

**Albin Orłowski**

Akademia Pomorska  
Słupsk

## **WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE NA OBSZARZE SŁUPSKA I TERENACH PRZYLEGŁYCH**

### **HYDROGEOLOGY CONDITIONS ON THE SŁUPSK PROTECTED AREAS AND NEIGHBOURING LAND**

**Zarys treści:** W artykule przedstawiono etapy rozpoznawania warunków hydrogeologicznych w Słupsku i najbliższej okolicy miasta. Na tle budowy geologicznej określono występowanie pięter wodonośnych oraz wskazano na duże, złożowe ciśnienie hydrostatyczne. Scharakteryzowano skład chemiczny wód. Dokonano oceny znaczenia eksploatacji i ochrony ujęć wód na terenie miasta. Przedstawiono ważne dla gospodarki człowieka główne zbiorniki wód podziemnych w okolicach Słupska, które mają główne znaczenie w rozwoju gospodarczym regionu.

**Słowa kluczowe:** hydrogeologia, wody podziemne, obszary ochronne zbiorników wód podziemnych, wodoprzepuszczalność (wodonośność), powierzchnia piezometryczna, ascencja wód słonych, studnie artezyjskie i subartezyjskie

**Key words:** hydrogeology, underground water, protected areas of reservoirs underground water, penetration of the water through rock, piezometric surface, penetration of the water salty, artesian well, subartesian well

#### **Wprowadzenie**

W 1968 roku w Strasburgu została uchwalona Europejska Karta Ochrony Wód. Sformułowane wówczas zasady gospodarowania wodą są aktualne także dzisiaj. W Kartie zwraca się uwagę między innymi na to, że: woda jest cennym, nieodzownym dobrem dla człowieka, zasoby dobrej wody nie są nieograniczone, zasoby wodne powinny być bilansowane, woda nie uznaje granic administracyjnych, a tym samym wymagana jest partnerska współpraca podmiotów gospodarczych przy jej pozyskiwaniu, ponadto ochrona wód wymaga stałych badań naukowych. Poszukiwanie i rozpoznawanie wód podziemnych oraz ocena zasobów na potrzeby gospodarki jest podstawą do ochrony i racjonalnego wykorzystania tych wód. Na szczególną uwagę zasługuje wiedza o pochodzeniu wód podziemnych, warunkach ich występowania, przestrzennym rozmieszczeniu oraz określaniu właściwości fizycz-

nych i chemicznych. Ich monitoring pozwala na prognozowanie zmian, które zachodzą w przestrzeni hydrogeologicznej. Rozwój Słupska na przestrzeni wieków, a tym samym stały wzrost zapotrzebowania na wodę wymaga planowego i celowego działania, aby zachować stan równowagi przyrodniczej.

## **Cel i metoda badań**

Celem opracowania jest określenie stanu rozpoznania warunków hydrogeologicznych na terenie Słupska i w najbliższej okolicy. Problemy cząstkowe to: określenie kierunku spływu i dynamiki wód podziemnych uwarunkowanych przede wszystkim budową geologiczną, określenie czynników i procesów mających wpływ na skład chemiczny wód, a także zagrożeń wynikających z niewłaściwej eksploatacji poziomów wodonośnych oraz weryfikacja dotychczasowych poglądów na temat ascencji wód słonych na terenie Słupska. Do zrealizowania celów badawczych zastosowano przede wszystkim metodę analizy materiałów źródłowych. Podstawowymi materiałami były: karty dokumentacyjne otworów studziennych, mapy geologiczne i geomorfologiczne, przekroje hydrogeologiczne, dokumentacje i ekspertyzy hydrogeologiczne zasobów wód podziemnych, badania laboratoryjne parametrów fizyko-chemicznych wody, materiały archiwalne i współczesne wodociągów w Słupsku, archiwalia o rozwoju miasta, które zostały opracowane i opublikowane lub znajdują się w Muzeum Pomorza Środkowego w Słupsku.

## **Historia pozyskania wody dla Słupska**

Informacje o wodach podziemnych w Słupsku i w najbliższych okolicach gromadzone były w trakcie budowy ujęć wodnych na potrzeby komunalne oraz rozwijającego się rzemiosła i przemysłu. Szczególnym zbiorem wiedzy o rozwoju gospodarczym i przestrzennym Słupska jest publikacja E. Szalewskiej (2002). Wnikliwa analiza materiałów dokumentacyjnych umożliwia poznanie etapów pozyskiwania wody przez miasto. Pierwsze informacje o wodociągu miejskim długości 1500 m pochodzą ze średniowiecza. Pobór wody następował w źródleku Piepenborn, w zachodniej części miasta, i prowadził do grodu wzdłuż dzisiejszej ul. Tuwima, pod murami obronnymi do centrum. Tu wodę czerpano ze wspólnych ujęć, które zakończone były mosiężnymi kranami. Woda płynęła przez łąki, rynienką z drewna świerkowego, a następnie tuż przed miastem rurami dębowymi. Wówczas opiekę nad funkcjonowaniem wodociągu miejskiego sprawował rurmistrz opłacany z miejskiej kasy. W XV-XVI w. mieszczanie Słupska mieli w domach gorące łaźnie. Dla biedoty stworzono łaźnie publiczne, tzw. izby kąpielowe, w których musiały znajdować się łąwy, mydło i napoje (Schuppius 1930, Szalewska 2002). W XVIII-XIX w. nastąpił wzrost liczby mieszkańców przede wszystkim w wyniku napływu ludności z najbliższych okolic. Pod koniec XVIII w. liczba mieszkańców Słupska wynosiła ok. 4700, a w 1896 roku miasto zamieszkiwało już 25 651 osób (*Historia...* 1981). Nastąpił wówczas rozwój gospodarczy i urbanistyczny. Zwiększyła się liczba budyn-

ków mieszkalnych, warsztatów rzemieślniczych i obiektów przemysłowych. Zainwestowane zostały tereny poza murami obronnymi (Pagel 1989). Ważnym czynnikiem rozwoju gospodarczego stała się budowa linii kolejowej, która wymagała dobrego rozpoznania geologicznego. Linia została oddana do użytku 15 sierpnia 1843 roku (Zaremba, Orlińska 1965). Od 1857 roku działał zakład piwowarski, który po 1872 roku stał się bardzo znanym browarem w regionie. W latach 1906-1911 duża produkcja lodu, piwa, wody mineralnej oraz oranżady wymusiła zwiększone zużycie wody. W tym czasie na terenach należących do browaru wykonano własne ujęcie. Woda, która nawiercona została na głębokości 130 m, wypłynęła na powierzchnię na wysokość 16 m (Rosiak 2002). Było to pierwsze ujęcie wód artestyjskich w Słupsku.

