



państwowa służba
geologiczna
państwowa służba
hydrogeologiczna

Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, tel. 22 45 92 000, fax 22 45 92 001, sekretariat@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP PL 5250008040

www.pgi.gov.pl

Ocena perspektywiczności geologicznej zasobów złóż węglowodorów oraz przygotowanie materiałów na potrzeby przeprowadzenia postępowania przetargowego w celu udzielenia koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie lub wydobywanie złóż węglowodorów
Zadanie 22.5004.1502.02.0

Pakiet danych geologicznych dla postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż węglowodorów Obszar przetargowy „Szamotuły – Poznań Północ”

Opracował:
Zespół pod kierunkiem
mgr inż. Ireneusza Dyrki

Koordynator zadania:
dr hab. Stanisław Wołkowicz
prof. nadzw. PIG-PIB

Warszawa, sierpień 2017 r.

Skład zespołu

mgr inż. Ireneusz Dyrka – kierownik zespołu

dr Anna Becker

mgr inż. Anna Bliźniuk

mgr Dariusz Brzeziński

mgr inż. Joanna Fabiańczyk

dr Anna Feldman-Olszewska

dr Andrzej Głuszyński

dr Izabela Grotek

mgr inż. Marcin Janas

dr Marek Jasionowski

mgr inż. Dominika Kafara

mgr Hubert Kiersnowski

dr Ewa Klimuszko

dr Maciej Kłonowski

dr Aleksandra Kozłowska

dr Marta Kuberska

mgr Rafał Laskowicz

dr Krzysztof Leszczyński

mgr inż. Michał Roman

dr inż. Olga Rosowiecka

dr Małgorzata Sikorska-Maykowska

mgr Jakub Sokołowski

mgr Marcin Szuflicki

prof. dr hab. Ryszard Wagner

dr inż. Albin Zdanowski

Koordynator zadania:

prof. nadzw. PIG-PIB dr hab. Stanisław Wołkowicz

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM	5
(Ireneusz Dyrka, Marek Jasionowski)	
1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE	7
(Małgorzata Sikorska-Maykowska, Anna Bliźniuk, Dominika Kafara)	
2. BUDOWA GEOLOGICZNA	12
2.1. STRATYGRAFIA	12
2.1.1. KARBON	12
(Albin Zdanowski)	
2.1.1.1 PETROGRAFIA OSADÓW KARBONU	14
(Aleksandra Kozłowska)	
2.1.2. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC	15
(Hubert Kiersnowski)	
2.1.2.1. PETROGRAFIA OSADÓW CZERWONEGO SPĄGOWCA	19
(Marta Kuberska)	
2.1.3. PERM – CECHSZTYN	21
(Ryszard Wagner, Ireneusz Dyrka)	
2.1.4. TRIAS	24
(Anna Becker)	
2.1.5. JURA	24
(Anna Feldman-Olszewska)	
2.1.6. KREDA	26
(Krzysztof Leszczyński)	
2.1.7. KENOZOIK	27
(Ireneusz Dyrka)	
2.2. BUDOWA STRUKTURALNA	27
(Andrzej Głuszyński)	
2.3. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ	30
(Andrzej Głuszyński)	
2.4. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE	30
(Maciej Kłonowski)	
3. SYSTEM NAFTOWY	36
3.1. WSTĘP	36
(Ireneusz Dyrka)	
3.2. SKAŁA MACIERZYSTA	36
(Marcin Janas, Ireneusz Dyrka)	
3.2.1. ZAWARTOŚĆ WĘGLA ORGANICZNEGO W UTWORACH KARBONU W OTWORZE OBJEZIERZE IG-1	37
(Ewa Klimuszek)	
3.2.2. CHARAKTERYSTYKA PETROLOGICZNA ORAZ DOJRZAŁOŚĆ TERMICZNA MATERII ORGANICZNEJ W UTWORACH KARBONU, PERMU, TRIASU I JURY	43
(Izabela Grotek)	
3.3. SKAŁA ZBIORNIKOWA	45
(Ireneusz Dyrka, Hubert Kiersnowski)	
3.4. SKAŁA USZCZELNIAJĄCA	45
(Ireneusz Dyrka)	
3.5. SKAŁY NADKŁADU	46
(Ireneusz Dyrka)	
3.6. WIEK I MECHANIZM UTWORZENIA PUŁAPKI	46
(Ireneusz Dyrka)	
3.7. WIELKOŚĆ I KSZTAŁT PUŁAPKI	46
(Ireneusz Dyrka)	

3.8. WIEK I MECHANIZM GENERACJI, MIGRACJI I AKUMULACJI WĘGLOWODORÓW	46
(Ireneusz Dyrka)	
4. ZŁOŻA GAZU ZIEMNEGO W OTOCZENIU OBSZARU PRZETARGOWEGO „SZAMOTUŁY – POZNAŃ PÓŁNOC”	49
(Joanna Fabiańczyk, Brzeziński Dariusz, Marcin Szuflicki)	
5. DANE O OTWORACH WIERTNICZYCH	61
(Dariusz Brzeziński)	
5.1. OPIS WYKONANYCH BADAŃ I INTERPRETACJI GEOFIZYKI OTWOROWEJ	61
(Michał Roman)	
5.2. CHARAKTERYSTYKA HYDRODYNAMICZNA I HYDROCHEMICZNA POZIOMÓW ZBORNIKOWYCH	64
(Jakub Sokołowski)	
6. DANE SEJSMICZNE	82
(Ireneusz Dyrka)	
7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETOMETRYCZNE	85
(Olga Rosowiecka)	
7.1. GRAWIMETRIA	85
7.2. MAGNETYKA	88
8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI	91
(Rafał Laskowicz, Ireneusz Dyrka)	
9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	94

1. WSTĘP

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” został przygotowany na zlecenie Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych Ministerstwa Środowiska. Zakres informacji geologicznej, jaka powinna się znaleźć w przedkładanym opracowaniu został określony w piśmie tegoż Departamentu nr DGK-IV-4773-3.6.2016.TC z dnia 15.07.2016 roku. Zgodnie z art. 49.f Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 roku Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2016, poz. 1131 ze zm.) obszary przeznaczone do postępowania przetargowego ustala organ koncesyjny we współpracy z państwową służbą geologiczną. Obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” został wskazany w oparciu o Raport „Ranking obszarów proponowanych do postępowania przetargowego na udzielenie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie węglowodorów” opracowany przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w maju 2016 roku. Zebrane dane o budowie geologicznej i potencjale złożowym obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” obejmują informację geologiczną będącą własnością Skarbu Państwa, dostępną w zasobach Narodowego Archiwum Geologicznego PIG-PIB oraz w ogólnodostępnych publikacjach naukowych. Źródła zamieszczonych informacji zawarte są w końcowej części Pakietu Informacyjnego. Opracowanie to zawiera również ogólne dane o istniejących informacjach geologicznych nie będących własnością Skarbu Państwa.

1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” o powierzchni 1 138,34 km² (Mapa koncesji - Fig. 1.1) został oznaczony koordynatami w układzie współrzędnych PL-1992 zamieszczonymi w tabeli poniżej (Tab. 1.1), natomiast numery punktów przedstawiono na Fig. 1.2.

Obszar przetargowy w przeważającej części był podzielony wcześniej na dwie koncesje poszukiwawcze: 19/99/p „Szamotuły” (należąca do PGNiG) oraz 26/2008/p „Poznań Północ” (należąca do Energia Zachód Sp. z o.o.), które wygasły odpowiednio 20.11.2015 r. i 28.12.2015 r.

Nr	X	Y
1	554 275,834	350 362,873
2	540 476,386	353 736,920
3	532 656,265	364 597,079
4	516 752,540	364 155,530
5	507 487,326	363 899,151
6	508 036,814	346 455,309
7	514 844,000	348 080,260
8	525 964,310	330 432,620
9	554 868,380	331 517,039

Tab. 1.1. Koordynaty obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” w układzie współrzędnych PL-1992.

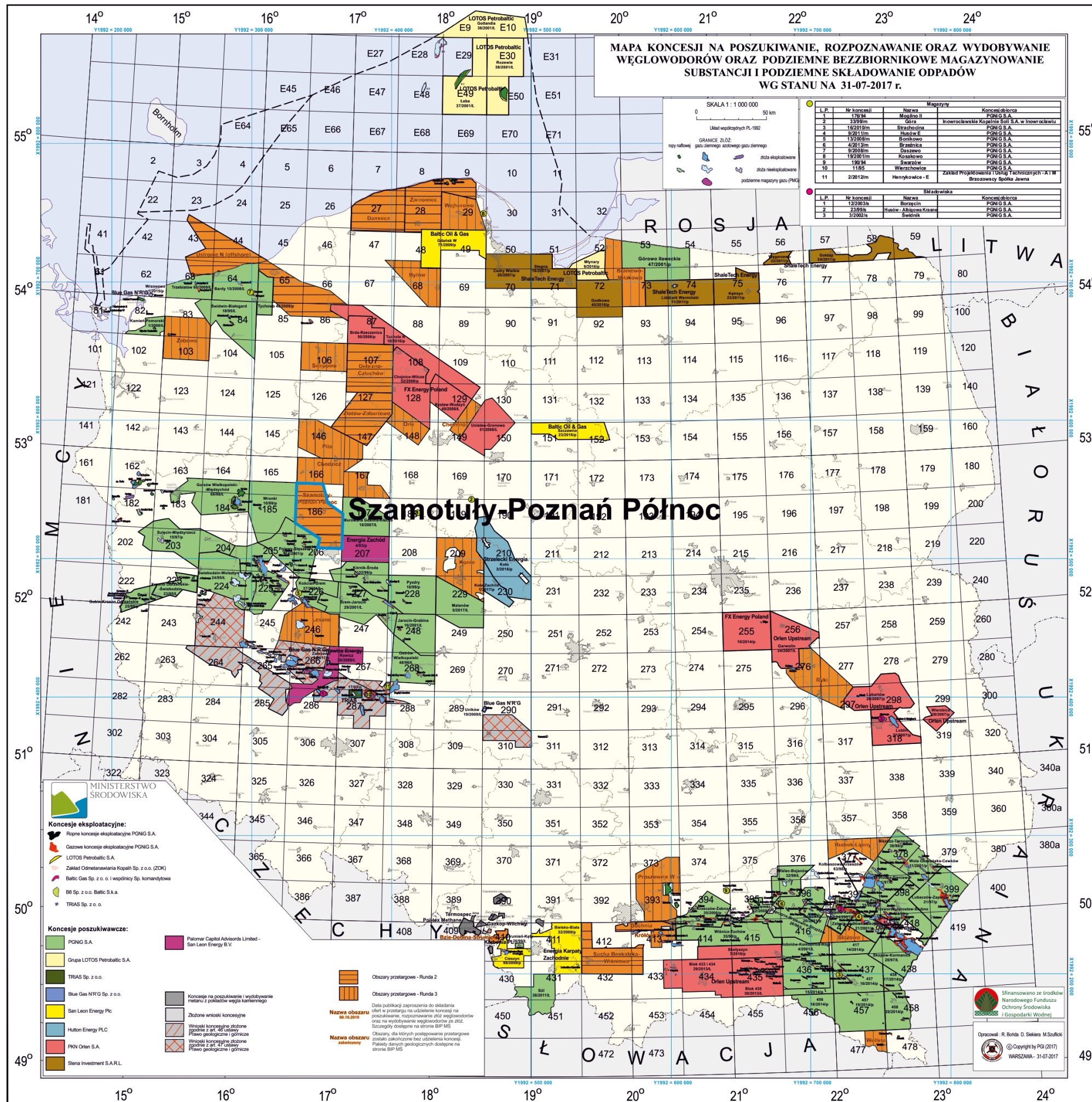
Obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” wchodzący w skład bloku koncesyjnego 186 i fragmentów bloków 166 i 206 (Fig. 1.1.1), położony jest na obszarze platformy paleozoicznej w części południowo-zachodniej polskiego basenu czerwonego spągowca. Obszar ten został dobrze rozpoznany pod względem głębokiej budowy geologicznej. Pokrywa go kilkadziesiąt profili sejsmicznych 2D, jak również jego południową część obejmują trzy zdjęcia sejsmiczne 3D, wykonane w przeciągu ostatnich 5 lat w ramach tematów: Rokietnica-Młodasko 3D, Gołęczewo 3D oraz Poznań Północ 3D. Na uwagę zasługuje fakt, iż w ramach projektu realizowanego w latach 2007-2013 przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie pt. „Poprawa efektywności badań sejsmicznych w poszukiwaniach i rozpoznawaniu złóż gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca”, wykonano dwa profile sejsmiczne 2D (Kwolek i in., 2010, 2013; Rowan i Krzywiec, 2014), o charakterze naukowo-badawczym, również po części obejmujące obszar „Szamotuły–Poznań Północ”, są to profile: Obrzycko-Zabartowo, przechodzący przez północną część obszaru przetargowego oraz profil Rokietnica–Gołęczewo–Szubin, przechodzący przez południową część obszaru przetargowego. Profile te stanowią znaczący wkład w lepsze rozpoznanie strukturalne pułapek złożowych w czerwonym spągowcu, gdyż ich unikatowa jakość i szczegółowe opracowanie o charakterze naukowo-badawczym lepiej odzwierciedla budowę podcechsztyńską (czerwony spągowiec i karbon).

Obszar „Szamotuły–Poznań Północ” został rozpoznany przez kilka głębokich otworów wiertniczych, których celem było poszukiwanie złóż gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca. Otwory te, zlokalizowane są głównie w centralnej części obszaru (Obrzycko 1, 2, 3 – struktura Szamotuł i struktura Obrzycko; Objezierze IG-1 – struktura Kowalewko; Gołęczewo-1). We wszystkich wspomnianych otworach odnotowano przyływy gazu z poziomu zbiornikowego czerwonego spągowca o wysokiej zawartości metanu średnio powyżej 80%.

Utwory czerwonego spągowca, a zwłaszcza jego stropowej części są najważniejszym poziomem poszukiwawczym gazu ziemnego na Niżu Polskim, w którym znajdują się największe złoża tego surowca w Polsce. Dla tych skał zbiornikowych skalę macierzystą stanowiły niżej leżące utwory ilasto-mułowe karbonu. Obszar „Szamotuły–Poznań Północ”, znajduje się w centralnej, głębszej części basenu czerwonego spągowca. Utwory te występują tu na głębokości poniżej 4000 m. Pomimo dużej głębokości można spodziewać się odkrycia złóż gazu ziemnego, podobnie jak miało to miejsce w strefie niemieckiej basenu również na głębokościach przekraczających 4000 m (np. złożo Sohlingen – strop czerwonego spągowca na głębokości ok. 4600-4700 m). Właśnie z takimi, głębszymi strefami basenu wiąże się odkrycie nowych złóż gazu ziemnego, których wielkość pozostałych do odkrycia zasobów wydobywalnych według oceny zasobów prognostycznych szacuje się na ok. 1,45 bln m³ w wariancie podstawowym (Górecki i in., 2008). Nie mniej jednak, w tak głęboko pogrzebanych utworach czerwonego spągowca należy spodziewać się słabych własności zbiornikowych, a co za tym idzie występowania złóż typu tight gas, w których średnie porowatości piaskowców nie przekraczają 10% a przepuszczalności 1 mD.

Południowo zachodnia część obszaru „Szamotuły–Poznań Północ” (rejon Rokietnicy) obejmuje czerwony spągowiec wykształcony w facji eolicznej o dobrych własnościach

→ **Fig. 1.1.** Położenie obszaru przetargowego Szamotuły–Poznań Północ na mapie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie węglowodorów oraz podziemne bezzbiornikowe magazynowanie substancji i podziemne składowanie odpadów, wg stanu na 31.07.2017 r.



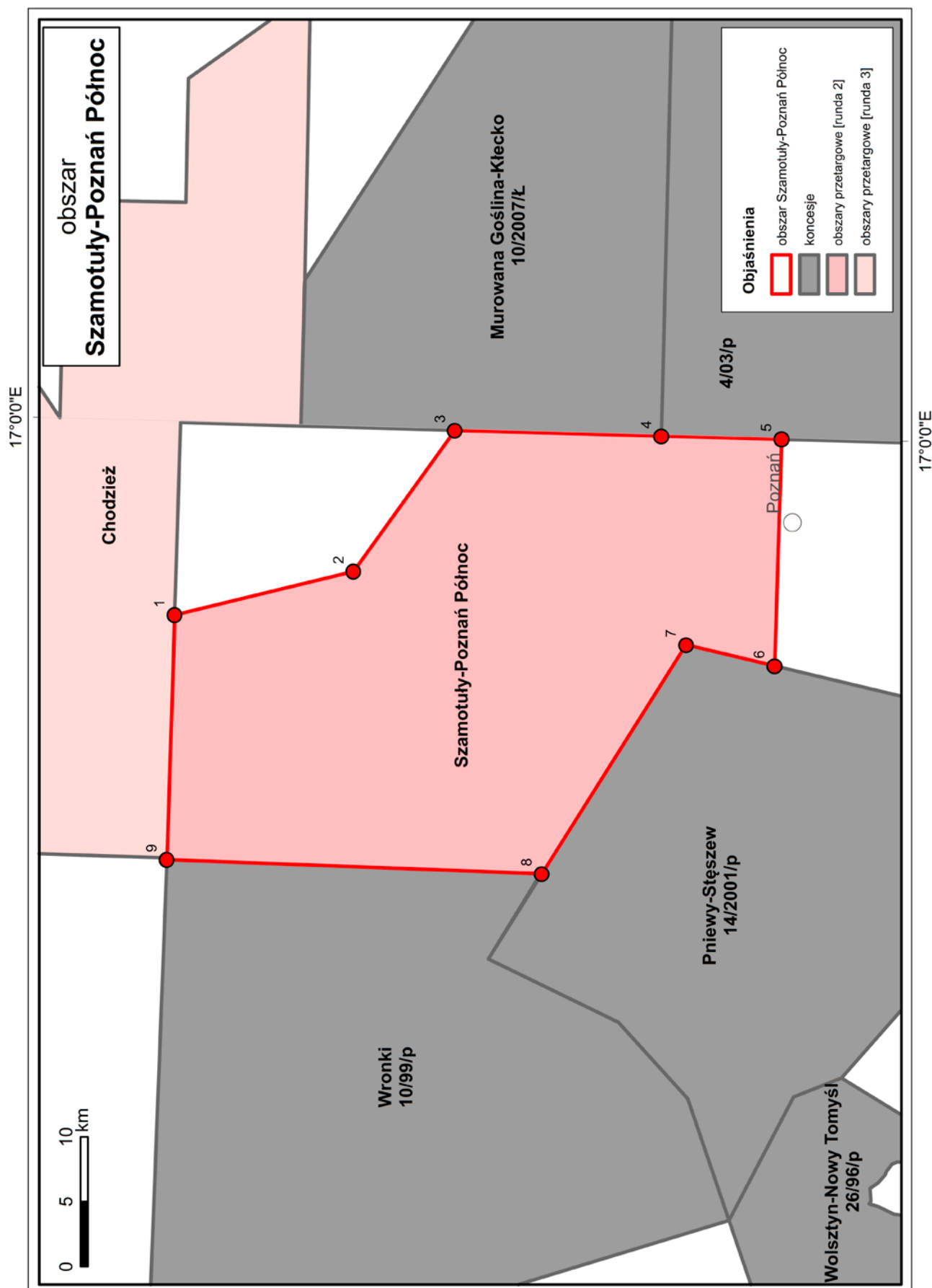


Fig. 1.2. Mapa obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” i przyległego obszaru, stan na 31 lipca 2017 r.

zbiornikowych (porowatości rzędu 16-18%). Zdecydowana większa część obszaru przetargowego obejmuje obszar, który w czerwonym spągowcu stanowił rozległe, okresowo wysychające jezioro (plaja), których utwory cechują się niskimi parametrami zbiornikowymi ($< 4\%$). Ma to jednak najważniejsze znaczenie, jeśli chodzi o poszukiwanie złóż gazu ziemnego w tym obszarze. Facje piaskowców o korzystnych własnościach zbiornikowych mogą tu występować prawdopodobnie w niższej i środkowej części profilu czerwonego spągowca, kiedy to zaznaczała się ekspansja osadów eolicznych na obszar plai, w okresach jej wysychania (Kiersnowski, 1997).

Przez centralną część obszaru przetargowego przebiega strefa dyslokacyjna Poznań-Szamotuły, rozciągająca się z północnego-zachodu w kierunku południowo-wschodnim i warunkująca m.in. powstawanie synsedymencyjnych rowów mezozoicznych. Wpływ tektoniki przesuwowej w podłożu rowów wskazuje na możliwość występowania w stropie czerwonego spągowca uskoków zrzutowych o zmiennej geometrii, również w sąsiedztwie stref dyslokacyjnych, co ma istotne znaczenie dla tworzenia się pułapek złożowych w obrębie tych utworów (Kwolek, 2002).

Obszar „Szamotuły-Poznań Północ” uważa się za perspektywiczny pod względem występowania złóż gazu ziemnego konwencjonalnego w pułapkach strukturalnych i litologiczno-strukturalnych, jak również niekonwencjonalnego w postaci gazu zamkniętego tight gas, który występuje w piaskowcach o niskich parametrach zbiornikowych (porowatość, przepuszczalność). Jedną z przesłanek może być występowanie licznych złóż gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego na południowy zachód od obszaru Szamotuły-Poznań Północ. Na obszarze tym występują zarówno małe złoża gazu ziemnego ($< 0,5$ mld m^3) jak: Kaleje, Klęka czy Stęszew, ale również większe złoża (> 1 mld m^3) jak: Żuchłów, Żakowo, Kościan czy Radlin. Jednakże, złoża te występują na mniejszych głębokościach i w obrębie facji eolicznych utworów czerwonego spągowca. Jak dotąd jednak, w polskiej części basenu czerwonego spągowca nie stwierdzono obecności pułapek naftowych w piaskowcach eolicznych leżących pod osadami plaj. Nie mniej jednak, właśnie na obszarze przetargowym „Szamotuły-Poznań Północ” w otworach Obrzycko 1 i Obrzycko 3, gdzie utwory eoliczne występują zarówno w obrębie osadów ilastych plaj w stropowych partiach profilu oraz poniżej, uzyskano przyplwy gazu ziemnego na poziomie 19 m^3/min (Obrzycko 1) i 100 m^3/min (Obrzycko 3). Jest to dobra przesłanka, świadcząca bezpośrednio o perspektywiczności proponowanego obszaru przetargowego.

1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

Obszar przetargowy Szamotuły - Poznań Północ położony jest w granicach administracyjnych województwa wielkopolskiego. W jego zasięgu znajdują się – w całości lub częściowo – tereny 18 gmin. Największy udział w jego powierzchni zajmuje gmina miejsko-wiejska Oborniki (29,56%). Południowy fragment obszaru przetargowego swym zasięgiem obejmuje duże, o zwartej zabudowie, północne rejony miasta Poznania.

Zgodnie z regionalizacją fizyczno-geograficzną Polski (Kondracki, 2014), omawiany teren położony jest w obrębie 6 różnych mezoregionów, przy dominującym znaczeniu jednego z nich – Pojezierza Poznańskiego, w skład którego wchodzi m.in. dwa mikroregiony: Równina Szamotulska oraz Wzgórze Owińsko-Kierskie. Równina Szamotulska rozciąga się na lewym brzegu Warty, na zapleczu moren fazy poznańskiej. Stanowi dosyć płaską powierzchnię moreny dennej,

której wysokości nie przekraczają 80-90 m n.p.m., tj. 30-40 ponad dno doliny Warty. W użytkowaniu ziemi dominują pola uprawne na glebach brunatnoziemnych. Wzgórze Owińsko-Kierskie są morenami fazy poznańskiej, z kulminacją na północ od Poznania - Moraska Góra (153 m n.p.m.) i obniżające się w kierunku zachodnim poniżej 100 m n.p.m.

Dostępność komunikacyjną obszaru zapewnia m.in. linia kolejowa nr 351 relacji Poznań Główny – Szczecin Główny, będąca fragmentem międzynarodowej magistrali E 59, która ciągnie się ze Skandynawii na południe Europy. Na omawianym obszarze przebiega w południowo-wschodniej jego części przez miejscowości: Kiekrz, Rokietnica, Pamiątkowo, Baborówko, Szamotuły, Gaj. Linia kolejowa nr 803 Poznań Piątkowo – Suchy Las przebiega w południowo-wschodniej części terenu. Linia kolejowa nr 354 Poznań Główny – Piła Główna biegnie przez Oborniki. Linia kolejowa nr 395 Zieliniec – Kiekrz, która jest fragmentem obwodnicy towarowej Poznania, przebiega niewielkim fragmentem w południowej części obszaru przetargowego.

Ponadto układ komunikacyjny tworzy m.in. droga ekspresowa S11, która ma połączyć Koszalin z Górnośląskim Okręgiem Przemysłowym. Na omawianym obszarze biegnie ona pomiędzy Rokietnicą (węzeł Poznań Rokietnica) a Złotowem (obecnie węzeł Poznań Północ). Droga ta pełni rolę obwodnicy Poznania. Plany zakładają, że w latach 2019-2024 ma powstać dalsza część trasy S 11, mająca prowadzić w większości śladem obecnej drogi DK nr 11, która na omawianym terenie biegnie przez miejscowości: Złotkowo, Chłudowo, Świerkówki, Oborniki, Kolanówka, Różnowo. Ponadto przez teren ten przebiega równoleżnikowo, na niewielkim odcinku w południowej części omawianego obszaru, droga krajowa DK nr 92.

Poza nimi sieć komunikacyjną tworzą drogi skategoryzowane jako gminne, powiatowe i wojewódzkie. W grupie tych ostatnich znajdują się: DW nr 184 łącząca Wronki z miejscowością Przeźmierowo (na omawianym obszarze biegnie przez miejscowości: Szczepankowo, Śmiłowo, Szamotuły, Piaskowo, Cerekwica, Mrowino, Chyby, Baranowo), DW nr 178 łącząca Oborniki z Wałczem (przebiega przez miejscowości: Połajewo, Sierakówko, Orłowo, Ludomki, Lipa, Dąbrówka Leśna, Oborniki), DW nr 187 Pniewy – Murowana Goślina (Gałowo, Szamotuły, Popówko, Urbanie, Chrustowo, Uściskowo, Oborniki, Łukowo, Uchorowo, Białężyn). DW nr 185 łącząca Piotrowo i Szamotuły (na omawianym obszarze przebiega przez Obrzycko, Słopianowo, Gaj Mały, Szamotuły).

Istotnym elementem infrastruktury komunikacyjnej jest, znajdujący się w południowej części omawianego obszaru przetargowego, krajowy Port Lotniczy Poznań-Ławica obsługujący ruch krajowy i międzynarodowy.

Wśród elementów infrastruktury techniczno-inżynierskiej o znaczeniu ponadregionalnym, znajdujących się w granicach obszaru przetargowego, należy wymienić przebiegający równoleżnikowo przez centralną część terenu odcinek międzynarodowego gazociągu tranzytowego wysokiego ciśnienia 2xØ1400 mm „Jamał-Europa Zachodnia”, w miejscowości Szamotuły znajduje się tłocznia. Wokół gazociągu tranzytowego wyznaczona jest strefa kontrolowana i wyłączona z zainwestowania o szerokości 100 m od osi gazociągu w obie strony. We wschodniej części terenu przebiega gazociąg wysokiego ciśnienia o średnicy Ø100 mm zasilający w gaz miasto Oborniki. Z zachodniej części omawianego obszaru do Szamotuł przebiega również rurociąg gazowniczy.

Przez centralną część obszaru przetargowego przebiegają linie energetyczne wysokiego napięcia, tj. linia 220 kV Poznań Pleszew – Piła Krzewina oraz linia 110 kV Czerwonak – Bolechowo – Oborniki. Planowana jest budowa linii elektroenergetycznej najwyższego napięcia 400 kV relacji Poznań

Plewiska–Piła Krzewina–Bydgoszcz Zachód, która prawdopodobnie będzie przebiegać równolegle do istniejącej linii 220 kV Poznań–Piła Krzewina.

W południowej części obszaru przetargowego, na granicy Poznania i Suchego Lasu zlokalizowane jest Składowisko Odpadów Komunalnych Miasta Poznania. We wschodniej części obszaru przetargowego znajduje się Polygon Biedrusko. W Obornikach, na rzece Wełnie funkcjonuje od 2011 r. mała elektrownia wodna o mocy 330 kW. Poza południową granicą obszaru przetargowego funkcjonuje Baza Lotnictwa Taktycznego Poznań–Krzesiny.

W aspekcie uwarunkowań środowiskowych, mogących potencjalnie ograniczać warunki poszukiwania i rozpoznawania złóż węglowodorów w granicach obszaru przetargowego Szamotuły–Poznań Północ, należy zwrócić uwagę na czynniki hydrogeologiczne. Omawiany obszar znajduje się w zasięgu trzech głównych zbiorników wód podziemnych. Wschodnia granica trzeciorzędowego zbiornika nr 146 (Subzbiornik Jezioro Bytyńskie-Wronki-Trzciel) przebiega wzdłuż zachodnich rejonów omawianego terenu. Pozostałe dwa zbiorniki (czwartorzędowe) to: zbiornik nr 145 (Dolina kopalna Szamotuły-Duszniki) położony w południowo-zachodniej części obszaru oraz zbiornik nr 139 (Dolina kopalna Smogulec-Margonin) znajdujący się w północno-zachodniej części omawianego obszaru.

Na omawianym obszarze zinwentaryzowano 21 ujęć wód podziemnych (w tym 6 przemysłowych), z których 6 ma wydajność w przedziale 25-50 m³/h, a 14 z nich to ujęcia o wydajności powyżej 50 m³/h. Dwa ujęcia posiadają zatwierdzone strefy ochrony pośredniej (w rejonie Obornik i Biedruska).

Charakteryzowany obszar zlokalizowany jest w dorzeczu Warty, która przecina go z południowego - wschodu na zachód. Sieć hydrograficzną tworzą: rzeki, potoki, kanały i jeziora. Najważniejsze cieką to rzeki: Wełna, Sama, Samica, Konczak, Cybina, Gulczanka, Bogdanka oraz kanały: Godosz, Konczak, Ludomicki, Zaganka i Trojanka. Oprócz nich płyną tutaj niewielkie, bezimienne cieką. W części południowej są liczne małe jeziora, natomiast w okolicy Rokietnicy występują duże jeziora rynnowe: Pamiątkowe, Kierskie i Strzeszyńskie. Na terenie Poznania istnieje w dolinie Bogdanki sztucznie spiętrzony zbiornik zaporowy Rusałka, a tuż za południową granicą obszaru przetargowego zbiornik Maltański na Cybinie. W rejonie Ślepuchowa, koło Obornik, znajdują się duże stawy hodowlane. Na omawianym terenie występują również wypełnione wodą wyrobiska poeksploatacyjne (Oborniki, Mściszewo, Objezierze). Wzdłuż rzeki Warty występują obszary dolinne zagrożone podtopieniami.

W południowo-zachodniej części obszaru przetargowego występują niewielkie tereny zagrożone osuwiskami i obszary predysponowane do wystąpienia ruchów masowych.

Część opisywanego obszaru objęta jest powierzchniowymi formami ochrony ustanowionymi na mocy przepisów ustawy o ochronie przyrody. Wśród obszarowych form chronionych występują m.in. 1 park krajobrazowy, 8 rezerwatów, 6 obszarów chronionego krajobrazu, 9 obszarów Natury 2000. Większość z nich zajmuje znikome powierzchnie w stosunku do całkowitej powierzchni opisywanego obszaru. Znaczącym obszarem prawnie chronionym jest Puszcza Notecka, położony równoleżnikowo pomiędzy miejscowościami Szamotuły i Połajewo. PLB300015 – Puszcza Notecka (obszar specjalnej ochrony ptaków) zajmuje powierzchnię 18,4% omawianego obszaru, natomiast obszar chronionego krajobrazu Puszczy Noteckiej stanowi 5,9% terenu. Drugim, o znaczącej powierzchni, obiektem ochrony jest Obszar Chronionego Krajobrazu Biedrusko (8,7%), położony jest we wschodniej części omawianego terenu. W południowo-wschodniej części projektowany jest Zespół Przyrodniczo-Krajobrazowy Morasko o powierzchni 25 km² (2,2% terenu obszaru przetargowego). W granicach omawianego obszaru przetargowego zlokalizowanych jest także 7 użytków ekologicznych o łącznej powierzchni 376 ha, które ustanowiono w celu ochrony naturalnych siedlisk i zbiorowisk roślinności.

W strukturze zagospodarowania widoczne są rozmieszczone w sposób nieregularny zwarte kompleksy leśne, ponad 13% z nich stanowią lasy ochronne. Szczególnie zachodnio-południowa część terenu zajęta jest także przez grunty orne wysokich klas bonitacyjnych.

Z informacji zawartych w bazie MIDAS wynika, że na obszarze Szamotuły–Poznań Północ znajduje się 41 udokumentowanych złóż kopalin, w tym 1 złożo kredy jeziornej (Objezierze), 2 nieeksploatowane złoża węgla brunatnego (Szamotuły, Naramowice), które są złożami bardzo konfliktowymi (złożo Szamotuły położone w znacznej części w obszarach chronionych w dolinie Samicy, złożo Naramowice – niemal w całości położone w granicach miasta Poznania). Ponadto występują 2 złoża torfów (Chlebowo, Raduszyn FP), 2 złoża ilów i łupków ceramiki budowlanej (Mściszewo i Oborniki), 1 złożo wód termalnych, którego ujęcie znajduje się poza obszarem przetargowym, jednak zasięg jego obszaru i terenu górniczego wkracza na opisywany teren. Pozostałe występujące tu złoża kopalin to: piaski i żwiry, bądź piaski, większość z nich zajmuje powierzchnię poniżej 5 ha. W granicach charakteryzowanego terenu zlokalizowanych jest także 12 obszarów prognostycznych występowania torfów i 22 obszarów perspektywicznych występień piasków, piasków i żwirów, żwirów i ilów i łupków ceramiki budowlanej.

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO „SZAMOTUŁY–POZNAŃ PÓŁNOC”			
1.	LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE	nazwa i numer arkusza mapy w skali 1:50 000	Obrzycko 393, Parkowo 394, Szamotuły 432, Oborniki Wielkopolskie 433, Buk 470, Poznań 471
2.	POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE	województwo	wielkopolskie
		powiat	czarnkowsko-trzcianecki (15,36%)
		gmina i% powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	Czarnków (<1%); Lubasz (3,62%); Połajewo (11,73%);
		powiat	obornicki (32,89%)
		gmina	Rogoźno (<1%); Oborniki (29,56%); Ryczywół (3,22%)
		powiat	Poznań (8,91%)
		gmina	Poznań (8,91%)
		powiat	poznański (23,00%)
		gmina	Dopiewo (<1%); Murowana Goślina (3,85%); Czerwonak (2,54%); Tarnowo Podgórne (1,37%); Rokietnica (5,35%); Suchy Las (10,18%)
		powiat	szamotulski (19,53%)
		gmina	Obrzycko (gm. wiejska) (6,64%); Obrzycko (gm. miejska) (<1%); Szamotuły (11,54%); Ostroróg (<1%); Kaźmierz (<1%)
3.	REGIONALIZACJA FIZYCZNO – GEOGRAFICZNA (wg J. KONDRACKIEGO (2014))	makroregion	Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka (315.3)
		mezoregion	Kotlina Gorzowska (315.33)
		makroregion	Pojezierze Wielkopolsko-Kujawskie (315.5)
		mezoregion	Pojezierze Poznańskie (315.51); Poznański Przełom Warty (315.52); Pojezierze Chodzieskie (315.53); Pojezierze Gnieźnieńskie (315.54); Równina Wrzesińska (315.56)
4.	WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW WYZNACZAJĄCYCH GRANICE OBSZARU PRZETARGOWEGO	układ PL-1992 [X; Y]	554 275,834 350 362,873
			540 476,386 353 736,920
			532 656,265 364 597,079
			516 752,540 364 155,530
			507 487,326 363 899,151
			508 036,814 346 455,309
			514 844,000 348 080,260
			525 964,310 330 432,620
			554 868,380 331 517,039
5.	POWIERZCHNIA OBSZARU PRZETARGOWEGO	[km ²]	1138,34
6.	CEL KONCESJI		poszukiwanie gazu konwencjonalnego i niekonwencjonalnego
7.	WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ		perm

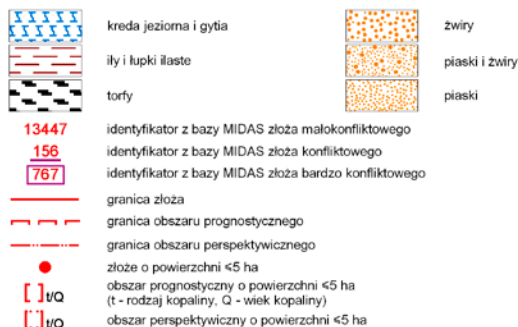
KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO „SZAMOTUŁY–POZNAŃ PÓŁNOC”			
8.	PRZYRODNICZE OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE		
	parki narodowe		nie
	rezerваты		Gogulec (<1%); Meteoryt Morasko (<1%); Słonawy (<1%); Śnieżycowy Jar (<1%); Świetlista Dąbrowa (<1%); Bagno Chlebowo (<1%); Dołęga (<1%); Żurawiniec (<1%).
	parki krajobrazowe		Park Krajobrazowy Puszcza Zielonka (<1%)
	obszary chronionego krajobrazu	[tak/ nie] jeśli „tak” to: nazwa obszaru oraz % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	OChK Biedrusko (6,2%); OChK Dolina Wełny i Rynna Gołaniecko – Wągrowiecka (<1%); OChK Doliny Samicy Kierskiej w gminie Suchy Las (<1%); Pawłowicko – Sobocki OChK (1,3%); OChK Pola Trzaskowskie (<1%); OChK Puszcza Notecka (5,9%)
	Natura 2000 – SOO		PLH300058 Uroczyska Puszczy Zielonki (<1%); PLH300005 Fortyfikacje w Poznaniu (<1%); PLH300003 Dąbrowy Obrzyckie (<1%); PLH300016 Bagno Chlebowo (<1%); PLH300037 Kiszewo (2%); PLH300043 Dolina Wełny (<1%); PLH300001 Biedrusko (8,7%)
	Natura 2000 – OSO		PLB300015 Puszcza Notecka (18,4%); PLB300013 Dolina Samicy (2,1%)
	zespoły przyrodniczo-krajobrazowe		Morasko (projektowany, 2,2%)
	użytki ekologiczne		Bogdanka I (<1%); Strzeszyn (<1%); Wilczy Młyn (<1%); Łęgi Potoku Różanego (<1%); Bogdanka II (<1%); Uroczysko (<1%) i użytek bez nazwy (<1%);
9.	GLEBY CHRONIONE	[tak/ nie]	tak
10.	KOMPLEKSY LEŚNE	[tak/ nie]	tak
11.	LASY OCHRONNE	[tak (powierzchnia, % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego)/ nie]	148,46 km ² , (13,0%)
12.	OBIEKTY DZIEDZICTWA KULTUROWEGO Zabytki archeologiczne	[tak (ilość)/ nie]	tak
		grodzisko	9
		osada	7
		cmentarzysko	7
		inne (miejsce kultu, miejsce eksploatacji surowca, obozowisko, miasto)	1 - miasto
13.	GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH	[tak (numer, nazwa i wiek zbiornika)/ nie]	139 - Dolina kopalna Smogulec-Margonin, Q; 145 - Dolina kopalna Szamotuły-Duszniki, Q; 146 - Subzbiornik Jezioro Bytyńskie-Wronki-Trzciel, Tr
14.	STREFY OCHRONNE UJĘĆ WODY	[tak/ nie]	tak
15.	STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ	[tak/ nie]	nie
16.	TERENY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI	[tak/ nie]	tak
17.	UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (kreda jeziorna, węgiel brunatny, piaski, piaski i żwiry, ility i łupki ilaste ceramiki budowlanej, torfy, wody termalne)
18.	OBSZARY PROGNOSTYCZNE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (piaski, piaski i żwiry, żwiry, ility i łupki ceramiki budowlanej, torfy)
19.	SIECI PRZESYŁOWE GAZU	[tak/ nie]	tak
20.	PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU	[tak/ nie]	nie
21.	DATA WYPEŁNIENIA KARTY	18.11.2016 r.	
22.	ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH	Anna Bliźniuk, Dominika Kafara	

Objaśnienia do Mapy środowiskowej
obszaru "SZAMOTUŁY - POZNAŃ PÓŁNOC"
(opracowano na podstawie bazy MGŚP z zasobów PIG-PIB)

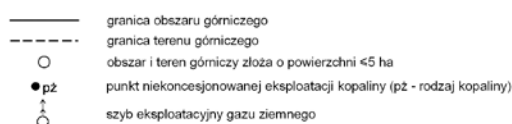


OBJAŚNIENIA

ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA



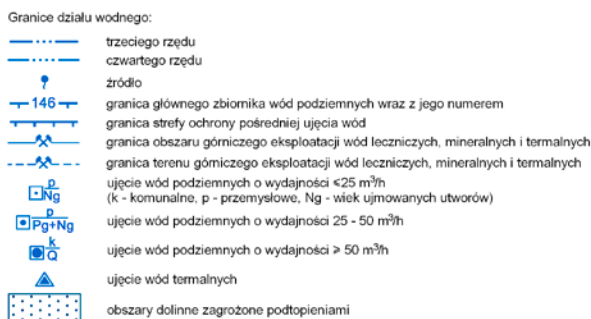
GÓRNICTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN



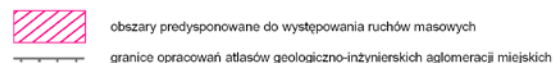
Symbol kopaliny:
Wb - węgiel brunatny
G - gaz ziemny
kj - kreda jeziorna i gytia
i(i) - ropy i łupki ilaste o ceramiki budowlanej
z - żwir
p - piasek
t - torf
mz - masy ziemne

Symbol jednostki stratygraficznej:
Q - czwartorzęd
Ng - neogen
Pg - paleogen
P - perm

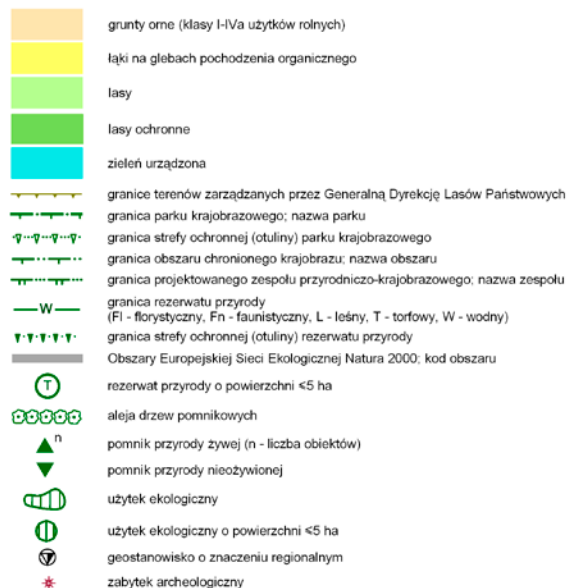
WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE



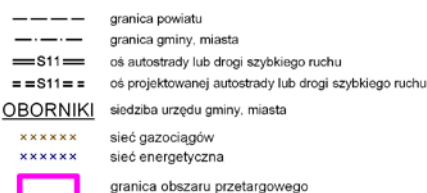
WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO



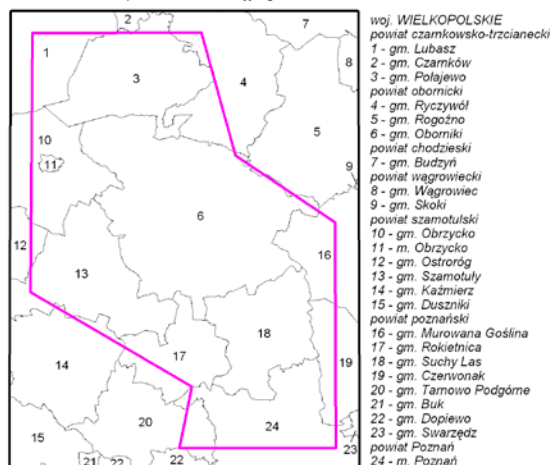
OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I DZIEDZICTWA KULTUROWEGO



INFORMACJE DODATKOWE

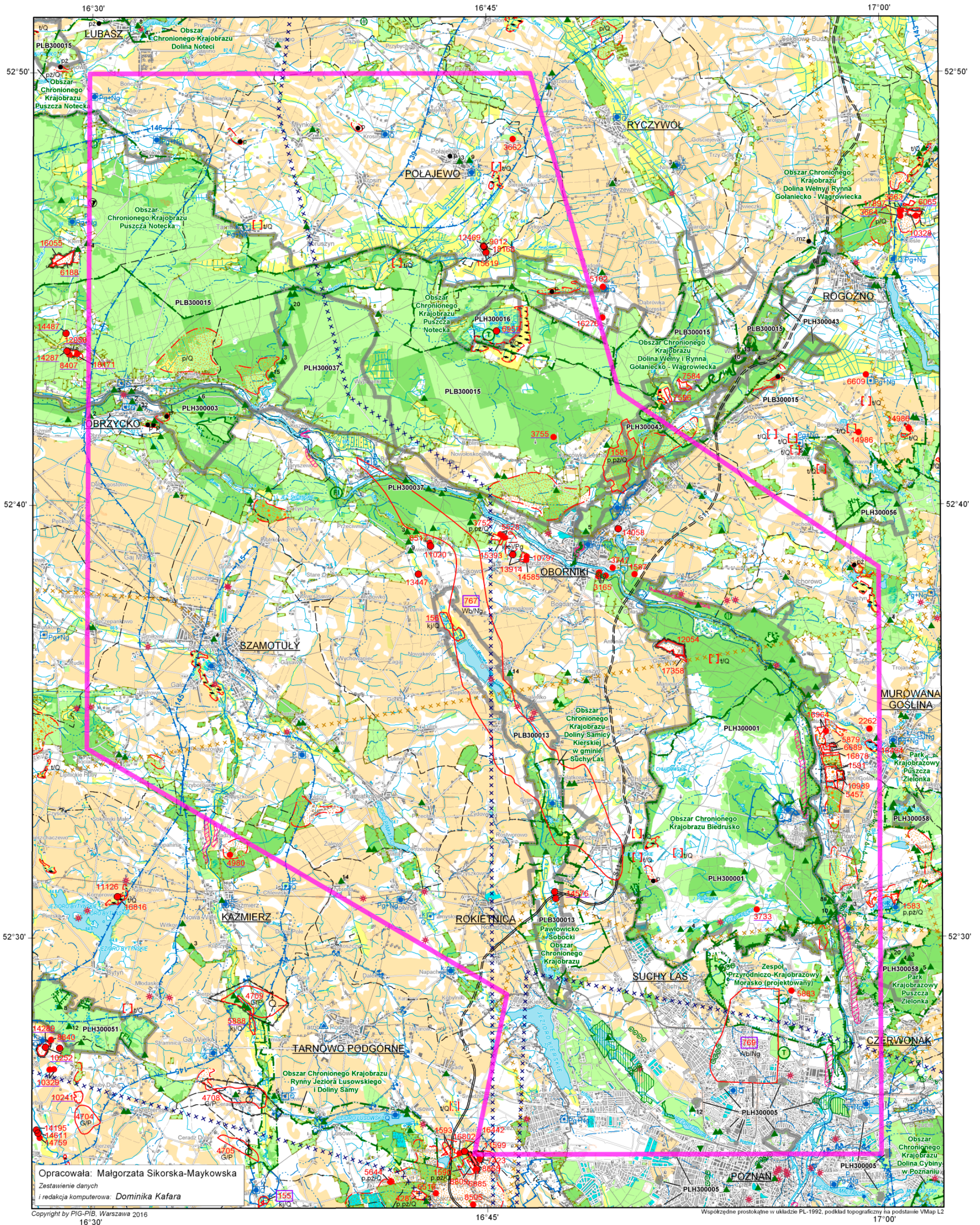
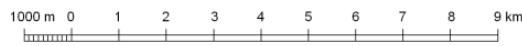


Położenie obszaru przetargowego
na tle podziału administracyjnego



→ Fig. 1.3. Mapa środowiskowa obszaru „Szamotuły-Poznań Północ”.

