

Monitoring wód podziemnych prowadzony przez PIG-PIB w wybranych obszarach przygranicznych Polski

Tomasz Gidziński¹, Michał Galczak¹, Ryszard Hoc¹, Rafał Warumzer¹, Małgorzata Stojek¹

Groundwater monitoring of PGI-NRI in selected border areas of Poland. *Prz. Geol.*, 72: 89–99; doi: 10.7306/2024.45

Abstract. The main goal of organizing an effective groundwater monitoring system in the border areas of Poland is to complement monitoring observations conducted in national networks of quantitative and chemical (surveillance and operational) monitoring in areas where cross-border groundwater flows occur. The activities are aimed at creating a coherent and efficient groundwater monitoring system that will allow obtaining a reliable and comprehensive assessment of the chemical and quantitative status of trans-boundary aquifers and possibly also groundwater bodies (GWB's) that are located in the border areas of Poland. The article presents hydrogeological characteristics of selected border areas of Poland, as well as the scope and form of groundwater monitoring research of the Polish Geological Institute – National Research Institute.

Keywords: cross-border groundwater flows, groundwater monitoring system in Poland

Od około 20 lat badania i obserwacje wód podziemnych w strefach przygranicznych Polski prowadzi Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB), w ramach pełnienia obowiązków najpierw państwowej służby hydrogeologicznej (PSH), a od 2024 r. państwowej służby geologicznej (PSG). Monitoring ten polega na gromadzeniu reprezentatywnych danych umożliwiających analizę, ocenę i kontrolowanie stanu wód podziemnych w rejonach przygranicznych oraz na identyfikacji potencjalnych zagrożeń. Pomiar i badania są wykonywane w strefach przygranicznych Polski ze wszystkimi państwami ościennymi (ryc. 1). W niniejszym artykule opisano specyfikę i zakres monitoringu wód podziemnych prowadzonego przez PIG-PIB w kilku wybranych strefach przygranicznych Polski.

WSPÓLPRACA MIĘDZYNARODOWA W BADANIU WÓD PODZIEMNYCH W OBSZARACH PRZYGRANICZNYCH POLSKI

W dziedzinie ochrony wód podziemnych na obszarach przygranicznych najważniejszym nurtem współpracy międzypaństwowej jest wzajemna wymiana informacji na temat warunków hydrogeologicznych, ognisk zanieczyszczeń oraz struktury i wielkości eksploatacji wód. Działania te mają na celu racjonalne korzystanie z transgranicznych zasobów wodnych, niedopuszczenie do powstania sytuacji konfliktowych w obszarze gospodarowania wodami podziemnymi i służą uzgadnianiu oraz wdrażaniu wspólnych działań ukierunkowanych na osiągnięcie i utrzymanie celów środowiskowych ustalonych dla tych wód.



Ryc. 1. Sieci monitoringu wód podziemnych w strefach przygranicznych Polski: 1) polska część wyspy Uznam, 2) rejon przygraniczny położony na zachód od Szczecina, 3) rejon Gubina, 4) rejon Łęknicy, 5) rejon Krzeszów–Adršpach, 6) zlewnia górnej Ścinawki, 7) rejon Kudowa–Police nad Metują, 8) rejon przygraniczny na obszarze województw śląskiego i opolskiego, 9) strefa przygraniczna Polski ze Słowacją, 10) strefa przygraniczna Polski z Ukrainą, 11) strefa przygraniczna Polski z Białorusią, 12) strefa przygraniczna Polski z Litwą, 13) strefa przygraniczna Polski z obwodem królewieckim Federacji Rosyjskiej

Fig. 1. Groundwater monitoring networks in the border zones of Poland: 1) Polish part of the island of Uznam, 2) border region located west of Szczecin, 3) Gubin region, 4) Łęknica region, 5) Krzeszów–Adršpach region, 6) upper Ścinawka catchment area, 7) Kudowa–Police on the Metuji region, 8) border region in the Silesian and Opole voivodeships, 9) border zone of Poland with Slovakia, 10) border zone of Poland with Ukraine, 11) border zone of Poland with Belarus, 12) border zone of Poland with Lithuania, 13) border zone of Poland with the Królewiecki District of the Russian Federation

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00–975 Warszawa; tomasz.gidzinski@pgi.gov.pl; michal.galczak@pgi.gov.pl; rafal.warumzer@pgi.gov.pl; malgorzata.stojek@pgi.gov.pl; rysard.hoc@pgi.gov.pl; ORCID ID: T. Gidziński – 0000-0002-2877-9218, M. Galczak – 0000-0002-6019-4500, R. Hoc – 0000-0001-6938-9358

Kontrola stanu wód podziemnych w obszarach przygranicznych Polski jest prowadzona przede wszystkim w ramach monitoringu badawczego w sieciach obserwacyjnych utworzonych w rejonach występowania antropopresji, ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania górnictwa, przemysłu i większych aglomeracji miejskich (Gidziński i in., 2024). Współpraca międzynarodowa w dziedzinie badań i oceny stanu wód podziemnych w obszarach przygranicznych Polski jest realizowana w ramach prac międzynarodowych komisji do spraw wód granicznych. Dotychczas powstały komisje do spraw współpracy Polski z Republiką Federalną Niemiec, Republiką Czeską, Republiką Słowacką, Ukrainą oraz Litwą, natomiast nie zostały podpisane stosowne umowy i w związku z tym nie utworzono komisji do spraw współpracy na wodach granicznych z Białorusią i Rosją. Prace wspomnianych komisji koncentrują się na rozwiązywaniu doraźnych problemów związanych z monitoringiem, ochroną zasobów oraz jakością wód podziemnych.

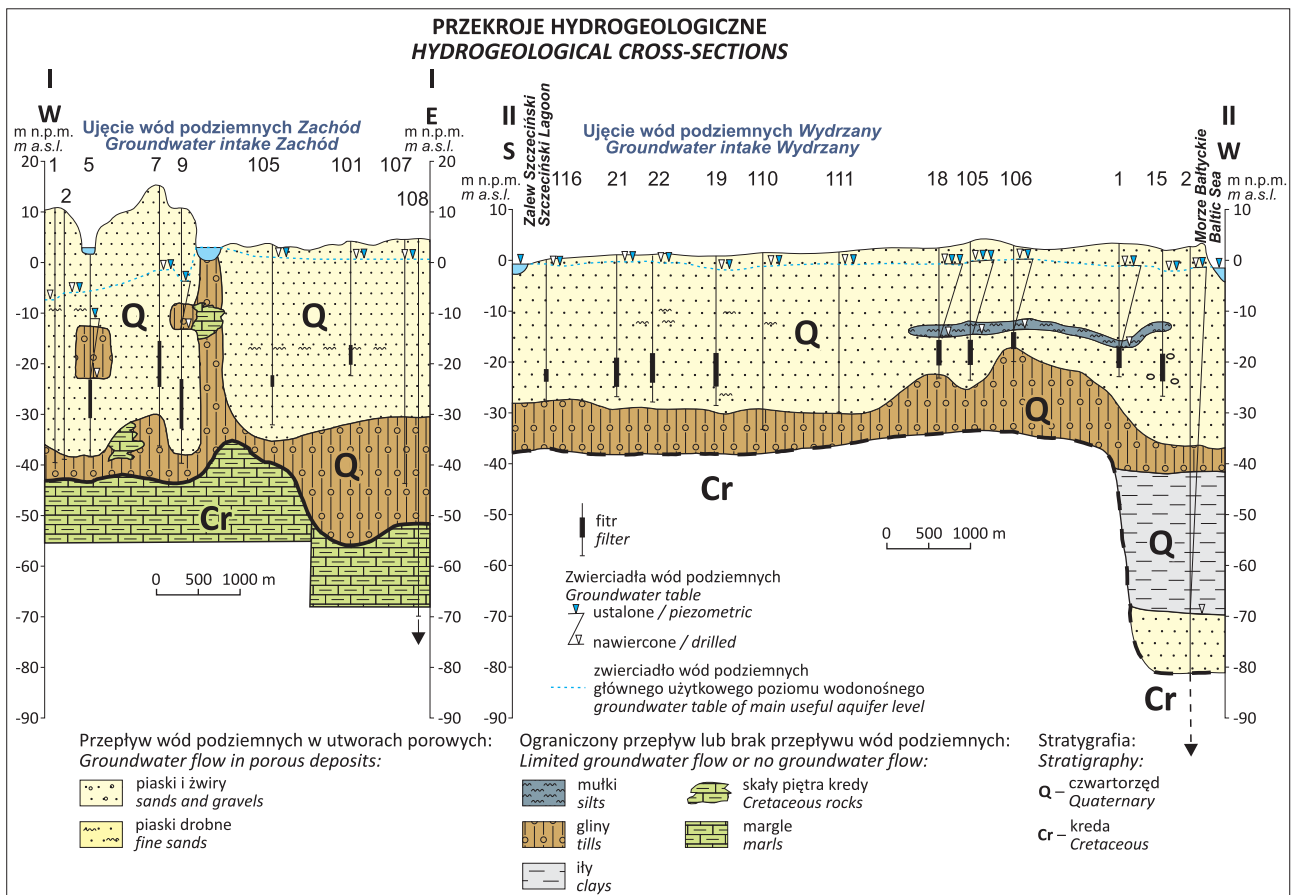
Działania Polsko-Niemieckiej i Polsko-Czeskiej Komisji do spraw Wód Granicznych skupiają się głównie na zagadnieniach transgranicznego wpływu odwodnień górniczych oraz koordynacji poboru wód z ujęć wód podziemnych. Współpraca polsko-czeska obejmuje także zagadnienia oddziaływania piętrenia wód w zbiornikach powierzchniowych na wody podziemne. We współpracy ze Słowacją jest podejmowana tematyka koordynacji poboru zwykłych i termalnych wód podziemnych oraz ochrony ich zasobów.

