

# Szkolenia dla administracji geologicznej



Projekt "Wsparcie przez Państwową Służbę Geologiczną  
działań administracji samorządowej wykonującej zadania administracji geologicznej"



## ZASADY

## PROJEKTOWANIA

## UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH

Józef Mikołajków, Jan Prażak

PIG-PIB



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

[www.pgi.gov.pl](http://www.pgi.gov.pl)

[www2.pgi.gov.pl/pl/szkolenia-dla-samorzadow](http://www2.pgi.gov.pl/pl/szkolenia-dla-samorzadow)



## PLAN

1. Wprowadzenie
2. Rodzaje ujęć wód podziemnych
3. Warunki wstępne do projektu (zapotrzebowanie na wodę, lokalizacja ujęcia)
4. Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych w rejonie projektowanego ujęcia
5. Projekt techniczny ujęcia
6. Badania hydrogeologiczne
7. Podsumowanie

# 1. WPROWADZENIE



## Definicja ujęcia wód podziemnych

### Słownik hydrogeologiczny

„Zespół urządzeń służących do poboru wód podziemnych z jednego punktu, wielu punktów lub z pewnego obszaru, zaopatrujących określonego użytkownika lub w określonym celu. Wyrobiska służące do udostępniania wód podziemnych są głównym elementem ujęcia wód podziemnych – studnia, sztolnia, dreny, studnia promienista. Według układu wyrobisk udostępniających ujęcia wód podziemnych dzielą się na pionowe, poziome, (ewentualnie) skośne i mieszane. Ujęcia źródeł nie wymagają zabiegów technicznych oprócz podpiętrzenia.”

## 2. RODZAJE UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH



Ujmowanie wód podziemnych może się odbywać za pomocą różnych obiektów i urządzeń, zależnie od:

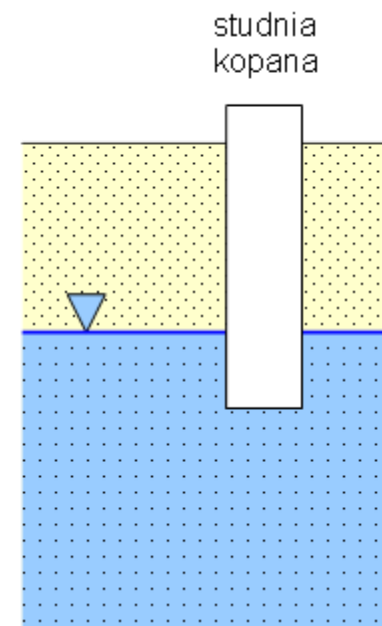
- głębokości zalegania wód,
- warunków hydrogeologicznych,
- wielkości zasobów wodnych,
- ilości ujmowanych wód,
- warunków techniczno-ekonomicznych

## Rodzaje ujęć:

- pionowe (studnie kopane, wiercone, szybowe, szyby kopalniane),
- poziome (sztolnie, wiercenia poziome),
- dreny i galerie drenażowe,
- studnie promieniste,
- ujęcia źródeł,
- ujęcia infiltracyjne,

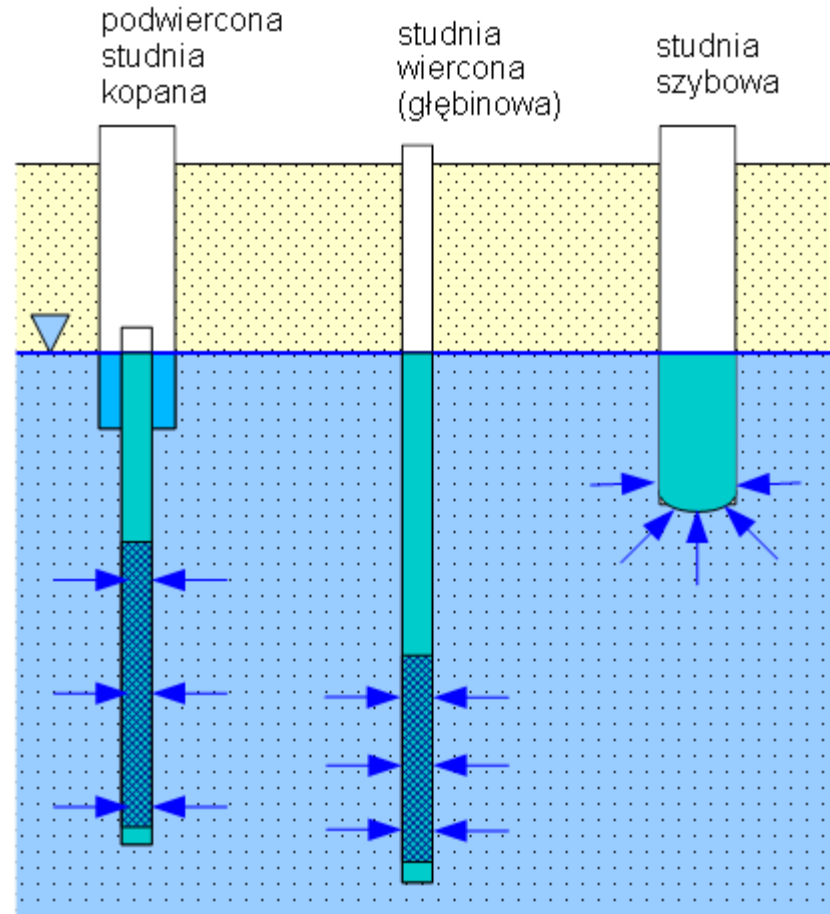
## Ujęcia pionowe

- studnia kopana
- studnia wiercona
- podwiercona studnia kopana
- studnia szybowa lub szyb kopalniany