Mapa środowiskowa obszaru "SZAMOTUŁY - POZNAŃ PÓŁNOC" skala 1:100 000



2. BUDOWA GEOLOGICZNA

2.1. STRATYGRAFIA

2.1.1. KARBON

Obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” położony jest w okolicach Poznania w brzeżnej północno wschodniej części strefy fałdowo-nasunięciowej eksternidów wary-

scyjskich (Pożaryski i Dembowski, 1983) (Fig. 2.1). Utwory karbonu tej części Polski ze względu na głębokość występowania przekraczającą znacząco 4 km są rozpoznane zaledwie czterema otworami: Objezierze IG-1, Rokietnica 1, Rokietnica 2 i Gołęczewo 1 (Fig. 6.1). Najobszerniejszy materiał geologiczny pochodzi z otworu Objezierze IG-1, w którym utwory karbonu nawiercono na głębokości 4595,0 m, a głębienie otworu zakończono na głębokości 5094,5 m czyli przewiercono 500,0 m profilu karbonu. W otworze Gołęczewo 1 nawiercono 85 m utworów karbonu. W pozostałych otworach, pod spągową powierzchnią osadów permu, nawiercono osady o grubości 23,0 m zaliczone do karbonu bliżej niesprecy-

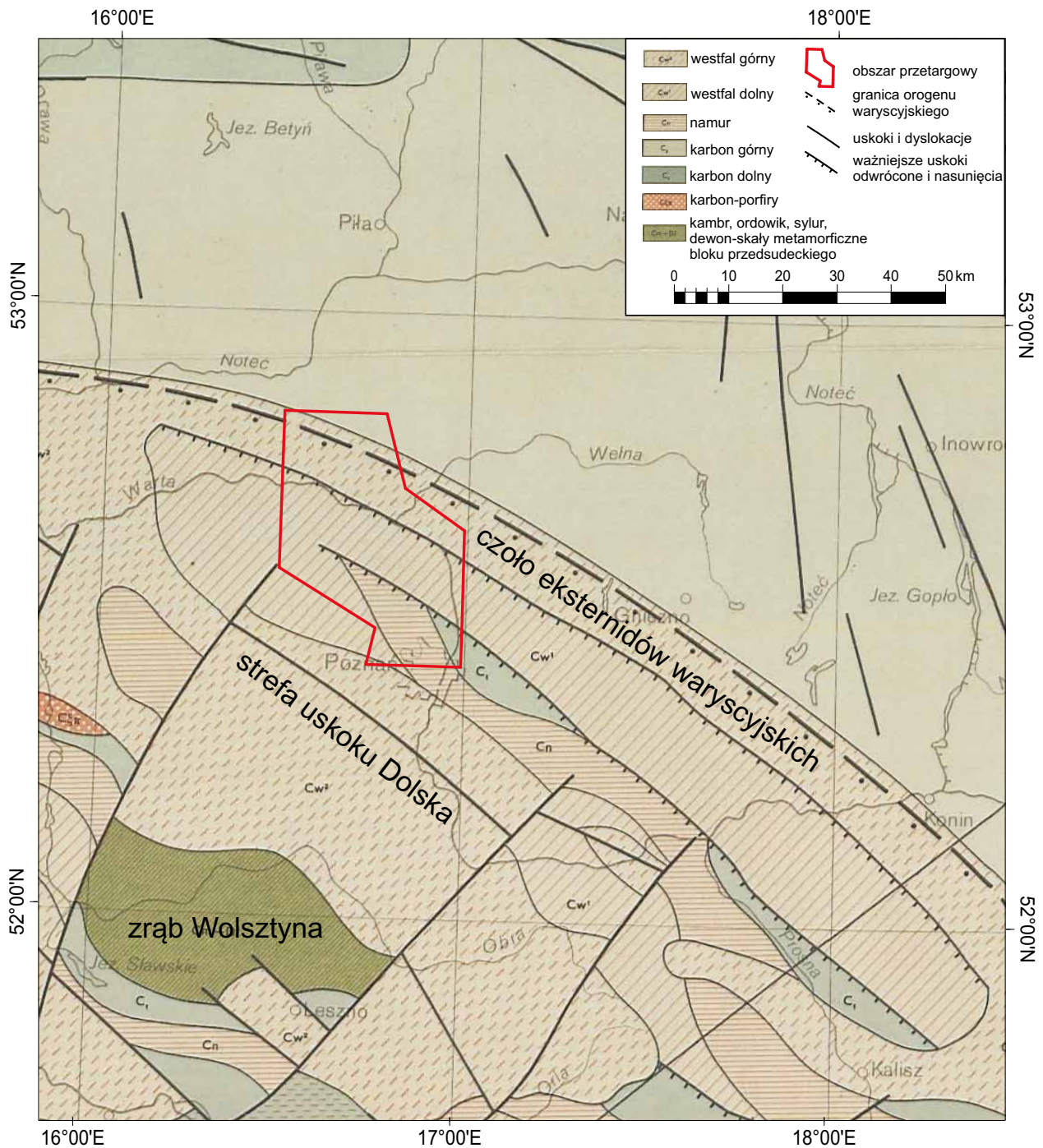


Fig. 2.1. Położenie obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” na tle budowy geologicznej karbonu Wielkopolski (Pożaryski i Dembowski, 1983).

zwanego w przypadku otworu Rokietnica 1 i utworów wulkanicznych o grubości około 70,0 m w otworze Rokietnica 2 (Fig. 2.2). Te wulkaniczne utwory znane w zachodniej Polsce zaliczane są do najwyższego karbonu – westfal D (Żelichowski, 1987) lub najniższego permu – autun (Pokorski, 1987). Obaj wymienieni autorzy jako jednostkę litostratygraficzną dla tego odcinka profilu zaproponowali nazwę – wielkopolska formacja wulkaniczna. Brak szczegółowych badań stratygraficznych nie rozwiązała tego problemu do dnia dzisiejszego i dlatego proponuję zaliczyć ten odcinek do permu-karbonu.

Wspomniany otwór Objezierze IG-1 wykonany był metodą obrotową z częściowym rdzeniowaniem (kilka metrów na 50 m wiercenia). Taka metoda pozwoliła rozpoznać sekwencje litologiczne. Górna część profilu od stropu karbonu do około 4840,0 m jest zbudowana ze skał drobnoklastycznych mułowców i iłowców z wkładkami osadów gruboklastycznych reprezentowanych przez monomineralne piaskowce kwarcowe i wielomineralne waki lityczne.

Dolna część przewierconego profilu karbonu od 4840,0 m do końca otworu tj. do głębokości 5094,5 m zbudowany jest w głównej mierze z piaskowców kwarcowych, monomineralnych, arenitów i waki litycznych z rzadka przewarstwionych mułowcami i iłowcami, a także zlepieńcami (Żelichowski, 1989).

W pierwszym etapie dokumentowania przewierconego profilu karbonu na głębokości około 5030,0 m znaleziono warstwę iłowca ze skamieniałościami fauny morskiej *Goniates granosus* co świadczy o morskiej genezie omawianych skał, a jednocześnie jest to takson wskazujący na górny wizen. W związku z brakiem innych wyników badań stratygraficznych Żelichowski (1989) uznał, że cały nawiercony profil karbonu przynależy do wizenu górnego. Kilka lat później jedną próbę z otworu Objezierze IG-1 z głębokości 5023,5 m poddano badaniom palinologicznym. Na podstawie kilku preparatów Aleksandra Trzepierczyńska (1999) wykazała obecność *Tripartites vetustus*, który jest gatunkiem indeksowym dla zony sporowej VF umiejscowionej w górnym (młodszym) wizenie. Ponadto w przygotowanych preparatach palinologicznych stwierdzono też kilka innych gatunków, których dokumentacja fotograficzna jest załącznikiem (Trzepierczyńska, 1999). Badania te potwierdziły podane wyżej informacje Żelichowskiego (1989).

Biorąc pod uwagę rozważania regionalne na temat stratygrafii i budowy geologicznej karbonu wielkopolski należy zwrócić uwagę, że na południowo zachodniej części obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ”, na powierzchni podpermowej występują osady karbonu dolnego (mississipi), a w części północno wschodniej osady karbonu górnego (pensylwanu) (Żelichowski, 1995). Ze względu na ubogi materiał faktograficzny nie ma możliwości bardziej szczegółowego określenia wieku skał karbońskich. Przedstawiony obraz geologiczny (Fig. 2.1) (Pożaryski i Dembowski, 1983) jest interpretacją wykonaną jeszcze przed odwierceniem otworu Objezierze IG-1.

Utwory karbonu w obszarze przetargowym według sejsmiki 2D tworzą dwie formy nasunięciowo – antyklinalne o kierunki NW-SE, równoległe do strefy uskoku Dolska i czoła eksternidów waryscyjskich. Strop utworów karbonu wymodelowany w okresie poprzedzającym sedimentację permu zapada od około 3600,0 m w części południowo-zachodniej do ponad 6000,0 m w części północno-wschodniej.

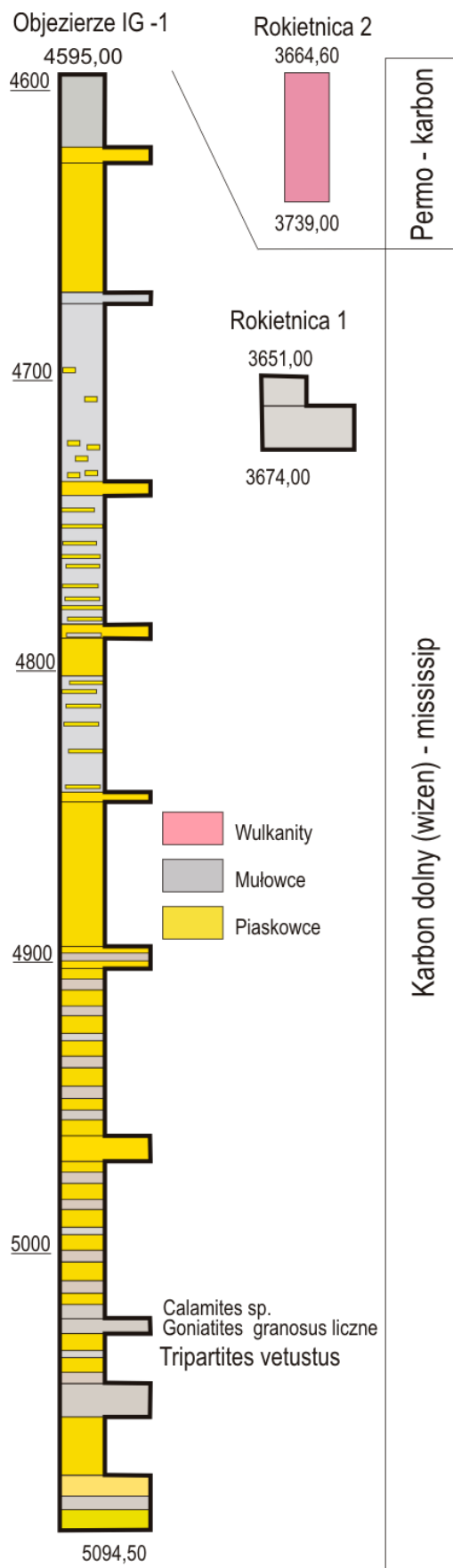


Fig. 2.2. Profile litologiczne karbonu w obszarze przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ”.

2.1.1.1 PETROGRAFIA OSADÓW KARBONU

Charakterystykę petrograficzną oparto na dokumentacjach wyników otworów wiertniczych: Objezierze IG 1 (Deczkowski i in., 1989) oraz Rokietnica 1 (Ryba, 1976) i Rokietnica 2 (Protas i Ryba, 1983). Zamieszczone mikrofotografie wykonano dla potrzeb tego opracowania.

Otwór Objezierze IG 1

Osady karbonu (wizen), miąższości 499,5 m, reprezentują pakiet skał piaszczysto-ilastych w typowym dla podłoża monokliny przedsudeckiej rozwoju litologicznym. Stanowią go przeławicające się skały ilaste i piaszczyste. Występują tu trzy typy skał: piaskowce, mułowce i iłowce (Fig. 2.3.A-D).

Piaskowce charakteryzują się strukturą od bardzo drobno- do średnioziarnistej, teksturą bezzadną lub kierunkową. Reprezentują one głównie waki subarkozowe (Fig. 2.3.A), rzadziej sublityczne. Nielicznie występują arenity subarkozowe (Fig. 2.3.B) i lityczne. Materiał ziarnisty jest słabo obtoczony, źle wysortowany. Skład mineralny w całości profilu jest wyrównany. Głównym składnikiem piaskowców jest kwarc przy znacznym udziale skaleń i nieco mniejszym okruchów skał.

Skalenie reprezentowane są przez plagioklasy i skalenie potasowe. Z łyszczyków, biotyty najczęściej przeważa nad muskowitem. Z minerałów akcesorycznych obecny jest cyrkon, rutyl i leukoksen. Litoklasty reprezentowane są przez fragmenty skał metamorficznych i wylewnych, rzadziej osadowych. Spoiwo piaskowców stanowi matriks ilasto-krzemionkowo-żelaziste. Ponadto, w niewielkich ilościach, występuje cement złożony z węglanów (kalcyt), kwarcu autigenicznego (obwódki na ziarnach kwarcu) oraz anhydrytu. Porowatość całkowita piaskowców waha się od 0,36 do 1,48% (16 pomiarów), przeciętnie 0,94%, a przepuszczalność wynosi <0,1 mD.

Przemiany diagenetyczne są obserwowane zarówno w obrębie ziarn mineralnych, w litoklastach, jak i w spoiwie. Najsilniej są one rozwinięte w skaleńiach i okruchach skał, które w różnym stopniu uległy karbonatyzacji, anhydrytyzacji, serycytyzacji, kaolinityzacji lub chlorytyzacji. Wynikiem wtórnych przemian jest korozja ziarn kwarcu przez roztwory alkaliczne, narastanie kwarcu autigenicznego na ziarnach kwarcu, jak i powstanie drobnych skupień mikrokryształicznej krzemionki w spoiwie. Węglany i siarczany występują jako pierwotne spoiwo oraz jako składniki wtórne podstawiające materiał detrytyczny; wypełniają również mikroszczelinki. Do zmian diagenetycznych należy również zaliczyć chloryzację biotyty.

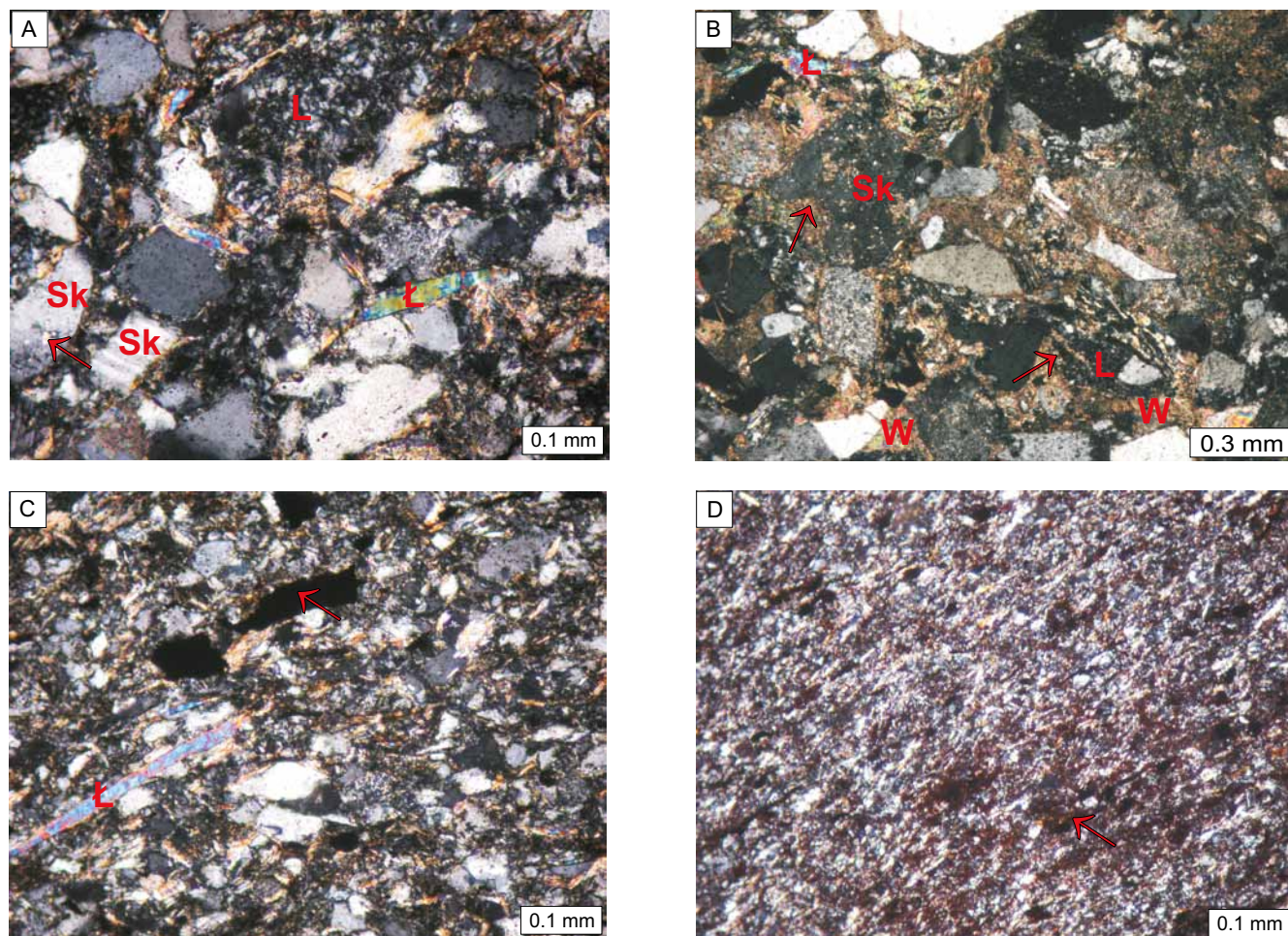


Fig. 2.3. Fotografije wykonane w mikroskopie polaryzacyjnym (PL)

A) Waka subarkozowa, bardzo drobnoziarnista; ziarna skaleń (Sk) z widocznymi efektami procesu argilityzacji (strzałka), okruchy litoklastów (L) i blaszki łyszczyków (Ł). Otwór Objezierze IG 1, głęb. 5085,6-5094,4 m, nikole skrzyżowane. **B)** Arenit subarkozowy, drobnoziarnisty z cementem węglanowym (W); ziarna skaleń (Sk) i litoklastów (L) zastępowane przez węglany (strzałka); blaszki łyszczyków (Ł). Objezierze IG 1, głęb. 5094,4 m, nikole skrzyżowane. **C)** Mułowiec o teksturze kierunkowej, podkreślonej ułożeniem blaszek łyszczyków (Ł) i materii organicznej (strzałka). Objezierze IG 1, głęb. 5079,5 m, nikole skrzyżowane. **D)** Iłowiec o teksturze kierunkowej, podkreślonej ułożeniem blaszek łyszczyków i minerałów ilastych oraz wodorotlenków żelaza (strzałka). Objezierze IG 1, głęb. 4898,5 m., nikole skrzyżowane.

Mułowce charakteryzują się strukturą aleurytową, mieszcami z domieszką frakcji psamitowej. Wykazują teksturę kierunkową podkreśloną ułożeniem minerałów blaszkowych i materii organicznej (Fig. 2.3.C). Materiał detrytyczny jest słabo obtoczony. Głównym składnikiem są kwarc i skałenie oraz łuszczyki (muskowit i biotyt przeobrażany w chloryt). Okruchy skał, głównie metamorficznych i wylewnych są nieliczne. Z minerałów akcesorycznych występują: leukoksen, cyrkon i rutil. Miejscami obecne są szczątki organiczne. Spoivo stanowi matriks ilasto-krzemionkowe z dużym udziałem tlenków i wodorotlenków żelaza. Porowatość całkowita mułowców waha się od 0,36 do 1,09% (6 pomiarów), przeciętnie 0,79%, a przepuszczalność wynosi <0,1 mD.

Iłowce charakteryzują się strukturą pelitową i teksturą kierunkową, podkreśloną ułożeniem łuseczek minerałów ilastych, blaszek łuszczyków oraz smugami materii organicznej, czy wodorotlenków żelaza (Fig. 2.3.D). Główną masę skały stanowią minerały ilaste, w skład których wchodzi: illit, kaolinit i chloryty. W masie ilastej występują blaszki muskowitu, pojedyncze ziarna kwarcu, materia organiczna i związki żelaza. Miejscami obserwowano mikrożyłki wypełnione siarczaniem – barytem (?). Porowatość całkowita mułowców waha się od 0,33 do 0,59% (8 pomiarów), przeciętnie 0,79%, a przepuszczalność wynosi <0,1 mD.

Badany poziom zbiornikowy (piaskowce, mułowce) na głębokości 5010,0 – 5094,5 m wykazał brak przepływu i brak śladów bituminów. Jest on praktycznie nieprzepuszczalny.

Otwór Rokietnica 1

W profilu otworu wiertniczego Rokietnica 1 osady karbo- nu są miąższości 23 m. Reprezentują one iłowce mułowcowi i mułowce piaszczyste barwy fioletowo-brunatnej, głębiej szaro-brunatnej. Skały te są silnie zdiagenezowane, zbite, miejscami dolomityczne.

Otwór Rokietnica 2

W profilu otworu wiertniczego Rokietnica 2 osady karbo- nu (autun ?) są miąższości 74,4 m. Stwierdzono tu występowanie tufitów i skał wylewnych, zasadowych, barwy brązowej, miejscami zielonawej i fioletowej.

2.1.2. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC

Obszar przetargowy „Szamotuły-Poznań Północ”, obejmuje południowo-zachodni fragment basenu czerwonego spągowca. W południowej części obszaru pod osadami cechsztynu występują piaskowce eoliczne należące do systemu depozycyjnego ergu wschodniego (Buniak i Kiersnowski, 2010). W środkowej i północnej części obszaru występują pod przykryciem osadami cechsztynu, osady plaji należące do systemu depozycyjnego centralnej plaji jeziora.

Południowa część obszaru „Szamotuły-Poznań Północ” jest nie rozpoznana wiertniczo. Częściowo jest to skutek zabudowy miejskiej miasta Poznania. Pomimo zabudowy na północnych przedmieściach Poznania firma Aurelian Oil & Gas wykonała zdjęcie sejsmiczne 3D Poznań Północ (Fig. 6.1).

W części środkowej obszaru zlokalizowane są wiercenia: Gołęczewo 1, Objezierze IG-1, Obrzycko 1 i Obrzycko 3. Na

Wiercenie/rok	Głębokość osadów górnego czerwonego spągowca (miąższość w metrach)	Stratygrafia osadów w spągu górnego Pcs
Gołęczewo 1/1984	3879 – 4126 (247)	Pcs dolny/karbon
Objezierze IG 1/1987	4144 – 4354 (210)	Pcs dolny/karbon
Obrzycko 1/1973	4165,2 – 4366,5 (201,3)	Pcs dolny
Obrzycko 3/1976	4159 – 4250 (91)	Pcs dolny
Rokietnica 2/1983	3547,5 3664,6 (117,1)	Pcs dolny?
Swadzim 1/1985	3452,5 – 3650,5 (>198)	

Tab. 2.1. Wykaz otworów z obszaru przetargowego „Szamotuły-Poznań Północ” w których zostały przewiercone utwory czerwonego spągowca.

południu przy krawędzi obszaru przetargowego znajdują się wiercenia Rokietnica 2 i Swadzim 1 (Fig. 2.4). W północnej części obszaru przetargowego brak jest wierceń.

Z powodu niewielkiej liczby wierceń na obszarze przetargowym jego budowa geologiczna jest słabo rozpoznana. Pod osadami górnego czerwonego spągowca (piaskowce i mułowce występują skały osadowe dolnego czerwonego spągowca oraz skały wulkaniczne (Fig. 2.6). Poniżej występują silnie zerodowane skały osadowe dolnego karbonu (Maliszewska i in., 2003).

Obszar przetargowy „Szamotuły-Poznań Północ” można podzielić na cztery główne jednostki paleotektoniczne rozpa- trywane w horyzoncie strukturalnym granicy czerwony spągowiec/cechsztyln. Są to: w południowo-zachodniej części obszaru przetargowego – platforma Obrzycka; w środkowej części strefa tektoniczna Człopa-Szamotuły; w części północno-wschodniej – próg tektoniczny Czarnkowa – Obornik; w części południowej – przedłużenie na SE bloku tektonicz- nego Rokietnicy.

Na obszarze platformy Obrzycka mogą występować głów- nie osady eoliczne i plaji związane z górną częścią górnego czerwonego spągowca – formacja Noteci (Pokorski, 1988). Na obszarze bloku (progu) tektonicznego Czarnkowa-Obor- nik występują osady eoliczne i plaji dolnej i górnej części gór- nego czerwonego spągowca (formacje Drawy i Noteci). Należy dodać, że w podłożu platformy obrzycka występują, prawdopodobnie w strukturze rowowej, osady dolnego czer- wonego spągowca (osadowe – epiklastyczno-piroklastyczne zaliczone do formacji Pniew i wulkaniczne – piroklastyczne zaliczane do ognia Obrzycka – Maliszewska i in., 2003).

Piaskowce eoliczne czerwonego spągowca we wszystkich wierceniach na obszarze przetargowym charakteryzują się wysokimi porowatością i przepuszczalnością. W profilu wier- cenia Gołęczewo 1 porowatość piaskowców jest w przedzia- le 10,89% - 14,34%, a przepuszczalność w przedziale 1,15 mD do 14,98 mD (Głowacki i in., 1993). Własności zbiornikowe z pozostałych wierceń zostały przedstawione w tym opracowaniu w następnym rozdziale 2.1.2.1 p.t. „Petrografia osadów czerwonego spągowca”.

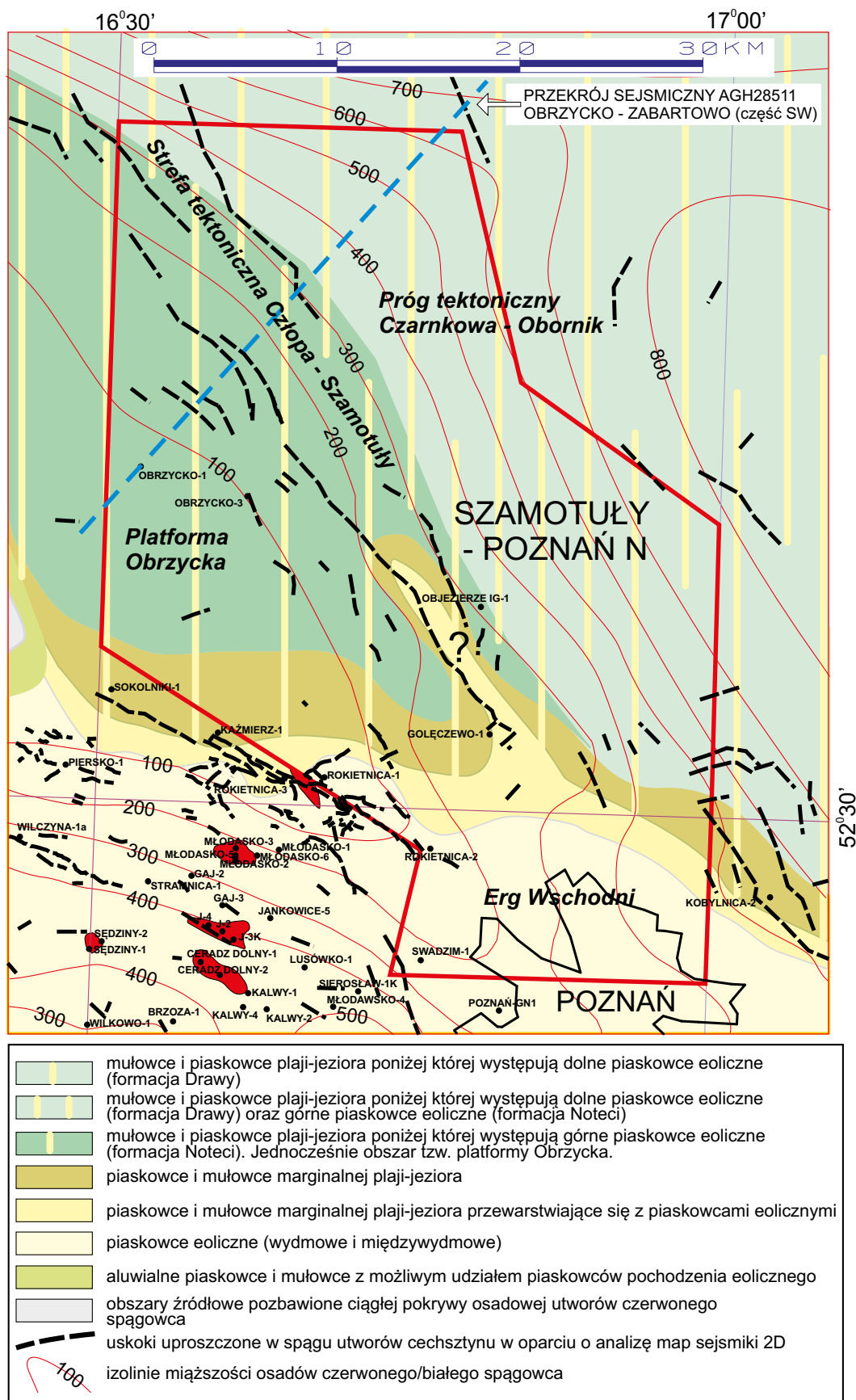


Fig. 2.4. Szkic stropu oraz miąższości osadów górnego czerwonego spągowca w rejonie obszaru przetargowego „Szamotuły-Poznań Północ”. Zarys uskoków tektonicznych w oparciu o mapę strukturalną spągu cechsztynu (Kudrewicz, 2007) oraz mapę sejsmiki 2D w temacie Obrzycko-Szamotuły (Trela i Lebedynets, 2008).

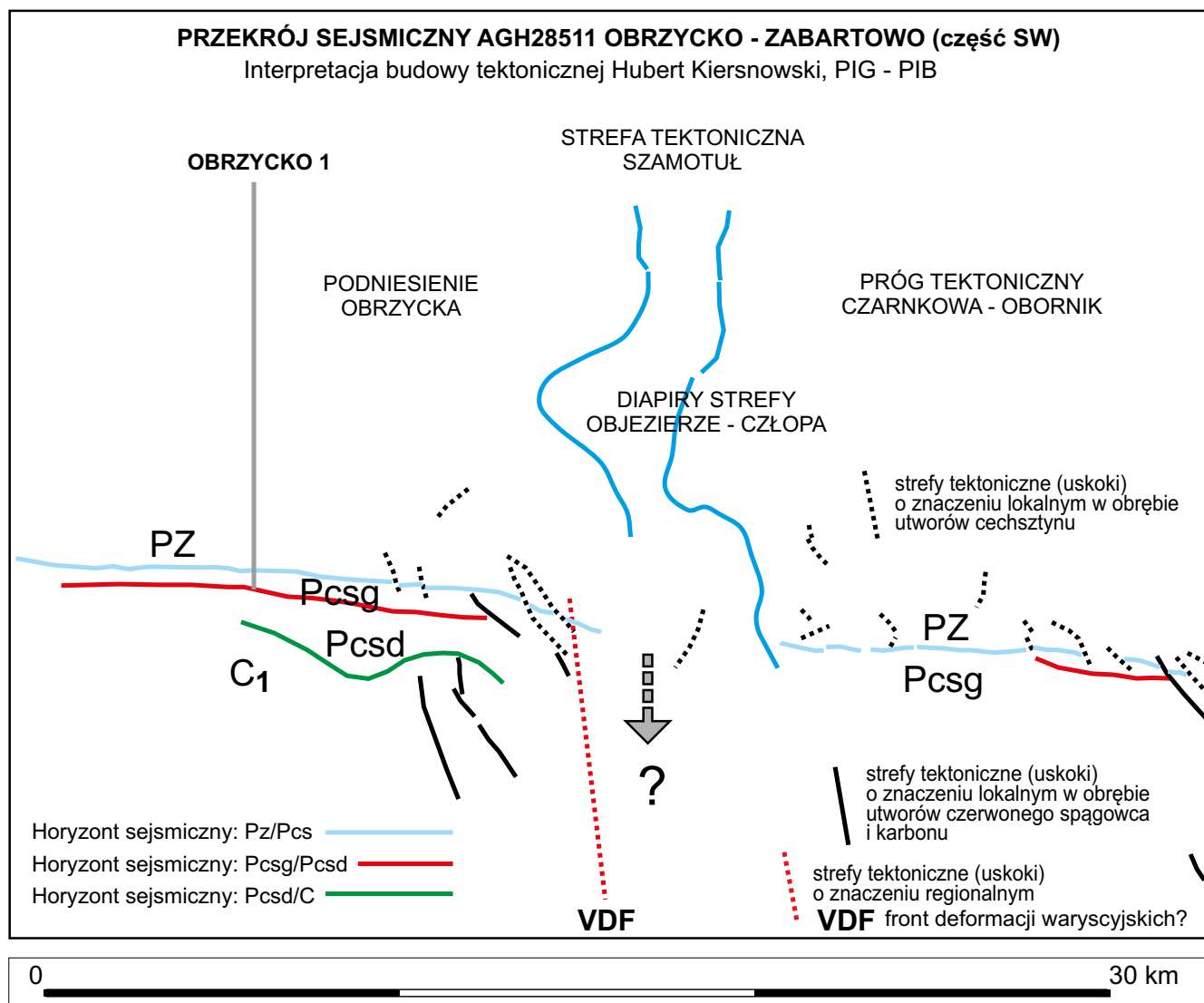


Fig. 2.5. Interpretacja budowy geologicznej północnej części obszaru przetargowego „Szamotuły-Poznań Północ” w oparciu o SW fragment przekroju sejsmicznego AGH28511 Obrzycko-Zabartowo, którego przebieg zlokalizowany jest na Fig. 2.4.

PZ – cechsztyń; Pcs – czerwony spągowiec górny, Pcsd – czerwony spągowiec dolny (w tym skały wulkaniczne), C1 – karbon dolny.

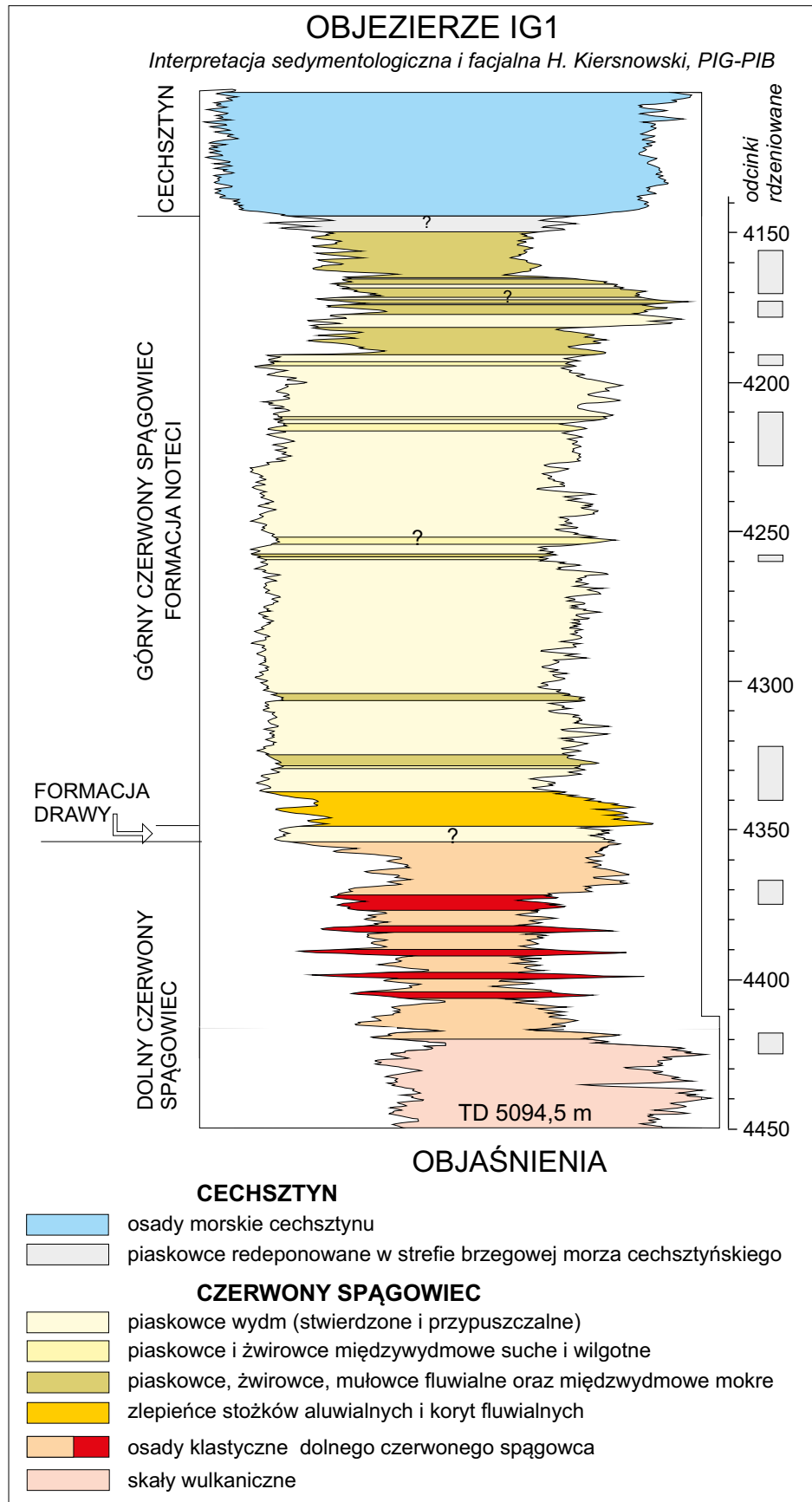


Fig. 2.6. Profil litologiczno-facjalny utworów czerwonego spągowca w wierceniu Objezierze IG 1. Z lewej strony krzywa PG (profilowanie gamma) z prawej krzywa PNG (profilowanie neutron-gamma). Obie krzywe bez skali.

2.1.2.1. PETROGRAFIA OSADÓW CZERWONEGO SPĄGOWCA

Podstawą opracowania wyników badań petrograficznych i petrofizycznych na obszarze „Szamotuły-Poznań Północ” była analiza danych zamieszczonych w dokumentacjach wyników następujących otworów wiertniczych: Swadzim 1 (Protas, 1985), Rokietnica 1 (Ryba, 1976), Rokietnica 2 (Protas i Ryba, 1983), Gołęczewo 1 (Prinz i Wolnowski, 1985), Objezierze IG 1 (Deczkowski i in., 1989), Obrzycko 1 (Zwoleńkiewicz, 1973), Obrzycko 3 (Wróbel, 1977). Poza tym wykorzystano dane z opracowań litologiczno-petrograficznych (Głowacki i in., 1993) oraz z publikacji (między innymi: Maliszewska, 1997, 1999; Maliszewska i Kuberska, 1996, 2008, 2009; Maliszewska i in., 1998, 2003).

W centralnej części obszaru profil czerwonego spągowca (np. Objezierze IG 1, Obrzycko 1, 3) rozpoczynają skały wulkaniczne. Reprezentują one monotonną serię tufów, ignimbrytów, których zróżnicowanie teksturalno-strukturalne powstało na skutek procesów wtórnych, między innymi sylikacji. Nie będą one przedmiotem dalszych rozważań.

Dominującym typem osadów czerwonego spągowca są drobno- i średnioziarniste piaskowce, miejscami przewarstwione piaskowcami gruboziarnistymi, mułowcami lub iłowcami. Zlepieńce występują głównie w przyspągowych partiach profilu. Omawiane osady reprezentują utwory pochodzenia eolicznego z wkładkami osadów fluwialnych, rzadziej osady aluwialne lub należące do środowiska plaży.

Zlepieńce mają barwę czerwono-brunatną, brunatno – szarą, wykazują strukturę psefitową – psamitową, teksturę bezładną. Frakcję psefitową reprezentują nieobtoczone i półobtoczone okruchy skał wulkanicznych (ryolitów i tufów ryolitowych). Niektóre z tych okruchów wykazują strukturę charakterystyczną dla ignimbrytów. Sporadycznie występują fragmenty trachyandezytów. Występują również fragmenty skał osadowych (piaskowce o składzie arenitu subarkozowego, skały krzemionkowe). Masa wypełniająca zlepieńce odpowiada składem arenitowi litycznemu. Oprócz okruchów skał wylewnych i piaskowcowych zawiera także fragmenty skał ilastych. Miejscami, wobec znacznego nagromadzenia wodorotlenków żelaza w spoiwie zlepieńca, matriks staje się wąką lityczną. W spoiwie zidentyfikowano także grubokrystaliczny cement dolomitowy. Litofacja zlepieńcowa stanowi osady pochodzenia fluwialnego (Głowacki i in., 1993), powstałe w niedalekiej odległości od źródła materiału, na co wskazuje stopień obtoczenia i wysortowania materiału detrytycznego.

Litofacja piaskowcowa reprezentowana jest przez piaskowce czerwono-brunatne, różowe i jasnoszare, drobno- i średnioziarniste, miejscami gruboziarniste lub zlepieńcowate. Najczęściej występują tu piaskowce pochodzenia eolicznego, rzadziej fluwialnego lub aluwialnego. Struktura piaskowców jest psamitowa, miejscami psamitowo – psefitowa, tekstura bezładna – w odmianach grubiej uziarnionych lub kierunkowa, zaznaczona równoległym ułożeniem ziarn. Wysortowanie materiału detrytycznego jest zmienne i waha się od 2 do 8, a jego miarą jest stosunek maksymalnej średnicy (Q_{fmax}) do przeciętnej (Q_f) ziarn kwarcu detrytycznego. Stopień obtoczenia ziarn bywa zróżnicowany, najczęściej ziarna są półobtoczone, rzadziej obtoczone lub ostrokrawędziste. Wśród badanych piaskowców licznie występują arenity subarkozowe i kwarcowe (szczególnie wśród piaskowców eolicznych), odmiany sublityczne i lityczne charakteryzują piaskowce pochodzenia fluwialnego i aluwialnego. Miejscami, z uwagi na obecność (powyżej 5% obj.) ilasto – mułkowego matriksu, występują także waki. Głównym składnikiem piaskowców są ziarna kwarcu mono- i polikrystalicznego. Wśród ziarn skałeni dostrzeżono skałenie potasowe w przewodzie nad

plagioklazami. Podrzednie występują mikro- i kryptopertyty. Ziarna skałeni bywają znacznie spelityzowane, dotyczy to zwłaszcza plagioklazów, a niektóre uległy częściowej kalcytyzacji lub anhydrytyzacji. W grupie okruchów skałnych dostrzeżono:

- klasty piaskowców i mułowców, pochodzące zapewne z denudowanych osadów podłoża, zarówno dolnego czerwonego spągowca, jak i najwyższego karbonu,
- pojedyncze, bardzo drobne okruchy skał węglanowych (dewon ?),
- fragmenty kwaśnych skał wylewnych, okruchy bazaltów, andezytów, tufów, w tym ignimbrytów, pochodzące w części z erodowanych pokryw wulkanicznych dolnego czerwonego spągowca,
- okruchy złożone z kwarcu i skałeni, określane jako granitoidy,
- klasty kwarcowo – łyszczykowych łupków krystalicznych.

W materiale detrytycznym piaskowców akcesorycznie pojawiają się drobne blaszki muskowitu i ziarna minerałów ciężkich, jak cyrkon, turmalin, rutyl. W spoiwie opisywanych skał stwierdzono ilasto – mułkowo – żelazisty matriks, kalcyt (Fig. 2.7.A, C), dolomit (Fig. 2.7. A), anhydryt, baryt (Fig. 2.7.B), kwarc autigeniczny (Fig. 2.7.A) oraz autigeniczne minerały ilaste.

Litofacja mułowcowa – iłowcowa występuje głównie w centralnej części opisywanego obszaru. Tworzy ona cienkie warstwy i przewarstwienia w piaskowcach. Są to mułowce i iłowce barwy brunatnej i zielonkawej. Skały te wykazują strukturę pelitową, aleurytową, pelitowo – aleurutową, czasami z domieszką frakcji psamitowej. Tekstura ich najczęściej jest kierunkowa, podkreślona równoległym ułożeniem minerałów blaszkowych. Skład mineralny mułowców podobny jest do składu piaskowców.

We wszystkich opisywanych skałach czerwonego spągowca, a szczególnie w zlepieńcach i piaskowcach obserwowano efekty działania różnorodnych procesów diagenetycznych, które w znaczący sposób wpływały na kształtowanie ich przestrzeni porowej. Do najważniejszych i trwających najdłużej zaliczyć należy kompaktację mechaniczną. Prowadzi ona do zwiększenia gęstości osadów, ściślejzego upakowania ziarn, odkształcenia blaszek łyszczyków lub lamin ilasto – żelazistych. Najsilniejsze efekty działania kompaktacji mechanicznej stwierdzono w obrębie piaskowców drobnoziarnistych, zarówno eolicznych, jak i fluwialnych. Cementacja objawia się występowaniem spoiwa ortochemicznego. W osadach czerwonego spągowca na obszarze „Szamotuły-Poznań Północ” zidentyfikowano cementy węglanowe (Fig. 2.7.A, C), których udział może osiągać nawet 30% obj. (piaskowce z otworu Objezierze IG 1). Generalnie kalcyt przeważa nad dolomit, a jego odmiana manganowa występuje częściej, niż Fe-kalcyt. Najrzadziej obserwowano kalcyt nie zawierający Mn i Fe. Kalcyt występuje przeważnie w postaci osobników anhedralnych (Fig. 2.7.A, C). Dolomit natomiast tworzy różnej wielkości romboedry (Fig. 2.7.A) w przestrzeni porowej piaskowców, a miejscami zawiera znaczną domieszkę żelaza. Cementy kwarcowe występują powszechnie, ale w ilości nieprzekraczającej 5% obj. Obserwowano tu syntaksjalne obwódki regeneracyjne, pojedyncze słupki narastające na ziarnach kwarcu prostopadle do ich powierzchni, pojedyncze słupki izolowane w przestrzeniach porowych oraz cement porowy. Cement siarczanowy najczęściej reprezentowany jest przez anhydryt, występujący w postaci drobnych tabliczek, rzadziej tworzy on spoiwo podstawowe. W utworach plaży obserwuje się nodule anhydrytowe. Baryt występuje sporadycznie (Fig. 2.7.B). Do grupy cementów zalicza się także autigeniczne minerały ilaste (illit, chloryty, minerały mieszanopakietowe illit/smektyt).