Współpraca z Ukrainą dotyczy głównie oddziaływania na wody podziemne kopalń siarki oraz węgla kamiennego. Polsko-Litewska Komisja do spraw Współpracy na Wodach Granicznych zajmuje się rozpoznaniem warunków hydrogeologicznych w rejonie pogranicza, transgranicznymi badaniami fizykochemicznymi wód podziemnych oraz wymianą danych hydrogeochemicznych. Przedstawiciele PIG-PIB uczestniczą w pracach międzynarodowych grup roboczych oraz zespołów ekspertów do spraw wód podziemnych.

W latach 2004–2006 monitoring wód podziemnych prowadzono w strefach przygranicznych Polski z Niemcami, Czechami oraz z Litwą. Od 2007 r. obserwacje te wykonywano w ramach zadania Państwowej Służby Hydrogeologicznej pn. *Prowadzenie monitoringu wód podziemnych w strefach granicznych RP, ze szczególnym uwzględnieniem stref intensywnej antropopresji*. W 2015 r. nazwę tematu zmieniono na: *Monitoring wód podziemnych w strefach granicznych RP na potrzeby realizacji umów i współpracy międzynarodowej*.

MONITORING WÓD PODZIEMNYCH W POLSKIEJ CZĘŚCI WYSPIY UZNAM

Na wyspie Uznam główny użytkowy poziom wodonośny piętra czwartorzędowego tworzą piaszczysto-żwirowe osady plejstoceńsko-holocenijskie (ryc. 2). Seria wodonośnych osadów plejstoceńskich charakteryzuje się wysoką przewodnością hydrauliczną. Jest to poziom transgranicz-



Ryc. 2. Przekroje hydrogeologiczne polskiej części wyspy Uznam na arkuszu Świnoujście *Mapy Hydrogeologicznej Polski* w skali 1:50 000 (Matkowska, 1997)

Fig. 2. Hydrogeological cross-sections for the Polish part of Uznam island of the *Hydrogeological Map of Poland* 1: 50 000, map sheet Świnoujście (Matkowska, 1997)

ny, ważny z punktu widzenia zaopatrzenia w wodę. Poniżej osadów piętra czwartorzędowego występują utworzy kredy górnej, wykształcone w postaci piasków i osadów węglanowych (Matkowska, 1997).

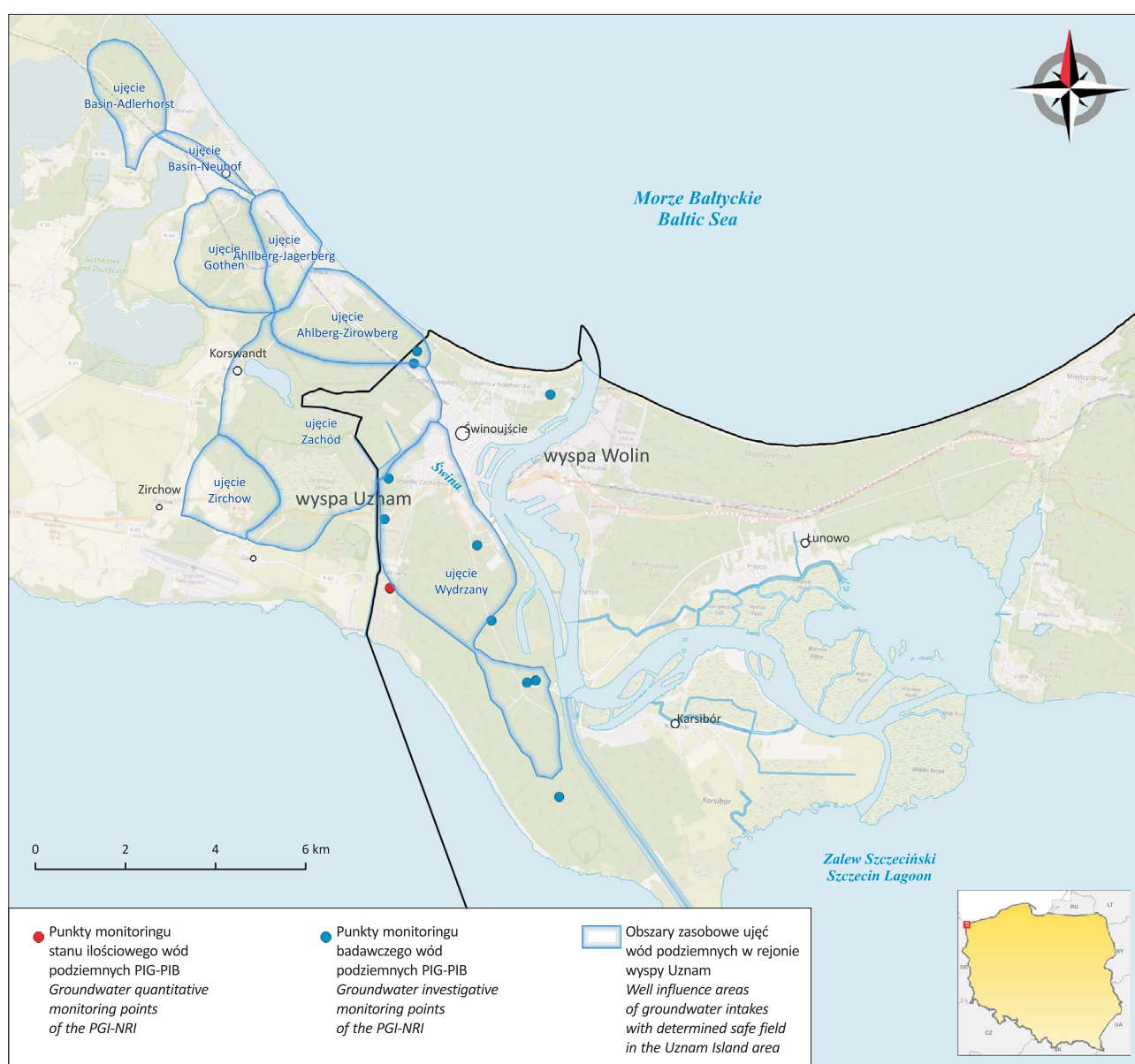
W morfologii Uznamu wyróżnia się wzgórze morenowe i nizinę delty Świny. Zmienność morfologii odzwierciedla wykształcenie utworów czwartorzędowych, które na rozpatrywanym obszarze tworzą ciągłą pokrywę, a ich sumaryczna miąższość zmienia się w przedziale od 30 do 90 m.

Usytuowanie wyspy Uznam w strefie przejściowej pomiędzy brackicznymi wodami ujścia Świny i słonymi wodami Zatoki Pomorskiej sprawia, że wody podziemne piętra czwartorzędowego są narażone na ingresję wód słonych. Istnieje także zagrożenie ascenzyjnym dopływem zasolonych wód z warstw wodonośnych piętra kredy. Z powodu zasolenia zamknięto już ujęcie wód podziemnych

Północ w Świnoujściu, które znajdowało się w strefie przybrzeżnej Morza Bałtyckiego.

Organizację monitoringu wód podziemnych w przygranicznej części wyspy Uznam rozpoczęto w latach 70. XX w., w celu ochrony zasobów wód transgranicznego, plejstoceno-holocenońskiego zbiornika wód podziemnych. Obecnie w polskiej części sieci monitoringu przygranicznego pomiary położenia zwierciadła wód są wykonywane łącznie w 35 punktach obserwacyjnych wód podziemnych i powierzchniowych. Część punktów została włączona do polsko-niemieckiej sieci monitoringu transgranicznego w ramach prac Polsko-Niemieckiej Grupy Roboczej do spraw Zagospodarowania Wód Podziemnych we Wschodniej Części Wyspy Uznam.

