

Naturalne wypływy wód podziemnych na obszarach chronionych w północnej Polsce

JOANNA FAC-BENEDA

Katedra Hydrologii, Uniwersytet Gdański, ul. R. Dmowskiego 16a, 80-264 Gdańsk,
geojfb@univ.gda.pl

Zarys treści: Celem pracy jest rejestracja i typologia wypływów wód podziemnych oraz ich charakterystyka hydrochemiczna na obszarach młodoglacjalnych w granicach województwa pomorskiego z uwzględnieniem istniejących obszarów chronionych. Na wydanych arkuszach Mapy Hydrograficznej Polski (1:50 000) badanego obszaru stwierdzono występowanie 192 wypływów. W wyniku kartowania zlokalizowano i zidentyfikowano dodatkowo 278 wypływów. Większość wypływów posiada niewielką wydajność (do $0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), a jakość wód wskazuje na małą antropopresję.

Słowa kluczowe: obszary młodoglacjalne, wypływy wód podziemnych, Mapa Hydrograficzna Polski, chemizm wody

Key words: postglacial areas, groundwater outflows, Hydrographic Map of Poland 1:50 000, chemistry of water

Wstęp

Na obszarach młodoglacjalnych w północnej Polsce, naturalne wypływy wód podziemnych zajmują ważne, choć wciąż niedoceniane miejsce. Chociaż ich liczba i wydajność – w porównaniu z wypływami na obszarach wyżynnych i górskich – nie jest duża, to stwarzają one możliwość obserwacji wzajemnego stosunku wód podziemnych i powierzchniowych. Wody podziemne są tym ogniwiem w procesie obiegu wody, który najłatwiej naruszyć, jednak znacznie trudniej poznać i kontrolować. Z tego względu ich ochrona powinna być jednym z głównych zadań hydrologów.

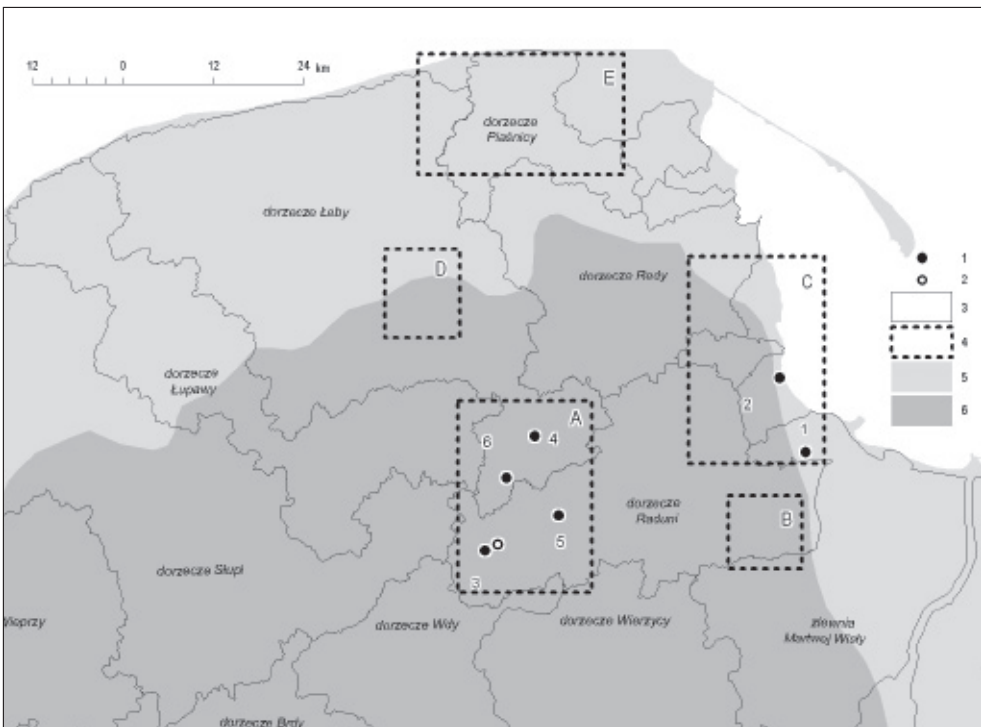
W literaturze przedmiotu dla obszarów młodoglacjalnych wypływy wód podziemnych nie doczekały się one do tej pory ani szczegółowego opracowania, ani nawet inwentaryzacji. Nieliczne opracowania są albo sprzed około 40 lat (Pazdro 1958, Błaszowski 1969, Jankowska 1978), albo dotyczą niewielkich obszarów (Fac-Beneda, Hryniszak 2006; Łoszewski 1995; Mazurek 2006; Nowakowski 1977).