W 1865 roku zapoczątkowano w mieście wymianę rur wodociagowych na żeliwne. Tym samym likwidowano rury drewniane, dębowe, które łączone były drewnianymi dyblami. W 1886 roku przystąpiono do budowy sieci wodociagowej. W tym celu przy ul. Klonowej wybudowano ujęcie wody ze zbiornikiem wyrównawczym o pojemności 1000 m<sup>3</sup>. Obiekt zaprojektowany był przez prof. O. Smerkera z Mannheim (Szalewska 2002).

Ujęcie wód przy ul. Sobieskiego powstało w latach 1886-1898. W 1891 roku w mieście wystąpił deficyt wody. Wówczas istniały 404 płytkie studnie, z których tylko 33 miały wodę nadającą się do spożycia. Rozpoczęły się więc poszukiwania wód głębinowych. W tym celu wykonano cztery otwory poszukiwawcze po wschodniej stronie miasta i w części zachodniej, w pobliżu drogi do Bruskowa (Materiały archiwalne...).

Na przełomie XIX i XX wieku powstały szpitale przy ul. Kopernika (1893-1895) i ul. Lotha (1914-1917), które miały własne ujęcie wody. W 1897 roku Słupsk miał sieć wodociagową długości 25,8 km, stację uzdatniania wody oraz wieżę ciśnień (*Historia...* 1981, *Materiały archiwalne...*, Szalewska 2002). Wymienione wyżej czynniki przyczyniły się do zapoczątkowania badań hydrogeologicznych, a tym samym do poszukiwania i rozpoznania zasobów wód podziemnych w Słupsku i najbliższych okolicach. Na początku XX w. ważne badania geologiczne i hydrogeologiczne wykonał Bülow (1930).

W latach 1955-1968 nastąpił rozwój kartografii hydrogeologicznej i badań regionalnych prowadzonych przez Zakład Hydrogeologii Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie. W latach 1957-1959 wydano *Przeglądową mapę hydrogeologiczną Polski w skali 1:300 000*. Słupsk nie doczekał się wówczas hydrogeologicznego opracowania regionalnego. Kolejny etap rozwoju hydrogeologii nastąpił po 1976 roku. Kartograficzną kontynuacją poprzednich prac jest *Mapa hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, którą wydawano w arkuszach, w latach 1976-1990. Mapę hydrogeologiczną Słupska i obszarów przyległych, szczególnie części wschodniej, w skali 1:200 000 opracowała E. Pruszkowska (1986). Mapa ukończona została w 1985 roku, a wydana w 1986 roku. Objasnienia do niej ukazały się w 1988 roku. Słupsk i obszary położone na zachód zostały przedstawione na mapie hydrogeologicznej 1:200 000, arkusza Koszalin, której autorami byli R. Rusiłowicz i M. Lidzbarski (1987). Mapa ukończona została w 1984 roku, a wydana w roku 1987. Objasnienia do niej ukazały się w 1988 roku.



W 1975 roku w Słupsku mieszkało 77,6 tys. osób, a w 2000 roku już 102,2 tys. (Rocznik... 1976, 2001). Nastąpił też wyraźny wzrost zapotrzebowania na wodę ze względu na rozwój komunalny i przemysłowy. Powstało m.in. Wojewódzkie Biuro Planowania Przestrzennego, które przy sporządzaniu planów przestrzennego zagospodarowania korzystało z wielu opracowań hydrogeologicznych, obejmujących Słupsk i tereny przyległe. Dokumentacje geologiczne i hydrogeologiczne wykonywane były na potrzeby:

- budownictwa (płytkie wiercenia, 5-10 m głębokości),
- poszukiwania wody zwykłej<sup>1</sup> dla ludności, rolnictwa i przemysłu (do głębokości 50-160 m),

Tabela 1

Główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) w okolicy Słupska

Table 1

The main underground reservoirs of the water in neighbourhood Słupsk

| Nr zbiornika,<br>wiek utworów<br>wodonośnych,<br>nazwa       | P o w i e r z c h n i a<br>(km <sup>2</sup> ) |     |     |             | Klasa<br>jakości<br>wód | Średnia<br>głębokość<br>ujęć<br>(m) | Szacunkowe zasoby<br>dyspozycyjne |                                 |
|--|---|-----|-----|-------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
|  | GZWP  | ONO | OWO | ONO<br>+OWO |                         |                                     | zasoby<br>tys. m <sup>3</sup> /d  | moduł<br>l/(s km <sup>2</sup> ) |
| 105 Zbiornik czwartorzędowy międzymorenowy Słupsk            | 69  | 21  | 89  | 110         | Ic, Id                  | 40                                  | 15,0                              | 2,52                            |
| 106 Zbiornik czwartorzędowy „Dolina kopalna Machowino”       | 20  | 0   | 20  | 20          | Ic                      | 100                                 | 10,0                              | 5,79                            |
| 117 Zbiornik czwartorzędowy dolinny i międzymorenowy „Bytów” | 524   | 401 | 544 | 945         | Ib-Id                   | 10-50                               | 150,0                             | 3,31                            |

Źródło: Mapa... 1990

Objaśnienia:

GZWP – Główny zbiornik wód podziemnych,

ONO – Obszary (wymagające) najwyższej ochrony,

OWO – Obszary (wymagające) wysokiej ochrony;

Klasa jakości wód:

I – przeznaczone do zaopatrzenia ludności w wodę do picia:

Ia – bardzo czyste, do użytku bez uzdatniania,

Ib – czyste, do użytku bez uzdatniania,

Ic – bardzo nieznacznie zanieczyszczone, łatwe do uzdatniania,

Id – znacznie odbiegające od normy, wymagające uzdatniania,

II – nieprzeznaczone do zaopatrzenia ludności w wodę do picia.