Sieć monitoringu badawczego PIG-PIB wód podziemnych w polskiej części wyspy Uznam (ryc. 3), utworzona na potrzeby prowadzenia obserwacji z uwzględnieniem zagad-



Ryc. 3. Punkty monitoringu badawczego PIG-PIB wód podziemnych w polskiej części wyspy Uznam oraz obszary zasobowe ujęć wód podziemnych we wschodniej części wyspy Uznam (na podstawie Henning i in., 2007)

Fig. 3. Groundwater observation points of PIG-NRI in the Polish part of Uznam island and well influence areas in the eastern part of Uznam island (Henning et al., 2007)

nień transgranicznych, obejmuje 9 piezometrów. Pomiary głębokości do zwierciadła wód podziemnych rozpoczęto w 2004 r. Ponadto z wybranych punktów monitoringowych corocznie są pobierane próbki wód do analiz wskaźników fizykochemicznych. Na potrzeby badań stanu wód podziemnych w strefie przygranicznej analizuje się również wyniki obserwacji prowadzonych w stacji hydrogeologicznej nr I/1090 w Świnoujściu (Hoc, Wiśniowski, 2023).

Ze względu na ograniczone zasoby wód podziemnych we wschodniej części wyspy Uznam strony polska i niemiecka podjęły działania mające na celu zrównoważone i racjonalne korzystanie z tych zasobów. Na podstawie wyników opracowania *Polsko-Niemiecki projekt – przygraniczna gospodarka wodami podziemnymi w zlewni obszaru zaopatrzenia Uznam Wschodni-Świnoujście* (Buckow i in., 2006) obie strony uzgodniły górne granice wielkości poboru w ujęciach wód podziemnych w tym rejonie. Przyjęto następujące zalecenia dotyczące polskich ujęć wód podziemnych:

- przesunięcie w kierunku północnym obszaru zasobowego ujęcia *Wydrzany* w stosunku do obszaru wyznaczonego wcześniej;
- zwiększenie zasobów eksploatacyjnych ujęcia *Granica* w celu obniżenia do rzędnej $-0,4$ m n.p.m. poziomu zwierciadła wód w niemieckim jeziorze Wolgast.

Na podstawie symulacji modelowych przyjęto:

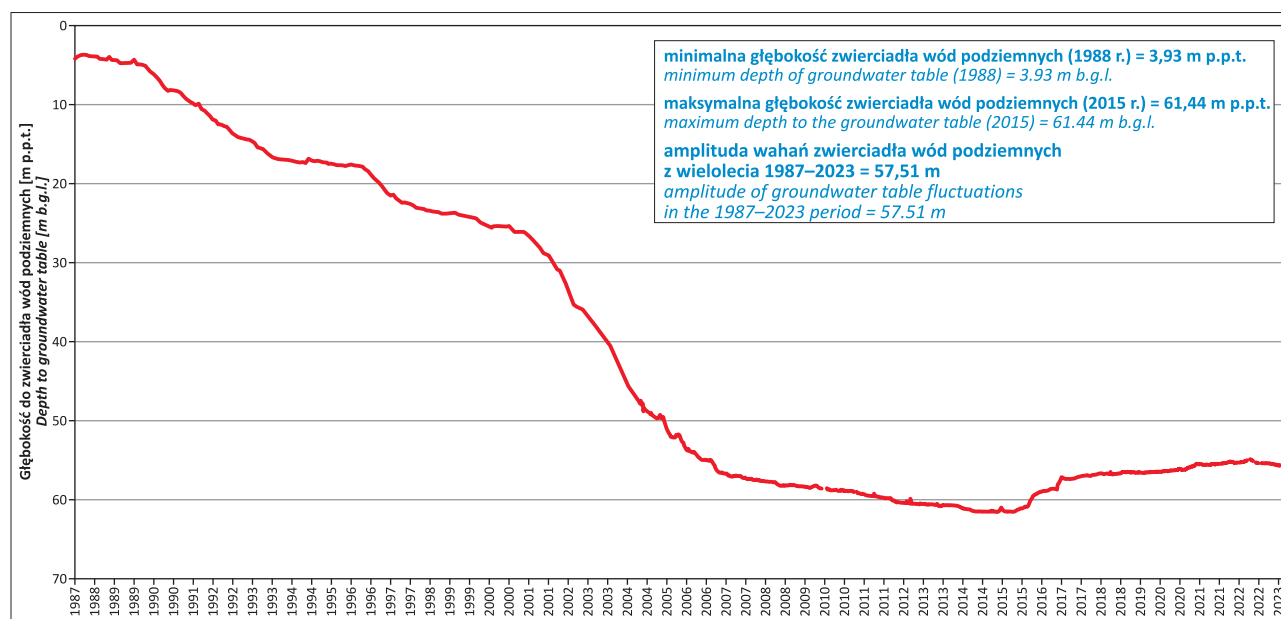
- prognostyczny podział rocznych poborów z polskich ujęć wód podziemnych: *Wydrzany* ($4720 \text{ m}^3/\text{d}$) i *Granica* ($3600 \text{ m}^3/\text{d}$) oraz niemieckich: *Zirchow* ($1200 \text{ m}^3/\text{d}$), *Ahlbeck Jägersberg* ($1000 \text{ m}^3/\text{d}$), *Ahlbeck Zirowberg* ($1500 \text{ m}^3/\text{d}$), *Gothen* ($1000 \text{ m}^3/\text{d}$), *Bansin Adlerhorst* ($1200 \text{ m}^3/\text{d}$) oraz *Bansin Neuhoft* ($200 \text{ m}^3/\text{d}$);
- dla przyjętych granicznych wartości poboru określono obszary zasobowe ujęć wód podziemnych (ryc. 3).

W 2022 r. przedstawiciele Oddziału Pomorskiego PIG-PIB zostali włączeni do polsko-niemieckiego zespołu badawczego, który ma oceniać wyniki realizowanego przez stronę niemiecką projektu pn. *Transgraniczny model geohydrauliczny do określenia możliwych ilości poboru wód podziemnych ze szczególnym uwzględnieniem zrównoważonej gospodarki zasobami wód podziemnych i zachowania typów siedlisk przyrodniczych FFH zależnych od wód podziemnych w zlewni regionu zaopatrzenia Uznam Wschodni-Świnoujście*.

PRZYGRANICZNE REJONY GUBINA I ŁĘKNICY OBSZARY WPLYWU DZIAŁALNOŚCI NIEMIECKICH KOPALŃ WĘGLA BRUNATNEGO

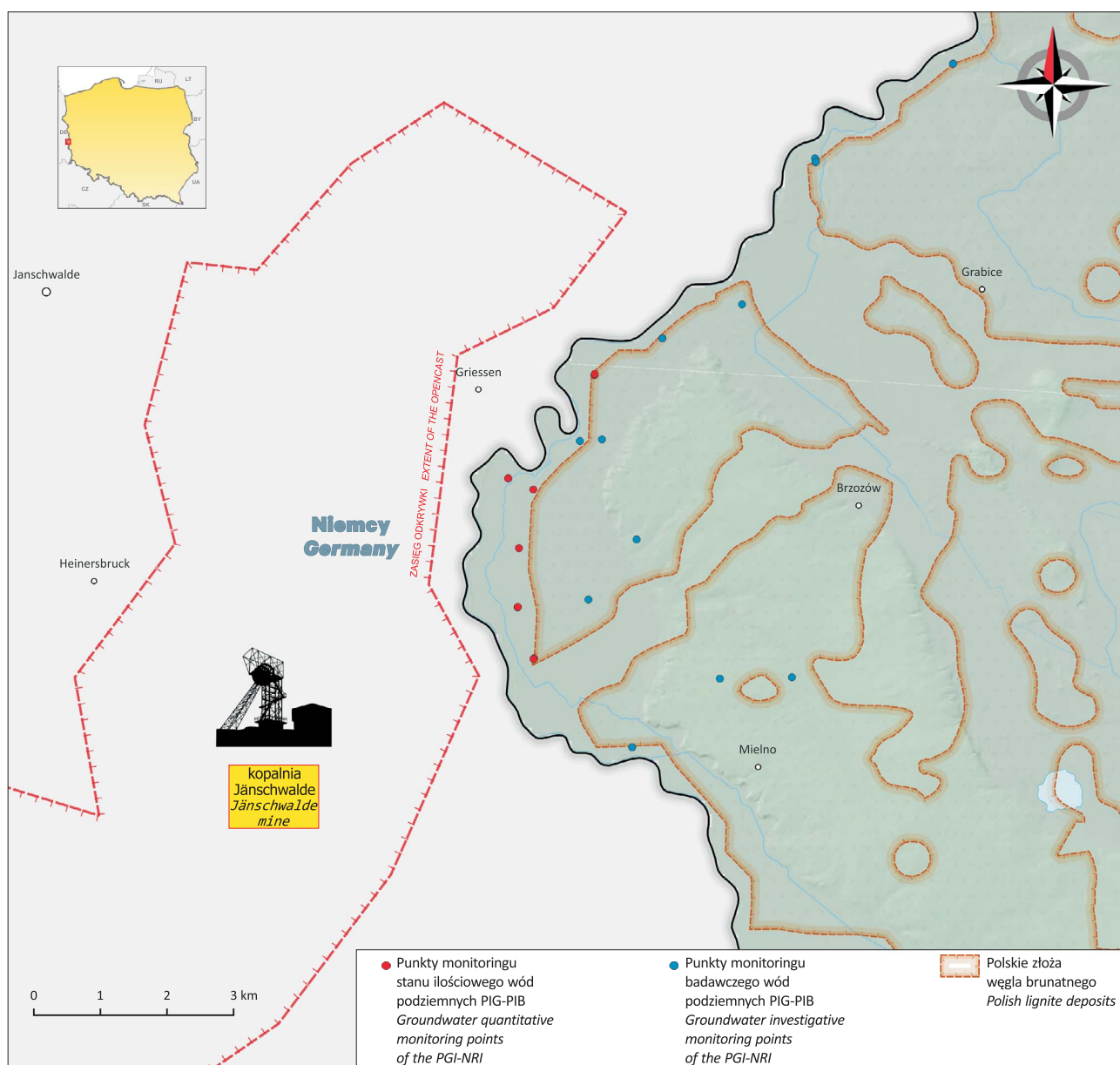
Monitoring w rejonach Gubina oraz Łęknicy jest prowadzony w celu oceny wpływu odwodnień niemieckich kopalń węgla brunatnego *Jänschwalde*, *Nochten* i *Reichwalde* na wody podziemne w polsko-niemieckiej strefie przygranicznej.

