

Czwartorzędowe struktury rynnowe rejonu niecki wrocławskiej w świetle badań geofizycznych — elektrooporowych

Janusz Krawczyk*, Andrzej M. Tkaczyk**

Rejon niecki wrocławskiej jest od początku lat osiemdziesiątych przedmiotem regionalnych badań hydrogeologicznych, wykonywanych przez PG PROXIMA S.A. we Wrocławiu w celu udokumentowania zasobów wód podziemnych w utworach czwartorzędowych, trzeciorzędowych i triasowych (Dendewicz i in., 1988; Krawczyk i in., 1996).

Jednym z istotnych elementów strukturalnych w serii czwartorzędowej tego regionu są wydłużone formy rynnowe o zwiększonej miąższości osadów plejstoceniowych, głównie piasków i żwirów. Odgrywają one znaczącą rolę w hydrogeologii tego obszaru.

Badania w utworach czwartorzędowych prowadzono głównie pod kątem rozpoznania hydrogeologicznego tych form, z wykorzystaniem metod geofizycznych-elektrooporowych w celu określenia przebiegu, geometrii i wykształcenia facjalnego wypełniających je osadów.

Metody badań

Punktem wyjścia do badań była analiza materiału archiwalnego, wykonana w celu określenia miąższości osadów czwartorzędowych, w tym m.in. analiza geofizycznej mapy stropu osadów niskooporowych (trzeciorzęd). Pozwoliła ona na wydzielenie 13 rejonów o zwiększonej, w stosunku do otoczenia, miąższości czwartorzędowej. W rejonach tych zostały skoncentrowane dalsze prace geofizyczne i geologiczne.

Przedmiotem obserwacji geofizycznych-elektrooporowych są właściwości pola elektrycznego, wytwarzanego w podłożu przez system elektrod, na których utrzymywana jest stała różnica potencjałów. Wartością mierzoną jest opór pozorny skał (ρ) znajdujących się w obrębie wytworzonego pola.

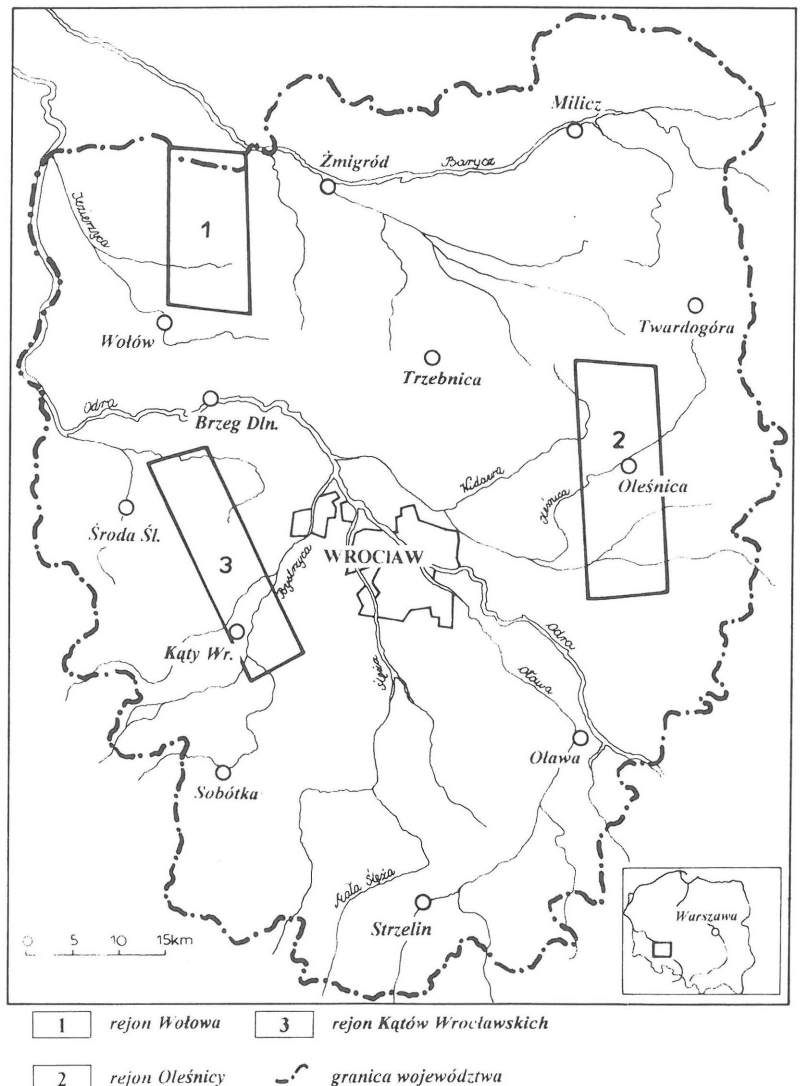
Celem badań geofizycznych było określenie przebiegu, granic oraz głębokości poszczególnych struktur, jak również przesłedzenie morfologii i głębokości występowania stropu utworów trzeciorzędowych.

