

## **Wody podziemne Wzgórz Szymbarskich i ich powierzchniowe przejawy**

**Dr inż. Beata Jaworska-Szulc, dr Małgorzata Pruszkowska-Caceres, doc. dr inż. Maria Przewłócka  
Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska**

Teren badań położony jest w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego i obejmuje najbardziej zróżnicowaną pod względem morfologicznym część Nizy Środkowoeuropejskiego z pasmem Wzgórz Szymbarskich i najwyższym szczytem – Wieżycą

(328,6 m n.p.m.). Granice obszaru badań opierają się na głównych bazach drenażu płytkich wód podziemnych. Na zachodzie jest to jezioro Ostrzyckie, które stanowi również bazę drenażu dla wód głębszych, a na północy jest to rzeka Radunia z je-

ziorem Trzebnio. Północno-wschodnia granica przebiega wzdłuż niewielkiego ciekłu określanego na Mapie Podziału Hydrograficznego Polski [12] jako „Dopływ z Rąf”. Pozostałe granice przebiegają w obniżeniach terenu, w których stwierdzano powierzchniowe przejawy drenażu wód podziemnych w postaci stawów, rowów i podmokłości. Wzniesienia szymbarskie zostały ukształtowane głównie przez procesy związane z działalnością ostatniego zlodowacenia Wisły, a tylko częściowo w wyniku procesów, które miały miejsce po ustąpieniu lądolodu [3]. Złożona budowa geologiczna i zróżnicowana rzeźba terenu powoduje, że warunki hydrogeologiczne są skomplikowane. Wody podziemne w zależności od warunków występowania oraz powiązań z siecią hydrograficzną tworzą charakterystyczny dla wysoczyzny młodoglacjalnych system krążenia. Na wysoczyznach morenowych, charakteryzujących się obecnością soczewek i wkładek nieprzepuszczalnych, różnorodnością uziarnienia i ułożenia osadów oraz możliwością istnienia okien hydrogeologicznych i zaburzeń gładitektonicznych istotnym problemem jest identyfikacja tych dróg przepływu i prawidłowe wydzielenie płytkich wód podziemnych uczestniczących w lokalnych systemach przepływu.

## BUDOWA GEOLOGICZNA WZGÓRZ SZYMBARSKICH

Na omawianym terenie osady podłoża rozpoznano głównie w oparciu o otwór badawczy w Ostrzycach, o głębokości 805,5 m, a zakończony w skałach jurajskich, reprezentowanych przez wapienie dolomityczne i piaskowce. Strop osadów jury nawiercono na rzędnej 614 m p.p.m. Osady kredy wykształcone w postaci mułowców, ilów glaukonitowych, piasków i piaskowców mają łączną miąższość około 450 m. Powyżej nawiercono drobnoziarniste piaski glaukonitowe oligocenu do rzędnej 102 m p.p.m. Osady miocenu, w postaci piasków kwarcowych z muskowitem, mułków i ilów występują do rzędnej 85 m p.p.m. i stanowią bezpośrednie podłoże czwartorzędu. Miąższość osadów czwartorzędu przekracza 250 m, występują tu naprzemiennie osady lodowcowe i wodnolodowcowe zlodowaceń Qp2, Qp3 i Qp4 wykształcone głównie jako gliny zwałowe, żwiry, piaski oraz ily i mułki. W podłożu czwartorzędu występują duże deniwelacje, przekraczające nawet 150 m, co związane jest z silnym wymodelowaniem glacialnym i obecnością głębokich rynien erozyjnych [11]. W południowo-zachodniej części obszaru badań występuje wyraźne obniżenie w utworach neogenu i paleogenu, zwane obniżeniem patulskim [7]. Ma ono przebieg południowy zachód – północny wschód od Kościerzyny, gdzie łączy się z obniżeniem raduńskim, zwęża się i biegnie w kierunku północnym, aż po Dzierżążno. W obrębie tego obniżenia nie występują osady miocenu, a strop oligocenu stwierdzono na rzędnej 80 m p.p.m., natomiast w kierunku północnym w rynn timerz podłoża czwartorzędu stanowią osady eocenu, zalegające na rzędnej 120 m p.p.m. [7]. Osady miocenu stwierdza się w podłożu czwartorzędu w rejonie Wzgórz Szymbarskich, które występują na rzędnych nawet 60 m n.p.m [8].

