



# CZY ZNORMALIZOWANE METODY POBIERANIA PRÓBEK WÓD PODZIEMNYCH RZECZYWIŚCIE DAJĄ NAM WIARYGODNE WYNIKI?

Warszawa, 11.12.2023

M.Wyszomierski, A.Rojek

# Zapisy normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02

- 7.2.1.1. Laboratorium powinno stosować właściwe metody i procedury dla całej działalności laboratoryjnej oraz jeżeli jest to właściwe, do oceny niepewności pomiaru... (....)
- 7.2.1.3. (...) UWAGA Normy międzynarodowe, regionalne, lub krajowe, lub inne uznane specyfikacje, które zawierają dostateczne i pełne informacje umożliwiające przeprowadzenie działalności laboratoryjnej, nie wymagają uzupełniania ani przepisywania jako wewnętrzne procedury... (....)

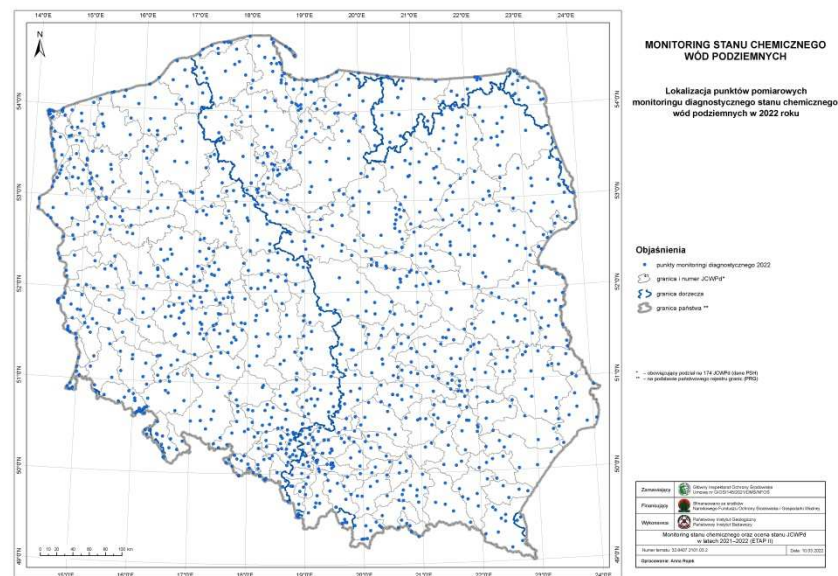
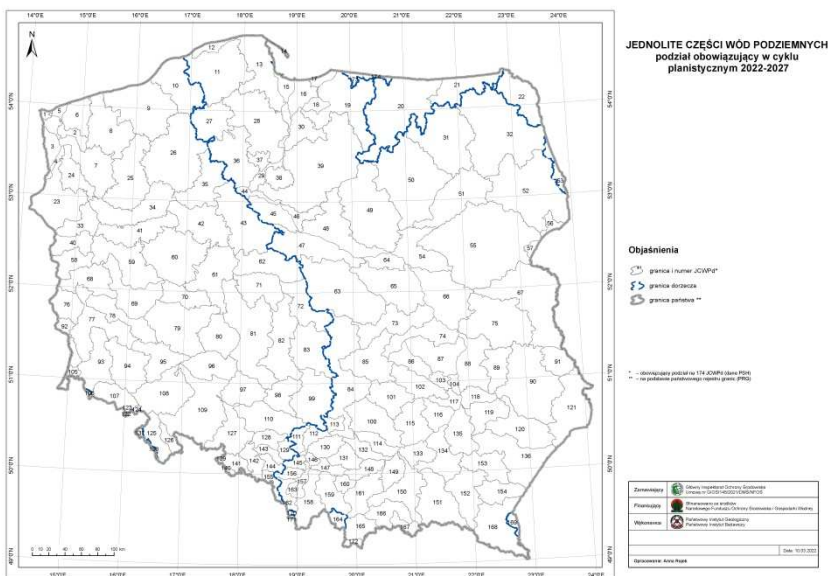
# Zapisy normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02

- 7.2.1.5. Laboratorium powinno zweryfikować, czy jest w stanie prawidłowo realizować metody przed ich wprowadzeniem, poprzez upewnienie się, że może osiągać wymagane parametry (....)
- 7.2.2.1. Laboratorium powinno przeprowadzić walidację metod nieznormalizowanych, metod opracowanych przez laboratorium oraz metod znormalizowanych wykorzystywanych poza przewidzianym dla nich zakresem lub w inny sposób zmodyfikowanych (....)