Prace były prowadzone w dwóch etapach. W etapie pierwszym wykonano badania elektrooporowe w 13 wytypowanych rejonach, stosując sondowania (SGE) w układzie symetrycznym Schlumbergera. Sondowania były lokalizowane na ciągach odległych co 2 km, przy kroku pomiarowym 250–300 m. Na podstawie materiałów geofizycznych, w każdym z wytypowanych rejonów lokalizowano dwa otwory poszukiwawcze, w miejscach najbar-

dziej perspektywicznych hydrogeologicznie. Po ich odwierceniu wykonano sondowania parametryczne, będące podstawą do reinterpretacji pierwotnej wersji wynikowej. Do dalszych prac hydrogeologicznych, obok wytypowanych otworów poszukiwawczych, wykonano otwór rozpoznawczy, w którym prowadzono badania w warunkach filtracji nieustalanej. Na bazie zinterpretowanych wyników geoelektrycznych szczegółowszymi pracami objęto rejon Wołowa, Oleśnicy i Kątów Wrocławskich (ryc. 1), gdzie zostały rozpoznane szczególnie wyraźne, głębokie struktury rynnowe.

W drugiej fazie badań, przebieg struktur rynnowych został uszczegółowiony poprzez wykonanie ciągów zagęszczających, lokalizowanych co 500 m.

Materiały geofizyczne zostały poddane modelowaniu



*Przedsiębiorstwo Geologiczne PROXIMA SA
Wrocław, ul. Wierzbowa 15, 03-450 Wrocław

** SEGI — PBG Sp. z o.o. ul. Ratuszowa 7/9,
03-450 Warszawa

Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań z zaznaczeniem rejonów prac szczegółowych

komputerowemu pakietem programów INCEL opracowanym na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. Przykłady krzywych w obrębie poszczególnych struktur oraz sposób ich interpretacji przedstawia ryc. 2. Zwraca uwagę duża zgodność materiałów polowych z obliczeniami teoretycznymi.

Charakterystykę opornościową poszczególnych typów litologicznych przedstawia tab. 1.

Zarys budowy geologicznej

Na obszarze Niziny Śląskiej (w obrębie której znajduje się niecka wrocławska) osady trzeciorzędowe reprezentowane przez utwory neogenu (miocen, pliocen) osiągają miąższość od kilkudziesięciu do ok. 250 m. Występują tu utwory środkowomioceni, składające się głównie z osadów piaszczysto-żwirowych, przeławiconych ilami i glinami kaolinowymi z konglomeratami kwarcytów oraz górnomioceni osady ilasto-mułkowe serii poznańskiej. W obrębie tej serii występują liczne przewarstwienia piaszczyste z domieszką żwiru. Niekiedy przewarstwienia te są silnie zailone i tworzą tzw. ławice żwirowców.

Badane struktury rynnowe rozcinają ily trzeciorzędowe i są wypełnione głównie przez osady piaszczysto-żwirowe.

Osady czwartorzędowe osiągają znacznie mniejsze miąższości, od kilku do 60–80 m, a tylko w strukturach rynnowych do 170 m.