Na przeważającej części powierzchni terenu badań występują osady morenowe dennej falistej (rys. 1), która osiąga wysokość 200 ÷ 230 m n.p.m. i jest zbudowana z glin zwałowych i piasków lodowcowych. Na poziom denno morenowy nałożone są wzgórza zbudowane z materiału piaszczysto-żwirowego, takie jak Wieżyca, które według Okulanisa [6] określone są jako

moreny akumulacyjne lub spiętrzone, a najczęściej opisywane jako moreny czołowe [4, 5]. Nowsze badania wskazują na formy akumulacji szczelinowej (rys. 1) [7].

Na południe od obszaru morenowego, a także lokalnie w rejonie Goręczyna, występują sandry stanowiące płaskie, rozległe powierzchnie zbudowane z piasków i żwirów o wysokościach dochodzących do 130 ÷ 160 m n.p.m. Zarówno na powierzchni sandrów, jak i w obrębie wysoczyzny morenowej występują liczne zagłębienia i obniżenia terenu stanowiące baseny dawnych zastoisk lub powstałe w wyniku wytapiania się brył martwego lodu [3].

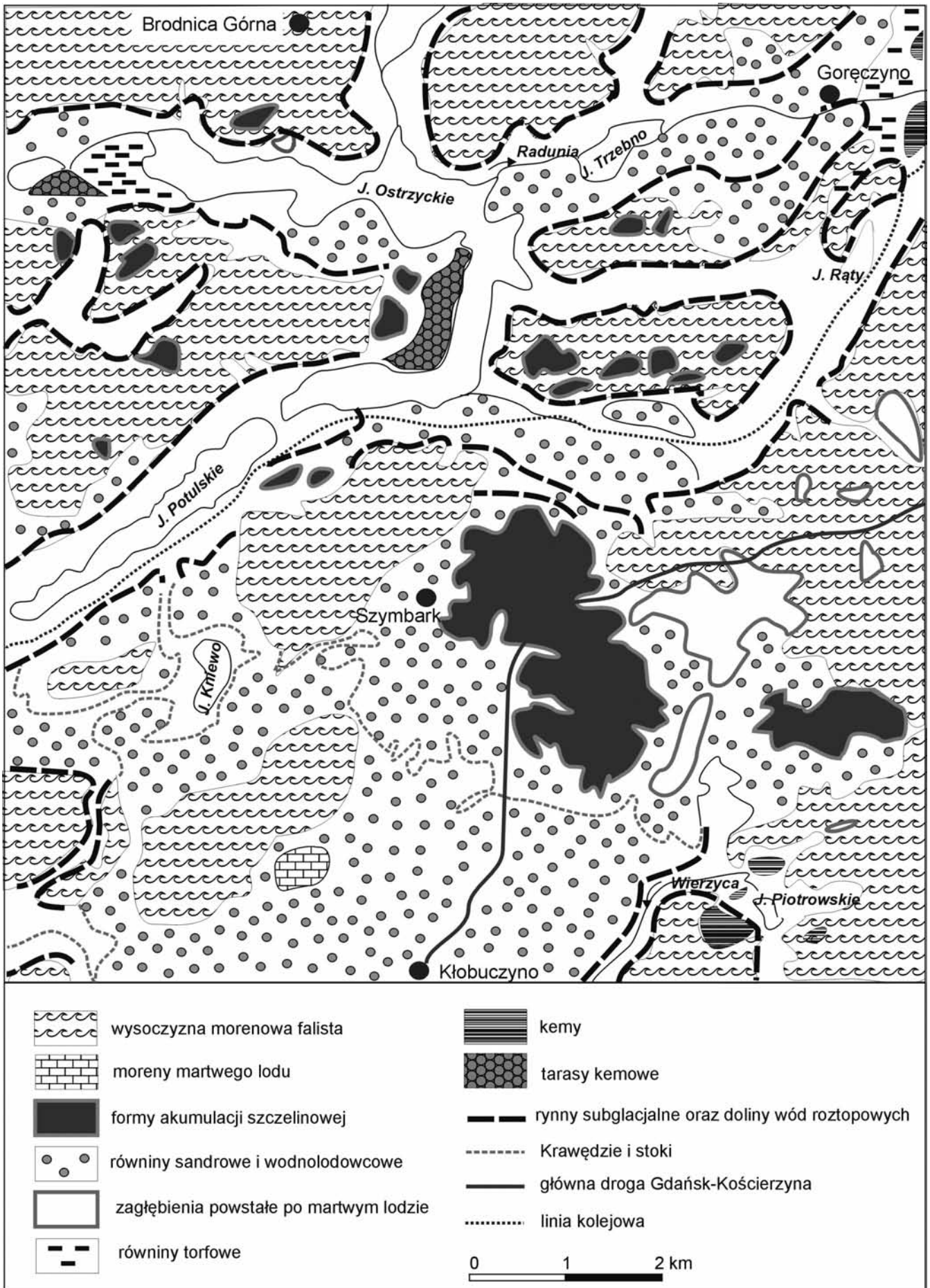
Cechą charakterystyczną ukształtowania terenu są głębokie rynny polodowcowe i sąsiadujące z nimi wzniesienia moreny dennej oraz formy akumulacji szczelinowej. W skrajnym przypadku wysokości terenu mieszczą się w granicach od 160,1 m n.p.m. (poziom lustra wody Jeziora Ostrzyckiego) do 328,6 m n.p.m. (szczyt Wieżyca). Deniwelacje terenu są zatem znaczne i dochodzą do 168,5 m. Wewnątrz rynien polodowcowych występują formy akumulacji szczelinowej oraz kem. Wzdłuż krawędzi rynien występują tarasy kemowe oraz niewielkie równiny sandrowe (rys. 1).