<sup>1</sup> Podziemnymi wodami zwykłymi lub normalnymi określa się wody słodkie o mineralizacji poniżej 500 mg/l.

- poszukiwania kopalin użytecznych: ropy naftowej, gazu ziemnego, węgla brunatnego, soli kamiennej i wód mineralnych (głębokość wierceń 600 m w Ustce, 3430 m w Smołdzinie),
- badań naukowych.

Pod redakcją A.S. Kleczkowskiego w 1990 roku opublikowana została *Mapa Obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych...*, na której w okolicach Słupska zaznaczono obszary ochronne zbiorników wód podziemnych (tab. 1, ryc. 1).

GZWP zostały wyznaczone na podstawie określonych kryteriów:

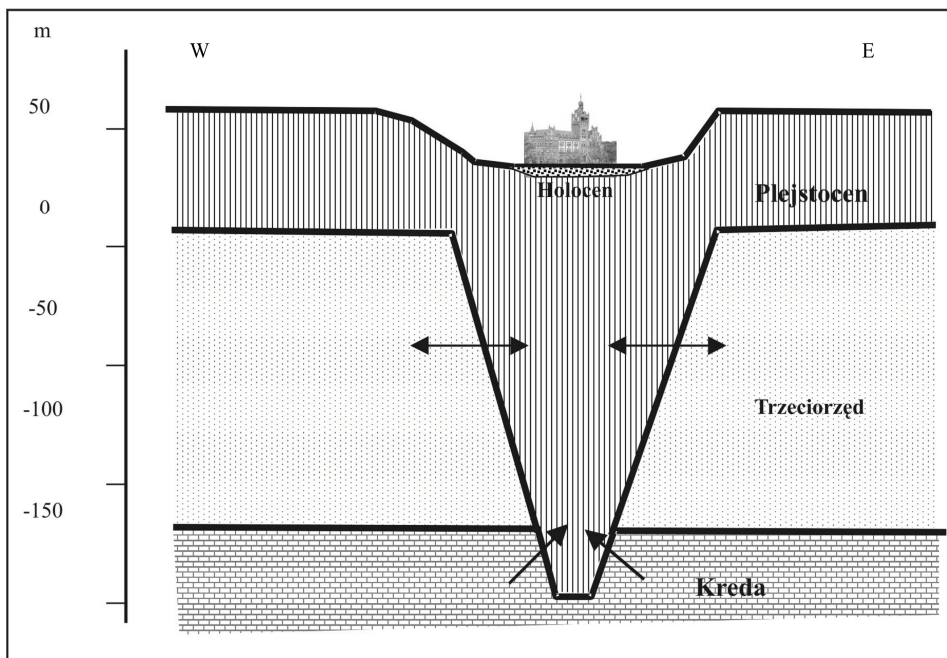
- wydajności potencjalnej otworu studziennego powyżej 70 m<sup>3</sup>/h,
- wydajności ujęcia studziennego powyżej 10 000 m<sup>3</sup>/d,
- przewodności hydraulicznej warstwy wodonośnej wyższej od 10 m<sup>2</sup>/h,
- woda w zbiorniku odpowiada I klasie jakości.

W 1991 roku E. Pruszkowska przedstawiła *Ekspertyzę hydrogeologiczną zasobów wód podziemnych rejonu Słupsk-Rowy* (1991b). W 1998 roku zakończono prace nad mapą hydrogeologiczną arkusz nr 21 Słupsk, w skali 1:50 000, część wschodnia (Zaleska i in. 1998). Na mapie hydrogeologicznej w skali 1:50 000, arkusz nr 20 Wrześnica, przedstawiono obszary położone na zachód od Słupska (Hoc, Fuszara 1998). Na mapach tych zamieszczono informacje o warunkach hydrogeologicznych głównego poziomu wodonośnego oraz jego zasobności, dynamice i jakości. Mapy mają służyć administracji regionalnej i samorządom terytorialnym w podejmowaniu decyzji dotyczących zwykłych wód podziemnych na potrzeby planowania przestrzennego i prowadzenia badań hydrogeologicznych.



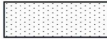
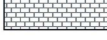


## **Piętra wodonośne na tle budowy geologicznej**

Najstarsza część zabudowy Słupska położona jest w dolinie Słupi na rzędnej wysokości 18-25 m n.p.m. Miasto rozbudowane zostało na wschód i zachód, na obszarze wysoczyznowym o wysokości 30-65 m n.p.m. Dotychczasowe prace nad mapą geologiczną w skali 1:200 000 ark. Słupsk (Mojski i in. 1978), arkusz Koszalin (Butrymowicz, Maksiak, Uniejewska 1974), szczegółowe badania nad morfogenezą doliny Słupi, jakie przeprowadzili J.E. Mojski, A. Orłowski (1978), A. Orłowski (1982) oraz prace badawcze nad sporządzeniem szczegółowej mapy geologicznej Polski ark. Słupsk, w skali 1:50 000, pod redakcją W. Florka (1994) wykazały, że współczesna dolina Słupi jest założona na dolinie kopalnej i ma charakter formy przetrwania (ryc. 2). Południkowy przebieg współczesnej doliny i kopalnego obniżenia wypełnionego osadami plejstocenu o miąższości 150 m ma duży wpływ na dynamikę i kierunek głównego i lokalnego spływu wód podziemnych.

