



## Woda wodzie nierówna, czyli PODZIAŁ FIZYKOCHEMICZNY

Woda jest bardzo dobrym **rozpuszczalnikiem**, dlatego wody podziemne nigdy nie występują w czystej chemicznie postaci. Ich skład zależy głównie od rodzaju skał, przez które przepływają, a długi czas przebywania w utworach skalnych sprzyja wzbogacaniu w substancje mineralne i gazy. Całkowita zawartość rozpuszczonych w wodzie składników stałych nazywana jest **mineralizacją**. Wody podziemne ze względu na właściwości fizykochemiczne, zgodnie z polskim prawem, najogólniej dzieli się na **zwykłe, lecznicze i termalne**.



Studnia kopana  
fot. D. Russ

### WODY ZWYKŁE

Wody zwykłe (słodkie, pitne) charakteryzują się mineralizacją mniejszą niż 1000 mg/dm<sup>3</sup> i nie zawierają w swoim składzie żadnych szczególnych substancji w ilości określonej w Prawie geologicznym i górniczym. Stanowią jedynie 2,5% wszystkich wód na Ziemi, a dostępne dla człowieka jest tylko 1%. Ten rodzaj wód wykorzystujemy na co dzień. W wielu krajach Europy, także w Polsce, występuje ich deficyt.

Studnie kopane od stuleci umożliwiają dostęp do wody pitnej zmagazynowanej płytko pod ziemią. Zwykle osiągają głębokości od kilku do kilkunastu metrów (jak ta na zdjęciu). Zdarzają się jednak wyjątki: najgłębsza ręcznie wykopana studnia ma aż 392 m! Została wykonana w XIX w. w miasteczku Woodingdean w Anglii.

### WODY TERMALNE

Wody termalne wypływają na powierzchnię mają temperaturę co najmniej 20°C. Przykładowo ze źródeł termalnych zwanych **gejzerami** (występują m.in. na Islandii i w Yellowstone w USA) wystrzeliwuje mieszanina wody i pary wodnej o temperaturze powyżej 100°C. W Polsce nie mamy gejzerów, jednak wody termalne (gorące źródła) spotkać można w Sudetach (Łądek-Zdrój, Cieplice Śląskie), Karpatach (Bukowina Tatrzańska, Zakopane) oraz w centralnej części kraju (Mszczonów, Poddębice). Najcieplejsze wody (aż 87°C) stwierdzono w odwiercie w Cieplicach Śląskich.

Na temperaturę wód podziemnych wpływa głębokość zalegania warstw wodonośnych (im głębiej, tym cieplej) i właściwości termiczne skał. W Łądku-Zdroju wody termalne o temp. 20-45°C, wykorzystując szczeliny w skałach, wydostają się na powierzchnię z głębokości nawet 2,5 km.



Źródło Chrobrego w Łądku-Zdroju  
fot. A. Krzonkalla

### WODY LECZNICZE

Wody lecznicze wyróżniają się obecnością substancji o szczególnym oddziaływaniu na ludzki organizm, naturalnym brakiem zanieczyszczeń oraz niewielką zmiennością składu chemicznego, temperatury i wydajności. Występują one na obszarze niemal całej Polski, jednak najwięcej naturalnych wypływów spotyka się w Sudetach (np. Kudowa-Zdrój, Świeradów-Zdrój) i Karpatach (Krynica-Zdrój, Iwonicz-Zdrój). Zaliczają się do nich m.in. wody mineralne, solanki, wody naturalnie nasycone dwutlenkiem węgla oraz termalne. Można z nich korzystać w licznych miejscowościach uzdrowiskowych.

Balneologia to dziedzina medycyny wykorzystująca lecznicze właściwości wód podziemnych. Składniki zawarte w wodach mogą działać na nas zewnętrznie - poprzez kąpiele, i wewnętrznie - poprzez krenoterapię (kurację pitną).

Dzięki odwiertom możemy dotrzeć do głębokich warstw wodonośnych, przykrytych nieprzepuszczalnymi skałami. Jeśli w warstwie panowało duże ciśnienie, „uwolniona” woda wypływa bez użycia pomp (tzw. samowypływ). Słup wody osiąga nawet kilka metrów. Obecność gazu potęguje ten efekt.