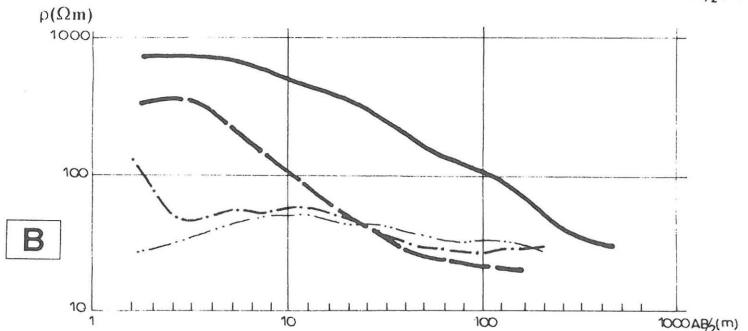
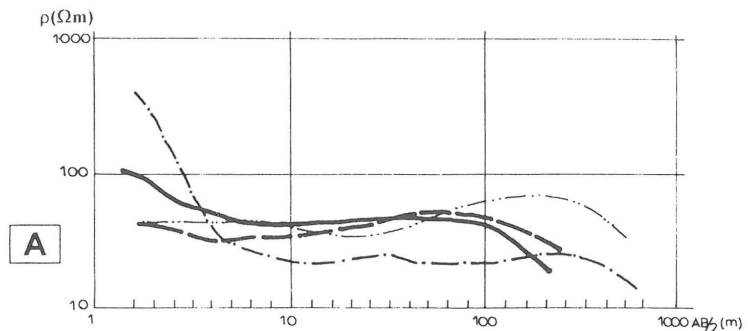
Najstarszymi utworami czwartorzędowymi są dolnoplejstoceni osady rzeczne (seria preglacjalna). Ponad nimi występują środkowoplejstoceni osady trzech lub czterech zlodowaceń. Są to najprawdopodobniej gliny lodowcowe zlodowaceń Nidy, Sanu i Odry, a w północnej części Niziny Śląskiej, także zlodowacenia Warty. Gliny są rozdzielone osadami zastoiskowymi i piaskami.

Na obszarze Niziny Śląskiej nie opisano niewątpliwych osadów interglacjalu mazowieckiego (Czerwonka & Krzyszkowski, 1992); niektóre serie piaszczysto-żwirowe leżące w strukturach rynnowych były jednak wcześniej interpretowane jako osady interglacjalne (Dyjur, 1987). Osady górnego plejstocenu są reprezentowane przez osady rzeczne w dolinach oraz osady jeziorne (interglacjal eemski) i lessy (Vistulian) na wysoczyznach.

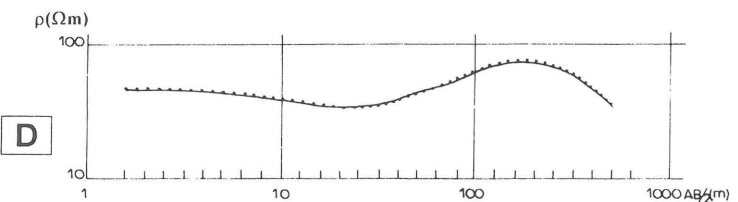
Zagadnienia struktur rynnowych rejonu południowo-zachodniej Polski, ich faz rozwoju jak i próby rekonstrukcji systemu tych form były przedstawione m.in. w publikacjach Dyjora (1987), Kryzy i Poprawskiego (1987), przy czym wymienione struktury

Tab. 1. Charakterystyka opornościowa warstw

Litologia	Opór (wartość w Ωm)		
	Wołów	Oleśnica	Kąty Wrocławskie
piaski suche	kilkaset – 7000	110–5000	504–2045
piaski i żwiry nawod.	90–260	60–282	60–188
piaski pylaste, mułki, pyły	60–100	50–135	30–40
gliny, gliny zwałowe	20–65	20–108	20–86
ił warwowy	9–20	9–19	–
ił trzeciorzędowy	5–20	5–40	7–30
piaski trzeciorzędowe	–	40–80	28–67