Główny spływ wód w piętrze trzeciorzędowym i plejstoceniowym odbywa się w kierunku północnym i północno-zachodnim. Powierzchnia piezometryczna obniża się w kierunku Bałtyku (*Mapa...* 1990). Uwarunkowane jest to ogólnym nachyleniem powierzchni osadów trzeciorzędowych ze skałami porowatymi, przepuszczalnymi i półprzepuszczalnymi, nachyleniem ku północy warstw osadów plejstoceniowych i południkowym przebiegiem form kopalnych. Osady trzeciorzędowe podścielone są osadami kamponu należącymi do okresu górnej kredy, które reprezento-



Objaśnienia:

-  osady holocenu – mulki, piaski, materia organiczna
-  osady plejstoceńskie – gliny, ropy, piaski, żwiry
-  osady trzeciorzędowe – piaski kwarcowe z wędłem brunatnym, ropy i mulki
-  osady górnej kredy – wapnienie, margle piaszczyste
-  kierunki więzi hydraulicznej
-  kierunek przenikania wód zasolonych – ascencja

Ryc. 2. Uproszczony przekrój geologiczny przez dolinę Słupia w Słupsku (Orłowski 1989a, Pruszkowska 1991a)

Fig. 2. Simplified geological cross-section of the valley Słupia in Słupsk (Orłowski 1989a, Pruszkowska 1991a)

wane są przez margle szare, ilaste lub piaszczyste. W Słupsku i na terenach przyległych strop osadów kredy utrzymuje się na wysokości 110-140 m p.p.m. Osady kredy mają zróżnicowany stopień porowatości i w większości charakter skał nieprzepuszczalnych. Lite osady kredy zawierają szczeliny, które powstały w wyniku ruchów skorupy ziemskiej, procesów kompaktacji i zróżnicowanych cyklotemów sedymentacji skał węglanowych (Bażyński i in. 1984, Dadlez 1989, Orłowski 2005,

2008). Te szczeliny warunkują wodoprzepuszczalność<sup>2</sup>. Piętro wodonośne kredy wykazuje mineralizację niemal w całym regionie północnopomorskim (Malinowski 1991). W ujęciach dla Słupska nie ma poboru wody z piętra kredowego, przede wszystkim ze względu na nadmierną mineralizację. Zasoby wód podziemnych w kat. B, trzeciorzędowego piętra wodonośnego zatwierdzono na 170 m<sup>3</sup>/h. Możliwość wykorzystania tych wód określono na 27% (Pruszkowska 1991b).

Tabela 2

Wybrane przykłady studni artezyjskich i subartezyjskich w Słupsku

Table 2

Chosen the examples of artesian and subartesian wells in Słupsk

| STUDNIE ARTEZYJSKIE           |                          |                       |                           |                   |   |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|---|
| Miejsce otworu studziennego   | Rzędna terenu (m n.p.m.) | Poziom wody           |                           |                   |   |
|                               |                          | nawiercony (m p.p.m.) | ustabilizowany (m n.p.m.) | różnica (m) (4-3) | ustabilizowany nad (+), pod (-) powierzchnią terenu (m) (2-4) |
| ul. Arciszewskiego            | 22,6                     | -53,0                 | +24,3                     | 77,3              | +1,7  |
| ul. Arciszewskiego            | 19,7                     | -78,0                 | +26,1                     | 104,1             | +6,4  |
| ul. Bohaterów Westerplatte    | 20,3                     | -30,0                 | +28,1                     | 58,1              | +7,8  |
| ul. Bohaterów Westerplatte    | 20,0                     | -85,0                 | +22,0                     | 107,0             | +2,0  |
| Browar                        | 21,0                     | -80,0                 | +25,3                     | 105,3             | +4,3  |
| Browar                        | 19,9                     | -98,0                 | +23,3                     | 121,3             | +3,4  |
| ul. Przemysłowa/Paderewskiego | 18,0                     | -90,0                 | +26,0                     | 116,0             | +8,0  |
| ul. Poznańska/Szymanowskiego  | 18,5                     | -111,0                | +20,5                     | 131,5             | +2,0  |
| STUDNIE SUBARTEZYJSKIE        |                          |                       |                           |                   |   |
| ul. Sobieskiego               | 30,3                     | -89,0                 | +25,0                     | 114,0             | -5,3  |
| Zatorze Północ                | 59,9                     | -46,0                 | +29,6                     | 75,6              | -30,3   |
| ul. Hubalczyków               | 68,4                     | -84,0                 | +23,8                     | 107,8             | -44,6   |

Źródło: Materiały Archiwum Wierceń PIG Warszawa

<sup>2</sup> Wodoprzepuszczalność (wodonośność) – zdolność do gromadzenia, przewodzenia (przepuszczania) i oddawania wody.

Główny pobór wody następuje z piętra wodonośnego plejstocenu. Osady tego piętra są bardzo zróżnicowane litologicznie. Miąższość osadów plejstoceńskich wynosi od 30-35 m na wysoczyznach w okolicy ulic Hubalczyków i Szczecińskiej (Technikum Rolnicze) do ok. 150 m przy ulicach Bałtyckiej i Poznańskiej (współczesne i kopalne dno doliny Słupi). W budowie geologicznej zaznaczają się warstwy wodoprzepuszczalne piasków i żwirów, które są podścielone lub rozdzielone warstwami nieprzepuszczalnymi glin ilastych, szarych i brązowych. W osadach plejstoceńskich odnotowuje się głównie dwie warstwy wodonośne. Przykładem są otwory studzienne przy ul. Westerplatte, które nawiercono na głębokości 30 m p.p.m. i 85 m p.p.m. (tab. 2). Na obszarach wysoczyzn osady plejstocenu zalegają na osadach trzeciorzędowych o miąższości ok. 100 m, natomiast w dnie doliny osady plejstoceńskie są podścielone osadami kredy lub przylegają do osadów trzeciorzędowych. Z tego względu zaznacza się przepuszczalność hydrauliczna (więź hydrauliczna), spowodowana różnicą ciśnienia hydrostatycznego między piętrzem wodonośnym trzeciorzędowym a plejstoceńskim (ryc. 2). Plejstoceńskie warstwy geologiczne mają zmienne ułożenie, co wynika z charakteru sedimentacji wodnolodowcowej i zaburzeń glacitektonicznych (Mojski, Orłowski 1978, Orłowski 2005, 2008).

