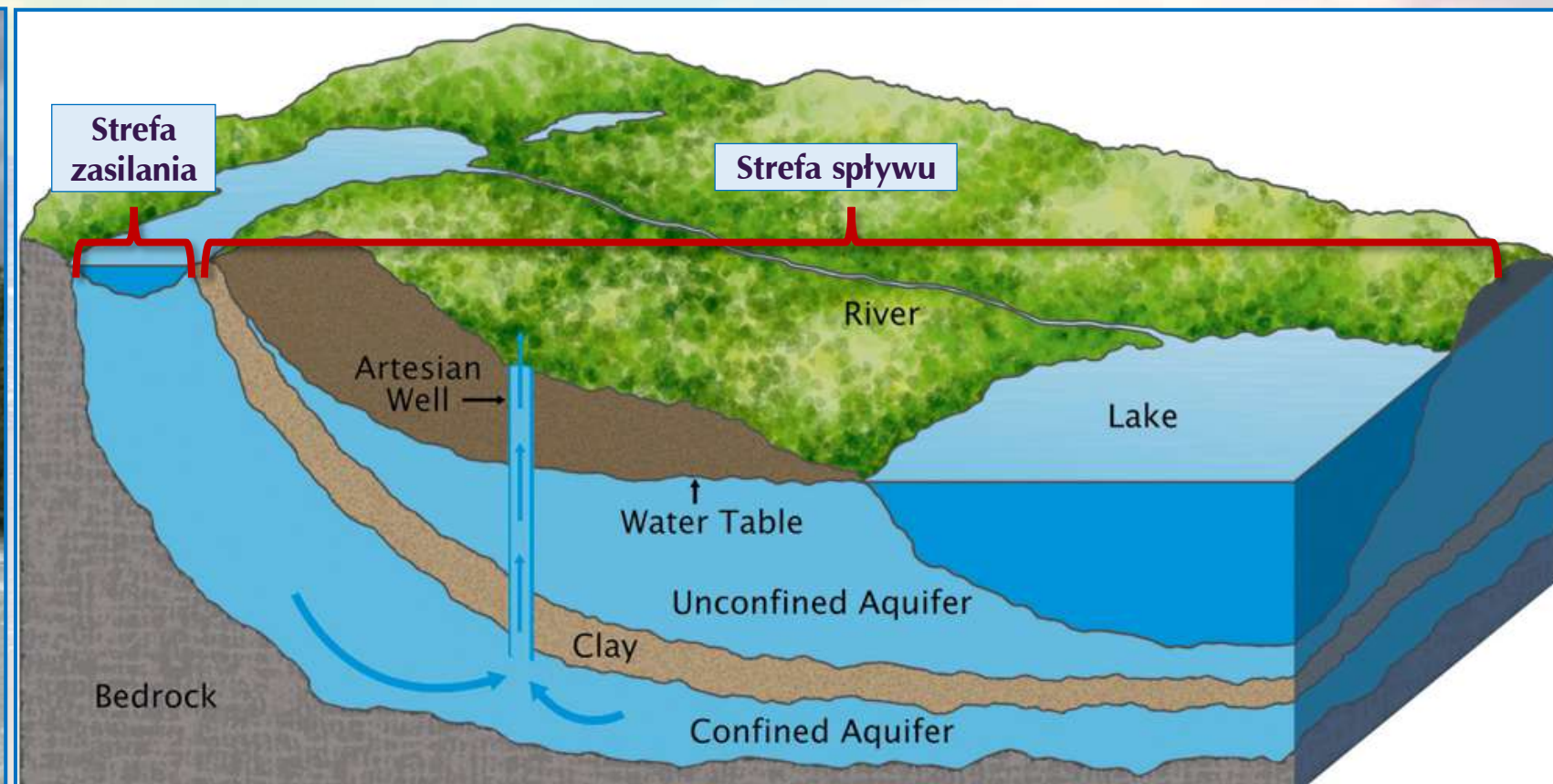
Występowanie wód artezyjskich w Niecce Mazowieckiej



Wielki Basen Artezyjski w Australii

Strefy w obrębie poziomu wodonośnego (warstwy wodonośnej)

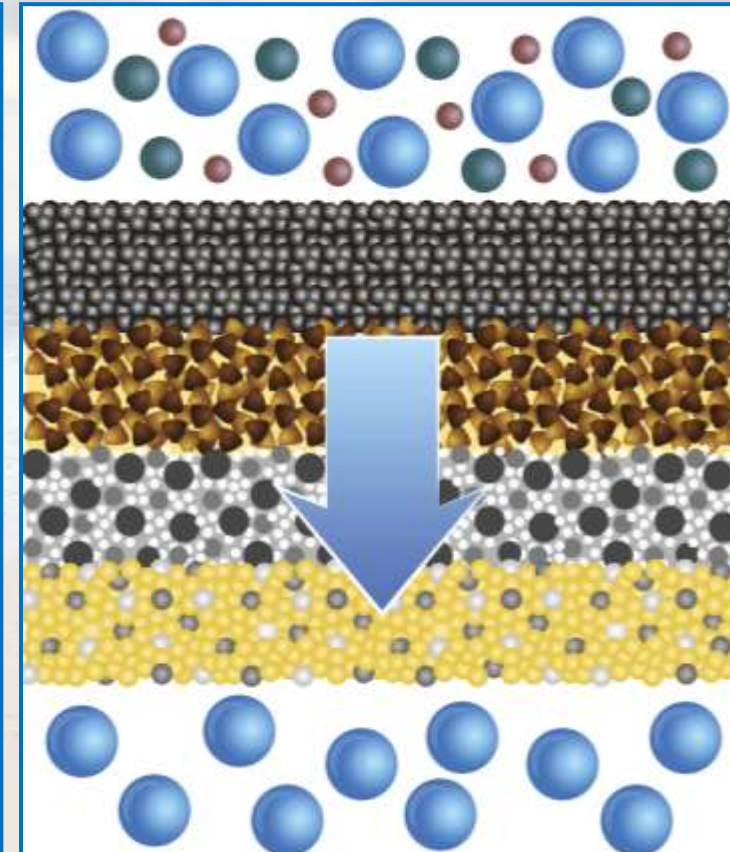
- ♦ W obrębie **poziomu wodonośnego** – warstwie skalnej w której zawarta jest woda możemy wyróżnić poziome strefy:
 - ♦ **strefę zasilania** – w której następuje zasilanie warstwy wodonośnej przez przesiąkające w dół wody opadowe lub powierzchniowe (np. z jezior lub rzek), czy też z wód podziemnych 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

♦ Ze względu na rodzaj skał w których wody występują, wody podziemne 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.