## WARUNKI WYSTĘPOWANIA WÓD PODZIEMNYCH

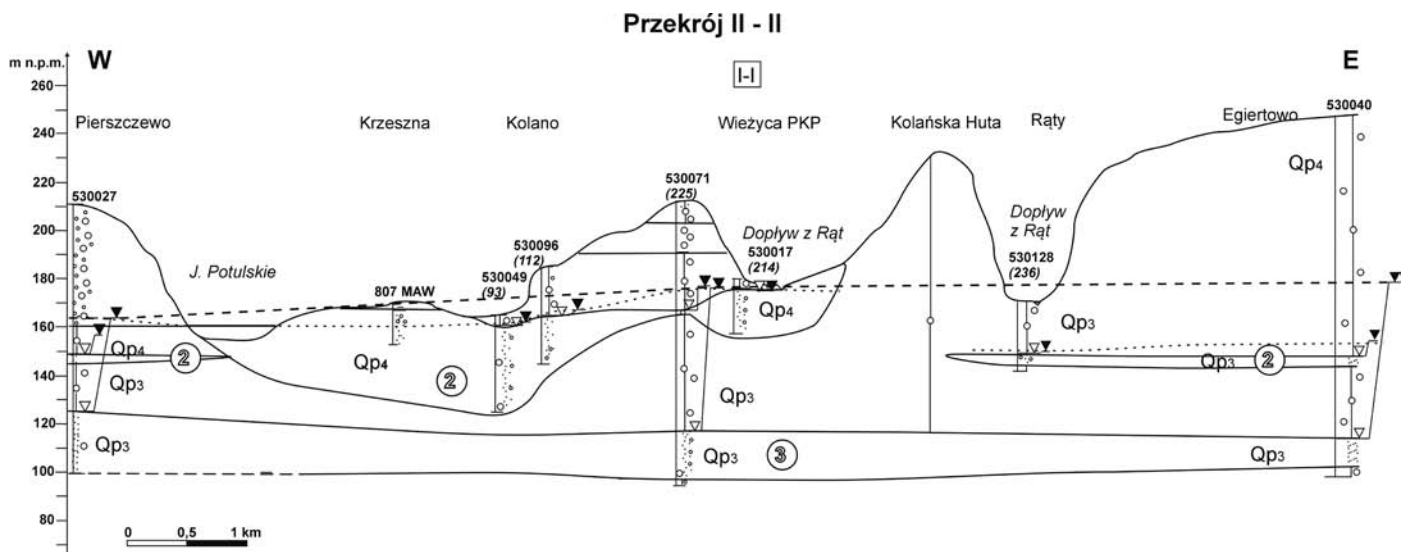
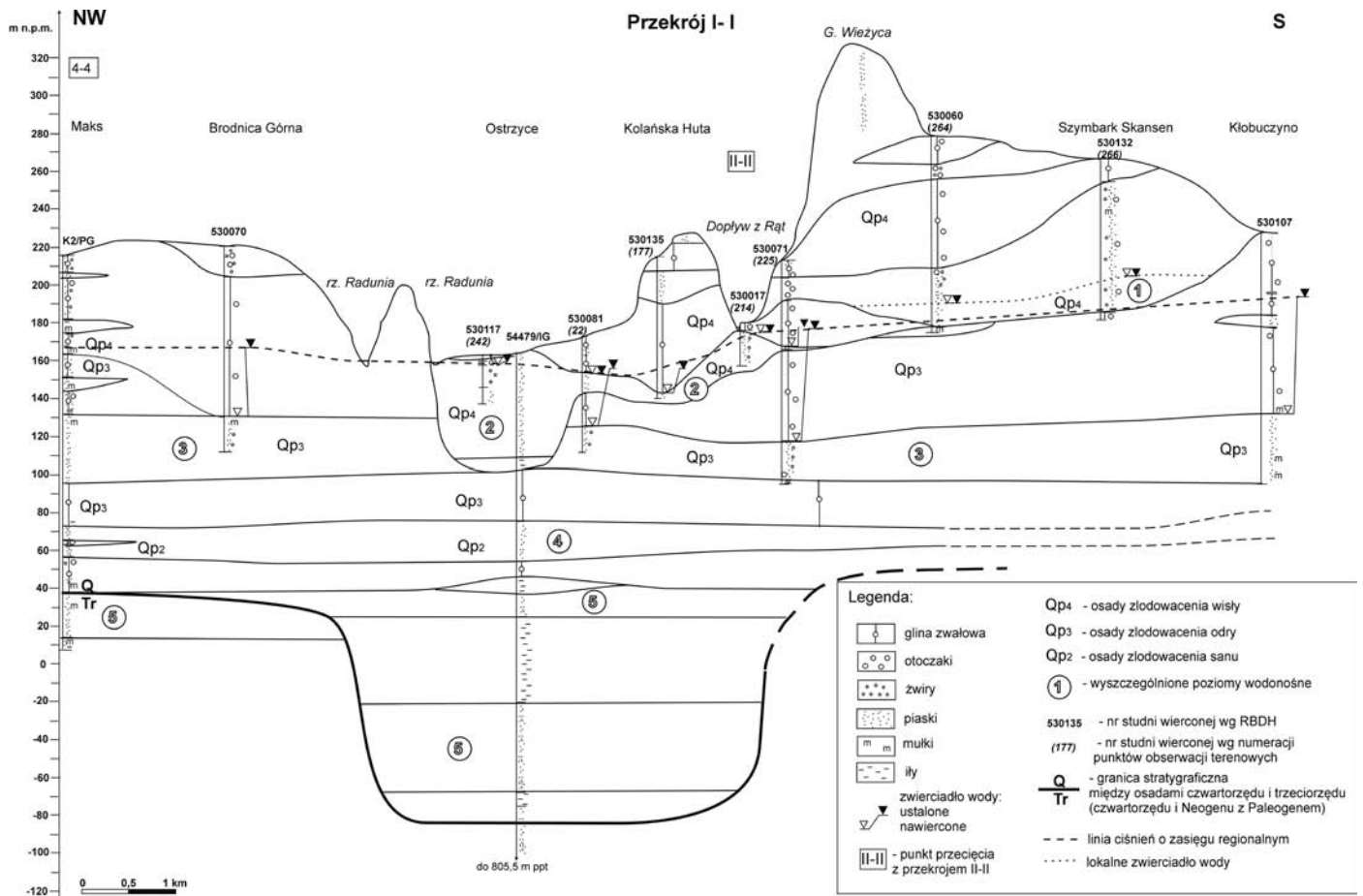
Warunki występowania wód podziemnych na badanym obszarze są skomplikowane. Wynika to z dużego zróżnicowania wysokości terenu, które z kolei jest efektem nagromadzenia wielu warstw osadów różnych zlodowaceń. Dodatkowo występujące na powierzchni osady zlodowacenia Wisły rozcięte zostały przez głębokie rynny, co doprowadziło do różnic w rzędnych terenu nawet o 160 m. W efekcie wydzielił tu można od jednego do trzech poziomów, w obrębie których występuje kilka warstw wodonośnych o różnym stopniu połączenia z siecią hydrograficzną. W rozpoznaniu hydrogeologicznym płytkich wód podziemnych wydzielono wody wysoczyznowe i wody dolinne. W osadach wysoczyznowych występują zarówno wody zawieszane, jak i gruntowe. Wody zawieszane wypełniają piaszczyste soczewki na glinie zwałowej i bywają pozbawione więzi hydraulicznej z wodami głębszymi, na przykład w Potulach. W najwyższej wyniesionej części Wzgórz Szymbarskich stanowią one również rozleglejsze struktury wodonośne przejawiające cechy wód gruntowych lokalnie pozostających w kontakcie hydraulicznym z wodami wgłębny. Wówczas cechuje je brak ciągłości, co powoduje, że warstwa wodonośna jest rozczłonkowana na wiele drobnych zbiorników. Wody gruntowe stanowią pierwszy poziom wodonośny od powierzchni terenu. W wielu miejscach mają one więz hydrauliczną z wodami wgłębny. W zależności od budowy geologicznej najczęściej jest to poziom nieciągły, lecz wykazujący większe rozprzestrzenienie niż wód zawieszonych. W rynn timerz, dolinach rzecznych i lokalnych obniżeniach wody gruntowe występują już na kilku metrach poniżej powierzchni terenu. Ich zwierciadło jest swobodne i lokalnie łączy się z wodami wgłębny osadów wysoczyznowych.

