

**Aleksandra Lewkiewicz-Małysa\*, Jan Macuda\***

## **MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA NIEWYKORZYSTANYCH UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH W REJONIE KRYNICY\*\***

### **1. WSTĘP**

Rejon Krynicy jest dość specyficzny pod względem warunków hydrogeologicznych. Występujące tu wody podziemne o podwyższonej mineralizacji, mineralne wody lecznicze, szczególnie szczawy, oraz wody zwykłe są ściśle związane z budową geologiczną starszych i głębiej zalegających utworów. Czwartorzędowe utwory powierzchniowe charakteryzują się małą miąższością, są przeważnie zailone i zajmują nieduże obszary. Z tego powodu magazynują tylko niewielkie ilości wody, głównie w nadrzecznych żwirowiskach lub pod większymi osuwiskami.

Formacją silnie wodonośną są przede wszystkim gruboławicowe, porowate i spękane piaskowce magurskie oraz piaskowce krynickie. Źródła zlokalizowane w ich obrębie charakteryzują się stosunkowo dużymi wydajnościami w porównaniu ze źródłami wypływającymi z innych otworów i zostały ujęte głównie dla celów komunalnych. Źródła o niezbyt dużych wydajnościach nie są wykorzystane gospodarczo i mogą służyć jako lokalne ujęcia, awaryjne oraz na cele turystyczne. Czynnikiem decydującym o kierunku zagospodarowania takich źródeł są ich wydajności oraz składy fizykochemiczne ujmowanych wód.

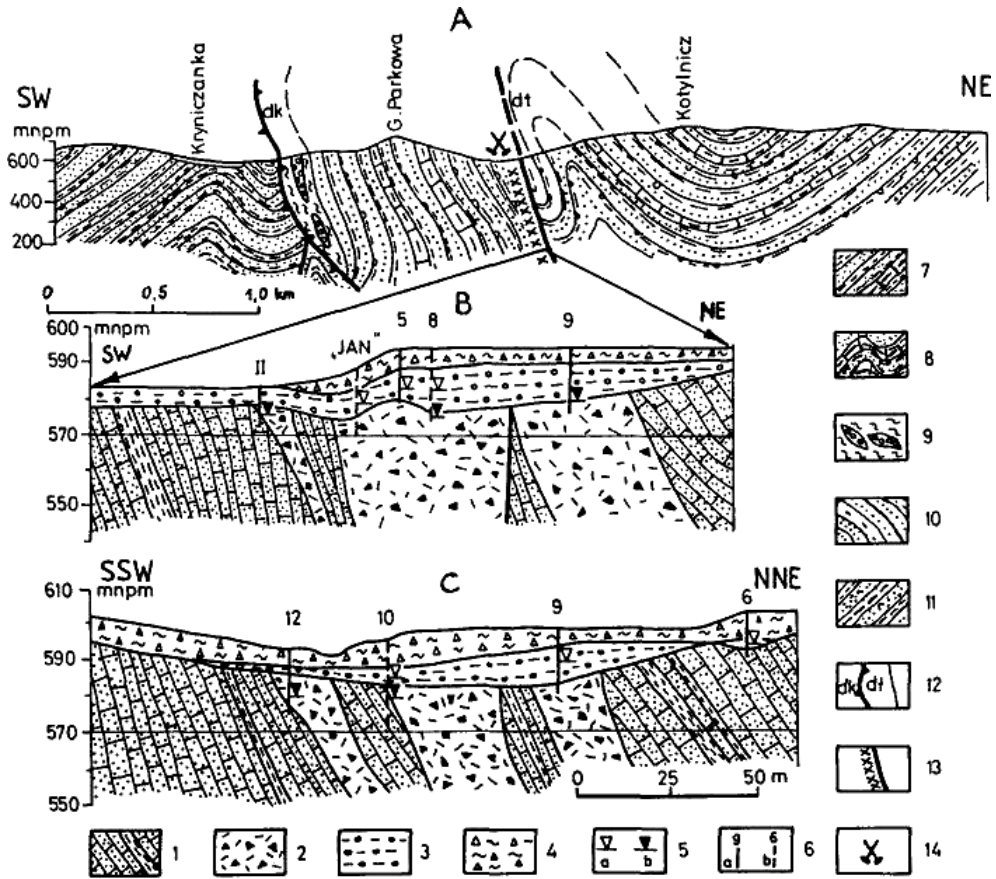
### **2. BUDOWA GEOLOGICZNA REJONU KRYNICY**

