

MAGDA HUDAK *

ZMIANA WYDAJNOŚCI STUDNI GŁĘBINOWYCH NA PRZYKŁADZIE CENTRALNEGO UJĘCIA WODY DLA ZIELONEJ GÓRY

Słowa kluczowe: wydajność, studnia, starzenie się studni

Streszczenie

W artykule przedstawiono zmiany wydajności studni głębinowych pracujących na Centralnym Ujęciu Wody w Zawadzie k. Zielonej Góry. Zagadnienie to jest bardzo interesujące z uwagi na fakt, iż na przestrzeni 35 lat na tym ujęciu pracowały galerie studni, których czas pracy wahał się od 6 do 20 lat. Analizie poddano dwie galerie studni – II i III.

Wstęp

Procesy prowadzące do obniżenia wydajności studni są bardzo złożone i jak dotąd nie ma możliwości ilościowego określenia tego zjawiska. Spadek wydajności studni można wytłumaczyć, np. niewłaściwą eksploatacją, wytrącaniem i osadzaniem się cząstek materii organicznej i nieorganicznej na filtrze oraz w strefie przyfiltrowej. Następstwem tego, jest wzrost oporów przepływu wody do wnętrza filtru, a co za tym idzie spadek wydajności studni.

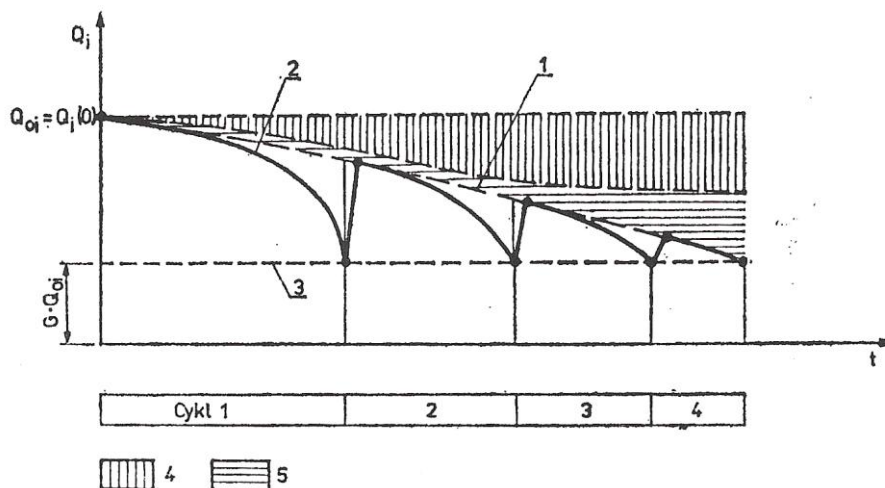
Problem starzenia się filtrów studziennych przedstawiono na przykładzie Centralnego Ujęcia Wody dla Zielonej Góry.

Przebieg eksploatacji studni

W miarę jak w czasie eksploatacji ujęcia trwają, a następnie intensyfikują się procesy jego starzenia, obraz pracy studni zmienia się. Zostało to przedstawione na rys. 1. Spadek hydraulicznej sprawności filtru powoduje, że wydajność studni maleje, aż wreszcie osiąga wartość GQ_{0i} uznaną za granicę opłacalności pompowania wody ze studni (linia 3). Ten proces spadku wydajności przedstawia krzywa 2 odpowiadająca hipotezie o intensyfikacji tego procesu

* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Hydrologii i Geologii Stosowanej

wraz z upływem czasu. Jeżeli chcemy nadal studnię eksploatować, to należy poddać ją zabiegowi zwanemu renowacją, powodującemu ponowny wzrost sprawności hydraulicznej konstrukcji filtrującej, po którym wydajność ponownie osiąga wartość odpowiadającą aktualnym warunkom hydrogeologicznym reprezentowanym krzywą 1.



Rys. 1. Przebieg eksploatacji studni (Q_i - wydajność studni, t - czas eksploatacji studni) [Gabryszewski i Wieczysty 1985]

Istnieją znaczne trudności w prognozowaniu przebiegów $Q_i(t)$ opisanych liniami 1 i 2, a ponadto renowacja studni nie zawsze jest na tyle skuteczna, aby można było mówić o odzyskaniu pełnej sprawności hydraulicznej, a więc o umiejscowieniu krzywej $Q_i(t)$ na krzywej 1 – rys. 1.