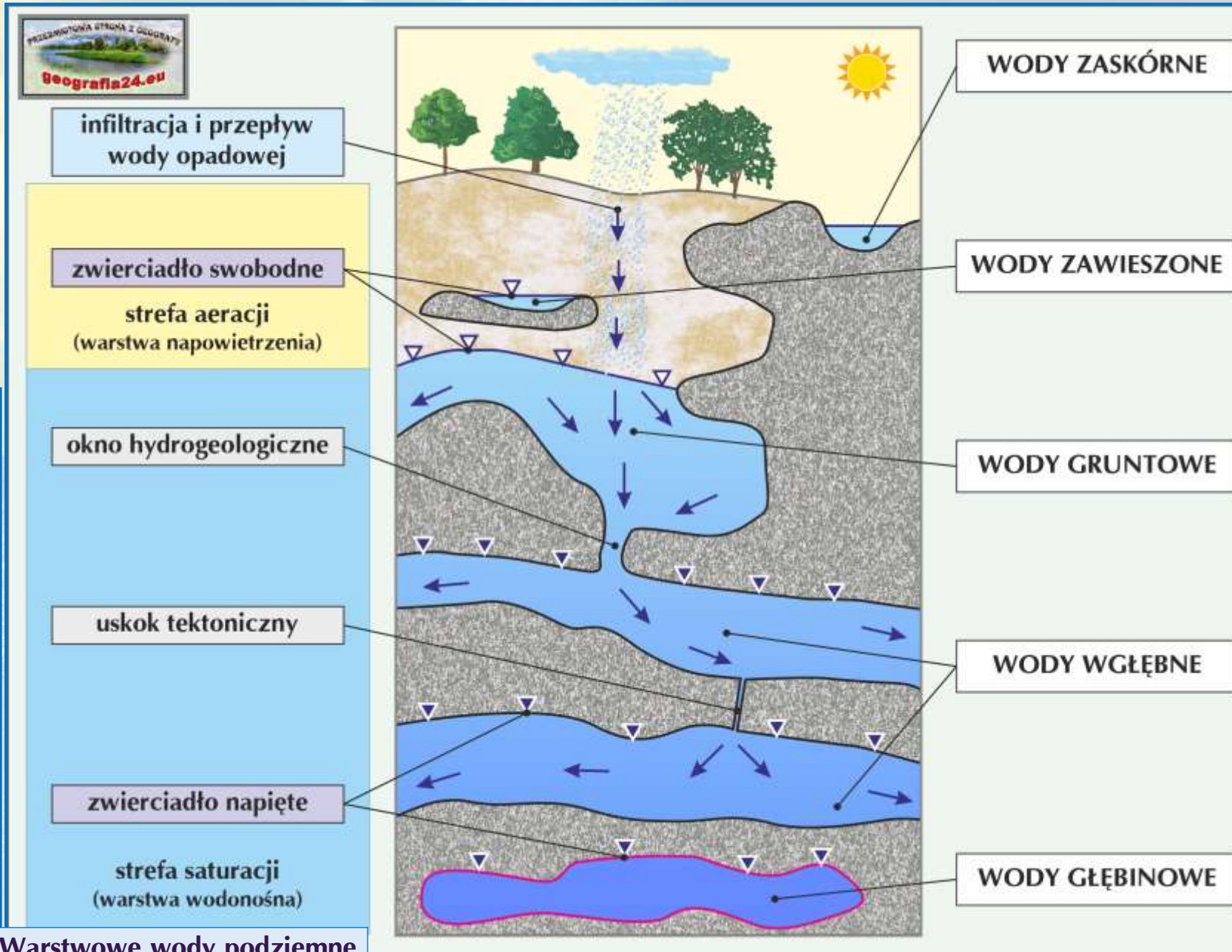


Proces samooczyszczania wody w trakcie migracji przez różne warstwy skalne

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

Ze względu na głębokość zalegania w obrębie wód podziemnych możemy wyróżnić:

- wody przy powierzchniowe (zaskórne),
- wody gruntowe,
- wody wstępne,
- wody głębinowe.



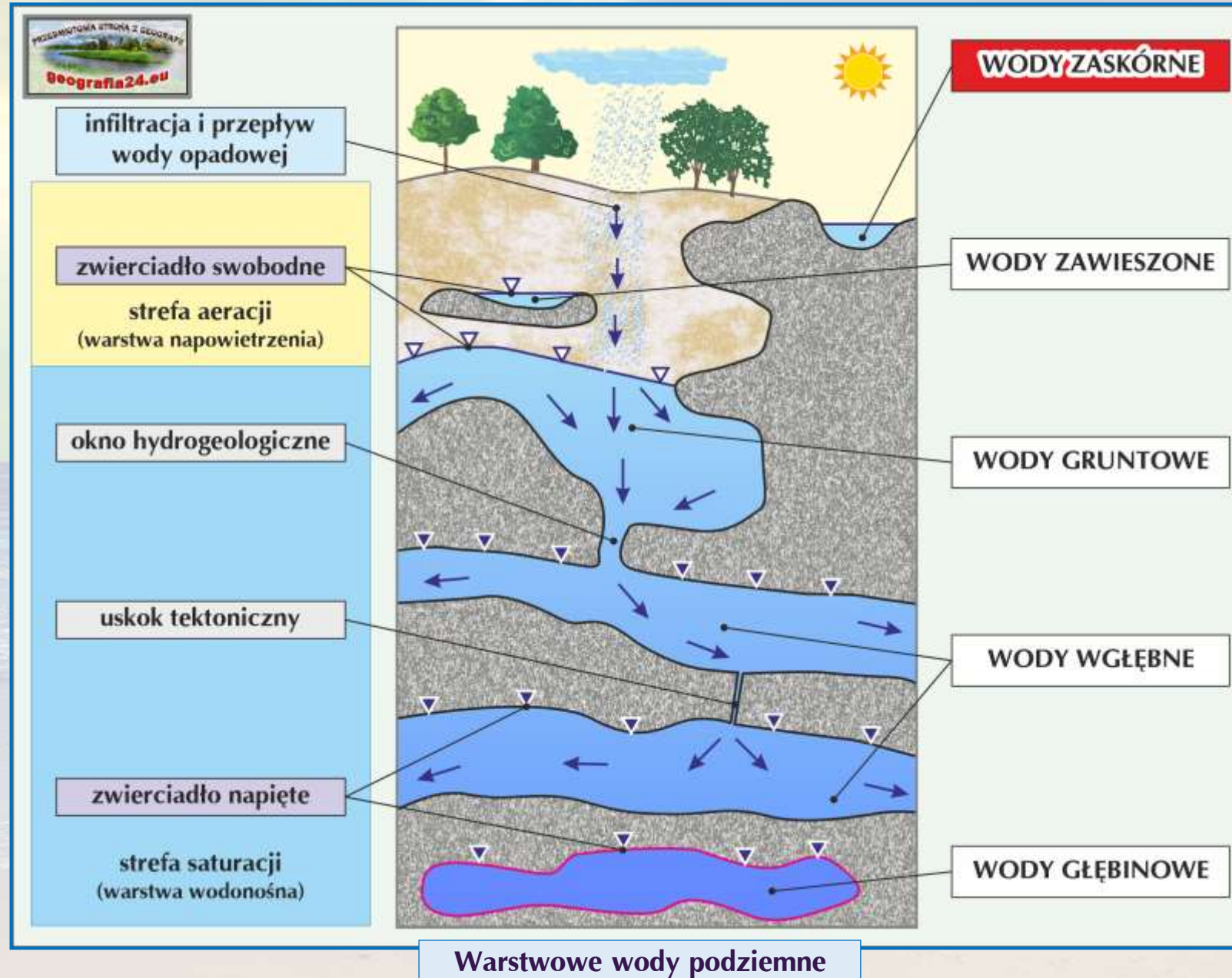
Warstwowe wody podziemne



1a. Wody przypowierzchniowe (zaskórne)

♦ Wody przypowierzchniowe (zaskórne):