W rejonie Gubina na wody podziemne w polskiej strefie przygranicznej oddziałuje odkrywkowa kopalnia węgla brunatnego funkcjonująca w pobliżu niemieckiej miejscowości *Jänschwalde* (ryc. 4 i 5). Prace związane z odwadnianiem kopalni podjęto na początku lat 70. XX w., natomiast eksploatację złoża w 1976 r. W latach 90. XX w. eksploatacja odkrywkowa dotarła do doliny Nysy Łużyckiej i zbliżyła się na odległość ok. 300 m do granicy Polski w rejonie miejscowości Strzegów. Obecnie front eksploatacji znajduje się w rejonie niemieckiej miejscowości Taubendorf, na wysokości polskich miejscowości Markosice i Sadržzewice. Wieloletnie odwadnianie kopalni *Jänschwalde* doprowadziło do obniżenia zwierciadła wód w miocenkich poziomach wodonośnych. Lej depresji w poziomie podwęglowym rozprzestrzenił się także na terytorium Polski (Galczak i in., 2023).



Ryc. 4. Wykres zmian poziomu zwierciadła wody podziemnej w punkcie obserwacyjnym nr II/1126/1 w Strzegowie k. Gubina sieci monitoringowej stanu ilościowego wód podziemnych w latach 1987–2023

Fig. 4. Diagram of groundwater level fluctuations in observation well No. II/1126/1 in Strzegowo near Gubin of the monitoring of groundwater quantitative status for the time period 1987–2023



Ryc. 5. Punkty monitoringu PIG-PIB wód podziemnych w rejonie Gubina, w strefie przygranicznej Polski z Niemcami
Fig. 5. Groundwater observation wells of PGI-NRI in the Gubina area, located in the border zone of Poland with Germany

W ramach badań monitoringowych w rejonach Gubina i Łęknicy są prowadzone pomiary głębokości do zwierciadła wód podziemnych poziomów wodonośnych pięter czwartorzędowego oraz neogeńskiego, a także badania fizykochemiczne wód z wybranych otworów monitoringowych. Pomiary głębokości do zwierciadła wód podziemnych w rejonie Gubina rozpoczęto w marcu 1985 r. Większość punktów monitoringowych została zlokalizowana w dolinie Nysy Łużyckiej, jedynie trzy otwory są położone na wysoczyźnie. Sieć monitoringowa rejonu Gubina obejmuje obszar od Polanowic do Strzegowa i liczy 23 piezometry oraz cztery studnie kopane (ryc. 5).

W rejonie Gubina odwodnienie prowadzone w kopalni *Janschwalde* spowodowało obniżenie poziomu zwierciadła wody w miocenijskim podwęglowym poziomie wodonośnym. Bardzo wyraźne spadki średniego poziomu zwierciadła wody podziemnej, sięgające nawet kilkudziesięciu metrów, należy uznać za zjawisko antropogeniczne,

spowodowane przez odwadnianie złoża węgla brunatnego, które jest eksploatowane przez kopalnię *Janschwalde*. Ilustruje to wykres zmian głębokości zwierciadła wody podziemnej w punkcie monitoringu stanu ilościowego PIG-PIB nr II/1126/1 w Strzegowie (ryc. 4), w którym amplituda zmiany głębokości do zwierciadła wody podziemnej w ciągu 27 lat osiągnęła ponad 57 m (Galczak i in., 2023).

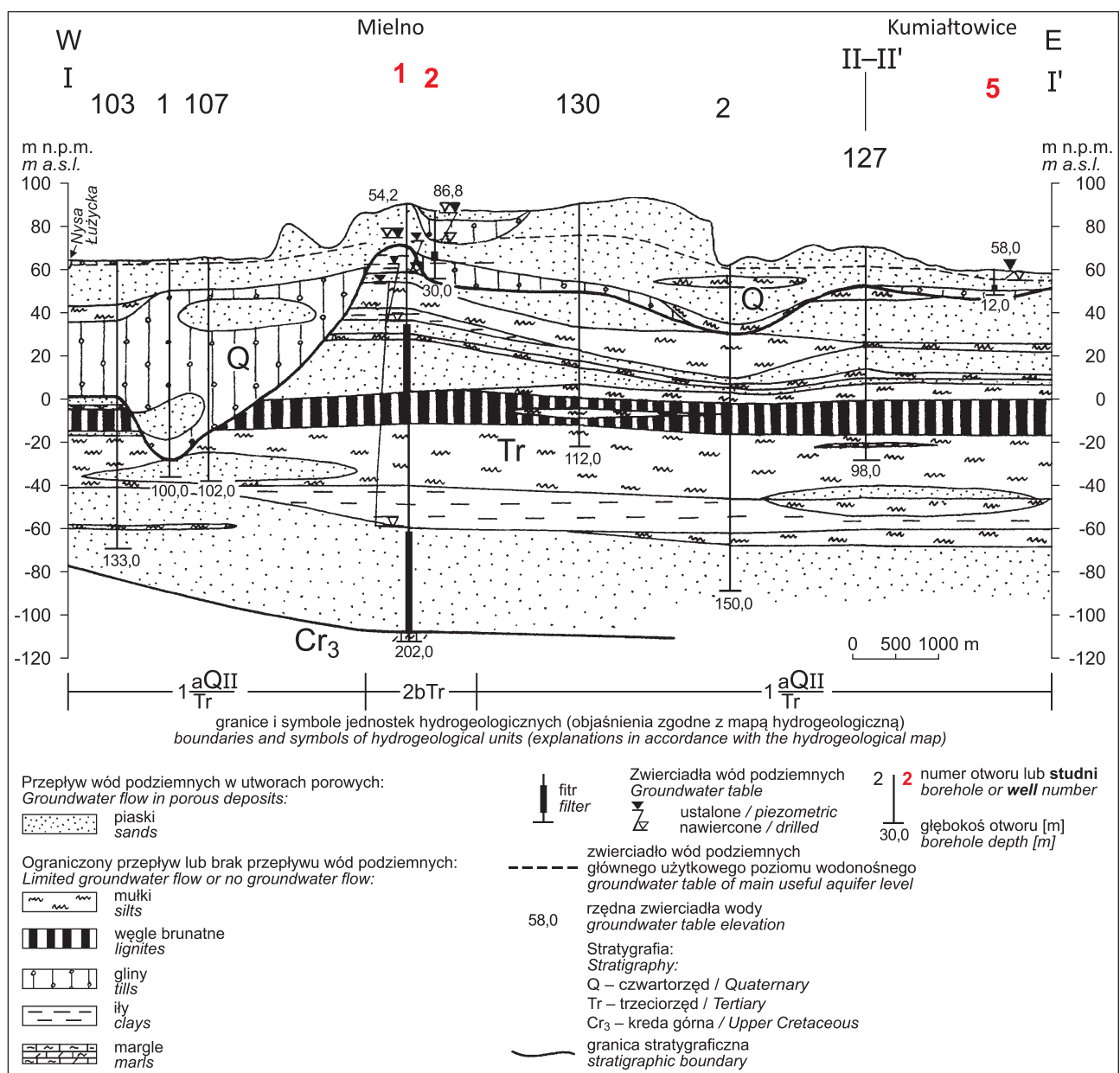
W latach 1979–2000 oraz 2007–2009 na przygranicznym terytorium Niemiec zbudowano wzdłuż Nysy Łużyckiej ekran przeciwfiltracyjny, którego zadaniem było ograniczenie zasięgu leja depresji w poziomach wodonośnych (czwartorzędowym i miocenijskim nadwęglowym) oraz powstrzymanie infiltracji wód powierzchniowych z Nysy Łużyckiej do rejonu wyrobiska kopalni *Janschwalde*. W profilu pionowym ekran sięga do utworów słaboprzepuszczalnych drugiego miocenijskiego pokładu węgla brunatnego. Na południu jego przebieg ogranicza dolina kopalni Bohrau–Dubrau, która na terytorium Niemiec jest

wypełniona utworami słabo przepuszczalnymi. Według strony niemieckiej zmiany położenia zwierciadła wód podziemnych w piezometrach usytuowanych pomiędzy ekranem przeciwfiltracyjnym a znajdującą się na wschód od niego Nysą Łużycką w latach 2022–2023 nie wykazywały wpływu antropopresji.