W literaturze przedmiotu brak jest zależności korelacyjnych dotyczących krzywej 2, czyli zmian wydajności w funkcji czasu jej pracy.

Metodyka badań

Zebrane w trakcie eksploatacji studni na Centralnym Ujęciu Wody w Zawadzie k/Zielonej Góry pomiary wydajności w czasie eksploatacji, były bardzo rozbieżne. Dla określenia zależności wydajności studni w funkcji czasu posłużono się wartościami średnimi ze wszystkich pracujących w danej galerii studni dla poszczególnych miesięcy w czasie ich eksploatacji.

Następnie przeprowadzono obliczenia zależności korelacyjnej między tymi średnimi wartościami a czasem pracy studni. Zastosowano zależność potęgową, wielomianową i prostoliniową. W wyniku tych obliczeń stwierdzono, że największe współczynniki korelacji otrzymano dla zależności prostoliniowej.

Wyniki pomiarów podzielono na dwa zbiory danych. Podziału zbioru danych dokonano w ten sposób, że granicą podziału były wartości średnie wydajności, które nie mieściły się w granicach odchylenia standardowego poprzedniego pomiaru (punkt krytyczny). Nastąpiło to w 26-tym miesiącu pracy galerii II i w 55-tym miesiącu pracy galerii III. Ze względu na fakt, iż studnie II-giej galerii pracowały przez sześć lat do analizy porównawczej przyjęto sześć pierwszych lat pracy II-giej i III-ciej galerii.

Wszystkie obliczenia prowadzone były w programie STATISTICA 6.0.

Analiza wyników badań

Wydajności studni szybko malały z czasem ich eksploatacji zarówno w galerii II, jak i III. Skrajne wartości tego parametru zestawiono w tab. 1.

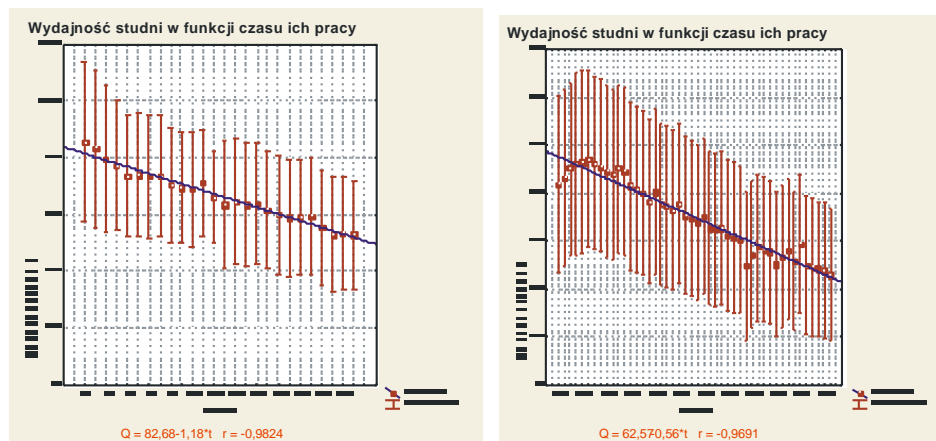
Tab. 1. Wydajność w poszczególnych studniach galerii II i III po sześcioletniej eksploatacji

Numer studni	Wydajność po oddaniu do eksploatacji		Wydajność po 6-ciu latach eksploatacji	
	Galeria II	Galeria III	Galeria II	Galeria III
	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
1	70,82	77,34	18,94	15,04
2	71,22	77,34	20,20	21,84
3	70,00	77,34	24,24	14,20
4	69,60	77,34	32,80	18,33
5	70,00	77,34	26,50	46,99
6	75,12	77,34	12,49	33,62
7	-	77,34	-	50,15
8	75,12	77,34	11,86	25,87
9	75,12	77,34	10,08	32,38
10	150,24	77,34	63,12	56,19
11	75,12	-	32,55	-
12	75,12	77,34	37,04	67,60
13	126,32	77,34	11,24	69,04
14	146,38	77,34	27,99	62,73
15	75,12	77,34	32,07	50,15
16	-	77,34	-	47,90
17	122,66	-	14,84	-