Samowypływ silnie gazowanej szczawy mineralnej, Czerwna fot. F. Nowacki



Basen termalny „Zdrój Wojciech”  
Łądek-Zdrój  
archiwum UMiG Łądek-Zdrój

### WODY KWASOWĘGŁOWE I SZCZAWY

Wody kwasowęglowe i szczawy to wody podziemne nasycone dwutlenkiem węgla, czyli **naturalnie „gazowane”**. Gdy zawierają od 250 do 1000 wolnego CO<sub>2</sub> mg/dm<sup>3</sup> nazywamy je **kwasowęglowymi**, a gdy powyżej 1000 mg/dm<sup>3</sup> - **szczawami**. Stanowią cenny surowiec w lecznictwie uzdrowiskowym i w rozlewnictwie wód mineralnych. W Polsce występują jedynie na południu kraju, w Sudetach (Świeradów-Zdrój, Szczawno-Zdrój, Kudowa-Zdrój, Długopole-Zdrój) oraz Karpatach (Szczawnica, Muszyna, Rymanów-Zdrój).

### SOLANKI

Solanki zawierają nie mniej niż 35 000 mg/dm<sup>3</sup> **rozpuszczonych składników stałych**. Otrzymuje się z nich sól w procesie warzenia, mają też zastosowanie przy zabiegach balneologicznych. Występują na prawie całym obszarze Polski (Kołobrzeg, Ciechocinek, Wieliczka, Wysowa-Zdrój, Gończakowice-Zdrój), z wyłączeniem Sudetów i Gór Świętokrzyskich. Ich zasoby często są nieodnawialne.

Tężnie w Ciechocinku to największa konstrukcja drewniana w Europie służąca do odparowywania wody z solanki. Zbudowano je w XIX w. Solanka pompowana jest z głębokości ok. 415 m i wtłaczana na szczyt tężni. Następnie, przesączając się po ścianach budowli, pod wpływem wiatru i słońca paruje, tworząc leczniczy mikroklimat.



Tężnia solankowa w Ciechocinku  
fot. Avishai Teicher, CC BY-SA 3.0,  
via Wikimedia Commons

# z wnętrza skał do źródeł



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

Niniejszy materiał został sfinansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy. Zrealizowano w ramach projektu „Upowszechnianie wiedzy o geologii, górnictwie i ochronie georóżnorodności”.



Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy

Oddział Dolnośląski  
al. Jaworowa 19  
53-122 Wrocław  
www.pgi.gov.pl/wroclaw

opracowanie merytoryczne:  
Anna Krzonkalla  
opracowanie graficzne:  
Anna Krzonkalla, Magdalena Furca



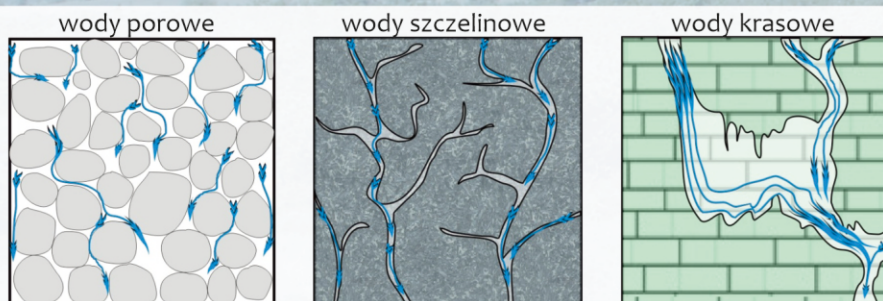
## WODA, WODA, WODA!

**Woda** – jaka jest, każdy widzi – parafrazując słynne słowa z pierwszej polskiej encyklopedii\*. Odgrywa istotną rolę w rozwoju życia na Ziemi, **buduje atmosferę i biosferę**, stanowi główny **składnik hydrosfery**. Jest to używany na co dzień i najważniejszy **surowiec naturalny**. Przyjmuje przeróżne formy: cieczy, śniegu, lodu czy też pary. Obecna jest niemal wszędzie: w rzekach, jeziorach, morzach, oceanach, lodowcach, kranie, butelkach i... pod ziemią.

\*,„Korń, jaki jest, każdy widzi” (Nowe Ateny, Chmielowski, 1745)