# Realizacja Monitoringu stanu chemicznego JCWPd (...)

## (w 2022r ponad 1400 obiektów)

www.pgi.gov.pl



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

# Metody pobierania próbek wód podziemnych zawiera NORMA PN ISO 5667-11:2017-10E

(Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 11 Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych)

www.pgi.gov.pl

Norma Międzynarodowa ISO 5667-11:2009 Water quality – Sampling – Part 11: Guidance on sampling of groundwaters  
ma status Polskiej Normy

Zastępuje: PN-ISO 5667-11:2004 oraz PN-ISO 5667-18:2004

Norma PN-ISO 5667-11:2004. Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 11: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych.

Norma PN-ISO 5667-18:2004. Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 18: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych w miejscach zanieczyszczonych



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

# Struktura obiektów wykorzystywanych na potrzeby monitoringu stanu chemicznego JCWPd

www.pgi.gov.pl

Ujęcia komunalne – 23%



Studnie wiercone – 39,5%



Piezometry – 33%



Źródła – 4%



# Struktura obiektów wykorzystywanych na potrzeby monitoringu stanu chemicznego JCWPd

Ujęcia komunalne – 23%



Studnie wiercone – 39,5%



**Metoda pobrania próbki będzie zależała od rodzaju obiektu, warunków naturalnych oraz uwarunkowań technicznych**



# Weryfikacja metod rekomendowanych przez Normę PN ISO 5667-11:2017-10E

## Metody pobierania próbek rekomendowane przez PN ISO 5667-11:2017-10E pkt 6.4

Metoda poboru próbki	Mierzone parametry wód podziemnych												
	PEW	pH	Zasadowość	Redox (Eh)	Jony główne	Metale śladowe	Azotany	Gazy rozpuszczone	Nielotne związki organiczne	Lotne związki organiczne	TOC	Halogenki	Mikrobiologia
Próbnik dyskretny (otwarty)	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Green	Red	Green
Próbnik dyskretny (zamykany)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Pompa inercyjna	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Green
Pompa pęcherzowa	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Pompa „Gas-drive”	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Red	Red	Red
Pompa „Gas-lift”	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Red	Red	Red
Pompa głębinowa zanurzeniowa wirnikowa *	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Pompa ssąca	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Red	Red	Red	Green

68%

W zależności od warunków naturalnych oraz parametrów technicznych badanego obiektu, nie wszystkie zalecenia mogą być zastosowane

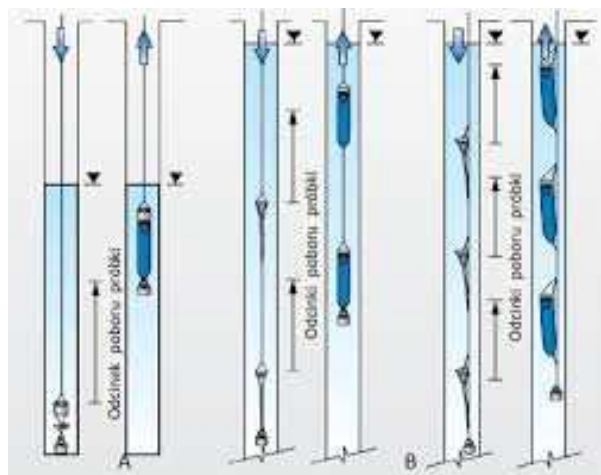
\*Dotyczy pomp głębinowych zanurzeniowych wirnikowych o regulowanej wydajności, możliwość zastosowania dla wszystkich mierzonych parametrów przy wydajności nieprzekraczającej 2/3 maksymalnej wydajności obiektu.

Tab. 4 pochodzi z PN ISO 5667-11:2017-10E

# Metodyka

## „No purge” (NP.) – sterylny próbnik pasywny (dyskretny) typu Hydrasleeve (PE) :

www.pgi.gov.pl



### Założenia metody:

- Pobór próbki bez prowadzenia pompowań oczyszczających
- Pobór próbek ze strefy czynnej filtra
- Wymagane opuszczenie próbnika do strefy zafiltrowania lub osiągnięcie założonego interwału
- Brak ograniczeń głębokości, ograniczona objętość próbki
- Otwory sprawne hydraulicznie

Metoda poboru próbki	Mierzone parametry wód podziemnych												
	PEW	pH	Zasadowość	Redox (Eh)	Jony główne	Metale śladowe	Azotany	Gazy rozpuszczone	Nielotne związki organiczne	Lotne związki organiczne	TOC	Halogenki	Mikrobiologia
Próbnik dyskretny (otwarty)													
Próbnik dyskretny (zamykany)													

W zależności od warunków naturalnych oraz parametrów technicznych badanego obiektu, nie wszystkie zalecenia mogą być zastosowane.

