



23. Konferencja „Intruzje Wód Słonnych” – Husum, Niemcy, 16–20.06.2014

W dniach 16–20 czerwca br. w Husum (północne Niemcy) odbyła się 23. Konferencja zatytułowana „Intruzje Wód Słonnych” (*Salt Water Intrusion Meeting – SWIM*), poświęcona zagadnieniom geogenicznego zasolenia wód podziemnych.

Problem jest rzadko opisywany w literaturze polskiej, ponieważ występuje lokalnie, głównie w strefie przybrzeżnej Bałtyku i północno-zachodniej oraz centralnej części kraju. Natomiast w wielu krajach świata, przede wszystkim sąsiadujących z basenami mórz i oceanów, zasolenie sprawia wiele trudności w pozyskiwaniu wód pitnych. Tegoroczna konferencja pozwoliła na spotkanie i wymianę doświadczeń w tym zakresie pomiędzy hydrogeologami ze wszystkich kontynentów. Na miejsce obrad wybrano miasteczko Husum na Wybrzeżu Morza Północnego, które ze względu na sąsiedztwo Morza Wattowego i Wysp Fryzyjskich posiada szczególne walory krajobrazowe i przyrodnicze. Obszar Morza Wattowego na podstawie konwencji z Ramsar został uznany za „obszar wodno-błotny mający znaczenie międzynarodowe”, a od 2009 r. znajduje się na liście światowego dziedzictwa UNESCO. Akwen ten, oznaczający się szerokimi równinami pływowymi – wattami, odsłaniającymi się w czasie odpływu morza, stwarza modelowe warunki do prowadzenia obserwacji wzajemnego oddziaływania wód słonych i słodkich.

Podczas konferencji, podzielonej na tematyczne sesje referatowo-posterowe, dominowały problemy związane z procesem intruzji wód morskich w głąb lądu. Występowanie tego zjawiska omówiono zarówno w skali lokalnej (*case study*), jak i regionalnej oraz przedstawiono jego zmienność w czasoprzestrzeni, wskazano czynniki przyrodnicze i antropogeniczne wpływające na jego rozwój oraz scharakteryzowano zmiany biologiczne zachodzące w ekosystemach wskutek zasolenia wód zwykłych. W krajach o długich wybrzeżach morskich intruzje wód słonych stwarzają wiele problemów w gospodarowaniu wodami podziemnymi, a zwłaszcza w zaopatrzeniu ludności w wodę pitną, co wraz z postępującym wzrostem liczby mieszkańców staje się coraz trudniejsze. I tak np. liczba ludności w krajach basenu Morza Śródziemnego zwiększyła się z 276 mln w 1976 r. do 466 mln w 2010 r. i przewiduje się jej dalszy wzrost do 529 mln w 2025 r. (G. Barrocu – Integrated Coastal Aquifer and Coastal Zone Management Strategies, www.swim23.com). Jedna trzecia tej populacji żyje w strefie przymorskiej, choć o różnym zagęszczeniu od 1000 os./km² w Deltcie Nilu do kilkunastu os./km² na wybrzeżu Libii. To sprawia, że w strefach silnie zurbanizowanych wzrost zapotrzebowania na wodę pitną wywołuje zjawisko „przeeksploatowania” zasobów wód zwykłych, prowadząc do wymuszenia intruzji słonych wód morskich do warstw wodonośnych. Problem ten nie ogranicza się tylko do obszarów deficytowych w odniesieniu do wody słodkiej, ale dotyczy także innych części wybrzeży morskich. Wybrzeża są bowiem ostatnim ogni-



Ryc. 1. Wybrzeże Morza Wattowego w Husum (północne Niemcy) podczas odpływu. Odsłonięte dno morza ze strukturami charakterystycznymi dla równi pływowej. Obejmuje ono strefę płyczną o powierzchni 10 000 km² przy brzegu Morza Północnego, należących do Niemiec, Holandii i Danii, objętych cyklicznym oddziaływaniem pływów wód morskich. Akwen ten znajduje się na Liście Światowego Dziedzictwa Kulturowego i Przyrodniczego Ludzkości UNESCO

wem w cyklu hydrogeologicznym wody, tu kontaktują się ze sobą wody zwykłe, brakiczne, jak i słone, a także ujścia mają rzeki niosące zanieczyszczenia z lądu. Kontrolowanie jakości wód w tych obszarach jest bardzo trudne ze względu na zmienność czynników, od których ona zależy, np. zmiany klimatu powodujące wahania poziomu mórz, subsydencję, pływy morskie i tsunami oraz postępującą urbanizację. Uczestnicy dyskusji zgodzili się, że prawidłowe rozwiązania w tej dziedzinie może przynieść jedynie współpraca instytucji zajmujących się wodami wszystkich państw basenu Morza Śródziemnego.

Spotkanie SWIM było okazją do podsumowania stanu wiedzy o procesie zasolenia wód podziemnych oraz umożliwiło przedstawienie nowych trendów i metod badawczych stosowanych w hydrogeologii.

Wiele prezentacji dotyczyło nowoczesnych metod badań wykorzystywanych do rozpoznania zasolenia wód podziemnych, wśród których dominowały metody geofizyczne i komputerowe.



