

**MARIUSZ MAĐRALA**

*Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Geologicznych, Zakład Hydrogeologii Stosowanej*

**JACEK NOWAK**

*KWB „Turów”*

**ROBERT TARKA**

*Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Geologicznych, Zakład Hydrogeologii Podstawowej*

## **ANALIZA ZMIAN WYDAJNOŚCI JEDNOSTKOWYCH STUDNI NA UJĘCIU „LIS-ZADOWICE” DLA MIASTA KALISZA**

ANALYSE OF CHANGES OF SPECIFIC CAPACITY AT THE WATER INTAKE IN KALISZ TOWN

**Słowa kluczowe:** wody podziemne, sprawność studni, ujęcia wód

**Key words:** groundwater, specific capacity, water intake

**Abstract:** The general purpose of the research was analyse of specific capacity changes at the water intake in river valley. Sediment of river valley is characterized considerable spatial diversity and susceptibility on hydrogeochemical transformation. Starting of exploitation on „Lis-Zadowice” water intake caused unprofitable hydrogeochemical process. That became a main reason of fall of specific capacity and necessities it periodic renovation. The quantities of specific capacity in correlation to the changes of concentrations of iron and manganese on „Lis-Zadowice” water intake from 1994 to 2002 year were investigated. The optimum conditions of well exploitation is dependent on hydrogeochemical processes were established thanks to this.

### **1. WSTĘP**

Eksploracja studni w dłuższym okresie prowadzi do spadku ich sprawności spowodowanej szeregiem procesów, obejmujących mechaniczną i fizykochemiczną kolmatację strefy przyotworowej oraz filtra. Procesy te prowadzą do wzrostu oporów hydraulicznych na drodze przepływu wody, a w konsekwencji do obniżenia wydajności jednostkowej. W szczególny sposób na procesy kolmatacji narażone są ujęcia w czwartorzędowych utworach dolin rzecznych. W początkowej fazie spadek wydajności jednostkowej studni następuje wskutek sufozji cząstek mineralnych jednak po pewnym czasie proces ten praktycznie ustaje. Po dłuższym okresie eksploatacji intensyfikuje się kolmatacja fizykochemiczna. Kolmatacja ta w utworach czwartorzędowych zachodzi na skutek osadzania na filtrze trudnorozpuszczalnych związków żelaza i manganu. W celu przywrócenia sprawności hydraulicznej studnie poddawane są co pewien czas zabiegowi renowacji.

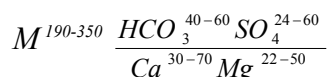
Ujęcie komunalne Kalisza „Lis-Zadowice” zlokalizowane jest w prawobrzeżnej części doliny Proсны (Karpa, Przybyłek, 1972, Pleczyński, 1993). Bariera studni rozciąga się wzdłuż 10. kilometrowego odcinka rzeki na południe od miasta. Do analizy

wykorzystano obserwacje wydajności jednostkowych 12 studni eksploatacyjnych w okresie od 1985 do 2002 roku. Następnie porównano spadki wydatków jednostkowych poszczególnych studni w korelacji do zmian stężeń żelaza oraz warunków hydrogeochemicznych.