W budowie geologicznej rejonu Krynicy biorą udział utwory fliszu karpackiego oraz czwartorzędowe utwory powierzchniowe, które tworzą nieciągłą pokrywę o zmiennej miąższości [6]. Utwory fliszowe należą do płaszczowiny magurskiej budującej Gorce, Beskid Sądecki i część beskidu Niskiego. Z literatury [1, 3] wynika, że w rejonie Krynicy utwory fliszu karpackiego reprezentowane są przez pstrę łupki eoceńskie, warstwy beloweskie oraz piaskowce magurskie (rys. 1).

---

\* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

\*\* Praca wykonana w ramach badań statutowych



**Rys. 1.** Strefy brekcji tektonicznej przy dyslokacji tylickiej (rejon źródła Jan) na tle regionalnego przekroju przez Krynicy [1]: 1 – piaskowce warstwy łąckiej, 2 – brekcja tektoniczna piaskowców warstw łąckich, niekiedy margli („łąckich”), 3 – osady tarasu – piaski z fragmentami ostrokrawędzistych skał fliszowych, 4 – gliniasto-piaszczysta zwierzelina stokowa, 5 – nawiercone poziomy wodonośne (a – wody zwykłe, b – szczawy), 6a – otwory leżące na linii przekroju, 6b – otwory rzutowane, 7–9 – strefa sądecka (bystrzycka): 7 – warstwy beloweskie z marglami łąckimi, 8 – warstwy łąckie, 9 – łupki czerwone z Hanuszowa (Mniszka) z wkładkami piaskowców (eocen środkowy), 10–11 – strefa krynicka: 10 – warstwy z Zarzeczca, 11 – ogniwo piaskowców krynickich, 12 – dyslokacja (dk – dyslokacja krynicka, dt – dyslokacja tylicka), 13 – strefa brekcji w obrębie dyslokacji tylickiej, 14 – lokalizacja przestrzenna kamieniołomu przy ul. Pułaskiego w Krynicy (odwrócone warstwy łąckie)

**Pstre łupki** są najstarszymi znanymi tu utworami i występują na powierzchni w postaci dwóch wąskich smug, ciągnących się z północnego zachodu na południowy wschód, tj. od źródeł potoku na południowo-wschodnich stokach Góry Krzyżowej poprzez teren Zdrowiu, i dalej przez trzy odwierty Zuber usytuowane na południowo-zachodnich stokach Góry Parkowej. Smugi te są przedzielone przez piaskowce glaukonityczne średnio- i gruboławicowe, szarozielone z zielonymi łupkami. Ich miąższość jest zmienna i wynosi od 30 do 60 m. Pstre łupki z Krynicy stanowią najprawdopodobniej górną część pstrych łupków eoceńskich.

**Warstwy beloweskie** stanowią duży kompleks piaskowcowo-łupkowy, rozdzielony piaskowcem krynickim o charakterze zlepieńca. Warstwy te ciągną się dwoma szerokimi, równoległymi pasami z południowego wschodu na północny zachód. Jeden z nich, południowo-zachodni biegnie przez Krynicy, drugi – północno-wschodni przez wieś Mochnaczkę. Wykształcenie warstw beloweskich w obu pasach jest różne, co pozwoliło między innymi wydzielić w tym rejonie dwie odrębne strefy facjalne:

- 1) krynicką na południowym zachodzie,
- 2) sądecką na północnym wschodzie.

W strefie facjalnej krynickiej wydzielono:

- warstwy beloweskie dolne,
- piaskowce i zlepieńce krynickie,
- warstwy beloweskie górne.