Ryc. 2. Osuchy (watty) Morza Wattowego – efekt akumulacyjno-erozyjnej działalności wód morskich następującej wskutek pływów Morza Północnego

Na szczególną uwagę zasługuje tu metoda kartowania wód słonych „z powietrza” z wykorzystaniem helikopterów (*helicopter-born electromagnetic* – HEM). Pozwala ona na rozpoznanie zasięgu intruzji wód morskich w głąb lądu, miejsca ujścia słodkich wód podziemnych do akwenu morskich (*submarine freshwater outlets*) oraz zasięgu występowania osadów ilastych. Kartowanie „z powietrza” polega na równoległych lotach helikoptera co 30–40 m, z zainstalowanymi sensorami elektromagnetycznymi w 10-metrowej tubie, w której wytwarzane jest sztuczne pole magnetyczne oddziałujące na warstwy skalne. W zależności od przewodności elektrycznej skał otrzymywano wartości anomalne, pozwalające na uzyskanie informacji o cechach podłoża skalnego. Zakres stosowanych tu częstotliwości (od 387 Hz do 133 kHz) jest uwarunkowany głębokością zasięgu badań. Głębokość pozyskiwanych w ten sposób informacji wynosi od 30 m dla osadów wypełnionych słoną wodą do 150 m dla osadów piaszczystych i litych skał z wodami zwykłymi (słodkimi). Zaletą tej metody jest jej relatywnie szybka i ekonomicznie opłacalna wykonalność. Wykorzystywana jest powszechnie przez służbę geologiczną Niemiec i Danii.

Dane, otrzymywane w terenie, są zapisywane w programach komputerowych, pozwalających na odtworzenie warunków występowania wód zasolonych oraz dynamikę ich rozprzestrzeniania się zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Do tworzenia takich modeli numerycznych najczęściej wykorzystywany jest program komputerowy SEAWAT, bazujący na aplikacjach MODFLOW i MT3D

MS. Zaletą tego programu jest możliwość symulacji warunków filtracji wód o różnych gęstościach.

Zdaniem autorki komunikatu za najciekawsze prezentacje można uznać te dotyczące rozwiązań związanych z uzyskiwaniem wód zwykłych ze zbiorników zasolonych. Jedną z nich jest wykorzystywanie tzw. soczewek wód słodkich, powstających w wyniku kumulacji wód opadowych w warstwach wód zasolonych. Przykładem jest wybrzeże Holandii, gdzie soczewki te w strefie intruzji wód morskich są jedynym źródłem zaopatrzenia rolnictwa w wodę. Eksploatacja wód z „soczewek” wymaga prowadzenia szczegółowych i ciągłych obserwacji, ponieważ ich niewielkie rozmiary i występowanie blisko powierzchni ziemi powodują, że są bardzo wrażliwe na wszelkie zmiany środowiskowe, w tym także klimatyczne oraz zmiany antropogeniczne zachodzące na obszarach ich występowania.

Praktyczne zastosowanie takiej „soczewki” w zaopatrzeniu ludzi w wodę pitną zaprezentowano uczestnikom konferencji w czasie jednodniowej wycieczki na Wyspę Sylt. Odwiedzili oni miejscowy zakład wodociągów „Energie Versorgung Sylt” (EVS), który eksploatuje wodę z zasilanej opadami atmosferycznymi „soczewki” wód słodkich, otoczonej wodami słonymi (morskimi). Pobór wody jest tu limitowany odnawialnością wód z opadów atmosferycznych, którego wielkość obliczana jest za pomocą programów komputerowych, wykorzystujących m.in. dane o ilości codziennych opadów atmosferycznych, temperaturze powietrza, natężeniu przepływu wód, wahań zwierciadła wód podziemnych oraz poziomie morza.

Przeprowadzone badania przyczyniły się także do wykorzystania „soczewek” wód słodkich jako markera do odczytywania zmian klimatycznych. Hydrogeolodzy z Uniwersytetu Flinders w Adeleide – Leanne Morgan i Adrian Werner – przedstawili metody i wyniki obserwacji takich soczewek na obszarach niezagospodarowanych wysp. Ich przydatność w tym zakresie wynika z faktu, że soczewki są najbardziej wrażliwymi „częściami” systemu wodonośnego, a zachodzące w nich zmiany zazwyczaj są efektem zmian klimatycznych. Prowadzone tu obserwacje obejmowały m.in.: pomiary poziomu morza, wielkości zasilania wód w soczewkach i wahań zwierciadła wody oraz zmiany miąższości soczewek, odnoszone do powierzchni monitorowanej wyspy.

Podsumowując, należy stwierdzić, że odbywające się na przestrzeni kilku dekad spotkania SWIM, choć skoncentrowane głównie na problemie geogenicznego zasolenia wód podziemnych, przyczyniły się do rozwoju multidyscyplinarnych metod badań, stosowanych nie tylko w hydrogeologii, ale także w dziedzinach pokrewnych, jak np. do oceny trudnych do zdefiniowania zmian klimatu.

Wszystkie prezentacje przedstawione na konferencji zostały opublikowane w materiałach konferencyjnych Programme and Proceedings – SWIM 2014 – 23rd Salt Water Intrusion Meeting, June 16–20, 2014, Husum, Germany (H. Wiederhold., J. Michaelsen., K. Hinsby, B. Nommensen), dostępnych w bibliotece Oddziału Świętokrzyskiego PIG-PIB oraz na stronie internetowej www.swim23.com.

Dorota Kaczor-Kurzawa