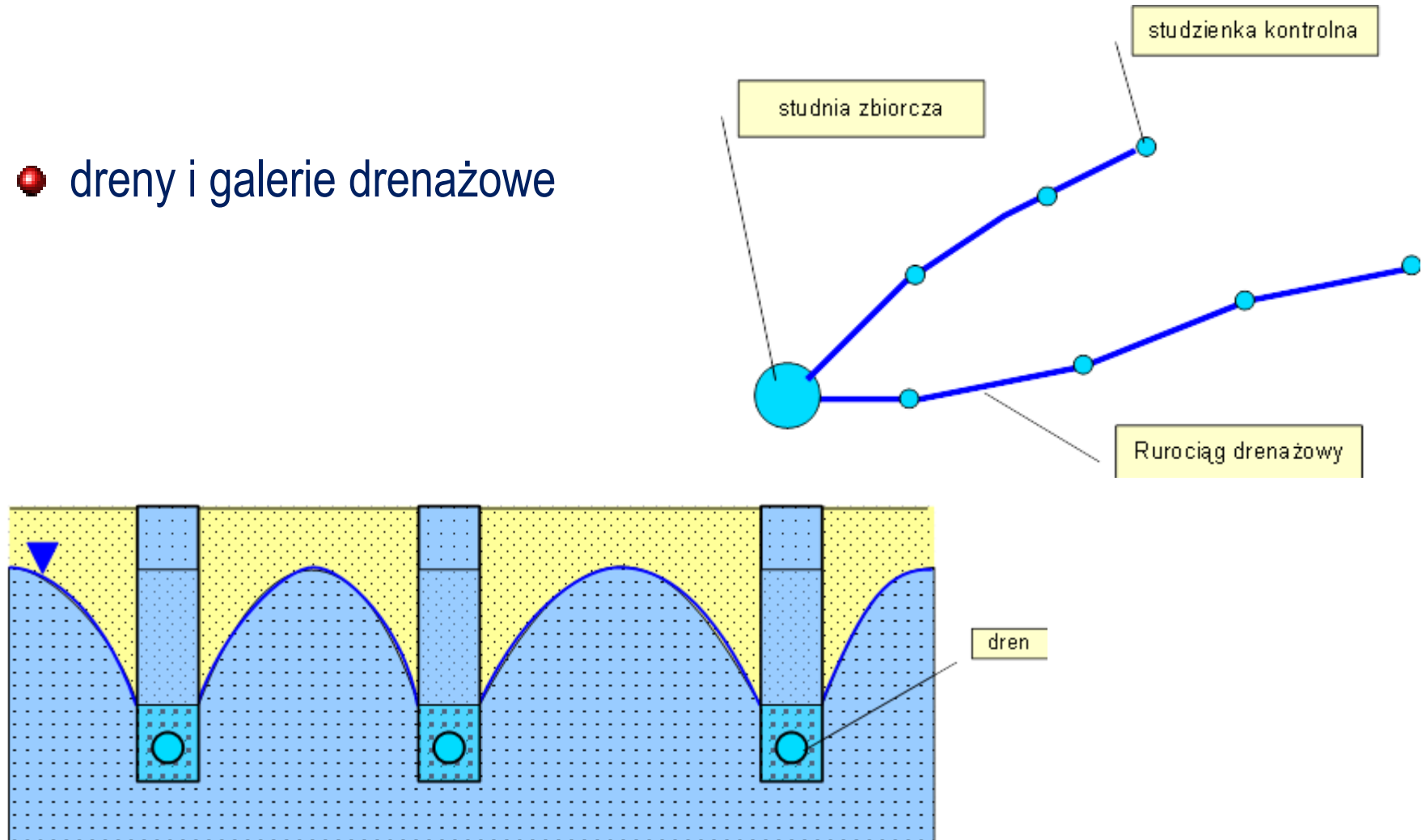




## Ujęcia pionowe

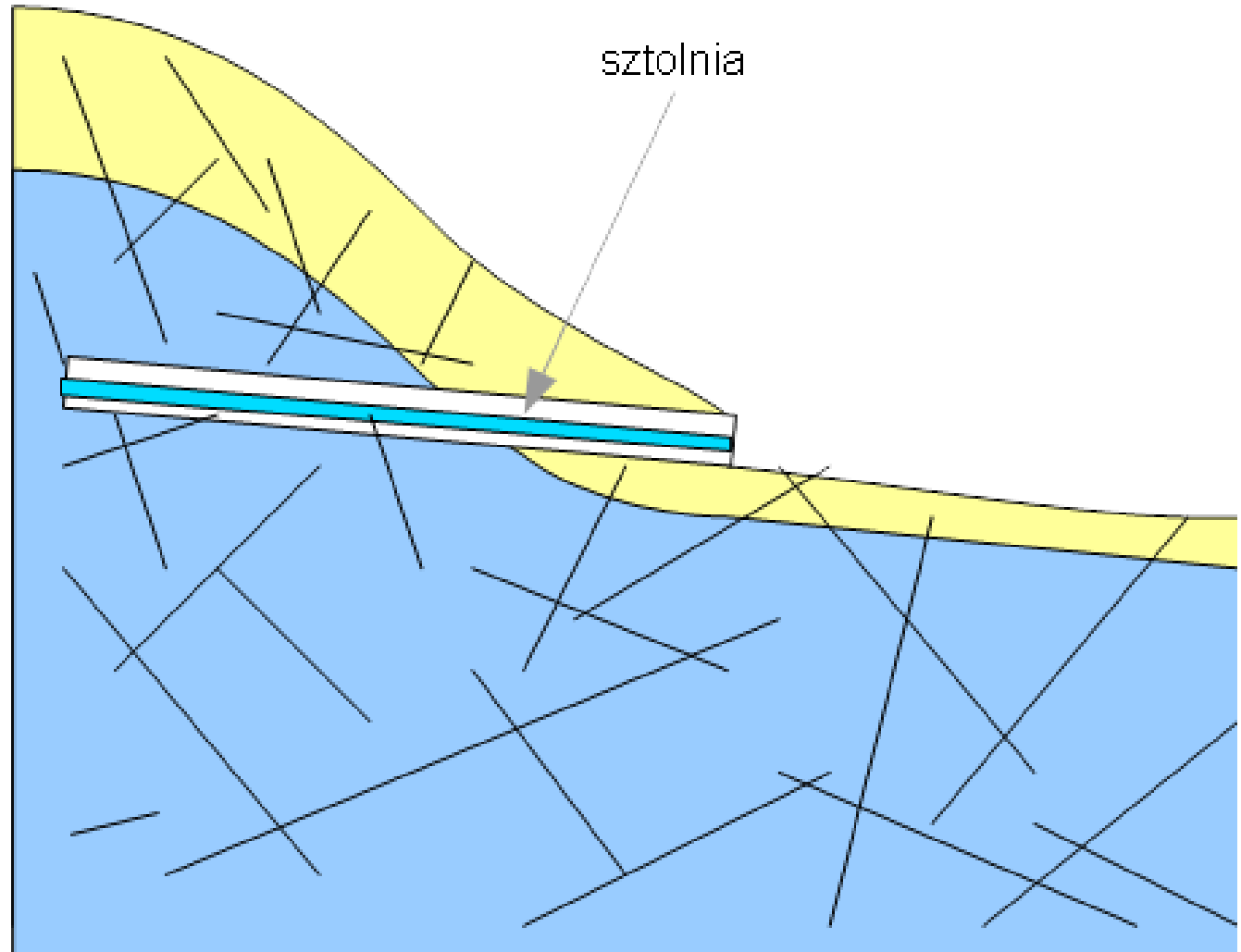


## ● dreny i galerie drenażowe

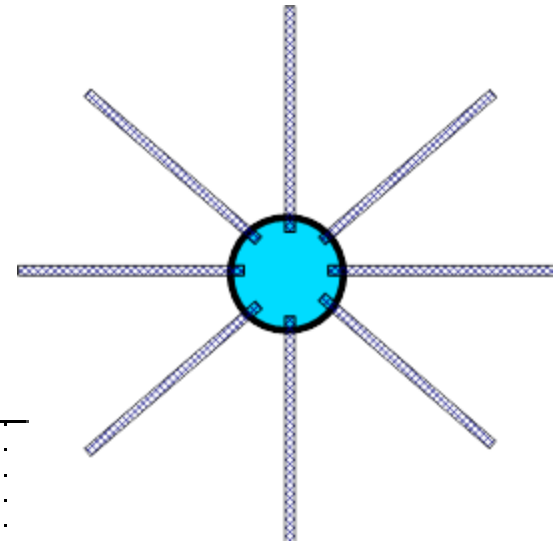
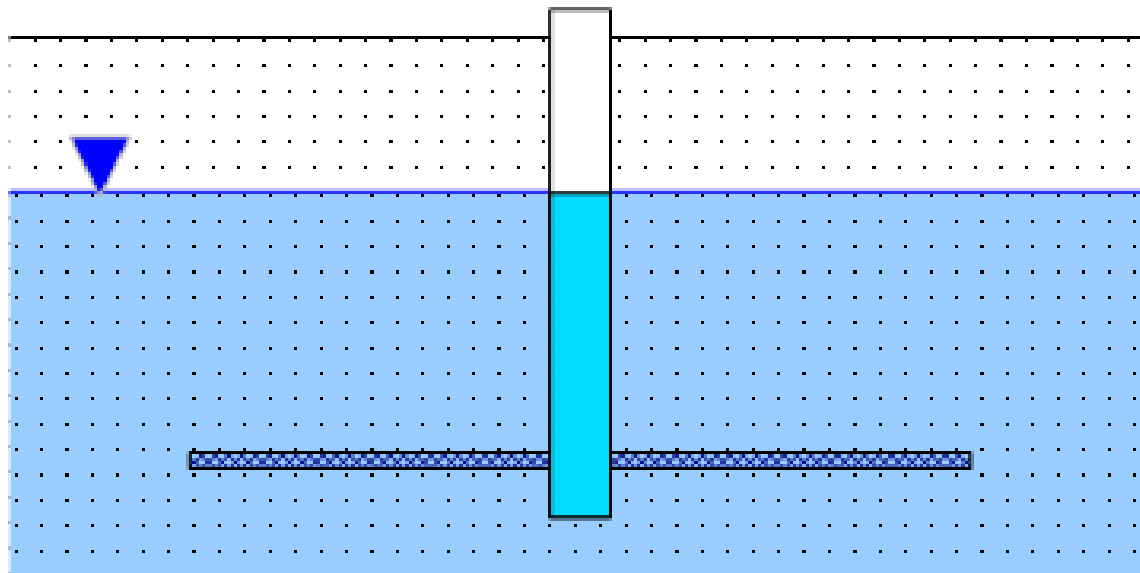