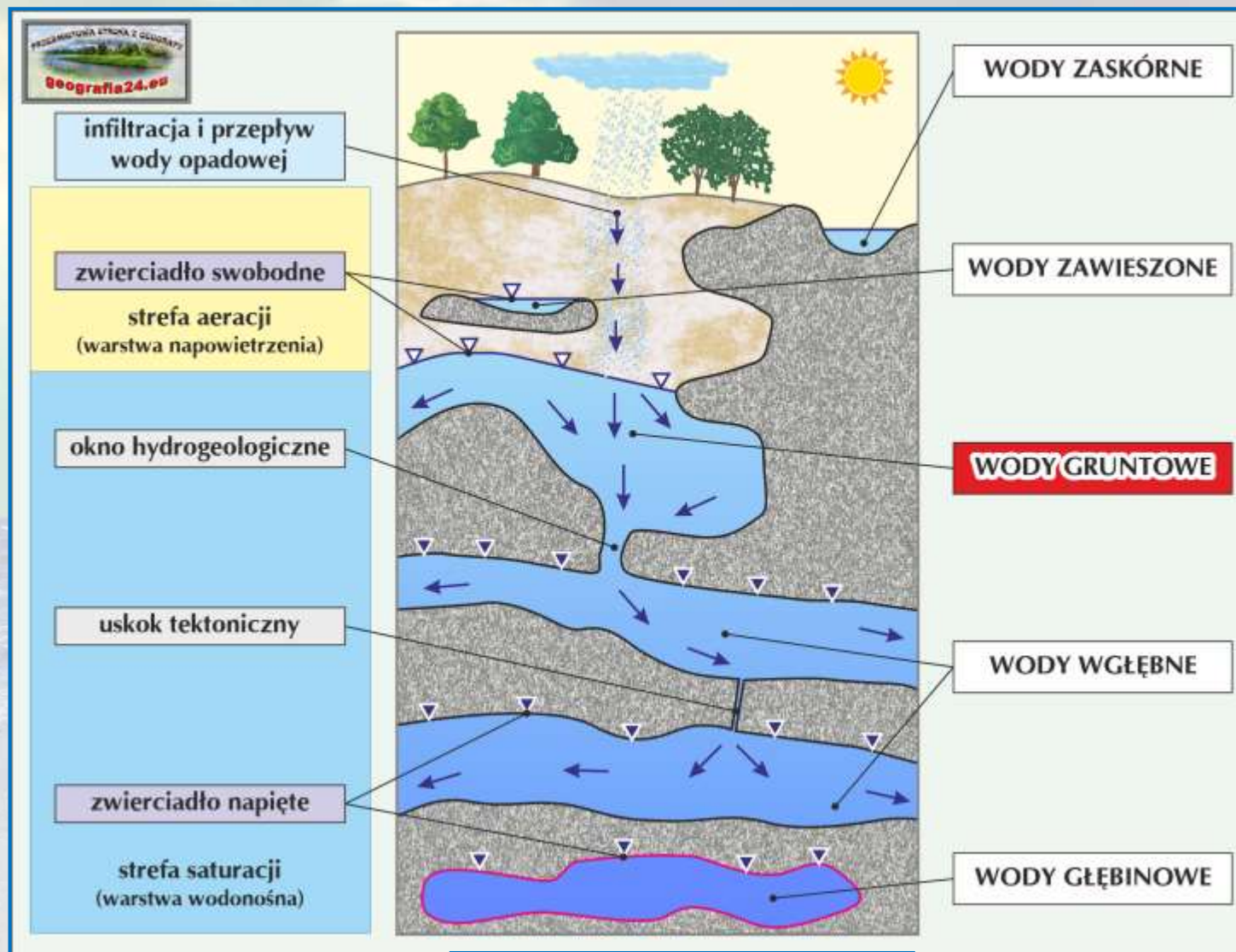
- ♦ zalegają zwykle wyspowo (w sposób nieciągły) w lokalnych zagłębieniach terenu (np. na bagnach lub w pobliżu jezior i rzek) na bardzo małych głębokościach, tuż pod powierzchnią Ziemi,
- ♦ zwierciadło znajduje się do kilkudziesięciu cm,
 - ♦ występująca powyżej niego strefa aeracji jest bardzo cienka lub w ogóle jej nie ma,
- ♦ mogą występować w postaci tzw. **wód zawieszonych**,
- ♦ podlegają znacznym wpływom warunków atmosferycznych (zarówno dobowym jak i rocznym) – dużej zmienności temperatury oraz wilgotności (duże parowanie),
- ♦ ze względu na niewielką głębokość są mocno zanieczyszczone organicznie.



1b. Wody gruntowe

Wody gruntowe:

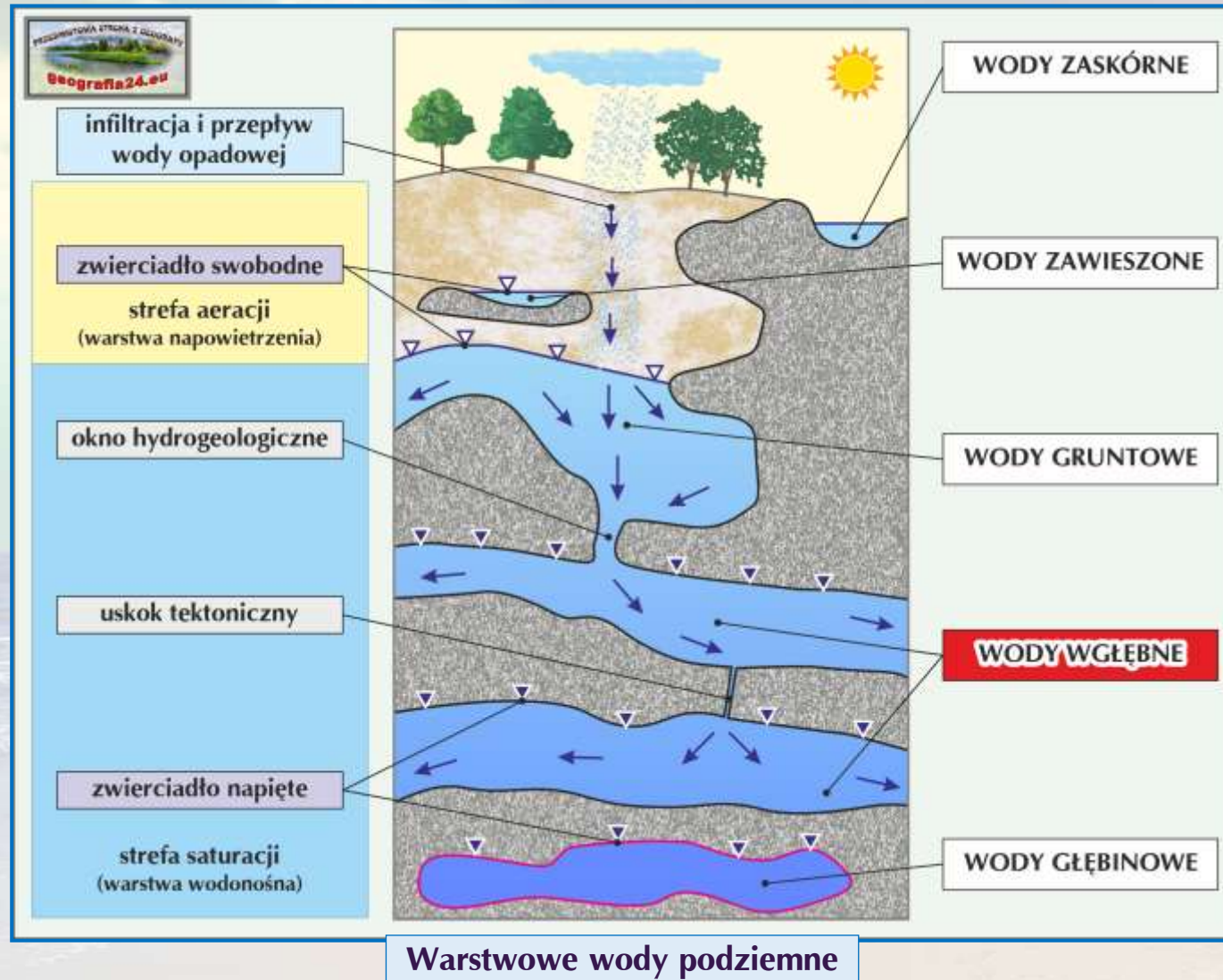
- zalegają tuż pod strefą aeracji (grubość strefy aeracji może się znacznie różnić – w pobliżu rzek może zanikać),
- w nisko położonych miejscach, często zasilają wody powierzchniowe (rzeki, jeziora, bagna) i wypływają na powierzchnię w postaci źródeł,
- pod wzniesieniami zalegają na dużych głębokościach – nawet kilkudziesięciu metrów,
- posiadają zwykle zwierciadło swobodne, nawiązujące kształtem do rzeźby terenu,
- w ich obrębie na lokalnych soczewkach skał nieprzepuszczalnych, mogą występować tzw. **wody zawieszone**,
- zasilane są opadami oraz wodami powierzchniowymi,
- jeżeli położone są one na większych głębokościach to nie podlegają one większym wpływom warunków atmosferycznych (obserwujemy roczne zmiany) oraz nie ulegają silnemu zanieczyszczeniu.