Na przekrojach hydrogeologicznych (rys. 2) wydzielono cztery warstwy wodonośne w obrębie osadów czwartorzędu. Pierwsza występuje w osadach zlodowacenia Wisły (Qp<sub>4</sub>) na obszarze wysoczyznowym, jest nieciągła i tworzy zawieszane soczewki wód podziemnych. Warstwę drugą również tworzą





Rys. 1. Szkic geomorfologiczny (opracowano na podst. [7])



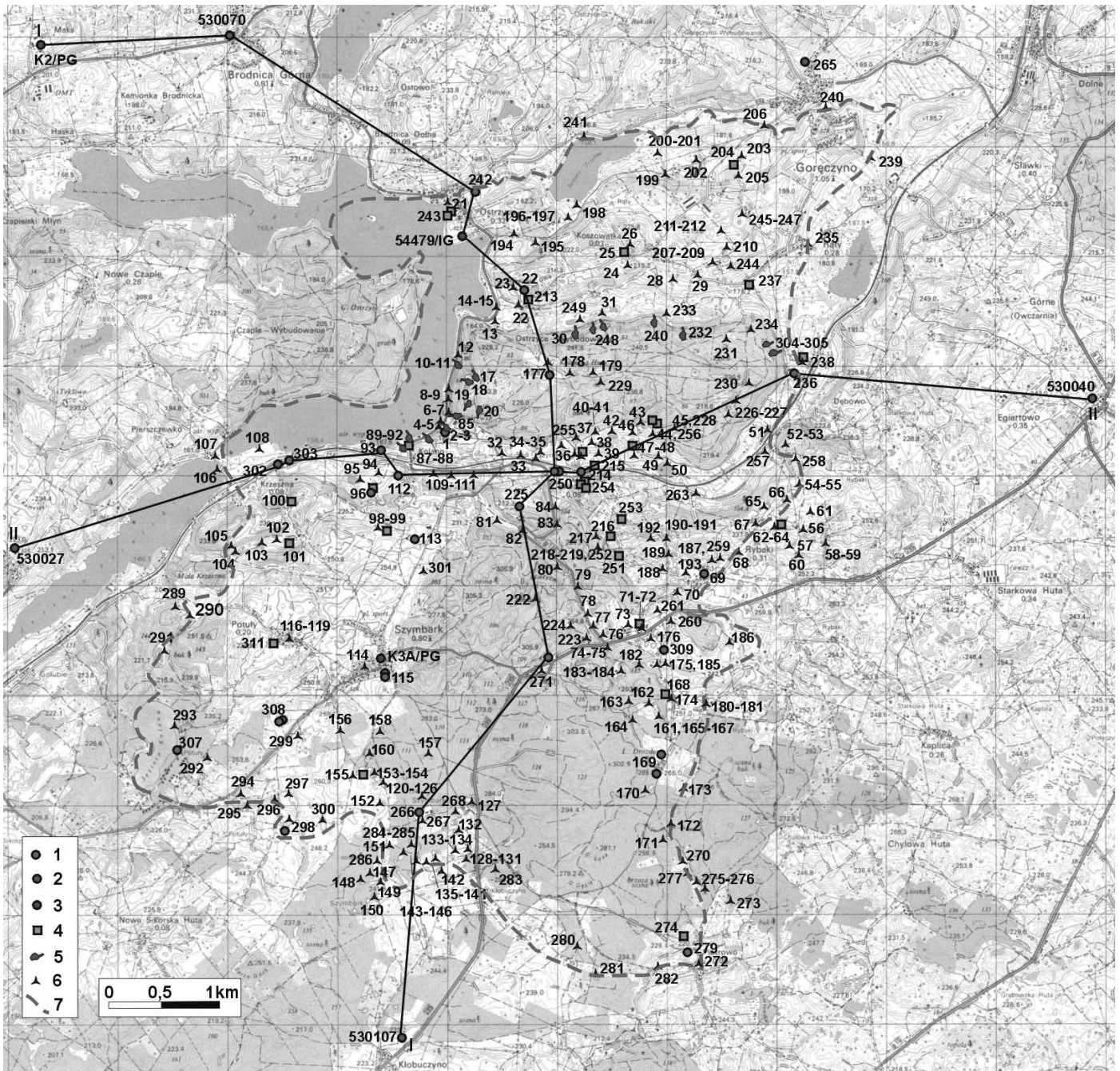
Rys. 2. Przekroje hydrogeologiczne (linie przekrojów zaznaczono na rys. 3)