\*Dotyczy pomp głębinowych zanurzeniowych wirnikowych o regulowanej wydajności, możliwość zastosowania dla wszystkich mierzonych parametrów przy wydajności nieprzekraczającej 2/3 maksymalnej wydajności obiektu.

Źródło: Aquaterra.pl



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

# Metodyka

## „LOW FLOW” (Q<0,5l/min) (LF) – elektryczna pompa perystaltyczna z regulacją wydajności (zastosowanie przewodów tłocznych PE):

www.pgi.gov.pl



### Założenia metody:

- Pobór próbek ze strefy czynnej filtra
- Wymagane opuszczenie części czynnej przewodu tłoczego do strefy zafiltrowania lub osiągnięcie założonego interwału
- Zwiercadło statyczne >6-7m p.p.t.
- Otwory sprawne hydraulicznie

Metoda poboru próbki	Mierzone parametry wód podziemnych												
	PEW	pH	Zasadowość	Redox (Eh)	Jony główne	Metale śladowe	Azotany	Gazy rozpuszczone	Nielotne związki organiczne	Lotne związki organiczne	TOC	Halogenki	Mikrobiologia
Pompa pęcherzowa													
W zależności od warunków naturalnych oraz parametrów technicznych badanego obiektu, nie wszystkie zalecenia mogą być zastosowane													
*Dotyczy pomp głębinowych zanurzeniowych wirnikowych o regulowanej wydajności, możliwość zastosowania dla wszystkich mierzonych parametrów przy wydajności nieprzekraczającej 2/3 maksymalnej wydajności obiektu.													

Źródło: Aquaterra.pl



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

# Metodyka

## Pompowania wolumetryczne (oczyszczające) - pompa wirnikowa (RP) :

www.pgi.gov.pl



### Założenia metody:

- Wypompowanie minimum 3 objętości słupa wody w otworze
- Wymiana wody w otworze „od góry” – pompa 1-1,5m poniżej zwierciadła dynamicznego
- Zazwyczaj otwory sprawne hydraulicznie
- Ocena stabilności chemicznej na podstawie monitoringu PEW i T

Metoda poboru próbki	Mierzone parametry wód podziemnych												
	PEW	pH	Zasadowość	Redox (Eh)	Jony główne	Metale śladowe	Azotany	Gazy rozpuszczone	Nielotne związki organiczne	Lotne związki organiczne	TOC	Halogenki	Mikrobiologia
Pompa głębinowa zanurzeniowa wirnikowa *													
W zależności od warunków naturalnych oraz parametrów technicznych badanego obiektu, nie wszystkie zalecenia mogą być zastosowane													
*Dotyczy pomp głębinowych zanurzeniowych wirnikowych o regulowanej wydajności, możliwość zastosowania dla wszystkich mierzonych parametrów przy wydajności nieprzekraczającej 2/3 maksymalnej wydajności obiektu.													



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

# Metodyka

## Pompowania wolumetryczne (oczyszczające) - pompa ssąca (S) :

www.pgi.gov.pl



### Założenia metody:

- Wypompowanie minimum 3 objętości słupa wody w otworze
  - Wymiana wody w otworze „od góry” – pompa 1-1,5m poniżej zwierciadła dynamicznego
  - Zazwyczaj otwory sprawne hydraulicznie
  - Ocena stabilności chemicznej na podstawie monitoringu PEW i T
- zwierciadło statycznie >6-7m p.p.t.

Metoda poboru próbki	Mierzone parametry wód podziemnych												
	PEW	pH	Zasadowość	Redox (Eh)	Jony główne	Metale śladowe	Azotany	Gazy rozpuszczone	Nielotne związki organiczne	Lotne związki organiczne	TOC	Halogenki	Mikrobiologia
Pompa ssąca	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
W zależności od warunków naturalnych oraz parametrów technicznych badanego obiektu, nie wszystkie zalecenia mogą być zastosowane													