Warstwowe wody podziemne

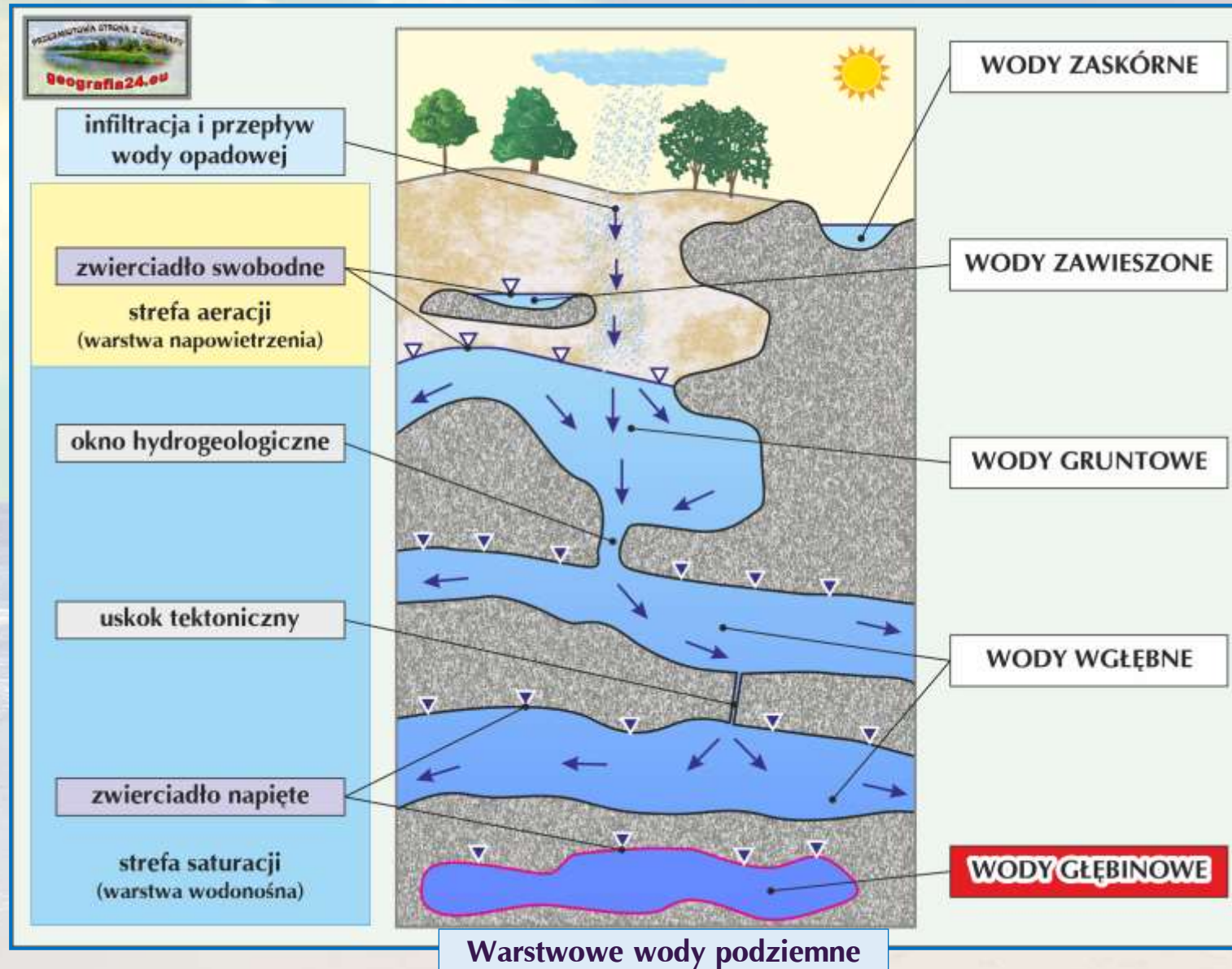
1c. Wody wgłębne

- ♦ **Wody wgłębne** – zalegają znacznie głębiej niż wody gruntowe, pod warstwą skał trudno przepuszczalnych lub nieprzepuszczalnych,
 - ♦ często położone są w obrębie kilku poziomych warstw wodonośnych (w tzw. piętrach),
- ♦ zwierciadło występujące nad nimi jest typu napiętego (wody naporowe),
- ♦ zwykle znajdują się one pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego,
- ♦ zasilanie, głównie z innych poziomów wodonośnych, zachodzi zwykle poprzez:
 - ♦ tzw. **okna hydrogeologiczne** – przerwy w znajdujących się nad nimi warstwach,
 - ♦ wzdłuż uskoków oraz różnego rodzaju spękań,
- ♦ ponieważ położone są one na znacznych głębokościach:
 - ♦ praktycznie nie ulegają wpływom warunków pogodowych,
 - ♦ temperatura jest niemal identyczna przez cały rok,
 - ♦ są bardzo czyste (zdatne do spożycia) oraz wysoko zmineralizowane.



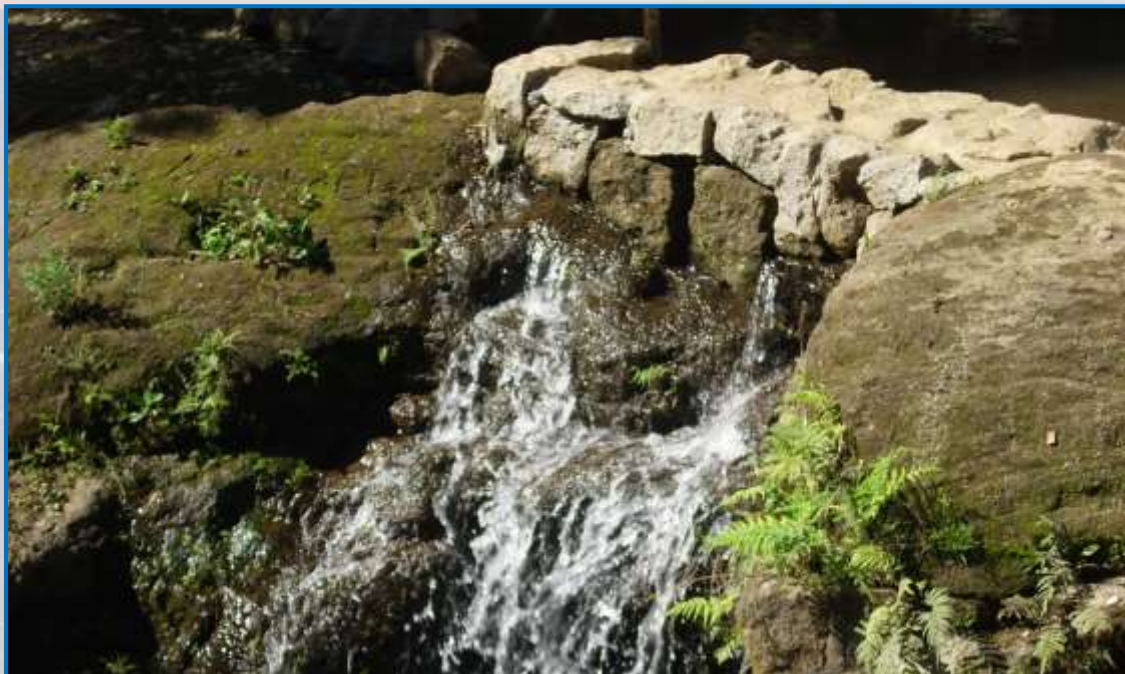
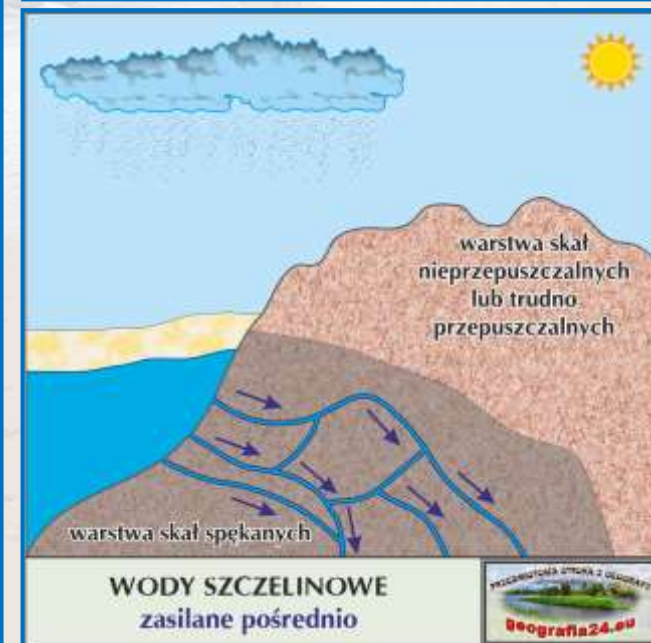
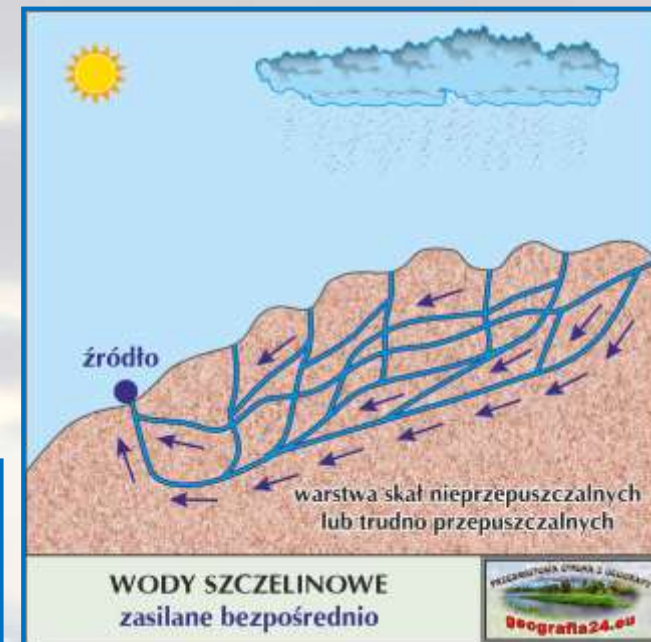
1d. Wody głębinowe