18	73,58	77,34	16,02	52,73
19	-	60,24	-	44,18
20	75,12	65,06	11,07	34,67
21	69,60	-	11,47	-
22	70,41	65,06	12,34	32,11

Na podstawie tab. 1 można stwierdzić, że dla obu galerii po 6-ciu latach eksploatacji nastąpił znaczny spadek wydajności. Dla galerii II zawierał się on w granicach od $Q=10,08 \text{ m}^3/\text{h}$ (dla studni Nr 9Z) do $Q=32,80 \text{ m}^3/\text{h}$ (dla studni Nr 4Z). Dla galerii III spadek wydajności zawierał się w granicach od $Q=14,20 \text{ m}^3/\text{h}$ (dla studni Nr 3Z) do $Q=69,04 \text{ m}^3/\text{h}$ (dla studni Nr 13Z'). Do opracowania zależności ogólnej wydajności w funkcji czasu pracy studni posłużono się wartościami średnimi ze wszystkich studni.

Rys. 2 przedstawia zmiany średniej wydajności studni w funkcji czasu ich pracy dla galerii II.



Rys. 2. Wykres zmian średniej wydajności studni w funkcji czasu ich pracy - galeria II – przed i po osiągnięciu punktu krytycznego

Dla galerii II w wyniku obliczeń korelacyjnych otrzymano:

dla I fazy eksploatacji studni zależność prostoliniową wydajności Q w funkcji czasu pracy t (miesiące) o postaci:

$$Q = 82,68 - 1,18t, \quad r = -0,982$$

– zależność prostoliniowa dla $t=(1\div 26)$ miesiące,

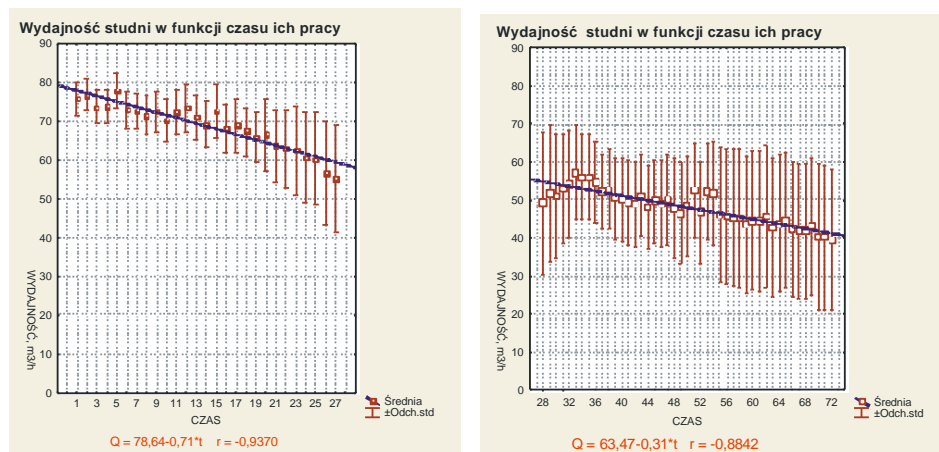
dla II fazy eksploatacji studni zależność prostoliniową wydajności Q w funkcji czasu pracy t (miesiące) o postaci:

$$Q = 62,57 - 0,56t, \quad r = -0,969$$

– zależność prostoliniowa dla $t=(27\div 72)$ miesiące,

Zależności korelacyjne mają wysokie współczynniki korelacji i są istotne.

Rys. 3 przedstawia zmiany średniej wydajności studni w funkcji czasu ich pracy dla galerii III.



Rys. 3. Wykres zmian średniej wydajności studni w funkcji czasu ich pracy - galeria III – przed i po osiągnięciu punktu krytycznego

Dla galerii III w wyniku obliczeń korelacyjnych otrzymano:

dla I fazy eksploatacji studni zależność prostoliniową wydajności Q w funkcji czasu pracy t (miesiące) o postaci:

$$Q = 78,64 - 0,71t, \quad r = -0,937$$

– zależność prostoliniowa dla $t=(1\div 26)$ miesiące,

dla II fazy eksploatacji studni zależność prostoliniową wydajności Q w funkcji czasu pracy t (miesiące) o postaci:

$$Q = 63,47 - 0,31t, \quad r = -0,884$$

– zależność prostoliniowa dla $t=(27\div 72)$ miesiące.