Głównym celem pracy jest rejestracja i typologia naturalnych wypływów wód podziemnych na obszarach młodoglacjalnych w granicach administracyjnych województwa pomorskiego z uwzględnieniem istniejących obszarów chronionych oraz określenie ich fizycznych i chemicznych właściwości wybranych wypływów. Za zasadnością podjęcia badań świadczą doświadczenia zebrane w trakcie realizacji nowej edycji Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000. Wcześniejsze badania wskazują na występowanie w tych jednostkach fizyczno-geograficznych naturalnych, różnych pod względem wydajności i typu, wypływów wód podziemnych (Błaszowski, 1969, Jankowska 1978, Fac-Beneda, Hryniszak 2006).

Obszar i metody badań

Województwo pomorskie położone jest w podprowincjach Pobrzeża Południowobałtyckie (313) oraz Pojezierza Południowobałtyckie (31; ryc. 1; Kondracki 2000). Na tym obszarze wybrano poligony badawcze w odniesieniu do podziału hydrograficznego (zlewnie) oraz w odniesieniu do morfologii terenu. Wybór poligonów badawczych pod kątem występowania wypływów nie był przypadkowy. Każdorazowo przed badaniami terenowymi wykonywana była interpretacja hydrograficzna materiałów kartograficznych w odniesieniu do występowania warunków sprzyjających powstawaniu wypływów wód podziemnych. Nie bez znaczenia było ich położenie w strefie zasilania i strefie drenażu (Kozerski 2007). Wybrane poligony to: Rynny Raduńsko-Ostrzyckie, dolina środkowej Raduni, zlewnie Sweliny, Kaczej i Potoku Kolibkowskiego, Potoku Królewskiego i Kamiennego Potoku, obszar gminy Krokowa (ryc. 1).

Badaniach terenowe prowadzono od stycznia 2007 r. do maja 2008 r. i uczestniczyli w nich magistranci Katedry Hydrologii Uniwersytetu Gdańskiego. Podstawową metodą



Ryc.1. Położenie obszaru badań

1 – badane wypływy, 2 – posterunek opadowy, 3 – główne dorzecza, 4 – poligony badawcze, 5 - Pobrzeża Południowobałtyckie, 6 - Pojezierza Południowobałtyckie

Fig. 1. Location of the studied area

1 – investigated outflows, 2 – water-gauging station, 3 – main drainage basins, 4 – researched fields, 5 – the Pomeranian region, 6 – the Pomeranian region

badan było kartowanie hydrograficzne, w którym uwzględniono klasyfikację wypływów przyjętą w instrukcji Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000 (*Wytyczne...* 2005). Ponadto, wykorzystano wyniki badań przeprowadzonych w 2006 r. w Pradolinie Redy-Łeby (Fac-Beneda, Hrynyszak 2006). Pomiary wydajności wypływów wykonywane były trzema metodami: metodą objętościową, metodą przelewu prostokątnego oraz młynkiem hydrometrycznym 801 z płaskim sensorem elektromagnetycznym firmy Valeport. Najczęściej stosowaną była metoda objętościowa sprawdzająca się w przypadku niewielkich (do $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) wydajności. Zespół źródeł w rezerwacie „Staniszewskie Źdroje” objęto comiesięcznymi pomiarami wydajności od kwietnia 2007 r. Pomiary fizyczno-chemiczne wykonywane były w laboratorium Katedry Hydrologii według norm polskich. Do określenia typu hydrochemicznego wód wykorzystano klasyfikację Szczukariewa-Prikłońskiego (Macioszczyk 1987).