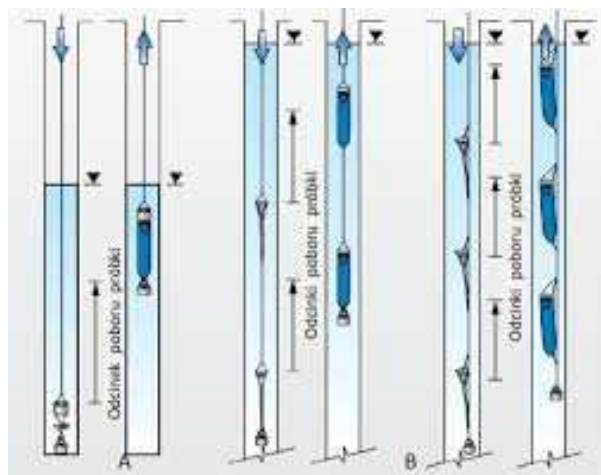


Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

# Metodyka

## „Past purging” (PP.) – sterylny próbnik pasywny (dyskretny) typu Hydrasleeve (PE) :

www.pgi.gov.pl



### Założenia metody:

- Pobór próbki po przeprowadzeniu pompowań oczyszczających
- Pobór próbek ze strefy czynnej filtra
- Wymagane opuszczenie próbnika do strefy zafiltrowania lub osiągnięcie założonego interwału
- Brak ograniczeń głębokości, ograniczona objętość próbki
- Otwory sprawne hydraulicznie

Metoda poboru próbki	Mierzone parametry wód podziemnych												
	PEW	pH	Zasadowość	Redox (Eh)	Jony główne	Metale śladowe	Azotany	Gazy rozpuszczone	Nielotne związki organiczne	Lotne związki organiczne	TOC	Halogenki	Mikrobiologia
Próbnik dyskretny (otwarty)													
Próbnik dyskretny (zamykany)													

W zależności od warunków naturalnych oraz parametrów technicznych badanego obiektu, nie wszystkie zalecenia mogą być zastosowane.

\*Dotyczy pomp głębinowych zanurzeniowych wirnikowych o regulowanej wydajności, możliwość zastosowania dla wszystkich mierzonych parametrów przy wydajności nieprzekraczającej 2/3 maksymalnej wydajności obiektu.