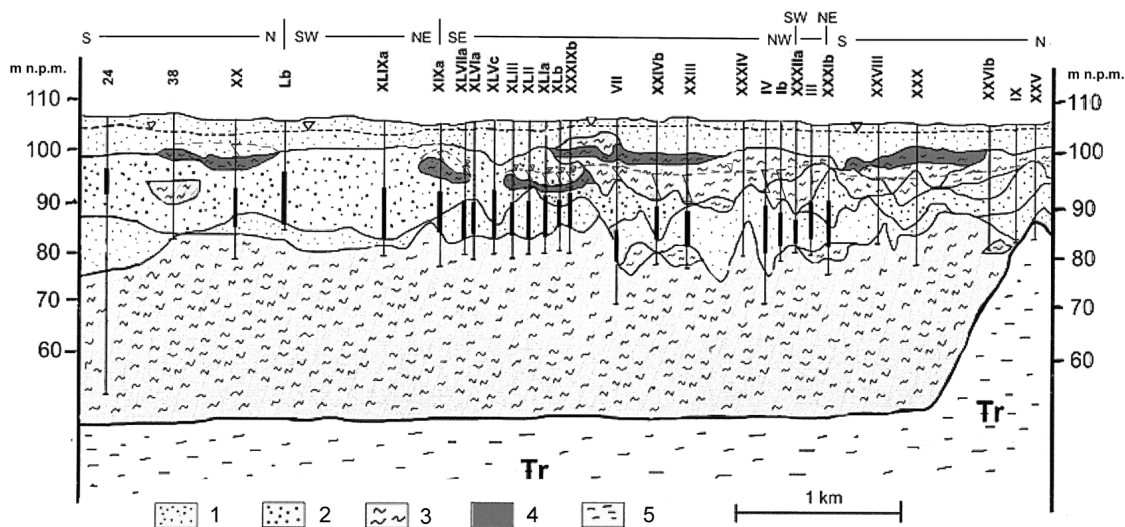
## 2. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Eksploatacyjny poziom wodonośny na ujęciu „Lis-Zadowice” tworzą plejstocenyjskie utwory doliny kopalnej Proсны. Pradolina przebiega w granicach współczesnej doliny rozcinając ilaste osady trzeciorzędu do głębokości 60-80 m (Karpa, Przybyłek, 1972, Pleczyński, 1993). W północnej części eksploatowanego odcinka doliny Proсны występują dwa poziomy wodonośne rozdzielone słaboprzepuszczalnymi osadami (rys. 1). W części południowej utwory wodonośne tworzą zasadniczo jedną warstwę wodonośną o charakterze swobodnym. Pierwsza warstwa wodonośna (górną) składa się z różnoziarnistych piasków, natomiast w drugiej obok żwirów i piasków gruboziarnistych występują piaski drobne, pylaste a także przewarstwienia utworów ilastych o dużej zawartości substancji organicznej. W stropie dolnej warstwy zalegają rozdzielające oba poziomy gliny zwałowe i warstwa namułów oraz torfów. Kontakty hydrauliczne między warstwami odbywają się poprzez okna w warstwie mułkowo-torfistej lub poprzez zapiaszczone gliny zwałowe. Przedmiotem eksploatacji ujęcia „Lis-Zadowice” jest dolna warstwa wodonośna. Ujęcie na charakter infiltracyjny, a udział wód Proсны w zasilaniu dolnego poziomu wodonośnego wynosi około 80 % (Karpa, Przybyłek, 1972, Pleczyński, 1993).

Przed rozpoczęciem eksploatacji wody dolnego poziomu eksploatacyjnego reprezentowały typ wodorowęglanowo-wapniowy (Błaszyk, Pawuła, 1972). Wody charakteryzowały się generalnie niską mineralizacją i twardością, jedynie w osi doliny twardość i mineralizacja wzrastała. Niezależnie od stopnia mineralizacji obserwowano duże zróżnicowanie stężeń żelaza i manganu osiągające maksymalnie 18 mg Fe/dm<sup>3</sup> i 1,15 mg Mn/dm<sup>3</sup>. Wysokie zawartości tych metali w wodzie spowodowane były zakwaszeniem środowiska hydrogeochemicznego na skutek utleniania substancji organicznej w utworach ilastych i namułach. Obecnie na skutek eksploatacji dominują dwa typy hydrochemiczne wód. Pierwszy o charakterze wapniowo-wodorowęglanowo-siarczanowym, drugi magnezowo-wodorowęglanowo-siarczanowy. Średni skład chemiczny substancji rozpuszczonych w badanych wodach przedstawia się następująco:



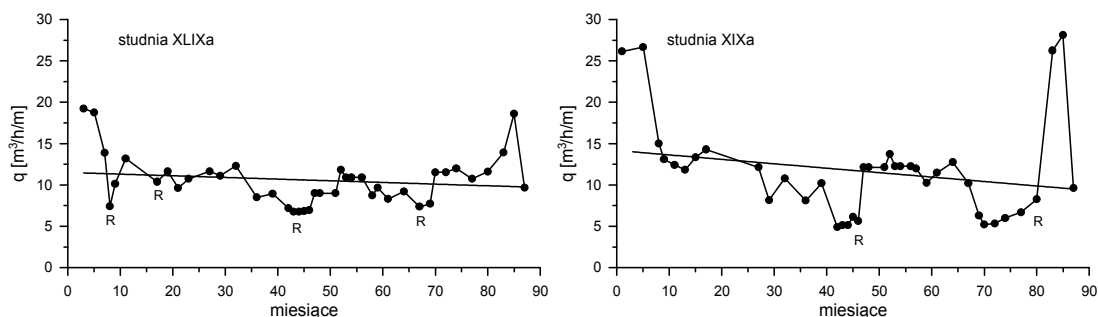
Zawartość związków żelaza w wodzie waha się w przedziale 1,2-14 mg/dm<sup>3</sup>, a manganu 0,36-2,6 mg/dm<sup>3</sup>. Ze względu na występowanie żelaza w postaci koloidalnych wodorotlenków wody wykazują wysoka mętność (10-30 mg/dm<sup>3</sup>) i barwę (25-60 mg Pt/dm<sup>3</sup>).