Wody podziemne

Wody podziemne badanego obszaru występują w trzech piętrach: kredowym, paleogeńsko-neogeńskim i czwartorzędowym. Ich piętrowe występowanie związane jest ze zróżnicowaną budową geologiczną uwarunkowaną m.in. akumulacyjną działalnością plejstocenских lodowców skandynawskich. Specyfiką tego obszaru jest bliskość bazy drenowania, jaką stanowi Bałtyk, a co za tym idzie istnienie strefy kontaktu wód morskich z podziemnymi oraz urozmaiconą rzeźbą terenu o znacznych deniwelacjach z wyraźnie wyodrębniającymi się strefami zasilania, tranzytu i drenażu. Obszarem zasilania i tranzytu jest wysoczyzna morenowa Pojezierza Kaszubskiego, natomiast strefą drenażu – Zatoka Gdańska z nizinami nadmorskimi, równiną aluwialną delty Wisły, a także pradolina Redy-Łeby. Mułowcowo-ilasta seria górnej kredy, będąca jednocześnie granicą strefy aktywnej wymiany wód, stanowi podstawę, poniżej której występują wody reliktowe starszych pięter wodonośnych.

System krążenia wód podziemnych charakteryzuje się dominacją zasilania infiltracyjnego wodami atmosferycznymi oraz ogólnym kierunkiem spływu z wysoczyzn ku równinom nadmorskim i dalej ku morzu oraz delcie Wisły. Wielkość odpływu bezpośrednio do morza na odcinku pomiędzy ujściem Wieprzy i Wisły (bez odpływu z dorzeczy Słupi, Łeby, Łupawy i Redy) jest według Z. Pietrucienia (1983) szacowana na $9,21 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zróżnicowane warunki środowiska geograficznego, szczególnie dwóch obszarów – obszaru pojezierzy i obszaru nadmorskich równin aluwialnych skutkują odrębnościami w regionalnym systemie krążenia wód podziemnych. Na obszarze pojezierzy funkcjonują systemy lokalnego krążenia wód podziemnych, gdzie spływ jest skierowany ku lokalnym osiom hydrograficznym, którymi są ciągi jezior lub cieków. System taki funkcjonuje np. w zlewni górnej Raduni, z której odpływ podstawowy przekracza $180 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$, a punktowo dochodzi nawet do $260 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Drwal 1982, Jankowska 1985). W zlewni górnej Raduni, H. Jankowska (1985) wyróżniła cztery podstawowe poziomy wodonośne: przypowierzchniowy, międzymorenowy górny, międzymorenowy dolny i sandrowy. W pierwszym, zwierciadło wody jest lekko napięte i zalega na głębokości od 1 do 5 m, a miejscami (w torfach) jako woda zaskórna występuje na głębokości 0–1 m. Zwierciadło poziomu międzymorenowego górnego występuje na głębokości od 4 do 30 m i znajduje się pod ciśnieniem subartezyjским. W rynnach i dolinach kopalnych oraz w sąsiedztwie jezior zwierciadło tego poziomu traci napięcie. Zwierciadło poziomu międzymorenowego dolnego znajduje się również pod

napięciem. Mimo, iż poziom ten ma już zasięg ponadlokalny, to jest on również drenowany przez jeziora występujące w zlewni górnej Raduni. Natomiast w poziomie sandrowym zwierciadło jest swobodne i występuje na wysokości 160–200 m n.p.m.

Rozmieszczenie i wydajność wypływów

Na wydanych 44 arkuszach Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000 w granicach województwa pomorskiego stwierdzono 192 wypływy (tab. 1). W wyniku kartowania hydrograficznego badanego terenu zidentyfikowano 293 wypływów (ryc. 2). Z ogólnej liczby 470 wypływów 148 z nich występuje na obszarach chronionych. Ochroną pomnikową objętych jest w województwie pomorskim tylko 6 obiektów (w granicach nie wydanych jeszcze arkuszy Mapy).

