

## Zastosowanie analizy czynnikowej w badaniach hydrochemicznych wybranych zlewni sudeckich

Magdalena Modelska\*, Sebastian Buczyński\*

Badania i analizy fizykochemiczne wód podziemnych i powierzchniowych przeprowadzono w latach 2002–2003 w dwóch zlewniach górskich zbudowanych ze skał krystalicznych w Sudetach (zlewni Kamienicy — Masyw Śnieżnika i zlewni Małej Bystrzycy — Góry Bystrzyckie). Statystyczną analizę czynnikową (metoda składowych głównych) uzyskanych wyników przeprowadzono w celu zidentyfikowania procesów wpływających na zaobserwowane zróżnicowanie parametrów fizykochemicznych w badanych wodach.

Analizie czynnikowej poddano dwanaście standaryzowanych parametrów fizykochemicznych wód: tj. przewodnictwo elektryczne właściwe, odczyn pH, twardość ogólną, stężenia jonów:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  oraz  $\text{SiO}_2$ . W wyniku obliczeń otrzymano 3 składowe „wyczerpujące” 76% zmienności analizowanej populacji w zlewni Kamienicy i 77% w zlewni Małej Bystrzycy.

Analiza wykazała, że jedna z uzyskanych składowych (czynnik 3) można identyfikować z wpływem wód opadowych. Wartości ładunków czynnikowych wskazywały na związek tego czynnika z jonami  $\text{Cl}^-$  i  $\text{NO}_3^-$  w obu badanych zlewniach. Ładunek tych jonów prawdopodobnie w całości pochodził z antropogenicznie zmienionych opadów i miał ok. 10% udział w kształtowaniu chemizmu wód.

Uzyskane pozostałe dwie składowe powiązane ze środowiskiem skalnym oraz systemami przepływu wód pod-

ziemnych. Na podstawie uzyskanej macierzy ładunków przyjęto, że czynniki geologiczne odpowiadały, za 68–69 % zmienności fizykochemicznej wód w badanych zlewniach. Czynniki 1 zidentyfikowano jako składową reprezentującą strefę spękanej skały oraz uskoków wgłębnych (przejściowy system przepływu). Procesy zachodzące w tej strefie powodowały największy wzrost wartości mineralizacji ogólnej badanych wód, odczynu pH oraz jonów  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{Na}^+$ , które pochodzą z procesów wietrzenia glinokrzemianów budujących środowisko przepływu. Czynniki 2 zidentyfikowano jako składową reprezentującą strefę glin stokowych oraz górną część strefy rumoszowej (lokalny system przepływu). Procesy zachodzące w tej strefie powodowały dostawę do wód podziemnych i powierzchniowych jonów  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  oraz  $\text{SiO}_2$ . Identyfikacja czynnika 2 z powyższymi składnikami wykazała na znaczącą rolę procesów biochemicznych, sorpcji i wymiany jonowej zachodzących w strefie zwietrzliny glin stokowych.

Zaobserwowano również zróżnicowanie udziału uzyskanych czynników w badanych zlewniach. Pozwoliło to ustalić, który z systemów przepływu wód dominuje w kształtowaniu chemizmu obu rejonów badawczych. W zlewni Kamienicy przeważał system przejściowy, w zlewni Małej Bystrzycy — lokalny.

Uzyskane wyniki otrzymane na drodze analizy czynnikowej zostały pozytywnie zweryfikowane modelowaniem hydrogeochemicznym (analizą specjacyjną i wskaźników nasycenia). Pozwala to uznać analizę czynnikową za metodę wiarygodną i przydatną w identyfikacji procesów zachodzących w ultraślodkich i ślodykach wodach masywów krystalicznych.

\*Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, ul. Cybulskiego 32, 50-204 Wrocław