## Ujęcia poziome

- sztolnia

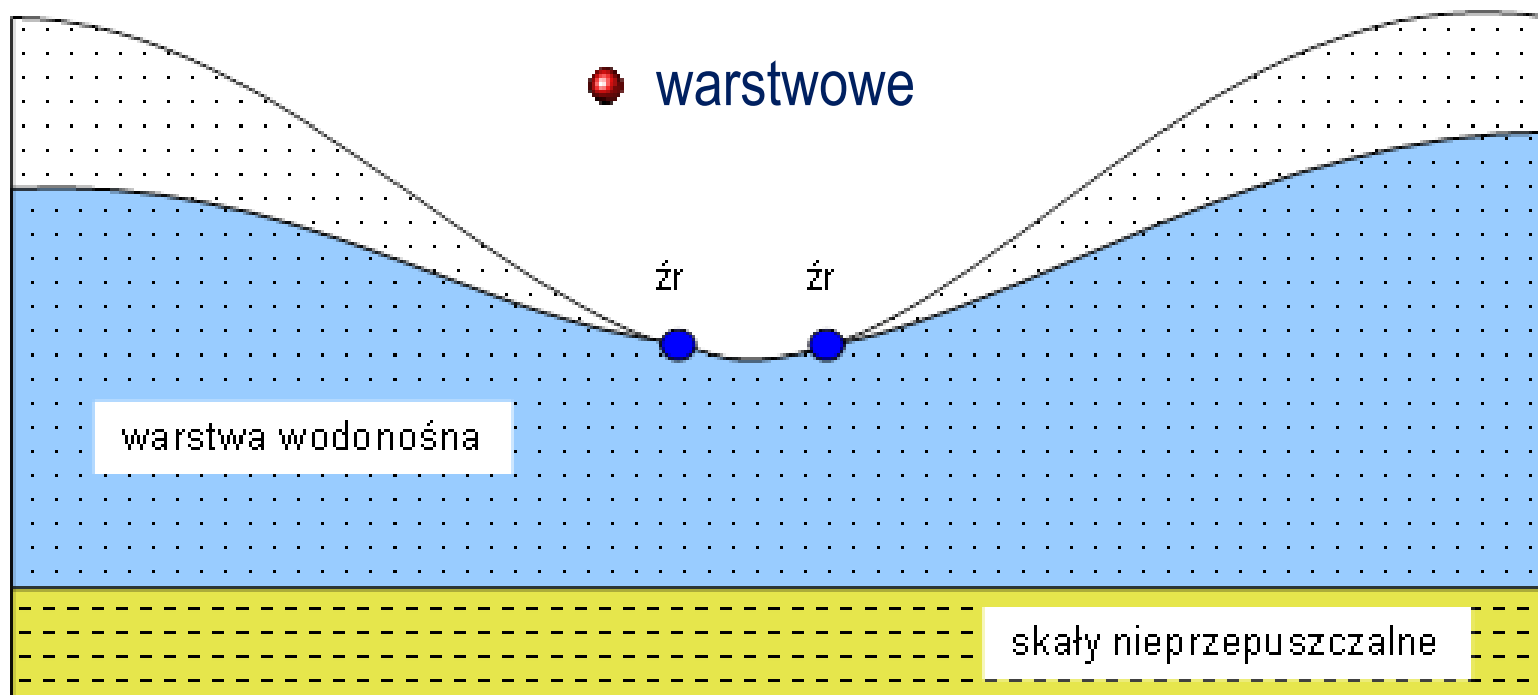


## ● studnia promienista

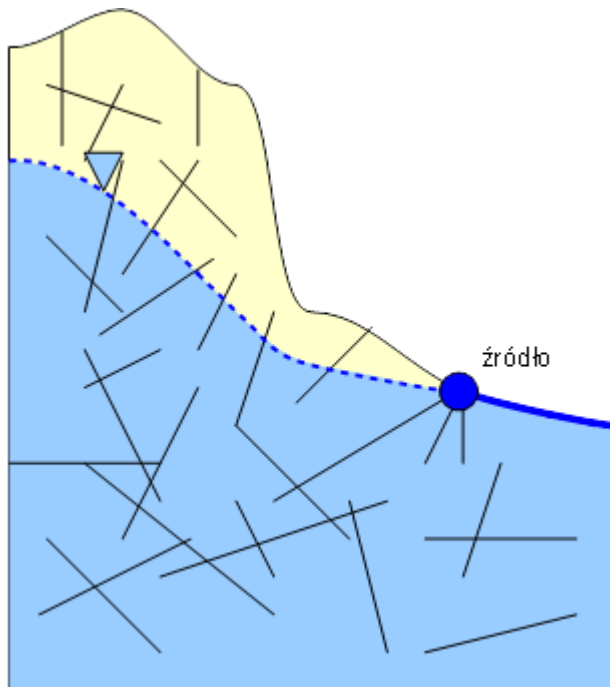


**Naturalne źródła** - stałe lub okresowe - z reguły ujmujemy źródła stałe

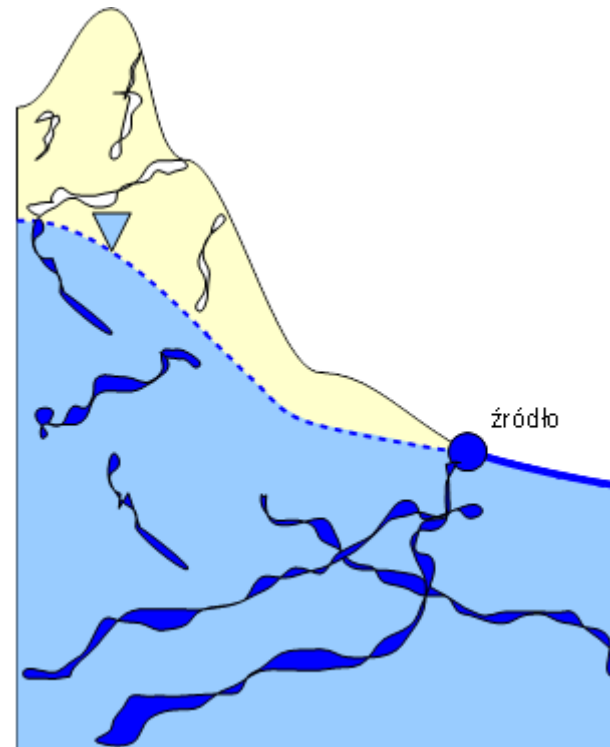
## podstawowe typy źródeł



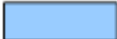
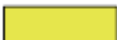

● szczelinowe

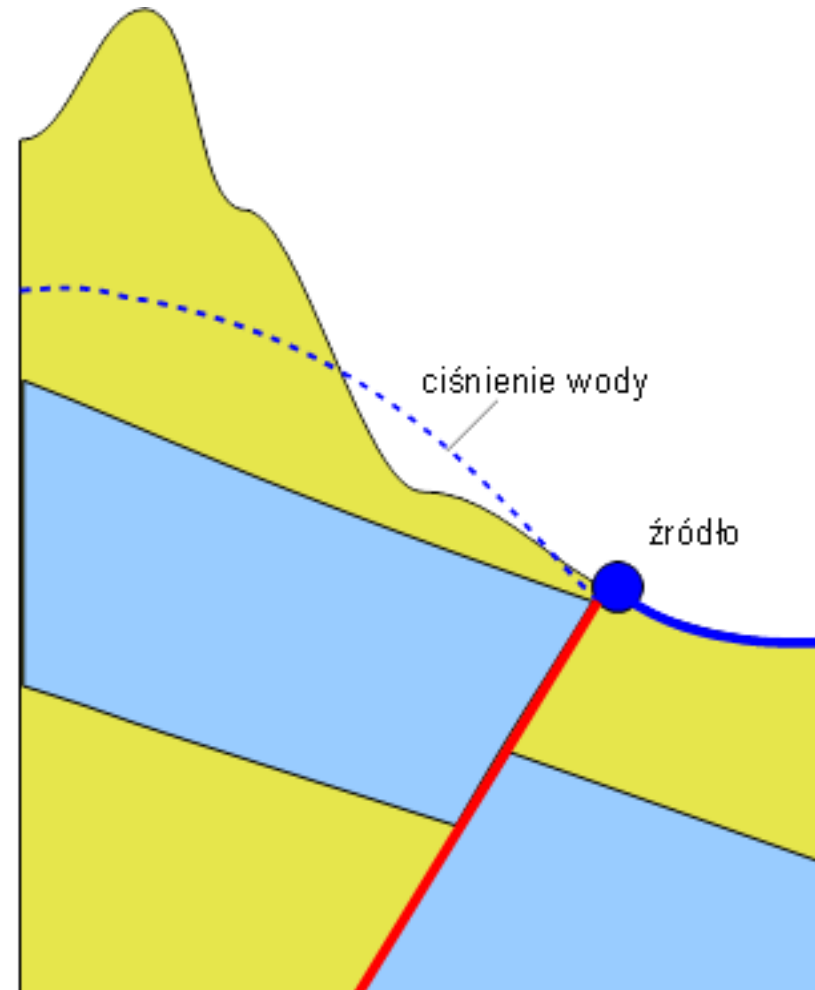


● krasowe



● uskoku

-  warstwa wodonośna
-  skały nieprzepuszczalne
-  uskoku

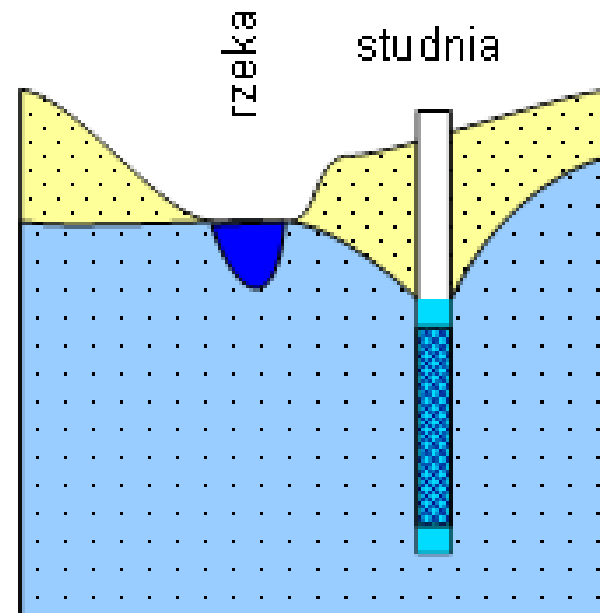
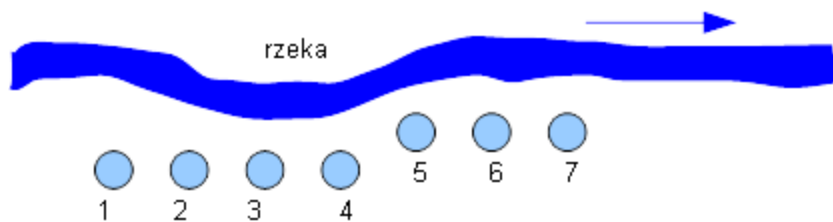


- ujęcie wody ze źródła wymaga najczęściej spiętrzenia wody na wypływie



## Specjalną grupę ujęć stanowią ujęcia infiltracyjne

studnie ujmują infiltrującą do warstwy wodonośnej wody powierzchniowe (z rzeki, jeziora, stawu)



# 3. USTALENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA WODĘ I LOKALIZACJI UJĘCIA



## Zapotrzebowanie na wodę

- ustala Zleceniodawca – przyszły właściciel ujęcia

## Lokalizacja ujęcia:

- wskazana przez Zleceniodawcę
- wybrana przez projektanta ujęcia po szczegółowej analizie warunków hydrogeologicznych rejonu

## Dostępne zasoby wód :

- zasoby dyspozycyjne obszaru bilansowego
- zapotrzebowanie innych użytkowników i wydane pozwolenia wodnoprawne

# 4. ROZPOZNANIE WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH W REJONIE PROJEKTOWANEGO UJĘCIA



## **Przed przystąpieniem do projektowania ujęcia wód podziemnych należy rozpoznać warunki hydrogeologiczne rejonu badań**

- rozpoznanie w oparciu o materiały archiwalne
  - mapy geologiczne
  - mapy hydrogeologiczne
  - badania geofizyczne
  - wyniki wierceń i badań hydrogeologicznych
  - inne dostępne informacje

**oraz dostępność terenu dla urządzenia wiertniczego, potencjalne kolizje z infrastrukturą powierzchniową i podziemną, ograniczenia formalne i prawne.**

## Rozpoznajemy

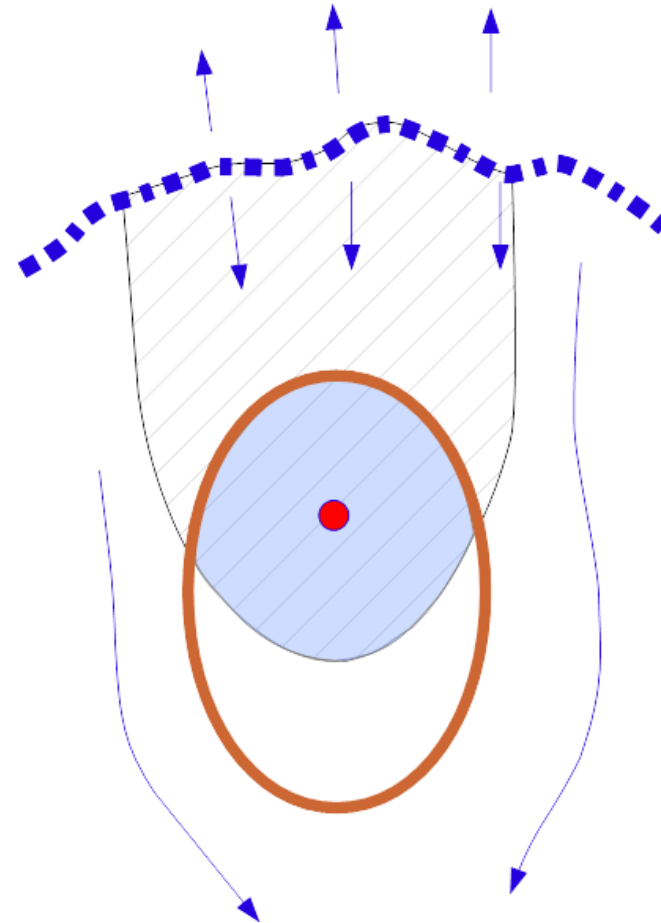
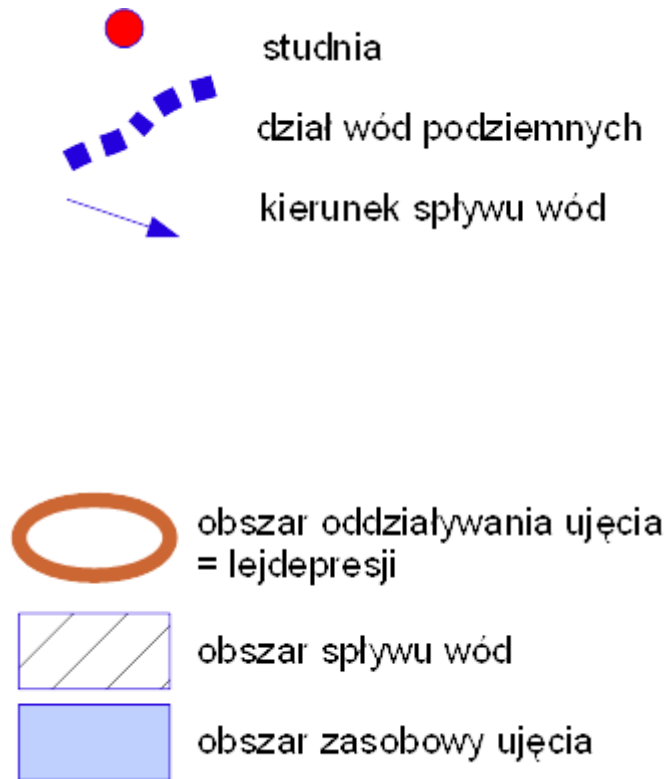
- struktury hydrogeologiczne
- parametry hydrogeologiczne warstw wodonośnych
- warunki zasilania, krążenia i drenażu wód podziemnych
- jakość wód podziemnych
- zagospodarowanie wód podziemnych (i powierzchniowych) oraz ustalenie istniejących rezerw zasobów wód podziemnych
- stan zagrożenia jakości wód
- obszary prawnie chronione przed zmianą warunków wodnych