Wydajność wypływów wód podziemnych nie jest duża i w większości nie przekracza $0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (tab. 2). Wyjątek stanowi zespół źródeł położonych w rezerwacie „Staniszewskie Zdroje”, gdzie od kwietnia 2007 r. prowadzono comiesięczne pomiary wydajności (ryc. 1, nr 4). Obiekt ten zlokalizowany jest w rozległej niszy źródłiskowej

Tab.1. Liczba wypływów wód podziemnych w województwie pomorskim

Table 1. Number of groundwater outflows in Pomerania province

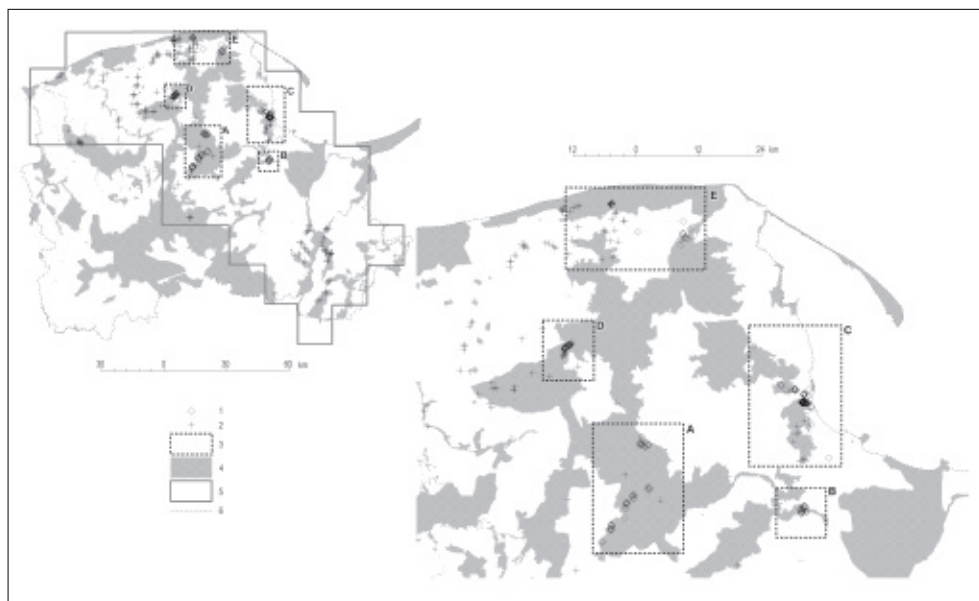
Wypływy Groundwater outflows	Zespół źródeł Complex of springs	Źródła Springs	Wycieki Seepages	Młaki Bog sources	Razem Total
Mapa Hydrograficzna Polski (1:50 000) Hydrographic Map of Poland (1:50 000)	-	117 (73)*	68 (68)*	7 (7)*	192 (148)*
Wyniki kartowania hydrograficznego Results of hydrographic mapping	2 (2)*	61 (49)*	193 (152)*	37 (35)*	293 (238)*
Wyniki kartowania terenowego bez obiektów z Mapy Hydrograficznej Polski (1:50 000) Results of hydrographic mapping without water bodies in Hydrographic Map of Poland (1:50 000)	2 (2)*	49 (38)*	191 (150)*	36 (34)*	278 (224)*

* w tym na obszarach chronionych – in protected areas

Tab. 2. Liczba, rodzaj i wydajność wypływów skartowanych w województwie pomorskim

Table 2. Number, type and yield of groundwater outflows mapped in Pomerania province

Rodzaj wypływu Type of groundwater outflow	Wydajność – Yield [$\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]				Łącznie Total
	<0,5	0,5–1,0	1,0–0,0	>10,0	
Zespół źródeł Complex of springs	1	-	-	1	2
Źródło – Spring	39	12	9	1	61
Wyciek – Seepages	193 (<0,5)				193
Młaka – Bog sources	33	4 (>0,5)			37
					293