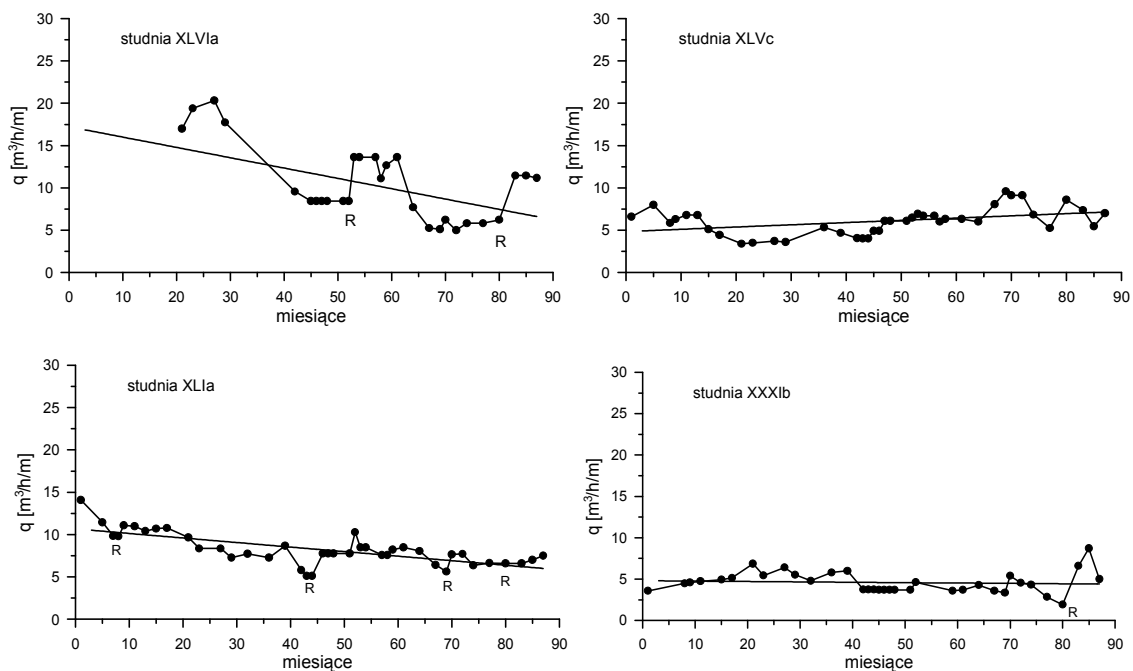


Rys. 1. Przekrój hydrogeologiczny przez ujęcie „Lis-Zadowice”  
 Objasnienia: 1 - piaski drobnoziarniste, 2 - piaski gruboziarniste, 3 - gliny, 4 - mułki, 5 - iły  
 Fig. 1. Hydrogeological cross-section on the „Lis-Zadowice” water intake.  
 Explanation: 1 – fine sand, 2 – coarse sand, 3 – glacial till, 4 – mud, 5 – clay.

#### 4. ANALIZA ZMIAN WYDAJNOŚCI JEDNOSTKOWEJ STUDNI

Analizie poddano zmiany wydajności jednostkowych eksploatowanych studni w okresie od 1985 do 2002 roku. Przebieg zmian wydajności jednostkowych w studniach wykazuje pewną prawidłowość. Pewna grupa studni (np. XLVc, XXXIb) wykazuje jedynie nieznaczne wahania wydajności jednostkowych (rys. 2). Studnie te praktycznie nie wymagają renowacji lub renowacje przeprowadzane są po długim okresie eksploatacji. Druga grupa studni (np. XLVIa, XLIXa, XIXa, XLIa) wykazuje w długim okresie jednostajny spadek wydajności jednostkowych. Najczęściej w pierwszym okresie pracy studni spadek ten jest większy, a w drugim - niższy. Długość pierwszego okresu wynosi około trzech, czterech lat. Częste renowacje przeprowadzone w tych studniach nie przynoszą spodziewanych efektów znacznego wzrostu wydajności jednostkowych lub poprawa jest krótkotrwała.