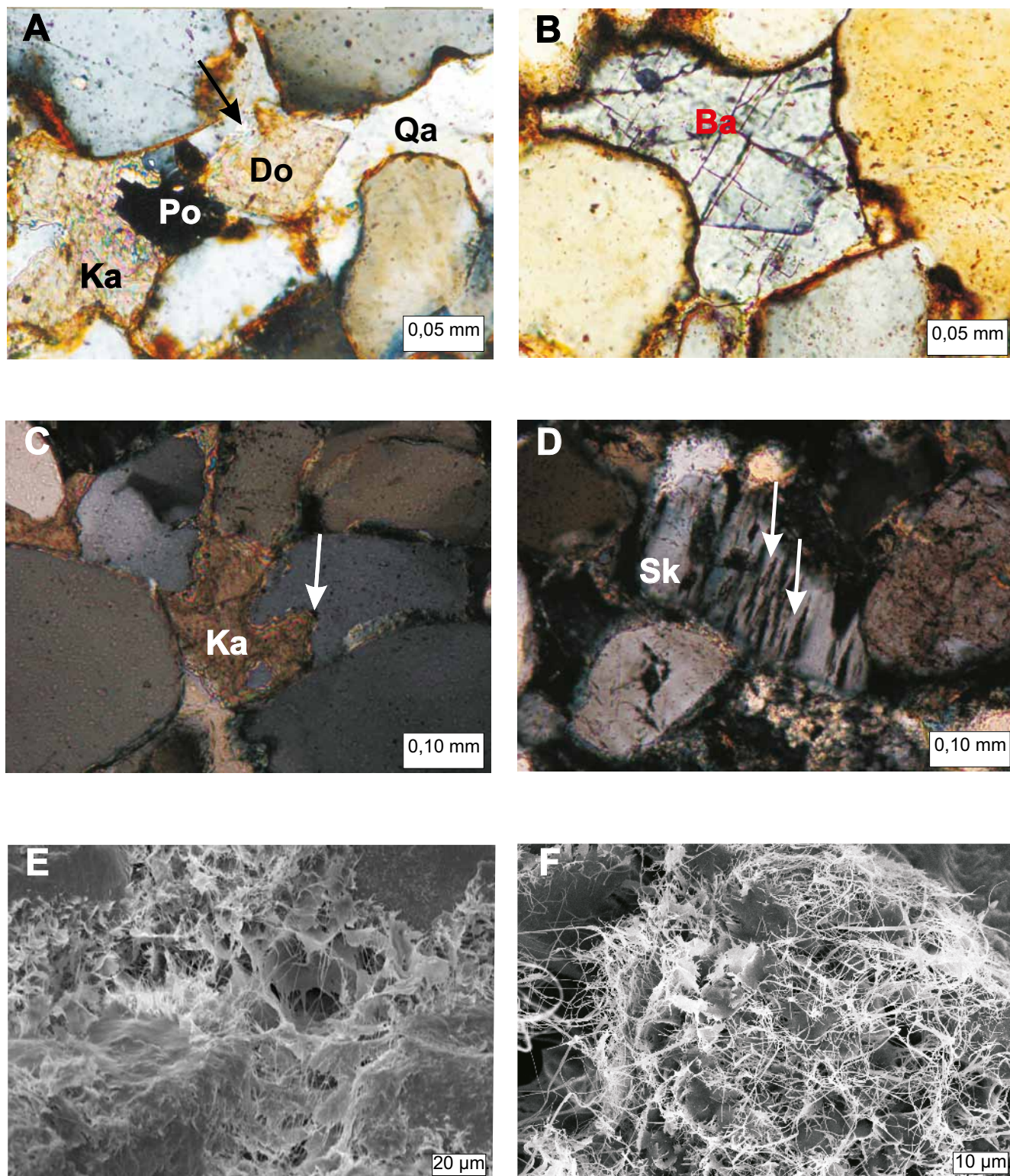


Fig. 2.7. Fotografije wykonane w mikroskopie polaryzacyjnym (PL)

A) Fragment piaskowca scementowanego kwarcem (Qa), dolomitom (Do) i kalcytem (Ka). Romboedr dolomitu jest częściowo zastąpiony kwarcem (strzałka). Po – pustka po rozpuszczonym cemencie kalcytowym. Otwór Objezierze IG 1, głęb. 4158,1 m; obraz z mikroskopu polaryzacyjnego, nikole skrzyżowane; **B)** Cement barytowy (Ba) w piaskowcu. Otwór Objezierze IG 1, głęb. 4158,1 m; obraz z mikroskopu polaryzacyjnego, nikole skrzyżowane; **C)** Spoivo kalcytowe (Ka) w arenicie subarkozowym; widoczne ślady rozpuszczania ziarna kwarcu (strzałka). Otwór Rokietnica 1, głęb. 3592,6 m; obraz z mikroskopu polaryzacyjnego, nikole skrzyżowane; **D)** Relikty (strzałki) częściowo rozpuszczonego skalenia potasowego (Sk) w arenicie subarkozowym. Otwór Rokietnica 1, głęb. 3608,3 m; obraz z mikroskopu polaryzacyjnego, nikole skrzyżowane; **E)** Illit włóknisty zarastający przestrzeń porową w piaskowcu. Otwór Swadzim 1, głęb. 3646,9 m; obraz z mikroskopu elektronowego – SE; **F)** Cienkie włókna diagenetycznego illitu w przestrzeni porowej piaskowca. Otwór Objezierze IG 1, głęb. 4221,6 m; obraz z mikroskopu elektronowego – SE

Otwór wiertniczy	Zakres głębokości [m]	Ilość pomiarów/ prób	Litologia	Porowatość [%]	Przepuszczalność [mD]	Przepuszczalność [nm ²]
Objezierze IG-1	4144,0 – 4595,0	37	piaskowce	0,74 – 18,04	0,0 – 18,0	–
Obrzycko 1	4157,5 – 4282,0	85	piaskowce	0,56 – 7,82	0,000 – 0,332	–
Obrzycko 3	4159,0 – 4202,5	70	iłowce/mułowce/ piaskowce	0,0 – 6,35	0,0 – 2,5	–
	4202,5 – 4247,0	107	piaskowce	1,7 – 19,0	0,0 – 71,0	–
	4247,0 – 4250,0	5	zlepieńce	0,9 – 2,5	0,45 – 2,7	–
Rokietnica 1	3595,5 – 3650,1	57	piaskowce	3,57 – 15,13	0,000 – 3,063	–
Rokietnica 2	3534,0 – 3551,0	brak	piaskowce	1,83 – 11,06	–	214,2 – 1683,0
	3551,0 – 3569,0	brak	piaskowce	1,52 – 7,41	–	142,8 – 1479,0
	3573,5 – 3664,5	brak	piaskowce	4,08 – 11,94	–	–
Swadzim 1	3452,0 + 3495,0	27	piaskowce	2,89 + 18,33	–	28,07 + 1561683,4

Tab. 2.2. Wyniki pomiarów porowatości i przepuszczalności w skałach czerwonego spągowca z wybranych otworów wiertniczych.

2.1.3. PERM – CECHSZTYN

Powstały one, między innymi, na skutek przeobrażania diagenetycznego skaleń, twardości i fragmentów skał wulkanicznych. Następował także rozwój transformacji w obrębie minerałów ilastych, prowadzący do wzrostu zawartości illitu kosztem smektytu. Efektem wspomnianego procesu był rozwój illitu w postaci cienkich włókien. Procesy przeobrażeń mogły powodować wzrost porowatości osadów, lecz wzrost diagenetycznego illitu ograniczał zdolności filtracyjne i prowadził do zaniku przepuszczalności. Oznaczenia wieku wzrostu illitu metodą K/Ar (Maliszewska i Kuberska, 2009) z próbek piaskowców z otworu Objezierze IG 1 wykazały, że krystalizował on w tytonie i hoterywie. Czynnikiem ograniczającym porowatość osadu było zastępowanie diagenetyczne związane z cementacją (Fig. 2.7.A). Powszechne są tu liczne kalcytowe, anhydrytowe pseudomorfozy całkowite lub częściowe po ziarnach skaleń lub litoklastach. Natomiast zjawiskiem ważnym dla tworzenia się dobrych właściwości zbiornikowych osadów oraz powstawania porowatości wtórnej było rozpuszczanie diagenetyczne (Fig. 2.7.C, D). Obserwacje mikroskopowe wykazały liczne ślady trawienia powierzchni i rozpuszczania ziarn skaleń oraz litoklastów a także cementów (Fig. 2.7.A).

Podsumowując dwa podstawowe procesy, jakimi są kompaktacja i cementacja oddziaływały niekorzystnie na przestrzeń porową piaskowców czerwonego spągowca. Ich wpływ można oszacować stosując wykresy i wzory Houseknehta (1987) oraz Lundegarda (1992).

Większość zbadanych piaskowców odznacza się właściwościami zbiornikowymi uznanymi za średnie lub słabe. W Tab. 2.2 zamieszczono wyniki pomiarów porowatości i przepuszczalności dla wybranych otworów wiertniczych zaczerpnięte z dokumentacji wynikowych. Potwierdzają one obserwacje mikroskopowe i stwierdzenie o niezbyt wysokich właściwościach zbiornikowych badanych skał. Również przepuszczalność większości zbadanych próbek jest niska. Za przyczynę niskiej porowatości w piaskowcach uważa się mikroporową strukturę przestrzeni porowych (Darlak i in., 1998) oraz obecność diagenetycznego illitu (Fig. 2.7.E, F).

Wkładki piaskowców, szczególnie pochodzenie eoliczne, charakteryzujące się zmniejszoną całkowitą ilością spoiwa oraz licznymi efektami procesów rozpuszczania diagenetycznego wykazują podwyższone parametry zbiornikowe.

Cechsztyń w rejonie obszaru przetargowego „Szamotuły-Poznań Północ” jest wykształcony w swoim pełnym profilu w postaci czterech cyklotemów. Cztery wydzielone cyklotemy ewaporatowe (PZ1, PZ2, PZ3, PZ4) składają się z utworów klasycznych, węglanowych, siarczanowych, oraz soli kamiennych i soli potasowo-magnezowych. Trzy pierwsze cyklotemy związane są z depozycją w cyklu transgresywno-regresywnym morza cechsztyńskiego, natomiast najwyższy cyklotem PZ4 ma bardziej skomplikowaną budowę (subcyklotemy PZ4a-PZ4e) i odpowiada postępującemu wilgotnieniu klimatu (Wagner, 1994).

W południowej i zachodniej części obszaru przetargowego od antykliny Szamotuł kompleks cechsztyńny charakteryzuje się dość spokojnym zaleganiem bez znaczących zaburzeń tektonicznych. W północnej i wschodniej części obszaru i w rejonie struktury Szamotuł i jej permsko-mezozoicznych stref uskokowych obserwuje się zaburzony profil utworów cechsztyńny. W rejonie struktury Szamotuł pierwotny układ ewaporatów cechsztyńskich został zaburzony w wyniku złożonych procesów tektonicznych oraz halokinetycznych. W obrębie tej struktury, utwory cechsztyńskie tworzą wysad (wał?) solny przebijający osady triasu i dolnej jury.

Utwory cechsztyńny w rejonie Rokietnicy mają sumaryczną miąższość około 790 m, w rejonie Obrzycka około 930 m, w rejonie Objezierza około 1250 m, natomiast w rejonie Gołęczewa około 500 m a Swadzima około 800 m.

W cechsztyńnie najbardziej interesujący złożowo może być poziom węglanów dolomitu głównego, którego charakterystyka została opisana poniżej.

Obszar „Szamotuły-Poznań Północ” obejmuje fragment basenu dolomitu głównego obejmujący obszar systemu depozycyjnego równi basenowej na północ od środkowej części Gorzowskiej Platformy Węglanowej. Obejmuje również w swojej południowej części mały fragment stoku platformy węglanowej (Wagner, 2012). Jest to obszar dość dobrze rozpoznany wiertniczo a zwłaszcza sejsmicznie.

Dolomit główny jest poziomem skał węglanowych (Ca₂) występujących u podstawy cechsztyńskiego cyklotemu PZ2, (Wagner, 1994). Dolomit główny powstał w wyniku ingresji świeżych wód morskich, która przerwała sedymentację ewaporatów PZ1 i spowodowała nawrót sedymentacji węglanowej (Wagner, 1994; Wagner i Peryt, 1998). Basen dolomitu głównego

był morzem śródlądowym, w znacznym stopniu odcięty od górnopermskiego oceanu. W dolomicie głównym występują jednocześnie skały macierzyste i zbiornikowe (Kotarba i Wagner, 2007; Wagner, 1994) dla węglowodorów. Liczne złoża ropy naftowej, gazu ziemnego lub mieszane odkryte w dolomicie głównym, czynią z tego poziomu jeden z głównych obiektów poszukiwań złóż węglowodorów na Niżu Polskim. Tworzy on zamknięty system hydrodynamiczny izolowany od góry i dołu seriami ewaporatów i stanowi znakomity przykład rozwoju ewaporatowej formacji ropo-gazonośnej.

Sedymentacja osadów dolomitu głównego miała ogólnie charakter transgresywno-regresywny, ale w poszczególnych częściach basenu model ten ulegał istotnym zmianom i należy go rozpatrywać oddzielnie, w zależności od paleogeografii. Paleogeografia dolomitu głównego była ściśle powiązana z podłożem, czyli utworami anhydrytu górnego cyklotemu PZ1. Platformy anhydrytowe PZ1 decydowały o szerokości i nachyleniu stoków platform węglanowych dolomitu głównego. Strefa basenowa cyklu PZ1 kontynuowała się także w poziomie dolomitu głównego. W obrazie paleogeograficznym dolomitu głównego wyróżniają się trzy zasadnicze strefy (Wagner, 1994, Wagner, 2012), którym odpowiadają odrębne systemy depozycyjne:

- równia basenowa
- stoki platform węglanowych
- platformy węglanowe

Przestrzenny układ systemów depozycyjnych wraz z ich zróżnicowaniem oraz paleomiąższościami przedstawiono na mapach paleogeograficznych dolomitu głównego (Wagner, 1994, 2012).

W obszarze „Szamotuły–Poznań Północ” możemy wyróżnić:

System depozycyjny równi basenowej

System depozycyjny osadów równi basenowej charakteryzuje się kondensacją i niskoenergetycznym środowiskiem sedymentacji, poniżej podstawy falowania. Miąższość osadów węglanowych w tej strefie mieści się na ogół w przedziale 5-10 m. W obrębie równi basenowej można wyróżnić dwie strefy:

- część głębszą
- część płytszą

Głębsza część równi basenowej była kontynuacją rozwoju depocentrum cyklu PZ1 w fazie sedymentacji ewaporatów. W dolomicie głównym tworzyły się tu ciemnoszarej barwy, laminowane, wapienne i dolomitowe rytmity (madstony) o niewielkiej miąższości (najczęściej poniżej 10 m) z dużym udziałem substancji ilastej i organicznej.

Na obszarze przetargowym głębsza część równi basenowej zajmuje blisko 80% jego powierzchni i została rozpoznana 4 otworami wiertniczymi Fig. 2.8. W otworze Objezierze IG-1 dolomit główny został wytracony z profilu przez strefę dyslokacyjną, w otworze Obrzycko 2 nie przewiercono tego poziomu nawiercając zaledwie 2,5 m. Największą miąższość Ca2 osiąga w otworze Obrzycko 1 – 11,0 m a najmniejszą w otworze Gołęczewo 1 – 4,0 m. Charakterystycznym profilem Ca2 głębszej strefy basenowej są utwory z profilu Gołęczewo 1. Są to wapienie (madstony) laminowane i smugowane szaroczną substancją organiczną, pochodzenia mikrobialnego, mające miejscami charakter rytmitów. W najniższych 30 cm występuje biolaminacja, świadcząca o intensywnym „opadzie” szczątków planktonicznych.

Utwory dolomitu głównego w głębszej części równi basenowej, tworzą zwarte poziomy skały macierzystych i nie mają własności zbiornikowych (Kotarba i Wagner, 2007). W otworze Obrzycko 2, po nawierceniu dolomitu głównego nastąpiła erupcja solanki nasyconej gazem. Był to gaz metanowy, bezgazolinowo - siarkowodorowy. Metan stanowił 84, 5% obj.

a siarkowodór 14,5% obj. Z powodu zagrożenia H₂S otwór zlikwidowano (Ryba, 1979)

Płytsza część równi basenowej występowała na obrzeżach części głębszej basenu. Tworzyły się tu głównie dolomity a przewarstwienia madstonów warstwowanych występują w odstępach centymetrowych (Wagner i Kotarba, 2008, Jaworowski i Mikołajewski, 2007). W strefach najpłytszych pojawiają się cienkie przewarstwienia wakstonów i niekiedy pakstonów utworzonych w wyniku działania dennych prądów trakcyjnych lub rozcieńczonych prądów zawieszinowych (cienkie turbidyty). Muły węglanowe były miejscami stabilizowane mikrobialnie. Miąższość dolomitu głównego w tej strefie może wzrosnąć do ok. dwudziestu metrów.

Na obszarze przetargowym płytsza część równi basenowej zajmuje niewielką część jego powierzchni i została rozpoznana 2 otworami wiertniczymi: Rokietnica 2, Rokietnica 3 (Fig. 2.8). Miąższość dolomitu głównego w profilu z Rokietnicy 3 wynosi 9,0 m., natomiast w Rokietnicy 2 dolomit został wytracony z profilu uskokiem. Utwory te należą do głębszej części tej strefy z przewagą skał macierzystych i brakiem własności zbiornikowych.

W obrębie równi basenowej występują miejscami izolowane mikroplatformy węglanowe, utworzone na wypiętrzzeniach morfologicznych dna basenu związanych z kulminacjami platform siarczanowych, tworzących tzw. wały anhydrytowe, rzadziej na wypiętrzzeniach starszego podłoża. Miąższości dolomitu głównego, są bardzo zróżnicowane od kilku do ponad 100 metrów. Litofacjalnie profile dolomitu głównego są bardzo urozmaicone w zależności od wielkości mikroplatformy. Generalnie sedymentacja odbywała się tu w warunkach wysokiej energii hydrodynamicznej oraz świeżych (o mniejszym zasoleniu) wód morskich.

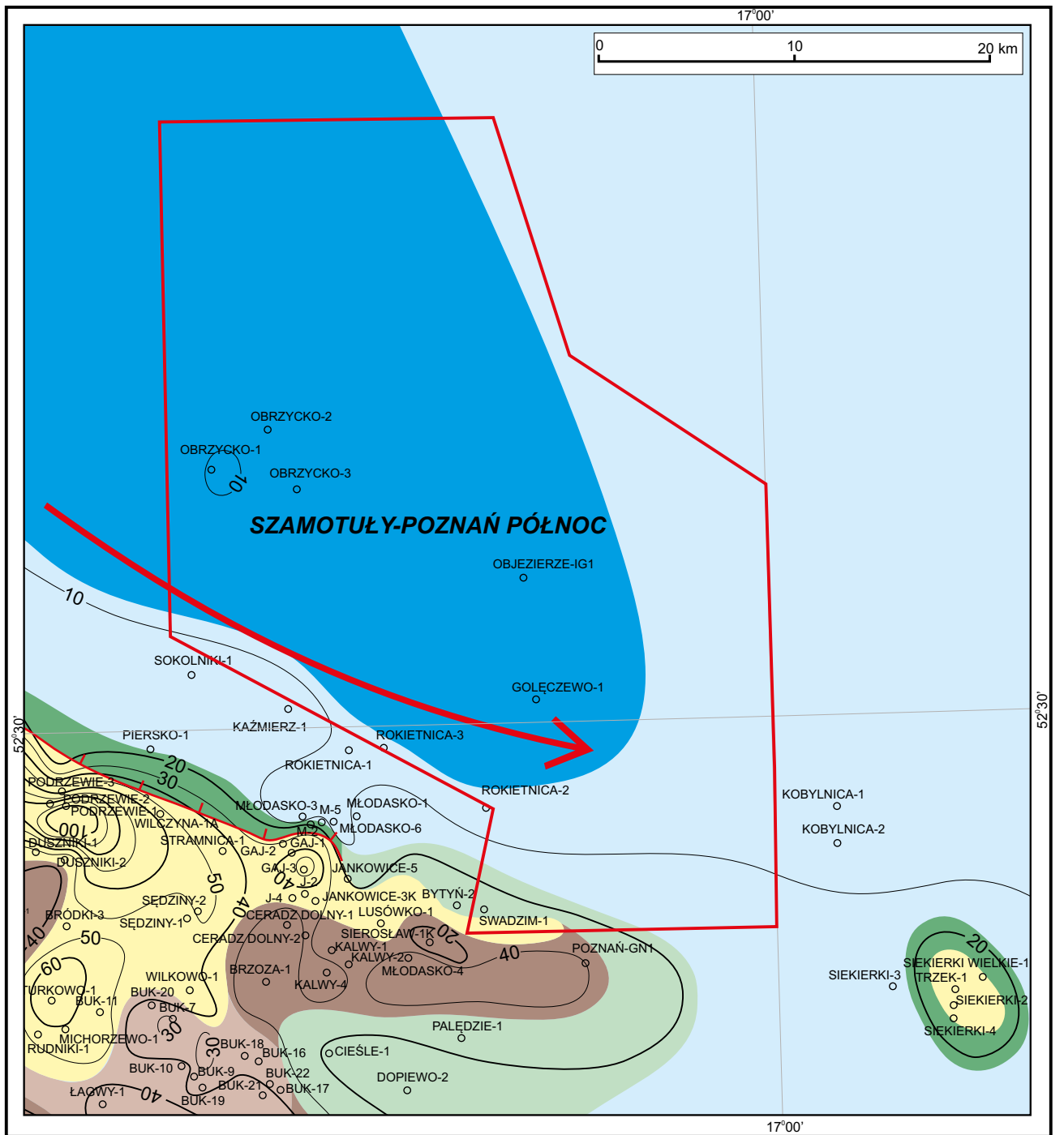
Czy na obszarze równi platformowej w obszarze przetargowym mogą występować izolowane mikroplatformy węglanowe? Jest to mało prawdopodobne. Obszar ten jest pokryty gęstą siatką przekrojów sejsmiki refleksyjnej, wprawdzie dość starej z przełomu lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku, tym niemniej o zapisie cyfrowym. Takie struktury sedymentacyjno - tektoniczne powinny być wykryte tą sejsmiką

Obszar systemu równi basenowej dolomitu głównego w strefie przetargowej należy określić jako mało perspektywiczny.

System stoków platform węglanowych

Stoki platform węglanowych są nierozzerwalnie związane z platformami, ale reprezentują całkowicie różne środowiska sedymentacji. Systemy depozycyjne stoków są uzależnione od oddziaływania dwóch przeciwstawnych środowisk sedymentacji: płytkowodnej, wysokoenergetycznej zewnętrznej krawędzi bariery i względnie głębokowodnej, nisko energetycznej strefy równi basenowej. Ogromne zróżnicowanie miąższości i facji osadów stokowych wynika głównie z morfologii krawędzi platformy węglanowej, kąta nachylenia stoku oraz prądów morskich przemieszczających się równolegle do stoku platform. Charakterystyczna dla tych stref jest bardzo duża zmienność osadów i struktury deformacyjne w postaci warstwowania zaburzonego. Są to osady osuwisk schodzących w dół stoku platformy węglanowej takie jak zlepieńce i brekcje sedymentacyjne a także osady kohezyjnych spływów gravitacyjnych. Częstsze występowanie uziarnienia frakcjonalnego normalnego świadczą o obecności turbidytów, tj. osadów prądów zawieszinowych.

Miąższość osadów stoku jest najbardziej zróżnicowana w całym basenie sedymentacyjnym i wynosi od kilku metrów do ponad 200 m w zależności od konfiguracji przebiegu bariery i kąta nachylenia stoku.



Platforma/izolowana platforma węglanowa (płytki szelf)

- przykrawędziowa bariera oolitowo-onkolitowa
- równia platformowa wysokoenergetyczna
- równia platformowa niskoenergetyczna

Stok platformy/izolowanej platformy węglanowej

- stok łagodny
- stok stromy
- przypuszczalne kierunki paleoprądów

• otwory wiertnicze z przewierconym dolomitom głównym

skarpa platformy węglanowej

paleoizopachyty w metrach

obszar przetargowy Szamotuły-Poznań Północ

Równia basenowa (głębszy szelf)

- część płytsza
- część głębsza

Fig. 2.8. Mapa paleogeograficzna dolomitu głównego na obszarze przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ” (na podstawie: Wagner, 2012)

Wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje stoków: łagodny i stromy. Na obszarze przetargowym mamy do czynienia z stokiem łagodnym.

Stok łagodny charakteryzuje się niewielkim pochyleniem dna basenu, a kąt nachylenia stoków platform wahał się od 2° do 3°. Są to wartości typowe dla stoków akrecyjnych. W nachyleniu stoku występują stosunkowo nieduże różnice w skali basenu, ale wpływają one w zasadniczy sposób na miąższość skał węglanowych i ich wykształcenie. Przy bardzo łagodnym, płaskim zapadaniu dna basenu zacierają się granice między równią platformową, stokiem i równią basenową. W tej strefie sekwencja mikrofacjalna osadów (i tych wapiennych i wapienno-dolomitowych) ogranicza się do laminowanych facji mułowych - madstonów, zawierających drobne, subtelnne smugi ilaste lub ilasto bitumiczne, niekiedy wzbogacone w elementy fauny małżowej. Mimo znikomego nachylenia z reguły towarzyszy grawitacyjny transport osadów - spełznięcia, osuwiska i spływy grawitacyjne (Jaworowski i Mikołajewski, 2007). Na przeciętnie nachylonym stoku miąższość dolomitu głównego waha się od kilkunastu do 60 m. W specyficznych warunkach, w strefach gwałtownej zmiany kierunku przebiegu bariery lub w zatokach wcinających się głęboko w platformę przy znacznej możliwości akumulacji facji mułowych (madstonów) oraz subsydencji nadążającej za akumulacją materiału mikrytowego, mogło nastąpić rozbudowanie miąższości osadów od 60 do ponad 100 m (Wagner, 1994).

Na obszarze przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ” występuje niewielki fragment stoku łagodnego (Fig. 2.8) rozpoznanego wiertniczo otworem Swadzim 1.

W otworze Swadzim 1 Ca₂ ma 24 m miąższości. W profilu występują głównie pakstony z przewarstwieniami organodetrytycznych wakstonów a w najniższej części madstony. Pakstony są zbudowane z onkoidów i onkoidów powierzchniowych oraz intraklastów (Protas, 1985). Jest to charakterystyczny profil dla górnego stoku platformy, gdzie z obszaru bariery znoszony był materiał ziarnisty w okresach sztormowych. Górna część profilu (8,0 m) nie właściwości kolektorskich, niższa część ma wysoką porowatość a nawet kawernistość od 9 do 14% obj., przy minimalnej przepuszczalności poniżej 0,1 mD (Protas, 1985). Jest to typowy objaw powstania porowatości wtórnej z rozpuszczania i świadczy o istnieniu potencjału generacyjnego węglowodorów i procesów ich migracji.

Na dolnym stoku prawdopodobnie dominują madstony tworząc zwarte kompleksy skał macierzystych (Kotarba i Wagner, 2007, Wagner i Kotarba, 2004).

Obszar występowania sytemu łagodnego stoku platformy węglanowej należy uznać za perspektywiczny.

2.1.4. TRIAS

Obszar „Szamotuły–Poznań Północ” położony jest na pograniczu trzech dużych jednostek strukturalnych planu podkenozoicznego (Narkiewicz i Dadlez, 2008). Największa, północno-wschodnia część obszaru, znajduje się w granicach niecki łódzkiej, środkowa część w granicach niecki szczecińskiej, zaś południowo-zachodnia część w obrębie monokliny przedsudeckiej, a głównie bloku Gorzowa. Powierzchnia stropu triasu, o bardzo urozmaiconej morfologii, zalega na głębokości między 900 i 1900 m (Górecki, 2006). Obszar położony jest w pasie struktur solnych o osiach wydłużonych w kierunku NW-SE (Dadlez, 1998). Miąższość skał systemu wynosi od ok. 1000 do pow. 1500 m. Profil triasu jest kompletny stratygraficznie (Jaskowiak-Schoeneichowa, 1979). Lokalnie w profilach występują luki związane z redukcjami tektonicznymi.

W profilu triasu dominują skały klastyczne drobnoziarniste o pstrych (trias górny) lub brunatnych (trias dolny), podrzędnie szarych barwach. Lokalnie, w stropie triasu górnego, występuje kompleks piaskowcowy o miąższości kilkudziesięciu metrów zaliczany do warstw wielichowskich (R. Dadlez i M. Franczyk w Jaskowiak-Schoeneichowa, 1979). Piaskowce są jasnoszare drobnoziarniste, podrzędnie średnioziarniste. Zalegający poniżej kompleks ilasto-mułowcowy triasu górnego (kajper) osiąga miąższość przekraczającą zwykle 500 m. Osady są miejscami dolomityczne z podrzędnymi przewarstwieniami dolomitów oraz konglomeratami anhydrytowymi (tzw. warstwy gipsowe) (I. Gajewska w Jaskowiak-Schoeneichowa, 1979). W środkowej części kompleksu występuje zwykle charakterystyczny poziom piaskowca trzcinowego (ok. 60 m miąższości), w którym udział piaskowców wynosi od 40-80% (większy w południowo-zachodniej części obszaru) (I. Gajewska w Jaskowiak-Schoeneichowa, 1979). Przewarstwienia piaskowców charakterystyczne są również dla najniższej części kajpru – kajpru dolnego (warstwy sulechowskie). Kompleks o wyraźnie odmiennej litologii, występujący na całym obszarze, tworzy wapień muszłowy (trias środkowy) i zalegający bezpośrednio pod nim górny pstry piaskowiec (najwyższy trias dolny). W wapieniu muszłowym dominują szare i beżowe osady węglanowe: wapienie, dolomity i margle z podrzędnymi przewarstwieniami szarych iłowców i anhydrytów. W najniższej części ogniwa charakterystyczne są wapienie o falistej teksturze oraz wapienie oolitowe lub pseudooolitowe z porami po wylugowanych ziarnach (tzw. wapienie piankowe) (I. Gajewska w Jaskowiak-Schoeneichowa, 1979). Miąższość wapienia muszłowego jest mało zróżnicowana i wynosi 220-270 m. Górny pstry piaskowiec wykształcony jest w formacji retu, charakteryzującej się przewarstwianiem skał klastycznych (iłowce, mułowce, piaskowce) ze skałami ewaporatowymi (anhydryty) i węglanowymi (margle, wapienie, dolomity). Miąższość kompleksu wynosi zwykle ok. 100 m (A. Kulikowski w Jaskowiak-Schoeneichowa, 1979). Niżej zalegające osady pstrego piaskowca środkowego i dolnego tworzą w przewadze skały ilasto-mułowcowe brunatne, podrzędnie szare. W wyższej części występują podrzędne przewarstwienia piaskowców i wapieni w formacji półczyńskiej i pomorskiej. Sumaryczna miąższość pstrego piaskowca środkowego i dolnego wynosi ok. 500 m, z czego zwykle ponad 350 m przypada na najbardziej ilasty dolny pstry piaskowiec (formacja bałtycka). Depozycja triasu zachodziła początkowo w lagunach o obniżonym zasoleniu oraz w środowisku przybrzeżnym i fluwialnym. U schyłku wczesnego triasu doszło do transgresji, która doprowadziła do rozwoju płytkiego zbiornika morskiego o pełnomorskim zasoleniu w triasie środkowym. Ponowna regresja nastąpiła u schyłku środkowego triasu. Trias górny deponowany był w zmiennych środowiskach przejściowych: lagunowym, przybrzeżnym, deltowym i równi aluwialnej (Marek i Pajchłowa, 1997; Iwanow i Kiersnowski, 1998; Iwanow, 1998).

2.1.5. JURA

Jura – Struktura Szamotuł

W centralnej części obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” zlokalizowana jest mezozoiczna antyklina Obornik (Raczyńska, 1962) o przebiegu NNW-SSE, powiązana genetycznie z poduszką solną występującą w utworach permu i ograniczona strefami uskokowymi (Rowan i Krzywicz, 2014). W osiowej strefie tej antykliny utwory jurajskie znajdują się bezpośrednio pod osadami oligocenu (otwory Szamotuły

Geo 3, Nieczajna Geo 5, Przecław Szamotuły Geo 6, Rożnowo Geo 11, Uścikowo Geo 14, Szamotuły Geo 17, 20, 22, 23, 24, Garncarski Bród Szamotuły Geo 25, Szamotuły 28 oraz Poznań IG-1) (CBDG). W wymienionych otworach strop jury znajduje się na głębokości od 172,0 m (Szamotuły Geo 22) do 343,0 m (Nieczajna Geo 5). Bezpośrednio pod utworami kenozoiku jura występuje również w szczytowych partiach antykliny Rogoźna, położonej na wschód od antykliny Obornik (Rożnowo Geo 11 – 87,6 m, Marszewiec 1 – 116,5 m. Parkowo 1 – 175 m). Na pozostałym obszarze utwory jurajskie występują pod dolnokredowymi. Po południowo-zachodniej stronie antykliny Obornik głębokość zalegania ich stropu jest bardzo zróżnicowana i wynosi od około 350-380 m w części najbardziej południowej (Poznań GN1, Swadzim 1), przez 500-600 m w rejonie Rokietnicy do 820,0-1022,5 m w okolicy Obrzycka. Po północno-wschodniej stronie, pomiędzy antykliną Obornik i antykliną Rogoźna utwory jurajskie rozpoczynają się na od głębokości 387,5 m (Objezierze IG 1) do 536,5 (Szamotuły Geo 10) i 738,0 m w otworze Szamotuły Geo 7.

Spąg utworów jurajskich został nawiercony w nielicznych otworach. Po zachodniej stronie antykliny Obornik są to: Obrzycko 1, 2, 3, Rokietnica 1, 2, 3, Sokolniki 1, Swadzim 1, Poznań GN 1, po wschodniej stronie Ludomy 1, Rożnowo Geo 11, Marszewiec 1, Rożnowo 1, Objezierze IG 1 i Kobylnica 1 (już poza granicą obszaru przetargowego). Spąg utworów jurajskich po zachodniej stronie znajduje się na głębokości od około 1169 m (Poznań GN 1) do 1693 m w rejonie Obrzycka, a po wschodniej stronie antykliny na głębokości 1000-1300 m. Głębiej zalega on w otworze Objezierze IG 1 (1860,0 m) a płycej na obszarze antykliny Rogoźna (641-1089 m). W osiowej (szczytowej) części antykliny Obornik utwory jurajskie zostały przewiercone jedynie w otworze Szamotuły Geo 28 (głębokość spągu - 916,0 m) i przypuszczalnie Szamotuły Geo 24 (głębokość ok. 850,0 m).

Jura dolna

Jak wspomniano powyżej, na obszarze przetargowym „Szamotuły – Poznań Północ” wiercenia przebijające pełny profil jury dolnej nie są liczne; zostały one już wymienione. Po zachodniej stronie antykliny Obornik miąższość jury dolnej waha się w granicach 250-400 m, natomiast w dwóch otworach usytuowanych w obrębie osiowej części antykliny, profil jury dolnej ma grubość 307,0 m (Szamotuły Geo 24) i 385,5 m (Geo 28). Największą miąższość stwierdzono natomiast w otworze Objezierze IG 1, w którym wynosi ona 664,0 m. W obrębie antykliny Rożnowa miąższości są podobne jak na większości obszaru i wynoszą od 250 do 350 m. W obrębie strefy osiowej antykliny Obornik wykonano jeszcze 7 otworów, które w różnym stopniu nawierciły osady dolnojurajskie.

Wykształcenie utworów jury dolnej jest typowe dla regionu (Dadlez i Franczyk, 1979). Hetang i synemur (wg Pieńkowski, 2004 – formacje zagajska, skłobska i ostrowiecka; wg Dadlez i Kopik, 1972 – warstwy mechowskie i radowskie) oraz górny pliensbach (formacja komorowska) tworzą głównie piaskowce jasnoszare drobno i średnioziarniste, z wkładkami ciemnoszarych iłowców i mułowców. Dolny pliensbach (formacja łobeska) wykształcony jest jako ciemnoszare iłowce, natomiast dolny toark (formacja ciechocińska) jako szarzielone lub jasnoszare iłowce, mułowce i heterolity. W stropie obecne są zazwyczaj drobnoziarniste piaskowce barwy białej lub jasnoszarej, wydzielane jako formacja borucicka (= warstwy kamieńskie) wiekowo reprezentujące późny toark.

Analiza miąższości poszczególnych formacji jury dolnej wykazuje ich podwyższone wartości w osiowej strefie antykliny Obornik (otwory Objezierze IG 1, Szamotuły Geo 5, 14,

20, 23, Swarzędz IGH 1). Stropowe partie utworów dolnojurajskich (formacja borucicka) są na całym obszarze w różnym stopniu zerodowane, ich miąższość waha się od 8,0 m do 112,3 m.

Jura środkowa

Utworów aalenu brak jest na całym badanym obszarze (Dayczak-Calikowska, 1979), natomiast utwory bajosu stwierdzono jedynie w otworach zlokalizowanych w wąskiej strefie ograniczonej siecią uskoków w obrębie antykliny Obornik (Objezierze IG 1, Szamotuły Geo 5, 7, 14, 17, 20, 22, 23). Są to piaskowce szamozytowe lub chlorytowe z poziomami żwirkowymi i klastami skał liasowych, niekiedy z wkładkami czarnych łupków i mułowców. Miąższość tych utworów jest różna od 2,0 m w otworze Szamotuły Geo 23 do 68,6 m w otworze Szamotuły Geo 14.

Utwory batonu wykształcone są w postaci iłowców, mułowców i heterolitów. Miąższości batonu na większości obszaru są podobne i wynoszą 43,0-85,0 m. Jedynie w południowo-wschodniej części antykliny Obornik obserwuje się zwiększone miąższości sięgające wartości 111,5-120,0 m (Szamotuły Geo 5, 7, 20, Objezierze IG 1).

Kelowej zbudowany jest z ciemnoszarych wapieni marglistych i mułowcowych lub ciemnoszarych mułowców marglistych, z zielonymi marglami w stropie. Jego miąższości na całym obszarze nie przekraczają kilku metrów.

Jura górna

Utwory jury górnej zostały na badanym obszarze przewiercone i nawiercone w różnym stopniu przez większość otworów wiertniczych. Całkowity ich brak stwierdzono jedynie w otworach Szamotuły Geo 7 i Nieczajna Geo 5. Maksymalna miąższość jury górnej na analizowanym obszarze została stwierdzona w otworze Szamotuły Geo 25, w którym nieprzebitą profil (otwór zatrzymano przypuszczalnie w utworach górnego oksfordu) ma miąższość 768,0 m. Największy pełny przebitą profil jury górnej w tym rejonie uzyskano w otworach Objezierze IG 1 (647,0 m) i Szamotuły Geo 17 (611,5 m).

Profil jury górnej jest typowy dla południowej części niecki szczecińskiej. Na całym obszarze udokumentowano obecność utworów oksfordu i dolnego kimerydu, leżące w ciągłości sedimentacyjnej z występującymi poniżej utworami kelowej. Oksford dolny i środkowy wykształcony jest w facji mułowcowej, niekiedy z wkładkami wapieni mułowcowych i margli (Dąbrowska Z., 1973; Dembowska, 1979a). W górnym oksfordzie przeważają utwory margliste: margle i łupki margliste. Utwory te wydzielane są jako formacja Łyny (Dembowska 1979b). Miąższość utworów oksfordu po zachodniej stronie antykliny Obornik oraz w południowej części tej antykliny wynosi 150-180 m (Obrzycko 1, 2, 3, Rokietnica 1, 3, Szamotuły Geo 6, 7, 14, 15, 22, 24), natomiast w jej północnym odcinku (Szamotuły Geo 17, 21, 28) oraz w otworach Szamotuły Geo 20, Sokolniki 1, Kaźmierz 1, Rokietnica 2, Swadzim 1, Poznań IG 1, Poznań GN 1 zlokalizowanych w skrajnie południowym odcinku obszaru przetargowego, obserwuje się znacznie większe miąższości oksfordu, w granicach 217,5-385,0 m.

Kimeryd dolny reprezentowany jest przez wapienie margliste, miejscami z wkładkami margli, reprezentujące formację wapienno-marglisto-muszlowcową V (Dembowska, 1979b). W wielu otworach osady kimerydu dolnego są w stropie zerodowane a w otworach Szamotuły Geo 22 i Geo 24 zlokalizowanych w skrajnie północnej części obszaru, brak ich w ogóle. Największą miąższość utworów kimerydu dolnego stwierdzono

w otworach usytuowanych w obrębie osiowej części antykliny Obornik, w których wynosi 190-212 m (Objezierze IG 1, Szamotuły Geo 6, 15, 17, 25, Swarzędz IGH 1) oraz na obszarze antykliny Rożnowa (138,0-184,0 m). Znacznie mniejsze miąższości, od kilkunastu do 127 m, obserwuje się natomiast po zachodniej stronie antykliny Obornik (Obrzycko 1, 2, 3, Rokietnica 1, 2, 3, Kaźmierz 1, Swadzim 1, Poznań GN 1).

Kimeryd górny wykształcony jest w postaci łupków marglistych i margli (Dembowska, 1979a). Miejscami występują w nich wkładki wapieni oolitowych (Dąbrowska, 1962). Wydzielane są one jako formacja pałucka (Dembowska, 1979b). Ich zasięg jest mniejszy niż utworów dolnego kimerydu. Skały tego wieku występują w otworach usytuowanych w centralnej i południowo-zachodniej części obszaru przetargowego (Objezierze IG 1; Obrzycko 1, 2, 3; Rokietnica 1, 2, 3; Szamotuły Geo 4, 6, 18, 19) oraz prawdopodobnie pod nieprzewierconymi utworami tytonu w otworach Szamotuły Geo 8 i Geo 27. Stwierdzono je również w trzech otworach usytuowanych wewnątrz strefy antyklinnej (Szamotuły Geo 3, 23, 25). Niestety tylko w przypadku otworu Szamotuły Geo 25 uzyskano pełny profil osadów (235,9 m). W pozostałych przypadkach albo stropowe partie utworów kimerydu zostały częściowo usunięte w wyniku erozji przedkredowej, która objęła znaczny obszar niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa lub otwór został zatrzymany w utworach kimerydu górnego. W pozostałych otworach, zlokalizowanych w północnej części antykliny Obornik, bezpośrednio pod osadami oligocenu stwierdzono utwory starsze, zazwyczaj kimeryd dolny lub oksford. Utwory młodszej jury górnej oraz kredy zostały usunięte z tego obszaru w wyniku erozji podczas późnokredowo-paleogeńskich ruchów wypiętrzających strefę antyklinną.

Tyton występuje jedynie w kilku otworach wiertniczych: Objezierze IG 1, Szamotuły Geo 4, 8, 16, 19, 25, 27, Swarzędz IGH 1, Kobylnica 1. W niższej części są to łupki margliste i margle mułowcowe szare (Dąbrowska Z., 1973; Dembowska, 1979a) reprezentujące jeszcze formację pałucką (Dembowska, 1979b). Ku górze przechodzą one w wapienie piaszczyste z glaukonitem, muszlowcami i wkładkami wapieni detrytycz-

nych z oolitami w stropie (formacja kcyńska – ogniwo wapieni korbulowych). W większości otworów zawierających osady tytonu (Objezierze IG 1, Szamotuły Geo 8, 16, 25, 27) obserwuje się ciągłe ku górze przejście w brackiczne utwory najniższego beriasu wykształcone w postaci wapieni z grubymi warstwami szarego anhydrytu (ogniwo z Wieńca). Miąższość tytonu wynosi od 95 m w otworze Objezierze IG 1 do 301,5 m w otworze Szamotuły Geo 25.

2.1.6. KREDA

Obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” zlokalizowany jest na pograniczu głównych mezozoicznych jednostek strukturalno-tektonicznych, jakimi są niecka szczecińska i niecka mogileńska. Przez jego obszar przebiega wąska strefa tektoniczna Poznań–Szamotuły o kierunku NW-SE, z zaznaczoną tektoniką przesuwczą, będąca częścią dłuższej strefy ciągnącej się dalej ku NW (Dadlez, 1979). W tej strefie okresowo w mezozoiku (także we wczesnej kredzie) rozwijały się synsedymencyjne rowy tektoniczne, a w późnej kredzie i po kredzie strefa ta uległa inwersji. Natomiast wschodnia część obszaru przetargowego obejmuje SW skrzydło antykliny Rogoźna, która również wykazywała aktywność w czasie późnej kredy i po kredzie.

Na obszarze przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ” występują zarówno skały kredy dolnej jak i górnej. Jednakże nie stwierdzono ich na całym obszarze. Aktywność tektoniczna w strefie Poznań–Szamotuły i na antyklinie Rogoźna skutkowała tu okresowym brakiem sedymentacji, a także usunięciem utworów kredy (Jaskowiak-Schoeneichowa, 1979, 1981; Leszczyński, 2002, 2010, 2012), dlatego w tych rejonach obserwuje się ich brak, a pod powierzchnią kenozoiku występują różne ogniwa jury.

W starszej wczesnej kredzie sedymentacja zachodziła prawdopodobnie na bardzo ograniczonym obszarze jedynie w północnej części strefy Szamotuły–Poznań, która stanowiła wtedy rów synsedymencyjny. W otworze Objezierze 1

Chronostratygrafia	Otwór wiertniczy			
	Rokietnica 1	Obrzycko 1	Objezierze IG-1	Rożnowo 1
Mastrycht	-	19,0	-	-
Kampan	72,0	253,0	-	-
Santon	183,0	376,0	55,5	81,0
Koniak górny	-	28,0	-	-
Koniak dolny – turon	30,0	70,0	-	92,5
Cenoman	20,5	29,0	-	7,0
Alb górny	3,5	6,5	-	1,5
Alb środkowy - barrem	21,0 ¹	35,5 ¹	57,5	38,0 ¹
Hoteryw	-	-	17,5 ²	-
Walanżyn górny	-	-	-	-
Walanżyn dolny – berias górny	-	-	-	-
Berias dolny	-	-	47,5	-
Kreda	330,0	817,0	130,5	220,0

Tab. 2.3. Porównanie miąższości (w metrach) pięter kredy w otworach Rokietnica 1, Obrzycko 1, Objezierze 1 i Rożnowo 1.

¹ prawdopodobnie tylko alb środkowy

² tylko hoteryw górny

przypuszczalnie występują utwory beriasu dolnego i hoterywu (górnego?). Natomiast w NW części strefy Szamotuły–Poznań (np. otwór Szamotuły Geo21 zlokalizowany poza obszarem przetargowym, lecz tuż przy jego północnej granicy) niższa kreda dolna ma pełniejszy profil począwszy od beriasu górnego po hoteryw górny, a hoteryw oraz walanżyn dolny-berias górny osiągają ogromne miąższości odpowiednio 268,0 m i 270,5 m. Obszar sedimentacji uległ powiększeniu najprawdopodobniej w albie środkowym (Raczyńska, 1979a), dlatego utwory tego wieku występują na znacznie większym obszarze, podobnie jak alb górny (Tab. 2.3.).

Miąższość utworów kredy waha się w granicach od 0 m do ponad 1800 m lokalnie w północnej części obszaru przetargowego w synklinie na NE od strefy Szamotuły–Poznań. Miąższości są bardzo zróżnicowane ze względu na występowanie wyżej wspomnianej strefy tektonicznej Szamotuły–Poznań. Kreda dolna osiąga maksymalną miąższość w północnej części obszaru przetargowego (w otworze Szamotuły Geo 21 - 594,5 m), jednakże na przeważającym obszarze miąższości są znacznie mniejsze i z reguły nie przekraczają 200 m. Najmniejsze miąższości kredy dolnej występują na południu. Spąg kredy leży na głębokościach do około 2000 m p.p.m. lokalnie w północnej części obszaru przetargowego w synklinie na wschód od strefy Szamotuły–Poznań.

Na prawie całym obszarze występowania kredy dolnej mamy do czynienia z luką o charakterze sedimentacyjno-erozyjnym pomiędzy utworami górnej jury a dolnej kredy. Ciągłość sedimentacji być może ma miejsce jedynie w strefie rowowej północnej części obszaru przetargowego (Raczyńska, 1979b).

Kredę dolną reprezentują litofacje silikoklastyczne. Dominującymi typami skał są piaskowce, pyłowce, mułowce i iłowce oraz heterolity piaszczysto-iłowcowe. Lokalnie spotyka się w nich ooidy żelaziste, syderyty oraz glaukonit. Berias dolny reprezentują facje węglanowo-marglisto-piaszczyste z wkładkami anhydrytów. W hoterywie obserwuje się znacznej miąższości ciemnoszare i czarne iłowce. Najbardziej miąższe kompleksy piaskowcowe występują w albie dolnym-środkowym (ogniwo kruszwickie formacji mogileńskiej). Najwyższą część kredy dolnej (alb górny) tworzy cienka warstwa transgresywnych piaskowców marglistych z glaukonitem i konkrecjami fosforytowymi.

Kreda górna reprezentowana jest przez wszystkie piętra począwszy od cenomanu po mastrycht. Jednak w profilu obserwuje się luki stratygraficzne wewnątrz sekwencji górnokredowej zarówno w strefie Szamotuły–Poznań jak i na strukturze Rogoźna (Jaskowiak-Schoeneichowa, 1979, 1981). Utwory kredy są również ścięte od stropu w wyniku pokredowej erozji na tym obszarze.