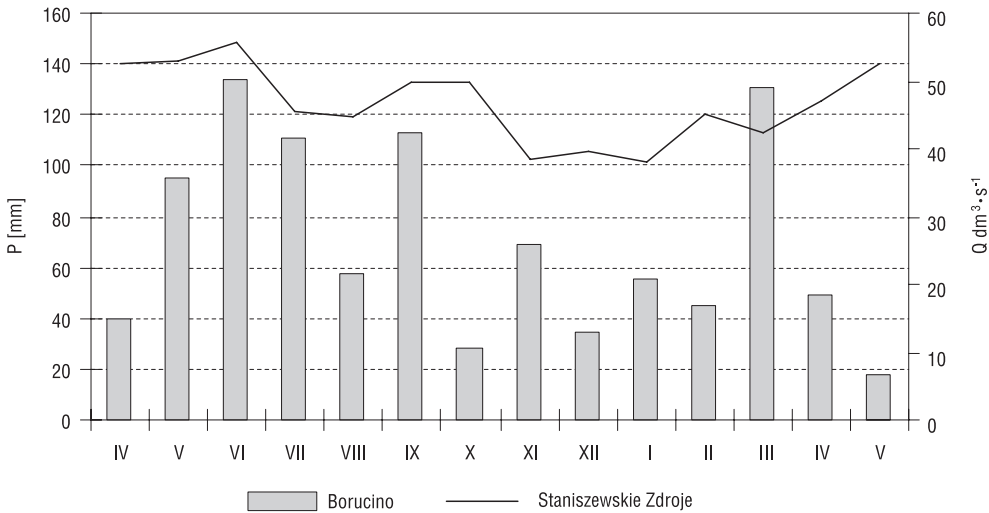
Ryc. 2. Lokalizacja wypływów wód podziemnych na publikowanych arkuszach Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000 oraz wyniki kartowania terenowego

1 – z wyników kartowania terenowego, 2 – z mapy, 3 – poligony badawcze, 4 – obszary chronione, 5 – zasięg opublikowanych arkuszy, 6 – granica woj. pomorskiego

Fig. 2. Groundwater outflows location in published sheets of the Hydrographic Map of Poland on a scale of 1:50 000 and results of field research

1 – results from field work, 2 – from the map, 3 – researched fields, 4 – protected areas, 5 – range of published sheets, 6 – border of Pomerania province

wcinającej się około 100 m w głąb lewego zbocza doliny Łeby. Źródła mają charakter ascensyjny, a wypływy wody znajdują się w dnie niszy wypełnionej rozluźnionymi i grząskimi piaskami kurzawkowymi, o miąższości przekraczającej 3 m. Dno niszy położone jest około 15 m powyżej podnóża skarpy i około 20 m powyżej dna doliny Łeby (153–157 m n.p.m.). Zbocza zbudowane są z glin zwałowych o różnym wykształceniu litologicznym. Wysokość zboczy przekracza 30 m, a nachylenie dochodzi do 45°. Obszary alimentacji zbiornika wód podziemnych drenowanego przez Staniszewskie Zdroje obejmują tereny wysoczyzny połudwocowej, górnych części dorzecza Łeby i Łupawy. Duży procent powierzchni zajmuje tu zlewnia pośrednia (obszary bezodpływowe chłonne i ewapotranspiracyjne), stanowiąca 25% powierzchni zlewni Łeby oraz 36% zlewni Łupawy (Fac-Beneda 2007). Na tym terenie leży posterunek opadowy w Borucinie, z którego zaczerpnięto wysokość opadów. Staniszewskie Zdroje szybko reagują na opady poprzez wzrost wydajności (ryc. 3). Zauważyć można również spadek wydajności źródeł od wiosny, a następnie wzrostu od jesieni. Średnia roczna wydajność źródeł wynosi $46 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, przy czym najwyższą wartość w okresie badań zanotowano w czerwcu 2007 r. i wynosiła ona $55,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. W lipcu 2007 r. wydajność była równa $45,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. ok. $5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ mniejsza, niż w lipcu 1985 r., co może sugerować wieloletnią tendencję spadku wydajności źródeł (Herbich, Herbich 1987).



Ryc. 3. Wydajność zespołu źródeł Staniszewskie Zdroje (nr 4) i średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych w Borucinie (maj 2007 r. – maj 2008 r.)