osady zlodowacenia Wisły, ale w obrębie dolin rzecznych i glacialnych. Lokalnie warstwa ta jest zasilana przez mało miąższe piaszczyste wkładki osadów zlodowacenia Wisły lub Odry. Warstwa trzecia ma charakter bardziej ciągły, wody podziemne występują tu w osadach zlodowacenia Odry (Qp<sub>3</sub>). Lokalnie w rynach glacialnych ma ona więz hydrauliczną z warstwą drugą. Kolejną warstwę wodonośną wyodrębniono na rzędnych około 60 ÷ 70 m p.p.m., w osadach zlodowacenia Sanu (Qp<sub>2</sub>). Ma ona

niewielką miąższość i słabe parametry hydrauliczne, ale raczej ciągły przebieg na obszarze badań. Na przekrojach hydrogeologicznych (rys. 2) oznaczono również piątą warstwę wodonośną. Jest to poziom plejstoceno-miocenoński o regionalnym zasięgu, który stanowi główny poziom wodonośny w gdańskim systemie wodonośnym [3].

Zasilanie wód zawieszonych odbywa się wyłącznie poprzez infiltrację opadów atmosferycznych, zaś wód gruntowych za-





Rys. 3. Lokalizacja punktów obserwacji terenowych

I – studnie wiercone, 2 – studnie wiercone poza obszarem badań, 3 – otwory stratygraficzne, 4 – studnie kopane, 5 – źródła, 6 – wody powierzchniowe, 7 – granice obszaru badań, I-I i II-II – linie przekrojów hydrogeologicznych

równy z opadów, jak i przesiąkania wód zawieszonych. Stąd jest to strefa bardzo dynamiczna i wykazująca dużą wrażliwość na warunki klimatyczne, na co wskazują znaczne wahania położenia zwierciadeł wód mierzone w studniach kopanych.

Wody zawieszone oraz gruntowe wykazują również związki hydrauliczne z wodami powierzchniowymi, przez które są drenowane. Główną bazą drenażu są tu jeziora Ostrzyckie i Potulskie oraz rzeka Radunia. Lokalnymi strefami drenażu są również mniejsze ciekły, jeziora Trzebno, Rąty, Kniewo, a także część zagłębień bezodpływowych, kanałów i rowów melioracyjnych.

## PRZEJAWY PŁYTKICH WÓD PODZIEMNYCH

W latach 2010-2011 przeprowadzono w terenie szczegółowe zdjęcie geologiczne i hydrogeologiczne. Polegało ono na ustaleniu charakteru i stopnia przepuszczalności gruntów powierzchniowych oraz inwentaryzacji przejawów obecności płytkich wód podziemnych, którymi na badanym terenie są źródła, wysięki, podmokłości, stawki, jeziora, rzeki, strumienie, kanały i rowy melioracyjne. Zidentyfikowano także studnie wiercone i kopane ujmujące wody podziemne występujące na różnych



głębokościach. W sumie zbadano 311 punktów terenowych, wśród których 36 to studnie wiercone, 28 studnie kopane, 20 źródła i wysięki, 48 to strumienie, kanały, rowy, 169 punktów to stawy i mokradła, 5 jezior oraz 3 punkty na rzece Raduni i 2 na rzece Wierzycy. Lokalizację wszystkich punktów terenowych przedstawiono na mapie na rys. 3.