Źródło: Aquaterra.pl

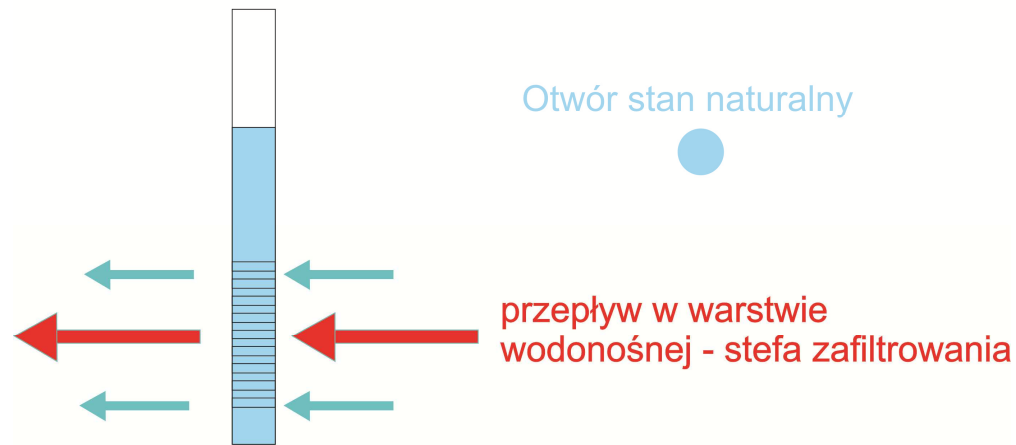


Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

# Metodyka i warunki naturalne

## Pobieranie próbek wód podziemnych – skąd pochodzi próbka wody podziemnej?

Stan naturalny

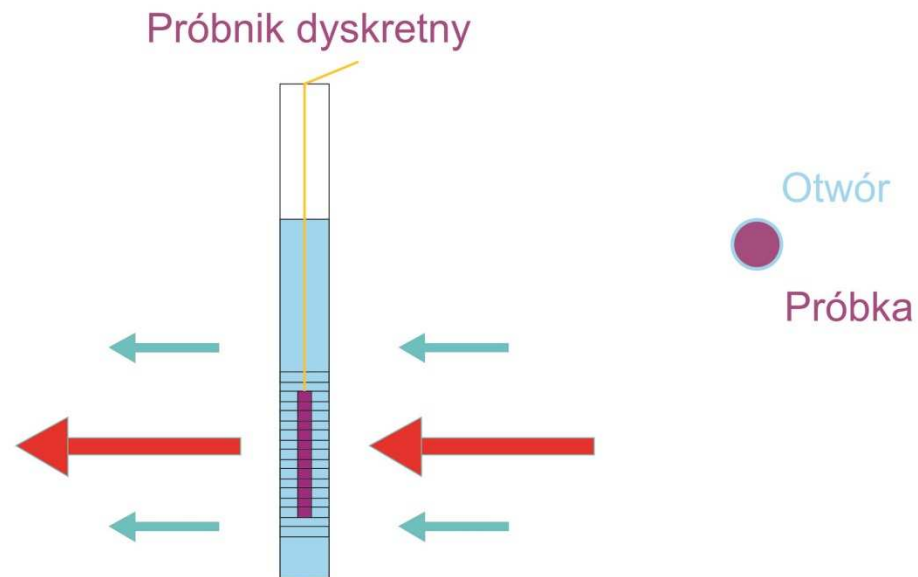


Źródło:geinsight.com



# Metodyka i warunki naturalne

## Skąd pochodzi próbka wody podziemnej? – próbnik pasywny (dyskretny) (NP. + PP.)

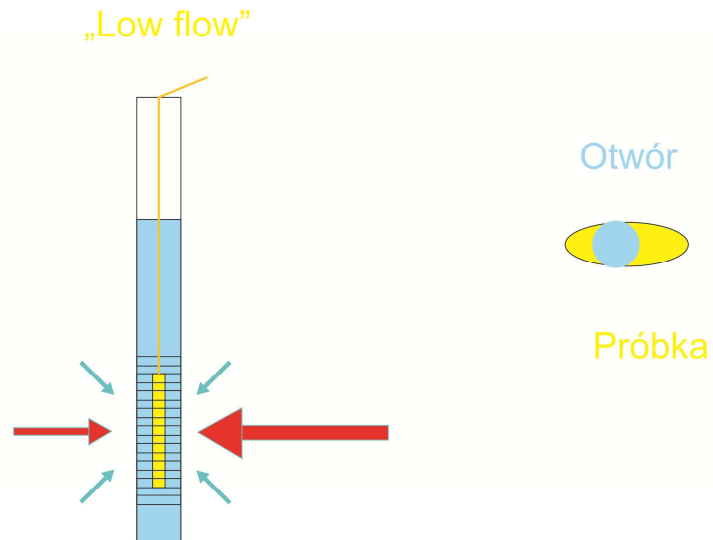


Źródło:geinsight.com



# Metodyka i warunki naturalne

## Skąd pochodzi próbka wody podziemnej? - „LOW FLOW” ( $Q < 0,5 \text{ l/min}$ ) (LF) – elektryczna pompa perystaltyczna (LF)