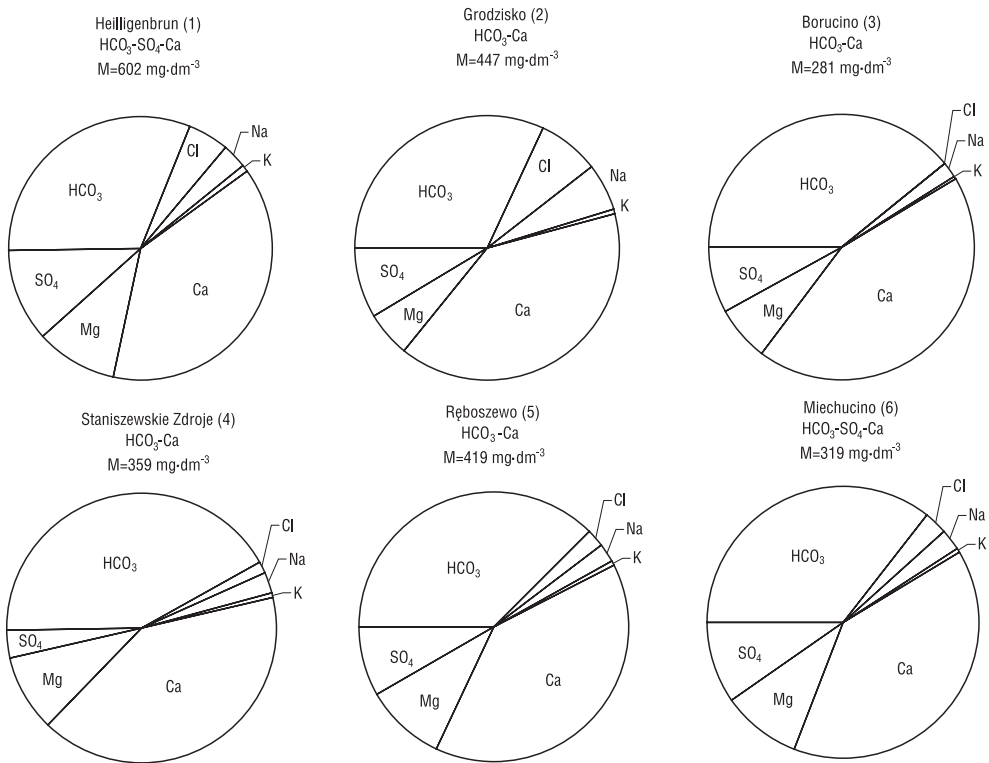
Fig. 3. Yield of the Staniszewskie Zdroje complex of springs (No 4) and average monthly totals of precipitation in Borucino (May 2007 – May 2008)

Właściwości fizyczno-chemiczne wód źródlanych

Do badań fizyczno-chemicznych wybrano 6 wypływów. Dwa z nich położone są w strefie drenażu (nr 1, 2 ryc. 1); zaś cztery – w strefie zasilania i tranzytu (nr 3, 4, 5, 6; ryc. 1). Woda trzech wypływów ze strefy zasilania i tranzytu (nr 1, 2, 3) oraz woda z wypływu ze strefy drenażu (nr 5) posiadają typ hydrogeochemiczny wodorowęglanowo-wapniowy (ryc. 4). Jak pisze B. Kozerski (2007) w wypływach z utworów czwartorzędowych dominuje właśnie ten typ (niezależnie od głębokości), chociaż lokalnie mogą pojawiać się inne typy. Pozostałe wody wypływów (nr 4 ze strefy zasilania i tranzytu oraz nr 6 ze strefy drenażu) reprezentują typ wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowy, co również świadczy o drenowaniu czwartorzędowego poziomu wodonośnego.

W wodach ze strefy drenażu tzw. tarasu nadmorskiego, stwierdzono mineralizację wyższą o około $30 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, co można wiązać z efektem intruzji wód morskich w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, na skutek nadmiernej eksploatacji wód podziemnych w tym rejonie. Po ograniczeniu eksploatacji, rozpoczął się proces „wysładzania”, lecz ślady intruzji w postaci podwyższonej koncentracji Cl^- dają się jeszcze zauważyć.

Jakość wody w badanych próbach była na ogół bardzo dobra, mieszcząca się w I klasie (w 5-cio stopniowej skali). Mineralizacja kształtowała się od ok. 300 do $600 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Najwyższą mineralizacją ($602 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) oraz najwyższą zawartością Ca^{2+} ($126,7 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) cechowała się woda z wypływu nr 1 (Heiligenbrun, ryc. 1). Ze względu na zwiększoną zawartość tego pierwiastka, jakość wody odpowiadała III klasie. Nieco podwyższone wartości fosforanów i azotanów stwierdzono w wypływach nr 3 i 5 (Borucino, Ręboszewo). Woda z wypływu nr 5 odznaczała się też najwyższą koncentracją Fe^{3+} .