Warstwy beloweskie dolne w okolicy Krynicy są silnie pofałdowane i znajdują się zazwyczaj w kontakcie tektonicznym z pstryimi łupkami. W przybliżeniu ocenia się ich miąższość na około 400 m. Stanowią one zespół łupkowo-piaskowcowy, w którym oba typy skalne znajdują się mniej więcej w równowadze. Piaskowce te wykształcone są jako drobnoziarniste i dość twarde, przeważnie cienkoławicowe, a ławice grubsze niż 0,5 m należą do rzadkości.

Piaskowce krynickie stanowią zespół gruboławicowych piaskowców gruboziarnistych z wkładkami zlepieńców. Wykazują one dużą zmienność miąższości. Rozpadają się na szereg oddzielnych ławic lub łączą w jeden czy dwa wielkie kompleksy. W Krynicy występują one na prawym zboczu poniżej deptaka i ciągną się aż do Krynicy Wsi. Najlepiej rozwinięte są w dolinie Szczawniczych Potoków, gdzie tworzą dwa kompleksy po 60 i 150 m (górnym), z wkładkami zlepieńców.

Warstwy beloweskie górne nie różnią się w istotnym stopniu od dolnych, jednakże w niektórych miejscach zawierają wkładki gruboławicowych piaskowców, mniej lub więcej zbliżonych do magurskich. Zgodnie z dotychczas ustalonym podziałem stratygraficznym utworów występujących na terenie Krynicy i okolic wszystkie dotychczas omówione wchodzi w skład strefy krynickiej [1]. Utwory zaliczone do drugiej strefy tzw. strefy sądeckiej pojawiają się dopiero na terenie Mochnaczki, gdzie wykazują odmienne wykształcenie. Występują tam pstrye łupki i warstwy beloweskie. Te ostatnie nie mają wyraźnego wkładu piaskowców krynickich, natomiast w górnej części występują wkłady piaskowców gruboławicowych, ale zazwyczaj drobno- oraz średnioziarnistych i stopniowo przechodzą w warstwy podmagurskie i piaskowce magurskie.

**Piaskowce magurskie** stanowią najmłodsze ogniwo płaszczowiny magurskiej i reprezentowane są przez kilkusetmetrowej miąższości kompleks o przewadze gruboławicowych piaskowców. Jako skały najbardziej odporne na tym terenie, budują one wszystkie większe wzniesienia. Występują zazwyczaj w ławicach o miąższości 0,5÷2 m. rzadko grubszej, tworząc wówczas progi i grzbiety skalne.

**Utwory czwartorzędowe**, pokrywające skały starsze, reprezentowane są przez zwietrzliny i rumosze miejscowe oraz żwiry i materiał tarasów dolin rzecznych. Zwietrzliny i rumosze miejscowe pokrywają powierzchnię terenu warstwą o bardzo zmiennej grubości, na ogół jednak niewiele przekraczającą 0,5 m i tylko miejscami sięgającą kilka metrów.

Na wierzchołkach wzgórz, na grzbietach i stromych zboczach warstwa ta znacznie maleje i skały lite często przebijają spod gleby. Na podłożu warstw belowskich i pstrych łupków zwietrzelina jest ilasta i usiana drobnymi, ostrokrawędzistymi okruchami piaskowców.

### 3. GENEZA WÓD I ICH ZWIĄZEK Z BUDOWĄ GEOLOGICZNĄ

Występowanie szczaw w znacznym stopniu uzależnione jest od lokalnej budowy geologicznej [1, 3, 5, 6]. Źródła w rejonie Krynicy występują głównie w wypiętrzonych strefach starszych utworów. Sporadycznie napotyka się je również w obrębie występowania mocno spękanych piaskowców magurskich. Największą koncentrację miejsc występowania szczaw stwierdzono w strefie wypiętrzenia krynickiego, tj. między Krynica a Tyliczem. Wydajność źródeł występujących w omawianym obszarze zależy od budowy geologicznej. Spośród źródeł największym wydatkiem charakteryzuje się Zródł Główny, który leży w dyslokacji krynickiej. Pozostałe źródła występujące w tym terenie znajdują się w strefach spękań.