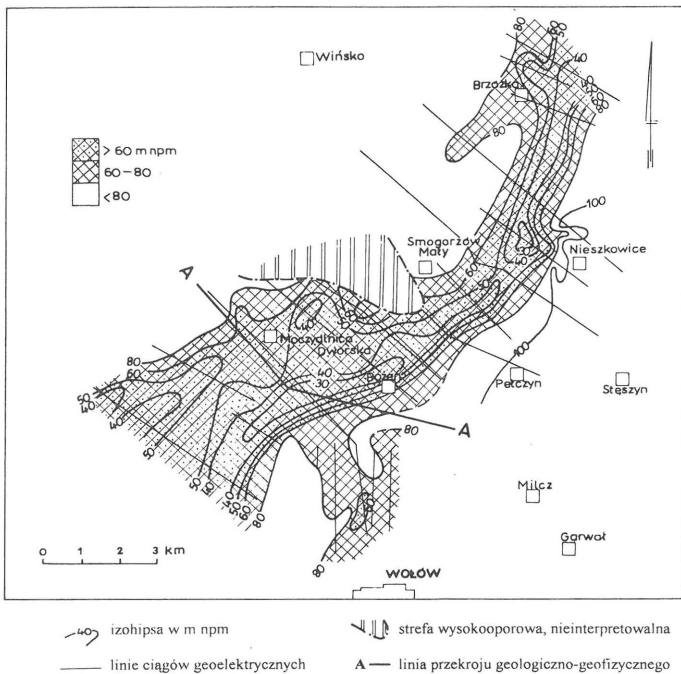


Nr warstwy	opór warstwy (ρ) Ωm	miąższość (h) m	miąższość do spągu warstwy w m	opór poprzeczny T = h x ρ	opór podłużny S = h/ρ
1	44,67	2,68	2,68	119,716	0,00599
2	33,69	2,37	5,05	79,854	0,07030
3	49,37	2,75	7,80	135,767	0,05570
4	23,42	15,76	23,56	369,099	0,67292
5	124,34	102,74	126,30	12774,691	0,82628
6	12,43				



- A - przykłady krzywych sondowań w obrębie struktur
- B - krzywe sondowań poza strukturami
- C - interpretacja komputerowa sondowania
- D - zestawienie krzywej wyinterpretowanej z krzywą polową
- SGE z rejonu Wołowa
- SGE z rejonu Oleśnicy
- krzywa polowa
- SGE z rejonu Nieciszowa
- SGE z rejonu Kątów Wrocławskich
- krzywa wyinterpretowana

Ryc. 2. Przykłady krzywych sondowań geoelektrycznych



były interpretowane jako doliny kopalne. Natomiast Brykczyński (1986) opisał podobne struktury z obszaru środkowej Polski.

Wyniki badań

Rejon Wołowa

Na podstawie 10 profili geofizycznych-geoelektrycznych (ryc. 3, 4) zinterpretowano w rejonie Wołowa strukturę rynnową o długości 15 km. Jej szerokość wynosi ok. 1 km, rzędne dna wahają się od 20 do 30 m npm. W części południowej forma ta łączy się ze współczesną doliną Odry. Warstwy w obrębie struktury rynnowej są zróżnicowane oporowo (20–260 Ωm). Jest to związane ze zmianą litologii utworów występujących w jej obrębie — od piasków o różnej granulacji po mułki. W części środkowej formy rysuje się jej wyraźne zwężenie i wypłylenie. Ma to związek z przebiegającym tu pasmem wzgórz morenowych, tzw. Padołem Pełczyńskim i powierzchniowym wododziałem pomiędzy Odrą a Baryczą. Krzyszkowski i in. (1994) interpretują Padół Pełczyński jako strefę przelomu antecedentnego z czasu formowania się wału glaciotektonicznego podczas zlodowacenia Warty i wiąże go z przebiegiem dawnej doliny Odry lub/i Kaczawy. W związku z tym, opisana struktura rynnowa może reprezentować dolinę kopalną.