### Czym są wody podziemne?

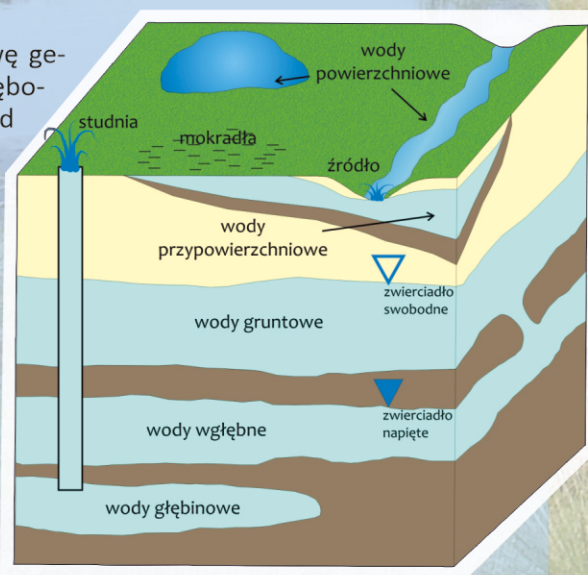
Wody podziemne, jak sama nazwa wskazuje, to wody zmagazynowane pod powierzchnią ziemi. Przemieszczają się pod wpływem siły grawitacji w obrębie **utworów wodonośnych**, czyli skał przepuszczalnych, mogących gromadzić wodę w swoich wolnych przestrzeniach. Ze względu na budowę skał wyróżnia się podział na **wody porowe**, **szczelinowe**, **krasowe** i ich kompilacje, przykładowo wody porowo-szczelinowe oraz szczelinowo-krasowe.



Przepływ wody w różnych ośrodkach skalnych

Rozpatrując budowę geologiczną obszaru oraz głębokość występowania wód podziemnych, można wydzielić wody **przypowierzchniowe** (inaczej podskórne), **grutowe**, **wgłębne** i **głębinowe**, do których najczęściej należą wody zmineralizowane.

Powierzchnia będąca granicą występowania wód podziemnych, nazywana jest **zwierciadłem**. Kiedy warstwa wodonośna przykryta jest utworami nieprzepu-



szczalnymi, które ją „uciskają”, mówimy o **zwierciadle napiętym**. Natomiast kiedy woda podziemna nie jest w żaden sposób ograniczona od góry, zwierciadło nazywane jest **swobodnym**.

Strefę pomiędzy powierzchnią terenu a zwierciadłem wody, wypełnioną powietrzem lub tylko częściowo wodą, nazywamy **strefą aeracji**. Poniżej zwierciadła znajduje się strefa całkowitego nasycenia wodą, zwana **strefą saturacji**.



## SKĄD WODA WZIĘŁASIĘ POD ZIEMIĄ?

Mogłoby się zdawać, że woda podziemna powstaje tylko z deszczu. Jednak jej pochodzenie, wbrew pozorom, jest bardziej zróżnicowane.

### WODY INFILTRACYJNE

Powstają wskutek wsiąkania (infiltracji) opadów atmosferycznych i gromadzenia się ich w głębi ziemi nad warstwami nieprzepuszczalnymi. Ich zasoby są odnawialne, czyli stale zasilane kolejnymi opadami. Większość wód podziemnych ma taką genezę.

### WODY RELIKTOWE

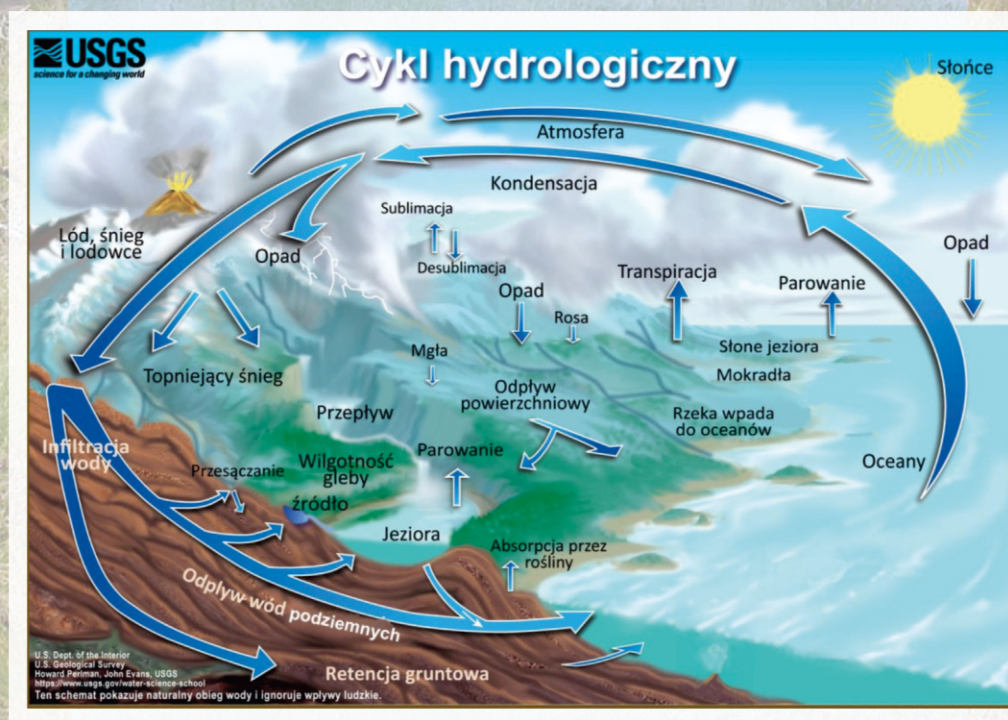
Zostały „uwięzione” pod ziemią w dawnych epokach geologicznych i nie mają obecnie zasilania. Oznacza to, że w przypadku eksploatacji ulegną całkowitemu wyczerpaniu. Dzielą się na **paleoinfiltracyjne** (powstałe z opadów w przeszłości geologicznej) i **sedymentacyjne** (będące pozostałościami dawnych mórz czy jezior).