Najbardziej charakterystyczne są duże, kilku lub kilkunasto metrowe strefy wysięków i źródła wypływające na stokach i u podnóża wzniesienia Kolańska Huta. Ich występowanie związane jest z trwałym zasilaniem przez wody podziemne. Najwięcej takich wysięków występuje na zachodnim stoku góry, są to punkty obserwacji terenowych 3, 6, 10, 11, 17, 18 (rys. 3) i na północnym stoku – punkty 30, 232, 248. Na wschodnim skłonie wzniesienia Kolańskiej Huty również zidentyfikowano dwie strefy wysięków, lub też niewielkich źródeł, są to punkty 304 i 305. Charakterystyczne są również zarastające oczka polodowcowe (np. punkt 291 w pobliżu jeziora Kniewo) oraz zbiorniki jeziorne o różnym stopniu przekształceń (np. jezioro Trzebno), jest to zjawisko typowe na obszarach młodoglacjalnych [2]. Kilka drobnych stawków i podmokłości wypełniających zagłębienia bezodpływowe występuje w wyższych partiach wzniesienia Kolańska Huta oraz w innych rejonach obszaru badań i to zarówno w terenach obniżonych jak i na wzniesieniach. Niektóre z nich są wyraźnymi przejawami obecności wód zawieszonych lub gruntowych. Część z nich jednak okresowo wysycha, co może wskazywać na odizolowanie lub ograniczony kontakt z obiegami wód podziemnych. Strefy takie rozpoznano w rejonie Drozdowa. Ta część zagłębień bezodpływowych formujących stawy, zarastające oczka wodne (np. punkty 182, 183, 184), mokradła i torfowiska (np. punkty 172 i 173), która jest odcięta od zasadniczego systemu krążenia wód powierzchniowych i podziemnych nie stanowi przejawów obecności płytkich wód podziemnych. Ważne znaczenie odgrywa tu budowa geologiczna, a szczególnie wykształcenie litologiczne osadów, gdyż strefy te występują w zagłębieniach słaboprzepuszczalnego podłoża glin zwałowych.

Cechą charakterystyczną wód zawieszonych na analizowanym obszarze jest ich wysokie położenie w stosunku do lokalnych baz drenażu. W rejonie Wzgórz Szymbarskich baza ta leży na wysokości około 160,1 m n.p.m. (zespół Jezior Ostrzyckich), podczas gdy przejawy obecności wód zawieszonych stwierdza się w najbliższym sąsiedztwie tych jezior na wysokościach przekraczających 200 m n.p.m.

Wody gruntowe również wypływają na powierzchnię, formując strumienie. Taki okresowy, ale o dużym spadku strumień, zidentyfikowano na wschodnim stoku wzniesienia Wieżyca (punkty 218, 219 i 252). W innych przypadkach wody podziemne wypływające na powierzchnię tworzą mniej wartkie strumienie lub dopływają do kanałów i rowów melioracyjnych, np.: rejon Drozdowo-Rybaki (punkt 70) oraz północny (punkty 22, 249, 31, 233) i południowy (punkty 32, 34, 35, 36, 38, 39, 49, 50, 51) stok Kolańskiej Huty. W większości jednak spływ wód podziemnych odbywa się w kierunku jezior i rzeki Raduni [9,10]. Największym zbiornikiem wodnym jest tu jezioro Ostrzyckie o powierzchni 267,1 ha i głębokości do 20 m [6]. Obszar badań obejmuje również fragment jeziora Potulskiego, którego powierzchnia wynosi 98,3 ha, a głębokość maksymalna

dochodzi do 8 m [6]. Znajdują się tu również trzy mniejsze jeziora Trzebno, Rąty i Kniewo. Na obszarach młodoglacjalnych typowe jest występowanie obszarów bezodpływowych [1, 2], odgrywają one ważną rolę retencyjną, zwykle są wypełnione mokradłami i torfowiskami. W centralnej części pojezierza udział takich obszarów przekracza niekiedy 40% powierzchni poszczególnych zlewni [1].