Rejon Oleśnicy

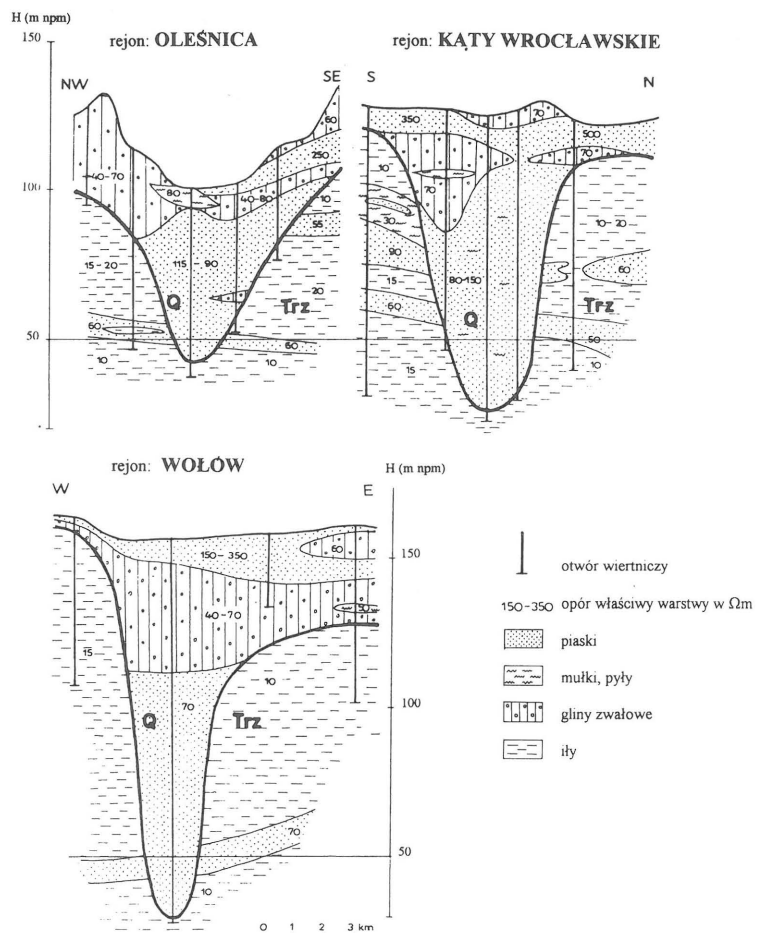
W rejonie Oleśnicy (ryc. 5, 6), w latach 60. rozpoznano (Raczmański, 1963) fragment czwartorzędowej struktury (tzw. rynna Oleśnicka). W obecnych badaniach zarejestrowano tę formę na ponad trzydziestu profilach geoelektry-

Ryc. 3. Wołów — mapa izohips stropu podłoża niskooporowego

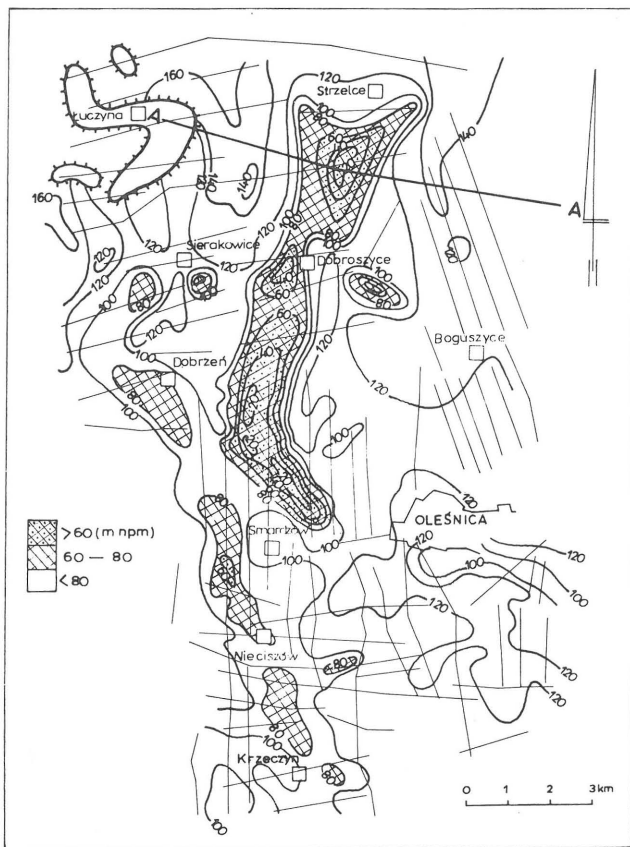
cznych. Ma ona południkowy przebieg i rozciąga się na długości ok. 12 km, przy szerokości 1–1,5 km. Głębokość rynny wynosi w częściach północnej i południowej 160–170 m (rzędna dna 10–12 m npm), a w części środkowej (Dobroszyce) spłyca się do ok. 85 m (rzędna dna 70 m npm). Miąższość osadów wypełniających tę formę jest zróżnicowana i waha się od 50 do 130 m. Opór warstw w rymnie wynosi 80–130 Ωm .