Wszystkie szczawy „płytkie”, a więc ujęte źródła powstają przez nasycenie wód atmosferycznych dwutlenkiem węgla wędrującym z dołu. Dowodzi tego ogromna zmienność nasycenia dwutlenkiem węgla oraz zmienność składu chemicznego wody przy stałej obecności kationów wapnia, magnezu, żelaza. Stała obecność w wodach krynickich wapnia, magnezu i żelaza wynika ze składu chemicznego występujących tu utworów fliszowych [1, 5, 6].

### 4. ŹRÓDŁA

Warunki hydrogeologiczne Krynicy są ściśle związane z budową geologiczną głębszych utworów. Czwartorzędowe utwory powierzchniowe mają małą miąższość, są przeważnie mniej lub więcej ilaste i zajmują nieduże obszary, wskutek czego mogą magazynować tylko niewielkie ilości wody, głównie w nadrzecznych żwirowiskach lub pod większymi osuwiskami. Formacją silnie wodochłonną są przede wszystkim gruboławicowe, porowate i spękane, a więc szczelinowate piaskowce magurskie oraz piaskowce krynickie. Kompleksem mało przepuszczalnym są warstwy belowskie i pstry łupki ze względu na duży udział łupków ilastych oraz zbitych i mało porowatych piaskowców. W wyniku tego na granicy piaskowców magurskich i warstw belowskich pojawiają się zazwyczaj mniejsze lub większe źródelka, których wydajność zależy od lokalnych warunków geologicznych. Również w samej serii piaskowców magurskich, zwłaszcza w części dolnej, istnieją wkładki łupków, które dzielą je niekiedy na parę poziomów wodonośnych. Jeśli wychodnie tych warstw biegną na dłuższej przestrzeni, wówczas źródła mogą przy odpowiedniej konfiguracji terenu uszeregować się w jeden ciąg. Znaczna część źródeł „wód słodkich” ma charakter źródeł szczelinowo-warstwowych i przelewowych.

Najbardziej zasobne w wodę jest pasmo piaskowców magurskich strefy sądeckiej, obejmujące grzbiety Szalonego – Góry Parkowej oraz Huzarów – Kotylicy – Hawrylakówki – Kopciowej [1, 6]. Rozcięte całą siecią potoków oddają one wodę w szeregu mniej lub

więcej obfitych źródeł. Stosunkowo duże wydatki źródeł wynikają m.in. ze stromego ustawienia warstw, ich spękania oraz głębokiego przeładowania. Warunki te powodują, przy niedużej powierzchni zlewni, łatwiejszą infiltrację i zwiększenie objętości skał magazynujących wodę. Jednak ogólne ilości wody nie są zbyt duże, jak na potrzeby Krynicy i przy ujęciu niemal wszystkich źródeł tej strefy w okresie posuchy i szczytu maksymalnego sezonu uzdrowisko cierpi na niedostatek wody.

Pomijając rejon Jaworzyny, w strefie krynickiej piaskowce magurskie występują również w grzbiecie Góry Krzyżowej i poprzez dolinę Czarnego Potoku rozciągają się na południe, tworząc grzbiet Palenicy. Obszar ten jest stosunkowo niewielki i cechuje się łagodniejszym, a nieraz zupełnie płaskim ułożeniem warstw. Są one w tym rejonie mniej spękaną i trudniej chłoną wody opadowe. Źródła o większej wydajności znajdują tu się jedynie w dolinie Czarnego Potoku. Źródło na południowym stoku Góry Krzyżowej występuje na granicy piaskowców magurskich i podścielających je warstw belowskich, natomiast drugie znajduje się na uskoku słotwińskim, obcinającym od zachodu piaskowce magurskie Góry Krzyżowej.