Miąższość utworów kredy górnej wynosi do około 1600 m lokalnie w północnej części obszaru przetargowego w synklinie na NE od strefy Szamotuły–Poznań. Profil górnej kredy rozpoczynają utwory cenomanu o miąższości do około 20 metrów, reprezentowane przez wapienie, wapienie margliste i margle. Na znacznym obszarze utwory turonu – niższego koniak są ścięte od stropu, a pełny profil występuje w synklinie na NE od strefy Szamotuły–Poznań, gdzie miąższości przekraczają 160 m. Część dolna wykształcona jest w postaci wapieni, wapieni marglistych i margli. Część górną reprezentują opoki. Utwory wyższego koniak mają ograniczony zasięg ze względu na lukę wewnątrz kredową (Jaskowiak-Schoeneichowa, 1981) i reprezentowane są przez opoki. Ich miąższości osiągają ponad 80 m w północnej części obszaru przetargowego w synklinie na NE od strefy Szamotuły–Poznań. Santon, którego miąższości są miejscami znaczne i przekraczają 350 m (376,0 m w otworze Obrzycko 1) po obu stronach strefy Szamotuły–Poznań, budując opoki i margle,

lokalnie skały marglisto-piaszczyste i gezy. Kampan osiąga miąższości nawet około 500 m w północnej części obszaru przetargowego w synklinie na NE od strefy Szamotuły–Poznań. Na znacznym obszarze utwory kampanu mają jednak znacznie mniejsze miąższości i są zerodowane od stropu wskutek pokredowego wyniesienia obszaru. Profil reprezentowany jest głównie przez opoki. Spotyka się tu też margle i gezy. Mastrycht występuje na jeszcze mniejszym obszarze niż kampan. Stwierdzono go tylko w otworze Obrzycko 1 (19,0 m) gdzie reprezentowany jest przez opoki. Być może obecny jest też w północnej części obszaru przetargowego w synklinie na NE od strefy Szamotuły–Poznań.

2.1.7. KENOZOIK

Osady kenozoiku niemal na całym obszarze przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ” osiągają miąższość >200 m a w części centralnej (Objezierze IG-1) nawet >250m. Nie mają one znaczenia zbiornikowego ani uszczelniającego. Są to głównie piaskowce, mułowce, iłowce. Lokalnie mogą występować przewarstwienia lub wkładki węgla brunatnych. W stropie utworów kenozoiku występują piaskowce, gliny i żwir.

2.2. BUDOWA STRUKTURALNA

Obszar objęty pakietem przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ” znajduje się w całości na platformie zachodnio-europejskiej. W podziale Polski na jednostki tektoniczne pod pokrywą kenozoiczną, obszar zlokalizowany jest na pograniczu segmentów szczecińsko-gorzowskiego oraz mogileńsko-łódzkiego wchodzących w skład synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Żelaźniewicz i in., 2011).

We głębszej budowie geologicznej obszaru wyróżnić można 3 główne piętra strukturalne: waryscyjskie, permsko-mezozoiczne i kenozoiczne.

Piętro waryscyjskie reprezentowane jest przez zdeformowane osady karbońskie, które w obszarze przetargowym nie zostały dotychczas przewiercone. Wiedza o budowie tektonicznej tego piętra strukturalnego jest bardzo uboga i pochodzi głównie z nielicznych wierceń, w których utwory karbonu wykazują zaangażowanie tektoniczne przejawiające się wysokimi i zmiennymi kątami upadu warstw, występowaniem licznych złustowań i spękań oraz stref dyslokacyjnych. Interpretacja budowy strukturalnej osadów karbońskich na danych sejsmicznych, ze względu na ich słabą jakość jest nadal mało wiarygodna. Według interpretacji Pożaryskiego i Dembowskiego (1983) w skrajnie północnej części obszaru przebiega (na kierunku NW-SE) północno-wschodnia granica eksternidów waryscyjskich.

Na utworach karbonu niezgodnie zalegają skały osadowe i wulkaniczne dolnego czerwonego spągowca, które powstały podczas synsedymentacyjnych ruchów tektonicznych w trakcie których tworzyły się rowy i zręby tektoniczne (Karnowski, 1999a).

W skład permsko-mezozoicznego pietra strukturalnego wchodzi osady od górnego czerwonego spągowca po osady kredowe.

Głównym poziomem, z którym związane są akumulacje gazu zmiennego występującego w przystropowych osadach czerwonego spągowca, jest powierzchnia spągu cechsztynu. W zasięgu analizowanego obszaru przetargowego zapada ona w kierunku NE z głębokości ok 3500 m p.p.m. w części południowozachodniej do ok. 5100 m p.p.m. w części północnej obszaru (Fig. 2.9). Powierzchnia spągu cechsztynu

rozcięta jest strefami uskokuowymi o głównym kierunku NW-SE z występującymi lokalnie uskokami poprzecznymi o przebiegu NE-SW (Fig. 2.9). Główną strefą dyslokacyjną przebiegającą na kierunku NW-SE przez centralną część obszaru jest strefa uskokuowa Poznań-Szamotuły. W strefie tej na danych sejsmicznych rozpoznane zostały dyslokacje podnoszące powierzchnię spągu cechsztyńskiego. Do głównych uskoków o przebiegu NW-SE dochodzą mniejsze dyslokacje o przebiegu NE-SW. Układ przestrzenny tych dwóch zespołów stref uskokuowych może wskazywać na ich na ich powstanie

w przesuwczym reżimie tektonicznym. W tej skomplikowanej strukturalnie strefie (Poznań-Szamotuły) mogą występować pułapki strukturalne o zmiennej geometrii i związane z nimi nagromadzenia węglowodorów.

Istotną rolę w ukształtowaniu permsko-mezozoicznego piętra strukturalnego odegrała halotektonika zachodząca od późnego triasu. Głównymi strukturami halotektonicznymi na omawianym obszarze są przebiegające na kierunku NW-SE: diapir solny Poznań-Szamotuły oraz poduszki solne Obrzyca i Rogoźno (Fig. 2.10).

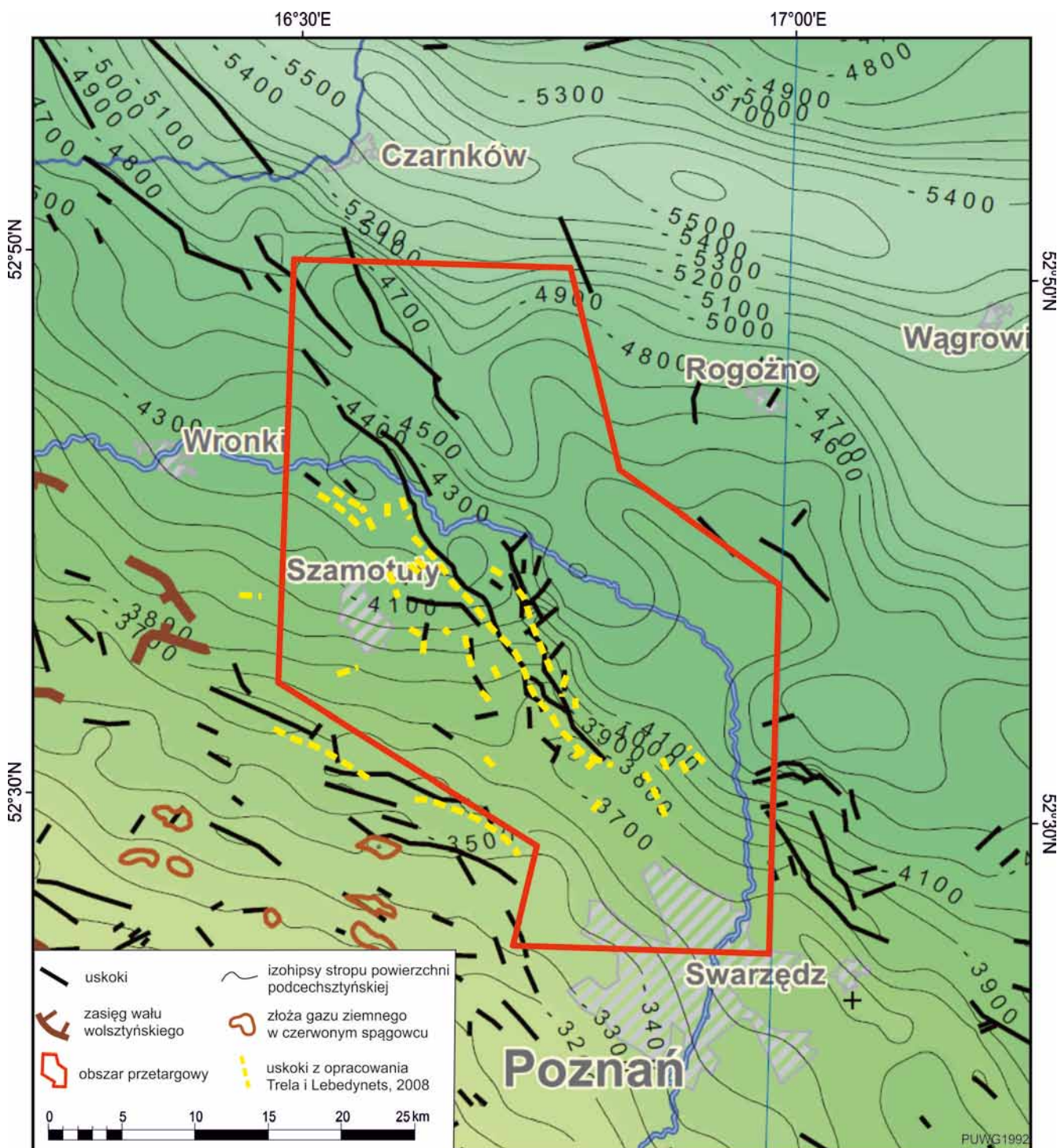


Fig. 2.9. Fragment mapy strukturalnej powierzchni podpermskiej (Kudrewicz, 2007)

Zainicjowanie ruchów solnych i powstanie diapiru Szamotuł związane było zapewne aktywnością niżejległej strefy uskokuwej Poznań-Szamotuły. Diapir Szamotuł przebiega wyżejległe osady triasu i dolnej jury, a według Rowana i Krzywca (2014) utwory solne przebiegają również osady kredowe odsłaniając się na powierzchni podkenozoicznej (Fig. 2.11), czego jednak nie potwierdzają dane otworowe. Diapir Szamotuł charakteryzuje się skomplikowaną budową wewnętrzną. W południowo zachodniej części diapiru osady solne są klinowo wciśnięte pomiędzy osady triasu (Fig. 2.11), co najpraw-

dopodobniej świadczy o jego przebudowie tektonicznej w trakcie fazy laramijskiej (Rowan i Krzywiec, 2014).

Synsedymenacyjne ruchy halotektoniczne, w trakcie których formowały się regionalne struktury solne (diapir Szamotuł oraz poduszki solne Obrzycka i Rogoźna) wpływały na zmiany miąższości osadów mezozoicznych.

Na powierzchni podkenozoicznej w omawianym obszarze odsłaniają się osady jury i kredy. Osady kredowe zostały zerodowane ponad diapirem Szamotuł oraz w przegubie antykliny ponad poduszką solną Rogoźna (Fig. 2.12).

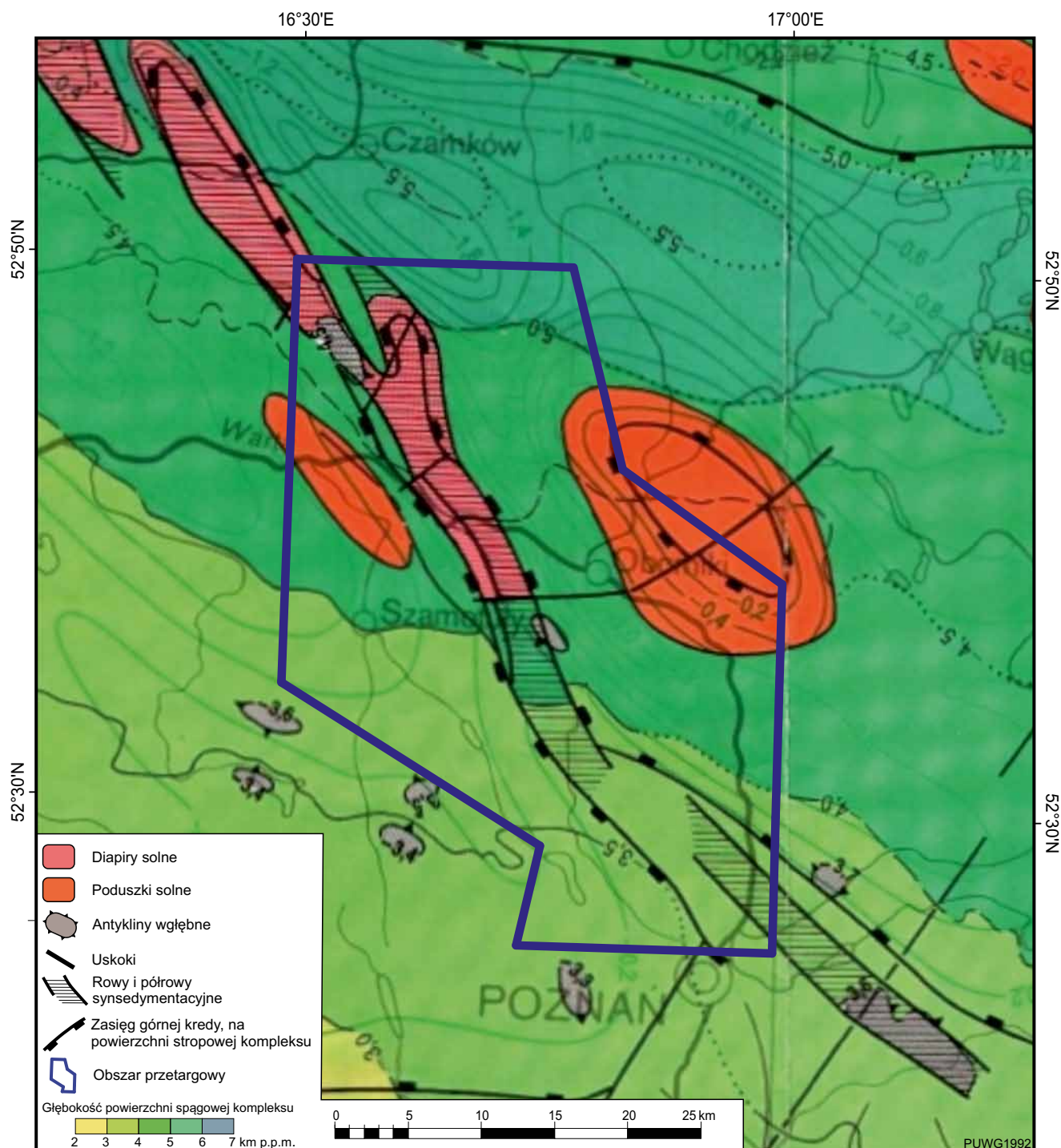


Fig. 2.10. Fragment mapy tektonicznej kompleksu cechsztyński-mezozoicznego (Dadlez, 1998).

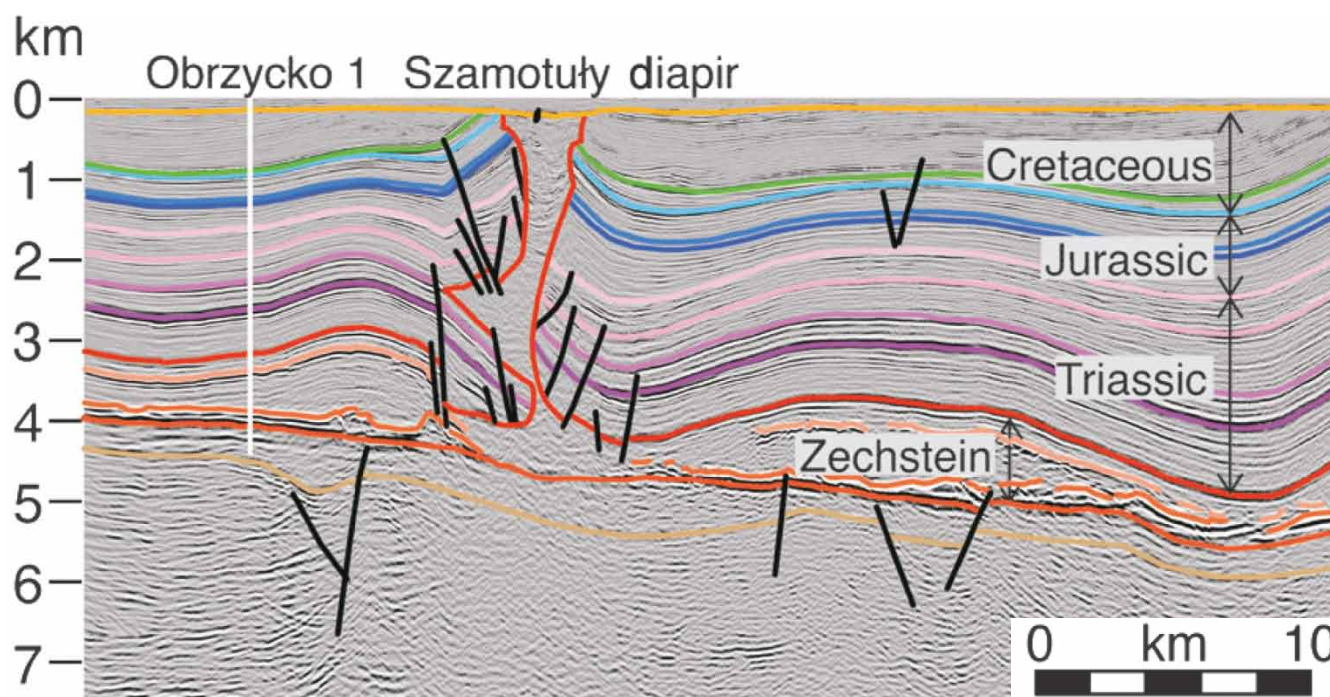


Fig. 2.11. Fragment profilu sejsmicznego w wersji głębokościowej (Rowan i Krzywiec, 2014). Lokalizacja profilu na Fig. 2.4.

W przegubie ponad diapirem Szamotuł przebiega rów tektoniczny ciągnący się wzdłuż strefy Poznań–Szamotuły, który był aktywny również w miocenie, o czym świadczą zwiększone miąższości węgla brunatnego (złoża węgla brunatnego Szamotuły).

2.3. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Podłoże permu zostało uformowane w trakcie orogenezy waryscyjskiej, w trakcie której dochodziło do deformacji fałdo-wo-nasuwczych w obrębie zapadliska przedgórskiego waryscydów. W efekcie deformacji utwory karbońskie, wraz z ich podłożem, utworzyły szereg struktur kompresyjnych, które ze względu na skomplikowaną budowę oraz brak dobrej jakości danych nie są nadal szczegółowo wykartowane.

Po zakończeniu orogenezy waryscyjskiej, w dolnym permie lub już od późnego karbonu rozpoczęła się faza tektoniki ekstensyjnej w efekcie której powstał system zrębów, rowów i półrowów (Pożaryski i in., 1992; Antonowicz i in., 1993, 1994). Synsedymantacyjna aktywność uskoków w trakcie depozycji osadów czerwonego spągowca warunkowała ich zmiany miąższości i zróżnicowanie facjalne (Kiersnowski i Buniak, 2006).

Od permu do późnej kredy basen polski był poddawany długotrwałej termalnej subsydencji z wyróżniającymi się 3 głównymi etapami wzmożonej subsydencji: od permu do wczesnego triasu, podczas górnej jury, oraz wczesnej kredy (Stephenson i in., 2003).

Istotną rolę w formowaniu się struktury basenu polskiego odegrała synsedymantacyjna tektonika solna. Ruchy soli zostały zainicjowane już w dolnym triasie w efekcie wzmożonej fazy ekstensji basenu polskiego, natomiast w górnym triasie dochodziło już do przebijania skał nadkładu i powstawania diapirów solnych. Ruchy mas solnych trwały w różnych miejscach basenu do kenozoiku wpływając na lokalne zmiany miąższości osadów.

Podczas kredy górnej i paleogenu doszło do zmiany pola naprężeń i w efekcie inwersji basenu polskiego (Pożaryski i Brochwicz-Lewiński, 1978; Dadlez, 1997; Krzywiec, 2002, 2006; Mazur i in., 2005). Podczas inwersji nastąpiła przebudowa tektoniczna basenu i wyniesienia jego osiowej części (antyklinorium śródpolskiego). W trakcie przebudowy basenu zachodziły zjawiska halotektoniczne cechujące się powstaniem struktur solnych takich jak poduszki tektoniczne i diapiry. W efekcie ruchów doszło do sfałdowania nadkładu soli cechsztyńskich.

W trakcie inwersji w podłożu cechsztynu dochodziło do reaktywacji starszych stref uskokowych oraz powstawania nowych dyslokacji. Uskoki rozcinające powierzchnię stropu czerwonego spągowca, najczęściej wygasają w spągowej części cechsztynu przechodząc we fleksury naduskokowe. Uskoki te często układają się w kulisowe ciągi strukturalne sugerujące udział ruchów przesuwczych w trakcie ich powstawania.

W trakcie przebudowy strukturalnej basenu część uskoków powstałych podczas etapów ekstensji uległa inwersji.

2.4. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Cały omawiany obszar znajduje się w dorzeczu Odry i odwadniany jest przez Wartę wraz z dopływami (Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, 2010) (Fig. 2.13).

Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych wg. jednostek hydrogeologicznych obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” znajduje się w prowincji niżowej, regionie wielkopolskim IV, subregionie pojeziernym IV1 (Paczyński, 2007). Zgodnie z podziałem wg. jednostek Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd) obszar znajduje się w prowincji Odry, regionie Warty RW, subregionie nizinnym SWN (Paczyński, 2007).

Zgodnie z podziałem na JCWPd (172 jednostki) obszar pakietu przetargowego znajduje się na obszarze następujących części: 34, 41, 42 i 60 (Nowicki, 2009).

Całość omawianego obszaru objęta została pracami kartograficznymi w ramach realizacji następujących arkuszy Mapy hydrogeologicznej Polski (MhP) w skali 1:50 000: Obrzycko 0393 (Zborowska, 2000), Parkowo 0394 (Stanicki, 2000), Szamotuły 0432 (Stryczyński i Zborowska, 2000), Oborniki 0433 (Dąbrowski i in., 2000a), Buk 0470 (Stryczyński, 1997) i Poznań 0471 (Dąbrowski i in., 2000b).

W granicach obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” główny użytkowy poziom wodonośny (GUPW), odnoszący się wyłącznie do wód zwykłych, czyli słodkich, wyznaczony zgodnie z kryteriami przyjętymi dla MhP w skali 1:50 000, na większości obszaru przetargowego ma charakter ciągły. Jedynie w jego niewielkim północno-wschodnim fragmencie GUPW nie został wyznaczony. Wody podziemne

występują tu powszechnie w piaszczysto-żwirowych osadach czwartorzędowego pochodzenia fluwioglacjalnego oraz zastoiskowego, tj. dolin rzecznych, lokalnie sandrów, utworów międzymorenowych, dolin kopalnych i rynien lodowcowych jak również w piaszczystych utworach neogenu i paleogenu. Utwory wodonośne wszystkich pięter wodonośnych charakteryzują się dużą zmiennością litologii i tym samym silnie zróżnicowanymi właściwościami hydrogeologicznymi.

Liczba, miąższość i rozprzestrzenienie utworów zawodnionych czwartorzędowego piętra wodonośnego uzależniona jest przede wszystkim od zasięgu kolejnych zlodowaceń. Na obszarze przetargowym zawodnione utwory czwartorzędowe należą głównie do struktur międzymorenowych, dolin rzecznych i dolin kopalnych. Poziomy wód podziemnych w utworach

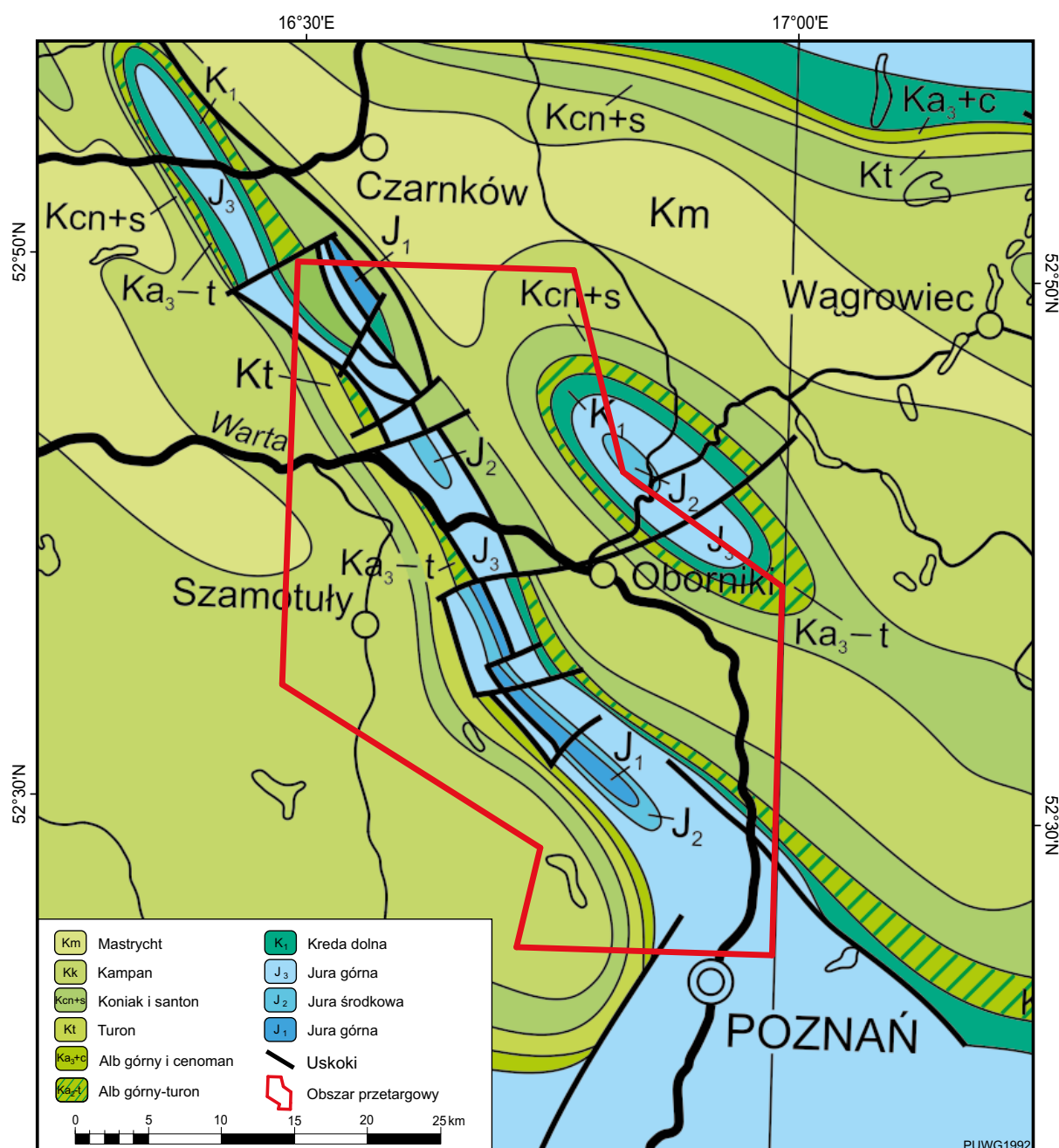


Fig. 2.12. Fragment mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku (Dadlez i in., 2000).

międzymorenowych budują piaszczysto-żwirowe osady fluwioglacjalne rozdzielone warstwami glin zwałowych poszczególnych zlodowaceń. Z tego powodu można je wydzielić na międzymorenowe górne, występujące na głębokości 30-40 [m p.p.t.] – pod glinami zlodowacenia Wisły, poziomy międzymorenowe dolne, występujące na głębokości 50-90 [m p.p.t.] – między glinami środkowopolskimi i południowopolskimi, oraz poziomy podglinowe występujące lokalnie pod glinami południowopolskimi (Dąbrowski i in., 2007). Miąższości warstw wodonośnych wahają się od około 10 do około 40 metrów. Zwierciadło ma charakter naporowy – subartezyjski i stabilizuje się na głębokości od kilkunastu do kilku [m p.p.t.]. Wielkość współczynnika filtracji opisywanych utworów wodonośnych waha się od kilku do około 20 [m/24h], a przewodność warstwy wodonośnej mieści się w granicach od około 20 do 230 [m²/24h]. Poziomy wodonośne zasilane są poprzez infiltrację wód atmosferycznych z powierzchni terenu, a drenowane ku dolinie Warty i Wełny (Dąbrowski i in., 2007).

Wody podziemne w dolinie Warty występują w piaskach różnoziarnistych i żwirach rzecznych nakładających się na osady interglacjalu eemskiego. Poziom charakteryzuje się zwierciadłem swobodnym występującym na zmiennej głębokości od 1 do około 9 [m p.p.t.] i podlegającym dużym wahaniom sezonowym. Współczynnik filtracji w zależności od granulacji warstwy waha się od około 10 do około 90 [m/24h]. Przewodność poziomu jest również zróżnicowana i waha się od około kilkunastu do ponad 1 000 [m²/24h].

Wody piętra czwartorzędowego charakteryzują się wysokimi stężeniami żelaza i manganu oraz wysoką twardością. Lokalnie wykryto także zawartość azotu amonowego, co wskazuje na zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego (Dąbrowski i in., 2007).

Neogeńsko-paleogeńskie piętro wodonośne związane jest z seriami utworów piaszczystych, w większości drobnoziarnistych, miocenu i oligocenu, rozdzielonych soczewami i nieciągłymi warstwami mułkowo-ilastymi oraz węglowymi (Paczyński i Sadurski, 2007). Podstawowe znaczenie ma poziom mioceński zalegający pod nakładem warstw poznańskich o miąższości średnio 20-60 metrów, maksymalnie około 100 metrów.

Strop poziomu zalega na głębokościach od około 50 do około 200 [m p.p.t.], najczęściej 60,0 - 80,0 [m p.p.t.] (Dąbrowski i in., 2007). Na północ od Obornik wyznaczony został obszar ochrony pośredniej komunalnego ujęcia wód Kowanówko ujmującego neogeńsko-paleogeńskie piętro wodonośne (Dąbrowski i in., 2007).

Na omawianym obszarze przetargowym mioceński poziom wodonośny ma charakter ciągły. Odnawialność całego piętra zależy od przepuszczalności i miąższości pokrywy ilastej oraz głębokości zalegania warstw wodonośnych. W mioceńskim kompleksie brunatno węglowym wyróżnia się trzy warstwy wodonośne: dolną, górną i środkową. Warstwę dolną o miąższości do 50 metrów budują piaski różnoziarniste, natomiast warstwę górną o miąższości do 60 metrów – piaski drobnoziarniste i pylaste. Poziom mioceński charakteryzuje się naporowym zwierciadłem wód podziemnych – subartezyjskim w obrębie wysoczyzn i artezyjskim w obrębie doliny Warty. Współczynniki filtracji wynoszą średnio: dla piasków warstwy dolnej 1,1 [m/h], a dla piasków warstwy dolnej 0,23 [m/h] (Paczyński i Sadurski, 2007). Warstwy rozdziela seria węglowa z mułkami, w której lokalnie występuje środkowa warstwa wodonośna.

Oligoceński poziom wodonośny nie jest wystarczająco dobrze rozpoznany pod względem hydrogeologicznym. Występuje on lokalnie, a studnie wiercone ujmują stropowe partie osadów piaszczystych oligocenu łącznie z piaskami poziomu mioceńskiego w obrębie okien hydrogeologicznych. Poziom budują drobnoziarniste utwory piaszczyste o zmiennej miąższości od około 20 do około 50 metrów.

Chemizm wodonośnego piętra neogeńsko-paleogeńskiego jest silnie zróżnicowany ze względu na różną zawartość rozproszonej materii organicznej w osadach, ascencję wód zasolonych z podłoża mezozoicznego oraz infiltrację wód zwykłych z piętra czwartorzędowego (Dąbrowski i in., 2007). Z tego powodu występują tu wody o bardzo dobrej jakości, jak i praktycznie nieprzydatne do spożycia. Anomalie związane z dopływem wód zasolonych występują strefowo w rejonie uskoków i występowania w podłożu podkenozoicznym piaskowców jury dolnej.

Numer zbiornika	Nazwa zbiornika	Wiek utworów wodonośnych	Typ ośrodka wodonośnego	Szacunkowe zasoby dyspozycyjne [tys. m ³ /dobę]	Średnia głębokość zwierciadła wód podziemnych [m p.p.t.]
139/udokum.	Dolina kopalna Smogulec – Margonin	Q _{PK}	porowy	30	40
145/udokum.	Dolina kopalna Szamotuły – Duszniki	Q _K	porowy	36	30
146/udokum.	Subzbiornik Jezioro Bytyńskie – Wronki – Trzciel	Ng, Pg	porowy	40	100

Tab. 2.4. Podstawowa charakterystyka hydrogeologiczna głównych zbiorników wód podziemnych GZWP (Kleczkowski, 1990; Skrzypczyk, 2004).

udokum. – zasoby udokumentowane

Q_P – utwory czwartorzędu w dolinach kopalnych

Q_{PK} – utwory czwartorzędu w pradolinach i dolinach kopalnych

Ng – neogen

Pg – paleogen

Tytuł dokumentacji	Rok wykonania	Nr decyzji	Zasoby dyspozycyjne [m³/24h]
Dokumentacja hydrogeologiczna Regionu Poznańskiego Dorzecza Warty zawierająca ocenę zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych z utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych. Część A. Synteza wyników badań. Część B Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w utworach czwartorzędowych Regionu Poznańskiego Dorzecza Warty. Część C Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w utworach trzeciorzędowych	1999	DG/kdh/BJ/489-6249/99	43 656
Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych lokalnych struktur czwartorzędowych i zasad ich ochrony na obszarze Poznańskiego Dorzecza Warty	2000	DG/kdh/ED/489-6347/2001	522 864
Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru wysoczyzny średzko-gnieźnieńskiej	2009	DGiKGhg-4731-24/6796/48776/10/MJ	299 352

Tab. 2.5. Podstawowe dane dotyczące hydrogeologicznych dokumentacji zasobowych (Pergót i Sokołowski, 2015)

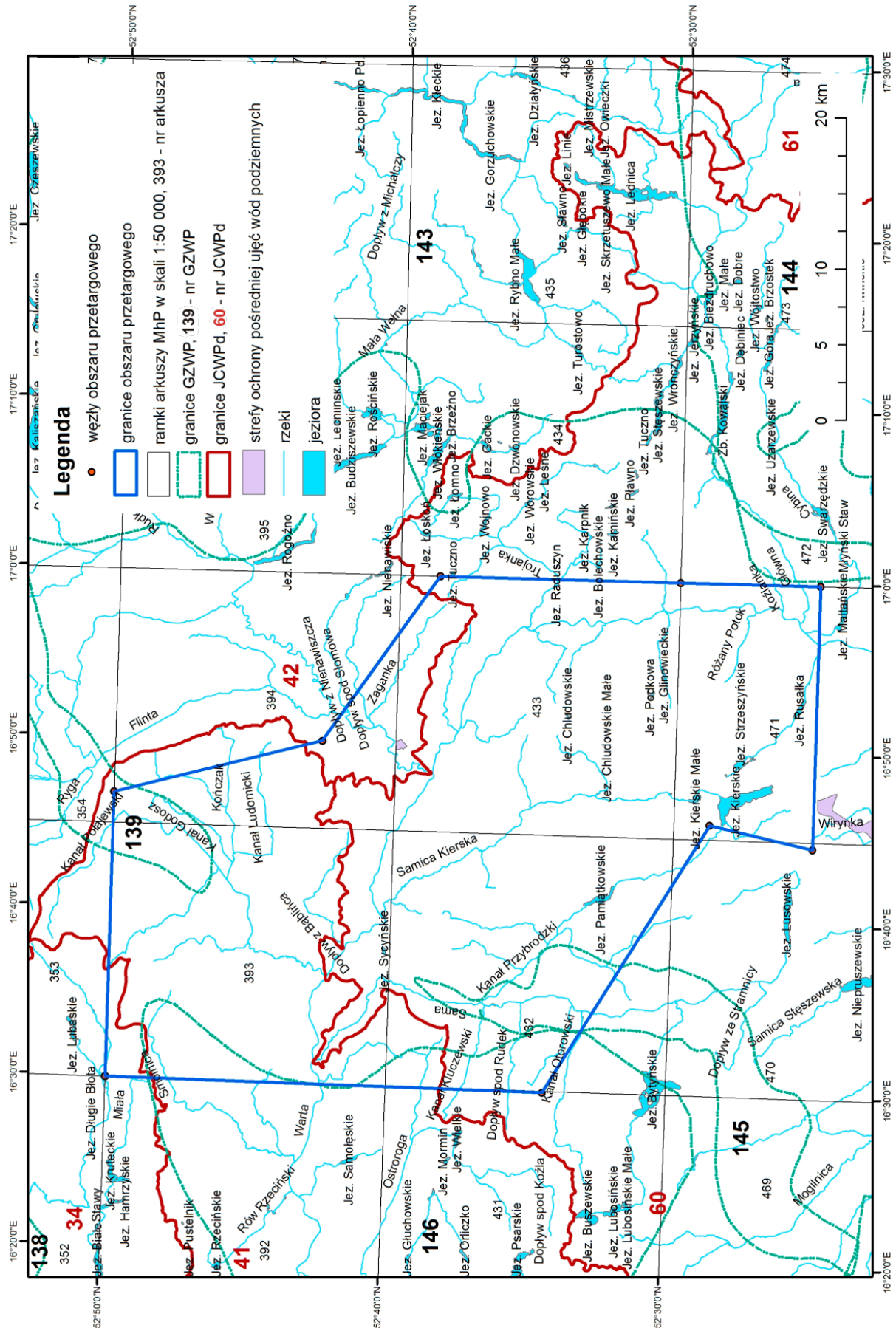
W granicach obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” występują niewielkie powierzchniowo fragmenty trzech głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) (Kleczkowski, 1990; Skrzypczyk, 2004). W części zachodniej są to: niewielki wschodni fragment GZWP nr 146 Subzbiornik Jezioro Bytyńskie – Wronki – Trzciel oraz niewielki północno-wschodni fragment GZWP nr 145 Dolina kopalna Szamotuły – Duszniki. GZWP nr 145 został wyznaczony dla ochrony zwykłych wód podziemnych w czwartorzędowych dolinach kopalnych (Krawczyński i in., 2011), natomiast GZWP nr 146 dla ochrony zwykłych wód podziemnych w wodonośnych utworach neogenu i paleogenu (Dobkowska i in., 2013). W północno-wschodniej części omawianego obszaru występuje niewielki południowo-zachodni fragment GZWP nr 139 Dolina kopalna Smogulec – Margonin wyznaczony dla ochrony zwykłych wód podziemnych w utworach czwartorzędu pradolin i dolin kopalnych (Czerwińska i in., 2013). Podstawowe wiadomości dotyczące występowania zwykłych wód podziemnych w obrębie ww. GZWP podane zostały w Tab. 2.4.

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zostały udokumentowane dla większości obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” (około 85% powierzchni), a wykonane hydrogeologiczne dokumentacje zasobowe zatwierdzone

zostały stosownymi decyzjami Komisji Dokumentacji Hydrogeologicznych (Pergót i Sokołowski, 2015). Niewielka północna część obszaru znajduje się w obrębie Dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru wysoczyzny średzko-gnieźnieńskiej (Dąbrowski i in., 2010). Centralna część obszaru znajduje się w obrębie Dokumentacji hydrogeologicznej Regionu Poznańskiego Dorzecza Warty zawierającej ocenę zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych z utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych. Część A. Synteza wyników badań. Część B Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w utworach czwartorzędowych Regionu Poznańskiego Dorzecza Warty. Część C Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w utworach trzeciorzędowych (Dąbrowski i in., 1999). Pozostały południowo-zachodnia część obszaru przetargowego znajduje się w obrębie Dokumentacji hydrogeologicznej zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych lokalnych struktur czwartorzędowych i zasad ich ochrony na obszarze Poznańskiego Dorzecza Warty wraz z wnioskiem zasobowym dla całego piętra regionu PDW (Dąbrowski i in., 2000c). Podstawowe wiadomości dotyczące hydrogeologicznych dokumentacji zasobowych podane zostały w Tab. 2.5.

Wnioski

- Dla większości obszaru przetargowego „Szamotuły – Poznań Północ”, wyznaczono ciągły główny użytkowy poziom wodonośny, który budują piaszczyste i piaszczysto-żwirowe utwory wodonośne czwartorzędu, neogenu i paleogenu;
- Utwory wszystkich pięter wodonośnych – czwartorzędowego, neogeńskiego i połączonego neogeńsko-paleogeńskiego, charakteryzują się dużą zmiennością litologii, a co za tym idzie silną zmiennością właściwości hydrogeologicznych;
- Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zostały udokumentowane i zatwierdzone dla całości obszaru przetargowego;
- W obrębie obszaru przetargowego znajdują się fragmenty głównych zbiorników wód podziemnych nr 139, 145 i 146 wyznaczonych dla ochrony zasobów wód podziemnych;
- Jakość wód podziemnych piętra czwartorzędowego i neogeńskiego jest w większości bardzo dobra i dobra, a wody, ze względu na podwyższone zawartości żelaza i manganu, wymagają jedynie prostego uzdatniania;
- Lokalnie w wodach piętra czwartorzędowego wykazano występowanie zanieczyszczeń antropogenicznych;
- Chemizm wodonośnego piętra neogeńsko-paleogeńskiego jest silnie zróżnicowany. Strefowo, w rejonie kontaktu na uskokach i występowania w podłożu podkenozoicznym piaskowców jury dolnej, występują anomalie związane z ascencją wód zasolonych;
- Brak jest dobrego rozpoznania hydrogeologicznego podłoża podkenozoicznego i dokładniejszych informacji nt. hydrogeologii głębszych partii górotworu;
- Występowanie więzi hydraulicznej pomiędzy piętrami neogeńsko-paleogeńskim, a niżej leżącymi piaskowcami jurajskimi może stanowić potencjalne źródło zagrożenia środowiska naturalnego, w tym przede wszystkim wód podziemnych, w przypadku wykonywania szczelinowania górotworu oraz zatłaczania do niego wód złożowych (tzw. solanek poprodukcyjnych).



3. SYSTEM NAFTOWY

3.1. WSTĘP

System naftowy jest określany jako zespół procesów geologicznych i naftowych prowadzący do powstania złoża węglowodorów. Do podstawowych elementów systemu naftowego zalicza się: skałę macierzystą – ze względu na zawartość kopalnej substancji organicznej stanowi źródło powstawania węglowodorów, skałę zbiornikową – której odpowiednie właściwości petrofizyczne (porowatość, przepuszczalność) pozwalają na akumulację węglowodorów oraz skałę uszczelniającą – która jest skałą nieprzepuszczalną i uniemożliwia ucieczkę medium złożowego. Ponadto, nieodzownym elementem systemu naftowego w złożach konwencjonalnych jest pułapka naftowa, która ze względu na swoje cechy strukturalne lub stratygraficzno-litologiczne tworzy miejsce akumulacji węglowodorów. Niezbędnym do zaistnienia systemu naftowego i powstania złoża węglowodorów jest zespół procesów umiejscowionych w przestrzeni i w czasie geologicznym, na które składają się: generowanie, ekspulsja, migracja i akumulacja węglowodorów oraz formowanie pułapki złożowej. Wzajemne relacje czasowe między wspomnianymi elementami i procesami systemu naftowego pozwalają na powstanie złoża.

3.2. SKAŁA MACIERZYSTA

Za skałę macierzystą w karbońsko-permskim systemie naftowym uważa się mułowce i iłowce karbonu (np. Kotarba i in., 1992, 1999, 2004, 2005; Karnkowski, 1999b; Botor i in., 2013). Zgodnie z tą teorią, gaz ziemny, wygenerowany z karbońskiej materii organicznej, migrował ku strefom o niższym ciśnieniu hydrostatycznym, czyli do leżących niezgodnie na skałach karbonu utworów czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego. Migracja węglowodorów ze skał macierzystych do pułapek złożowych mogła mieć charakter lokalny wzdłuż nieciągłości tektonicznych lub charakter regionalny krótko lub długodystansowy wzdłuż porowatych i przepuszczalnych skał. W zachodniej części europejskiego basenu permskiego za skały macierzyste uznaje się węgle westfalu (Pletsch i in., 2010), natomiast badania geochemiczne płycej zalegających skał karbonu polskiego basenu sugerują, że zawartość materii organicznej rozproszonej w tych skałach jest wystarczająca by uznać je za skały macierzyste (Burzewski i in., 2009). Śliwiński i in. (2006) oraz Malinowski i in. (2007) postulują ponadto możliwość istnienia węglonośnych utworów molasy górnokarbońskiej, które mogą stanowić poziomy macierzyste zlokalizowane na przedpolu polskich eksternidów waryscyjskich. Potwierdzeniem macierzystości skał karbonu w Polsce mogą być także odkryte złoża: Wierzchowo (dolny karbon), Gorzysław, Trzebusz, Wrzosowo, Daszewo, Paproć (dolny i górny karbon), Kościan i Brońsko (górny karbon; Karnkowski, 1993) oraz wyniki badań geochemicznych materii organicznej i gazu ziemnego (np. Kotarba i in., 1992, 1999, 2004, 2005).

Na Pomorzu skały macierzyste zostały stwierdzone w obrębie utworów turnieju, wizenu i westfalu. Charakteryzują się one średnim i doskonałym potencjałem węglowodorowym. Całkowita zawartość materii organicznej w łupkach turnieju i wizenu wynosi średnio od ok. 1,1-1,5% wag. do maksymalnie 4-10,7% (Pletsch i in., 2010; Botor i in., 2013), nato-

miast całkowita zawartość materii organicznej w łupkach westfalu wynosi średnio od 0,3% wag. do maksymalnie 2,7% wag. (Bachleda-Curuś i in., 1996; Matyasik, 1998; Kotarba i in., 2004, 2005; Grotek, 2005, 2006; Kosakowski in., 2006; Bahranowski i in., 2007; Pletsch i in., 2010). Materia organiczna rozproszona w skałach karbonu posiada geochemiczną charakterystykę gazotwórczego kerogenu typu III i mieszanego kerogenu typu III i II, przy czym wyższy udział kerogenu typu II stwierdzono w utworach dolnego karbonu. Materia organiczna zbadana w otworach nawiercających podłoże monokliny przedsudeckiej ma charakterystykę humusowego kerogenu typu III i cechuje się niskim do bardzo dobrego potencjału węglowodorowego. Całkowita zawartość materii organicznej zawiera się w przedziale od 0,5% wag. do 4% wag. (Nowak, 2003; Pletsch i in., 2010; Poprawa, 2009; Botor i in., 2013). W strefie kujawskiej i mazurskiej tylko kilka otworów nawierca skały karbonu. Charakteryzują się one zmiennym potencjałem węglowodorowym od słabego do doskonałego. Całkowita zawartość materii organicznej zawiera się w przedziale od 0,3% wag. do 15% wag. i ma charakterystykę kerogenu mieszanego typu III i II, z dominacją kerogenu typu III w skałach westfalu.

Skały karbonu, stanowiące silikoklastyczną sukcesję wypełniającą polską część basenu przedgórskiego waryscydów (Górecka-Nowak, 2007), nie są dotąd w pełni rozpoznane wiertniczo w podłożu monokliny przedsudeckiej, niecce łódzkiej i centralnej części wału śródpolskiego przez wzgląd na ich znaczną miąższość (>2000 m) i niską perspektywiczność odkrycia w nich konwencjonalnych złóż naftowych. Dlatego też większość otworów wiertniczych na tym obszarze nawierciła jedynie stropowe części skał karbońskich.

Na obszarze przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ” zaledwie cztery otwory wiertnicze nawierciły utwory karbonu: Objezierze IG-1 (499 m), Gołęczewo 1 (85 m), Rokietnica 1 (23 m) i Rokietnica 2 (70 m). Są to głównie utwory karbonu dolnego (turnieju/wizenu) (Fig. 3.1). Ze względu na dużą ilość materiału rdzeniowego i miąższość kompleksu, utwory karbonu najlepiej zostały rozpoznane w otworze Objezierze IG-1. Górna część profilu od stropu karbonu do około 4840,0 m jest zbudowana ze skał drobno-klastycznych mułowców i iłowców z wkładkami osadów gruboklastycznych w postaci piaskowców, natomiast dolna część przewierconego profilu karbonu od 4840,0 m do końca otworu tj. do głębokości 5094,5 m zbudowana jest w głównej mierze z piaskowców kwarcowych, monomineralnych, arenitów i wak litycznych z rzadka przewarstwionych mułowcami i iłowcami, a także zlepieńcami (Zelichowski, 1989).