Rynna Oleśnicka kontynuuje się w kierunku północnym do miejscowości Kolonia Strzelce; dalej na północ zanika (ryc. 5). Południowe zakończenie formy jest bardziej skomplikowane. Otwory wykonane w Oleśnicy (Raczmański, 1963) wskazują na występowanie 80-metrowej, grubej serii czwartorzędowej (gliny i ły warwowe, opór 12–40 Ωm) leżącej na iltach trzeciorzędowych (opór 5–40 Ωm). Dalej, w kierunku SE, występują jedynie izolowane fragmenty o zwiększonej miąższości czwartorzędu, nie przekraczające jednak 80 m. Wydaje się więc, że jest to strefa zaniku rynny. Tak więc opisana struktura nie kontynuuje się zarówno na N jak i na SE. Biorąc pod uwagę ten fakt oraz bardzo nierównomierne położenie dna struktury, można zinterpretować rynnę Oleśnicką jako rynnę glacialną.

Sąsiadująca od zachodu z rynną Oleśnicką struktura Nieciszowa (ryc. 5) została przesledzona na odcinku ok. 13 km, od rejonu Krzeczyna po Sierakowice. W części północnej (rejon Łuczyny) stwierdzono (Dendewicz i in., 1988, 1989; Krawczyki i in., 1996) występowanie obszarów zaburzeń glaci-



Ryc. 4. Przekroje geologiczno-geofizyczne



— 40 — izohipsa w m npm - - - - - linie ciągów geoelektrycznych
 — 2 — strefa zachodni utworów trzeciorzędowych (zaburzenia glaciektoneczne)
 A — linia przekroju geologiczno-geofizycznego

tektonicznych zakłócających jej przebieg. Struktura Niecisowa osiąga głębokość 70–80 m (rzędne dna 65–90 m npm) i jest wypełniona utworami piaszczystymi (opór 60–100 Ω m) o miąższości ok. 30–50 m, zmniejszającej się w kierunku północnym do ok. 20 m. Osady piaszczyste są przykryte glinami zwałowymi i mułkami o oporze 34 Ω m (ryc. 4). Poza strukturami miąższość osadów czwartorzędowych nie przekracza 10–20 m.

Obie omawiane formy kontaktują się ze sobą na odcinku ok. 2 km między miejscowościami Smardzów i Dobrzeń. Wydaje się, że może być to strefa przecinania lub nakładania się dwóch rynien glacialnych.

Rejon Kątów Wrocławskich

W rejonie tym struktura rynnowa została po raz pierwszy opisana w połowie lat osiemdziesiątych (Dendewicz, 1986; Dendewicz i in., 1988). Jest to zdecydowanie największa z form perspektywicznych hydrogeologicznie w rejonie Wrocławia (Czerwonka & Krawczyk, 1993; Grzegorzczak i in., 1993). Ma ona długość ok. 23 km i szerokość 0,5–1,2 km (ryc. 6). Od miejsca lokalizacji pierwszego otworu poszukiwawczego potwierdzającego jej istnienie została określona jako struktura Bogdaszowice. W obecnych badaniach forma ta została zanalizowana na 26 profilach geoelektrycznych.