Piaskowce krynickie tworzą na terenie samego Zdroju zbyt cienkie wkładki wśród warstw belowskich, aby mogły odegrać większą rolę w akumulacji wody. Na terenie Krynicy Wsi, gdzie znacznie wzrasta ich miąższość, rośnie ich znaczenie jako serii wodonośnej.

W samych warstwach belowskich występowanie źródeł wód „słodkich” należy do rzadkości. Jedynie na zboczu Góry Drabiakowskiej wytryska parę źródeł, ale o stosunkowo małej wydajności. Są to prawdopodobnie płytkie wody [6], które na tym niezbyt stromym stoku przenikają przez zwietrzałe, pokruszone warstwy belowskie i spiętrzone na płasko leżącej wkładce łupkowej, wypływają paroma rynienkami na powierzchnię terenu.

## 5. WYKORZYSTANIE NIEZAGOSPODAROWANYCH ŹRÓDEŁ

Występujące w płaszczowinie magurskiej wody mineralne są surowcem, który jest lub może być wykorzystany w lecznictwie uzdrowiskowym, do produkcji wód stołowych i leczniczych oraz do zaopatrzenia ludności w wodę pitną [1]. W obrębie płaszczowiny magurskiej funkcjonuje obecnie osiem uzdrowisk, z których dwa znajdują się w zewnętrznej strefie hydrochemicznej (Rabka i Wapienne), dwa w strefie przejściowej (Szczawnica i Wysowa), a pozostałe cztery w strefie centralnej (Piwniczna, Żegiestów Zdrój, Muszyna i Krynica) [1]. Uzdrowiska zlokalizowane w centralnej strefie hydrochemicznej bazują na szczawach typu:  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-Na,Fe}$ ;  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ ;  $\text{HCO}_3\text{-Mg}$ ;  $\text{HCO}_3\text{-Mg-Ca,Fe}$  oraz  $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca,Fe}$ .

Niezależnie od wykorzystywanych w Uzdrowisku Krynica leczniczych wód mineralnych, w obrębie płaszczowiny magurskiej istnieją udokumentowane zasoby wód mineralnych i leczniczych, które do tej pory nie zostały zagospodarowane. W artykule przeanalizowano 11 źródeł, których charakterystykę fizykochemiczną oraz możliwości ich zagospodarowania przedstawiono w tabeli 1 [2, 4].

**Tabela 1**

Charakterystyka fizykochemiczna oraz możliwości wykorzystania niezagospodarowanych źródeł w rejonie Krynicy

Lp.	Nazwa źródła	Typ wody	Temp. wody [°C]	Mieral. ogólna	Parametry fizykochemiczne wody [mg/dm <sup>3</sup> ]								Propozycje zagospodarowania wody		
					CO <sub>2</sub>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
1	Źródło 16B	0,19% szczawa HCO <sub>3</sub> -Ca	9,7	1867	2292	11,31	352,90	49,01	6,88	0,77	0,170	2,60	2,59	1408	udostępnienie turystom
2	Miłoś	0,18% szczawa HCO <sub>3</sub> -Ca-Fe	6,9	1768	2200	5,47	378,76	30,25	11,29	1,69	0,190	7,09	22,46	1283	udostępnienie turystom
3	Źródło Słowiański II	0,50% szczawa HCO <sub>3</sub> -Na	9,4	4986	1320	903,0	176,35	131,33	6,23	0,25	0,157	14,18	0,64	3661	lokalne zaopatrzenie w wodę pitną
4	Źródło poniżej Ławki	0,23% szczawa HCO <sub>3</sub> -Ca-Fe	9,4	2257	2320	15,29	432,86	51,07	33,23	1,42	0,165	8,86	4,37	1678	lokalne zaopatrzenie w wodę pitną
5	Źródło poniżej ogródków	0,16% szczawa HCO <sub>3</sub> -Ca	8,3	1599	1760	28,54	304,61	34,05	9,83	0,86	0,123	12,41	5,38	1175	lokalne zaopatrzenie w wodę pitną
6	Źródło w drewnianej obudowie	0,25% szczawa HCO <sub>3</sub> -Ca	7,7	2489	2560	29,82	488,98	54,72	6,82	0,78	0,165	3,55	6,01	1861	lokalne zaopatrzenie w wodę pitną
7	Źródło w brzegu Czarnego Potoku	0,12% szczawa HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	5,2	1246	1100	6,14	234,47	40,13	3,80	0,53	0,188	7,09	13,58	903	lokalne zaopatrzenie w wodę pitną
8	Źródło naprzeciw os. Czarny Potok	0,05% szczawa HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	5,6	510	1890	7,75	88,18	19,46	3,93	0,23	0,010	3,55	40,97	330	lokalne zaopatrzenie w wodę pitną
9	Źródło Pod Szalone	0,13% szczawa HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg-Fe	9,9	1258	1930	7,30	208,42	43,78	28,88	1,86	0,178	10,64	6,72	900	udostępnienie turystom
10	Źródło nad Wyżnim Koncem	0,02% woda HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	7,8	196	-	2,05	36,07	7,30	0,20	0,02	0,025	3,55	14,54	122	lokalne zaopatrzenie w wodę pitną
11	Źródło koczowniczej ścieżki	0,03% woda HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	6,6	309	-	4,19	50,10	14,59	1,36	0,05	0,065	3,55	23,91	189	udostępnienie turystom