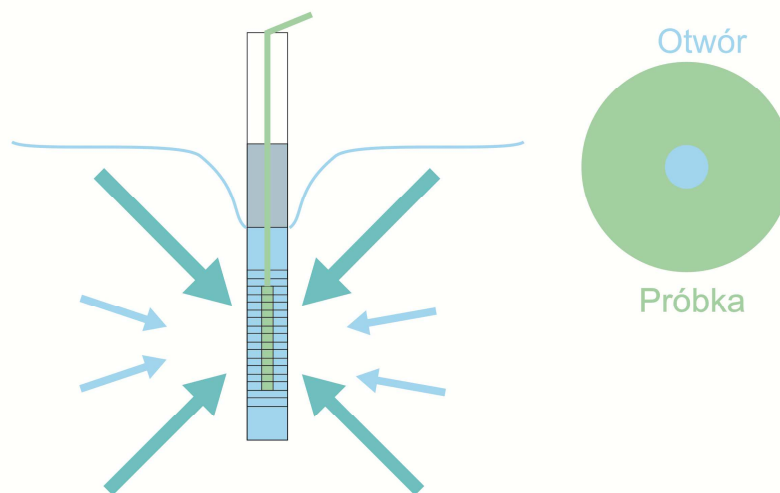
Źródło: geinsight.com



# Metodyka i warunki naturalne

## Skąd pochodzi próbka wody podziemnej? – pompowania wolumetryczne (oczyszczające) (RP. + S)

Pompowanie objętościowe



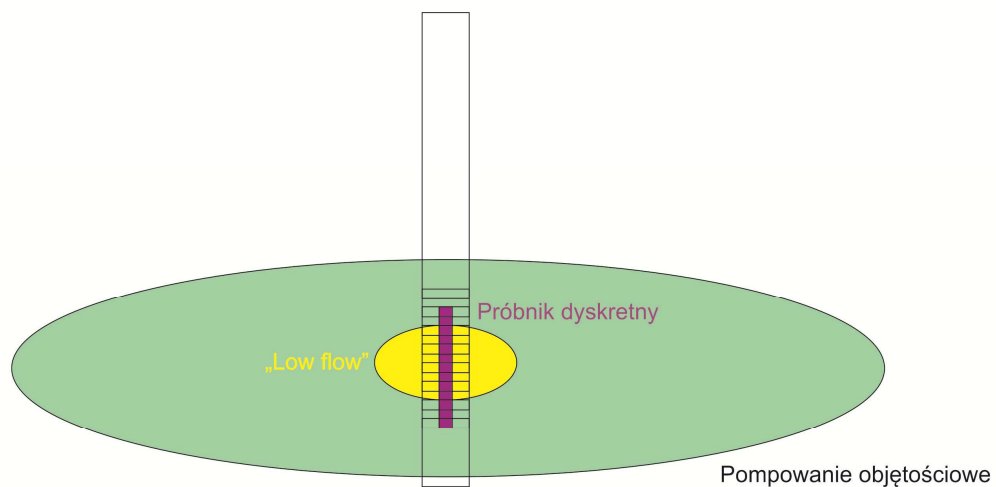
Źródło: geinsight.com



# Metodyka i warunki naturalne

## Skąd pochodzi próbka wody podziemnej?

Różne rodzaje opróbowania, zasięg oddziaływania na warstwę wodonośną



Źródło:geinsight.com



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

# Metodyka i warunki naturalne

## Skąd pochodzi próbka wody podziemnej?

Różne rodzaje opróbowania, zasięg oddziaływania

**Zastosowanie odmiennych metod pobierania próbek wód podziemnych, stwarza zróżnicowane warunki, tym samym wpływając na zmienność próbki. Próbki pobrane różnymi metodami zgodnie z wytycznymi tej samej normy, NIE BĘDĄ TYMI SAMYMI PRÓBKAMI**

Źródło:geinsight.com



# Weryfikacja i ocena poprawności pobierania opróbowania wód podziemnych zgodnie z Normą PN-EN ISO 5667-14:2016-11

## Ocena jakości opróbowań:

- Aby dokonać właściwej oceny jakości pobierania próbek niezbędne jest zapewnienie odpowiedniej puli statystycznej obejmującej pobranie i analizę dodatkowych próbek kontrolnych
  - liczebność próbek kontrolnych zgodnie z zaleceniami normy PN-EN ISO 5667-14:2016-11 powinna zapewniać możliwość wiarygodnej analizy statystycznej
    - 9 próbek (zbiór minimalny)
    - 14 próbek (zbiór wystarczający)
    - $\geq 21$  próbek (zbiór duży – wiarygodny)
- próbki kontrolne powinny stanowić  $\geq 10\%$  populacji danego opróbowania



# Weryfikacja i ocena poprawności pobierania opróbowania wód podziemnych zgodnie z Normą PN-EN ISO 5667-14:2016-11

## Ocena jakości pobierania próbek:

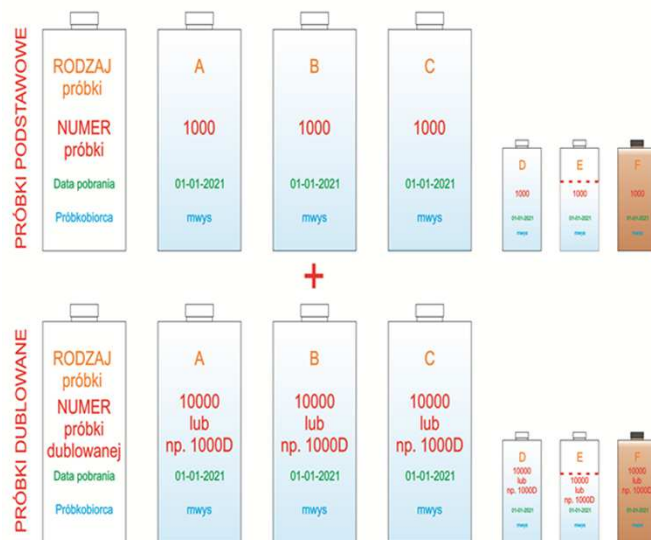
- spośród wszystkich punktów prowadzonego monitoringu, oprócz próbek podstawowych, zaleca się pobieranie dodatkowych próbek kontrolnych oraz wykonywanie podwójnych oznaczeń parametrów terenowych
- Zaleca się pobieranie następujących próbek kontrolnych:
  - próbki dublowane
  - próbki zerowe „blank” terenowe
  - próbki zerowe „blank” transportowe