Obserwacjami monitoringowymi wód podziemnych w rejonie Gubina są objęte wody pięter wodonośnych: czwartorzędowego i paleogeńsko-neogeńskiego. Użytkowy poziom wodonośny piętra czwartorzędowego jest związany z holoceniowymi osadami rzeczными oraz plejstoceniowymi utworami fluwioglacjalnymi (ryc. 6). Wody podziemne piętra paleogeńsko-neogeńskiego występują w poziomach wodonośnych miocenijskiej serii nadwęglowej i podwęglowej oraz w piaszczystych osadach oligocenu (Bielecka, Wojciechowska, 2002).

W rejonie Łęknicy badania monitoringowe wód podziemnych w strefie przygranicznej są prowadzone w celu oceny oddziaływania na wody podziemne działalności niemieckich kopalń *Nochten* i *Reichwalde*. Odwadnianie złoża węgla brunatnego w rejonie kopalni *Nochten* rozpoczęto w 1960 r., natomiast otwarcie kopalni nastąpiło w 1968 r. Odkrywkowa Kopalnia Węgla Brunatnego *Reichwalde* została otwarta w 1985 r. W 1999 r. jej działalność czasowo zawieszono, jednak w 2010 r. wznowiono wydobywanie.

Monitoring wód podziemnych w rejonie Łęknicy obejmuje, podobnie jak w rejonie Gubina, wody poziomów wodonośnych w piętrach czwartorzędowym oraz neogeńskim. Wody podziemne w utworach czwartorzędowych występują tutaj w jednym poziomie wodonośnym w piaszczysto-żwirowych osadach rzecznych holocenu i utworach wodnolodowcowych plejstocenu.



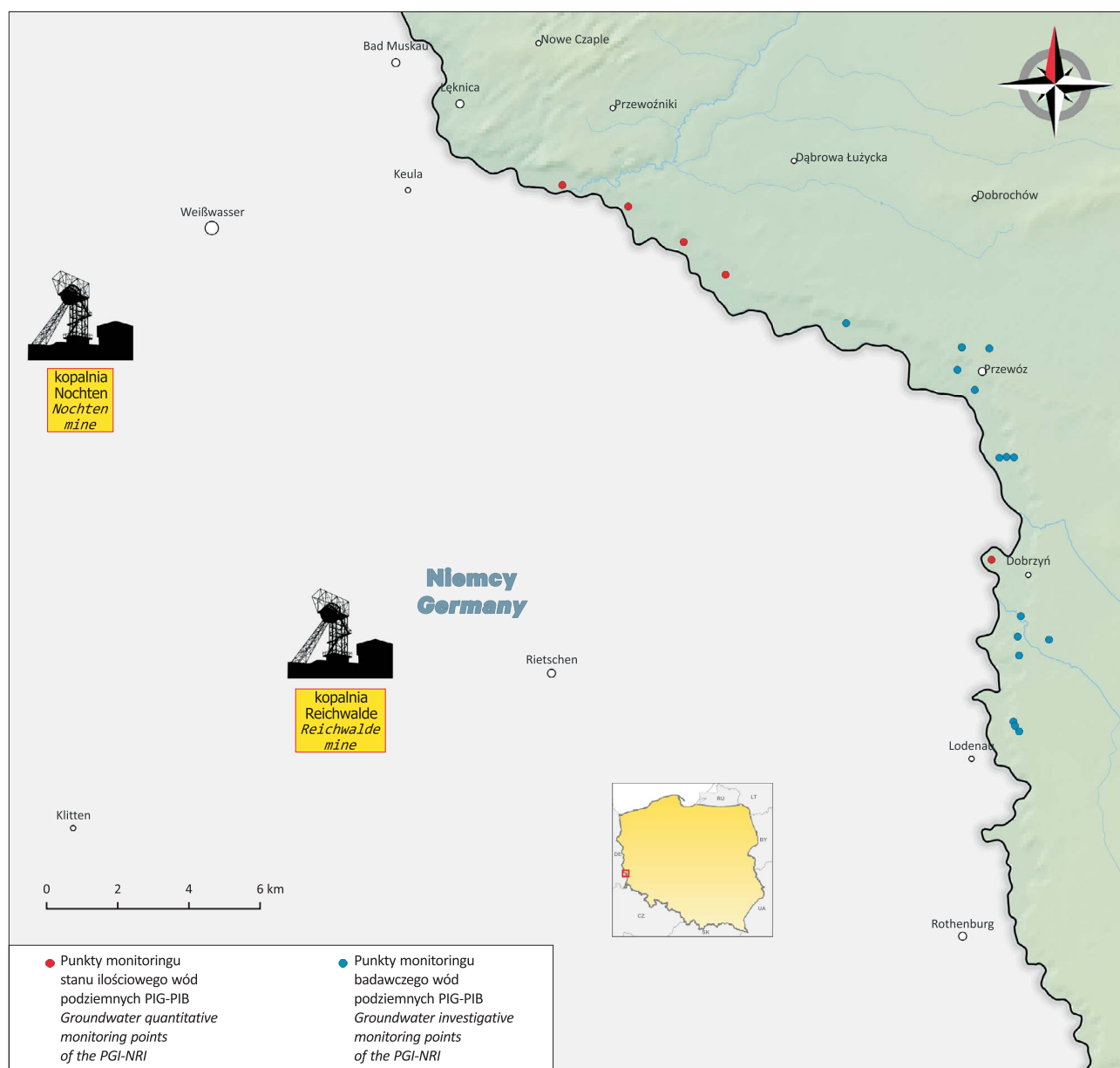
Ryc. 6. Przekrój hydrogeologiczny w rejonie Gubina na arkuszu Zasieki *Mapy Hydrogeologicznej Polski* w skali 1:50 000 (Bielecka, Wojciechowska, 2002)

Fig. 6. Hydrogeological cross-section in the Gubina area of the *Hydrogeological Map of Poland 1: 50 000*, map sheet Zasieki (Bielecka, Wojciechowska, 2002)

Pomiary w punktach monitoringowych w rejonie Łęknicy rozpoczęto w 1998 r. Do sieci monitoringowej należy łącznie 19 punktów obserwacyjnych wód podziemnych, z których 7 stanowią piezometry, a 12 – studnie kopane i wiercone (ryc. 7). Na podstawie wyników pomiarów wykonywanych w punktach monitoringowych obejmujących poziomy pięter wodonośnych czwartorzędowego oraz neogeńskiego nie stwierdzono dotychczas wpływu odwodnień prowadzonych w kopalniach *Nochten* i *Reichwalde* na położenie zwierciadła wód podziemnych w rejonie Łęknicy. Jednak liczebność piezometrów PIG-PIB monitorujących wody podziemne poziomów mioceńskich na tym przygranicznym terytorium Polski jest niewielka i nie pozwala na przyjęcie jednoznacznych wniosków w tym zakresie.

Przedstawiciele PIG-PIB uczestniczą w pracach Grupy Roboczej do spraw Hydrometeorologii i Hydrogeologii

(Grupa W1), która działa w ramach Polsko-Niemieckiej Komisji do spraw Wód Granicznych. W 2022 r. zostali włączeni również do polsko-niemieckiego zespołu wykonującego pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych w punktach sieci monitoringu transgranicznego zlokalizowanych w rejonie niemieckich kopalń *Jänschwalde*, *Nochten* i *Reichwalde*. Ze względu na krótki okres prowadzenia pomiarów z udziałem przedstawicieli PIG-PIB nie ma wystarczających danych (np. map hydroizohips), które pozwalałyby na szczegółową analizę zmian położenia zwierciadła wód w wieloletnim. W wytypowanych obszarach rozpatrywanej strefy przygranicznej strona polska zaplanowała wykonanie w 2024 r. dodatkowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych z zastosowaniem badań geofizycznych. Mają one na celu określenie ewentualnych kontaktów hydraulicznych czwartorzędowych poziomów wodonośnych z mioceńskimi i oligoceńskimi poziomami podwęglowymi.