Rys. 2. Przebiegi zmian wydajności jednostkowej studni na ujęciu „Lis-Zadowice”

Objaśnienia: R - renowacja studni

Fig. 2. Changes of specific capacity on the „Lis-Zadowice” water intake.

Explanation: R - well's renovation

## 5. ZWIĄZEK ZMIAN WYDAJNOŚCI JEDNOSTKOWEJ STUDNI Z WARUNKAMI HYDROGEOCHEMICZNYMI

Analizując wielkość i tempo zmian wydajności jednostkowych na ujęciu „Lis-Zadowice” należy zauważyć ich bezpośredni związek z warunkami hydrogeochemicznymi w czwartorzędowym poziomie wodonośnym. Charakter litologiczny i złożoność strukturalna utworów doliny kopalnej Proсны wiąże się z kilkakrotnym pogrzebaniem i odnawianiem doliny w okresie plejstocenu. Utwory wodonośne dolnej warstwy rozpoczynają piaski drobnoziarniste akumulacji fluwialnej interglacjału mazowieckiego. Powyżej zalegają fluwiogłacjalne żwiry oraz średnie i grube piaski interglacjału eemskiego. Sedymentowane powyżej osady fluwialne (piaski drobne i pylaste) zostały prawie całkowicie wyerodowane a jedynie lokalnie w stropie utworów wodnolodowcowych zalegają mułki z zawartością substancji organicznej. Plejstocenijską akumulację na tym obszarze kończą gliny zwałowe zlodowacenia środkowopolskiego. W części północnej (ujęcie „Lis”) gliny tworzą zwartą pokrywę natomiast na południu (ujęcie „Zadowice”) występują w formie izolowanych płatów. Lokalnie na glinach zwałowych spoczywają namuły a w obszarach gdzie gliny nie występują namuły zalegają bezpośrednio na utworach fluwiogłacjalnych. W obszarach kopalnych wychodni substancja organiczna w mułkach i namułach ulegała utlenianiu podczas okresów ocieplenia klimatu. Rozkład substancji organicznej spowodował spadek pH wód oraz wzrost potencjału redox prowadząc do rozpuszczania produktów wietrzenia skał. Powstające w następstwie tego procesu siarczany, głównie wapnia,



## 6. WNIOSKI

1. Przyczyną zmian wydajności jednostkowych studni na ujęciu „Lis-Zadowice” jest kolmatacja chemiczna wywołana znacznymi stężeniami żelaza w wodach podziemnych
2. Proces utleniania substancji organicznej prowadzi do obniżenia pH i przesunięcia równowagi redox w kierunku środowiska utleniającego co wywołuje wzrost stężeń żelaza
3. Odmienne wykształcenie litologiczne utworów w górnej i dolnej części doliny kopalnej Proсны powoduje zróżnicowanie przebiegu przeobrażeń hydrogeochemicznych w poszczególnych studniach ujęciowych
4. W obszarach występowania kopalnych namułów i mułków organicznych spadki wydajności jednostkowych studni są szybkie i długotrwałe. Wykonywane renowacje nie przywracają wysokiej sprawności studni.
5. W studniach, których profile litologiczne pozbawione są utworów organicznych proces wymywania żelaza przez wody meteoryczne jest mniej intensywny i rozłożony w czasie. Studnie te nie wymagają częstych renowacji ze względu na nieznaczne wahania wydajności jednostkowych.

## 7. SPIS LITERATURY

Błaszczyc T., Pawuła A., 1972: *Ocena warunków hydrogeochemicznych doliny Proсны w rejonie projektowanego ujęcia wody dla m. Kalisza*, Instytut Gospodarki Komunalnej, Poznań.

Karpa M., Przybyłek J., 1972: *Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych wraz z projektem badań hydrogeologicznych na ustalenie dodatkowych zasobów wód podziemnych w m. Lis w Kaliszu*, Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne, Poznań.

Pleczyński J., 1993: *Ekspertyza dotycząca wstępnej oceny oddziaływania rozbudowy ujęcia wody Lis-Zadowice na środowisko w dolinie Proсны*, Geocom, Poznań

Witczak S., Ratajczak T., 1983: *Mineralogia i hydrogeochemia żelaza w kolmatacji filtrów studziennych ujmujących wody czwartorzędowe*, Wydawnictwo AGH, Kraków.

Pawuła A., 1975: *Chemizm wód podziemnych kenozoiku środkowej Wielkopolski*. Praca niepublikowana. Instytut Kształtowania Środowiska, Poznań.