Numeryczne modelowania karbońsko-permskiego systemu naftowego basenu polskiego (Botor i in., 2013) sugerują, że obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” znajduje się częściowo w strefie migracji węglowodorów ze skał macierzystych centralnej części basenu (modelowania nie brały pod uwagę lokalnej migracji wzdłuż stref nieciągłości; Fig. 3.2). Modelowania te, wykazują również, że na tym obszarze karbońska materia organiczna może znajdować się zarówno na stopniu przeobrażenia odpowiadającego generowaniu gazu mokrego/kondensatu (1,1-1,3% Ro) oraz fазie generowania gazu suchego (1,4% - 3,5% Ro) (Fig. 3.3). Burzewski i in. (2009) ocenili, że skały macierzyste karbonu dolnego w obrębie obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” mogły cechować się w historii geologicznej jednostkowym potencjałem genetycznym na poziomie 100-200 kg HC/m² basenu (Fig. 3.4).

3.2.1. ZAWARTOŚĆ WĘGLA ORGANICZNEGO W UTWORACH KARBONU W OTWORZE OBJEZIERZE IG-1

Otwór Objezierze IG 1

Mułowcowo- ilaste utwory dolnego karbonu (wizen) zawierają zróżnicowaną ilość węgla organicznego śr. 0,34%

(max. 1,4% min. 0,02%). Wyższa zawartość Corg. występuje w spągu kompleksu skalnego i te utwory można określić jako „dobre” skały macierzyste dla generowania węglowodorów (Peters, 1986), pozostała część profilu karbonu jest nie perspektywiczna dla generowania ropy i gazu. Ilość bituminów występująca w tych utworach jest również zróżnicowana waha się od 0,045% do 0,003%. Generalnie zawartość składników labilnych w utworach karbonu nie jest wysoka (Fig. 3.5-3.6)

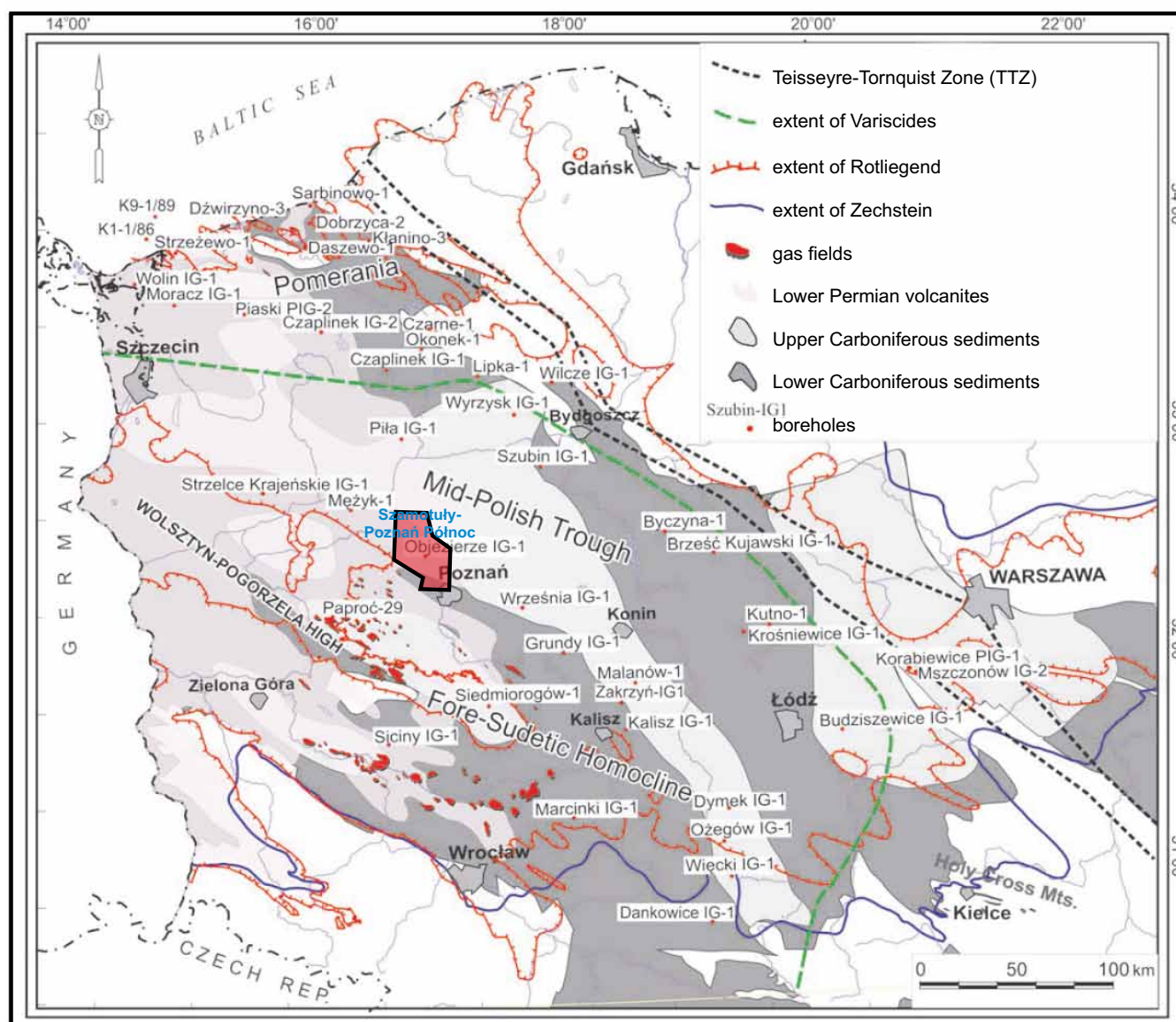


Fig. 3.1. Mapa przedstawiająca główne elementy karbońsko-permskiego systemu naftowego w polskim basenie (wg Reicher, 2008). Zasięg utworów karbonu dolnego i górnego wg Pokorski (2008) (Botor i in., 2013).

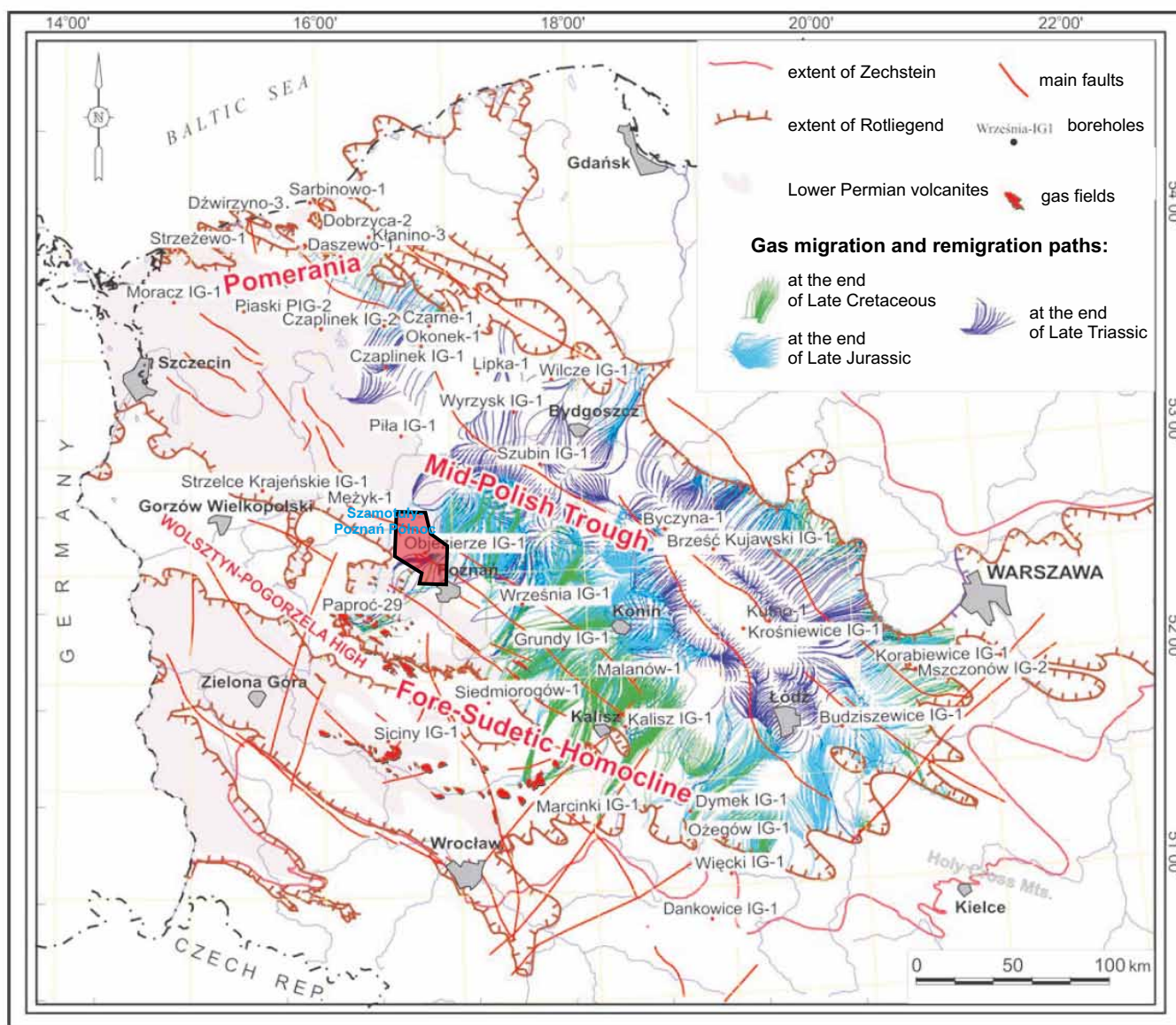


Fig. 3.2. Mapa przedstawiająca ścieżki migracji gazu na tle rozprzestrzenienia zbiornikowych utworów czerwonego spągowca (wg Maćkowskiego i in., 2008, zmieniona) (Botor i in., 2013).

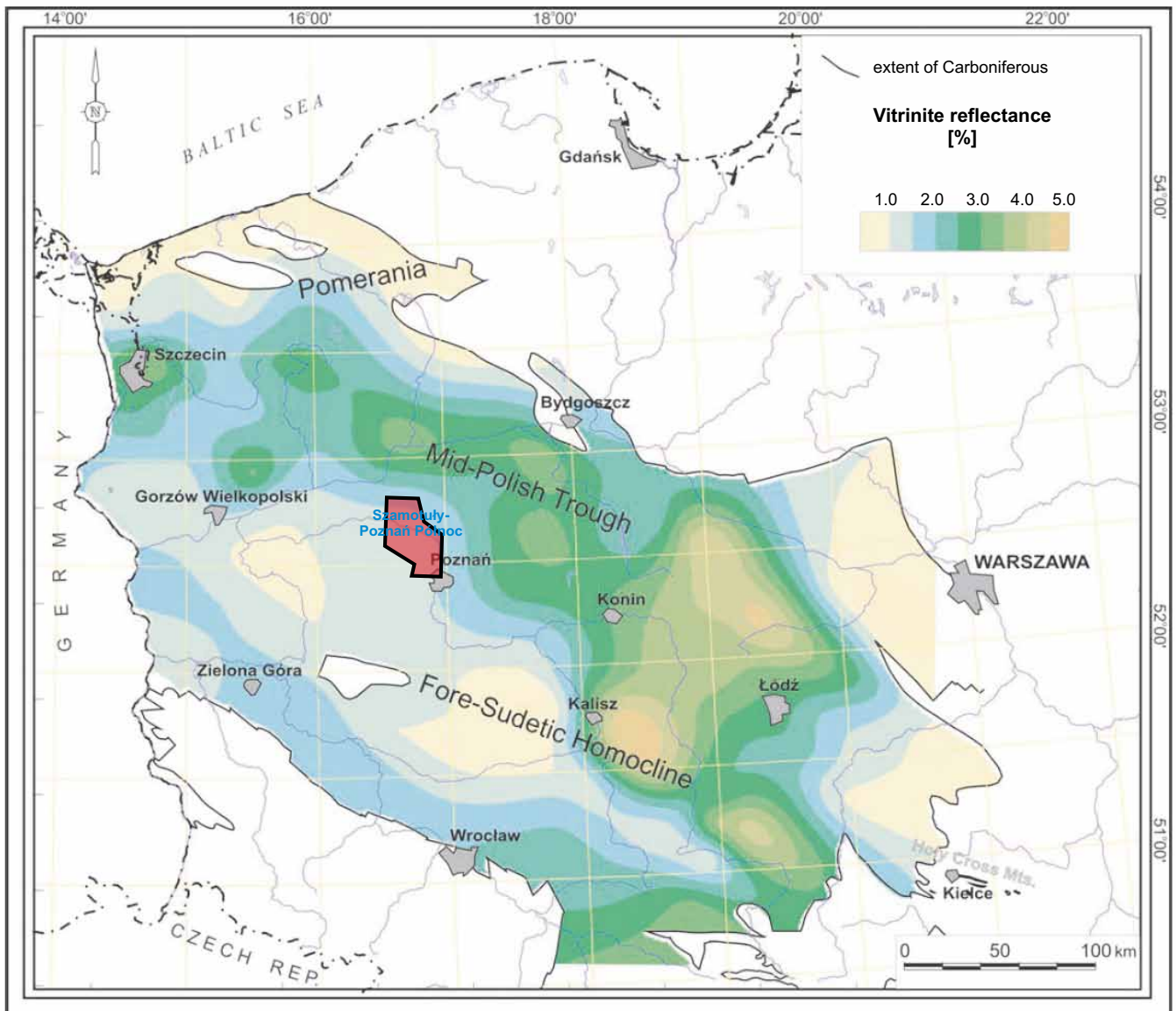


Fig. 3.3. Mapa rozkładu dzisiejszej dojrzałości termicznej materii organicznej w stropie utworów karbonu (Botor i in., 2013).

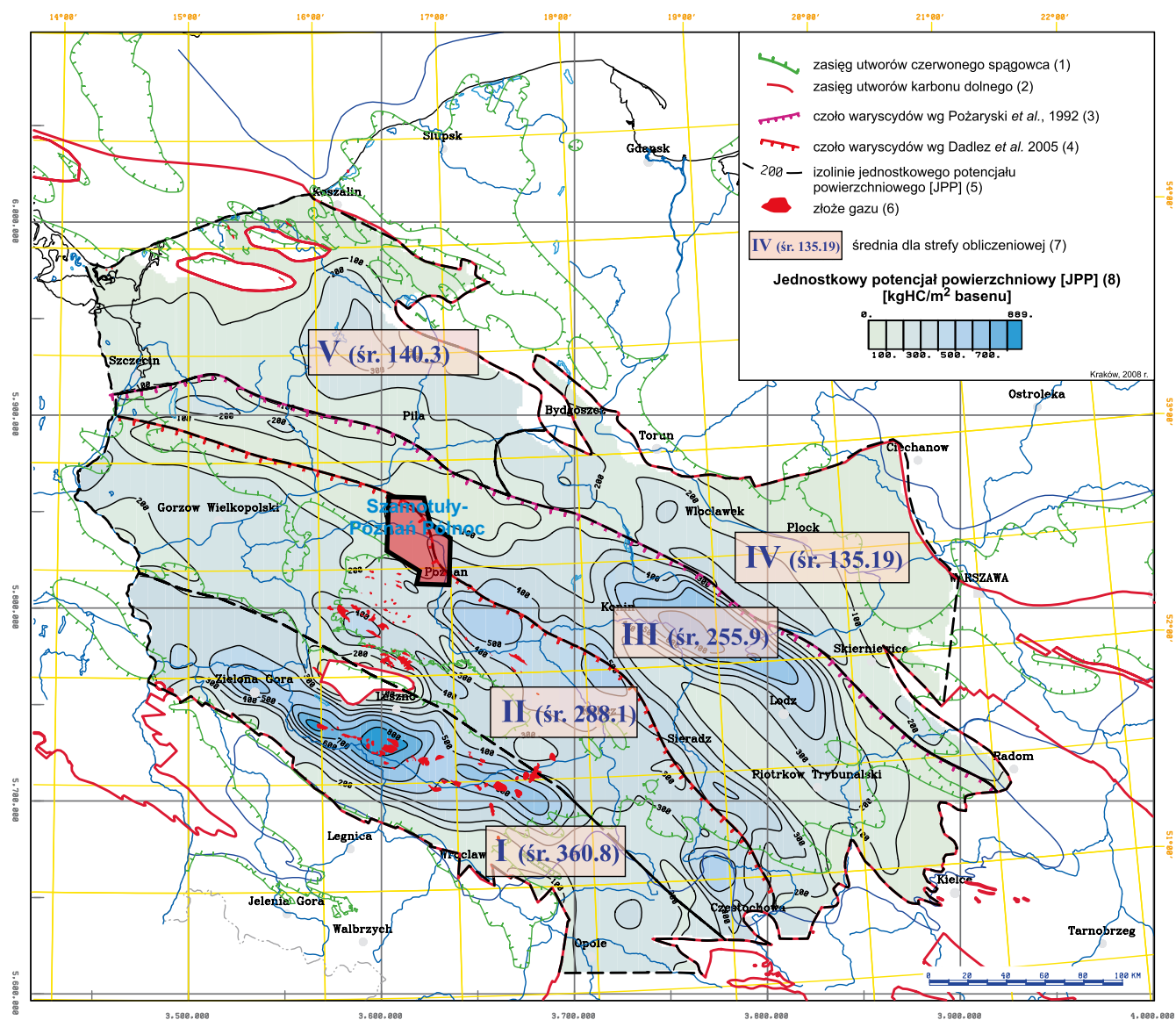


Fig. 3.4. Mapa jednostkowego potencjału powierzchniowego (JPP) utworów karbonu dolnego (Burzewski i in., 2009).

Stratygrafia	śr. Corg. %	Ilość próbek	max. Corg. %	min. Corg. %
J2	2,9	3	3,3	2,2
J1	0,59	9	1,5	0,2
T3	0,2	8	0,4	0,01
T1	0,16	19	0,5	0,03
P3	0,2	1	0,2	0,2
P1	0,06	4	0,1	0,02
Cwizen	0,34	15	1,4	0,02

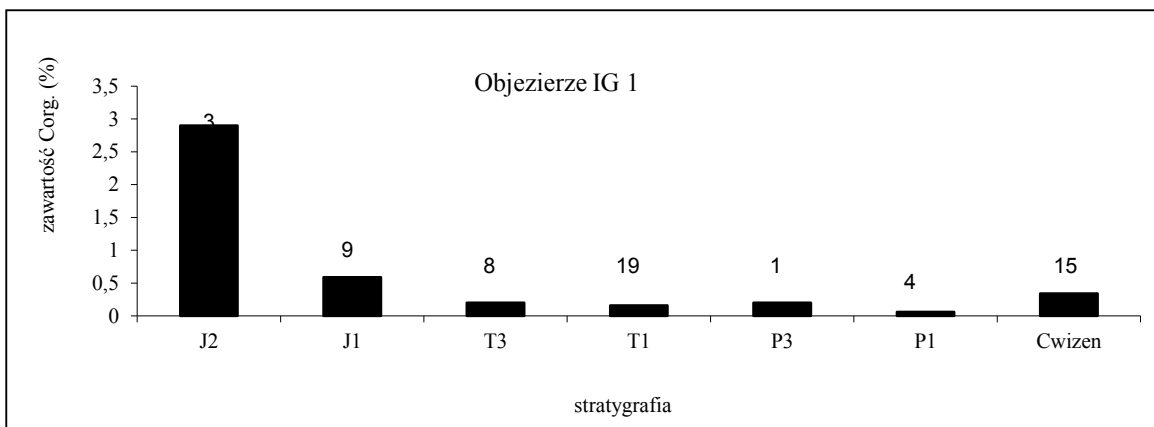


Fig. 3.5. Średnia zawartość węgla organicznego w badanych utworach w otworze Objezierze IG-1.

Stratygrafia	śr.% bitum.	Ilość próbek	max.% bitum.	min.% bitum.
J2	0,024	3	0,035	0,011
J1	0,015	9	0,032	0,002
T3	0,007	8	0,02	0,002
T1	0,007	19	0,023	0,0005
P3	0,004	5	0,002	0,007
P1	0,005	4	0,008	0,003
Cwizen	0,014	15	0,045	0,003

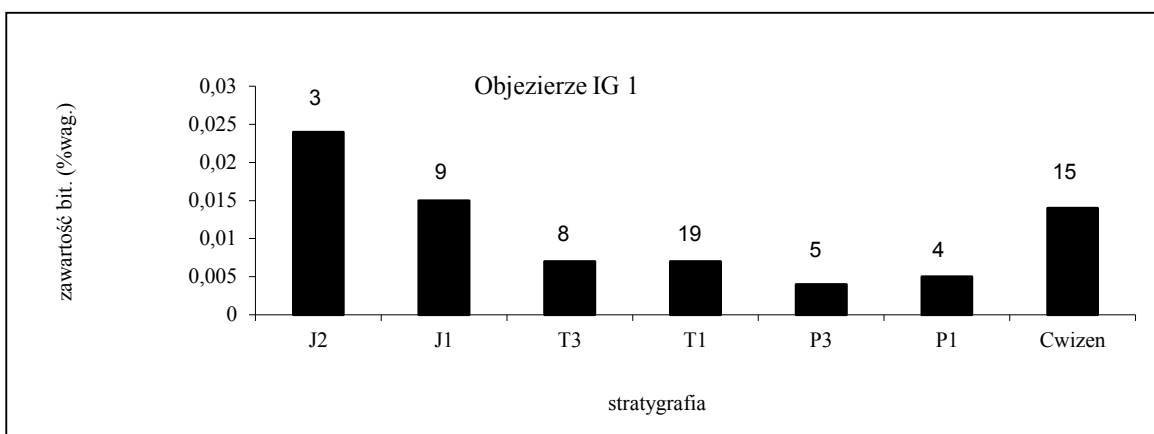


Fig. 3.6. Średnia zawartość bituminów w badanych utworach w otworze Objezierze IG-1.

Analiza szczegółowa materii organicznej w utworach karbonu w tym otworze wykazała, iż materia organiczna pochodzi głównie z rozpadu bakterii i alg z udziałem materii pochodzącej z rozkładu roślin wyższych, jednocześnie w części spągowej zaznacza się duży udział materiału terygenicznego silnie przeobrażonego, czyli osadzanego już jako materiał przeobrażony (Maliński i Witkowski, 1988). W wyższych partiach kompleksu skalnego materia organiczna wykazuje cechy materii, która uległa biodegeneracji (Fig. 3.7-3.8).

Podsumowując przedstawione dane geochemiczne z badanej materii organicznej pochodzącej z utworów nawierconych otworem Objezierze IG-1 należy podkreślić, iż w całym pionowym profilu tego kompleksu skalnego zawartość węgla

organicznego jest mała. Wyższa ilość węgla organicznego występuje punktowo jedynie w utworach karbonu (wizen) oraz dolnej jury. W piaszczystych utworach środkowej jury zawartość węgla organicznego pozwala określić te utwory, jako „bardzo dobre” skały macierzyste dla generowania węglowodorów.

Zawartość bituminów w całym profilu skalnym jest mała.

Materia organiczna pochodzi generalnie z rozpadu alg i bakterii, ale w materii organicznej z utworów karbonu jak również utworów jury zaznacza się znaczny udział materiału terygenicznego. W materii pochodzącej z rozkładu roślin wyższych często współwystępuje materia o różnym stopniu przeobrażenia.

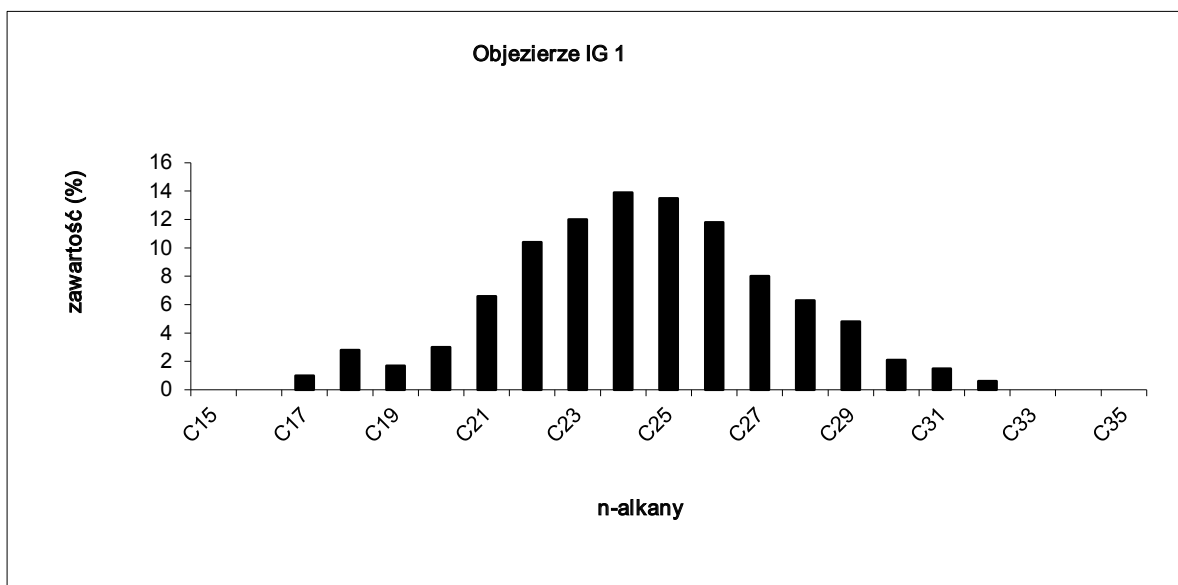


Fig. 3.7. Dystrybucja n-alkanów w utworach karbonu (gł. 5081,0 m) w otworze Objezierze IG-1.

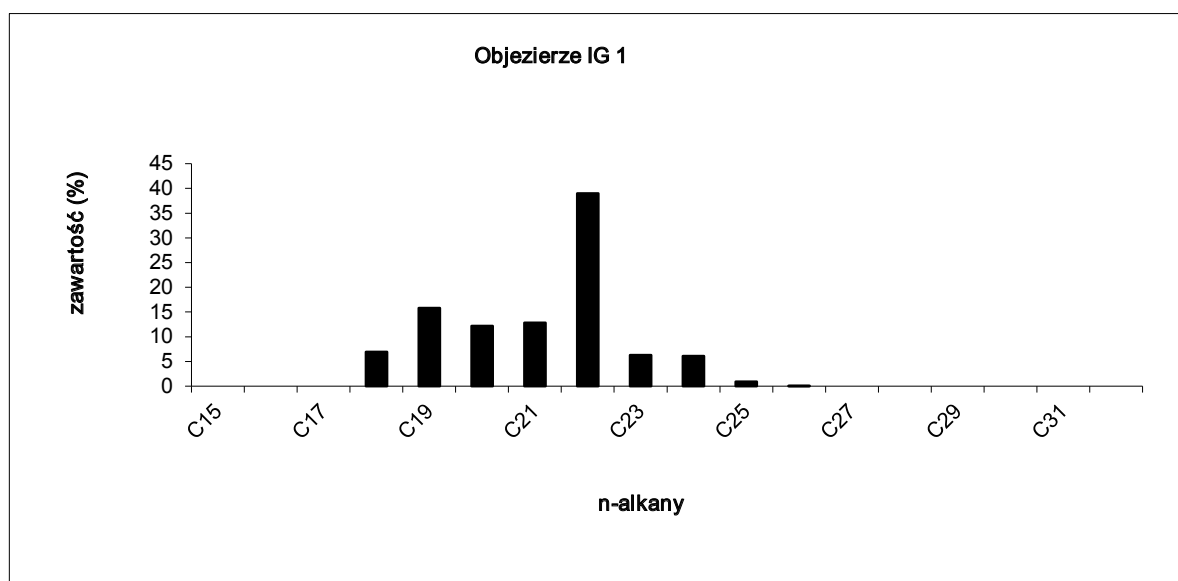


Fig. 3.8. Dystrybucja n-alkanów w utworach karbonu (gł. 4620,0 m) w otworze Objezierze IG-1.

3.2.2. CHARAKTERYSTYKA PETROLOGICZNA ORAZ DOJRZAŁOŚĆ TERMICZNA MATERII ORGANICZNEJ W UTWORACH KARBONU, PERMU, TRIASU I JURY

Metodyka badań

Ocenę dojrzałości termicznej materii organicznej, wykonano na podstawie pomiarów zdolności refleksyjnej wityrytu i/lub bituminu. Składniki te charakteryzują się liniowym wzrostem zdolności odbicia światła wraz ze wzrostem stopnia przeobrażenia. (Stach i in., 1982; Taylor i in., 1998).

Analizę przeprowadzono w imersji, na polerowanych fragmentach rdzeni wiertniczych przy zastosowaniu światła odbitego białego, przy użyciu: wzorca ze szkła optycznego o refleksyjności: 1,722%; filtru monochromatycznego o długości fali 546nm; olejku imersyjnego o $n_D = 1,515$ w temp. 20-25°C.

Badania wykonane zostały na mikroskopie badawczym Axio Imager firmy Zeiss z optyką ICS (Infinity Colour Corrected System), z wyposażeniem optycznym do światła odbitego; wyposażeniem do badań fluorescencyjnych (lampa HBO 100); zestawem mikrofotometru (Spektrometr CCD SPECTRA VI-SION) z systemem fotometrycznym oraz specjalistycznym oprogramowaniem PMT 200 firmy J&M GmbH do pomiarów zdolności refleksyjnej materii organicznej.

Wyniki analizy mikroskopowej

Karbon dolny

Ilasto-mułowcowe osady karbonu dolnego przeanalizowano w 6 próbkach pochodzących z interwału głębokości 5021,0-5093,0 m (otw. Objezierze IG-1) oraz 3 próbkach z głębokości 3730,5-3804,2 m (otw. Brzoza 1 położony poza obszarem koncesyjnym).

Analizowany poziom osadów, poza spągową partią wizeanu z otworu Objezierze IG-1, jest wzbogacony w materię organiczną stanowiącą 0,90-1,30% planimetrowanej powierzchni próbek.

Dominującym mikrokomponentem organicznym jest homogeniczny bitumin (stałe bituminy) stanowiący 40-100% materii organicznej w osadach klastycznych z otworu Objezierze IG1 i 20-30% oraz iłowcach i mułowcach z otworu Brzoza 1 (Tab. 3.1).

Materia organiczna typu humusowego, będąca w głównej mierze materiałem syngenetycznym z osadem, składa się głównie z macerałów wityrytu i inertynitu występujących generalnie w równowadze, w ilości około 10-30% materii organicznej w skale.

Obserwuje się również obecność asocjacji organiczno-mineralnej typu bitumicznego stanowiącej około 30% powierzchni próbek z otworu Brzoza 1 i 5-15% z otworu Objezierze IG-1.

W badanych osadach nie występują macerały grupy lipitynytu, co związane jest niewątpliwie z ich wysokim stopniem przeobrażenia.

Dojrzałość termiczna

Stopień przeobrażenia dolnokarbońskiej materii organicznej jest wysoki i odpowiada głównej fazie generowania gazów (tzw. ekonomicznych). Średnia wartość współczynnika refleksyjności wityrytu i bituminu „in situ” zmienia się w granicach 1,35-1,64% Ro (otw. Brzoza 1) i 1,60-1,90% Ro (otw. Objezierze IG-1). Zaznacza się wzrost dojrzałości termicznej wraz z głębokością pograżenia osadów od 1,35% Ro na głębokości 3730,5 m do 1,90% Ro na głębokości 5093,0 m (Tab. 3.1). Odpowiada to maksymalnym paleotemperaturom diagenety

rzędu 140-1800C (otw. Brzoza 1) i 170-1900C (otw. Objezierze IG-1) (Gaupp i Batten, 1985).

Perm

Klastyczne i węglanowe osady permu dolnego, przeanalizowane w pojedynczych próbkach z interwału głębokości 3665,2-3761,3 m (otw. Rokietnica 3) i 4563,0 m (otw. Objezierze IG-1), zawierają bardzo ubogi materiał organiczny stanowiący maksymalnie 0,10% planimetrowanej powierzchni próbek. Jego głównym składnikiem jest bitumin, wityryt „in situ”, pochodzący z redepozycji wityrytytu oraz inertynitu (Tab. 3.1). Sporadycznie obserwuje się nieliczne impregnacje bitumiczne.

Klastyczne i węglanowe utwory permu górnego przeanalizowane w 3 próbkach z interwału głębokości 2834,0-3021,3 m oraz 4068,5 m (otw. Objezierze IG-1) charakteryzują się ubogą zawartością materii organicznej (0,20-0,40%). Reprezentowana jest ona głównie przez bitumin (stałe bituminy) stanowiący 40-70% materii organicznej w skale, wityryt typu bezpostaciowego kolotelinitu (10-20%) oraz macerały grupy inertynitu (5-20%).

Dojrzałość termiczna

Wityryt „in situ” i bitumin zawarte w utworach dolnego permu charakteryzują się średnią refleksyjnością rzędu 1,13-1,15% Ro (otw. Rokietnica 3, głęb. 3665,2-3761,3 m) oraz 1,30% Ro (otw. Objezierze IG-1, głęb. 4563,0 m). Wartości te wskazują na fazę generowania gazów mokrych i kondensatów.

Podobny stopień dojrzałości termicznej wykazuje autogeniczny materiał organiczny górnego permu z otworu Objezierze IG-1. Jego średnia refleksyjność zmienia się w granicach 1,05-1,10% Ro (głęb. 2934,0-3021,3 m) oraz 1,22% Ro (głęb. 4068,5 m) wskazując na fazę generowania gazów mokrych i kondensatów, zarówno w stropowej jak i spągowej części obalonego fałdu. Maksymalne paleotemperature oddziaływujące, w czasie diagenety, na badane osady permu wahały się w granicach 100-1400C.

Trias

Osady klastyczne dolnego triasu przebadane zostały w 7 próbkach pochodzących z otworu Objezierze IG1 z interwału głębokości 2574,0-2865,0 m oraz 3430,0-3634,0 m. Zawierają one niezbyt liczny materiał organiczny występujący w ilości 0,10-0,40% planimetrowanej powierzchni próbki (Tab. 3.1). Podstawowym jego mikrokomponentem jest wityryt, pochodzący często z redepozycji, stanowiący 60-85% materii organicznej (partia stropowa) i 25-55% w części spągowej oraz bitumin liczniej reprezentowany (15-50%) w części spągowej obalonego fałdu.

Mułowce górnego triasu zbadane w 3 próbkach pochodzących z głębokości 1920,0-2431,0 m (otw. Objezierze IG-1) zawierają 0,20-0,40% materii organicznej reprezentowanej głównie przez wityryt typu kolotelinitu (55-70%). Znaczny udział, w składzie materii organicznej, ma również asocjacja organiczno-mineralna typu bitumicznego oraz bitumin (odpowiednio 10-40% i 5-15%). Obserwuje się także nieliczne (5%) macerały grupy liptynitu (alginity, liptodetryty, sporynity) fluoryzujące w kolorze żółto-pomarańczowym.

Dojrzałość termiczna

Stopień przeobrażenia osadów triasu (dolny i górny) wzrasta wyraźnie wraz z głębokością pograżenia 1920,0-2865,0 m i 3430,0-3634,0 m i odpowiada głównej i późnej fazie generowania ropy naftowej po fazę generowania gazów mokrych i kondensatów (trias dolny, poniżej głębokości 3535,0 m). Średnia wartość współczynnika refleksyjności wityrytu wzrasta, w analizowanym profilu, od 0,77% Ro (trias górny) do 1,11%

Ro (trias dolny). Maksymalne paleotemperature diagenety utworów triasu wahają się w granicach 80-900C (trias górny) i 90-1200C (trias dolny).

Jura

Osady piaszczyste i wapienne jury dolnej przeanalizowano w 2 próbkach z głębokości 1616,0-1839,0 m z otworu wiertniczego Objezierze IG-1. Zawierają one zmienną ilość materii organicznej (0,50-1,30% planimetrowanej powierzchni próbki) „in situ” i redeponowanej.

W składzie maceralnym podstawowymi komponentami są wityryt i bitumin (odpowiednio 40-80% i 30%) (Tab. 3.1). Współwystępuje z nimi niezbyt liczny inertynit oraz macerały grupy liptynitu fluoryzujące w kolorze żółto-pomarańczowym.

Osady klastyczne jury środkowej przeanalizowane w 2 próbkach z głębokości 1148,0-1157,0 m, z otworu wiertniczego Objezierze IG-1, zawierają bogaty materiał organiczny (2,40-3,50% planimetrowanej powierzchni próbek) zbudowany głównie z macerałów wityrytu, typu kolotelinitu i telinitu, stanowiących około 70% materii organicznej w skale. Współwystępują z nim dość liczne (15-20%) liptynity (sporynit, bituminit, rezynit, liptodetrynit), fluoryzujące w kolorze żółto-pomarańczowym i brudnym oraz macerały inertynitu.

Dojrzałość termiczna

Stopień przeobrażenia analizowanego kompleksu osadów jury dolnej i środkowej, w interwale głębokości 1148,0-1839,0 m, odpowiada głównej fazie generowania ropy naftowej.

Otworki wiertnicze	Głęb.(m)	Straty-grafia	Litologia	Ro (%)	Wit. (%)	Iner. (%)	Lip. (%)	AOM (%)	Bit (%)	MO
(%)										
Objezierze IG 1	1148,0	J2	psc	0,61	70	15	15			2,40
Objezierze IG 1	1157,0	J2	młc	0,62	70	10	20			3,50
Objezierze IG 1	1616,0	J1	psc	0,65	80	10	10			1,30
Objezierze IG 1	1839,0	J1	wap	0,72	50	5	15		30	0,50
Objezierze IG 1	1920,0	T3	młc	0,77	55	5		40		0,40
Objezierze IG 1	2164,0	T3	młc	0,77	70	5	5	15	5	0,20
Objezierze IG 1	2431,0	T3	młc	0,81	65	5	5	10	15	0,30
Objezierze IG 1	2575,0	T1	młc	0,86	60	10		10	20	0,20
Objezierze IG 1	2865,0	T1	młc	0,89	85	10		5		0,20
Objezierze IG 1	2934,0	P3	iłc	1,05	20	20		10	50	0,40
Objezierze IG 1	3021,3	P3	iłc	1,10	10	20		30	40	0,30
Objezierze IG 1	3430,0	T1	iłc	0,90	25	15		30	30	0,40
Objezierze IG 1	3439,0	T1	iłc	0,89	20	25		5	50	0,30
Objezierze IG 1	3483,0	T1	iłc	0,90	30	15		5	50	0,10
Objezierze IG 1	3535,0	T1	młc	1,09	35	5		20	40	0,20
Objezierze IG 1	3634,0	T1	psc	1,11	55	20		10	15	0,40
Objezierze IG 1	4068,5	P3	dol	1,22	15	5		10	70	0,20
Objezierze IG 1	4563,0	P1	wap	1,30	40	20			40	0,10
Objezierze IG 1	5021,0	Cv	młc	1,60	10	15		5	70	1,00
Objezierze IG 1	5022,0	Cv	młc	1,60	10	15		5	70	1,00
Objezierze IG 1	5025,0	Cv	młc	1,70					100	0,90
Objezierze IG 1	5055,0	Cv	młc	1,66	10	10			80	1,00
Objezierze IG 1	5077,0	Cv	dol	1,78	10	10		10	70	0,40
Objezierze IG 1	5093,0	Cv	iłc	1,90		10			90	0,30
Brzoza 1	3730,5	C1	młc	1,35	30	10		30	30	0,90
Brzoza 1	3801,0	C1	iłc	1,56	30	20		30	20	1,20
Brzoza 1	3804,2	C1	iłc	1,64	20	20		30	30	1,30
Rokietnica 3	3665,2	P1	psc	1,13	20	20		30	30	0,10
Rokietnica 3	3761,3	P1	psc	1,15	30	10		20	30	0,10

Tab. 3.1. Wyniki analizy mikroskopowej materii organicznej w otworach w pobliżu lub na obszarze „Szamotuły–Poznań Północ”.

J2-jura środkowa; J1-jura dolna; T3-trias górny; T1-trias dolny; P3–perm górny; P1-perm dolny; Cv–karbon wizen; C1-karbon dolny; psc-piaszkowce; młc-mułowce; iłc-iłowce; wap-wapienie; dol-dolomit; Wit-wityryt; Iner-inertynit; Lip-liptynit; AOM-asocjacja organiczno-mineralna; Bit-bitumin (stałe bituminy); Ro – współczynnik refleksyjności wityrytu; MO – zawartość materii organicznej określona metodą planimetrowania próbki.

Średnia wartość pomierzonego współczynnika refleksyjności wityritu wzrasta wyraźnie z głębokością pograżenia od 0,61 do 0,72% Ro wskazując na maksymalne paleotemperatury diagenety rzędu 70-800°C.

Podsumowanie

Analizowany kompleks osadów wieku jura środkowa-karbon dolny zawiera zmienną (od 0,1 do 3,5% ilość materiału organicznego. Najwyższe jego koncentracje występują w osadach jury dolnej i środkowej zawierających od 1,2 do 3,5% materii organicznej oraz w pojedynczych poziomach karbonu dolnego z zawartością około 1% mikrokomponentów organicznych.

Badana materia organiczna jest słabo zróżnicowana pod względem typu genetycznego oraz formy występowania. Reprezentowana jest przez macerały grupy wityritu, inertynitu, stałe bituminy oraz w słabiej przeobrażonych osadach górnego triasu i jury przez macerały liptynit. W utworach górnego permu i triasu obserwuje się również niezbyt liczne impregnacje bitumiczne.

Dojrzałość termiczna materii organicznej, określona na podstawie wielkości współczynnika refleksyjności wityritu i bituminu wzrasta wyraźnie, w profilu pionowym utworów paleozoiku i mezozoiku, od 0,61% Ro w osadach jury środkowej z głębokości 1148,0 m do 1,90% Ro w osadach karbonu dolnego z głębokości 5093,0 m. Zakres pomierzonych wartości współczynnika refleksyjności odpowiada przejściu od głównej fazy generowania ropy naftowej w utworach jury i triasu (0,61-0,90% Ro) przez fazę generowania gazów mokrych i kondensatów w spagowych partiach osadów triasu dolnego oraz permu (1,05-1,30% Ro) po główną fazę generowania gazów w utworach dolnego karbonu (1,35-1,90% Ro).

3.3. SKAŁA ZBIORNIKOWA

Na obszarze przetargowym „Szamotuły-Poznań Północ” wyznaczono położenie skał zbiornikowych w utworach klastycznych (piaskowcach) czerwonego spągowca. Basen osadowy czerwonego spągowca w Polsce tworzą ilowce, mułowce i pyłowce plaji, piaskowce eoliczne i fluwialne oraz zlepienie stożków aluwialnych. W piaskowcach o dobrych właściwościach zbiornikowych znajdują się liczne złoża gazu ziemnego. Potwierdzeniem tego są choćby złoża Rokietnica i Młodasko występujące na południe od obszaru przetargowego „Szamotuły-Poznań Północ” (Fig. 2.4).

Profile górnego czerwonego spągowca w otworach zlokalizowanych w części południowej obszaru „Szamotuły-Poznań Północ” jak: Rokietnica 1, Rokietnica 2 czy Młodasko 1, zbudowane są w całości z piaskowców eolicznych, których miąższość waha się od 72-204,5m. W otworach wiertniczych Gołęczewo 1, Objezierze IG-1, Kaźmierz 1, Sokolniki 1, Obrzycko 1, Obrzycko 3, profil górnego czerwonego spągowca jest ogólnie dwudzielny. Część stropowa zbudowana jest z utworów ilasto-mułowcowych plaji marginalnej i piaszczystej, natomiast poniżej występują piaskowce różnoziarniste związane ze środowiskiem eolicznym oraz lokalnie w spągu ze środowiskiem aluwialnym i fluwialnym.

W profilu czerwonego spągowca dla reperowego otworu na obszarze „Szamotuły-Poznań Północ” Objezierze IG-1 piaskowce eoliczne występują na głębokości <4150 m. Są one zaliczone do górnej formacji Noteci. Najwyższa seria występująca na głębokości 4144,0-4373,5 m jest reprezento-

wana przez piaskowce z wkładkami mułowców, przy czym do głębokości 4177,5 m osady te charakteryzują się słabymi właściwościami zbiornikowymi – porowatość od 0,74 do 3,35%, a przepuszczalność od 0,1 do 1,3 mD. Lepsze właściwości zbiornikowe posiadają warstwy w interwale 4177,5-4226,2 m, których porowatość wynosi od 1,48 do 18,4%, a przepuszczalność od 0,1 do 14 mD. Położone niżej seria zlepieńcowa, mułowcowa i piaskowcowo-mułowcowa charakteryzuje się bardzo słabymi właściwościami zbiornikowymi – porowatość wynosi od 0,32 do 3,74%, a przepuszczalność <0,1 mD.

Charakterystyka utworów czerwonego spągowca pod względem sedymentologiczno-facjalnym została przedstawiona w podrozdziale 2.1.2, natomiast charakterystyka petrograficzna i zbiornikowa (porowatość, przepuszczalność) w rozdziale 2.1.2.1.

Poszukiwania złóż gazu ziemnego na obszarze „Szamotuły-Poznań Północ”, uzależnione są od występowania piaskowców eolicznych (skał zbiornikowych) w stropie lub blisko stropu osadów czerwonego spągowca przeważnie pod osadami plaji, które wykazują dobre właściwości zbiornikowe. Nie mniej jednak na dużej głębokości (>4000 m) skały te mogą mieć ograniczoną porowatość a zwłaszcza przepuszczalność, co może determinować potencjalne występowanie złóż typu tight gas. Nasylenie gazem piaskowców o dobrych właściwościach zbiornikowych w odróżnieniu od piaskowców typu tight, łączy się częściowo z odmiennymi scenariuszami dotyczącymi czasu generacji i migracji gazu. Zachowanie dostatecznej porowatości na dużej głębokości jest możliwe przy istnieniu procesu powstawania tzw. wtórnej porowatości oraz występowaniu stref nadciśnień, które podtrzymują porowatość zmniejszającą się wraz z głębokością pogrzebania piaskowców i związanego z tym procesu kompaktacji (Seedhouse i in., 1996). Powstanie takiego złoża gazu typu tight gas, traktowanego jako złoża niekonwencjonalne, uzależnione jest od historii pograżania i dojrzałości termicznej skał macierzystych jak i zbiornikowych, gdyż gaz zamknięty na dużej głębokości może ulec destrukcji (Wójcicki i in., 2014).

Na zachód od południowej części obszaru „Szamotuły-Poznań Północ” znajdują się złoża gazu w strukturach Janówce Młodasko. Lokalizacja złóż gazu w czerwonym spągowcu (Fig. 3.5) wskazuje, że w południowej części obszaru przetargowego można się również spodziewać pułapek i nagromadzeń gazu. Przeszkodą jest infrastruktura miejska, która uniemożliwia lub utrudnia uzyskanie dobrej jakości sejsmicznego obrazu strukturalnego. W tej sytuacji większe szanse na rozpoznanie struktur istnieje w rejonie pomiędzy wierceniami Gołęczewo-Rokietnica i Gołęczewo-Kobylnica. Najbardziej perspektywiczne i oczekiwane są struktury zlokalizowane bezpośrednio pod uszczelniającymi utworami cechsztynu.

3.4. SKAŁA USZCZELNIAJĄCA

Potencjalne utwory zbiornikowe czerwonego spągowca są regionalnie uszczelnione grubym kompleksem serii ewaporatów cechsztynu. W rejonie Obrzycka miąższość cechsztyńskiego kompleksu uszczelniającego wynosi około 933 m w centralnej części obszaru „Szamotuły-Poznań Północ” w rejonie Objezierza około 1240 m. natomiast w południowej części obszaru w rejonie Rokietnicy około 800 m. Obszerniejsza charakterystyka cechsztynu została przedstawiona w rozdziale 2.1.3.

Potencjalnym uszczelnieniem mogą być poziomy soli lub utworów ilastych wewnątrz utworów czerwonego spągowca. Ponadto, osady plaji mogące występować w częściach

stropowych czerwonego spągowca mogą stanowić uszczelnienie dla złóż gazu ziemnego w utworach eolicznych znajdujących się bezpośrednio pod tymi osadami. Inną kwestią jest możliwość uszczelnienia gazu w piaskowcach w systemie tight gas. Należy dodać, że w przypadku głęboko pogrzebanych piaskowcach można się spodziewać systemu naftowego określanego jako Basin Center Gas System, w którym uszczelnienie gazu stanowi unieruchomiona woda kapilarna (Kiersnowski i in., 2010).