## 6. PODSUMOWANIE

Wody Krynicy i najbliższych okolic są to w przeważającej części szczawy, których obszar występowania jest związany z budową głębszego podłoża i wykazuje dużą niezależność od przebiegu strukturalnego. Pochodzenie ich jest różne. Wody źródlane są zwykłymi wodami atmosferycznymi, których chemizm uległ zmianie przez nasycenie dwutlenkiem węgla i reakcję z otaczającymi skałami. Wody głębokie w omawianym rejonie są wodami reliktowymi, wykazującymi duże podobieństwo chemiczne do karpackich solanek naftowych i należy je uważać za nieco zmodyfikowane wody złożowe. Zasoby wód płytkich są odnawialne i podobnie jak wszystkie wody gruntowe, w przypadku zakłócenia reżimu hydrologicznego podlegają zmianom zarówno pod względem wydajności, jak i chemizmu. Wody mineralne z obszaru Krynicy w 50% wykorzystywane są do kuracji pitnej, a około 40% przeznaczonych jest do kuracji kąpielowych. Niezależnie od wykorzystywanych w Uzdrowisku Krynica leczniczych wód mineralnych w obrębie płaszczowiny magurskiej istnieją udokumentowane zasoby wód mineralnych i leczniczych, które do tej pory nie zostały zagospodarowane. Najczęściej są to źródła, które ze względu na swoją wydajność, położenie i wysoką jakość wody mogą być wykorzystane jako ujęcia wód pitnych. Źródła o większej wydajności i zlokalizowane w rejonie zabudowań mieszkalnych mogą służyć do zaopatrzenia ludności w wodę pitną, natomiast położone w rejonie szlaków turystycznych, po odpowiednim zagospodarowaniu, udostępnione dla turystów.

## LITERATURA

- [1] Chrzastowski J., Węclawik S.: *Surowce balneologiczne z obszaru płaszczowiny magurskiej*. Przegląd Geologiczny, nr 7, 1992
- [2] *Dokumentacja Uzdrowskiego Zakładu Górniczego w Krynicy – wyniki pomiarów*. 2006
- [3] Kulikowska J., Madeyski A., Pilich A.: *Ujęcia wód mineralnych słabozmineralizowanych w Polsce*. Warszawa, 1992
- [4] Łaciał S., Lewkiewicz-Małysa A., Roszczynialska K.: *Badanie chemizmu i ocena jakości wód podziemnych rejonu Krynicy*. Kraków, AGH 1999 (praca niepublikowana)
- [5] Pazdro Z.: *Hydrogeologia ogólna*. Warszawa, Wydawnictwa Geologiczne 1983
- [6] Świdziński H.: *Geologia i wody mineralne Krynicy*. Warszawa, Wydawnictwa Geologiczne 1972