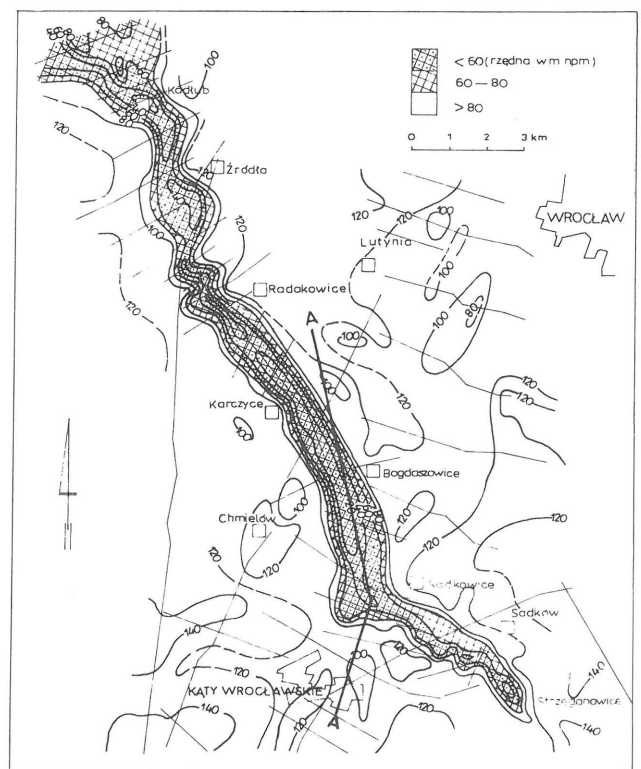
W najgłębszej, środkowej części rynny strop trzeciorzędu zalega na rzędnych 10–20 m npm. Poza strukturą na głębokości 90–20 m npm (opór 7–67 Ω m). Osady czwarto-

Ryc. 5. Oleśnica — mapa izohips stropu podłoża niskooporowego

rzędu w tej części rynny są dość zróżnicowane. Poza obrębem struktury ich miąższość wynosi ok. 30 m. Ze względu na brak kontrastów oporowych pomiędzy osadami trzeciorzędowymi i czwartorzędowymi w badaniach geoelektrycznych nie można ich precyzyjnie rozdzielić. W obrębie samej struktury maksymalna, wyinterpretowana miąższość osadów czwartorzędowych wynosi 135 m. W świetle wykonanych otworów wiertniczych (Grzegorzczak i in., 1993) wydaje się, że może być ona trochę większa (do ok. 145 m). Stropowe partie czwartorzędu w środkowej części rynny to odwodnione piaski lub silnie zapiaszczone gliny (opór 504–2045 Ω m) o maksymalnej miąższości 20 m. Pod nimi zarejestrowano kompleks glin zwałowych o miąższości od kilku do 67 m (opór 20–86 Ω m). Możliwe są w nich niewielkie przewarstwienia piasków i żwirów, a także fragmenty materiału trzeciorzędowego (węgiel brunatny). Miejscami gliny mogą być zastąpione przez mułki lub piaski silnie zailone (opór 30–40 Ω m). Główna warstwa wodonośna (strop 80–110 m npm, spąg 10–20 m npm) ma miąższość ok. 60–110 m i jest w miarę jednorodna w obrazie geofizycznym (opór 103–188 Ω m).

Część południowa rynny (Sadków–Strzegomice) jest bardziej skomplikowana. Strop podłoża występuje na rzędnych 20–50 m npm, jej szerokość wynosi 500–900 m. Miąższość czwartorzędu w obrębie rynny nie przekracza w zasadzie 100 m, poza nią waha się w granicach 20–30 m. Po przeanalizowaniu dostępnych informacji wiertniczych można stwierdzić, że forma Bogdaszowice nie kontynuuje się dalej na południowy-wschód. Między Kątami Wrocławskimi a Sadkowicami struktura jest przecięta przez współczesną dolinę Bystrzycy.

Strefa północna tej formy ma inną charakterystykę. Od



— 40 — izohipsa w m npm - - - - - linie ciągów geoelektrycznych
 A — linia przekroju geologiczno-geofizycznego

Ryc. 6. Kąty Wrocławskie — mapa izohips stropu podłoża niskooporowego

rejonu Źródła–Kadłub osady piaszczyste w rynnach mają znacznie zaniżone opory (30–80 Ω m). Rzędne dna wahają się tu od 20 do 50 m npm.

Przy dojściu do współczesnej doliny Odry struktura Bogdaszowic przestaje być czytelna.