## Zasięg szczegółowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych

obejmujący minimum wstępnie oszacowany

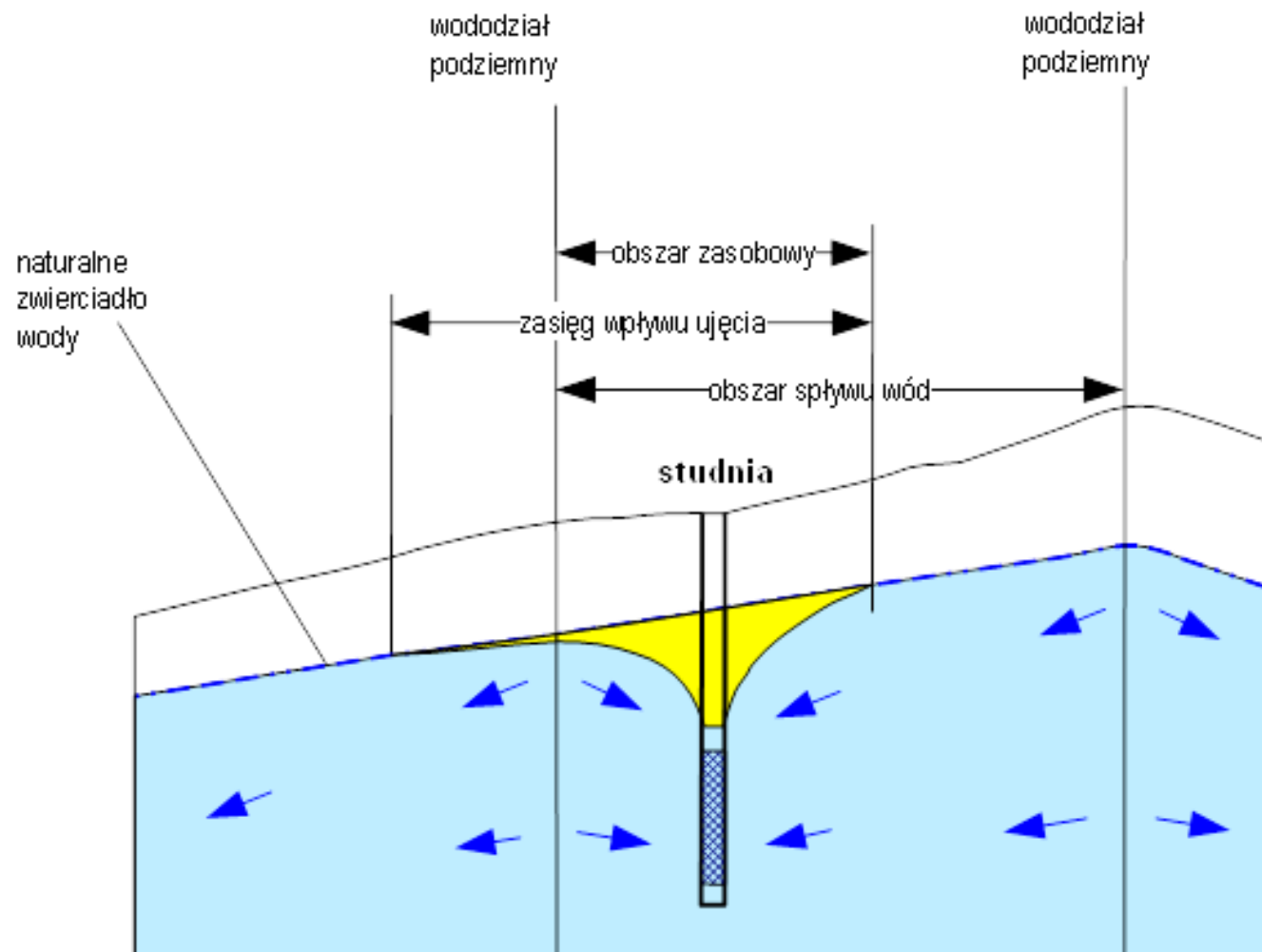
- zasięg wpływu ujęcia (lej depresji)
- obszar spływu wód do ujęcia (do najbliższego wododziału, nie bliżej niż do izochrony 25 lat)
- wstępnie oszacowany zasięg strefy ochronnej ujęcia (izochrona 25 lat)

# Szkolenia dla administracji geologicznej





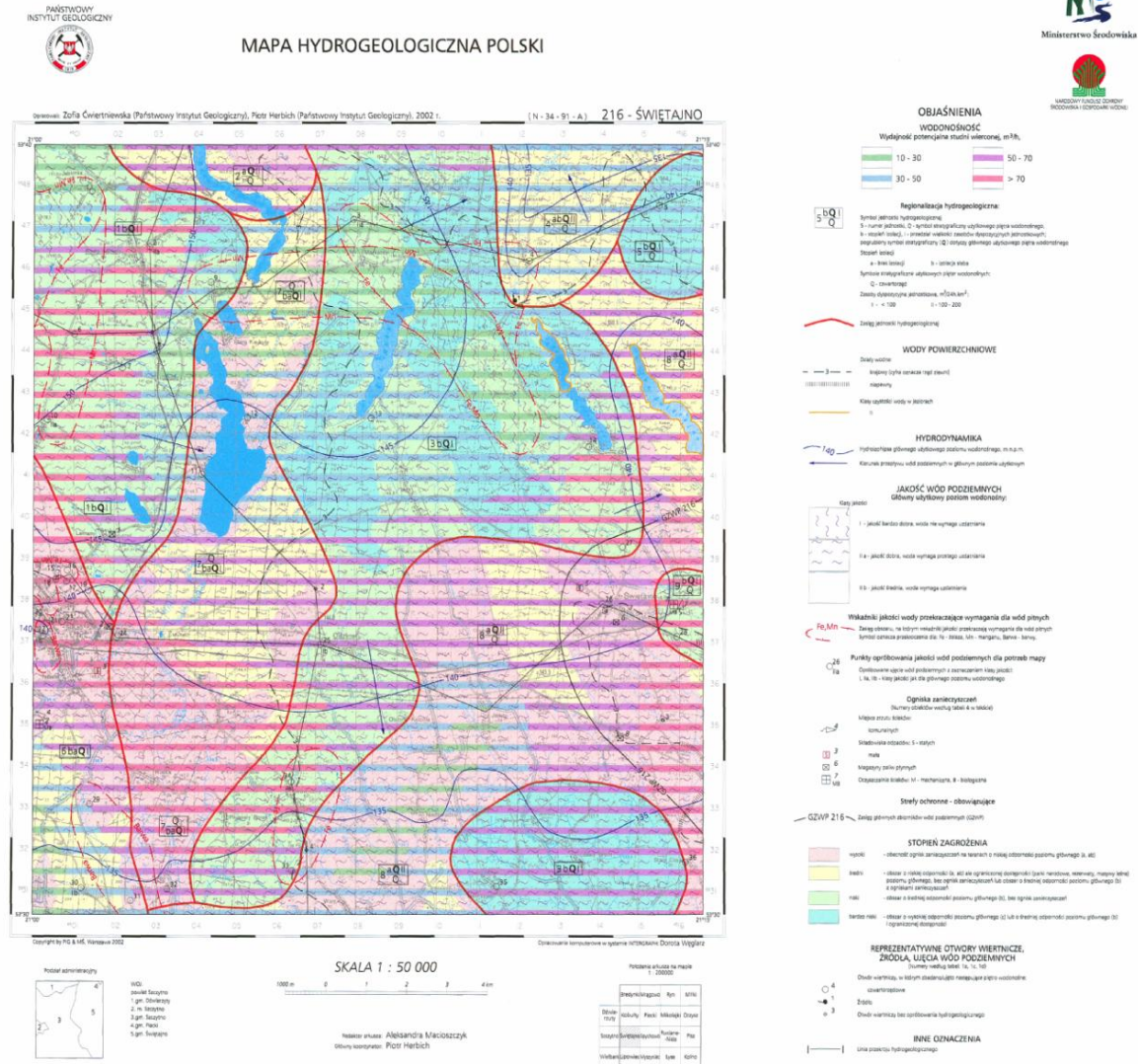
# Szkolenia dla administracji geologicznej



**Jeśli brak jest parametrów hydrogeologicznych z najbliższego rejonu ujęcia to szacujemy je na podstawie znanych z dalszych odległości lub przez analogię do sąsiednich, podobnych struktur wodonośnych**

W uzasadnionych przypadkach rozpoznanie struktur geologicznych w rejonie ujęcia możemy uzupełnić **badaniami geofizycznymi** i/lub otworami hydrogeologiczno-badawczymi

## Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000



## Warstwy informacyjne MhP

Identyfikacja Głównego Użytkowego Poziomu Wodonośnego (GUPW) oraz jego charakterystyka w zakresie:

- ✓ zasięgu i głębokości występowania GUPW
- ✓ miąższości i przewodności GUPW
- ✓ jakości wód podziemnych jako źródła zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia
- ✓ stopnia zagrożenia zanieczyszczeniami z powierzchni terenu
- ✓ możliwości uzyskania wydajności z typowej studni wierconej
- ✓ aktualnego położenia zwierciadła wód podziemnych i kierunków ich przepływu
- ✓ odnawialności zasobów wód podziemnych oraz ich dopuszczalnego zagospodarowania

## Możliwości wykorzystania MhP

- ✓ prowadzenie wykazów wód podziemnych stanowiących źródło zaopatrzenia ludności w wodę
- ✓ projektowanie ujęć wód podziemnych i ich stref ochronnych
- ✓ sporządzanie programów ochrony wód podziemnych
- ✓ projektowanie i realizowanie badań hydrogeologicznych regionalnych i lokalnych
- ✓ opiniowanie pozwoleń wodnoprawnych na użytkowanie wód
- ✓ opracowywanie planów gospodarki wodnej i warunków korzystania z wód
- ✓ planowanie inwestycji w zakresie gospodarki wodnej
- ✓ planowanie przestrzenne (kierunki zagospodarowania terenu)
- ✓ wydawanie decyzji związanych z lokalizacją przedsięwzięć uciążliwych dla środowiska

# 5. Projekt techniczny ujęcia

## UWAGA

hydrogeologia zajmuje się tylko konstrukcją  
wzrobiska służącego do udostępniania wód  
podziemnych

## Ilość studni ujęcia zależy bezpośrednio od warunków hydrogeologicznych i zapotrzebowania na wodę

wyróżniamy

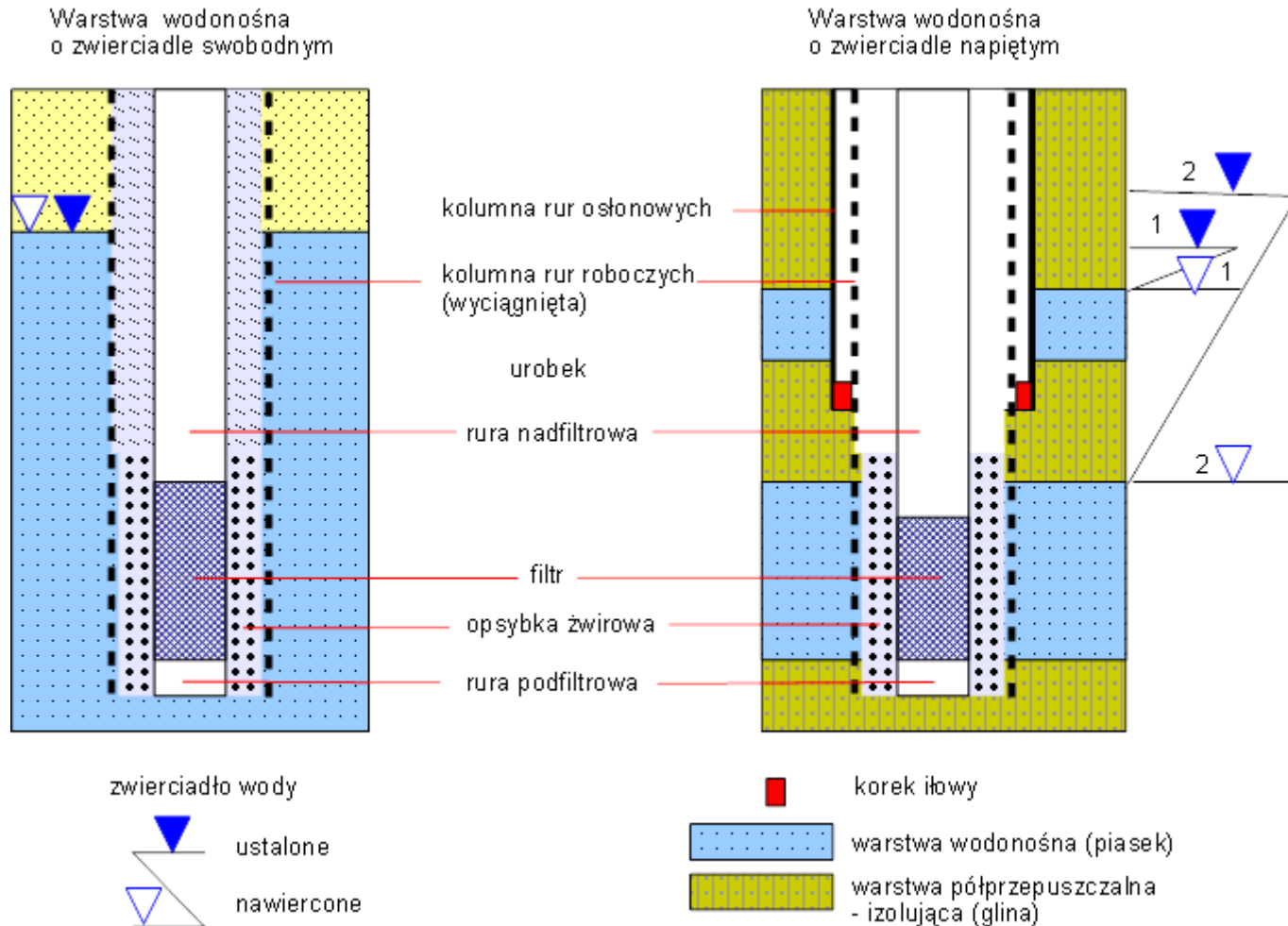
- ujęcia jednootworowe
- ujęcia wielootworowe

## Konstrukcja studni wierconej powinna gwarantować

- stały w czasie pobór czystej wody, bez zawiesiny mechanicznej
- izolację w profilu studni ujętej warstwy wodonośnej (kompleksu warstw wodonośnych) od innych, naturalnie odizolowanych od niej warstw wodonośnych
- uzyskanie określonej przez Inwestora ilości wody



## Typowe konstrukcje studni wierconych



## Konstrukcja otworu studziennego zależy w znacznej mierze od rodzaju urządzenia wiertniczego

- **wiercenia udarowe** – śledzimy na bieżąco ciśnienia hydrostatyczne w przewiercanych horyzontach wodonośnych; wiercenie w rurach
- **wiercenia obrotowe** – otrzymujemy jedynie wynik ciśnienia hydrostatycznego przy ostatecznej konstrukcji otworu; wiercenie bez rur – ściany otworu utrzymuje płuczka wiertnicza

**Dla potrzeb szczegółowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych bardziej „zasadne” jest wykonanie otworu studziennego sposobem udarowym .**

## Konstrukcja otworu studziennego zależy również od:

- charakteru zwierciadła wody
- głębokości występowania ujmowanej warstwy wodonośnej
- miąższości warstwy wodonośnej
- ilości poziomów wodonośnych
- planowanej wydajności

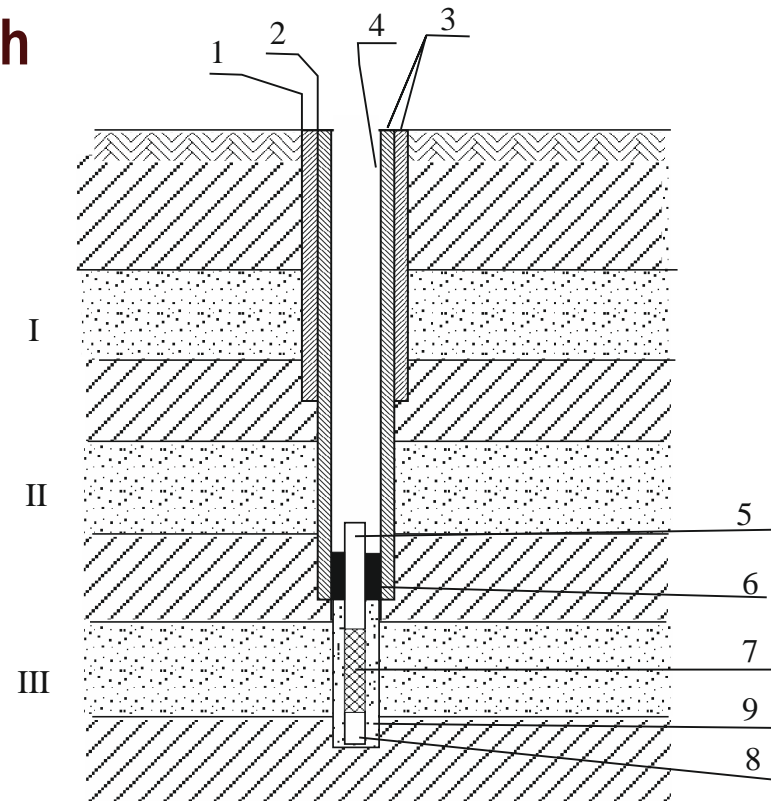
**Dla potrzeb zamykania przewiercanych poziomów wodonośnych „zasadne” jest wykonanie otworu studziennego sposobem udarowym, w rurach osłonowych.**

## Na co należy zwrócić uwagę w projektach studni (między innymi)

### Właściwe zafiltrowanie poziomu wodonośnego

### Zamykanie poziomów wodonośnych

I, II – zamykane poziomy wodonośne,  
III – eksploatowany poziom wodonośny;  
1, 2 – kolumny okładzinowe rur,  
3 – uszczelnienie (iłowe lub cementowe),  
4 – kolumna techniczna (podciągnięta do górnej krawędzi filtru lub usunięta z otworu),  
5 – rura nadfiltrowa, 6 – uszczelka, 7 – filtr,  
8 – rura podfiltrowa, 9 – obsypka filtracyjna



## Filtr studzienny ma za zadanie oczyścić wodę z zawiesiny mechanicznej

filtr powinien mieć odpowiednią trwałość oraz wymiary i przepustowość dobraną do:

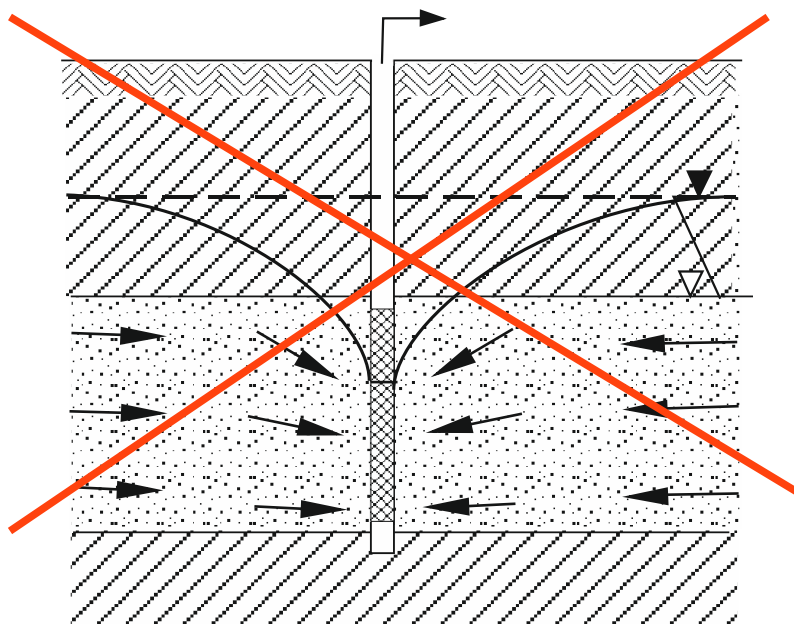
- ✓ charakteru i uziarnienia warstwy wodonośnej,
- ✓ miąższości warstwy wodonośnej,
- ✓ wymaganej/planowanej wydajności eksploatacyjnej otworu,
- ✓ możliwej do wykonania średnicy wiercenia (uwzględniającej zamykanie poziomów wodonośnych).
- ✓ zawsze powinna być określona maksymalna potencjalna wydajność studni wynikająca z wymiarów i konstrukcji filtra oraz dopuszczalnej prędkości przepływu wody na granicy warstwy wodonośnej i filtra

w zależności od litologii ujętej warstwy wodonośnej stosujemy filtry

- w skałach sypkich siatkowe, prętowe, mostkowe, i inne
  - z obsypką żwirową
  - w szczególnych przypadkach bez obsypki
- w skałach litych (np. wapienie, piaskowce)
  - rura perforowana
  - otwór bezfiltrowy

obecnie w handlu są różne rodzaje filtrów

**Filtr powinien być tak usytuowany w warstwie wodonośnej  
aby podczas eksploatacji studni nie dochodziło do jego  
odsłonięcia spod wody !!!!!!!**



za wyjątkiem sytuacji  
szczególnych

nie dotyczy to filtrów  
z rury perforowanej  
i otworów  
bezfiltrowych

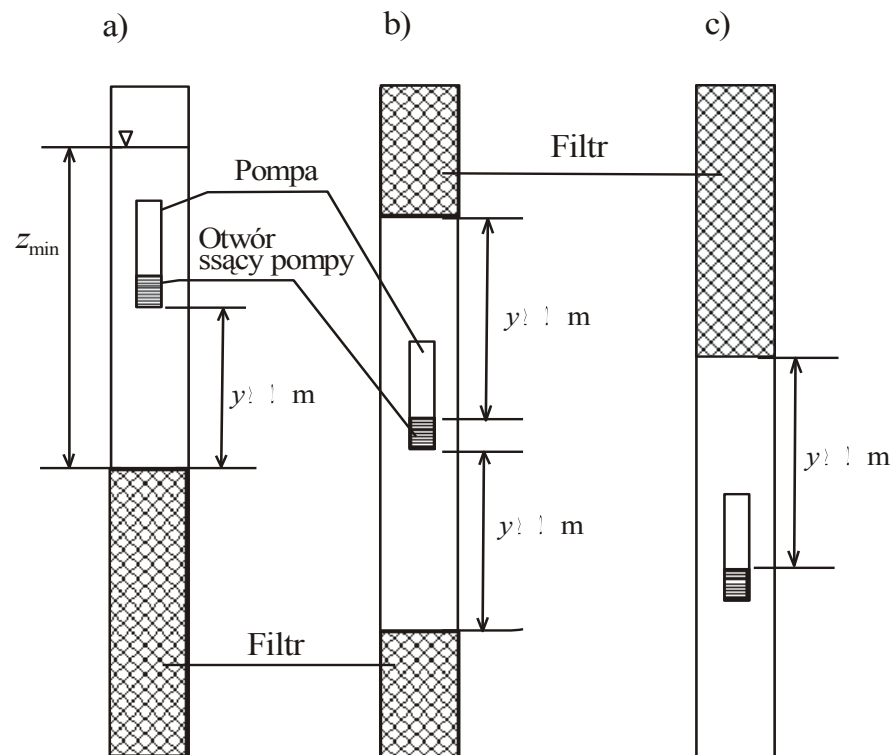
## Pompa nie powinna być umieszczona bezpośrednio w filtrze

Prawidłowy sposób umieszczenia pompy w otworze hydrogeologicznym

- a) w rurze nadfiltrowej,
- b) w rurze międzyfiltrowej,
- c) w rurze podfiltrowej;

$z_{\min}$  - minimalna odległość zwierciadła wody w studni od górnej krawędzi części roboczej filtru,

$y$  - odległość krawędzi otworu ssącego pompy od krawędzi części roboczej filtru



## 6. Badania

hydrogeologiczne

i ustalenie

zasobów eksploatacyjnych ujęcia





## W czasie wiercenia otworu

### wiercenie udarowe

- stan nawierconego i ustabilizowanego zwierciadła wody przy przewiercaniu poszczególnych warstw wodonośnych

### wiercenie obrotowe

- stan płuczki (ucieczki, rozcieńczenie)
- stan ustabilizowanego zwierciadła wód podziemnych przy ostatecznej konstrukcji otworu studziennego

## **Pompowanie oczyszczające** ma na celu uzyskanie dobrej sprawności studni przez

- oczyszczenie otworu i strefy przyotworowej
- ułożenie obsypki żwirowej

Uzyskane wyniki są podstawą do zaprojektowania pompowania pomiarowego – ustalenia wydajności na poszczególnych stopniach dynamicznych.

Pompowanie należy prowadzić do uzyskania wody klarownej.

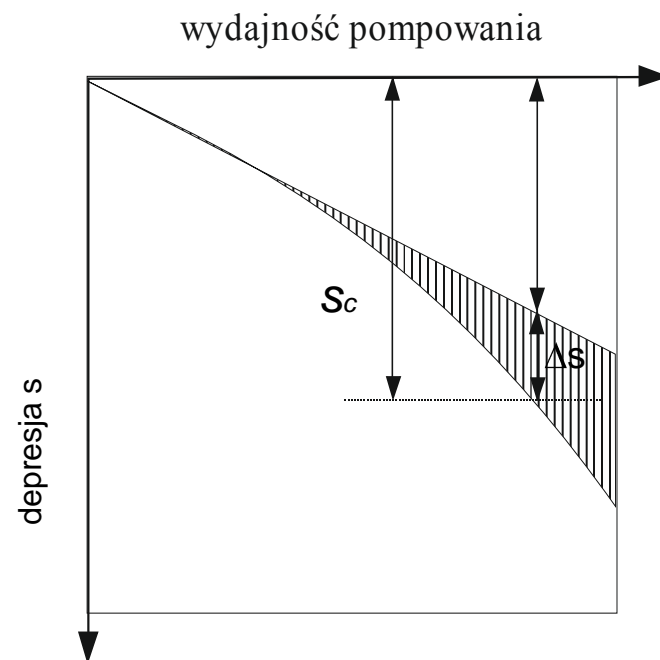
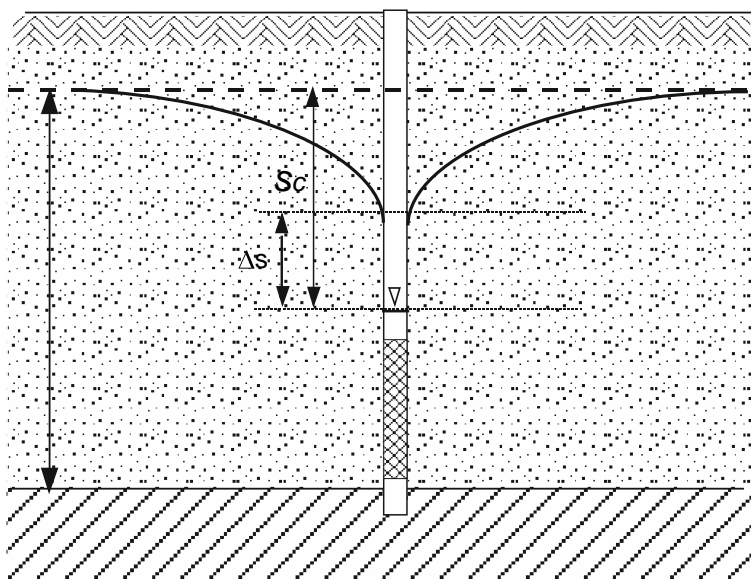
## Pompowanie sprawnościowe

- ma na celu zbadanie sprawności studni po zakończeniu pompowania oczyszczającego
- jest krótkie (kilka godzin) i wykonuje się je ruchem nieustalonym.