Ryc. 7. Lokalizacja punktów monitoringu PIG-PIB wód podziemnych w rejonie Łęknicy, w strefie przygranicznej Polski z Niemcami
Fig. 7. Groundwater observation wells of PGI-NRI, located in the border zone of Poland with Germany in the Łęknica area

OBSZAR PRZYGRANICZNY POLSKI Z UKRAINĄ

Przy granicy z Ukrainą polskie terytorium jest narażone na negatywne, transgraniczne oddziaływanie antropopresji powodowanej głównie przez nieczynne kopalnie siarki w Jaworowie i Niemirowie, kopalnie węgla kamiennego, ropociągi, mogilniki przeterminowanych środków ochrony roślin oraz nieuregulowaną gospodarkę wodno-ściekową.

Odkrywkową eksploatację siarki rozpoczęto w ukraińskim Jaworowie w 1964 r., a zakończono w 1994 r. W 2001 r. podjęto rekultywację terenów pokopalnianych, wypełniając wyrobisko wodami rzeki Szkoło. Po zakończeniu zalewania kopalni wybudowano kanał łączący Zbiornik Jaworowski z rzeką. Nadmiar wody ze zbiornika jest odprowadzany tym kanałem do rzeki Szkoło, która wpływa na terytorium Polski w rejonie miejscowości Budzyń i Skolin.

Użytkowe poziomy wodonośne w zlewni rzeki Szkoło występują w osadach czwartorzędowych i mioceńskich. Czwartorzędowy poziom wodonośny tworzą holocenijskie osady rzeczne oraz plejstoceńskie piaski i żwiry fluwioglacjalne. Miąższość wodonośnych osadów czwartorzędowych dochodzi do kilkunastu metrów, a zwierciadło wód podziemnych przeważnie jest swobodne (Freiwald i in., 2002).

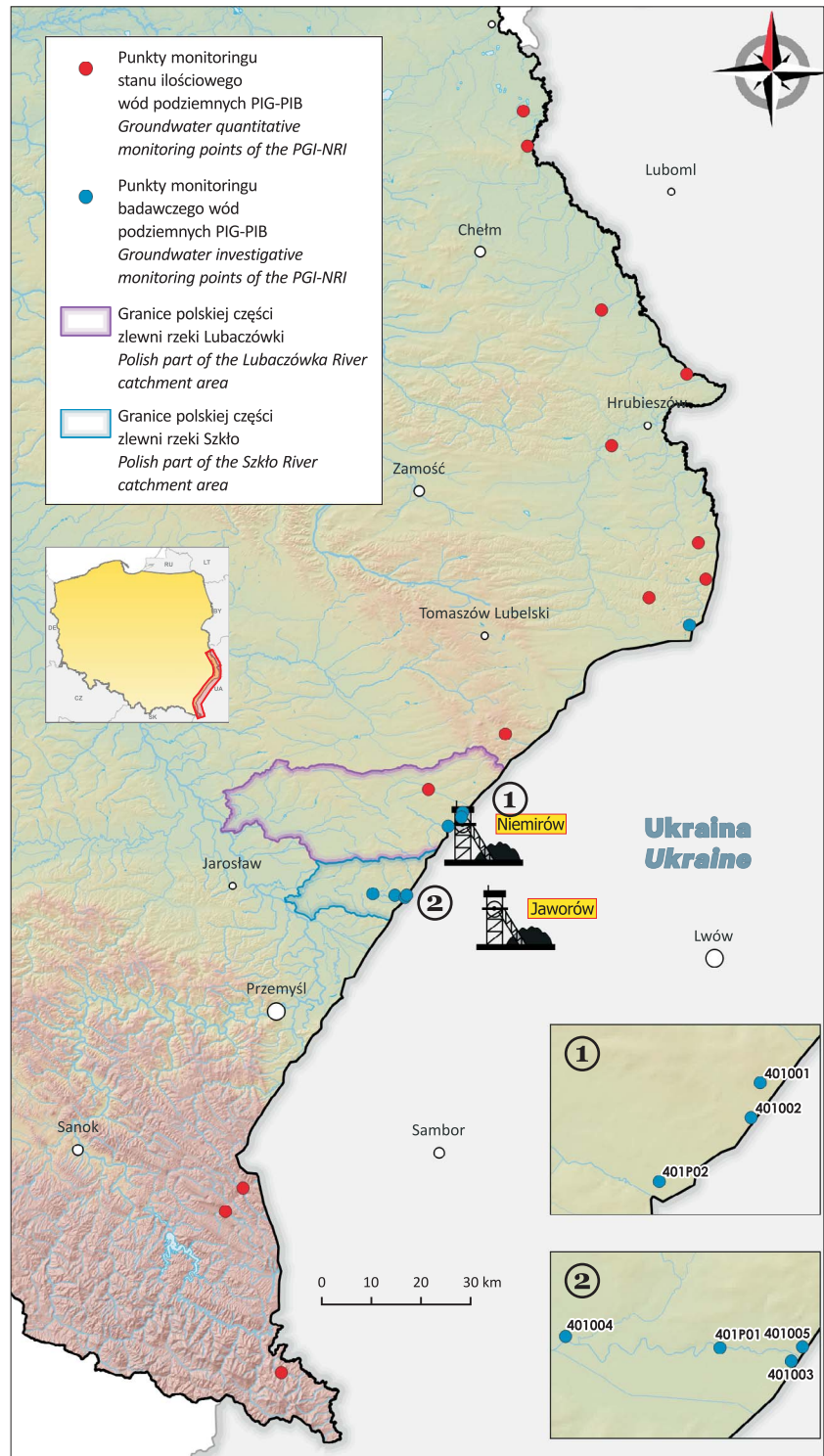
Utworzenie sieci monitoringu badawczego PIG-PIB wód podziemnych w strefie przygranicznej z Ukrainą wymagało wykonania nowych piezometrów (ryc. 8), które włączono do obserwacji w latach 2016–2017. W ramach monitoringu badawczego do badań fizykochemicznych corocznie są pobierane próbki wód podziemnych oraz próbki wód powierzchniowych z transgranicznych rzek Szkoło i Lubaczówka. Zakres analiz fizykochemicznych jest identyczny ze stosowanym w monitoringu diagnostycznym (bez oznaczeń wskaźników organicznych). W 2024 r. wykonano dodatkowo badania siarkowodoru rozpuszczonego w wodach.

Na podstawie dotychczasowych wyników badań fizykochemicznych (prowadzonych w ramach monitoringu badawczego) stwierdzono dobry stan chemiczny wód podziemnych. W rejonie ukraińskiej kopalni siarki *Niemirow* wody podziemne czwartorzędowych poziomów wodonośnych należą do typu hydrochemicznego $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca}$. Na podstawie wyników badań prowadzonych od 2016 r. w punkcie monitoringu wód rzeki Szkoło w Budzyniu odnotowano podwyższone stężenie siarczanów, które maksymalnie osiągnęło $444 \text{ SO}_4/\text{l}$ (Gidziński i in., 2023).

W 2019 r. w ramach realizacji prac w rejonie przygranicznym z Ukrainą Oleśnik i in. (2019) opracowali *Hydrodyna-*

miczny model numeryczny wód podziemnych zlewni rzeki Szkoło (w granicach Polski). Wyniki modelowania pozwoliły na identyfikację przepływów wód podziemnych w przygranicznej części zlewni rzeki Szkoło, co umożliwiło wybór optymalnych lokalizacji pod nowe piezometry monitoringu badawczego wód podziemnych.

W wybranych rejonach strefy przygranicznej Polski z Ukrainą jest planowane włączenie nowych punktów sieci monitoringu badawczego wód podziemnych. W celu



Ryc. 8. Mapa punktów monitoringu PIG-PIB wód podziemnych zlokalizowanych w strefie przygranicznej Polski z Ukrainą

Fig. 8. Map of observation points of the PGI-NRI groundwater monitoring, located in the border zone of Poland with Ukraine

ujednoczenia metod wyznaczania rejonów lokalizacji nowych punktów monitoringowych wód podziemnych Gidziński i in. (2022) zaproponowali metodę walidacji wielokryterialnej, uwzględniającej występowanie i rozprzestrzenienie transgranicznych poziomów wodonośnych, pobór wód podziemnych, obszary chronione oraz podatność wód podziemnych na zanieczyszczenie. W ramach realizacji projektu EU-WATERRES, którego koordynatorem była Tatiana Solovey z PIG-PIB, zebrano także informacje oraz opracowano dane dotyczące ognisk zanieczyszczeń (m.in. obszarów górniczych i terenów niezrekultywowanych po eksploatacji górniczej) oraz innych presji, które mogą oddziaływać na stan ilościowy i chemiczny wód podziemnych w strefie przygranicznej Polski z Ukrainą.