# Weryfikacja i ocena poprawności pobierania opróbowania wód podziemnych zgodnie z Normą PN-EN ISO 5667-14:2016-11

## Ocena jakości pobierania próbek:

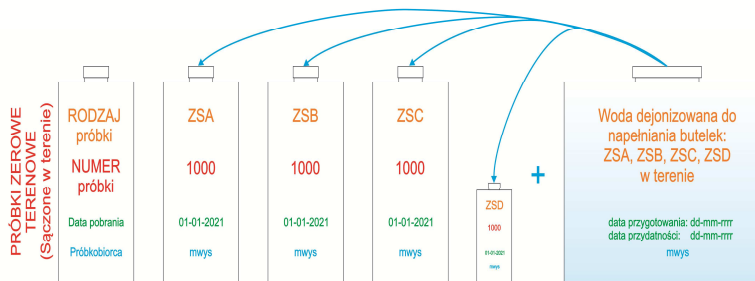
- wykonanie oznaczeń i pomiarów dublowanych (kontrolnych) – służy do oceny precyzji oznaczeń pomiarów terenowych
- pobieranie próbek dublowanych z punktu pobrania próbek (dla losowo wybranych punktów) – służy do oceny precyzji próbkowania



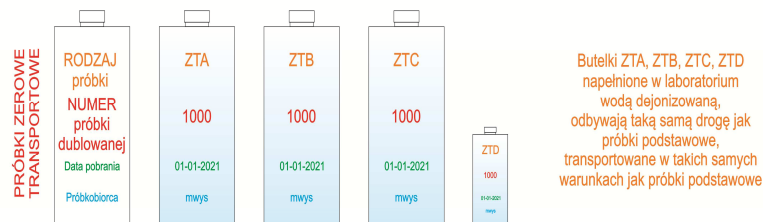
# Weryfikacja i ocena poprawności pobierania opróbowania wód podziemnych zgodnie z Normą PN-EN ISO 5667-14:2016-11

## Ocena jakości pobierania próbek:

- pobieranie próbek zerowych terenowych i zerowych transportowych (dodatkowo próbek zerowych laboratoryjnych) w miejscu pobrania próbki podstawowej (dla losowo wybranych punktów) – służy do oceny praktycznej granicy oznaczalności (LQ) oraz oceny wpływu warunków zewnętrznych na jakość próbki



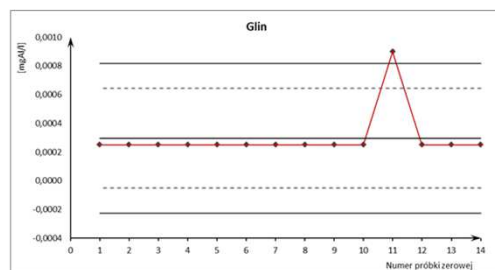
Do obliczeń, dla wartości oznaczeń poniżej granicy oznaczalności (<LOQ), zastępuje się wartościami równymi połowie granicy oznaczalności (<LOQ =  $\frac{1}{2}LOQ$ ).



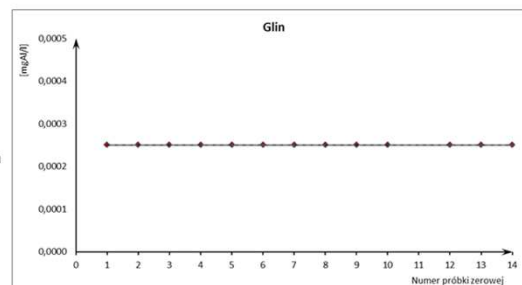
# Weryfikacja i ocena poprawności pobierania opróbowania wód podziemnych zgodnie z Normą PN-EN ISO 5667-14:2016-11

## Ocena jakości pobierania próbek:

- analiza próbek zerowych przeprowadzona na podstawie:
  - analizy granicy oznaczalności LOQ (LOQ jest to najmniejsze stężenie analitu w próbce, które może być dokładnie oznaczone)
  - Określenia praktycznej granicy oznaczalności LQ (LQ powinna być jak najbliższa granicy oznaczalności LOQ)