### **Cechy fizyczne i chemiczne wód podziemnych**

Budowa geologiczna Słupska i terenów do niego przyległych stwarza możliwości występowania dużego, złożowego ciśnienia hydrostatycznego (napięte zwierciadło wód podziemnych), co sprzyja podniesieniu poziomu wód w nawierconych otworach studziennych. W studniach artezyjskich i subartezyjskich woda nie jest zanieczyszczona. Nad warstwą wodonośną znajduje się warstwa nieprzepuszczalna, pełniąca funkcję ochronną przed wpływem czynników zewnętrznych.

O właściwościach wody decydują składniki chemiczne, między innymi: chlorki ( $\text{mg/dm}^3 \text{Cl}^-$ ), żelazo ( $\text{mg/dm}^3 \text{Fe}$ ), mangan ( $\text{mg/dm}^3 \text{Mn}$ ), magnez ( $\text{mg/dm}^3 \text{Mg}$ ). Występują one w formie roztworów soli i kwasów. Rozpuszczone gazy, np. tlen, dwutlenek węgla, siarkowodór, mogą wydzielać się z chwilą zmiany warunków otoczenia. Najbardziej odczuwalny jest specyficzny zapach  $\text{H}_2\text{S}$ . Wsiąkanie wód opadowych, przenikanie w głąb, wchodzenie w reakcje ze skałami, to tylko nieliczne procesy, które rzutują na cechy chemiczne wód podziemnych. Chemiczny monitoring wód podziemnych jest prowadzony stale przez sanepid w Słupsku, a przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Słupsku obserwowana jest jedna studnia na ujęciu w Głobinie. W Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 roku (poz. 937) wprowadzono zmiany w zakresie norm dla wody do picia i potrzeb gospodarczych. Wartości te są zgodne z normami Unii Europejskiej (tab. 3).

W dotychczasowych opracowaniach hydrogeologicznych Słupska i okolic pojawienie się wód zasolonych wyjaśniane jest przede wszystkim nadmierną eksploatacją indywidualnych, głębokich ujęć, które funkcjonowały przy dużych obiektach przemysłowych (Malinowski 1991, Pruszkowska 1991 a, b, *Karty...*). Należy jednak zwrócić uwagę, że wody zasolone występują w otworach studziennych na całej długości dna kopalnej doliny w Słupsku oraz na północ i południe od miasta. Charakte-

rystyczne jest to, że wzrost jonów chlorków przekraczających normę (tj. ponad 250 mg/dm<sup>3</sup>Cl<sup>-</sup>) zauważa się szczególnie w jej wschodniej części (Rozporządzenie...), na przykład: Niewiarowo (na północny wschód od oczyszczalni ścieków) 830 mg/dm<sup>3</sup>Cl<sup>-</sup>, przy ul. Wałowej 332-mg/dm<sup>3</sup>Cl<sup>-</sup>, Park Kultury i Wypoczynku 1200 mg/dm<sup>3</sup>Cl<sup>-</sup>, Lasek Południowy – między Kobylnicą a drogą do Krępy w kilku otworach wartości wynoszą 1167, 800, 880, 744, mg/dm<sup>3</sup>Cl<sup>-</sup>. W ekspertyzie hydrogeologicznej wykonanej przez E. Pruszyńską (1991b) za wody słodkie uważa się te, które zawierają do 300 mg/dm<sup>3</sup>Cl<sup>-</sup>. Na osiedlach położonych na wysoczyźnie w nawierconych studniach zawartość jonów Cl<sup>-</sup> w wodzie mieści się w przedziale 5,0-40,0 mg/dm<sup>3</sup>Cl<sup>-</sup>. Na lewobrzeżu są to osiedla: Batorego, Niepodległości, Piastów a na prawobrzeżu Słowińskie i Westerplatte. We wszystkich czterech ujęciach wód dla miasta zawartość jonów Cl<sup>-</sup> wynosi do 40 mg/dm<sup>3</sup>. Największe wartości są w ujęciu Sobieskiego i Legionów Polskich (25-40 mg/dm<sup>3</sup>Cl<sup>-</sup>), a najmniejsze Głobino i Bohaterów Westerplatte (10-20 mg/dm<sup>3</sup>Cl<sup>-</sup>; *Dokumentacja badań...*).

Kolejnymi składnikami, które współwystępują w wodzie i odgrywają ważną rolę w metabolizmie człowieka są żelazo i mangan. W ekspertyzie hydrogeologicznej E. Pruszkowskiej (1991b) za normę przyjęto zawartość żelaza do 0,5 mg/dm<sup>3</sup>. Od 2000 roku przyjęta jest norma 0,2 mg/dm<sup>3</sup> (tab. 3). W wodach głębinowych, a więc w warunkach beztlenowych, żelazo jako dwuwartościowe występuje w postaci rozpuszczonej. Wody żelaziste mają wiele ujemnych właściwości<sup>3</sup>. W otworach studziennych i badawczych na terenie Słupska i obszarach przyległych

Tabela 3

Zmiany wybranych parametrów i norm wody do picia i potrzeb gospodarczych

Table 3

Changes of chosen the parameters and norms of waters to drinking and economy definite

| Lp. | Parametr                   | Norma* do 4.09.2000 roku   | Norma** od 4.09.2000 roku |
|-----|----------------------------|--|---------------------------|
| 1   | Chlorki mg/dm <sup>3</sup> | 300  | 250                       |
| 2   | Żelazo mg/dm <sup>3</sup>  | 0,5  | 0,2                       |
| 3   | Mangan mg/dm <sup>3</sup>  | 0,1  | 0,05                      |
| 4   | Twardość                   | bardzo miękka < 75 mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup><br>miękka 75-150 mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup><br>średnio twarda 150-300 mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup><br>twarda 300-500 mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup><br>bardzo twarda > 500 mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup> |                           |
| 5   | Odczyn (pH)                | 6,5-8,5  | 6,5-9,0                   |

Źródło: \* Polskie Normy 1971 r.; \*\* Rozporządzenie...