Ryc. 4. Skład chemiczny wody badanych wypływów wód podziemnych

Fig. 4. Water chemistry of investigated groundwater outflows

Uwagi końcowe

Większość zidentyfikowanych wypływów wód podziemnych na badanym obszarze młodoglacjalnym stanowią wycieki. Badania potwierdziły fakt występowania obiektów wzdłuż krawędzi rynien i wyraźnie wciętych dolin rzecznych oraz w miejscach styku wysoczyzny (pojezierze) i terasy nadmorskiej (pobrzeże). Wypływy posiadają niewielką wydajność, a jakość wód wybranych wypływów wskazuje na małą antropopresję. W porównaniu z obszarami wyżynnymi i górskimi liczba, a przede wszystkim wydajność wypływów nie jest duża. Jednakże są to niewątpliwie obiekty na tyle zaznaczające się w krajobrazie młodoglacjalnym, że ich badania powinny zajmować ważne miejsce wśród zainteresowań hydrologów zajmujących się stosunkami wodnymi tych obszarów.

Stwierdzone znaczne różnice liczby wypływów przedstawionych na Mapie Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000 w stosunku do rzeczywistości nasuwają wniosek, iż w pracach przedsiębiorstw wykonujących poszczególne arkusze, znacznie większa uwaga powinna być zwrócona na źródła.

Literatura

- Błaszczkowski J., 1969, *Kilka uwag o źródłach w Rynnie Jeziora Żarnowieckiego*, Zeszyty Geograficzne Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Gdańsk, 11, 213–218.
- Fac-Beneda J., Hryniszak E., 2006, *Wypływy wód podziemnych u podnóża krawędzi pradolinnych*, [w:] P. Jokiel, P. Moniewski, M. Ziulkiewicz (red.), *Źródła Polski. Wybrane problemy krenologiczne*, Wydział Nauk Geograficznych UŁ, Łódź, 129–134.
- Fac-Beneda J., 2007, *Formowanie się i organizacja odpływu w systemie Słupi, Łupawy i Łeby*, [w:] Z. Michalczyk (red.), *Obieg wody w środowisku naturalnym i przekształconym, Badania Hydrograficzne w poznawaniu środowiska*, 8, 203–210.
- Drwal J., 1982, *Wykształcenie i organizacja sieci hydrograficznej jako podstawa oceny struktury odpływu na terenach młodoglacjalnych*, Seria Rozprawy i Monografie, 33, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, ss. 125.
- Herbich J., Herbich P., 1987, *Charakterystyka przyrodnicza rezerwatu „Staniszewskie Źdroje”*, Wojewódzki Konserwator Przyrody, Gdynia-Warszawa, ss. 7.
- Jankowska H., 1978, *Terenowe pomiary wysączenia powierzchniowego wody podziemnej*, Archiwum Hydrotechniki, 25, 1, 123–129.
- Jankowska H., 1979, *Wody podziemne górnej Raduni i ich znaczenie w zasilaniu jezior rynnowych*, [w:] *Zasoby wodne Pojezierza Kaszubskiego a zapotrzebowanie na wodę aglomeracji gdańskiej*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk, 69–86.
- Jankowska H., 1985, *Znaczenie jezior w kształtowaniu się odpływu podziemnego w dorzeczu górnej Raduni*, Zeszyty Naukowe Wydziału Biologii, Geografii i Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego, Geografia, 14, 57–68.
- Kondracki J., 2000, *Geografia Fizyczna Polski*, PWN, Warszawa, ss. 441.
- Kozerski B., (red), 2007, *Gdański system wodonośny*, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, ss. 114.
- Łoszewski H., 1995, *Źródła na terenie Białegostoku i potrzeba ich ochrony*, Białostocczyzna, 4, 765,617–17.
- Macioszczyk A., 1987, *Hydrogeochemia*, Wyd. Geologiczne, Warszawa, ss. 475.
- Mapa Hydrograficzna Polski w skali 1:50 000, Główny Geodeta Kraju (arkusze obejmujące województwo pomorskie).
- Mazurek M., 2006, *Chemizm wypływów wód podziemnych w dorzeczu Parsęty (Pomorze Zachodnie)*, [w:] P. Jokiel, P. Moniewski, M. Ziulkiewicz (red.), *Źródła Polski. Wybrane problemy krenologiczne*, Wydział Nauk Geograficznych UŁ, Łódź, 242–252.
- Nowakowski Cz., 1977, *Charakterystyka wydajności źródeł strefy czołowomorenowej Pojezierza Suwalskiego*, Biuletyn Geologiczny Wydziału Geologicznego Uniwersytetu Warszawskiego, 21, 32–41.
- Pazdro Z., 1958, *Wody podziemne regionu gdańskiego*, Przegląd Geologiczny, 6, 241–244.
- Pietrucień Z., 1983, *Regionalne zróżnicowanie warunków dynamicznych i hydrochemicznych wód podziemnych w strefie brzegowej południowego i wschodniego Bałtyku*, Rozprawy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, ss. 278.
- Wytyczne techniczne GIS-3, Mapa Hydrograficzna Polski skala 1:50 000 w formie analogowej i numerycznej*, 2005, GUGiK, Warszawa.