Znacznym problemem w interpretacji geofizycznej była miększa, ok. 30 metrowa warstwa piaszczysta w serii trzeciorzędowej zalegająca na rzędnych 60–90 m npm, która w badaniach elektrooporowych zaznacza się w oporach 21–70 Ω m. Górna granica oporowa pokrywa się z oporami warstw piaszczystych w obrębie struktury czwartorzędowej. Powodowało to trudności w rozdzieleniu litologicznym i stratygraficznym osadów.

Podobnie jak w przypadku rynny Oleśnickiej, struktura Bogdaszowic jest strukturą zamkniętą, tj. nie kontynuuje się ani na NW ani na SE. Tak więc najprawdopodobniej i ta struktura reprezentuje rynnę glacialną. Badania mineralogiczne (Krawczyk i in., 1996) nie wskazały na możliwość występowania tutaj jakichkolwiek osadów rzecznych (z materiałem Sudeckim).

Wnioski

W rezultacie prowadzonych prac geofizycznych–elektrooporowych prześlędzono trzy czwartorzędowe struktury rynnowe, mające duże znaczenie dla określenia warunków hydrogeologicznych okolic Wrocławia. Uzyskane wyniki potwierdzają celowość i zasadność stosowania podobnych badań na etapie poszukiwań i w kartografii geologicznej.

Powierzchniowe badania geoelektryczne wykazały dużą przydatność w okonturowaniu obszarów o zwiększonej miąższości czwartorzędu. Doświadczenia wyniesione z prowadzonych badań wskazują na konieczność stosowania kroku pomiarowego rzędu 200–300 m, co daje gwarancję uchwycenia tego typu struktur.

pozytywne wyniki badań geoelektrycznych uzyskano dla struktur o głębokościach do 170 m.

L i t e r a t u r a

- BRYKCZYŃSKI M. 1986 — *Prz. Geogr.*, 58: 411–435.
- CZERWONKA J. A. & KRZYSZKOWSKI D. 1992 — *Bull. Pol. Acad. Sc. Earth Sc.*, 40: 203–233.
- CZERWONKA J. A. & KRAWCZYK J. 1993 — *Współ. Probl. Hydrogeol.*, 6: 33–38.
- DENDEWICZ A. 1986 — *Pr. Nauk. Polit. Wr.*, 49: 41–45.
- DENDEWICZ A., KRAWCZYK J., NOWAK A. & GRZEGORCZYK K. 1988 — Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych w utworach czwartorzędowych i wapienia muszłowego rejonu niecki wrocławskiej, *Arch. PG Proxima S.A.*, Wrocław: 15–20, 62–68, 72–77.
- DENDEWICZ A., KRAWCZYK J. & TKACZYK A. 1989 — *Pr. Nauk. Polit. Wr.*, 58: 37–42.
- DYJOR S. 1987 — Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce, *Ossolineum*, Wrocław: 85–101.
- GRZEGORCZYK K., NOWAK A., DĄBROWSKI S., RYNAŹEWSKI W. & ZIELIŃSKI W. 1993 — Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych w kat. C i B z utworów czwartorzędowych w strukturze kopalnej Bogdaszowice-Radakowice, *Arch. PG Proxima S.A.* Wrocław: 30–37.
- KRAWCZYK J., BOROWIEC A., JĘDRUSIAK M., KIENĆ D., NOWAK A. & KUZYŃKÓW H. 1996 — Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych w utworach czwartorzędowych, trzeciorzędowych i triasowych rejonu niecki wrocławskiej (II etap) z uwzględnieniem GZWP, *Arch. PG Proxima S.A.*, Wrocław: 13–14, 49–54, 60–64.
- KRYZA J. & POPRAWSKI L. 1987 — Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce, *Ossolineum*, Wrocław: 137–145.
- KRZYSZKOWSKI D., KUSZELL T., ŁABNO A. & PYSZYŃSKI W. 1994 — *Prz. Geol.*, 42: 539–547.
- RACZMAŃSKI J. 1963 — Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych w rejonie Oleśnicy, *Arch. PG Proxima S.A.* Wrocław.