3.5. SKAŁY NADKŁADU

Skały nadkładu karbońsko-permskiego systemu naftowego tworzą utwory mezozoiku (trias, jura, kreda) jak również kenozoiku (oligocen, miocen, czwartorzęd). Pokrywa mezozoiczno-kenozoiczna na obszarze „Szamotuły–Poznań Północ” charakteryzuje się dużą miąższością średnio >2750 m.

3.6. WIEK I MECHANIZM UTWORZENIA PUŁAPKI

Genezę antyklinalnych struktur złożowych ekranowanych tektonicznie powstałych w stropie czerwonego spągowca głównie po NE stronie wału wolsztyńskiego, gdzie występuje obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ”, próbowali wyjaśnić m.in. Antonowicz i Iwanowska (1996), Karnkowski (1999a), Kwolek (2002). Wiązali oni powstawanie szeregu pułapek złożowych pod rowami mezozoicznymi ze starokimeryjskimi deformacjami tektonicznymi przy współudziale tektoniki przesuwczej podłoża podpermskiego. Ostateczne uformowanie geometrii struktur i ich zamknięć tektonicznych odbyło się w późniejszych etapach alpejskiej ewolucji tektonicznej w okresie młodokimeryjskim i laramijskim (Maćkowski i Reicher, 2008). W wyniku tej przebudowy strukturalnej część złóż mogła ulec rozformowaniu, a uwolnione węglowodory mogły w najlepszym wypadku migrować i zasilać pułapki znajdujące się w wyższej pozycji lub po prostu uległy rozproszeniu. Nie jest wykluczone, że w tym najmłodszym, kompresyjnym etapie deformacji tektonicznych mogło dojść do niekorzystnego zniwelowania amplitud pułapek w stropie czerwonego spągowca (Maćkowski i Reicher, 2008). Większość uskoków starokimeryjskich występuje przeważnie w pobliżu krawędzi wałów anhydrytowych PZ1, utworzonych najprawdopodobniej nad wniesieniami podłoża podcechsztyńskiego. Wały te zapewne rozwijały się jeszcze w trakcie sedymentacji ewaporatów PZ1 na starszych, ale aktywnych tektonicznych założeniach waryscyjskich. Nie można wykluczyć, że już we wczesnym cechsztyńskim powstały dyslokacyjne zamknięcia wyniesień w stropie czerwonego spągowca pod wałami anhydrytowymi (Maćkowski i Reicher, 2008). Niestety bardzo ważnym problemem w interpretacji genezy struktur złożowych jest brak pewnych informacji na temat tektoniki podłoża podpermskiego. Słaba jakość danych sejsmicznych poniżej silnie tłumiących utworów cechsztyńskich nie pozwoliła dotychczas na jednoznaczną analizę genezy pułapek złożowych w utworach czerwonego spągowca. Dla porównania w północno-zachodnim basenie niemieckim większość pułapek naftowych formowała się od najpóźniejszego czerwonego spągowca do początku cechsztyń. Pułapki czerwonego spągowca były modyfikowane w późniejszych etapach ewolucji tektonicznej obszaru, ale tylko przez ruchy całych bloków podłoża (Maćkowski i Reicher, 2008; Schwarzer i Littke, 2007).

3.7. WIELKOŚĆ I KSZTAŁT PUŁAPKI

Większa część złóż występująca w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” to złoża o charakterze masywowym (Jankowice) lub warstwowym (Młodasko). Potencjalne pułapki złożowe, które mogłyby występować w obrębie utworów czerwonego spągowca mają przeważnie charakter pułapek strukturalnych związanych z występowaniem wałów anhydrytowych pod rowami mezozoicznymi, strukturalno-tektonicznych ekranowanych przez uskoki przesuwcze podłoża podpermskiego lub starokimeryjskie strefy tektoniczne, litologicznych lub strukturalno-litologicznych, dlatego wiercenia lokalizowane są zarówno w obrębie struktur jak również zamknięć litologicznych.

Potencjalne pułapki strukturalne ekranowane tektonicznie w obszarze przetargowym mogą być związane ze strefą dyslokacyjną Poznań–Szamotuły, rozciągającą się z północno-zachodu w kierunku południowo-wschodnim, która nie tylko mogła mieć wpływ nie tylko na powstanie w podłożu rowu pułapek złożowych, ale również wpłynęła na zainicjowanie ruchów solnych i powstanie diapiru Szamotuł.

Występowania pułapek litologicznych można oczekiwać w niższych partiach profilu czerwonego spągowca w strefach zazębienia piaskowców eolicznych i osadów ilasto-mułowcowych plaj w głębszej części basenu oraz pod uszczelnieniem osadami fluwalnymi piaskowców eolicznych (Maćkowski i Reicher, 2008).

3.8. WIEK I MECHANIZM GENERACJI, MIGRACJI I AKUMULACJI WĘGLOWODORÓW

Zastosowanie numerycznych modeli systemów naftowych ma na celu przeprowadzenie rekonstrukcji procesów i mechanizmów generowania, migracji i akumulacji węglowodorów. Podstawą modeli procesów generowania jest modelowanie paleotermiczne, które polega na modelowaniu dojrzałości termicznej skał zwłaszcza macierzystych. Takie modelowania przeprowadzane są głównie w wersji 1-D i pozwalają na odtworzenie w skali czasu - ewolucji geologicznej i termicznej basenu sedymentacyjnego wraz z modelowaniem procesów generowania i ekspulsji węglowodorów. W celu odtworzenia procesów migracji i akumulacji węglowodorów wykonuje się modelowania 2-D (przekrój geologiczny), natomiast modelowania 3-D integrują wszystkie wyżej wymienione procesy w postaci przestrzennej. Dokładna metodyka modeli systemów naftowych została przedstawiona w pracach m.in. Batora i Kosakowskiego (2000), Al-Hajeri i in. (2009) i Highley i in. (2006).

Charakterystykę dotyczącą wieku i mechanizmu generacji, migracji i akumulacji węglowodorów dla obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” wykonano na podstawie kompilacji wyników modeli przeprowadzonych przez Batora (2008a i b), Batora i in. (2013), Maćkowskiego i Reicher (2008), Góreckiego i in. (2008), Poprawę (2009), Batora (2011). Głównie opierano się jednak o wyniki modeli 1D procesów generowania węglowodorów wykonanych dla otworu Objezierze IG-1 (Botor, 2008b), który zlokalizowany jest w centralnej części obszaru przetargowego.

W strefie lokalizacji obszaru „Szamotuły–Poznań Północ” występuje karbońsko-dolnopermski system naftowy. Perspektywiczne skały, w których mogą występować złoża gazu ziemnego to utwory klastyczne czerwonego spągowca. W strefie tej potencjalną skałą macierzystą są utwory karbonu dolnego, natomiast za uszczelnienie odpowiedzialne są ewaporaty cechsztyń.

Na podstawie wyników modelowań dojrzałości termicznej (Fig. 3.9 i Fig. 3.10A) skały macierzyste karbonu, obecnie znajdują się w strefie generowania/występowania gazu suchego (1,4-3,5% Ro). Zatem w historii czasu geologicznego osiągnęły one odpowiednią dojrzałość do generowania gazu ziemnego. Faza generowania gazu ziemnego przez utwory karbonu została osiągnięta w czasie wzmożonej depozycji tych utworów i głębokiego pogrzebienia jeszcze w okresie waryscyjskim (starszego karbonu), kiedy skały zostały pograżone na głębokość około 2700 m. Dalszy przyrost dojrzałości termicznej i pogrzebienia został zahamowany przez erozję związaną z późnokarbońskimi deformacjami tektonicznymi. Można wnioskować, że dojrzałość utworów karbońskich została ukształtowana jeszcze przed depozycją utworów permskich, aczkolwiek nie można wykluczyć wpływu dalszego pogrzebienia utworów karbonu w okresie mezozoiku na zwiększenie dojrzałości (z końcem kredy utwory mogły zostać pogrzebane na głębokość aż 6140 m. Na podstawie modelowania wskaźnika transformacji kerogenu (% TR), obrazującego ilość wygenerowanych węglowodorów można stwierdzić, że istniały dwie zasadnicze fazy generowania gazu ziemnego – trias/jura schyłek kredy (Fig. 3.10B). Z modelowań wynika, że znacznie bardziej istotne były procesy wzrostu uwęglenia materii organicznej i transformacji kerogenu na etapie mezozoicznym niż wcześniejsze procesy w paleozoiku, co w efekcie doprowadziło do generowania znacznym ilości gazu, głównie w okresie triasu i jury, a w mniejszym zwykle stopniu również kredy (Botor, 2011). W okresie waryscyjskim, w którym prawdopodobnie ostateczna dojrzałość utworów karbonu w otworze Objezierze IG-1 została ukształtowana, nastąpiła tylko początkowa generacja węglowodorów. Wskaźnik transformacji kerogenu (TR) wyniósł 100% a potencjał generacyjny został wyczerpany w późnej kredzie. Największy wzrost nastąpił pomiędzy środkowym triasem a późną jurą (ponad 80%) (Botor, 2011).

Czas generowania gazu ziemnego na obszarze przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ” jest bardzo korzystny ponieważ, zasadniczy etap generowania miał miejsce w mezozoiku, kiedy istniało już regionalne uszczelnienie ewaporatów cechsztynu głównego systemu skał zbiornikowych czerwonego spągowca. Ponadto, początek generacji przypadający na środkowy trias miał miejsce po intensywnej przebudowie tektonicznej fazy asturyjskiej, która miała miejsce w późnym karbonie i wczesnym permie prowadząc do rozformowania istniejących wówczas pułapek złożowych. Innym ważnym aspektem związanym z czasem generowania, jest generacja węglowodorów jeszcze przed jurajską fazą masowej ilityzacji blokującej w znacznej mierze drogi migracji węglowodorów (Protas i in., 2006). Powyższe zależności mogły wpłynąć na akumulację i zachowanie się złóż w pułapkach dolnego permu.

Na obszarze przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ” w spągu utworów czerwonego spągowca występuje pokrywa wulkanitów, która w znaczący sposób mogła ograniczyć migrację gazu ziemnego w większej skali. Pod pokrywą wulkaniczną dominowała migracja krótkodystansowa, koncentrująca się wokół stref rozłamów tektonicznych (Górecki i in., 2009). Główna faza migracji gazu ziemnego z utworów karbonu rozpoczęła miała charakter pulsacyjny za zasadniczy etap przypada na okres od późnego triasu do schyłku kredy kiedy to migracja wygasa. Patrząc bardziej regionalnie główny strumień gazu migrował pod osadami plaj i następnie wulkanitów w kierunku południowo-zachodnim. W pierwszej kolejności gaz napełniał pułapki związane z większymi strefami dyslokacyjnymi. Migracja gazu o charakterze krótkodystansowym odbywała się pionowymi ścieżkami migracji, związanymi ze strefami dyslokacyjnymi przecinającymi utwory wulkaniczne.

Modelowania potwierdzają potencjał generacyjny gazu ziemnego z utworów karbonu i akumulacyjny w pułapkach złożowych utworów dolnego permu na obszarze „Szamotuły–Poznań Północ”.

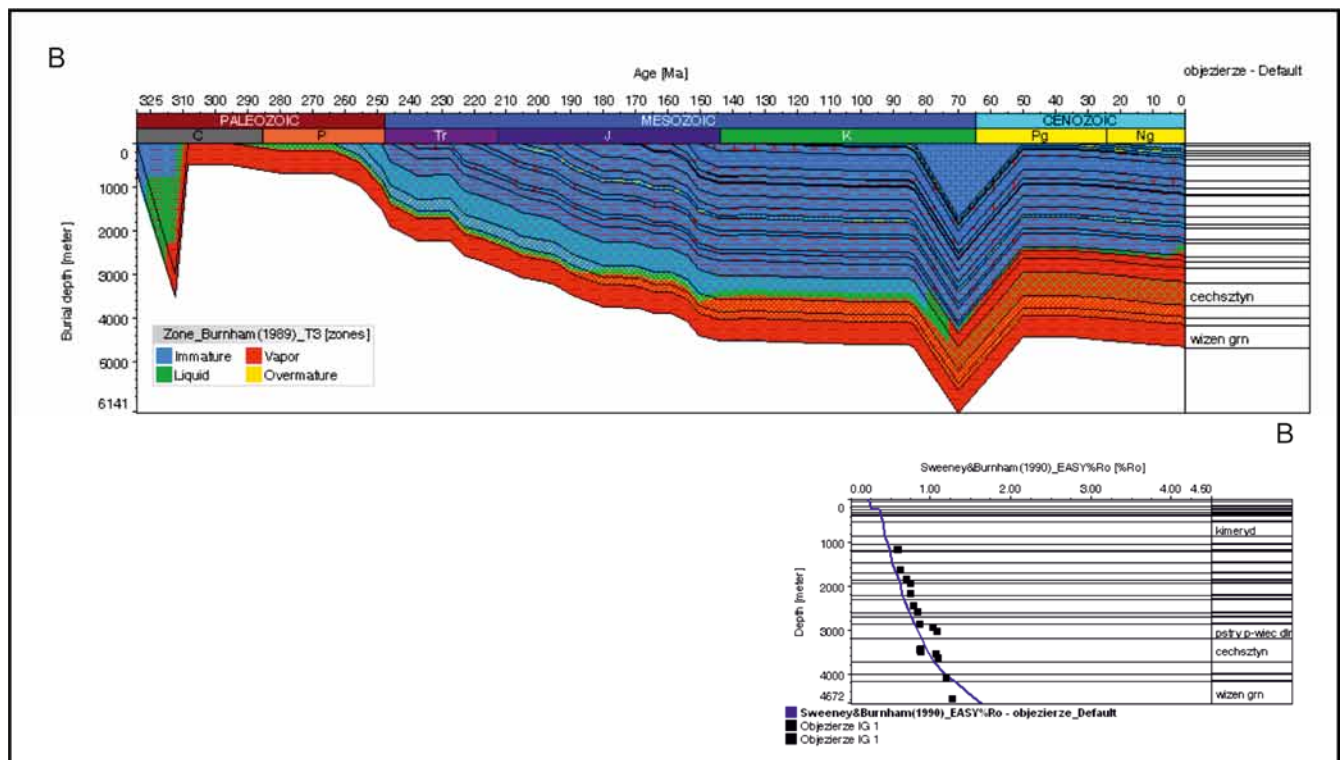


Fig. 3.9. Model 1-D historii pograżania i dojrzałości termicznej dla otworu Objezierze IG-1 (Botor, 2008b).

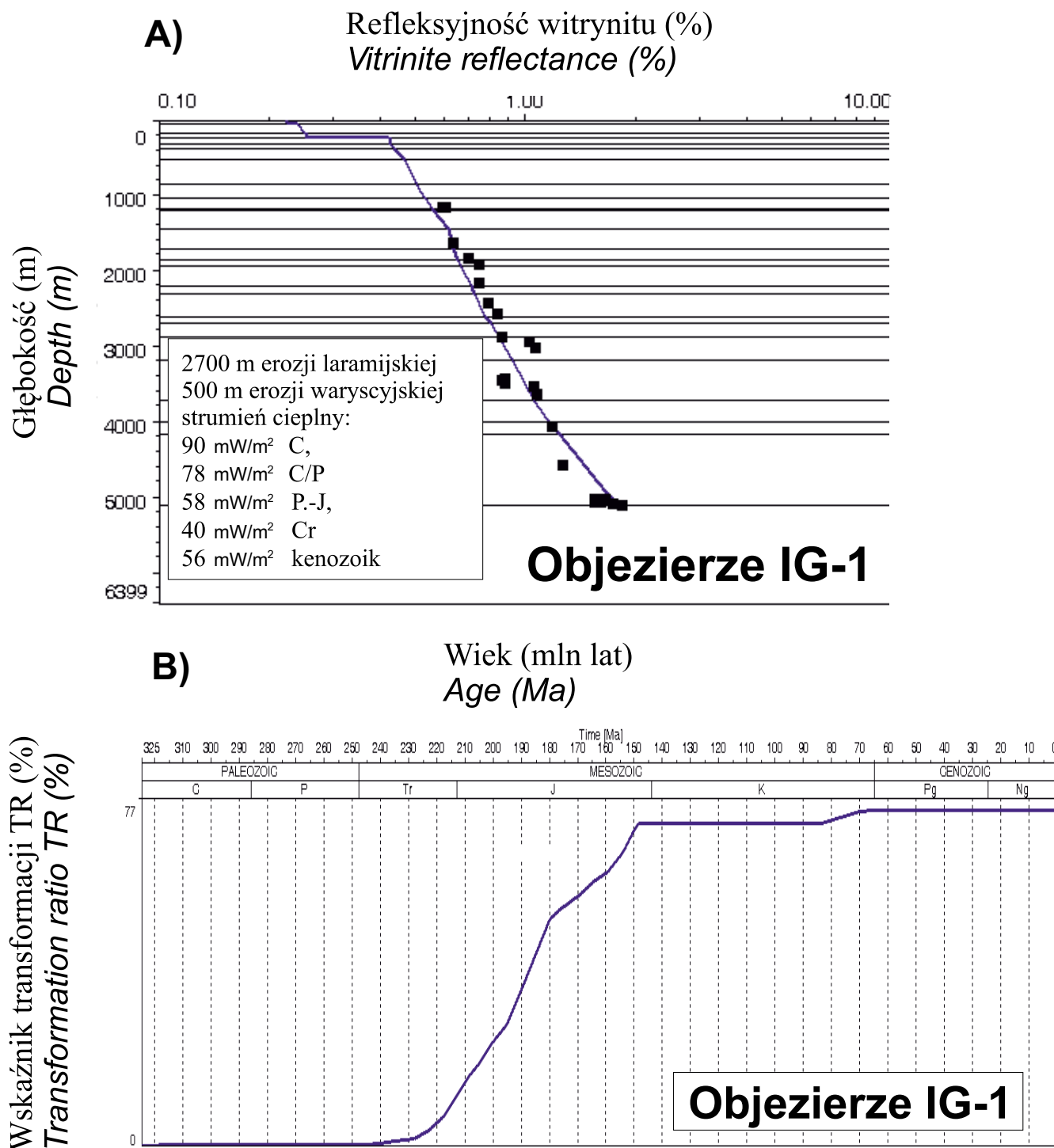


Fig. 3.10. A) Kalibracja wymodelowanej krzywej dojrzałości termicznej i pomiarów refleksyjności witrynitów w otworze Objezierze IG-1. **B)** Wymodelowany wskaźnik transformacji kerogenu (% TR) w utworach karbońskich w otworze Objezierze IG-1 (Botor, 2011).

4. ZŁOŻA GAZU ZIEMNEGO W OTOCZENIU OBSZARU PRZETARGOWEGO „SZAMOTUŁY–POZNAŃ PÓŁNOC”

Dane w oparciu o bazę danych MIDAS – PIG-PIB MŁODASKO (kod MIDAS) GZ 4709

Złoże gazu ziemnego „Młodasko” (Fig. 4.1.) znajduje się w odległości około 5 km na południe od granicy obszaru Szamotuły–Poznań Północ (Fig. 4.7).

Złoże zostało udokumentowane w 1985 roku w „Dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Młodasko” (Protas i in., 1985a), którą zatwierdzono decyzją Podsekretarza Stanu Głównego Geologa Kraju w Ministerstwie Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych z dnia 31 lipca 1986 roku znak: KZK/012/M/pf/129/5076/86 (nr w archiwum NAG 15764 CUG).

1. Położenie złoża:
miejscowość: Gaj Wielki, Sierpówko, Góra, Rumianek
gmina – Tarnowo Podgórne
powiat – poznański
województwo – wielkopolskie
2. gmina – Kaźmierz
powiat – szamotulski województwo - wielkopolskie
3. Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie
4. Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań
5. Koncesja na wydobywanie:
nr koncesji: 53/94 z dnia 9 czerwca 1994 roku
wydana przez: Minister Ochrony Środowiska,
Zasobów Naturalnych i Leśnictwa
6. Data rozpoczęcia eksploatacji: brak danych
7. Kopaliny: gaz ziemny
8. Stan zagospodarowania: złożo zagospodarowane
9. Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: perm - czerwony spągowiec (sakson), piaskowce
10. Powierzchnia złoża: 216.00 ha
11. Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:
głębokość położenia złoża [m] min. 3 469.50
max. 3 500.00 śr. -----
miąższość efektywna złoża [m] min. -----
max. ----- śr.
12. Parametry złoża oraz parametry jakościowe kopalin
13. Współczynnik wydobywania: 0,80

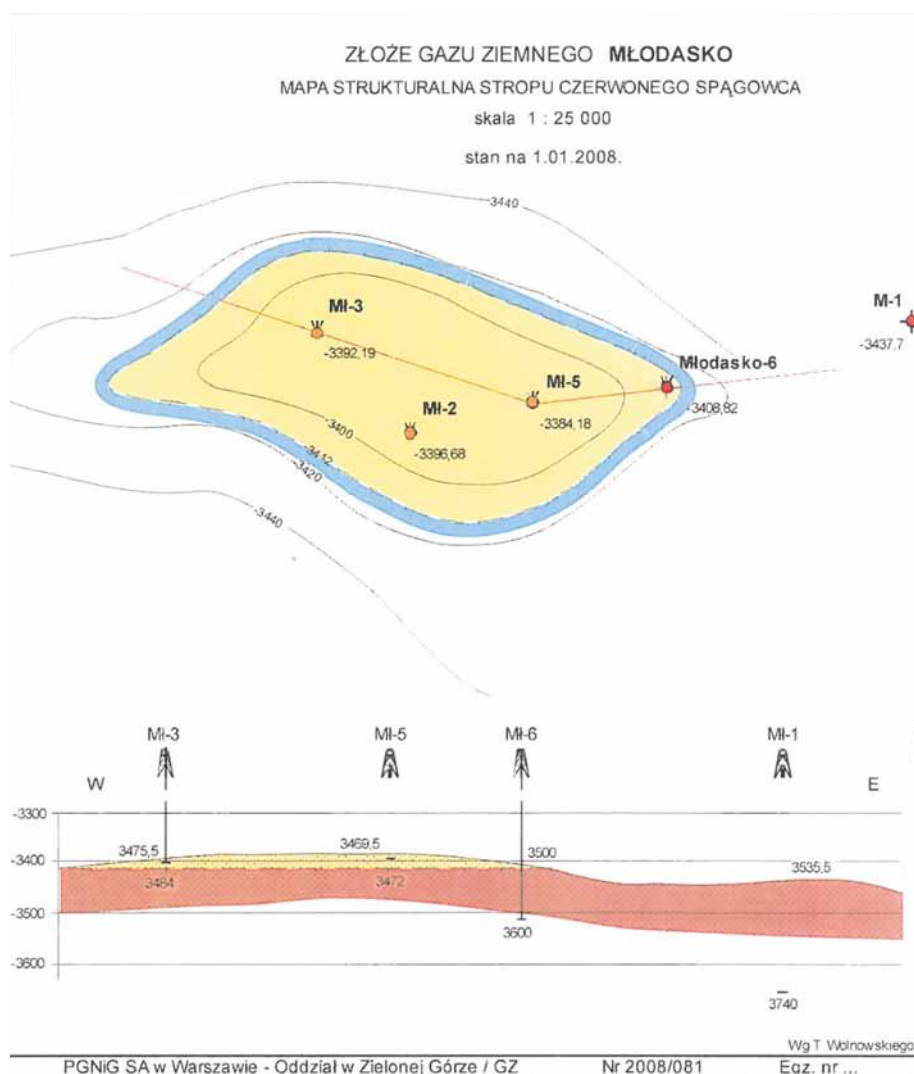


Fig. 4.1. Złoże gazu ziemnego Młodasko – mapa strukturalna stropu czerwonego spągowca (Górecki i Zawisza, 2011).

GAZY ZIEMNE

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie denne Pds	-----	-----	38.149	MPa	odwiert Młodasko-5
ciśnienie denne Pds	-----	-----	37.927	MPa	odwiert Młodasko-3
ciśnienie denne Pds	-----	-----	37.973	MPa	odwiert Młodasko-2
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	30.499	MPa	odwiert Młodasko-3
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	30.646	MPa	odwiert Młodasko-5
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	30.499	MPa	odwiert Młodasko-2
ciśnienie złożowe pierwotne	37.927	38.146	38.015	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	3 503.000	m p.p.m.	wartość przyjęta umownie
głębokość położenia złoża	3 469.500	3 500.000	-----	m	
miąższość efektywna złoża	-----	-----	10.900	m	
miąższość złoża	-----	-----	12.120	m	
porowatość	2.090	18.730	13.990	%	
przepuszczalność	255.000	635 702.570	-----	nm ²	
temperatura złoża	391.000	399.000	398.000	K	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	.	solanka chlorkowo-sodowo-wapniowa
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	prawdopodobnie wodno-aporowe
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0.800	.	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0.800	.	
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	72.000	m ³ /min	odwiert Młodasko-2
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	759.000	m ³ /min	odwiert Młodasko-5
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	289.000	m ³ /min	odwiert Młodasko-3
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	10.000	m ³ /min	odwiert Młodasko-2
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	45.000	m ³ /min	odwiert Młodasko-5
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	35.000	m ³ /min	odwiert Młodasko-3
zapiaszczenie	-----	-----	100.000	%	

Gaz ziemny z pól gazowych

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
gęstość	-----	-----	0.645	-	względem powietrza
wartość opałowa	-----	-----	28.980	MJ/m3	
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	0.660	% obj.	
zawartość CH ₄	-----	-----	77.919	% obj.	
zawartość CO	-----	-----	-----	% obj.	nie stwierdzono
zawartość H ₂	-----	-----	0.007	% obj.	
zawartość He	-----	-----	0.085	% obj.	
zawartość N ₂	-----	-----	21.311	% obj.	
zawartość siarkowodoru	-----	-----	-----	% obj.	nie stwierdzono
zawartość węglowodorów ciężkich C3+	-----	-----	0.375	g/Nm ³	
zawartość węglowodorów (razem)	-----	-----	78.597	% obj.	

13. Metoda obliczenia zasobów: objętościowa

14. Wydobywanie (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę):

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)		Zasoby wydobywalne pozabilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)	
			A+B	C	A+B	C
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	16/12/31	27,10			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	15/12/31	27,28			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	14/12/31	23,98			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	13/12/31	24,06			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	12/12/31	16,32			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	11/12/31	18,64			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	10/12/31	23,68			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	09/12/31	21,51			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	08/12/31	18,35			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	07/12/31	14,53			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	06/12/31	13,78			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	05/12/31	9,80			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	04/12/31	6,43			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	03/12/31	5,44			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	02/12/31	16,05			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	01/12/31	20,34			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	00/12/31	22,81			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	99/12/31	19,34			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	98/12/31	21,42			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	97/12/31	17,62			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	96/12/31	23,33			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	95/12/31	21,91			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	94/12/31	28,24			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	93/12/31	32,97			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	92/12/31	4,07			

Kopalina	Główna – T; towarzysząca - N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny - mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)		Zasoby wydobywalne pozabilansowe (gaz ziemny - mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)	
			A+B	C	A+B	C
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	02/12/31	16,05			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	01/12/31	20,34			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	00/12/31	22,81			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	99/12/31	19,34			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	98/12/31	21,42			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	97/12/31	17,62			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	96/12/31	23,33			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	95/12/31	21,91			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	94/12/31	28,24			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	93/12/31	32,97			
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	92/12/31	4,07			

Wydobycie gazu ziemnego ze złoża Młodasko w poszczególnych latach w formie wykresu zostało przedstawione na Fig. 4.2.

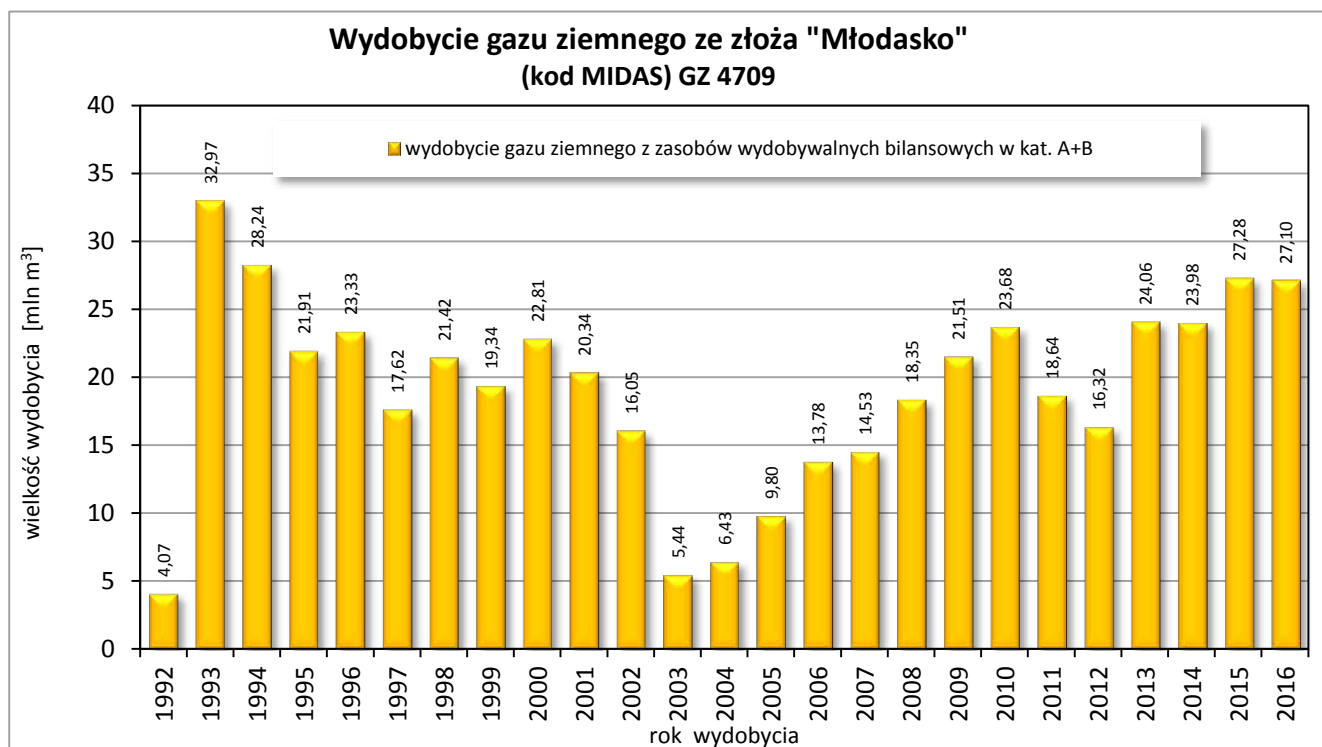


Fig. 4.2. Wydobycie gazu ziemnego ze złoża Młodasko.

15. Stan zasobów pierwotnych i aktualnych

GAZY ZIEMNEmln m³

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 31.12.1985 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	A+B	C	A+B	C
Wydobywalne	420.00	0.00	0.00	0.00
Geologiczne	540.00	0.00	0.00	0.00

Gaz ziemny z pól gazowychmln m³

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2016 r.	
	A+B	C
Bilansowe	17.00	0.00
Pozabilansowe	0.00	0.00

mln m³

	ZASOBY PRZEMYSŁOWE wg. stanu na 31.12.2016 r.	
	A+B	C
Przemysłowe	30.00	0.00
Nieprzemysłowe	31.00	0.00

CERADZ DOLNY

(kod MIDAS) GZ 4705

Złoże gazu ziemnego „Ceradz Dolny” (Fig. 4.3) znajduje się w odległości około 9 km na południe od granicy obszaru Szamotuły–Poznań Północ (Fig. 4.7).

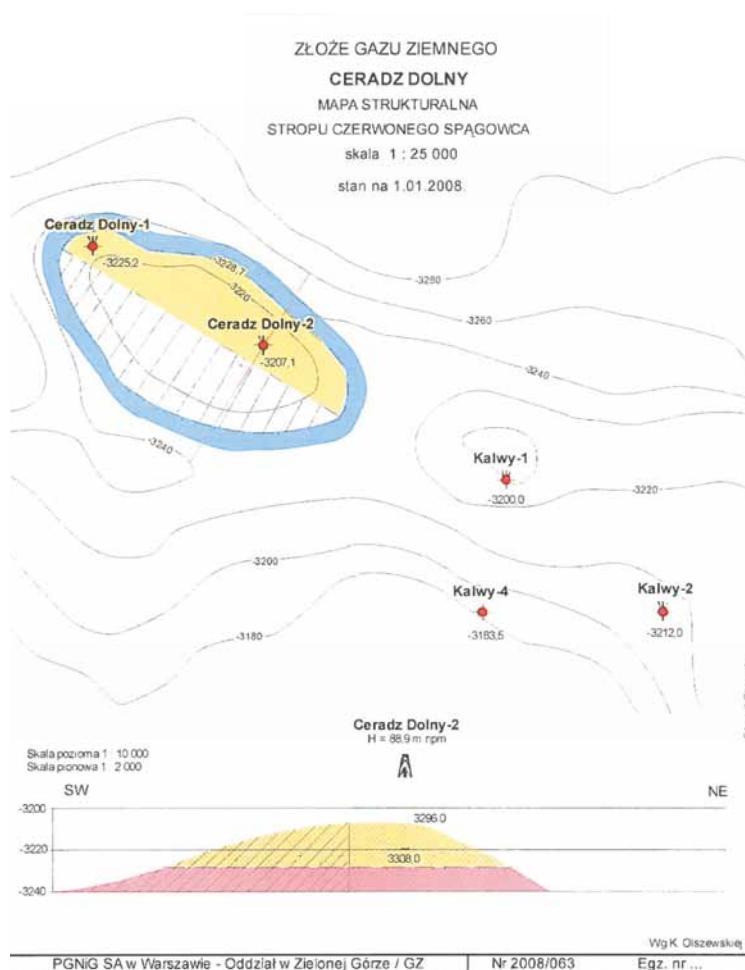


Fig. 4.3. Złoże gazu ziemnego Ceradz Dolny – mapa strukturalna stropu czerwonego spągowca (Górecki i Zawisza, 2011).

Złoże zostało udokumentowane w 1978 roku w „Dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Ceradz Dolny” (Błaszowska i Modzelewski, 1978), którą zatwierdzono decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 13 kwietnia 1979 roku znak: KZK/012/S/3957/79 (nr w archiwum NAG 12598 CUG). Najnowszy dodatek: „Dokumentacja złoża gazu ziemnego Ceradz Dolny w kat. C. Dodatek nr 1 (rozliczeniowy).” (Olszewska, 2002), zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z dnia 11 lipca 2002 roku, znak: DG/kzk/EZD/7395/2002 (nr w archiwum NAG 1368/2002).

1. Położenie złoża:
miejscowość: Ceradz Dolny, Ceradz Kościelny
gmina – Tarnowo Podgórne
powiat – poznański
województwo – wielkopolskie
gmina – Duszniki powiat - szamotulski
województwo – wielkopolskie
2. Użytkownik złoża: brak (ostatni użytkownik:
Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A.
w Warszawie
3. Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

4. Koncesja na wydobywanie: brak
5. Data rozpoczęcia eksploatacji: od lutego 1988r.
6. Kopaliny: główna - gaz ziemny (gaz ziemny metanowo-azotowy, bezgazolinowy)
7. Stan zagospodarowania: eksploatacja złoża zaniechana
8. Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: perm - czerwony spągowiec (sakson), piaskowcowe
9. Powierzchnia złoża: 137.00 ha (strefa gazonośna – 64.2968 ha)
10. Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:

głębokość położenia złoża [m]	min.	
3 207.00 max.	3 228.70	śr. -----
miąższość efektywna złoża [m]	min.	-----
max.	-----	śr. 11.74
11. Parametry złoża oraz parametry jakościowe kopaliny
12. Współczynnik wydobywania: 0,70
13. Metoda obliczenia zasobów: objętościowa
14. Wydobywanie (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę):

GAZY ZIEMNE

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	-----	-----	-----	MPa	brak danych – odwierty zlikwidowane
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	37.340	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-3 228.700	m	
głębokość położenia złoża	-3 207.000	-3 228.700	-----	m	
miąższość efektywna złoża	-----	-----	11.740	m	
porowatość	-----	-----	13.800	%	
porowatość efektywna	-----	-----	13.800	%	
przepuszczalność	0.030	127.550	-----	mD	
stopień mineralizacji wody złożowej	-----	-----	311.500	g/l	
temperatura złoża	-----	-----	117.200	st.C	
temperatura złoża	-----	-----	390.200	K	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	.	solanka chlorkowo- wapniowa lub chlorkowo-sodowo- wapniowa
warunki produkcji	-----	-----	-----	-	wodnonaporowe
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0.700	.	
współczynnik wydobycia	-----	-----	0.700	.	
zapiaszczenie	-----	-----	-----	%	nie dotyczy

Gaz ziemny z pól gazowych

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka
wartość opałowa	-----	-----	33.230	MJ/m ³
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	0.847	% obj.
zawartość CH ₄	-----	-----	81.962	% obj.
zawartość He	-----	-----	0.046	% obj.
zawartość N ₂	-----	-----	16.960	% obj.
zawartość węglowodorów ciężkich C ³⁺	-----	-----	0.035	% obj.

Kopalina	Główna – T; towarzysząca - N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny - mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)		Zasoby wydobywalne pozabilansowe (gaz ziemny - mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)	
			A+B	C	A+B	C
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	96/12/31		0,442		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	95/12/31		1,867		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	94/12/31		3,245		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	93/12/31		3,883		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	92/12/31		3,583		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	91/12/31		3,429		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	90/12/31		2,467		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	89/12/31		5,030		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	88/12/31		9,780		

Wydobycie gazu ziemnego ze złoża Ceradz Dolny w poszczególnych latach w formie wykresu zostało przedstawione na Fig. 4.4.

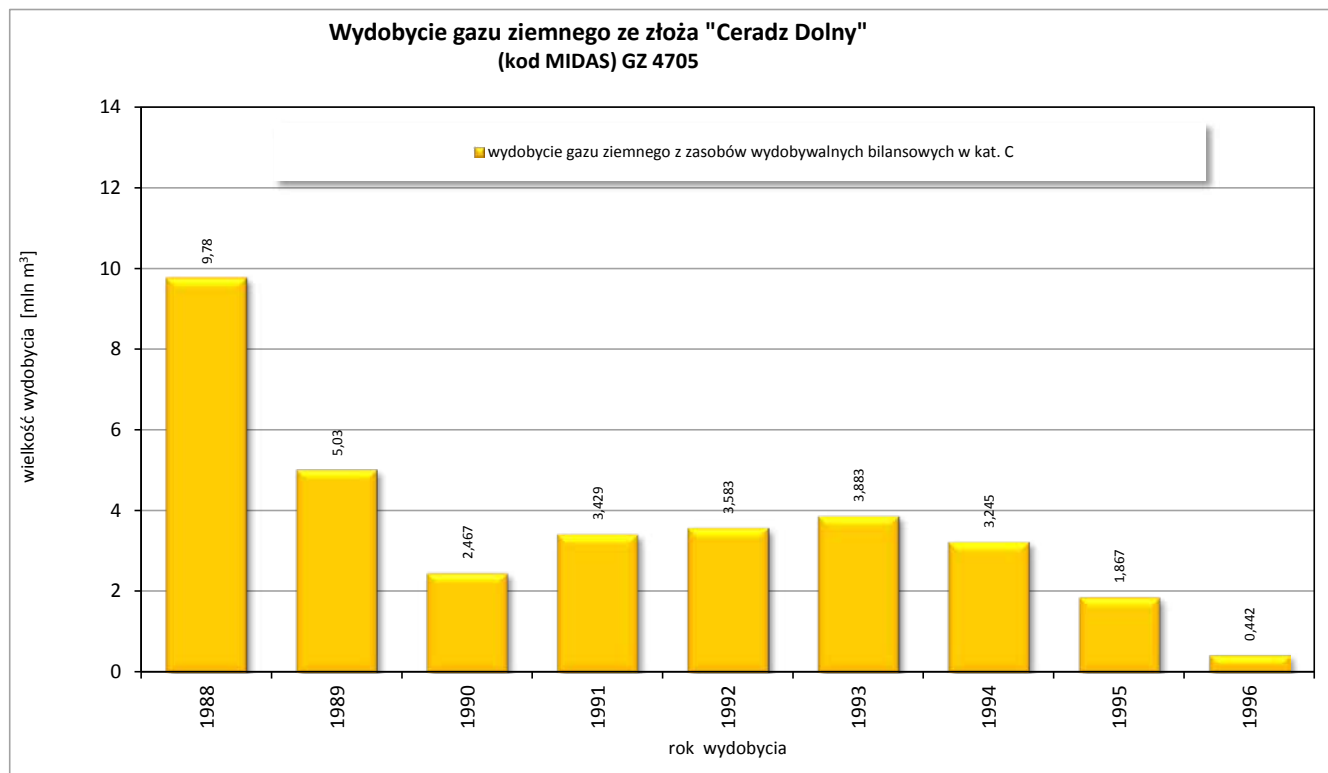


Fig. 4.4. Wydobycie gazu ziemnego ze złoża Ceradz Dolny.

Według informacji zawartych w „Dokumentacji złoża gazu ziemnego Ceradz Dolny w kat. C. Dodatek nr 1 (rozliczeniowy).”

do dnia 31.12.2001r. wydobyto 33.7260 mln m³ gazu ziemnego w kat. C oraz 20.415 tys. ton wody złożowej.

15. Stan zasobów pierwotnych i aktualnych

GAZY ZIEMNE

mln m³

mln m³

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 31.12.2001 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	A+B	C	A+B	C
Wydobywalne	0.00	85.27	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	136.27	0.00	0.00

	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 31.12.2001 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	A+B	C	A+B	C
Wydobywalne	0.00	650.00	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	900.00	0.00	0.00

Gaz ziemny z pól gazowych

mln m³

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2016 r.	
	A+B	C
Przemysłowe	0.00	85.27
Nieprzemysłowe	0.00	0.00

Brak zasobów przemysłowych

JANKOWICE**(kod MIDAS) GZ 4708**

Złoże gazu ziemnego „Jankowice” (Fig. 4.5) znajduje się w odległości około 9 km na południe od granicy obszaru Szamotuły–Poznań Północ (Fig. 4.7).

Złoże zostało udokumentowane w 1985 roku w „Dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Jankowice” (Pro-

tas i in., 1985b), którą zatwierdzono decyzją Podsekretarza Stanu Głównego Geologa Kraju w Ministerstwie Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych z dnia 23 czerwca 1986 roku znak: KZK/012/M/pf/119/5075/86 (nr w archiwum NAG 15865 CUG). Najnowszy dodatek: „Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Jankowice w kat. C” (Chruścińska, 2014), zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z dnia 31 października 2014 roku, znak: DGK-VIII-4741-8207/75/44216/14/MW (nr w archiwum NAG 4961/2014).

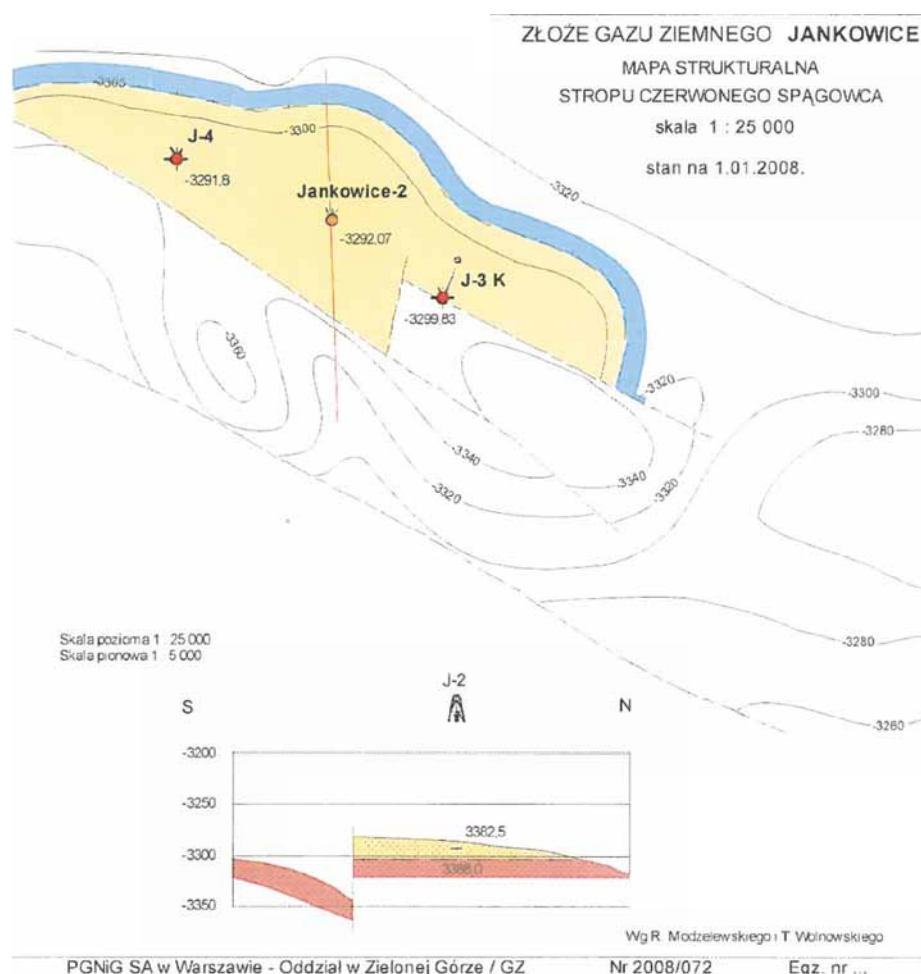


Fig. 4.5. Złoże gazu ziemnego Jankowice – mapa strukturalna stropu czerwonego spągowca (Górecki i Zawisza, 2011).

- Położenie złoża:
miejscowość: Ceradz Kościelny, Jankowice, Gaj Wielki
gmina – Tarnowo Podgórne
powiat – poznański województwo – wielkopolskie
gmina – Kaźmierz powiat - szamotulski
województwo – wielkopolskie
- Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie
- Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań
- Koncesja na wydobywanie:
nr koncesji: 55/94 z dnia 19 kwietnia 1994 roku
wydana przez: Minister Ochrony Środowiska,
Zasobów Naturalnych i Leśnictwa
- Data rozpoczęcia eksploatacji: od lutego 1988r.
- Kopaliny: gaz ziemny (gaz ziemny zaazotowany)
- Stan zagospodarowania: eksploatacja złoża zaniechana
- Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: perm – czerwony spągowiec (sakson), piaskowce
- Powierzchnia złoża: 128.00 ha
- Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:
głębokość położenia złoża [m]
min. -3 289.10 max. -3 307.50 śr. -----
miąższość efektywna złoża [m] min. -----
max. ----- śr. 16.40

11. Parametry złoża oraz parametry jakościowe kopalin

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	-----	-----	22.220	MPa	
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	37.500	MPa	z gł. -3284,15 m
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-3 307.500	m	TVD SS
głębokość położenia złoża	-3 289.100	-3 307.500	-----	m	TVD SS
miąższość efektywna złoża	-----	-----	12.250	m	
porowatość	-----	-----	9.970	%	odw. Jankowice-4
przepuszczalność	-----	-----	3.890	mD	odw. Jankowice-4
stopień mineralizacji wody złożowej	-----	-----	270.600	g/l	odw. Jankowice-5
temperatura złoża	-----	-----	387.000	K	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	.	solanka chlorkowo-sodowo-wapniowa
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	wodnonaporowe
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0.550	.	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0.450	.	
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	103.000	m ³ /min	przed rozpoczęciem eksploatacji
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	4.000	m ³ /min	na 2008 r.
wykładnik wodny	-----	-----	33.230	g/m ³	

Gaz ziemny z pól gazowych

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciepło spalania	30.760	33.630	32.020	MJ/m ³	
gęstość	-----	-----	0.649	-	
liczba Wobbego	-----	-----	38.720	MJ/m ³	
siarkowodór H ₂ S	-----	-----	-----	mg/m ³	
wartość opałowa	29.260	32.010	30.190	MJ/m ³	
zawartość C ₂ H ₆	0.339	0.763	0.495	% obj.	
zawartość CH ₄	76.338	83.877	79.760	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	-----	-----	0.415	% obj.	
zawartość He	0.059	0.101	0.093	% obj.	
zawartość Hg	-----	-----	153.322	µg/m ³	
zawartość N ₂	15.650	23.000	19.180	% obj.	
zawartość węglowodorów ciężkich C ³⁺	0.012	0.021	0.015	% obj.	
zawartość węglowodorów (razem)	-----	-----	80.270	% obj.	