- ♦ **Wody głębinowe** – najgłębiej zalegające wody – zwykle na bardzo znacznych głębokościach, co przyczynia się do ich całkowitej izolacji względem powierzchni, poprzez odcięcie od niej licznymi warstwami nieprzepuszczalnymi (czasem może to być jedna ale o znacznej grubości),
- ♦ w zdecydowanie większej ilości przypadków są to tzw. **wody reliktowe** (zaliczamy do nich wszystkie wody głębinowe nie mające żadnego połączenia z wodami z wyższych poziomów):
 - ♦ powstały one w minionych okresach geologicznych – są bardzo stare,
 - ♦ nie biorą one udziału w cyklu hydrologicznym,
 - ♦ ich położenie jest niemal stałe – są one w bezruchu,
 - ♦ są bardzo czyste i wysoko zmineralizowane,
 - ♦ bardzo często cechują się podwyższoną temperaturą (tzw. **cieplice**).



2. Wody szczelinowe

- ♦ **Wody szczelinowe** – obecne są w obrębie szczelin w skałach osadowych, metamorficznych lub magmowych.
- ♦ Wielkość szczelin, ich powstanie oraz pozostałe parametry mogą być różne.
- ♦ Ich wielkość uzależniona jest od ilości i wielkości spękań.
 - ♦ Często przy licznych spękaniach tworzą one jeden system wód, w którym następuje ich krążenie – często chaotyczne, z różną prędkością i w różnych kierunkach, w zależności od wielu parametrów (chwilowych opadów, zwiększonego parowania i ciśnienia).
- ♦ Ich zasilanie może następować bezpośrednio (z opadów) lub pośrednio (z wód podziemnych).

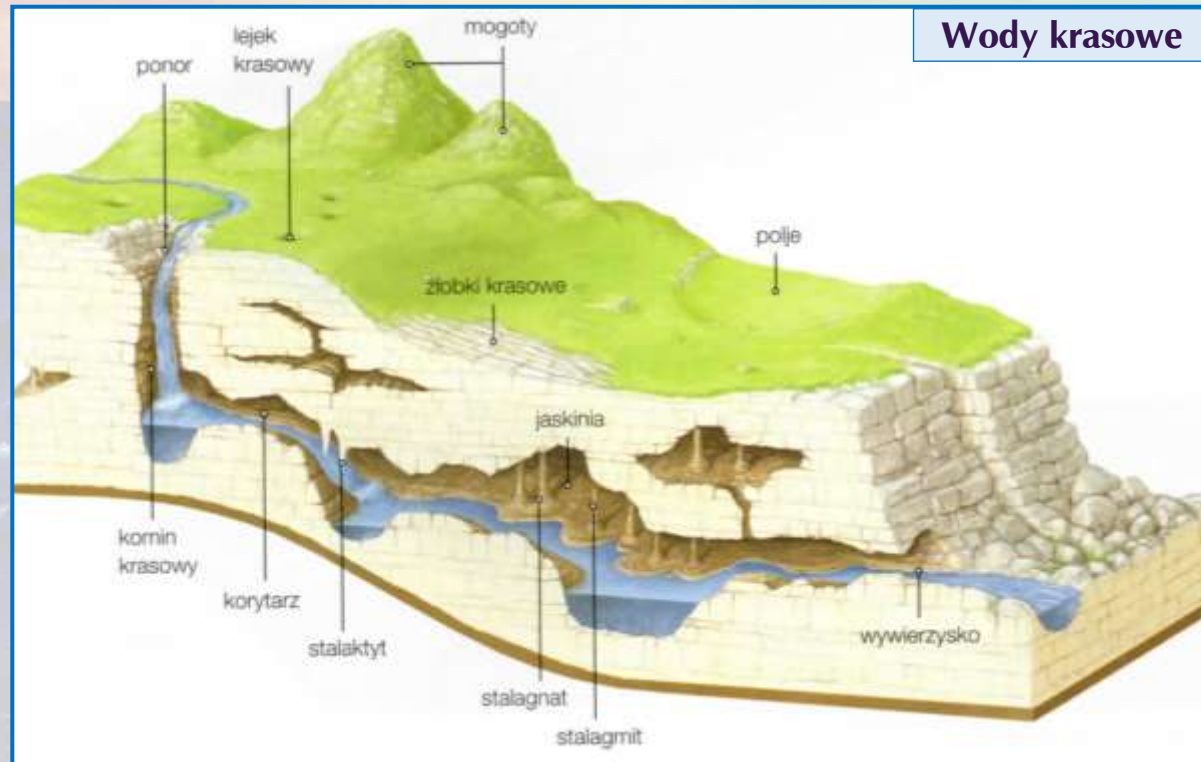


3. Wody krasowe

- ♦ **Wody krasowe** – towarzyszą terenom krasowym, na których zalegają podlegające rozpuszczaniu skały, np. wapienie, dolomity i sole.
- ♦ Powstające w ich obrębie szczeliny mają stosunkowo duże rozmiary.
 - ♦ Są one zdecydowanie większe niż w przypadku wód szczelinowych.
- ♦ Zasilane są bezpośrednio lub pośrednio, przy czym ponieważ szybciej się przemieszczają – podlegają więc większym zmianom ich zasobności,
 - ♦ duży wpływ na ich wielkość mogą wywierać czynniki atmosferyczne,
 - ♦ np. wlewające się w ponory opady atmosferyczne (wyływają one wywierzyskami).



Wody krasowe



Źródła

- ◆ **Źródło** to miejsce naturalnego wypływu wód podziemnych na powierzchnię (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:**
 - ◆ **śłodkie,**
 - ◆ **ślabo zmineralizowane,**
 - ◆ **mineralne.**

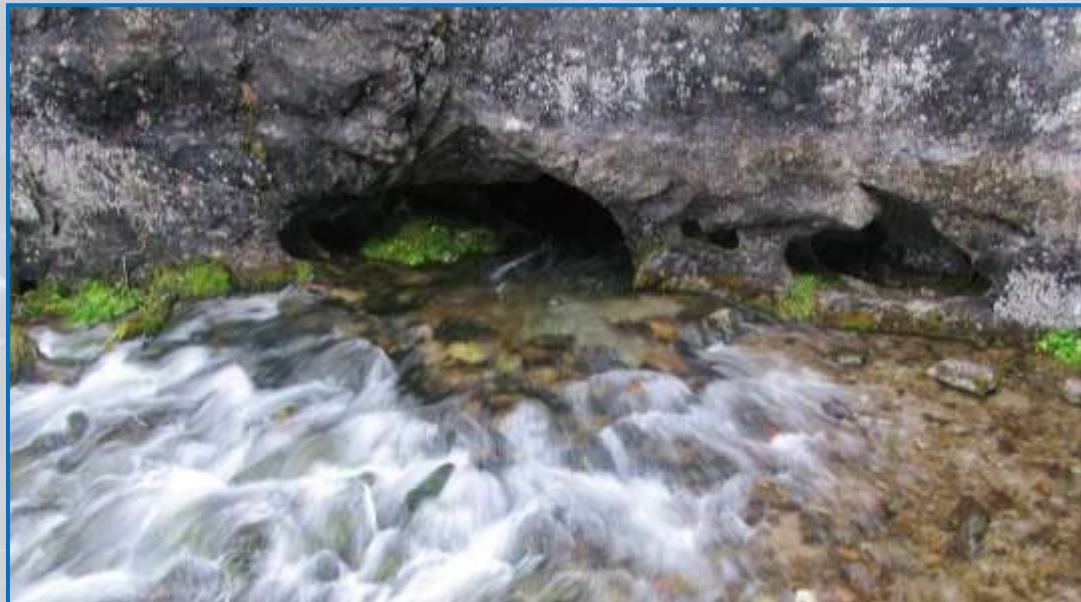


Formy wyptywów wód podziemnych na powierzchnię Ziemi

◆ Naturalne wyptywy wód podziemnych na powierzchnię Ziemi przybierają różne formy.