Karta kontrolna pojedynczych pomiarów oznaczeń glinu w próbkach zerowych terenowych

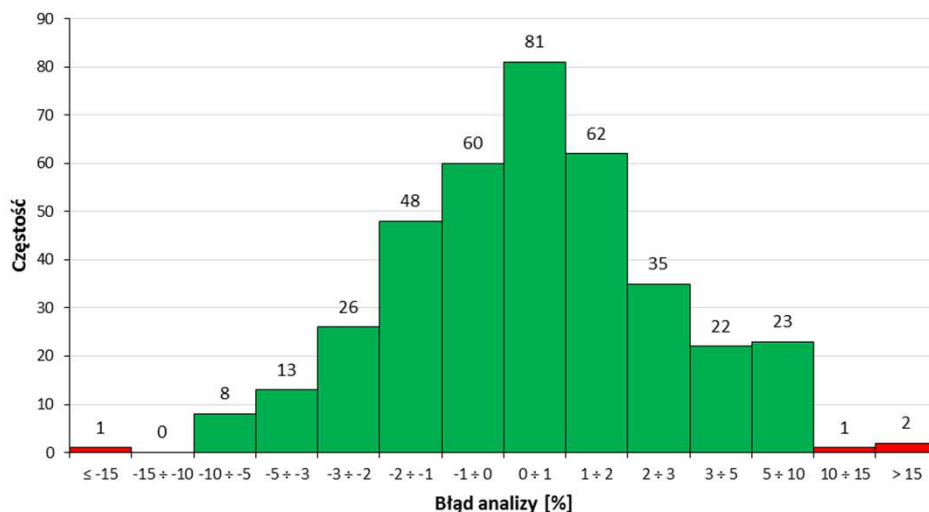


Karta kontrolna pojedynczych pomiarów oznaczeń glinu w próbkach zerowych terenowych po wyłączeniu sygnałów punktowych

# Weryfikacja i ocena poprawności pobierania opróbowania wód podziemnych zgodnie z Normą PN-EN ISO 5667-14:2016-11

## Ocena jakości pobierania próbek:

### Określenie błędu analizy w oparciu o bilans jonowy



- w bilansie jonowym wody zaleca się wykorzystywać składniki główne i drugorzędne:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  (Witczak, Adamczyk, 1995).
- wartości oznaczeń poniżej granicy oznaczalności zastępuje się wartością równą zero ( $< \text{LOQ} = 0$ )

Określając błąd analizy zaleca się uwzględnić metodę opróbowania (dla każdej metody oddzielnie)

# Obserwacje i wyniki prac doświadczalnych

- **Zastosowanie zróżnicowanych metod pobrania próbki będzie miało wpływ wartość analizowanych parametrów terenowych :**
  - RP – wzrost temperatury badanej próbki względem stanu naturalnego w przedziale 0,3-1,5 st. C – jednoczesny wzrost PEW
  - PR i S – obniżone zawartość O<sub>2</sub> – odgazowanie próbek związane z mechaniczną obróbką próbki i dużym przepływem (istotny efekt kawitacji)
  - NP., LF, PP – metody podatne na zmienność warunków atmosferycznych w szczególności temperatura otoczenia
- **Reżim pompowania (w szczególności wydajność) determinuje „obszar z jakiego pochodzi próbka”**
- **„Obróbka mechaniczna” próbek wód podziemnych poprzez zmiany ciśnienia i efekt kawitacji oraz zmiany temperatury ma istotny wpływ na zmienność chemiczną próbki**



# Podsumowanie i wnioski

- **Zaleca się aby wyniki końcowe (w tym Raport/Sprawozdanie) z pobierania próbek zawierały ocenę ekspercką**
- **Personel laboratorium wykonujący badania/pobieranie próbek powinien posiadać wiedzę na temat obciążeń technicznych danej metody i jej wpływu na uzyskiwane wyniki**
- **Zastosowanie zróżnicowanych metod pobierania próbek, może być wykorzystane jako element sterowania wynikami badań**
- **W wielu przypadkach, w szczególności przy ocenie ryzyka środowiskowego, skorzystanie z pomocy niezależnego eksperta umożliwi właściwą ocenę wyników badań, tym samym ułatwi podejmowanie właściwych decyzji w procesie inwestycyjnym lub legislacyjnym**



**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**

**e-mail: [michal.wyszomierski@pgi.gov.pl](mailto:michal.wyszomierski@pgi.gov.pl)**