<sup>3</sup> Właściwości ujemne to: nieprzyjemny specyficzny zapach i smak, tworzy się zawiesina, która wypełnia rury wodociągowe i urządzenia centralnego ogrzewania, powstają żółto-brązowe zabru-

w wodzie występuje od 0,01 do 0,5 mg/dm<sup>3</sup> Fe. Odnotowane są też wartości znacznie większe, np.: Włynkowo 3,6 mg/dm<sup>3</sup> Fe, na wschód od Kobylnicy w kierunku Krępy 0,8-3,8 mg/dm<sup>3</sup> Fe, w okolicy ul. Henryka Pobożnego 1,8 mg/dm<sup>3</sup> Fe. W latach 1990-1994 wykonano badania laboratoryjne parametrów fizykochemicznych wody studni głębinowych w ujęciach komunalnych (*Dokumentacja badań...*). Stwierdzono, że woda w ujęciach dla mieszkańców miasta zawiera od śladowych ilości Fe do 0,3 mg/dm<sup>3</sup> Fe.

Mangan w wodach podziemnych występuje w postaci rozpuszczonych związków dwuwartościowych. Bardzo często towarzyszy związkowi żelaza, ale jest go zwykle dużo mniej. Przekroczone normy 0,05 mg/dm<sup>3</sup> odnotowane są w Swochowie 0,15 mg/dm<sup>3</sup>, Włynkowie 0,15 mg/dm<sup>3</sup>, Lasku Południowym na wschód od drogi do Krępy 0,2 mg/dm<sup>3</sup> i w Kobylnicy do 0,12 mg/dm<sup>3</sup>. Poprzednia norma wynosiła 0,1 mg/dm<sup>3</sup> (tab. 3). Zawartość manganu w wodzie w większości otworów studziennych wynosi od 0,00 do 0,05 mg/dm<sup>3</sup>.

Twardość wody jest wynikiem stężenia soli wapnia, magnezu i innych metali, które są zdolne do tworzenia soli na wyższym niż pierwszy stopniu utlenienia. Im większe napięcie powierzchniowe wody, tym trudniej zwilża ona powierzchnie i utrudnia mydlenie. Twarda woda ma metaliczny smak i trudniej zaspokaja pragnienie. Woda bardzo twarda zawiera >500 mg CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> i przekracza normę. Woda o mniejszej zawartości CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> jest bardziej miękka (tab. 3). Twardość wody wyrażana jest również w milivalach na litr (mval/l). Oznacza to, że 1 mval jest równy 1 miligramorównoważnikowi (0,5 milimol) jonów Ca<sup>2+</sup>, a więc 1 mval w 1 dm<sup>3</sup> wody jest równy 50 mg CaCO<sub>3</sub> /dm<sup>3</sup>. Polska norma wody bardzo twardej 500 mg CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> odpowiada wartości 10 mval/dm<sup>3</sup>. W *Dokumentacji badań...* oraz w opracowaniach E. Pruszkowskiej (1991a,b) parametry twardości wody podawane są w mval/dm<sup>3</sup>. Na terenie Słupska i obszarach przyległych twardość wody wynosi od 2,5 do 4,5 mval/dm<sup>3</sup>, co odpowiada wodzie miękkiej i średnio twardej. W czterech głównych ujęciach wody dla miasta największa twardość jest wykazywana w ujęciu Sobieskiego 6,2-8,6 mval/dm<sup>3</sup> – woda twarda. Najmniejsza twardość występuje w ujęciu na Bohaterów Westerplatte 3,0-5,1 mval/dm<sup>3</sup> – średnio twarda i miękka oraz w ujęciu Głobino 1,5-4,3 mval/dm<sup>3</sup> – miękka i średnio twarda.

Odczyn pH określa stężenie jonów wodorowych w roztworze, wskazuje, czy woda ma odczyn kwaśny, zasadowy lub obojętny. Skala pH to ilościowa skala kwasowości i zasadowości roztworów wodnych od 0 do 14. Dopuszczalna wartość pH wody do spożycia wynosi 6,5-9,5. Odczyn wody ma duże znaczenie dla organizmów żywych i przebiegu procesów biochemicznych. Niskie pH wody przyspiesza wymywanie metali ciężkich z osadów. Wody o odczynie kwaśnym mają właściwości korozyjne. W wodach zbyt kwaśnych i zbyt zasadowych zamiera życie (*Podstawa...* 2006). Odczyn wód podziemnych na całym obszarze Słupska i terenach doń przyległych ma wartość pH 7,2-7,8, tym samym spełnione są normy wody do picia i na potrzeby gospodarcze.