◆ Mogą to być:

- ◆ **źródła** – obfite i skoncentrowane wyptywy wody na powierzchnię Ziemi;
- ◆ **wylewy** – znaczne wyptywy wód, które zalewają nieraz duże powierzchnie;
- ◆ **wycieki** – słabo wyptywające 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 płynące 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 ultrasłodkie**: poniżej 0,1 g substancji mineralnych rozpuszczonych w 1 dm³ wody (czyli inaczej mówiąc: o zawartości minerałów poniżej 0,1 g/l),
 - ♦ **wody słodkie**: 0,1 – 0,5 g/dm³,
 - ♦ **akratopegi (słabo zmineralizowane)**: 0,5 – 1,0 g/dm³,
 - ♦ **wody mineralne**: >1,0 g/dm³ – 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.



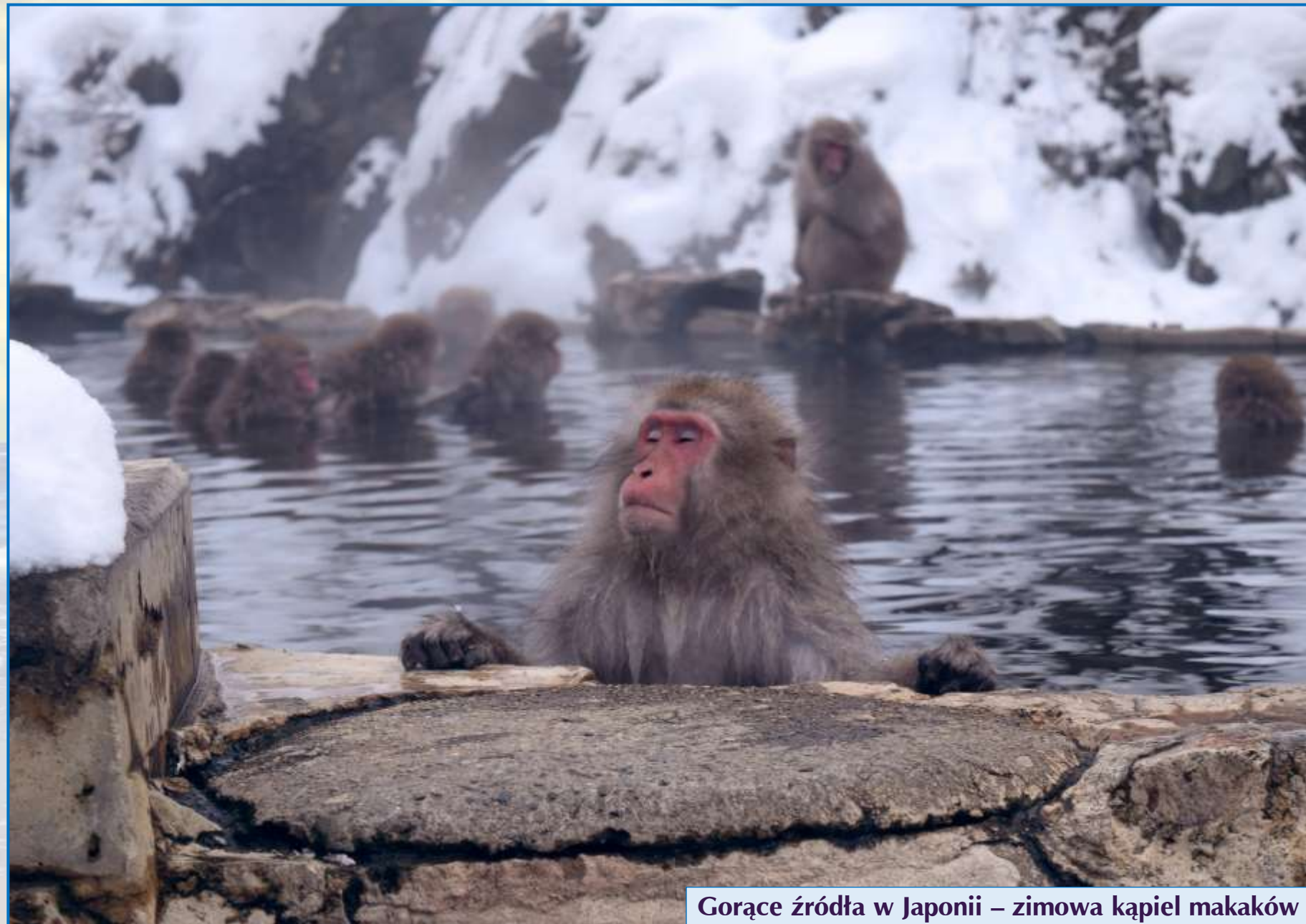
Występowanie wód mineralnych w Polsce

- W Polsce występują następujące wody mineralne:
 - wody wodorowęglanowe (szczawy)** – zawierające wodorowęglan wapnia, sodu i magnezu,
 - w Krynicy, Świeradowie, Szczawnicy, Polanicy, Kudowie, Dusznikach-Zdroju, Piwnicznej i Muszynie;
 - wody chlorkowo-sodowe (solanki)** – sól kamienna oraz inne sole magnezu, bromu i jodu,
 - 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,
 - w Busko-Zdroju, Solec Zdroju, Tarnowie i Horyńcu-Zdroju;
 - wody radoczynne (radonowe)** – radon,
 - w Łądku Zdroju, Świeradowie-Zdroju, Szklarskiej Porębie i Kowarach;
 - wody arsenowe** – arsen,
 - w Rabe w Bieszczadach.



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°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°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),
 - ◆ Pumukkale (Turcja),
 - ◆ Karlowe Wary (Czechy),
 - ◆ Ciechocinek, Bukowina Tatrzańska, Cieplice Śląskie i Łądek Zdrój (Polska).
- ◆ Najlepsze cieplice 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.

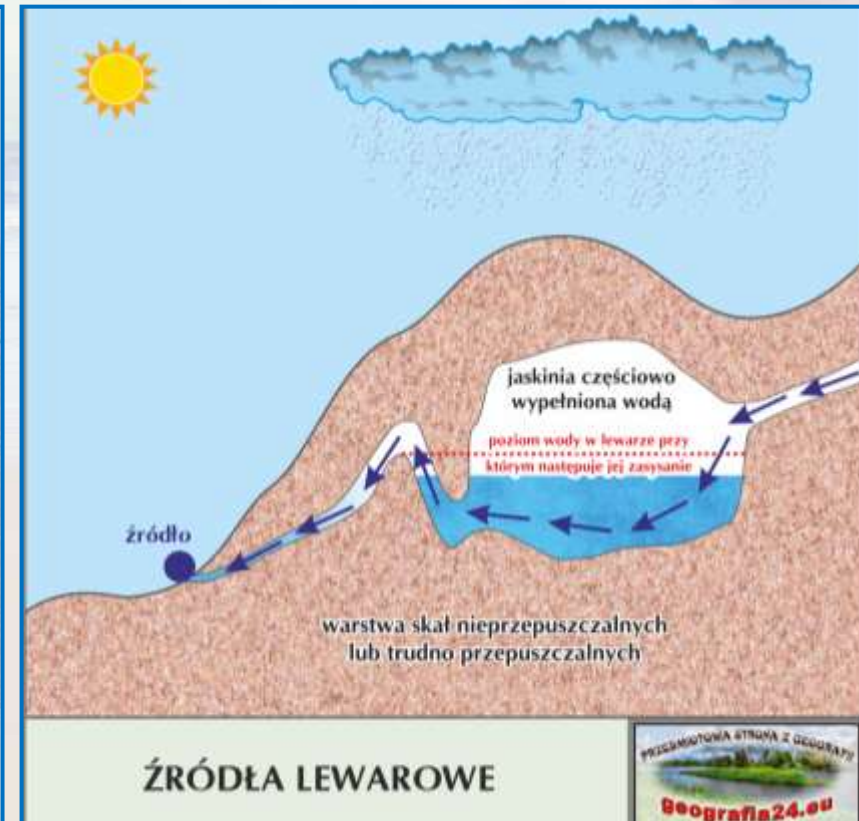


Termy Mszczonów

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 (płynie 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 ścięsnionego 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:

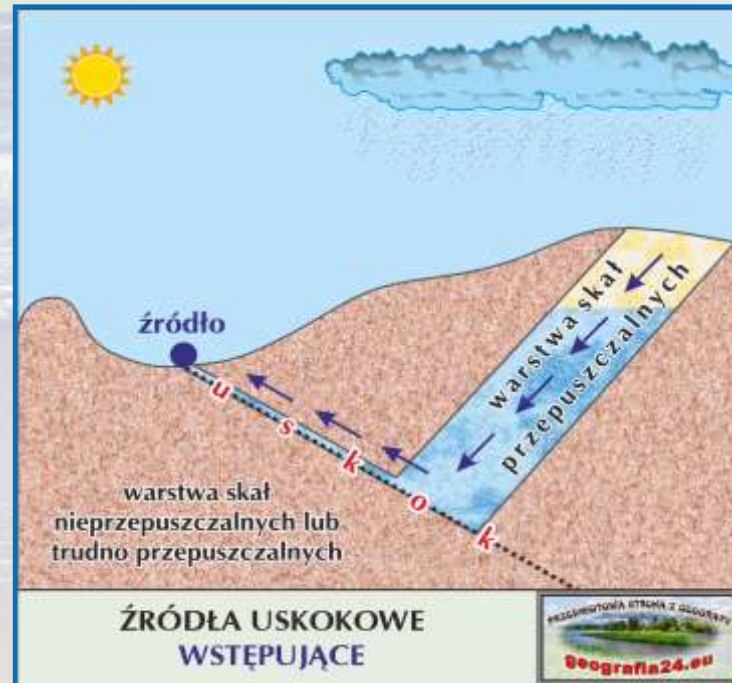
- ◆ występują w miejscach, w których z nieprzepuszczalnych, litych skał (magmowych, metamorficznych i osadowych) wydostaje się woda ze szczeliny na powierzchnię,
- ◆ wyprowadzanie wody następuje przez tzw. szczelinę zbiorczą, która gromadzi i przemieszcza wody trafiające, z innych mniejszych szczelin,
- ◆ 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)

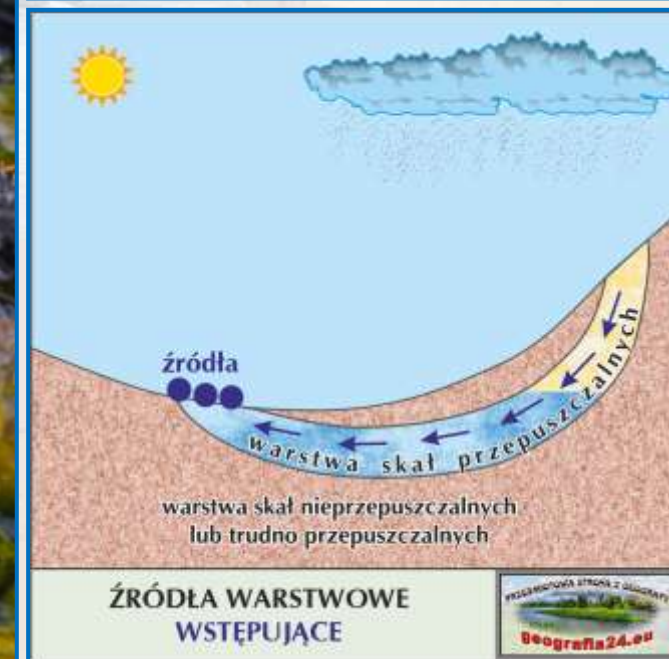
- ◆ **Źródła krasowe** (zwane **wywierzyskami** – gdy wypływ jest pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego):
 - ◆ występują w spękanych skałach węglanowych, objętych procesami krasowymi,
 - ◆ należą do nich źródła:
 - ◆ spływowe (zstępujące),
 - ◆ artezyjskie (wstępujące),
 - ◆ lewarowe,
 - ◆ wypływ wody 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:

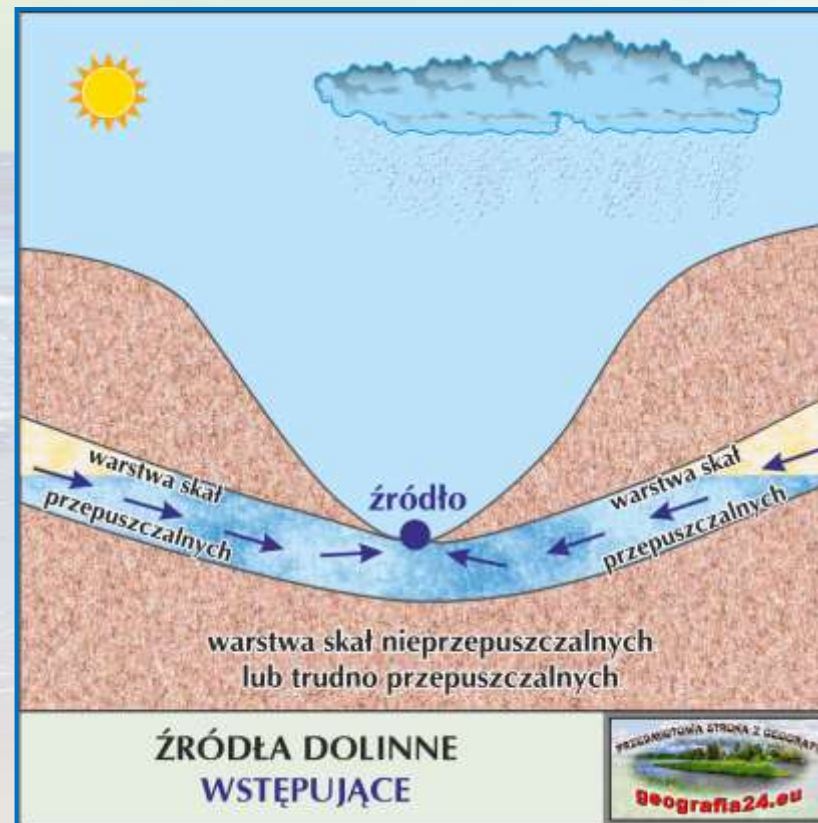
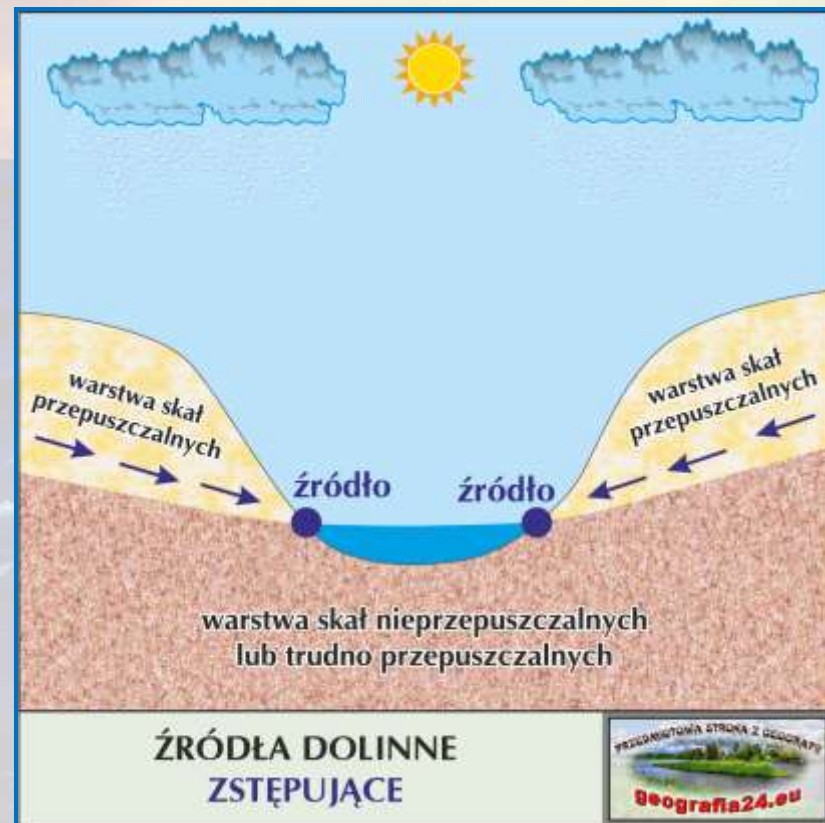
- ♦ **grzbietowe** – wyływające w obrębie grzbietów (szczytów wzniesień),
- ♦ **dolinne** – wyływające w dnie dolin rzecznych,
- ♦ **zboczowe (stokowe)** – położone w obrębie zboczy dolin,
- ♦ **przelewowe** – wyływające w wyniku przepłynięcia wody zgromadzonej w obrębie nieckowatego zagłębienia w obrębie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