Joanna Fac-Beneda

Natural outflows of groundwater in protected areas in northern Poland

Summary

In the northern part of Poland, natural outflows of ground water play an important, though still underestimated role in maintaining the richness and diversity of the hydrographic network components. Although their numbers and capacity in comparison with the outflows in highland and mountainous regions are not big, the places where they can be found undoubtedly offer the best opportunity to see and examine groundwater in young glacial areas of a specific geological structure. The outflows of groundwater in such areas have not so far been thoroughly studied or even inventoried in the specialist literature. The few studies were either carried out three or four decades ago (Błaszowski 1969, Jankowska 1978, Piekarek-Jankowska 1979) or concern only small areas (Fac-Beneda, Hrynyszak 2006, Łoszewski 1995, Mazurek 2006). The need for undertaking such research was proved in the course of works on a new edition of the Hydrographic Map of Poland on a scale of 1:50 000.

The main aim of the current paper was the registration and classification of natural outflows of groundwater in young glacial areas within the administrative borders of Pomeranian province compared to the established protected areas, as well as an attempt to determine the physical and chemical properties of water of chosen outflows (Fig. 1). Within this area, testing sites have been established with reference to the hydrographic division (catchments) and to land morphology. The research was performed during patrol expeditions in the period from winter 2007 to spring 2008, and the basic research method was hydrographic mapping survey. Additionally, the results of research carried out in 2006 in the Reda-Łeba Ice Marginal Streamway were used (Fac-Beneda, Hrynyszak 2006).

On 44 published sheets of the Hydrographic Map of Poland on a scale of 1:50 000, 192 outflows were mapped within the boundaries of Pomeranian province (Table 1). As a result of the author's own research and Master's theses performed in the Department of Hydrology of Gdańsk University, other 278 outflows, mostly the surface ones, have been localised and identified (Fig. 2). The discharge of the outflows is not high and usually does not exceed $0.5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Table 2). An exception is the complex of springs situated in the Staniszewskie Zdroje reserve (No 4) of the mean annual capacity of $46 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. The tendency towards a starting from spring decrease in capacity, and then towards its increase from autumn is shown in Figure 3.

Five springs and one spring complex have been chosen for physical-chemical analyses (Table). The water of three outflows from the alimentation and transit zone and of one outflow from the drainage zone represents a bicarbonate-calcium hydrogeochemical type. The remaining outflows are of a bicarbonate-sulphate-calcium type (Fig. 4). According to B. Kozerski (2007), this type dominates in the groundwater of Quaternary formations irrespective of depth, though local modifications can appear. The hydrogeochemical type indicates that the outflows drain the Quaternary water-bearing horizon. The quality of water in the analysed samples was generally very good, of class 1 (in a 5-class scale).

In the process of water circulation groundwater is a link that can be easily disturbed, which makes it much more difficult to study and control. Thus, protecting them should be one of the main tasks of hydrologists. The present paper is an attempt to initiate extensive research on the capacity and quality of outflows of underground waters in young glacial areas in northern Poland.