Uzyskane zależności korelacyjne mają wysokie współczynniki korelacji i są istotne dla oceny pracy filtrów.

Podsumowanie

Ze względu na złożoność zagadnienia, w niniejszej pracy poddano analizie jedynie wydajność studni.

Ponadto, z uwagi na dużą liczbę studni ułożonych w galerię rozciągającą się na stosunkowo dużym obszarze, parametry obliczeniowe sprowadzono do jednej teoretycznej studni o średniej sprawności i średnim wydatku jednostkowym.

W takim uproszczeniu przeanalizowano strukturę badanej zbiorowości statystycznej, wybrane miary położenia i miary rozproszenia, dokonano rachunku momentów, a także przeprowadzono analizę dynamiki zmian badanych wielkości.

Badane studnie znajdują się na terenie zróżnicowanym geologicznie, co nie pozwala jednoznacznie określić wpływu otaczającego gruntu na pracę pojedynczych studni. Rozwiązanie problemu utrudnia także niejednorodny charakter pracy studni – częściowo są to studnie infiltracyjne pobierające wodę z przepływającej w pobliżu Odry, a częściowo są to studnie ujmujące płytko położone wody gruntowe.

We wszystkich studniach w pierwszej fazie eksploatacji następował liniowy spadek wydajności, a następnie „przebicie” skolmatowanej na filtrze warstwy, po którym zmiana tego parametru była łagodniejsza w związku z większą prędkością dopływu wody. Dla studni II-giej galerii zjawisko to nastąpiło w trzecim roku eksploatacji, natomiast dla studni III-ciej galerii – w piątym roku eksploatacji.

Przy właściwie dobranej przepustowości filtru w stosunku do parametrów warstwy wodonośnej, po długotrwałej eksploatacji (w tym przypadku 2÷3 lata) nastąpiło oczyszczenie gruntu z drobnych frakcji gruntu i wystąpiły duże prędkości dopływu wody do studni.

Literatura:

1. BUNDZ M.: *Projekt techniczny remontu otworów studziennych na I etapie Centralnego Ujęcia Wody w Zawadzie*. Wrocław, 1970
2. BUNDZ M.: *Sprawozdanie z przebiegu prac i badań związanych z odwierceniem 22 studni zastępczych na terenie Centralnego Ujęcia Wody w Zawadzie – I etap*. Wrocław, 1979
3. BUNDZ M.: *Sprawozdanie z przebiegu robót i prac terenowych związanych z przeprowadzonym remontem 22 studni zlokalizowanych na I etapie C.W.U. w Zawadzie k./Zielonej Góry*. Wrocław, 1971
4. BUNDZ M.: *Sprawozdanie z przeprowadzonych badań terenowych dotyczących wydajności Centralnego Ujęcia Wody w Zawadzie*. Wrocław, 1973
5. CHRZAN T., HUDAK M.: *Historia ujęcia i skutki renowacji studni na Centralnym Ujęciu Wody w Zawadzie k. Zielonej Góry*. IV Międzynarodowa Konferencja „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód”. Kraków. 2000
6. CHRZAN T., HUDAK M.: *Wpływ czasu eksploatacji studni na ich wydajność*. Zeszyt Naukowy nr 117 Politechniki Zielonogórskiej, Zielona Góra. 2000
7. GABRYSZEWSKI T.: *Wodociągi*. Wrocław, 1967

8. GABRYSZEWSKI T.: WIECZYSTY A., *Ujęcia wód podziemnych*. Arkady Warszawa, 1985
9. HUDAK M.: *Wpływ warunków gruntowych i konstrukcji filtrów na wydajność studni głębinowych*. Rozprawa doktorska. Zielona Góra 2005

**THE VARIATION OF THE EFFICIENCY OF WELLS
IN THE CENTRAL WATER INTAKE IN ZAWADA
NEAR ZIELONA GÓRA**

Key words: efficiency, wells, ageing of wells

S u m m a r y

In article taken the variation of the efficiency of wells in the Central Water Intake in Zawada near Zielona Góra. This problem is very interesting in view of 35 years four galleries of wells went in this area and observed different time theirs work, ranged from 6 to 20 years. Two galleries, II and III, were analysed.