12. Współczynnik wydobywania: 0,45

13. Metoda obliczenia zasobów: dynamiczna

14. Wydobywanie (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę):

Kopalina	Główna – T; towarzysząca – N	Stan zasobów na dzień (rok/miesiąc/ dzień)	Zasoby wydobywalne bilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)		Zasoby wydobywalne pozabilansowe (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)	
			A+B	C	A+B	C
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	13/12/31		0,14521		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	12/12/31		0,091841		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	11/12/31		0,2024		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	10/12/31		0,4826		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	09/12/31		0,5403		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	08/12/31		1,4146		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	07/12/31		1,8697		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	06/12/31		1,8453		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	05/12/31		1,7860		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	04/12/31		1,8050		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	03/12/31		1,7230		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	02/12/31		2,2320		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	01/12/31		2,4820		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	00/12/31		2,9440		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	99/12/31		4,8290		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	98/12/31		4,9300		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	97/12/31		6,0380		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	96/12/31		6,6110		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	95/12/31		6,6250		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	94/12/31		7,9680		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	93/12/31		8,5700		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	92/12/31		8,0050		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	91/12/31		8,9050		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	90/12/31		4,3150		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	89/12/31		4,7690		
gaz ziemny (z pól gazowych)	T	88/12/31		4,3900		

Wydobycie gazu ziemnego ze złoża Jankowice w poszczególnych latach w formie wykresu zostało przedstawione na Fig. 4.6.

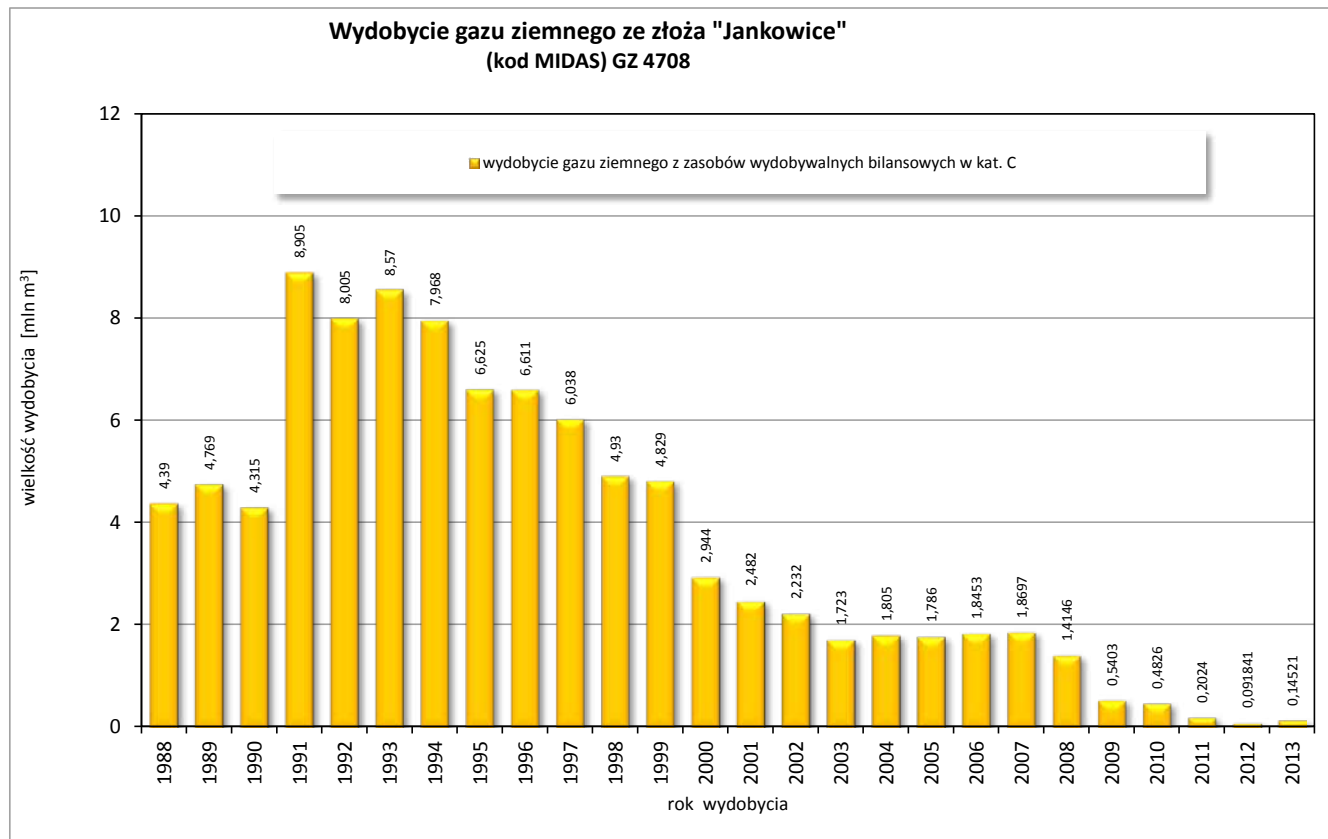


Fig. 4.6. Wydobycie gazu ziemnego ze złoża Jankowice.

Według informacji zawartych w „Dodatku nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża Jankowice w kat. C” do dnia 28.06.2013 r. wydobyto 95.5190 mln m³ gazu ziemnego oraz 3174.3 m³ wody złożowej.

15. Stan zasobów pierwotnych i aktualnych

GAZY ZIEMNE

mln m³

	ZASOBY GEOLOGICZNE wg. stanu na 28.06.2013 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	A+B	C	A+B	C
Wydobywalne	0.00	0.00	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	115.48	0.00	0.00

mln m³

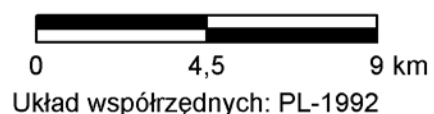
	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 28.06.2013 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	A+B	C	A+B	C
Wydobywalne	0.00	95.52	0.00	0.00
Geologiczne	0.00	211.00	0.00	0.00

Brak zasobów geologicznych
Brak zasobów przemysłowych

→ Fig. 4.7. Lokalizacja złóż węglowodorów w sąsiedztwie obszaru przetargowego Szamotuły-Poznań Północ.

Obszary wytypowane
do postępowania przetargowego na koncesje
na poszukiwanie i rozpoznawanie
złóż węglowodorów oraz wydobywanie
węglowodorów ze złóż w 2017 r.

SZAMOTUŁY-POZNAŃ PÓŁNOC

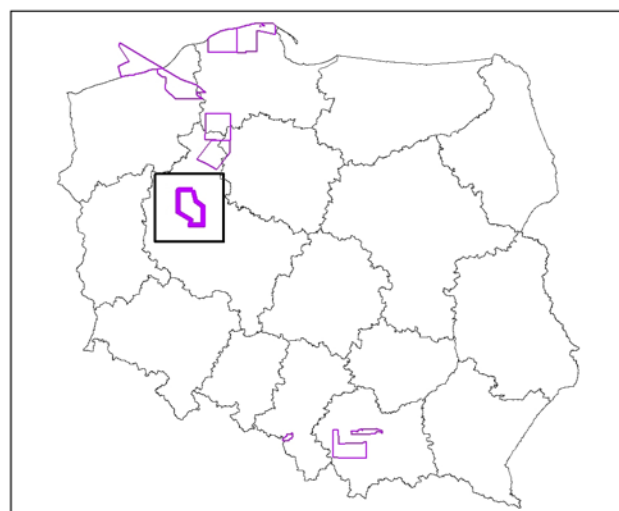


Objaśnienia

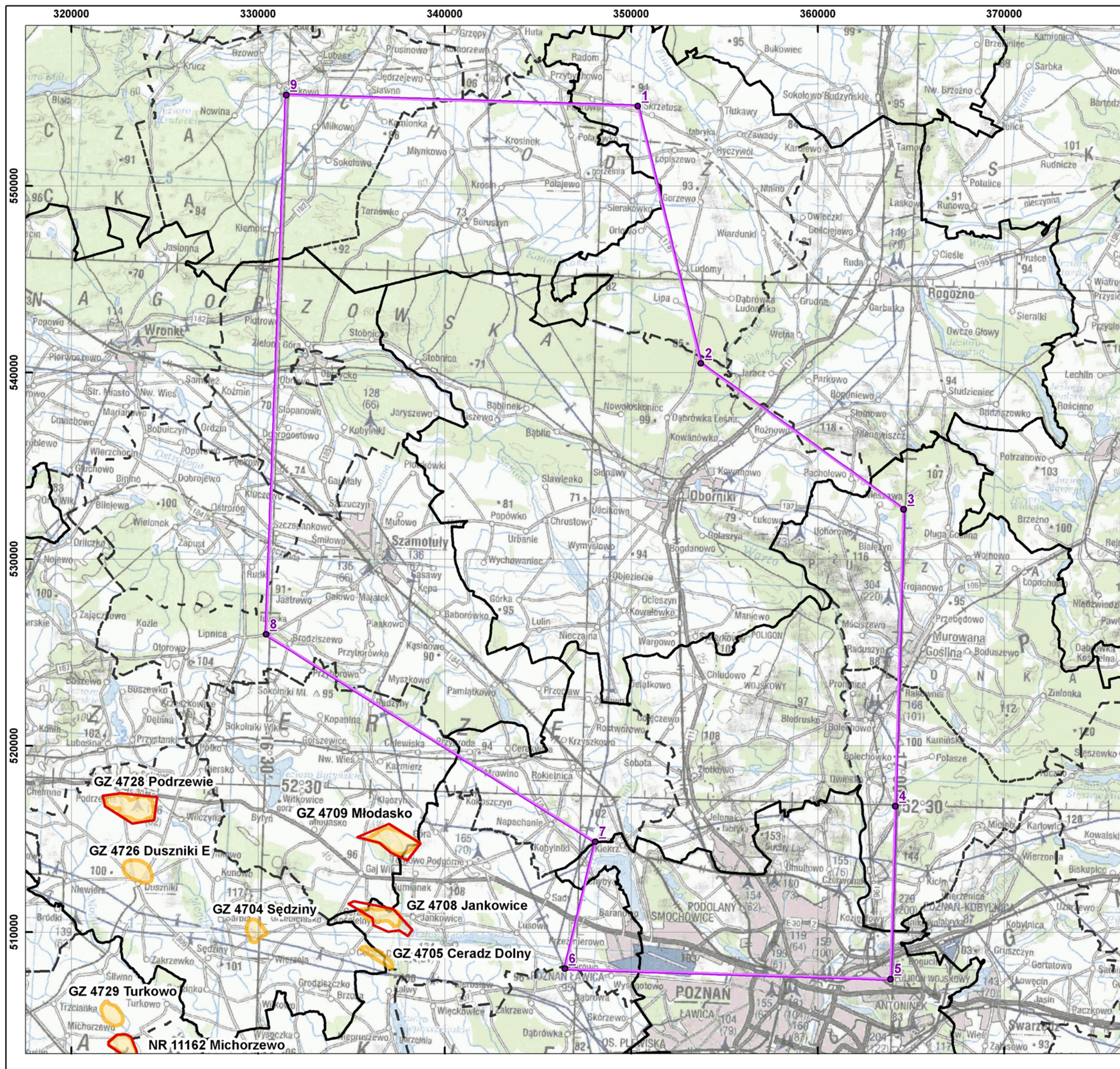
- obszary wytypowane do przetargu
- złoża węglowodorów
- obszary górnicze
- granice gmin
- granice powiatów
- granice województw

Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru
Szamotuły-Poznań Północ
układ współrzędnych PL-1992

Nr punktu	X	Y
1	554275,834	350362,873
2	540476,386	353736,920
3	532656,265	364597,079
4	516752,540	364155,530
5	507487,326	363899,151
6	508036,814	346455,309
7	514844,000	348080,260
8	525964,310	330432,620
9	554868,380	331517,039



Źródłem danych o złożach kopalni
jest System Gospodarki i Ochrony
Bogactw Mineralnych MIDAS



5. DANE O OTWORACH WIERTNICZYCH

5.1. OPIS WYKONANYCH BADAŃ I INTERPRETACJI GEOFIZYKI OTWOROWEJ

Opisu wykonanych badań i interpretacji geofizyki otworowej wykonano dla wybranych otworów z obszaru przetargowego „Szamotuły – Poznań Północ”: Objezierze IG-1, Obrzycko 1, Obrzycko 2, Rokietnica 2 i Swadzim 1.

Uwaga: wszystkie głębokości podano w metrach pod poziomem terenu, pomiar po ścianie otworu (Measured Depth). Głębokości zostały przybliżone do 1m.

Opis wykonanych badań i interpretacji geofizyki otworowej w otworze Objezierze IG-1

Pomiary geofizyki otworowej wykonane w utworach czerwonego spągowca

Wg Deczkowskiego i in. (1989) w otworze Objezierze IG-1 (Fig. 5.1) w perspektywnym interwale czerwonego spągowca (4144-4595 m) wykonano następujące badania geofizyki otworowej analogowymi zestawami aparatur:

1. Klasyczne profilowanie oporności wykonane 3-4 sondami gradientowymi o różnych rozstawach w interwałach: 3480-4145 m, 4163-4210 m, 4163-4521 m, 4475-4720 m.
2. Klasyczne profilowanie oporności wykonane sondą potencjałową: 4480-4725 m.
3. Sterowane mikroprofilowanie oporności: 4163-4220 m (w dokumentacji znajduje się adnotacja, że pomiar jest niepełnowartościowy).
4. Sterowane profilowanie oporności: 3485-4150 m, 4163-4228 m, 4480-4716 m.
5. Profilowanie akustyczne: 4163-4228 m, 4160-4525 m, 4450-4725 m.
6. Profilowanie gamma: 2900-4230 m (pomiar wykonany częściowo w odwiercie zarurowanym), 4125-4530 m, 4455-4725 m.
7. Profilowanie neutron-gamma: 2900-4230 m (pomiar wykonany częściowo w odwiercie zarurowanym), 4125-4530 m, 4455-4725 m.
8. Profilowanie gamma-gamma: 4100-4230 m i 4160-4530 m, 4455-4724 m.
9. Profilowanie średnicy: 2990-4145 m, 4150-4230 m, 4157-4520 m, 4160-4723 m, 4160-4987 m, 4160-5075 m.
10. Profilowanie krzywizny: 3500-4150 m, 4100-4228 m, 4200-4525 m, 4475-4725 m.
11. Profilowanie temperatury w warunkach nieustalonej równowagi termicznej: 4025-4155 m, 4405-4505 m, 4485-4725 m.
12. Profilowanie temperatury w warunkach ustalonej równowagi termicznej: 50-4250 m.
13. Profilowanie cementomierzem akustycznym: 200-4160 m.

Dokumentacja końcowa badań geofizycznych odwiertu Objezierze IG-1 (Deczkowski i in., 1989) zawiera następującą charakterystykę utworów czerwonego spągowca:

1. 4144-4353 m – seria osadowa reprezentowana głównie przez piaskowce i zlepieńce,
2. 4353-4420 m – skały osadowe + wulkanity,
3. 4420-4525 m – seria skał wylewnych,
4. 4525-4595 m – ilowce, mułowce z podrzędnym udziałem piaskowców.

Opis własności zbiornikowych zestawiono w poniższej tabeli.

Interwał	Litologia	Wł. zbiorn. porowatość	Nasycenie
4144-4163	poziom o nieokreślonej charakterystyce złożowej i kolektorskiej		
4176-4179	Piaskowce, zlepieńce	słabe 11- max 13	solankowo-gazowe
4179-4216	piaskowce, zlepieńce	słabe 3-11	zawodnione
4218-4242	piaskowce, zlepieńce	średnie 3-15	zawodnione
4252-4337	piaskowce, zlepieńce	średnie 3-15	zawodnione
4346.5-4352	piaskowce, zlepieńce	słabe max 10	zawodnione
4567.5-4572.5	piaskowiec	b. słabe 5-7	zawodnione

Tab. 5.1. Opis własności zbiornikowych utworów czerwonego spągowca w otworze Objezierze IG-1 (Deczkowski i in., 1989).

We wnioskach końcowych dot. utworów czerwonego spągowca stwierdzono, że „charakterystyka geofizyczna nie wskazuje na możliwość akumulacji bituminów w obrębie wydzielonych poziomów zbiornikowych”.

W formie cyfrowej w NAG dostępne są zarówno odcinkowe jak i – dla wybranych pomiarów (profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma, profilowanie średnicy, profilowanie neutron-gamma, profilowanie akustyczne, dwa klasyczne profilowania oporności) – połączone krzywe geofizyki otworowej. Niektóre połączone krzywe (profilowanie średnicy, profilowanie

akustyczne, dwa klasyczne profilowania oporności) charakteryzują się brakiem danych w interwale ok. 4144-4190 m, pomimo, że dane te są dostępne w pomiarach odcinkowych. Wynika to prawdopodobnie z faktu, że pomiary te mogły być przeprowadzone w częściowo zarurowanym odcinku otworu.

W otworze Objezierze IG-1 (wywierconym w 1987 r.) w interwale perspektywnym obejmującym utwory czerwonego spągowca (4144-4595 m) w formie cyfrowej, w czterech odcinkach pomiarowych, dostępne są następujące profilowania (w nawiasach skrót używany w bazach danych CBDG):

1. Profilowanie średnicy (CALI) – od głębokości 4153 m,
2. Profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma (GR),
3. Profilowanie neutron-gamma (NEGR),
4. Profilowanie gamma-gamma (GGDN),
5. Klasyczne profilowania oporności sondami o różnych rozstawach:
 - a) EL09 i EN10 – w całości utworów czerwonego spągowca poza interwałem ok. 4150-4157 m
 - b) EL14 i EL26 – do głębokości ok. 4149 m.
6. Sterowane profilowanie oporności (LL3) – do głębokości 4150 m,
7. Profilowanie akustyczne (DT),
8. Profilowanie temperatury w warunkach nieustalonej równowagi termicznej (TEMP) – do głębokości 4155 m.

Profilowania radiometryczne zostały zarejestrowane w impulsach na minutę (nie były skalibrowane), w obecnie dostępnych danych cyfrowych odcinkowe krzywe (GR, NEGR, GGDN) są wyrażone w impulsach na minutę (cpm), zaś połączone krzywe GR (GR_C) i NEGR (NEGR_C) wyrażone są w jednostkach „a_unit” będących próbą skalibrowania oryginalnych pomiarów. Ponadto, połączona krzywa GR (GR_S) została przeliczona na jednostki API metodą statystyczno-stratygraficzną (Szewczyk, 2000).

Opis wykonanych badań i interpretacji geofizyki otworowej w otworze Obrzycko-1

Perspektywiczne utwory czerwonego spągowca występują w głębokości 4165,2-4381,7 m. Wg Binder (1973) w interwale tym wykonano następujące badania geofizyki wiertniczej:

1. Boczne sondowanie oporności w interwale 4125-4279 m;
2. Skrócone sondowanie oporności w interwale 4125-4258 m;
3. Sterowane profilowanie oporności (laterolog trójelektrodowy) w interwałach 4125-4258 i 4125-4279 m;
4. Profilowanie średnicy w interwałach 4125-4279 i 4125-4258 m;
5. Profilowanie gamma i neutron gamma w interwałach 4100-4262 i 4100-4283 m;
6. Profilowanie akustyczne w interwale 4100-4285 m;
7. Profilowanie krzywizny w interwałach 3750-4250 i 4225-4283 m;
8. Profilowanie temperatury w interwałach 4000-4285 i 4050-4260 m.
9. Ponadto, podczas wiercenia w interwałach 4135, 8-4264,5; 4135,8-4285,7; 4155-4215; 4200-4265 i 4264,5-4285,7 wykonano profilowania gazowe.

Wg interpretacji pomiarów geofizyki wiertniczej w interwale czerwonego spągowca w przedziale 4165-4264 m można wydzielić dwie serie o odmiennych własnościach zbiornikowych:

1. 4165-4200 m – brak własności zbiornikowych;
2. 4200-4264 – b. zróżnicowane własności zbiornikowe, najwyższa porowatość (ok. 11%) występuje w interwale 4225-4218 m.

W pozostałych częściach przekroju porowatość wynosi 1-7%. Gaz występuje prawdopodobnie w przedziałach 4200-4232 i 4247-4255 m.

W zasobach CBDG znajduje się jeden plik zawierający połączone profilowania w tym pomiary z interwału czerwonego spągowca. Profilowanie gamma i oporności dostępne są do głębokości 4381 m, neutron-gamma i akustyczne do głębokości 4383 m, a profilowanie średnicy do głębokości 4372 m.

Opis wykonanych badań i interpretacji geofizyki otworowej w otworze Obrzycko-2

Perspektywiczne utwory czerwonego spągowca nie zostały nawiercone – w czasie wiercenia nastąpiła erupcja gazu skażonego siarkowodorem z poziomu dolomitu głównego w związku z czym otwór szybko zlikwidowano (Ryba, 1979).

Opis wykonanych badań i interpretacji geofizyki otworowej w otworze Rokietnica-2

Perspektywiczne utwory czerwonego spągowca występują w głębokości 3547,5-3739 m. Wg Protas i Ryba (1983) w interwale tym wykonano następujące badania geofizyki wiertniczej:

1. Skrócone sondowanie oporności w interwale 3282-3635 m;
2. Terowane profilowanie oporności (laterolog trójelektrodowy) w interwale 3282-3635 m;
3. Sterowane mikroprofilowanie oporności w interwale 3282-3635 m;
4. Profilowanie średnicy w interwale 3282-3635 m;
5. Profilowanie gamma i neutron gamma w interwale 2700-3638 m;
6. Profilowanie akustyczne w interwale 3282-3635 m;
7. Profilowanie cementomierzem akustycznym w interwale 500-3282 m.

Interpretację wykonanych badań zestawiono w poniższej tabeli:

Interwał [m]	Porowatość [%]
3547-3552	9-10
3552-3574	7
3574-3582	8
3582-3595	11
3595-3603	12
3603-3622,5	15

Tab. 5.2. Interpretacja porowatości w otworze Rokietnica-2.

Wg tej interpretacji utwory czerwonego spągowca (3547-3635 m) nasycone są gazem do głębokości 3603 m.

W zasobach CBDG znajduje się jeden plik .las z połączonymi profilowaniami gamma, neutron-gamma, akustycznym, laterologiem trójelektrodowym i średnicy. Pomiary te są dostępne od stropu permu, a kończą się na głębokości 3640 m (3637 w przypadku profilowania gamma i średnicy).

Opis wykonanych badań i interpretacji geofizyki otworowej w otworze Swadzim-1

Perspektywiczne utwory czerwonego spągowca występują w głębokości 3452,5-3650,5 m. Wg Protas (1985) w interwale tym wykonano następujące badania geofizyki wiertniczej:

1. Skrócone sondowanie oporności w interwale 3348-3646 m;
2. Sterowane profilowanie oporności (laterolog trójelektrodowy) w interwale 3348-3646 m;
3. Sterowane mikroprofilowanie oporności w interwale 3282-3635 m;
4. Profilowanie średnicy w interwale 3348-3646 m;
5. Profilowanie krzywizny w interwale 3325-3645 m;
6. Profilowanie gamma i neutron gamma w interwale 3348-3646 m;

Wg interpretacji pomiarów geofizyki wiertniczej w interwale czerwonego spągowca tylko w jego stropowej partii (do głębokości 3455 m) występują ślady nasycenia bituminami, ale nie przewidywano przemysłowego przyływu gazu.

W zasobach CBDG znajduje się jeden plik .las z łączonymi pomiarami geofizyki otworowej. Dla interwału czerwonego spągowca dostępne są profilowania: gamma, neutron-gamma, oporności i średnicy. Pomiary te są dostępne od stropu permu, a kończą się na głębokości 3648 m (3643 w przypadku profilowania średnicy).

5.2. CHARAKTERYSTYKA HYDRODYNAMICZNA I HYDROCHEMICZNA POZIOMÓW ZBORNIKOWYCH

Objezierze IG-1

Celem opróbowania było wydzielenie poziomów o najlepszych warunkach zbiornikowych (Deczkowski i in., 1989). Zbadano w sumie siedem poziomów, w utworach karbonu, permu, jury środkowej i kredy dolnej. Dla każdego badanego poziomu zbiornikowego przeprowadzono pomiary przyływu oraz określono pozostałe parametry złożowe potrzebne do charakterystyki warunków ciśnieniowych. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, iż tylko jeden z siedmiu badanych poziomów wykazuje dobre własności kolektorskie.

Opróbowanie poziomów zbiornikowych przeprowadzono w trakcie wiercenia oraz po jego zakończeniu (przez perforację rur) przy użyciu próbników rurowych typu KII 2M-95 i KII 2M-146.

Opróbowanie w trakcie wiercenia

Poziom 4173,0-4160,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Badanie wykonano próbnikiem KII 2M-95 przy zastosowaniu zalewki z wody zwykłej (zalamo 2100 m przewodu wiertniczego nad próbnikiem). Uzyskano śladowy przyływ gazu palnego z interwału odsłoniętego pod rurami.

Przebieg badania:

I okres przyływu: ciśnienie 206,8 – 206,8·10³ hPa, czas 17 min.

II okres odbudowy: ciśnienie 206,8 – 463,6·10³ hPa, czas 171 min.

III okres przyływu: ciśnienie 209,0 – 213,2·10³ hPa, czas 242 min.

IV okres odbudowy: ciśnienie 213,2 – 429,6·10³ hPa, czas 471 min.

W okresach przyływu przez początkowe 42 minuty obserwowano słaby i przerywany wypływ powietrza z przewodu. Przez pozostały czas przyływu stwierdzono brak wypływu powietrza. W trakcie wyciągania próbki stwierdzono zgazowanie zalewki w 7 pasach przewodu wiertniczego. W wyniku opróbowania uzyskano śladowy przyływ gazu palnego (Tab. 5.3). Badana próbka zawierała gaz ziemny palny bezgazolinowy, z bardzo wysoką domieszką wodoru pochodzącego z fermentacji płuczek. Suma węglowodorów wynosiła 36,0631% obj., suma składników palnych 81,4364% obj., a suma C₃+ 0,427 g/Nm³. Wykreślone przez manometry krzywe wzrostu ciśnienia nie pozwalają na prawidłowe określenie ciśnienia złożowego. Brak jest wystar-

czającej stabilizacji tych krzywych. Przebieg odbudowy ciśnienia wskazuje na bardzo niską przepuszczalność opróbowanych piaskowców. Wyniki opróbowania pozwalają wykluczyć możli-

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	35,9962	258,201
C ₂ H ₆	0,0418	0,565
C ₂ H ₄	0,0060	0,076
C ₃ H ₈	0,0023	0,046
C ₃ H ₆	0,0089	0,170
C ₄ H ₁₀	0,0079	0,211
H ₂	45,3733	40,791
CO ₂	0,0748	1,478
He	0,0007	0,001
N ₂	18,4881	231,231
Razem	100,0000	532,770
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,458 gęstość gazu czystego: 0,412 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 6,3307% obj. N ₂ nadmiarowy: 17,0334% obj.		

Tab. 5.3. Skład gazu z poziomu 4173,0-4160,0 m – perm (czerwony spągowiec).

wość uszkodzenia strefy przyodwiertowej.

Poziom 4195,0-4160,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce, mułowce

Badanie wykonano próbnikiem KII 2M-95 przy zastosowaniu zalewki z wody zwykłej (zalamo 2212 m przewodu wiertniczego nad próbnikiem). Z interwału odsłoniętego pod rurami uzyskano przyływ solanki zgazowanej gazem palnym.

Przebieg badania:

I okres przyływu: ciśnienie 219,0 – 219,7·10³ hPa, czas 19 min.

II okres odbudowy: ciśnienie 219,7 – 454,7·10³ hPa, czas 238 min.

III okres przyływu: ciśnienie 221,3 – 259,3·10³ hPa, czas 1442 min.

IV okres odbudowy: ciśnienie 259,3 – 421,5·10³ hPa, czas 596 min.

Podczas I okresu przyływu obserwowano słany wypływ powietrza. Podczas II okresu przyływu wypływ powietrza był bardzo słaby i przerywany. W wyniku opróbowania uzyskano niewielki przyływ solanki (Tab. 5.4) zgazowanej gazem palnym (Tab. 5.5). Przyływ solanki wyniósł około 1,5 m³ w sumarycznym czasie 1462 minut. Średnią wydajność przyływu określono na 0,053 m³/h. Zwierciadło płynu w przewodzie wiertniczym stwierdzono na głębokości 1536 m, jednak poziom ten nie był ustabilizowany i wykazywał tendencję wzrostową. W badanej wodzie wśród anionów dominują chlorki w ilości 99,33% mval, a wśród kationów sód w ilości 67,9% mval i wapń – 26,11% mval. Z pierwiastków biofilnych w podwyższonych ilościach występuje brom – 1160 mg/dm³ i jod – 13,2 mg/dm³. Wodę cechuje wysoki stopień przeobrażenia. Badana próbka zawierała gaz ziemny palny bezgazolinowy, z bardzo wysoką

PROFIL ZBIORCZY ODWIERTU OBJEZIERZE IG-1

SKALA 1: 10 000

WSPÓŁRZĘDNE GEOGRAFICZNE

WIERCENIE ROZPOCZETO: 22.05.1985

DŁUGOŚĆ: 16⁰47'15"

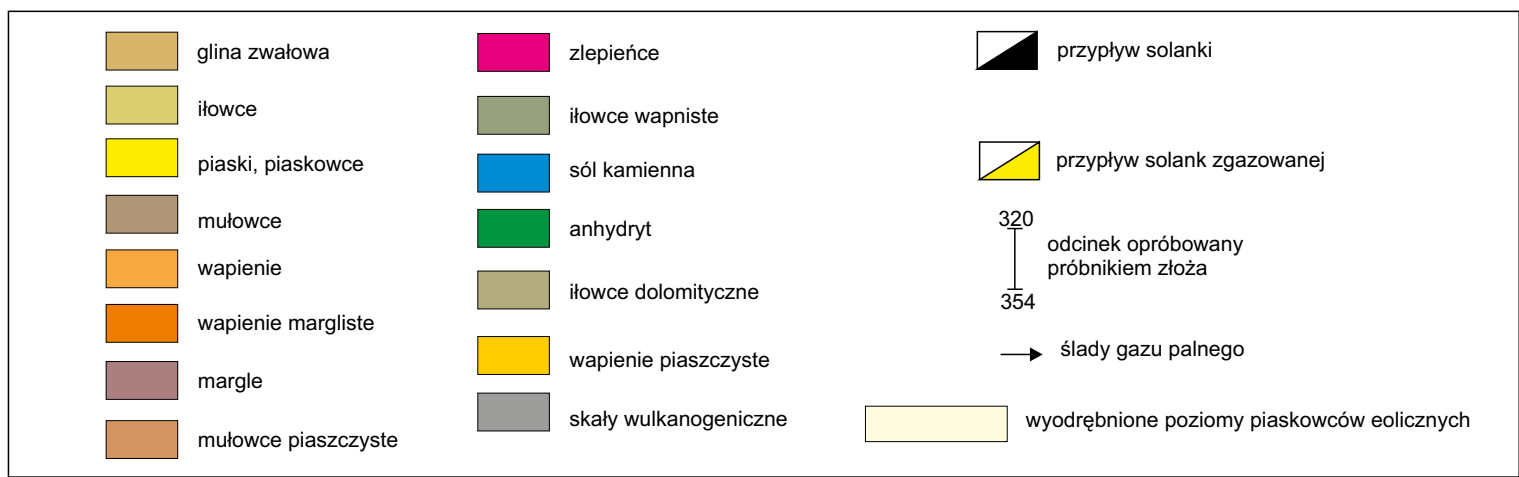
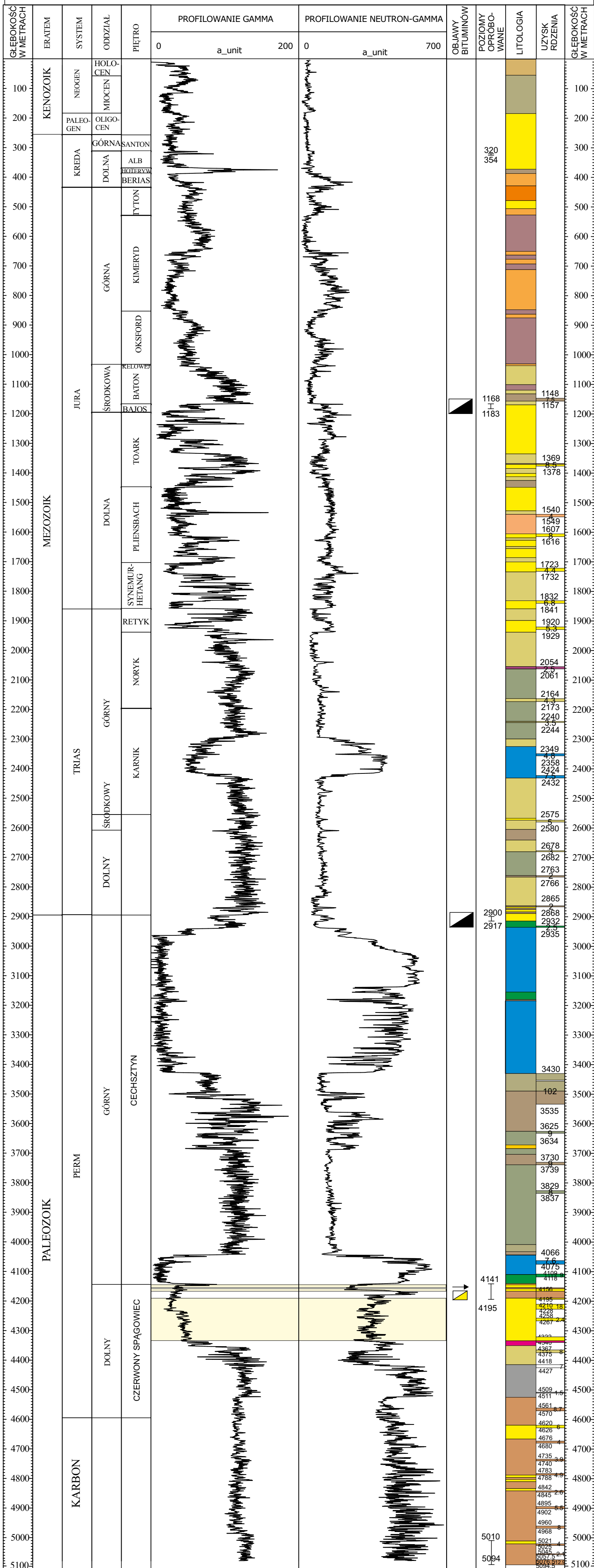
MIEJSCOWOŚĆ: KOWALEWKO

GMINA: OBORNIKI

WOJEWÓDZTWO: WIELKOPOLSKIE

GŁĘBOKOŚĆ KOŃCOWA: 5094.5

WYSOKOŚĆ: 77.5 m n.p.m.



domieszką wodoru. Suma węglowodorów wynosiła 43,8581% obj., suma składników palnych 48,2567% obj., a suma C_{3+} 0,056 g/Nm³. Ciśnienie złożowe – z interpretacji – określono na 467·10³ hPa. Wartość tą należy traktować jako przybliżoną wskutek słabej stabilizacji odbudowy krzywych wzrostu ciśnienia. Opróbowany poziom odznacza się niską przepuszczalnością. Strefa przyodwiertowa nie jest uszkodzona.

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	146,000	4120,00	99,33
HCO ₃ ⁻	0,280	4,61	0,11
SO ₄ ²⁻	0,420	8,70	0,21
F ⁻	<0,001	0,02	0,00
Br ⁻	1,160	14,50	0,35
I ⁻	0,013	0,10	0,00
Aniony razem	147,873	4147,94	100,00
Na ⁺	70,400	3060,00	67,90
K ⁺	3,210	82,10	1,82
Ca ²⁺	23,600	1180,00	26,11
Mg ²⁺	1,710	141,00	3,12
Fe ⁺	0,509	27,30	0,61
Mn ²⁺	0,116	4,22	0,09
Li ⁺	0,102	14,70	0,33
Sr ²⁺	0,032	0,72	0,02
Cu ²⁺	<0,001	0,01	0,00
Pb ²⁺	0,007	0,07	0,00
Ni ²⁺	<0,001	0,01	0,00
Zn ²⁺	0,010	0,29	0,01
Kationy razem	99,696	4510,42	100,01
pH: 5,81 Ciężar właściwy: 1,165 g/cm ³ Sucha pozostałość: 247,1 g/dm ³			

Tab. 5.4. Skład solanki z poziomu 4195,0-4160,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	43,7473	313,799
C ₂ H ₆	0,1085	1,468
C ₃ H ₈	0,0009	0,018
C ₄ H ₁₀	0,0014	0,038
H ₂	4,3986	3,954
CO ₂	0,0874	1,727
He	0,0018	0,003
N ₂	51,6541	646,038
Razem	100,0000	967,045
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,751 gęstość gazu czystego: 0,748 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 0,9416% obj. N ₂ nadmiarowy: 51,0523% obj.		

Tab. 5.5. Skład gazu z poziomu 4195,0-4160,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Poziom 5094,5-5010,0 m – karbon: piaskowce, mułowce

Z interwału odsłoniętego pod rurami nie otrzymano przyływu. Badanie przeprowadzono próbnikiem KII 2 M-95 przy przeciwcisnieniu 3790 m słupa wody wypełniającego przewód wiertniczy.

Przebieg badania:

I okres przyływu: ciśnienie 376,5 – 376,5·10³ hPa, czas 13 min.

I okres odbudowy: ciśnienie 376,5 – 412,4·10³ hPa, czas 179 min.

II okres przyływu: ciśnienie 375,9 – 375,8·10³ hPa, czas 148 min.

II okres odbudowy: ciśnienie 375,8 – 387,6·10³ hPa, czas 300 min.

Podczas opróbowania nie obserwowano wypływu powietrza. Stwierdzono brak przyływu i brak śladów bitumiczności. Poziom zbiornikowy testowano ze spadkiem ciśnienia dennego do wartości 375,8·10³ hPa w okresie oczekiwania na przyływ, co gwarantowało wywarcie dostatecznie wysokiej depresji nawet w wypadku niskiego ciśnienia złożowego. Minimalny wzrost ciśnienia podczas II okresu odbudowy ciśnienia (11,8·10³ hPa) wskazuje, iż opróbowany poziom zbiornikowy jest praktycznie nie przepuszczalny. Temperatura w obrębie badanego poziomu zbiornikowego na głębokości 5012 m wynosiła 153°C. Badany poziom zlikwidowano wykonując korek cementowy.

Z przewodu nad próbnikiem pobrano próbkę gazu z odgazowania płuczki (Tab. 5.6). Badana próbka zawierała gaz, który swoim składem ilościowym odbiega od składu naturalnych gazów ziemnych. Suma węglowodorów wynosiła 13,1767% obj., suma składników palnych 22,9208% obj., a suma C_{3+} 317,188 g/Nm³, w tym suma C_{5+} 114,570 g/Nm³.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	0,3338	2,394
C ₂ H ₆	0,8921	12,067
C ₃ H ₈	3,8503	76,979
C ₄ H ₁₀	4,7003	125,639
C ₅ H ₁₂	3,4002	114,570
H ₂	9,7441	8,760
CO ₂	0,1641	3,242
N ₂	76,9151	961,977
Razem	100,0000	1305,628
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 1,002 gęstość gazu czystego: 1,010 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 75,5945% obj. N ₂ nadmiarowy: 18,9854% obj.		

Tab. 5.6. Skład gazu z poziomu 5094,5-5010,0 m – karbon.

Opróbowanie po zakończeniu wiercenia

Poziom 4180,0-4141,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce, mułowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża KII M-95 w rurach Ø168,3 mm przez perforację bezpociskową (15 strzałów na 1 m). Opróbowanie było powtórzeniem nieudanego badania tego poziomu przeprowadzonego kilka dni wcześniej. Badanie poprzednie było nieudane ponieważ noga próbnika zagłębiła się w korek cementowy, uniemożliwiając zapięcie.

Opisywane opróbowanie przeprowadzono po zwierceniu nie-udanego korka cementowego i po wykonaniu powtórnego. Przebieg badania:

I okres przypiływu: ciśnienie $232,3 \cdot 10^3$ – $231,1 \cdot 10^3$ hPa, czas 14 min.

I okres odbudowy: ciśnienie $231,1 \cdot 10^3$ – $430,8 \cdot 10^3$ hPa, czas 177 min.

II okres przypiływu: ciśnienie $231,4 \cdot 10^3$ – $230,7 \cdot 10^3$ hPa, czas 361 min.

II okres odbudowy: ciśnienie $230,7 \cdot 10^3$ – $404,7 \cdot 10^3$ hPa, czas 523 min.

Zastosowano zalewkę wodną zalewając 2318 m przewodu wiertniczego ponad próbnikiem. Podczas I okresu przypiływu obserwowano słaby, przerywany wypływ powietrza z przewodu. Podczas II okresu przypiływu nie obserwowano wypływu powietrza. W wyniku opróbowania stwierdzono brak przypiływu, nie zaobserwowano również śladów bitumiczności. Badany poziom zbiornikowy charakteryzuje się bardzo niską przepuszczalnością. Ciśnienie złożowe wynosi $461,9 \cdot 10^3$ hPa, a gradient ciśnienia $1,12 \cdot 10^3$ hPa/10 m. Podaną wartość ciśnienia należy traktować w sposób orientacyjny, ponieważ nie uzyskano dostatecznej stabilizacji krzywych wzrostu ciśnienia, pozwalających na precyzyjną interpretację. Badany poziom zlikwidowano wykonując korek cementowy. Z przewodu nad próbnikiem pobrano próbkę gazu z odgazowania płuczki (Tab. 5.7). Badana próbka zawierała gaz ziemny gazolinowy. Suma węglowodorów wynosiła 31,3117% obj., suma składników palnych 31,5132% obj., a suma C_{3+} 89,9761 g/Nm³.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	26,9725	193,4737
C ₂ H ₆	0,5088	6,8820
C ₃ H ₈	1,8433	36,8553
C ₄ H ₁₀	1,9871	53,1208
H ₂	0,2015	0,1811
N ₂	68,4871	856,5681
Razem	100,0003	1147,0810
gęstość gazu zanieczyszczanego powietrzem (obliczona): 0,912 gęstość gazu czystego: 0,887 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 23,0945% obj. N ₂ nadmiarowy: 52,8174% obj.		

Tab. 5.7. Skład gazu z poziomu 4180,0-4141,0 m – perm (czerwony spagowiec).

Poziom 2917,0-2900,0 m – perm (cechsztyn): piaskowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża KII M-95 w rurach Ø244,5 mm i Ø168,3 mm przez perforację bezpoci-skową. Badanie przeprowadzono metodą dwukrotnego od-cięcia przypiływu:

I okres przypiływu: ciśnienie $89,1 \cdot 10^3$ – $89,7 \cdot 10^3$ hPa, czas 14 min.

I okres odbudowy: ciśnienie $89,7 \cdot 10^3$ – $407,7 \cdot 10^3$ hPa, czas 122 min.

II okres przypiływu: ciśnienie $89,1 \cdot 10^3$ – $107,1 \cdot 10^3$ hPa, czas 256 min.

II okres odbudowy: ciśnienie $107,1 \cdot 10^3$ – $380,9 \cdot 10^3$ hPa, czas 424 min.

Zastosowano zalewkę wodną zalewając 876 m przewodu wiertniczego ponad próbnikiem. Podczas I okresu przypiływu obserwowano sporadyczny wypływ powietrza na głowicy.

Podczas II okresu przypiływu przez pierwsze 30 min. obserwo-wano brak wypływu powietrza, a następnie sporadyczny wypływ powietrza, który po okresie 100 min. ustał. W wyniku opróbo-wania stwierdzono przypiływu słabo zgazowanej solanki (Tab. 5.8). Średnia wydajność przypiływu wynosiła 0,1 m³/h. Badana próbka wody zawiera chlorki w ilości 98,65% mval i sól w ilości 96,09% mval. Zawartość bromu wynosi 41 mg/dm³, a jodu 7,6 mg/dm³. Jest to solanka genetycznie związana z ługowaniem soli kamiennej. Z przewodu nad próbnikiem, z odgazowania solanki, pobrano próbkę gazu (Tab. 5.9). Bada-na próbka zawierała gaz ziemny bezgazolinowy. Suma węglo-

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	194,000	5470,00	98,65
HCO ₃ ⁻	0,610	10,00	0,18
SO ₄ ²⁻	3,090	64,30	1,16
F ⁻	0,002	0,09	0,00
Br ⁻	0,041	0,51	0,01
I ⁻	0,008	0,06	0,00
Aniony razem	197,751	5544,96	100,00
Na ⁺	122,000	5310,00	96,09
K ⁺	5,350	137,00	2,48
Ca ²⁺	1,550	77,30	1,40
Mg ²⁺	<0,600	0,05	0,00
Fe ^T	0,002	0,09	0,00
Mn ²⁺	<0,001	0,01	0,00
Li ⁺	0,005	0,78	0,01
Sr ²⁺	0,034	0,78	0,01
Cu ²⁺	0,001	0,02	0,00
Pb ²⁺	0,001	0,01	0,00
Ni ²⁺	<0,001	0,02	0,00
Zn ²⁺	0,002	0,05	0,00
Cr ³⁺	<0,001	0,01	0,00
Kationy razem	128,945	5526,12	99,99
pH: 8,3 Ciężar właściwy: 1,209 g/cm ³ Sucha pozostałość: 328,6 g/dm ³			

Tab. 5.8. Skład solanki z poziomu 2917,0-2900,0 m – perm (cechsztyn)

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	0,4294	3,080
C ₂ H ₆	0,0450	0,609
C ₃ H ₈	0,1658	3,315
C ₄ H ₁₀	0,4429	11,839
N ₂	98,9169	1237,154
Razem	100,0000	1255,997
gęstość gazu zanieczyszczanego powietrzem (obliczona): 0,751 gęstość gazu czystego: 0,748 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 0,9416% obj. N ₂ nadmiarowy: 51,0523% obj.		

Tab. 5.9. Skład gazu z poziomu z poziomu 2917,0-2900,0 m – perm (cechsztyn).

wodorów wynosiła 1,0831% obj., suma składników palnych 1,0831% obj., a suma C_{3+} 15,154 g/Nm³. Ciśnienie złożowe wynosiło 433,0·10³ hPa, a gradient ciśnienia 1,49·10³ hPa/10 m. Badany poziom cechuje się bardzo niską przepuszczalnością. Badany poziom zlikwidowano wykonując korek cementowy.

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	45,100	1270,00	98,70
HCO ₃ ⁻	0,458	7,51	0,58
SO ₄ ²⁻	0,403	8,39	0,65
F ⁻	0,001	0,03	0,00
Br ⁻	0,060	0,75	0,06
I ⁻	0,005	0,04	0,00
Aniony razem	46,027	1286,72	99,99
Na ⁺	26,900	1170,00	90,68
K ⁺	0,238	6,09	0,47
Ca ²⁺	1,460	72,90	5,65
Mg ²⁺	0,476	39,20	3,03
Fe ^T	<0,001	0,02	0,00
Mn ²⁺	<0,001	<0,01	0,00
Li ⁺	0,002	0,25	0,02
Sr ²⁺	0,078	1,78	0,14
Cu ²⁺	<0,001	<0,01	0,00
Pb ²⁺	<0,001	<0,01	0,00
Ni ²⁺	<0,001	<0,01	0,00
Zn ²⁺	<0,001	0,02	0,00
Cr ³⁺	<0,001	<0,01	0,00
Kationy razem	29,154	1290,26	99,99
pH: 6,75 Ciężar właściwy: 1,051 g/cm ³ Sucha pozostałość: 74,4 g/dm ³			

Tab. 5.10. Skład solanki z poziomu 1183,0-1168,0 m – jura środkowa.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	–	ślady
C ₂ H ₆	0,0151	0,204
C ₃ H ₈	0,0811	1,621
C ₄ H ₁₀	0,9271	24,784
H ₂	0,3771	0,339
Ar	0,6532	11,653
N ₂	97,9464	1225,016
Razem	100,0000	1263,617
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,984 gęstość gazu czystego: 0,978 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 28,7248% obj. N ₂ nadmiarowy: 68,9795% obj.		