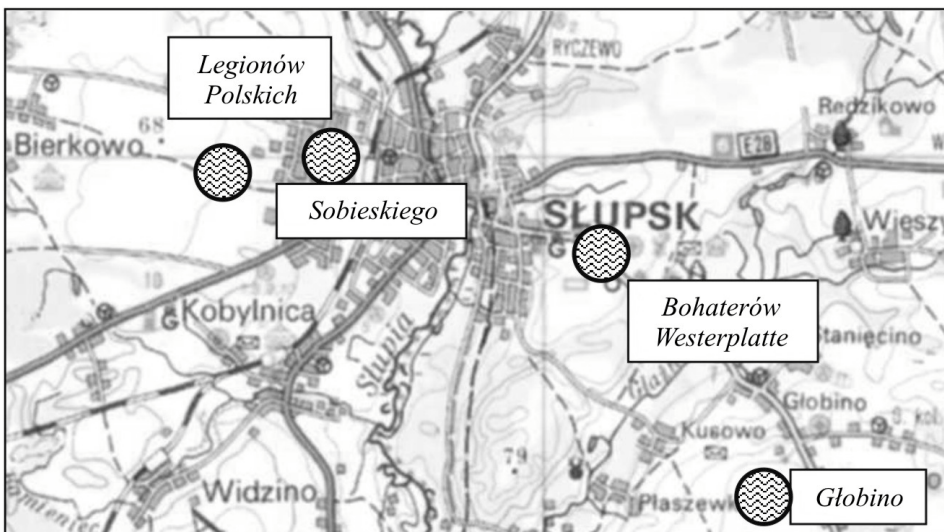
---

dzenia na urządzeniach sanitarnych, podczas prania powstają zabrudzenia na tkaninach, mają wpływ na niekorzystną jakość produktów spożywczych i na jakość wyrobów przemysłowych.

## Ujęcia wód podziemnych dla Słupska

W Słupsku jest kilka indywidualnych ujęć wody na potrzeby szpitali i obiektów przemysłowych. Niektóre z nich były włączone w system zaopatrzenia miasta w wodę, ale na ogół ze względu na małą wydajność zostały zamknięte. Obecnie funkcjonują cztery główne ujęcia wód podziemnych, które zaopatrują miasto w wodę (ryc. 3).

1. Ujęcie wody *Bohaterów Westerplatte* – największe w mieście, prace badawczo-eksploatacyjne prowadzono od 1953 roku, do eksploatacji przekazano w 1985 roku, wody są z plejstocenijskiego piętra wodonośnego, zasoby eksploatacyjne zatwierdzono na 18 720 m<sup>3</sup>/dobę.
2. Ujęcie wody *Sobieskiego* – położone jest w zachodniej części miasta, uruchomione w latach 1886-1898, wody są z plejstocenijskiego piętra wodonośnego, ujęcia i stacje pomp oraz urządzenia do uzdatniania miały wydajność 2400 m<sup>3</sup>/dobę, sporadycznie pojawia się specyficzny zapach H<sub>2</sub>S. Aktualnie zasoby eksploatacyjne zatwierdzono na 5040 m<sup>3</sup>/dobę, w najbliższych latach planuje się likwidację ujęcia, głównie ze względu na gęstą zabudowę mieszkalną w jej sąsiedztwie.
3. Ujęcie wody *Legionów Polskich* – położone jest w zachodniej części miasta w kierunku Swołowa, przekazane do eksploatacji w 1989 roku, wody są z plejstocenijskiego piętra wodonośnego, zasoby eksploatacyjne zatwierdzono na 2880 m<sup>3</sup>/dobę.
4. Ujęcie wody *Głobino* – położone jest na wschód od miasta w kierunku Dębnicy Kaszubskiej, 5 km od Słupska, wody są z plejstocenijskiego piętra wodonośnego. To podstawowe źródło zaopatrzenia Słupska w wodę (73%), zasoby eksploatacyjne zatwierdzono na 16 008 m<sup>3</sup>/dobę.



Ryc. 3. Lokalizacja ujęć wody dla Słupska

Fig. 3. The location of water intakes for Słupsk

Źródło: materiały archiwalne

## Zakończenie

Ze względu na stale zwiększające się zapotrzebowanie Słupska na wodę koniecznością było poznanie pieter wodonośnych w najbliższej okolicy. Prezentowane wyniki badań geologicznych i hydrogeologicznych pozwoliły ustalić specyficzne warunki występowania i możliwości pozyskania wody. Zróżnicowania hydrogeologiczne skutkują:

- zróżnicowaniem wodonośności piętra kredowego, trzeciorzędowego i plejstocenińskiego,
- korzystaniem z najzasobniejszego i najkorzystniejszego w parametry fizykochemiczne plejstocenińskiego piętra wodonośnego,
- występowaniem ascencji, tzn. napływu wód zasolonych, szczelinowych z piętra kredowego do przepuszczalnych osadów plejstocenijskich,
- występowaniem więzi hydraulicznej między piętrzem trzeciorzędowym a plejstocenijskim, którego osady wypełniają dolinę kopalną,
- występowaniem wód artezyjskich i subartezyjskich.

Jak podają Wodociągi Słupsk Sp. z o.o., wszystkie ujęcia wody mają zdolność produkcyjną 42 648 m<sup>3</sup> na dobę. Zapotrzebowanie miasta to średnio 18 500 m<sup>3</sup> na dobę. Słupsk jest wystarczająco zabezpieczony w wodę pitną wymaganej jakości. Monitoring wód podziemnych prowadzony przez sanepid i Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska obejmuje stałą kontrolę norm fizykochemicznych wód podziemnych przeznaczonych dla ludności. Służba hydrogeologiczna Państwowego Instytutu Geologicznego zgodnie z ustawą *Prawo wodne* z dnia 18 lipca 2001 roku (DzU nr 115, poz. 1229) zajmuje się rozpoznawaniem, bilansowaniem i ochroną wód podziemnych, co umożliwi ustalenie ich zasobów.