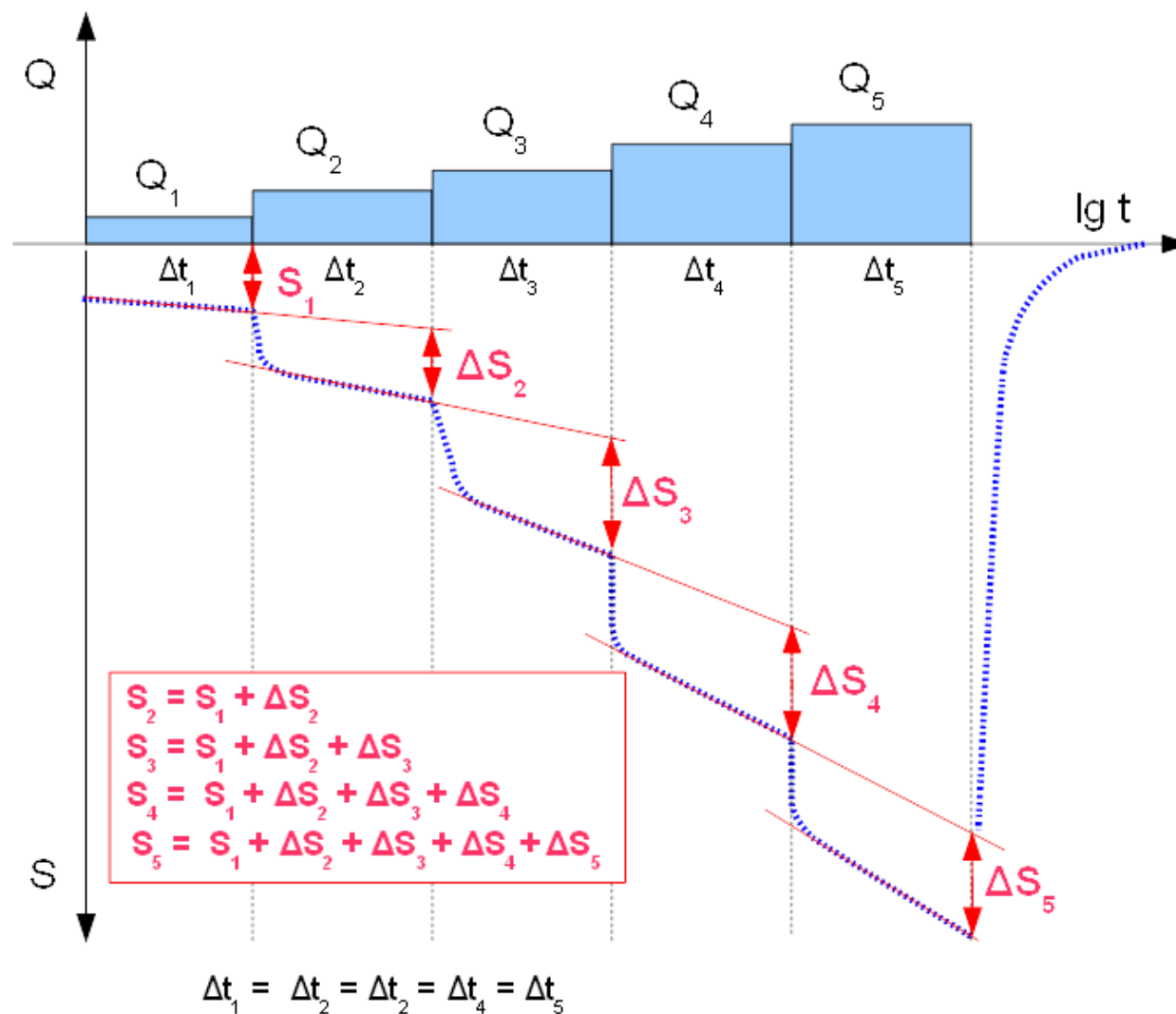
....., a jeśli sprawność studni jest zbyt mała należy ustalić przyczynę i rozważyć możliwości jej poprawy

**Sprawność studni określa, na ile depresja w studni jest wynikiem oporów przepływu w warstwie wodonośnej lub oporów w strefie przyfiltrowej i przepływu przez filtr.**

**Pokazuje poprawność zaprojektowania i wykonania studni.**



## Pompowanie sprawnościowe



## **Pompowanie pomiarowe** – wyniki są podstawą do obliczeń

- parametrów hydrogeologicznych warstwy wodonośnej
- zasięgu oddziaływania ujęcia (leja depresji)
- obszaru zasobowego ujęcia

oraz

- ustalenie dopuszczalnej wydajności studni
- ustalenia zasobów eksploatacyjnych ujęcia

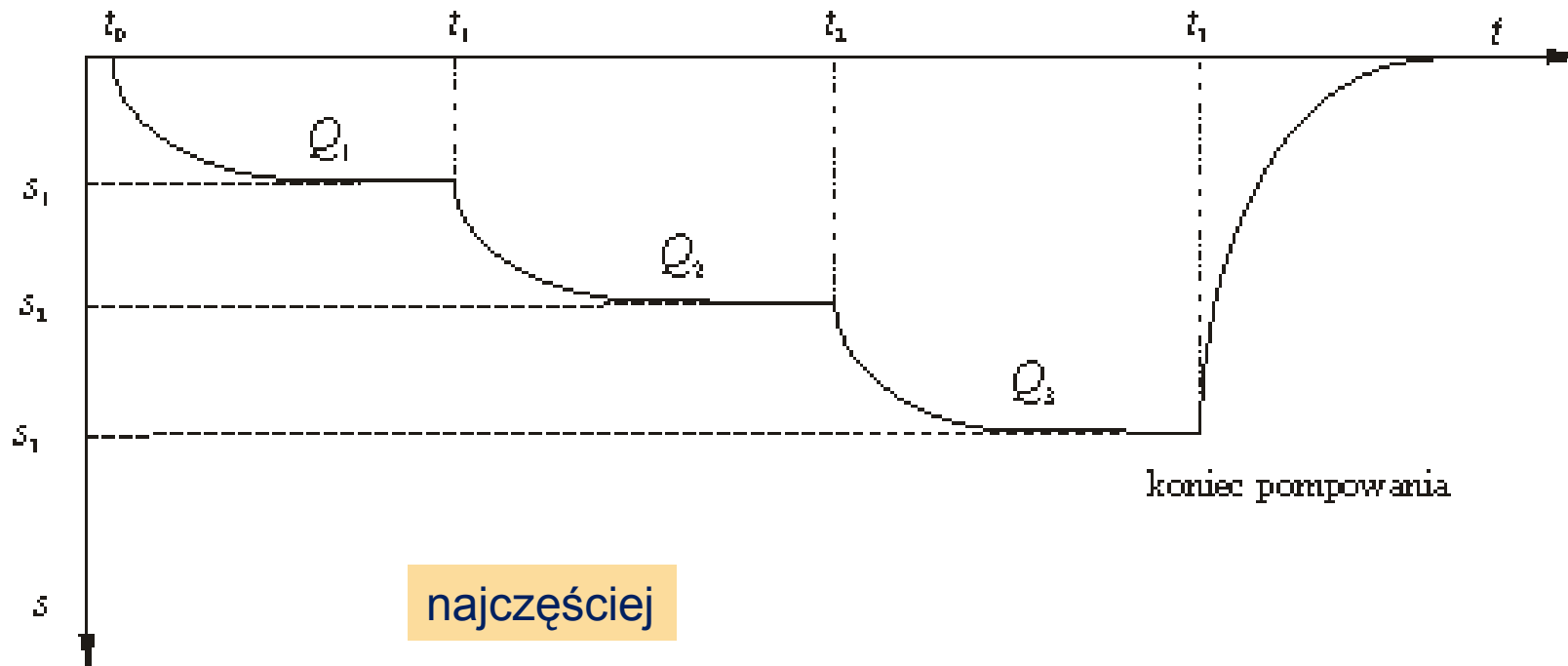
## Pompowanie pomiarowe najczęściej wykonywane jest ruchem ustalonym trzema stopniami dynamicznymi

- pompowanie indywidualne studni
- pompowanie zespołowe (ujęcia wielootworowe)

pompowania:

- bez otworów obserwacyjnych
- z otworami obserwacyjnymi

## Próbné pompowanie ruchem ustalonym trzema stopniami dynamicznymi



przy większych wydajnościach ( $>30 \text{ m}^3/\text{h}$ ) 24 + 48 + 72 h

Przy mniejszych wydajnościach ( $<30 \text{ m}^3/\text{h}$ ) 24 + 24 + 24 h

$t$  – czas pompowania

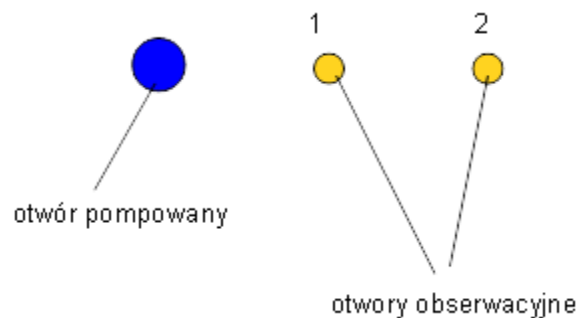
$Q$  – wydajność studni

$S$  - depresja



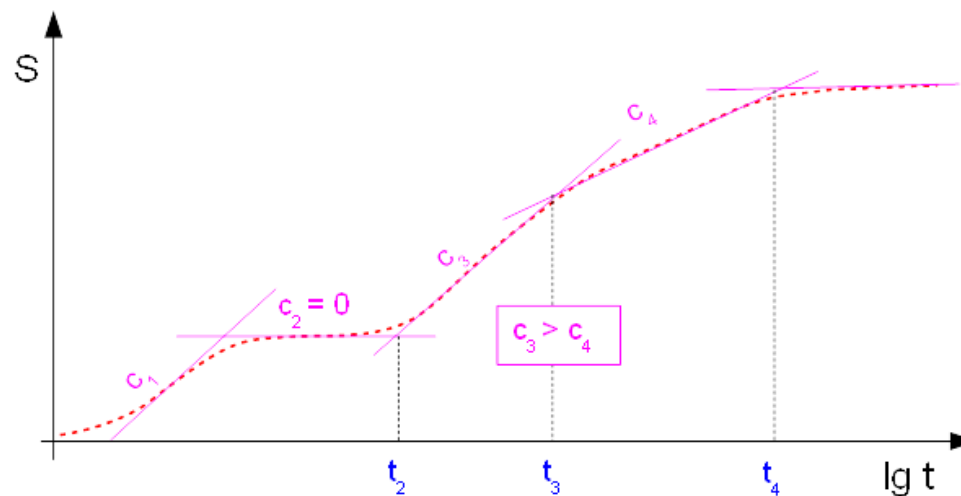
## Pompowanie ruchem nieustalonym wykonuje się

- w hydrowęzłach (otwór pompowany i przynajmniej 1 otwór obserwacyjny)

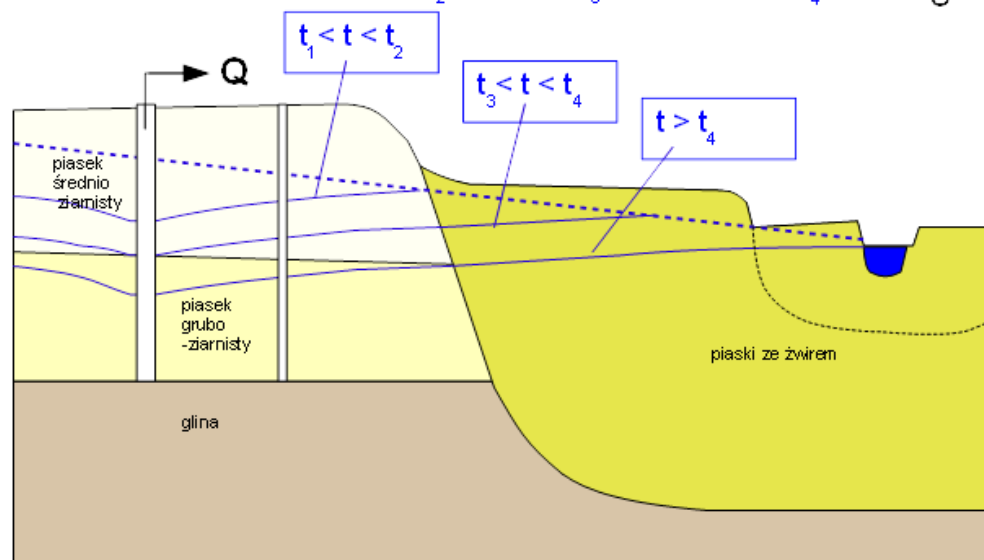


- w celu ustalenia parametrów hydrogeologicznych ujętej warstwy wodonośnej (przewodność, odsączalność lub zasobność sprężysta)

## Wykres pompowania ruchem nieustalonym



Kształt krzywej na wykresie odzwierciedla zmienność warunków hydrogeologicznych w obszarze oddziaływania pompowania



W przypadku dużych ujęć do ustalenia ich zasobów eksploatacyjnych zasadne jest wykonanie modelu numerycznego ujętej struktury wodonośnej i jej otoczenia.