### WODY KONDENSACYJNE

Powstają w wyniku skroplenia (kondensacji) pary wodnej w porach i szczelinach skalnych. Charakteryzują się bardzo małą zawartością substancji rozpuszczonych.

### WODY JUWENILNE

Związane z procesami wulkanicznymi, są efektem ochładzania się pary wodnej podczas krzepnięcia magmy. Powstają na większych głębokościach, po raz pierwszy wchodzą do obiegu wody. Stanowią niewielką część wszystkich wód podziemnych.



**Cykl hydrologiczny**, czyli obieg wody w przyrodzie, opisuje ruch wody na Ziemi, a także ponad i pod jej powierzchnią. Woda ciągle się przemieszcza i zmienia swój stan skupienia, od ciekłego, poprzez gazowy do stałego i na odwrót. Taki cykl przebiega od miliardów lat umożliwiając rozwój życia na Ziemi.

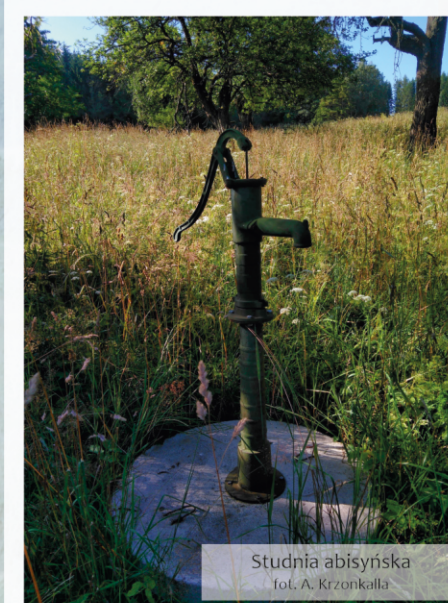
## U ŹRÓDEŁ

**Źródło** to samoczynny, naturalny i skoncentrowany wypływ wody podziemnej na powierzchnię. Często daje początek ciekom powierzchniowym, czyli rzekom i strumieniom. Może przybierać różne formy: małej kałuży na łące, wycieku z pęknięcia w skałę albo intensywnego wypływu z jaskini. Zależy to w głównej mierze od rodzaju ośrodka skalnego oraz morfologii terenu.

Źródła mogą mieć charakter **stały** lub **okresowy**. Źródła stałe wydobywają się nieprzerwanie, chociaż ich parametry bywają zależne od warunków atmosferycznych. Natomiast źródła okresowe pojawiają się co pewien czas, np. po ulewie lub roztopach i zanikają przy niskim stanie wód podziemnych.

**Studnie i odwierty** to nie źródła, mogą jednak stanowić ich ujście oraz wzmacniać samodziśny wypływ wody.

Popularnym sposobem ujęcia wód podziemnych jest **studnia abisyńska**, czyli wbijana lub wkręcana w ziemię rura z filtrem zakończona u dołu ostrzem lub świdrem, a od góry charakterystycznym „kranem” i pompą ręczną. Może ujmować wodę z głębokości **max. 10 m** (najczęściej 5-7 m). Takie ograniczenie wynika z praw fizyki: wysokość słupa zasysanej wody nie może być większa niż równoważące go ciśnienie atmosferyczne (ok. 0,1 MPa, co odpowiada ciśnieniu 10 m słupa wody).



Studnia abisyńska  
fot. A. Krzonkalla

### Mokradła

(tereny podmokłe) powstają w miejscach, gdzie poziom wody podziemnej jest bliski powierzchni terenu. Kiedy wypływająca woda ma utrudniony odpływ, nasycza przypowierzchniowe utwory skalne, prowadząc do stałego lub okresowego zabagnienia obszaru.



Źródło w spękanych piaskowcach,  
łączna



Źródło w Chełmsku Śląskim,  
wokół wypływu widoczny wypływający osad