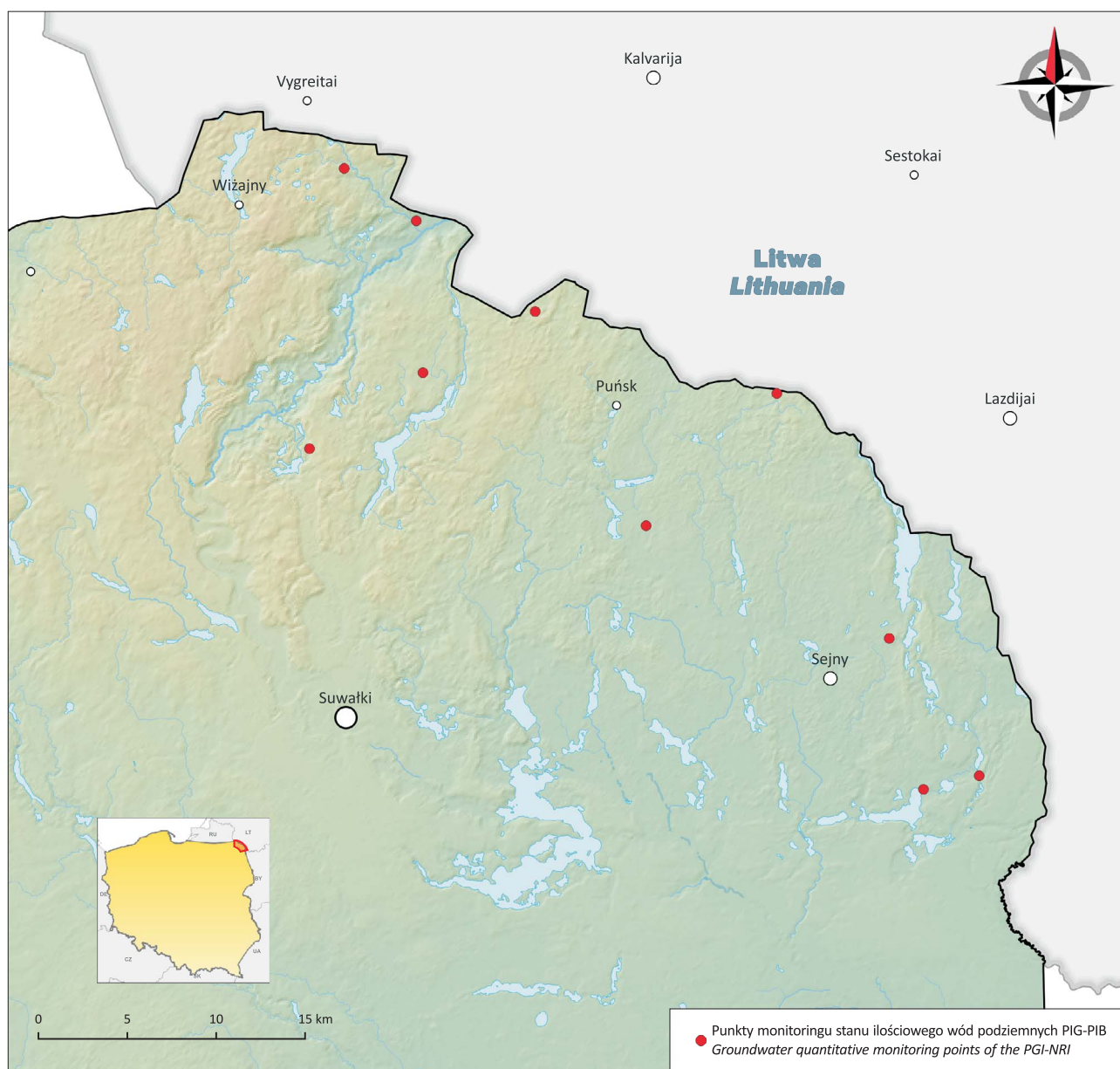
OBSZAR PRZYGRANICZNY POLSKI Z LITWĄ

W strefie przygranicznej Polski z Litwą stan chemiczny wód podziemnych w poziomach wodonośnych piętra

czwartorzędowego jest najczęściej dobry. W części badanych wód wykryto jedynie podwyższoną zawartość żelaza, prawdopodobnie o genezie naturalnej (Gidziński i in., 2024).

W 2004 r. rozpoczęto organizację nowej sieci monitoringu wód podziemnych w strefie przygranicznej Polski z Litwą. Postanowiono rozszerzyć zakres prowadzonych wcześniej badań fizykochemicznych o pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych. Aktualnie sieć obserwacyjna w tej strefie przygranicznej obejmuje 9 otworów hydrogeologicznych (ryc. 9).

Od 2007 r. zakres polsko-litewskich badań prowadzonych w wybranych otworach monitoringowych wód podziemnych jest uzgadniany podczas narad Polsko-Litewskiej Grupy Roboczej nr 3 do spraw Ochrony Wód Granicznych przed Zanieczyszczeniem. Zakres fizykochemicznych analiz próbek wód wykonywanych w Laboratorium Chemicznym PIG-PIB jest identyczny z przyjętym w monitoringu diagnostycznym, z wyłączeniem wskaźników organicznych. Zakres analiz wykonywanych w laboratorium Litew-



Ryc. 9. Mapa punktów monitoringu PIG-PIB wód podziemnych w strefie przygranicznej Polski z Litwą

Fig. 9. Map of groundwater observation points of PGI-NRI, located in the border zone of Poland with Lithuania

skiej Służby Geologicznej został określony w krajowym programie monitoringu wód podziemnych Litwy.

W 2021 r. w ramach programu europejskich służb geologicznych GeoERA zakończono realizację projektu *TRANSFLUX: Harmonization of data, monitoring and modelling in a transboundary setting* (Gidziński i in., 2021), który dotyczył opracowania hydrodynamicznego modelu numerycznego. Projekt miał na celu rozpoznanie kierunków i wielkości transgranicznego przepływu wód podziemnych w poziomach wodonośnych piętra czwartorzędowego pomiędzy Polską i Litwą. Rezultaty modelowania mogą znaleźć zastosowanie w weryfikacji poglądów dotyczących zakresu prowadzonych dotychczas badań monitoringowych wód podziemnych w rejonie pogranicza, a także mogą być przydatne w planach ich dalszego rozwoju.

OBSZAR PRZYGRANICZNY POLSKI Z OBWODEM KRÓLEWIECKIM FEDERACJI ROSYJSKIEJ

Brak współpracy między Polską a Rosją powoduje niedostatek szczegółowej wiedzy o występowaniu i dynamice przepływu wód podziemnych w tym obszarze transgranicznym, a także o ich chemizmie. Pod względem hydrostrukturalnym na obszarze przygranicznym z Rosją rozpoznano poziomy dwóch pięter wodonośnych o znaczeniu użytkowym – czwartorzędowego oraz paleogeńsko-neogeńskiego. W zachodniej części strefy przygranicznej czwartorzędowe poziomy wodonośne są nieciągłe i charakteryzują się niewielkimi zasobami. W rejonie Gołdapi rozpoznano zasobny w wody sandrowy poziom wodonośny. W strefie przygranicznej występują również takie poziomy wodonośne, które z powodu podwyższonej mineralizacji wód (rejon Masun, Smondajn i Pasternaka) lub też zbyt małej miąższości osadów wodonośnych (rejon Molwit) są pozbawione walorów użytkowych.

Organizację sieci monitoringu badawczego wód podziemnych na pograniczu województwa warmińsko-mazurskiego i obwodu królewieckiego rozpoczęto w 2012 r. Do obserwacji zmian poziomu zwierciadła i badań chemizmu wód podziemnych włączono cztery piezometry oraz zaadaptowano siedem nieczynnych studni wierconych (ryc. 10). Wszystkie punkty monitoringu badawczego

ujmują wody czwartorzędowych poziomów wodonośnych (Warumzer i in., 2023).

PODSUMOWANIE

Zaawansowanie badań monitoringowych wód podziemnych w strefach przygranicznych Polski z sąsiednimi państwami jest zróżnicowane.