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 artezyjskich – wydajnych.



Źródła przelewowe

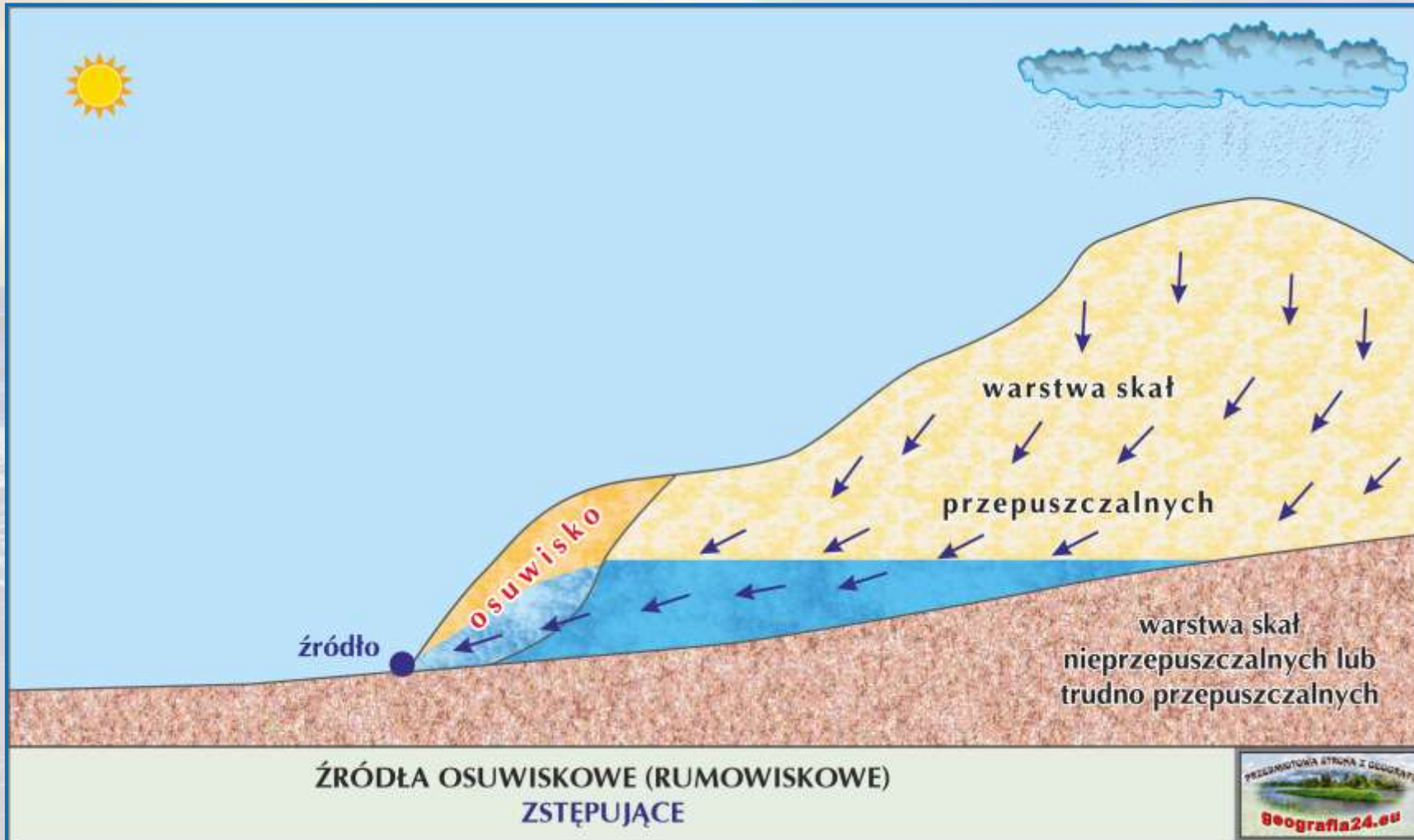
◆ Źródła przelewowe:

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



Źródła osuwiskowe (rumowiskowe)

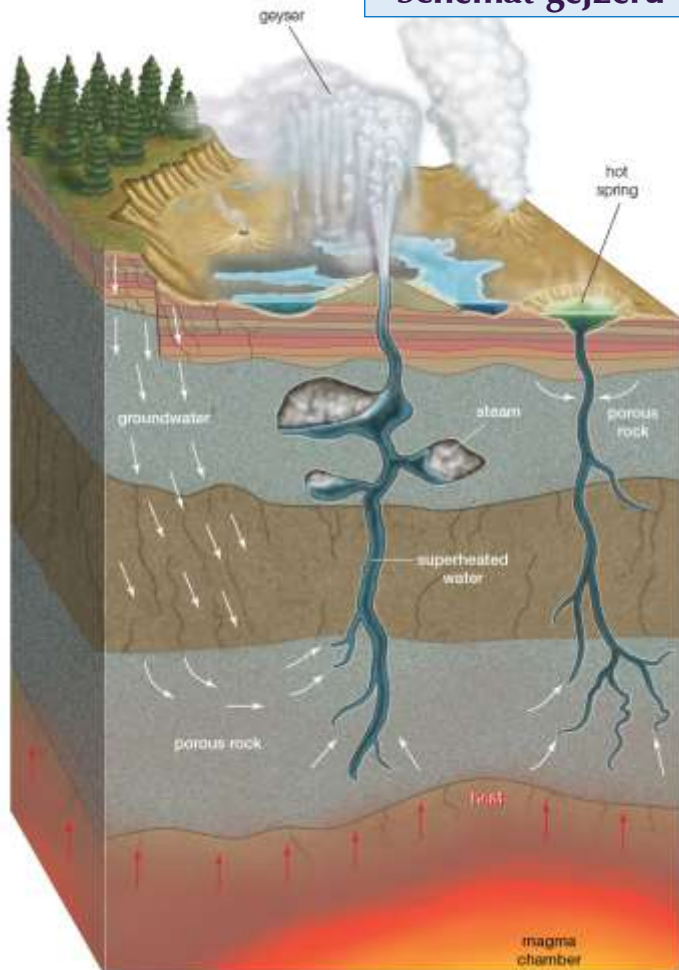
- ♦ **Źródła osuwiskowe (rumowiskowe** – gdy wypływ następuje z pokrywy zwietrzelinowej o dużych rozmiarach okruchów skalnych):
 - ♦ powstają u czoła osuwiska, które zasypało ujście wcześniejszego źródła,
 - ♦ wypływ wody następuje z dolnej części jezora osuwiskowego.



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 gejzera



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, 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 -**