## PODSUMOWANIE

Badania opisane w artykule zmierzają do określenia warunków zasilania i drenażu lokalnych systemów wód podziemnych formujących się na wysoczyźnie morenowej w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego. Zasilanie tych płytkich wód podziemnych odbywa się poprzez infiltrację opadów atmosferycznych. Ze względu na skomplikowaną budowę geologiczną tego obszaru, drogą jaką odbywają wody opadowe jest bardzo zróżnicowana. Część wód zatrzymywana jest na lokalnych przewarstwieniach i soczewkach piaszczystych w obrębie utworów słaboprzepuszczalnych i ujawnia się na powierzchni w formie wysięków, źródeł, podmokłości lub małych jezior. W literaturze hydrogeologicznej są one określane mianem wód zawieszonych. Część wód opadowych infiltruje głębiej i zasila niżej położone poziomy wód gruntowych, które na ogół są szerzej rozprzestrzenione, niż wody zawieszane.

Ze względu na zasilanie z opadów atmosferycznych poziom zwierciadła płytkich wód podziemnych ulega zmianom zależnym od warunków klimatycznych. Ich przejawy powierzchniowe (strumienie, stawy, jeziora, źródła, wysięki) cechuje jednak stałość utrzymywania się wód w cyklu rocznym. Ponadto, na badanym obszarze stwierdzono istnienie okresowych strumyków, stawów, wysięków i podmokłości. Przypuszcza się, że są one odizolowane od zasadniczego systemu krążenia wód powierzchniowych i podziemnych w zagłębieniach słaboprzepuszczalnego podłoża glin zwałowych, występują tylko w okresach wzmożonych opadów i nie stanowią przejawów obecności płytkich wód podziemnych.

Kontynuacja prowadzonych badań ma na celu dokładniejsze określenie kontaktu wód powierzchniowych i podziemnych poprzez badania chemiczne wód. Dzięki temu będzie możliwa weryfikacja przyjętych koncepcji systemów przepływu wód podziemnych.

## LITERATURA

1. Drwal J.: Wykształcenie i organizacja sieci hydrograficznej jako podstawa oceny struktury odpływu na terenach młodoglacjalnych. Seria Rozprawy i Monografie nr 33. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego 1982.
2. Kostrzewski A., Zwoliński Z., Andrzejewski L., Florek W., Mazurek M., Niewiarowski W., Podgórski Z., Rachlewicz G., Smolska E., Stach A., Szymańska J., Szpikowski J.: Współczesny morfosystem strefy młodoglacjalnej. Landform Analysis, 2008, Vol. 7-11.
3. Kozerski B., Jaworska-Szulc B., Pruszkowska M., Przewłocka M.: Gdański system wodonośny. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2007.

4. Lencewicz S. i Kondracki J.: Geografia fizyczna Polski. Pojezierze Pomorskie. Państwowe Wydawnictwa Naukowe 1964.
5. Okołowicz W.: Morfogeneza wschodniej części Pojezierza Pomorskiego. Biuletyn Instytutu Geologicznego. Z badań czwartorzędu w Polsce, 100, tom 7, Warszawa 1956, 355-381.
6. Okulaniś E.: Charakterystyka morfologiczno-hydrograficzna zespołu jezior Raduńsko-Ostrzyckich. Zeszyty Naukowe Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Gdańskiego 1976, nr 6, 5-27.
7. Petelski K., Moczulska G.: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000 wraz z objaśnieniami. Arkusz Egiertowo (53). Ministerstwo Środowiska, PIG, Warszawa 2006.
8. Petelski K. 2011. The influence of sub-Quaternary basement on the relief in the eastern part of the Pomeranian Lakeland, Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, vol. 81:105-114.
9. Piekarek-Jankowska H.: Związki wód podziemnych z jeziorami rynnowymi górnego dorzecza Raduni. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Geografii i Oceanografii, 1979.
10. Piekarek-Jankowska H.: Wody podziemne dorzecza górnej Raduni i ich znaczenie w zasilaniu jezior rynnowych. Zasoby wodne Pojezierza Kaszubskiego a zaopatrzenie w wodę aglomeracji gdańskiej. Gdańsk: Gdańskie Towarzystwo Naukowe, 1979, 69-86.
11. Pruszkowska M.: Hydrogeochemia wód podziemnych z utworów czwartorzędu Pojezierza Kaszubskiego. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Seria Monografie nr 51, Gdańsk 2004.
12. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1: 50 000, arkusz 3461a, wykonana przez Zakład Hydrografii i Morfologii Koryt Rzecznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej na zamówienie Ministra Środowiska i sfinansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, 2007.