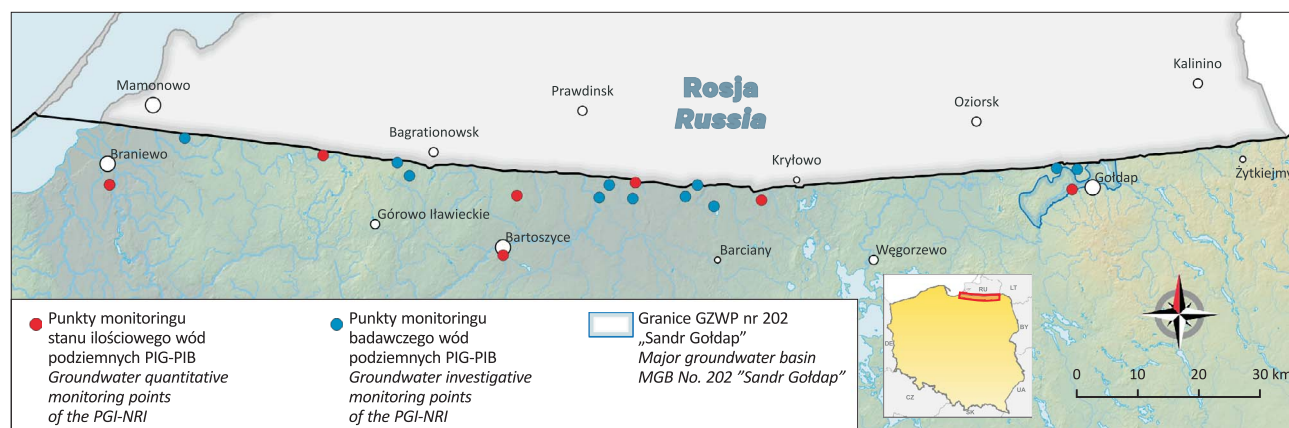
Na pograniczu Polski z Niemcami i Czechami jest realizowana długoletnia współpraca w formie uzgodnień międzynarodowych komisji. Przykładem efektywnej współpracy Polski i Niemiec są skoordynowane działania prowadzone na wyspie Uznam, gdzie na obecnym etapie badań liczba punktów monitoringu wód podziemnych w polskiej części wyspy jest wystarczająca. Natomiast w rejonie niemieckich kopalń węgla brunatnego *Jänschwalde*, *Nochten* i *Reichwalde* istnieje potrzeba zwiększenia zakresu prowadzonych badań wód podziemnych, w tym włączenia dodatkowych punktów monitoringowych.

Wspólne badania monitoringowe wód podziemnych PIG-PIB i Litewskiej Służby Geologicznej są prowadzone od 2007 r. Działalność Polsko-Litewskiej Grupy Roboczej nr 3 do spraw Ochrony Wód Granicznych przed Zanieczyszczeniem rozpoczęła się kilka lat później.

W polsko-ukraińskiej współpracy w dziedzinie monitoringu wód podziemnych, znajdującej się obecnie na początkowym etapie, są uwzględniane zarówno przepisy krajowe, jak i UE.

Ze względu na brak formalnej współpracy Polski z Rosją i Białorusią w zakresie wymiany informacji dotyczących wód podziemnych, badania wód podziemnych w strefach przygranicznych Polski z tymi państwami z konieczności prowadzone są głównie z wykorzystaniem analizy materiałów archiwalnych.

Ważnym elementem monitoringu wód podziemnych na terenach przygranicznych jest międzynarodowa współpraca i wymiana informacji na temat warunków hydrogeologicznych, ognisk zanieczyszczeń oraz eksploatacji wód. Współpraca ta jest również istotna dla porównania i harmonizacji ocen stanu przygranicznych jednolitych części wód podziemnych (JCWPd). Oprócz ochrony zasobów zwykłych wód podziemnych w obszarach przygranicznych istnieje potrzeba monitoringu wód leczniczych i termal-



Ryc. 10. Mapa punktów monitoringu PIG-PIB wód podziemnych w strefie przygranicznej Polski z obwodem królewieckim Federacji Rosyjskiej

Fig. 10. Map of groundwater monitoring points of PGI-NRI, located in the border zone of Poland with the Królewiecki District of the Russian Federation

nych, które występują na pograniczu Polski ze Słowacją i Czechami.

Państwowa służba geologiczna (PSG) przejęła w 2024 r. obowiązki państwowej służby hydrogeologicznej (PSH) i kontynuuje jej działania, uczestnicząc we współpracy międzynarodowej i realizując politykę państwa w zakresie wód podziemnych. Pracownicy PIG-PIB realizują ponadto projekty międzynarodowe, które mają na celu rozpoznanie warunków hydrogeologicznych i struktury poboru wód, a także identyfikację ognisk zanieczyszczeń wód podziemnych na pograniczu z sąsiednimi państwami.

Autorzy artykułu składają podziękowania Recenzentom za komentarze oraz uwagi.

LITERATURA

- BIELECKA H., WOJCIECHOWSKA R. 2002 – Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000 z objaśnieniami, arkusz Zasięki, nr 608. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- BUCKOW E., HENNING H., NOWACKI F., SERAFIN R. 2006 – Polsko-Niemiecki projekt przygraniczna gospodarka wodami podziemnymi w zlewni obszaru zaopatrzenia Uznam Wschodni/Świnoujście [Polish-German project of near border area in the water catchment in the Eastern Uznam Island/Świnoujście town]. HGN Hydrogeologie, Proxima S.A., Neubrandenburg, Wrocław.
- FREIWALD P., KUKLA P., PATORSKI R. 2002 – Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000 z objaśnieniami, arkusz Krakowiec, nr 1009. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- GALCZAK M., GIDZIŃSKI T., STOJEK M., WARUMZER R. 2023 – Analiza i interpretacja wyników badań wód podziemnych dla strefy przygranicznej Polski z Republiką Federalną Niemiec w rejonie Gubina i Łęknicy, na podstawie danych z 2023 roku z bazy Monitoring Wód Podziemnych PIG-PIB. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- GIDZIŃSKI T., GALCZAK M., JANICA R., ARUSTIENE J., PUTYS P. 2021 – TRANSFLUX: Harmonization of data, monitoring and modelling in a transboundary setting (Harmonizacja danych, monitoring i modelowanie w kontekście transgranicznym). Projekt GeoERA europejskich służb geologicznych.
- GIDZIŃSKI T., GALCZAK M., STOJEK M., PRZYCHODZKA M., KOŁOS H., PANOV D., PAVLIUK N., SOKORENKO S., YANUSH L., MEDVID H., KLOS V., KHARCHYSHIN Y., DEMIDKO J., BO-ROZDINS D., KRIŠJANIS V., MARANDI A., MÄNNIK M., HUNT M., BIKŠE J., RETIKE I., FLEM B., STALSBERG L. 2022 – Program of cross-border groundwater monitoring for Polish-Ukrainian and Estonian-Latvian transboundary areas – Program of transboundary groundwater monitoring for Polish-Ukrainian cross-border area. Scientific Editor Solovey T. Project EU-WATERRES: EU-integrated management system of cross-border groundwater resources and anthropogenic hazards: 97–140.
- GIDZIŃSKI T., GALCZAK M., STOJEK M., WARUMZER R. 2023 – Analiza i interpretacja wyników badań wód dla strefy przygranicznej Polski z Ukrainą, na podstawie danych z 2023 r. z bazy Monitoring Wód Podziemnych PIG-PIB. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- GIDZIŃSKI T. (red.) 2024 – Sprawozdanie z realizacji w 2023 r. zadania 5. PSH pt. Monitoring wód podziemnych w strefach granicznych RP na potrzeby realizacji umów i współpracy międzynarodowej. Archiwum Zakładu Monitoringu Wód Podziemnych Państw. Inst. Geol.-PIB.
- HOC R., WIŚNIEWSKI Z. 2023 – Sprawozdanie z monitoringu granicznego wód podziemnych na obszarze polskiej części wyspy Uznam. Archiwum Zakładu Monitoringu Wód Podziemnych Państw. Inst. Geol.-PIB, Oddział Pomorski w Szczecinie.
- MATKOWSKA Z. 1997 – Objasnienia do mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Świnoujście, nr 112. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- OLESIUK G., GIDZIŃSKI T., GALCZAK M., SZYDŁO M. 2019 – Hydrodynamiczny model numeryczny wód podziemnych zlewni rzeki Szkló (w granicach Polski). Państw. Inst. Geol.-PIB.
- PRAWO wodne. Ustawa z dnia 22 lipca 2024 r. Dz.U. 2024 poz. 1087.
- WARUMZER R., GIDZIŃSKI T., SZELEWICKA A., GALCZAK M., KOWALEWSKI T. 2023 – Analiza i interpretacja wyników badań wód podziemnych dla strefy przygranicznej Polski z obwodem królewickim Federacji Rosyjskiej, na podstawie danych z 2023 roku z bazy Monitoring Wód Podziemnych PIG-PIB. Archiwum Zakładu Monitoringu Wód Podziemnych Państw. Inst. Geol.-PIB, Oddział Geologii Morza w Gdańsku.