## Literatura

- Bażyński J., Doktor S., Graniczny M., 1984, *Mapa fotogeologiczna Polski w skali 1:1 000 000*, Warszawa
- Bülow K.v., 1930, *Erdgeschichte und Landschaftsgestaltung im Kreis Stolp in Pommern. Eine geologische Heimatkunde*, Stolp (Pom)
- Butrymowicz N., Maksiak S., Umiejewski M., 1974, *Mapa geologiczna Polski 1:200 000*, arkusz Koszalin, wyd. A, B
- Dadlez R., 1989, *Zarys tektoniki wglębnej podłoża południowego Bałtyku i terenów otaczających*, *Studia i Materiały Oceanologiczne* 56, s. 33-38
- Dokumentacja badań laboratoryjnych parametrów fizykochemicznych wody wybranych studni głębinowych na ujęciach komunalnych w latach 1990-1994*, Wodociągi Słupsk
- Dokumentacja hydrogeologiczna Głównego Zbiornika Wód Podziemnych „Bytów” (GZWP nr 117)*, 2002, ARCADIS Ekokonrem sp. z o.o. we Wrocławiu
- Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Stupi i Orzechowej*, 2002, ARCADIS Ekokonrem Sp. z o.o. we Wrocławiu
- Dokumentacja hydrogeologiczna zbiornika wód podziemnych „Dolina Kopalna Machowino” (dawny GZWP nr 106)*, 2002, ARCADIS Ekokonrem sp. z o.o. we Wrocławiu
- Dokumentacja hydrogeologiczna zbiornika wód podziemnych Słupsk (dawny GZWP nr 105)*, 2002, ARCADIS Ekokonrem sp. z o.o. we Wrocławiu

- Florek W., *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000*, ark. Słupsk  
*Historia Słupska*, 1981, red. S. Gierszewski, Poznań
- Hoc R., Fuszara P., 1998, *Mapa hydrogeologiczna, arkusz Wrześnica 1:50 000*, Warszawa  
*Karty dokumentacyjne otworów studziennych*, Sekcja A, Urząd Wojewódzki w Słupsku  
*Karty dokumentacyjne otworów studziennych*, Sekcja B, Urząd Wojewódzki w Słupsku
- Kiliński Z., 1994, *Operat wodnoprawny na pobór wód podziemnych i eksploatację urządzeń wodnych dla miasta Słupska*, Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie, Zakład w Gdańsku
- Kleczkowski A.S., 1990, *Objaśnienia Mapy Obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000*, Kraków
- Malinowski J., 1991, *Hydrogeologia*. W: *Budowa geologiczna Polski*, t. 7, Hydrogeologia, Warszawa
- Mapa Obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000*, 1990, red. A.S. Kleczkowski, Kraków
- Materiały archiwalne i działalności współczesnej wodociągów w Słupsku Sp. z o.o., Słupsk, ul. Elizy Orzeszkowej 1
- Mojski J.E., Orłowski A., 1978, *Plejstoceńska forma rynnowa okolic Słupska*, *Kwartalnik Geologiczny* 20, 1, s. 171-179
- Mojski J.E., Pazdro Z., Sylwestrzak J., 1978, *Mapa geologiczna Polski 1:200 000*, arkusz Słupsk, wyd. A, B
- Orłowski A., 1989a, *Budowa geologiczna zlewni i doliny Słupi*, *Zeszyty Naukowe AG-H, Geologia* 15, 1-2, s. 34-47
- Orłowski A., 1989b, *Morfologia doliny Słupi na tle przylegających do niej obszarów*, *Zeszyty Naukowe AG-H, Geologia* 15, 1-2, s. 48-61
- Orłowski A., 1982, *Litostratygrafia i paleogeomorfologia doliny Słupi*, praca doktorska – maszynopis w Katedrze Geografii Fizycznej Uniwersytetu Gdańskiego
- Orłowski A., 2005, *Kredowe i trzeciorzędowe podłoże osadów plejstocenijskich między Wieprzą a dolną Lebą*. W: *Geologia i geomorfologia Pobrzeża i Południowego Bałtyku* 6, red. W. Florek, Słupsk, s. 323-336
- Orłowski A., 2008, *Poligeniczne obniżenia podczwartorzędowe i porwaki w osadach plejstocenijskich między Wieprzą a Łupawą*, *Landform Analysis* 7, s. 119-129
- Pagel K.H., 1989, *Der Landkreis Stolp in Pommern*, Lübeck
- Podstawy hydrogeologii stosowanej*, 2006, red. A. Macioszczyk, Warszawa
- Polskie Normy-C-04554-01, 1971, *Badania twardości*. Postanowienia ogólne i zakres normy
- Pruszkowska E., 1986, *Mapa hydrogeologiczna Polski 1:200 000, Słupsk*, Warszawa
- Pruszkowska E., 1991a, *Dokumentacja. Zasoby wód podziemnych z utworów trzeciorzędowych i czwartorzędowych w rejonie Słupsk-Rowy*, Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie, Zakład w Gdańsku
- Pruszkowska E., 1991b, *Ekspertyza hydrogeologiczna zasobów podziemnych rejonu Słupsk-Rowy. Rozdysonowanie i ochrona zatwierdzonych regionalnie zasobów wód podziemnych w kat. „B” miasto Słupsk*, t. A, Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie, Zakład w Gdańsku
- Rocznik Statystyczny 1976, 2001, Warszawa
- Rosiak A., 2002, *Słupsk: Sternbrauerei Stolp*, nr 4
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 r. (poz. 937), *Wymagania dla wody do picia i potrzeb gospodarczych*
- Rusiłowicz R., Lidzbarski M, 1987, *Mapa hydrogeologiczna 1:200 000, Koszalin*, Warszawa
- Schuppius R., 1930, *Stolpe von 1600-1650. Friedensarbeit und Kriegsnoté einer pommer-schen Stadt*, *Beiträge zur Heimatkunde Heinterpommerns* 5, Stolp

Szalewska E., 2002, *Słupsk. Podstawy kształtowania ładu przestrzennego*, Słupsku  
Zaleska M., Zieliński W., Kratiuk S., 1998, *Mapa hydrogeologiczna, arkusz Słupsk 1:50 000*,  
Warszawa  
Zaremba P., Orlińska H., 1965, *Urbanistyczny rozwój Szczecina*, Poznań

### **Summary**

In article is study history of hydrogeology in Słupsku and in the neighbourhood. Water-bearing storeys of the deposits Cretaceous, Tertiary and Quaternary were described. Attention was turned on the waters artesian and subartesian and movements salty of waters in plumb-line. The chemical constitution of waters was characterized. Main underground reservoirs of waters on terrain of city and nearby was described. The opinions of protection of underground waters were executed.