**Podczas próbnego pompowania i późniejszej eksploatacji studni nie należy schodzić z depresją w studni poniżej**

- górnej krawędzi filtra
- $\frac{1}{2}$  słupa wody w otworze w warstwie o zwierciadle swobodnym
- $\frac{1}{3}$  słupa wody w otworze w warstwie o zwierciadle napiętym i **poniżej warstwy napinającej**

## Odprowadzenie wody z próbnego pompowania

- najlepiej rurowciągiem do wód powierzchniowych
- rurowciągiem do rowu otwartego, na odległość uniemożliwiający wtórną infiltrację wody do badanej warstwy wodonośnej

## Badania składu chemicznego i bakteriologicznego wody mają na celu

- ustalenie składu chemicznego i jakości wody
- wstępne ustalenie ewentualnej potrzeby uzdatniania wody

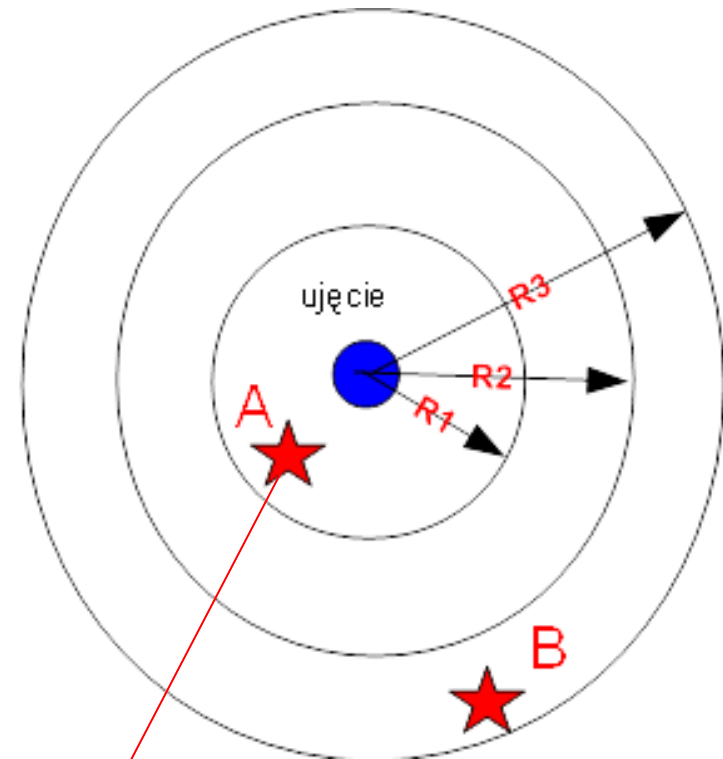
Wyniki analiz chemicznych są brane pod uwagę przy ustalaniu zasobów eksploatacyjnych ujęcia

wskazane jest pobranie próbek wody do badań pod koniec pompowania na każdym stopniu dynamicznym

**DLACZEGO ???**

## Zależność składu chemicznego i bakteriologicznego wody od wydajności ujęcia

- przypadek A – zanieczyszczenia pojawia się w wodzie już przy pompowaniu pierwszym stopniem dynamicznym, a przy pompowaniu większymi wydajnościami (na kolejnych stopniach dynamicznych) zmniejsza się (rozcieńczenie w większej ilości wody)
- przypadek B – zanieczyszczenie pojawia się w wodzie dopiero przy trzecim stopniu dynamicznym pompowania



ognisko zanieczyszczenia

**Skład chemiczny wody może również wskazywać na potrzebę ograniczenia wydajności eksploatacyjnej ujęcia ze względu na potrzebę ochrony przed ascencją głębszych wód zmineralizowanych lub ingresją wód morskich**



# 7. PODSUMOWANIE



1. Projekt ujęcia realizujemy na konkretne zamówienie Inwestora tj.:  
zapotrzebowanie na wodę, oczekiwana jakość wody, lokalizacja ujęcia.
2. Przed przystąpieniem do projektu ujęcia wody podziemnej (wzrostka udostępniającego) należy rozpoznać warunki hydrogeologiczne rejonu na podstawie map hydrogeologicznych i archiwalnych wyników badań, a w uzasadnionych przypadkach uzupełnić je badaniami geofizycznymi i/lub otworami hydrogeologiczno-badawczymi.
3. Konstrukcja otworu studziennego i jego zafiltrowanie powinny być dostosowane do lokalnych warunków hydrogeologicznych i ...  
zapotrzebowania na wodę.

4. Badania hydrogeologiczne należy prowadzić pod kątem rozpoznania parametrów hydrogeologicznych ujętej warstwy wodonośnej i ustalenia zasobów eksploatacyjnych ujęcia. Wykonuje się je zarówno w warunkach ustalonego jak i nieustalonego dopływu wody do studni.
5. Po wykonaniu pompowania oczyszczającego należy wykonać krótkie pompowanie studni ruchem nieustalonym dla oceny jej sprawności.
6. Bardzo ważnym elementem badań hydrogeologicznych są badania składu chemicznego pompowanej wody.
7. W przypadku dużych ujęć zasoby eksploatacje należy ustalać przy pomocy modelu numerycznego ujętej struktury wodonośnej i jej otoczenia.

## ZASADNICZE BŁĘDY, KTÓRE MOGĄ BYĆ PODSTAWĄ WYMAGANIA UZUPEŁNIENIA PROJEKTU ROBÓT LUB DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ

- Niewłaściwa konstrukcja otworu lub wybór sposobu wykonania otworu (np. brak zamykania przewiercanych poziomów wodonośnych, połączenie filtrem poziomów wodonośnych o różnym ciśnieniach lub składzie chemicznym)
- Błędy na profilu/karcie otworu (błędnie podany wiek poziomu wodonośnego, brak/źle zaznaczone zafiltrowanie, brak/źle zaznaczone zwierciadła wód).
- Nieprecyzyjna/błędna lokalizacja otworu na mapie i wg współrzędnych.
- Zastosowany niewłaściwy wzór na obliczenie współczynnika filtracji (zastosowanie wzorów dla warunków ustalonych, w przypadku nieustalonych warunków filtracji lub odwrotnie, zastosowanie wzorów dla warunków naporowych przy zwierciadle swobodnym lub odwrotnie).
- Błędne określenie głębokości wszystkich nawierconych zwierciadeł wód wraz z ich stabilizacją.
- Nieprawidłowe określenie strefy zafiltrowania (przedziały głębokości, rodzaj filtra i średnica).

## WYBRANE POZYCJE LITERATUROWE

- PORADNIK HYDROGEOLOGA – red. Stanisław Turek (1971 r.).  
Wydawnictwa Geologiczne.
- SŁOWNIK HYDROGEOLOGICZNY – Redakcja naukowa Jan Dowgiałło,  
Antoni S. Kleczkowski, Tadeusz Macioszyk, Andrzej Rózkowski (2002 r.).  
Państwowy Instytut Geologiczny.
- METODYKA OKREŚLANIA ZASOBÓW EKSPLOATACYJNYCH UJĘĆ  
ZWYKŁYCH WÓD PODZIEMNYCH, Poradnik metodyczny - Stanisław  
Dąbrowski, Józef Górski, Jacek Kapuściński, Jan Przybyłek, Andrzej  
Szczepański (2004 r.). Ministerstwo Środowiska.
- METODYKA PRÓBNYCH POMPOWAŃ W DOKUMENTOWANIU  
ZASOBÓW WÓD PODZIEMNYCH, Poradnik metodyczny – Stanisław  
Dąbrowski, Jan Przybyłek (2005 r.). Ministerstwo Środowiska.
- INSTRUKCJA OBSŁUGI WIERCEŃ HYDROGEOLOGICZNYCH – Andrzej  
Gonet, Jan Macuda, Ludwik Zawisza, Robert Duda, Bogusław (Jerzy)  
Porwisz (2011 r.). Wydawnictwa AGH.

## WYBRANE POZYCJE LITERATUROWE

- METODYKA MODELOWANIA MATEMATYCZNEGO W BADANIACH I OBLICZENIACH HYDROGEOLOGICZNYCH, Poradnik metodyczny – Stanisław Dąbrowski, Jacek Kapuściński, Krzysztof Nowicki, Jan Przybyłek, Andrzej Szczepański (2011 r.). Ministerstwo Środowiska.
- OCENA PROGNOZ ZASOBÓW EKSPLOATACYJNYCH POPRZEZ PORÓWNANIE SZACUNKÓW ZASOBOWYCH Z WYNIKAMI DŁUGOTRWAŁEJ EKSPLOATACJI UĘĆ WÓD PODZIEMNYCH (studium metodyczne) – Stanisław Dąbrowski, Jan Przybyłek (2012 r.). Ministerstwo Środowiska.
- METODYKA OKREŚLANIA ZASOBÓW DYSPOZYCYJNYCH WÓD PODZIEMNYCH W OBSZARACH BILANSOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM POTRZEB JEDNOLITYCH BILANSÓW WODNOGOSPODARCZYCH UJĘĆ. Poradnik metodyczny – Piotr Herbich, Jacek Kapuściński, Krzysztof Nowicki, Andrzej Rodzoch (2013 r.). Ministerstwo Środowiska.
- PODSTAWY HYDROGEOLOGII STOSOWANEJ – red. A. Macioszczyk (2006 r.). Wydawnictwo Naukowe PWN

Dziękuję za uwagę

**Zapraszamy do udziału  
w konsultacjach**