Tab. 5.11. Skład gazu z poziomu 1183,0-1168,0 m – jura środkowa.

Poziom 1183,0-1168,0 m – jura środkowa: piaskowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem złoża KII M-95 w rurach Ø244,5 mm przez perforację bezpociskową. Badanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przypiływu:

I okres przypiływu: ciśnienie 92,5·10³ – 96,5·10³ hPa, czas 10 min.

I okres odbudowy: ciśnienie 96,5·10³ – 115,0·10³ hPa, czas 60 min.

II okres przypiływu: ciśnienie 96,1·10³ – 114,8·10³ hPa, czas 91 min.

II okres odbudowy: ciśnienie 114,8·10³ – 114,9·10³ hPa, czas 18 min.

Podczas badania nie stosowano zalewki. Na głowicy obserwowano silny wypływ powietrza, malejący stopniowo do zera. Wypływ powietrza ustał po 68 min. Opróbowany poziom zbiornikowy odznacza się bardzo dobrą przepuszczalnością. Średni przypiływ solanki (Tab. 5.10) wyniósł 9,1 m³/h. Dominującym składnikiem badanej wody są chlorki – 98,7% mval i sól – 90,68% mval. Składniki biofilne występują w stężeniu: Br – 59,8 mg/dm³ i I – 5,5 mg/dm³. Zwierniadtwo wody zalegało na głębokości 57 m. Promień zasięgu badania wynosił 78 m. Z przewodu nad próbnikiem, z odgazowania solanki, pobrano próbkę gazu (Tab. 5.11). Badana próbka zawierała gaz ziemny gazolinowy. Suma węglowodorów wynosiła 1,0233% obj., suma składników palnych 1,4004% obj., a suma C_{3+} 26,405 g/Nm³. Ciśnienie złożowe wynosiło 116,5·10³ hPa, a więc gradient ciśnienia posiadał wartość 1,00·10³ hPa/10 m. Wartość parametrów złożowych należy uznać za przybliżone, gdyż zostały one określone na podstawie danych tylko z I okresu przypiływu. Podczas II okresu przypiływu ustał on całkowicie. Badany poziom zlikwidowano wykonując korek cementowy.

Poziom 354,0-320,0 m – kreda dolna: piaskowce

Badanie przeprowadzono pompą typu G 60 zapuszczoną na głębokość 60 m po uprzedniej perforacji bezpociskowej rur Ø339,7 mm i Ø244,5 mm. Otwór był wypełniony wodą do wierzchu. Po 15 min. pompa przestała podawać wodę. Po 4-godzinnym oczekiwaniu ponownie włączono pompę i nie stwierdzono wypływu wody z rur pompowych. Poziom wody w otworze obniżył się do głębokości posadowienia koszy pompy, tzn. do głębokości 60 m i nie wykazywał tendencji do podnoszenia się.

Opróbowanie wykonano powtórnie przy użyciu próbnika złoża KII M-146. Podczas badania otwór był zatłoczony wodą. Zalewki nie stosowano. Badanie wykonano metodą jednokrotnego odcięcia przypiływu:

I okres przypiływu: ciśnienie 8,9·10³ – 23,9·10³ hPa, czas 33 min.

I okres odbudowy: ciśnienie 23,9·10³ – 29,6·10³ hPa, czas 46 min.

W trakcie okresu przypiływu przez pierwsze 5 minut obserwowano słaby wypływ powietrza na głowicy z jednoczesnym obniżaniem się poziomu płynu w otworze. Przez kolejne 18 min. nie obserwowano wypływu powietrza. W tym czasie otwór dopełniono do wierzchu wodą. Przez następne 3 min. ponownie stwierdzono słaby wypływ powietrza wraz opadaniem płynu, po czym do końca okresu przypiływu wypływu powietrza na głowicy nie stwierdzono. Wypływ powietrza zanikał w momencie wyrównania się poziomów zwierciadła płynu w otworze (przeźrzeni międzyrurowej Ø339,7 mm/Ø244,5 mm) i w przewodzie wiertniczym ponad próbnikiem. Analiza objawów obserwowanych podczas opróbowania, jak również analiza wykresu manometru wskazuje na brak przypiływu z badanego poziomu zbiornikowego. Obserwowane na wykresie ciśnienia zaburzenia przebiegu krzywej, szczególnie widoczne w początkowym okresie oczekiwania na przypiływ, są wynikiem kontaktu hydraulicznego pomiędzy przestrzenią pod- i nadpakerową poprzez nieuszczelną zakładkę rurową Ø339,7 mm/Ø244,5 mm. Zakładając, iż niskie cechy kolektorskie poziomu dolnokredowego są mało prawdopodobne, jednoznaczna interpretacja opróbowania nie jest możliwa. Przyczyną braku przypiływu jest przypuszczalnie nie-

L.p.	Stratygrafia	Litologia	Data badania	Przyływ	Wydajność [m³/h]	Ciśnienie [x10³ hPa]	Uwagi
1	perm (cz. spągowiec) piaskowce	4173,0-4160,0	23.07.1986	gaz palny	–	–	
2	perm (cz. spągowiec) piaskowce, mułowce	4195,0-4160,0	28.07.1986	solanka, gaz palny	0,053	Pz=467,0	wartość ciśnienia przybliżona
3	karbon piaskowce, iłowce, mułowce	5094,0-5010,0	16.02.1987	brak przyływu	–	–	
4	perm (cz. spągowiec) piaskowce, mułowce	4180,0-4141,0	08.03.1987	brak przyływu	–	Pz=461,9	wartość ciśnienia przybliżona
5	perm (cechsztyń) piaskowce	2917,0-2900,0	13.03.1987	solanka	0,100	Pz=433,0	wartość ciśnienia przybliżona
6	jura środkowa piaskowce	1183,0-1168,0	17.03.1987	solanka	9,100	Pz=116,5	wartość ciśnienia przybliżona
7	kreda dolna piaskowce	354,0-320,0	24.03.1987	brak przyływu	–	–	

Tab. 5.12. Opróbowane poziomy z otworu Obiekt IG-1.

Pz – ciśnienie złożowe

L.p.	Badany poziom [m]	Wskaźniki hydrochemiczne						
		rNa/rCl	rCl/rNa/ rMg	rCa/rMg	Cl/Br	rSO ₄ ·100/rCl	rNa/rK	Br/I
1	4195,0-4160,0	0,74	3,51	8,37	126	0,21	37,3	87,9
2	2917,0-2900,0	0,97	3350,00	1570,00	4730	1,18	38,8	5,4
3	1183,0-1168,0	0,92	2,63	1,86	755	0,66	192,0	10,9

Tab. 5.13. Wskaźniki hydrochemiczne dla badanych poziomów.

skuteczne otwarcie rur okładzinowych (nieskuteczna perforacja bezpiskowa). Po zakończeniu badania otwór zlikwidowano.

osadów podcechsztyńskich i ocena możliwości nagromadzenia bituminów w ich obrębie (Binder, 1973).

Podsumowanie

Podczas badań opróbowano utwory jury środkowej, permu (czerwonego spągowca i cechsztynu) oraz karbonu (Tab. 5.12). Badania utworów kredy dolnej uznano za nieudane.

Utwory paleozoiku charakteryzują się niskimi właściwościami kolektorskimi. Dwa opróbowania poziomów zbiornikowych czerwonego spągowca nie wykazały przyływu solanki, zaś jedno opróbowanie wykazało niewielki przyływ w ilości 0,053 m³/h. Całkowity brak przyływu stwierdzono również w trakcie opróbowania utworów karbońskich. Najkorzystniejsze właściwości zbiornikowe posiadają piaskowce jury środkowej. Świadczy o tym przyływ solanki wynoszący 9,1 m³/h.

Na podstawie wskaźników hydrochemicznych (Tab. 5.13) należy pozytywnie ocenić warunki dla zachowania się złóż węglowodorów w utworach czerwonego spągowca. W utworach jury środkowej warunki te są raczej niekorzystne. W utworach czerwonego spągowca stwierdzono objawy gazu ziemnego, a solanka z tych utworów charakteryzuje się zwiększoną zawartością pierwiastków biofilnych: jodu – 13,2 mg/dm³ i bromu – 1160 mg/dm³. O perspektywiczności tego poziomu świadczy wartość wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl wynosząca 0,74. Piaskowce jury środkowej są wypełnione solanką o mineralizacji 74 g/dm³, bez podwyższonych zawartości jonów biofilnych. Wskaźnik hydrochemiczny rNa/rCl wynoszący 0,92 wskazuje na istniejący, aczkolwiek utrudniony, kontakt z wodami wyższych poziomów.

Obrzycko-1

Celem opróbowania otworu było poznanie warunków kolektorskich utworów mezozoiku, cechsztynu i stropowej partii

Opróbowanie w trakcie wiercenia

Poziom 975,5-995,5 m – kreda dolna: piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odstąpiętych pod rurami. Stwierdzono silny przyływ płynu złożowego w ilości 5,5 m³ w czasie 16 min. bez śladów bituminów (Tab. 5.14). Badany poziom posiada bardzo wysoką

Składnik wody	g/dm³	mval/dm³	% mval
Cl⁻	35,4254	998,9962	98,710
Br⁻	0,0346	0,4328	0,042
HCO ₃ ⁻	0,0610	0,9997	0,098
CO ₃ ²⁻	0,0480	1,5998	0,158
SO ₄ ²⁻	0,4815	10,0248	0,992
Aniony razem	36,0505	1012,0533	100,000
NH ₄ ⁺	0,0021	0,1166	0,012
Ca²⁺	1,1687	58,3200	5,762
Mg²⁺	0,5909	48,6000	4,802
Na⁺	20,8145	905,0167	89,424
Kationy razem	22,5762	1012,0533	100,000
pH: 8,3 Ciężar właściwy: 1,034 g/cm³ Sucha pozostałość: 63,5 g/dm³			

Tab. 5.14. Skład solanki z poziomu 975,5-995,5 m – kreda dolna.

przepuszczalność. Ciśnienie złożowe wynosiło $P_z=100$ atm., a temperatura w złożu 36°C .

Poziom 4130,0-4198,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce, iłowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Nie stwierdzono przyływu ani śladów bituminów, jednak jednoznaczna ocena cech kolektorskich badanego poziomu nie jest możliwa z uwagi na parametry płuczki uniemożliwiające prawidłowe opróbowanie. Pobrano próbkę gazu rozpuszczonego w płuczce. W mieszaninie z powietrzem gaz zawierał wodór – 78,70% obj., tlen – 21,00% obj., dwutlenek węgla – 0,30% obj. i ślady metanu.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	79,77	571,791
C ₂ H ₆	0,72	9,763
C ₃ H ₈	ślady	-
CO ₂	0,63	12,453
N ₂	11,98	149,809
He	0,09	0,160
H ₂	6,81	6,115
Razem	100,00	750,091
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,673 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,580 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 8,94% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 7,06% N ₂ nadmiarowy: 17,19% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 7827,76 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 7265,40 kcal/Nm ³		

Tab. 5.15. Skład gazu z poziomu 4130,0-4234,1 m – perm (czerwony spągowiec).

Poziom 4130,0-4234,1 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce, iłowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Stwierdzono śladowy przyływ gazu palnego – zgazowanie 11 pasów zalewki, tj. 530 m w ciągu 103 min. (Tab. 5.15). Czas oczekiwania na wzrost ciśnienia wynosił 105 min. Ciśnienie złożowe wynosiło $P_z=480$ atm., a temperatura badanego poziomu 138°C .

Poziom 4236,0-4264,5 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Nie uzyskano szczelności pake-ra mimo dwukrotnej próby zapięcia próbnika, stąd badanie należy uznać za nieudane. Podczas wyciągania próbnika stwierdzono zgazowanie płuczki w przewodzie wiertniczym (Tab. 5.16).

Poziom 4241,0-4275,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Stwierdzono brak przyływu oraz brak śladów bituminów. W opróbowanym interwale poziom posiada bardzo niską przepuszczalność lub przepuszczalność silnie ograniczoną wskutek głębokiego uszkodzenia strefy przyodwiertowej.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	8,35	59,852
C ₂ H ₆	ślady	-
CO ₂	0,34	6,721
N ₂	85,80	1072,929
He	ślady	-
H ₂	5,51	4,947
Razem	100,00	1144,449
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,985 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,885 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 82,63% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 65,27% N ₂ nadmiarowy: 15,86% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 951,30 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 872,12 kcal/Nm ³		

Tab. 5.16. Skład gazu z poziomu 4236,0-4264,5 m – perm (czerwony spągowiec).

Poziom 4130,0-4285,7 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce, iłowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Po 3 godz. oczekiwania na przyływ stwierdzono zgazowanie gazem palnym 224 m zalewki wodnej (Tab. 5.17). Czas oczekiwania na wzrost ciśnienia wynosił 3 godz. jednak w tym okresie nie uzyskano stabilizacji krzywej wzrostu ciśnienia w stopniu umożliwiającym określenie ciśnienia złożowego. Prawdopodobnie poziom posiada ograniczoną przepuszczalność wskutek postępującego uszkodzenia strefy przyodwiertowej.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	36,75	263,424
C ₂ H ₆	0,16	2,169
CO ₂	0,48	0,488
N ₂	38,98	487,444
H ₂	23,63	21,219
Razem	100,00	774,744
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,613 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,606 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 1,99% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 1,57% N ₂ nadmiarowy: 38,20% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 4238,84 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 3847,47 kcal/Nm ³		

Tab. 5.17. Skład gazu z poziomu 4130,0-4285,7 m – perm (czerwony spągowiec).

Poziom 4114,0-4285,7 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce, iłowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Zastosowano zalewkę zalewając 2670,0 m przewodu nad próbnikiem (ciśnienie hydrostatyczne na złożę wynosiło około 480 atm.). Na przyływ oczekiwano 18 godz. stwierdzając początkowo przerywany przyływ powietrza, rosnący w miarę upływu czasu, a po 8,5 godz. przyływ gazu palnego na głowicy (Tab. 5.18).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	71,00	508,928
C ₂ H ₆	0,30	4,068
CO ₂	0,05	0,988
N ₂	27,21	340,261
He	0,21	0,374
H ₂	1,23	1,104
Razem	100,00	855,723
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,676 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,661 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 4,66% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 3,68% N ₂ nadmiarowy: 25,86% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 6832,91 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 6290,16 kcal/Nm ³		

Tab. 5.18. Skład gazu z poziomu 4114,0-4285,7 m – perm (czerwony spągowiec).

Badanie powtórzone przy ciśnieniu hydrostatycznym na złożo 470 atm. zalewając wodą zwykłą 1730 m przewodu nad próbnikiem. Przez pierwsze 1,5 godz. nie zaobserwowano objawów na głowicy, po czym nastąpił nierównomierny wypływ powietrza. Po około 3 godz. uzyskano wypływ gazu palnego, utrzymujący się przez 8 godz. (Tab. 5.19). Średnia wielkość wypływu gazu wynosiła około 0,27 m³/min. Czas oczekiwania na wzrost ciśnienia wynosił 4 godz. W tym okresie nie uzyskano odbudowy ciśnienia wystarczającej dla określenia ciśnienia złożowego.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	73,60	527,564
C ₂ H ₆	0,47	6,373
CO ₂	0,05	0,988
N ₂	24,35	304,496
He	0,20	0,357
H ₂	1,33	1,194
Razem	100,00	840,972
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,666 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,650 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 4,66% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 3,68% N ₂ nadmiarowy: 23,15% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 7096,40 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 6532,31 kcal/Nm ³		

Tab. 5.19. Skład gazu z poziomu 4114,0-4285,7 m – perm (czerwony spągowiec).

Po zabiegach kwasowania pobrano dwie próbki płynu (z uwagi na zawartość chromu oznaczono tylko pH – 3,5 i 4,3; ciężar właściwy – 1,180 g/cm³ i 1,182 g/cm³) i ponownie zaپیęto próbnik złoża typu KII-95. Opróbowanie uznano za negatywne z uwagi na przytkanie przelotu próbnika. Na przyptyw oczekiwano 195 min., w którym to czasie do próbnika przedostał się gaz powodując zgazowanie około 110 m zalewki (Tab. 5.20).

Kolejne zaپیęcie próbnika w badanym interwale miało miejsce przy ciśnieniu hydrostatycznym słupa płuczki 5375 atm.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
w mieszaninie z powietrzem		
CH ₄	śląd	-
CO ₂	0,77	15,221
O ₂	8,53	121,885
N ₂	50,37	629,876
He	0,21	0,374
H ₂	40,12	36,027
Razem	100,00	803,383
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,621 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 40,60% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 32,07% N ₂ nadmiarowy: 18,30% obj.		

Tab. 5.20. Skład gazu z poziomu 4114,0-4285,7 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	17,42	124,866
C ₂ H ₆	0,22	2,983
CO ₂	0,64	12,651
N ₂	52,99	662,639
He	0,22	0,392
H ₂	28,51	25,601
Razem	100,00	829,132
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,727 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,641 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 24,18% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 19,10% N ₂ nadmiarowy: 40,17% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 2561,41 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 2290,72 kcal/Nm ³		

Tab. 5.21. Skład gazu z poziomu 4114,0-4285,7 m – perm (czerwony spągowiec).

i przy zalewce 2700 m wody. Czas oczekiwania na przyptyw wynosił 5 godz. Stwierdzono przyptyw gazu palnego – zgazowanie 580 m zalewki (Tab. 5.21). Wskutek niewystarczającej stabilizacji krzywej wzrostu ciśnienia w czasie 4 godz. nie określono ciśnienia złożowego. W wyniku ekstrapolacji uzyskano wartość ciśnienia złożowego wynoszącą P_z=490,5 atm. Wartość ta jest podwyższona wskutek wykonanego zabiegu kwasowania.

Ostatnie zaپیęcie próbnika odbyło się przy ciśnieniu hydrostatycznym około 510 atm. i zalaniu wodą 2280 m przewodu nad próbnikiem. W czasie 16 godz. oczekiwania na przyptyw stwierdzono przyptyw 1 m³ płuczki spod pakera oraz bardzo słaby przyptyw gazu palnego (zgazowanie około 1800 m zalewki). Pobrano próbkę gazu (Tab. 5.22) i płynu (Tab. 5.23) do analizy laboratoryjnej.

Opróbowanie po zakończeniu wiercenia

4381,7-4346,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce, skały wylewne

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsoniętym pod rurami. Zastosowano zalewkę zalewając 2580 m przewodu nad próbnikiem. Czas oczekiwania na przyptyw wynosił 100 min. Stwierdzono śladowy przyptyw gazu palnego – zgazowanie około 110 m zalewki (Tab. 5.24).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	49,67	355,235
C ₂ H ₆	0,23	3,118
CO ₂	0,08	1,581
N ₂	41,64	520,708
He	0,19	0,339
H ₂	6,98	6,268
CO	1,21	15,125
Razem	100,00	902,374
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,702 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,698 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 1,28% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 1,01% N ₂ nadmiarowy: 41,09% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 5006,72 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 4597,34 kcal/Nm ³		

Tab. 5.22. Skład gazu z poziomu 4114,0-4285,7 m – perm (czerwony spągowiec).

Przypływu wody złożowej nie stwierdzono. Temperatura złoża wynosiła 135°C. Do analizy pobrano próbkę cieczy poreakcyjnej w trakcie płukania otworu. Z uwagi na zawartość chromu oznaczono tylko odczyn (pH=4,2) i ciężar właściwy (1,180 g/cm³). Po zabiegu kwasowania pobrano próbkę gazu, który zawierał w mieszaninie z powietrzem: 99,5% obj. wodoru, 0,43% obj. azotu i 0,07% obj. metanu.

4345,5-4325,8 m; 4296,0-4219,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce, skały wylewne

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale perforowanym. Czas oczekiwania na przypływ wynosił 370 min., na wzrost ciśnienia 235 min. W wyniku opróbowania stwierdzono przypływ gazu palnego (Tab. 5.25) w ilości około 390 l/min oraz około 4000 l płuczki.

4241,0-4239,0 m; 4236,0-4234,0 m; 4232,0-4228,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża przez torpedowanie kolumny rur. Zastosowano zalewkę, zalewając 1530 m przewodu nad próbnikiem wodą zwykłą. W wyniku opróbowania stwierdzono przypływ gazu palnego w ilości 120-200 l/min oraz 1400 l płuczki spod pakera. Charakter krzywej wzrostu ciśnienia pozwala sądzić, iż badany poziom posiada niskie cechy kolektorskie. Po zakończeniu badania otwór zlikwidowano.

Podsumowanie

W obrębie osadów cechsztynu wyróżniono dwie serie różniące się zdecydowanie własnościami zbiornikowymi. W części stropowej występują utwory charakteryzujące się brakiem własności zbiornikowych. Pozostała część profilu odznacza się zróżnicowaniem własności zbiornikowych, jednak w większości nie gwarantują one uzyskania przypływu.

Rokietnica-1

Zadaniem opróbowania było rozpoznanie warunków kolektorskich oraz wyjaśnienie charakteru medium nasycającego osady czerwonego spągowca, dolomitu głównego i triasu. Badania przeprowadzono wyłącznie w trakcie głębinienia otworu (Ryba, 1976).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	11,3472	319,9910	87,578
SiO ₃ ²⁻	0,0379	0,9967	0,274
SO ₄ ²⁻	2,1318	44,3840	12,148
Aniony razem	13,5169	365,3717	100,000
Ca ²⁺	0,1071	5,3460	1,464
Na ⁺	8,2802	360,0257	98,536
Kationy razem	8,3873	365,3717	100,000
pH: 8,3 Ciężar właściwy: 1,023 g/cm ³ Sucha pozostałość: 22,2 g/dm ³			

Tab. 5.23. Skład solanki z poziomu 4114,0-4285,7 m – perm (czerwony spągowiec).

Poziom 3583,6-3595,5 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie wykonano próbnikiem złoża typu Halliburton w interwale odsłoniętym pod rurami. Badanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przypływu z zastosowaniem przybitki wodnej zalewając 240,7 m przewodu wodą. Przez pierwsze 40 min. Obserwowano wypływ powietrza, a następnie gazu palnego o bardzo słabej wydajności (Tab. 5.26). Wody złożowej nie stwierdzono. Ciśnienie złożowe wynosi Pz=384,8 atm.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	36,44	261,201
C ₂ H ₆	0,26	3,525
CO ₂	0,38	7,511
CO	0,23	2,875
N ₂	23,61	295,243
H ₂	39,08	35,093
He	ślad	–
Razem	100,00	605,448
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,526 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,468 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 10,99% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 8,68% N ₂ nadmiarowy: 21,01% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 4804,36 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 4239,70 kcal/Nm ³		

Tab. 5.24. Skład gazu z poziomu 4381,7-4346,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Poziom 3583,6-3626,1 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie wykonano próbnikiem złoża typu KII-95 w interwale odsłoniętym pod rurami. Ciśnienie hydrostatyczne na złożo wynosiło 379,4 atm. Badanie przeprowadzono wyłącznie w fazie przypływu trwającej 30 godz. Uzyskano słaby przypływ gazu palnego (Tab. 5.27). Dopływu wody złożowej nie stwierdzono.

3583,6-3645,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie wykonano próbnikiem złoża typu KII-95 w interwale odsłoniętym pod rurami. Stwierdzono przypływ

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	66,15	474,163
C ₂ H ₆	0,52	7,051
CO ₂	2,59	51,199
N ₂	21,91	273,984
H ₂	8,72	7,830
He	0,11	0,196
Razem	100,00	814,423
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,642 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,629 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 3,37% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 2,66% N ₂ nadmiarowy: 21,16% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 6637,57 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 6092,04 kcal/Nm ³		

Tab. 5.25. Skład gazu z poziomu 4345,5-4325,8 m; 4296,0-4219,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	86,77	621,967
C ₂ H ₆	0,87	11,797
CO ₂	0,96	18,977
N ₂	11,24	140,556
He	0,16	0,285
Razem	100,00	793,582
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,618 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,613 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 0,28% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 0,22% N ₂ nadmiarowy: 11,21% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 8389,31 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 7725,91 kcal/Nm ³		

Tab. 5.26. Skład gazu z poziomu 3583,6-3595,5 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	87,68	628,490
C ₂ H ₆	0,43	5,830
CO ₂	0,42	8,302
N ₂	11,35	141,931
H ₂	ślady	–
He	0,12	0,214
Ar	ślady	–
Razem	100,00	784,767
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,639 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,607 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 8,28% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 6,54% N ₂ nadmiarowy: 10,40% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 8401,84 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 7738,00 kcal/Nm ³		

Tab. 5.27. Skład gazu z poziomu 3583,6-3626,1 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	86,83	622,397
C ₂ H ₆	0,67	9,085
CO ₂	0,61	12,058
N ₂	11,58	144,808
H ₂	0,16	0,144
He	0,15	0,268
Razem	100,00	788,760
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,611 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,610 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 0,19% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 0,15% N ₂ nadmiarowy: 11,56% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 8366,29 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 7704,57 kcal/Nm ³		

Tab. 5.28. Skład gazu z poziomu 3583,6-3645,0 m – perm (czerwony spągowiec).

gazu palnego (Tab. 5.28) o szacunkowej wydajności 5 m³/min. Dopływu wody złożowej nie stwierdzono. Poziom posiada średnie cechy kolektorskie. Strefa przyodwiertowa nie została uszkodzona. Ciśnienie złożowe wynosiło P_z=402 atm.

3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec), karbon: piaskowce, mułowce

Opróbowanie wykonano próbnikiem złoża typu KII-95 w interwale odsłoniętym pod rurami. Opróbowanie przeprowadzono wyłącznie w fazie przypływu w czasie 16 godz. i 40 min. Stwierdzono przypływ gazu palnego (syfonowanie) o wydajności 15,5 m³/min (Tab. 5.29). Dopływu wody złożowej nie stwierdzono. Ciśnienie złożowe wynosiło P_z=384,8 atm., a temperatura poziomu 123°C.

Po zakończeniu wiercenia i po przeprowadzeniu opróbowania do otworu zapuszczono rurki wydobywcze i przystąpiło do syfonowania. Syfonowano okresowo uzyskując wypływ czystego gazu, częściowo wody i mgły wodnej. Maksymalne ciśnienie głowicowe zanotowane w czasie syfonowania wynosiło 293 atm. Po spadku ciśnienia głowicowego poniżej 25% ciśnienia pierwotnego otwór ponownie wywołano. W trakcie syfonowania odbierano gaz, gaz z korkami wodnymi i mgłę

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	85,95	616,090
C ₂ H ₆	0,68	9,221
CO ₂	0,78	15,419
N ₂	12,47	155,937
He	0,12	0,214
Razem	100,00	796,881
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,620 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,616 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 0,86% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 0,68% N ₂ nadmiarowy: 12,36% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 8279,49 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 7625,00 kcal/Nm ³		

Tab. 5.29. Skład gazu z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	20,2432	570,8582	96,092
Br ⁻	0,3236	4,0482	0,682
HCO ₃ ⁻	0,8296	13,5971	2,288
SO ₄ ²⁻	0,2675	5,5693	0,938
Aniony razem	21,6639	594,0728	100,000
Fe ³⁺	1,1675	62,7279	10,558
Ca ²⁺	2,2926	114,4000	19,256
Na ⁺	9,5893	416,9449	70,186
Kationy razem	13,0494	594,0728	100,000
pH: 6,20 Ciężar właściwy: 1,026 g/cm ³ Sucha pozostałość: 34,90 g/dm ³			

Tab. 5.30. Skład solanki z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	20,3830	574,8006	96,092
Br ⁻	0,1838	2,2993	0,682
HCO ₃ ⁻	0,7137	11,6975	2,288
SO ₄ ²⁻	0,2098	4,3680	0,938
Aniony razem	21,4903	593,1654	100,000
Fe ³⁺	1,1735	63,0286	10,626
Ca ²⁺	2,6574	132,6000	22,354
Mg ²⁺	0,6006	49,4000	8,328
Na ⁺	8,0068	348,1368	58,692
Kationy razem	12,4383	593,1654	100,000
pH: 6,20 Ciężar właściwy: 1,027 g/cm ³ Sucha pozostałość: 34,22 g/dm ³			

Tab. 5.31. Skład solanki z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	27,1044	764,3440	95,760
Br ⁻	0,1998	2,4994	0,314
HCO ₃ ⁻	1,5250	24,9947	3,132
SO ₄ ²⁻	0,3045	6,3396	0,794
Aniony razem	29,1337	798,1777	100,000
Fe ³⁺	1,0560	56,7177	7,106
Ca ²⁺	4,6372	231,4000	28,990
Mg ²⁺	0,5058	41,6000	5,212
Na ⁺	10,7741	468,4600	58,692
Kationy razem	16,9731	798,1777	100,000
pH: 6,25 Ciężar właściwy: 1,036 g/cm ³ Sucha pozostałość: 48,40 g/dm ³			

Tab. 5.32. Skład solanki z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	35,9062	1012,6112	96,810
Br ⁻	0,2610	3,2651	0,312
HCO ₃ ⁻	1,3725	22,5952	2,162
SO ₄ ²⁻	0,3598	7,4910	0,716
Aniony razem	37,8995	1045,9625	100,000
Fe ³⁺	0,8029	43,1237	4,124
Ca ²⁺	6,6693	332,8000	31,816
Mg ²⁺	0,6955	57,2000	5,468
Na ⁺	14,0948	612,8388	58,592
Kationy razem	22,2625	1045,9625	100,000
pH: 6,25 Ciężar właściwy: 1,042 g/cm ³ Sucha pozostałość: 63,0 g/dm ³			

Tab. 5.33. Skład solanki z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	48,8898	1378,6923	98,670
Br ⁻	0,3996	4,9989	0,358
HCO ₃ ⁻	0,7198	11,7975	0,844
SO ₄ ²⁻	0,0864	1,7988	0,128
Aniony razem	50,0956	1397,2875	100,000
Fe ³⁺	0,2252	12,0954	0,866
Ca ²⁺	9,3815	468,1400	33,504
Mg ²⁺	0,9274	76,2700	5,458
Na ⁺	19,3372	840,7821	60,172
Kationy razem	29,8713	1397,2875	100,000
pH: 5,6 Ciężar właściwy: 1,061 g/cm ³ Sucha pozostałość: 83,4 g/dm ³			

Tab. 5.34. Skład solanki z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

wodną. Najwyższe ciśnienie głowicowe w tym okresie wynosiło 276 atm. Ilości odebranego gazu i płynu nie mierzono. Ze względu na ciągłą zawartość wody w gazie wykonano pomiar rozkładu ciśnień w otworze. W wyniku tych pomiarów stwierdzono, iż lustro płynu znajduje się w głębokości około 3330 m. Dla wyjaśnienia ilości i jakości zawartego w gazie płynu dalsze syfonowanie prowadzono przez separator. W ten sposób odebrano około 5300 l płynu, którego poziom znajdował się na głębokości 3360,0 m. W pobieranych z separatora próbkach wody stwierdzono rosnącą mineralizację oraz koncentrację bromu. Pomimo długiego okresu syfonowania i stosowania dużej depresji na złożę ilość odebranej wody w stosunku do odebranego gazu była niewielka. Wykładnik wodny wynosił 155 g/Nm³. Następnie przystąpiono do pomiaru wydajności gazu, która wynosiła 4,5 Nm³/min. (zwężka 1,4 mm) i 7,4 Nm³/min. (zwężka 1,9 mm). Według drugiego pomiaru na zwężkach 5-2,0 mm wydatek gazu wynosił 3 Nm³/min. z obliczenia i 6,0 Nm³/min z wykresu. Za wydajność otworu przyjęto wynik drugiego pomiaru. Charakterystykę płynów pobranych w trakcie pierwszego syfonowania przedstawiono w Tab. 5.30-5.32., a drugiego w Tab. 5.33. Dla drugiej próbki płynu pobranego

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	53,3345	1504,0329	98,768
Br ⁻	0,5647	7,0643	0,464
HCO ₃ ⁻	0,6039	9,8979	0,650
SO ₄ ²⁻	0,0864	1,7988	0,118
Aniony razem	54,5895	1522,7939	100,000
NH ₄ ⁺	0,0430	2,3877	0,156
Fe ³⁺	0,4798	25,7700	1,692
Ca ²⁺	9,1276	547,0400	35,924
Mg ²⁺	1,1192	92,0500	6,046
Na ⁺	19,6767	855,5462	56,182
Kationy razem	30,4463	1522,7939	100,000
pH: 5,75 Ciężar właściwy: 1,066 g/cm ³ Sucha pozostałość: 88 g/dm ³			

Tab. 5.35. Skład solanki z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	87,27	625,551
C ₂ H ₆	0,64	8,678
C ₃ H ₈	ślady	-
CO ₂	0,77	15,221
N ₂	11,28	141,056
H ₂	0,04	0,035
Razem	100,00	790,541
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,613 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,611 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 0,57% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 0,45% N ₂ nadmiarowy: 11,22% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 8399,39 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 7735,38 kcal/Nm ³		

Tab. 5.36. Skład gazu z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

w trakcie drugiego syfonowania wykonano tylko analizę skróconą, oznaczając: Cl – 29,4318 g/dm³, Ca – 5,4709 g/dm³, Mg – 1,1697 g/dm³, pH – 6,4 i ciężar właściwy – 1,037 g/cm³.

Po syfonowaniu z separatora pobrano dwie próbki płynu do analizy laboratoryjnej (Tab. 5.34-5.35) oraz próbkę gazu (Tab. 5.36).

Kolejne próby płynu pobrano łyżką wiertniczą zapuszczoną do rur wydobywczych (Tab. 5.37) i przez separator po wykonaniu pomiaru wydajności w czasie syfonowania (Tab. 5.38).

Podsumowanie

Kolektory występujące w mezozoiku są, według orzeczenia geofizycznego, zawodnione stąd zrezygnowano z ich opróbowania. Nie zbadano również utworów dolomitu głównego, które oceniono negatywnie jako skały zbiornikowe (mała porowatość i znikoma przepuszczalność). W obrębie osadów czerwonego spągowca wyróżniono dwa kompleksy różniące się między sobą właściwościami zbiornikowymi. Osady

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	87,9270	2479,5414	99,054
Br ⁻	0,7230	9,0572	0,360
HCO ₃ ⁻	0,6441	10,5567	0,422
SO ₄ ²⁻	0,1975	4,1119	0,164
Aniony razem	89,4916	2503,2672	100,000
NH ₄ ⁺	0,0250	1,3882	0,056
Fe ³⁺	1,1386	61,1542	2,442
Ca ²⁺	18,3094	913,6400	36,498
Mg ²⁺	1,2200	100,4000	4,010
Na ⁺	32,8120	1426,6848	56,994
Kationy razem	53,5050	2503,2672	100,000
pH: 6,10 Ciężar właściwy: 1,106 g/cm ³ Sucha pozostałość: 146,2 g/dm ³			

Tab. 5.37. Skład solanki z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

w części stropowej są praktycznie pozbawione własności kolektorskich, natomiast w części spągowej posiadają słabe własności kolektorskie. W całym profilu osadów czerwonego spągowca obserwowano objawy gazu otrzymując przyływ o znaczeniu przemysłowym. Na podstawie wyników badań określono, iż jest to złożę typu masywowego z wodą podścislającą. Poziom wody wyznaczono w głębokości 3643,0 m (na podstawie pomiarów karotażowych). Powyżej występuje strefa przejściowa gaz-woda o miąższości 3 m. Całkowita miąższość osadów nasyconych gazem wynosi około 64 m. Wysokość ciśnienia złożowego wynosi 387,5 atm. Uzyskany gaz scharakteryzowano jako gaz metanowy z minimalną ilością wody złożowej o zawartości metanu 86,90%, etanu 0,66%, azotu 11,58%, helu 0,14% i śladowej ilości wodoru (średnia z wykonanych analiz) i średniej wartości opałowej dolnej 7796 kcal/Nm³. Po zakończeniu opróbowania otwór przekazano do eksploatacji. Ostatecznie, z uwagi na brak możliwości jego rekonstrukcji i przeprowadzenia zabiegów intensyfikacji, otwór zlikwidowano.

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	108,2924	3053,8456	99,098
Br ⁻	1,2787	15,9965	0,520
HCO ₃ ⁻	0,5612	9,1980	0,298
SO ₄ ²⁻	0,1234	2,5691	0,084
Aniony razem	110,2557	3081,6092	100,000
Fe ³⁺	0,5665	30,4267	0,990
Ca ²⁺	21,8800	1091,8500	35,430
Mg ²⁺	1,8617	153,1100	4,968
Na ⁺	41,5410	1806,2225	58,612
Kationy razem	65,8492	3081,6092	100,000
pH: 5,45 Ciężar właściwy: 1,127 g/cm ³ Sucha pozostałość: 180,2 g/dm ³			

Tab. 5.38. Skład solanki z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Obrzycko-3

Celem opróbowania było sprecyzowanie warunków kolektorsko-złożowych przewierczanych warstw, w szczególności utworów węglanowych cechsztynu i serii osadowej czerwonego spągowca, a także określenie rodzaju nasycenia przewierczanych kolektorów i możliwości uzyskania z nich przemysłowego przyływu węglowodorów (Wróbel, 1977).

4130,0-4197,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono przy użyciu próbnika złoża KII-2M-95 w dwóch cyklach:

I cykl: czas oczekiwania na przyływ 3 min., na wzrost ciśnienia 90 min.

II cykl: czas oczekiwania na przyływ 30 min., na wzrost ciśnienia 630 min.

W I cyklu na głowicy obserwowano silny wypływ powietrza. W drugim cyklu po 30 min. silnego wypływu powietrza uzyskano wypływ wody z zalewki. W wyniku opróbowania uzyskano przyływ gazu niepalnego. Nie stwierdzono wody złożowej. Warunki techniczne opróbowania nie pozwoliły na syfonowanie otworu i określenie wydajności przyływu gazu, w związku z czym nie obliczono ilościowych parametrów złożowych. Przebieg krzywej wzrostu ciśnienia II cyklu pozwala przypuszczać, iż opróbowany poziom cechuje przepuszczalność szczelinowo-porowa lub, że w badanym interwale występują dwa horyzonty o różnej charakterystyce. Orientacyjne obliczenia wskazują na brak uszkodzenia strefy przyodwierkowej. Temperatura badanego poziomu w głębokości 4117,0 m wynosiła 134°C, a początkowe ciśnienie złożowe $P_z=478,5$ atm. (w głębokości 4142,8 m). Gradient ciśnienia złożowego obliczono w wysokości 0,1155 atm./m. W wyniku opróbowania pobrano 4 próbki gazu do analizy laboratoryjnej. Był to gaz ziemny bezgazolinowo-azotowo-helowy (Tab. 5.39-5.42).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	16,787	120,329
C ₂ H ₆	0,061	0,827
CO ₂	0,043	0,850
N ₂	82,789	1035,276
He	0,320	0,571
Razem	100,000	1157,853
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,904 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,895 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 9,472% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 7,482% N ₂ nadmiarowy: 74,920% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 1605,013 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 1478,225 kcal/Nm ³		

Tab. 5.39. Skład gazu z poziomu 4130,0-4197,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Badanie powtórzone zapinając próbnik złoża typu Halliburton i zalewając 1000 m przewodu wiertniczego wodą. Na przyływ oczekiwano 8 godz. 40 min. W tym czasie przez 20 min. wypływało powietrze, przez 5 min. woda z zalewki i płuczka spod pakera i przez 20 min. gaz z mgłą płuczkową. W czasie opróbowania nie uzyskano wypływu suchego gazu. Wydajność wypływu wynosiła:

49,08 Nm₃/min. – zwężka 6,348 mm, ciśnienie ustalone 158,5 atm.

60,25 Nm₃/min. – zwężka 7,936 mm, ciśnienie ustalone 124,0 atm.

72,33 Nm₃/min. – zwężka 9,520 mm, ciśnienie ustalone 106,5 atm.

Ciśnienie złożowe wyniosło 420 atm.

4130,0-4251,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono przy użyciu próbnikatypu Halliburton w dwóch cyklach:

I cykl: czas oczekiwania na przyływ 20 min., na wzrost ciśnienia 210 min.

II cykl: czas oczekiwania na przyływ 240 min., na wzrost ciśnienia 610 min.

W II cyklu przyływu stwierdzono przez 45 min. wypływ zalewki z płuczką i gazem, a przez 150 min. wypływ gazu niepalnego z silną mgłą z płuczki. Pobrano 4 próbki gazu do analizy laboratoryjnej (Tab. 5.43-5.45). Dla jednej z próbek wykonano analizę skróconą, oznaczając metan (15,336% obj.), tlen (1,089% obj.) i azot (83,575% obj.). Był to gaz ziemny bezgazolinowo-azotowo-helowy. Pobrano także dwie próbki filtratu płuczkowego z domieszką wody złożowej o następującej charakterystyce:

pH – 7,77; ciężar właściwy – 1,019 g/cm³; Cl – 8,8650 g/dm³; Ca – 0,6077 g/dm³; Mg – 0,0906 g/dm³

pH – 7,05; ciężar właściwy – 1,031 g/cm³; Cl – 21,9852 g/dm³; Ca – 3,6361 g/dm³; Mg – 0,2937 g/dm³

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	17,101	122,579
C ₂ H ₆	0,039	0,528
CO ₂	0,028	0,224
N ₂	82,440	1030,912
He	0,392	0,699
Razem	100,000	1154,942
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,902 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,893 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 8,653% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 6,835% N ₂ nadmiarowy: 75,306% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 1631,147 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 1502,323 kcal/Nm ³		

Tab. 5.40. Skład gazu z poziomu 4130,0-4197,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	17,101	122,579
C ₂ H ₆	0,039	0,528
CO ₂	0,028	0,224
N ₂	82,440	1030,912
He	0,392	0,699
Razem	100,000	1154,942
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,907 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,893 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 14,994% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 11,844% N ₂ nadmiarowy: 69,352% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 1687,284 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 1552,018 kcal/Nm ³		

Tab. 5.41. Skład gazu z poziomu 4130,0-4197,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	16,698	119,691
C ₂ H ₆	0,047	0,637
CO ₂	0,259	5,119
N ₂	82,677	1033,875
He	0,319	0,569
Razem	100,000	1159,891
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,907 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,893 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 14,994% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 11,844% N ₂ nadmiarowy: 69,352% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 1687,284 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 1552,018 kcal/Nm ³		

Tab. 5.42. Skład gazu z poziomu 4130,0-4197,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	16,728	119,906
C ₂ H ₆	0,022	0,298
CO ₂	0,179	3,538
N ₂	82,702	1034,188
He	0,369	0,658
Razem	100,000	1158,588
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,897 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,809 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 1,161% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 0,917% N ₂ nadmiarowy: 81,742% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 1592,856 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 1467,077 kcal/Nm ³		

Tab. 5.45. Skład gazu z poziomu 4130,0-4251,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	16,647	119,325
C ₂ H ₆	0,039	0,528
CO ₂	0,202	3,993
N ₂	82,740	1034,663
He	0,372	0,664
Razem	100,000	1159,173
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,907 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,893 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 14,994% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 11,844% N ₂ nadmiarowy: 69,352% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 1687,284 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 1552,018 kcal/Nm ³		

Tab. 5.43. Skład gazu z poziomu 4130,0-4251,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	15,502	111,118
C ₂ H ₆	0,042	0,569
CO ₂	0,184	3,637
N ₂	83,886	1048,994
He	0,386	0,689
Razem	100,000	1165,007
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,904 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,901 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 3,132% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 2,474% N ₂ nadmiarowy: 81,259% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 1479,746 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 1362,872 kcal/Nm ³		

Tab. 5.46. Skład gazu z poziomu 4130,0-4251,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	17,416	124,837
C ₂ H ₆	0,019	0,257
CO ₂	0,203	4,012
N ₂	82,015	1025,597
He	0,347	0,619
Razem	100,000	1155,322
gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,898 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,893 zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂ : 2,703% obj. N ₂ z domieszki powietrza: 2,135% N ₂ nadmiarowy: 79,798% obj. Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 1657,712 kcal/Nm ³ Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 1526,816 kcal/Nm ³		

Tab. 5.44. Skład gazu z poziomu 4130,0-4251,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Omawiany interwał opróbowano ponownie zapuszczając próbnik złoża typu Halliburton. Badanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przypiływu:

I okres przypiływu: ciśnienie 101,14-119,90 atm., czas 12 godz.
 I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 119,90-404,80 atm., czas 11 godz.

Przez 60 min. uzyskano przypiływ wody i płuczki z gazem, przez następne 60 min. wypływ gazu z silną mgłą wody i płuczki, przez 4 godz. wypływ gazu z silną mgłą wody słabo zanieczyszczonej płuczką, a przez następne 6 godz. obserwowano wypływ gazu z silną mgłą wodną. W związku z obecnością wody pomiarów wydajności gazu nie wykonywano. Wyekstrapolowane ciśnienie złożowe w głębokości 4115,0 m wynosiło 447 atm.

Do analiz laboratoryjnych pobrano 3 próbki gazu (Tab. 5.46-4.47). Dla jednej z próbek wykonano analizę skróconą, oznaczając metan (12,391% obj.), tlen (3,344% obj.) i azot (84,265% obj.). Pobrano także 8 próbek płynów (filtratu płuczkowego i wody) o następującej charakterystyce:

pH – 7,48; ciężar właściwy – 1,024 g/cm³; Cl – 8,1558 g/dm³;
 Ca – 0,6180 g/dm³; Mg – 0,1562 g/dm³
 pH – 6,3; ciężar właściwy – 1,034 g/cm³; Cl – 19,1484 g/dm³;
 Ca – 3,3373 g/dm³; Mg – 0,5312 g/dm³
 pH – 6,45; ciężar właściwy – 1,036 g/cm³; Cl – 20,9214 g/dm³;
 Ca – 3,7082 g/dm³; Mg – 0,6250 g/dm³

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	16,760	120,135
C ₂ H ₆	0,061	0,827
CO ₂	0,288	5,693
N ₂	82,505	1031,725
He	0,386	0,689
Razem	100,000	1159,069

gęstość gazu zanieczyszczonego powietrzem (obliczona): 0,899
 gęstość gazu czystego (obliczona): 0,896
 zawartość powietrza obliczona z ilości O₂: 2,460% obj.
 N₂ z domieszki powietrza: 1,943%
 N₂ nadmiarowy: 80,475% obj.
 Wartość opałowa górna gazu czystego (obliczona): 1602,448 kcal/Nm³
 Wartość opałowa dolna gazu czystego (obliczona): 1475,863 kcal/Nm³

Tab. 5.47. Skład gazu z poziomu 4130,0-4251,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	23,0490	649,9818	90,636
HCO ₃ ⁻	2,6230	42,9909	5,995
SO ₄ ²⁻	1,1605	24,1616	3,369
Aniony razem	26,8325	717,1343	100,000
Fe ³⁺	0,3329	17,8800	2,493
Ca ²⁺	3,0901	154,2000	21,503
Mg ²⁺	1,2500	102,8000	14,335
Na ⁺	10,2714	442,2543	61,669
Na ⁺	14,9444	717,1343	100,000
Kationy razem	65,8492	3081,6092	100,000

pH: 6,20
 Ciężar właściwy: 1,038 g/cm³
 Sucha pozostałość: 46,8 g/dm³

Tab. 5.48. Skład solanki z poziomu 3583,6-3674,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	85,5639	613,3220
C ₂ H ₆	ślady	–
N ₂	0,8178	10,2265
H ₂	0,4474	0,4017
H ₂ S	13,1704	202,4949
Razem	100,0000	826,4451

Gęstość gazu czystego: 0,639
 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O₂: 20,2761%
 Zawartość azotu z domieszki powietrza: 16,0164%
 Zawartość N₂ nadmiarowego: 0,6520%
 Wartość opałowa gazu czystego – górna: 8984,32 kcal/Nm³
 Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 8277,50 kcal/Nm³

Tab. 5.49. Skład gazu pobranego z otworu Obrzycko 2.

pH – 6,48; ciężar właściwy – 1,038 g/cm³; Cl – 21,2760 g/dm³; Ca – 3,9657 g/dm³; Mg – 0,3125 g/dm³
 pH – 6,25; ciężar właściwy – 1,037 g/cm³; Cl – 21,9852 g/dm³; Ca – 4,2232 g/dm³; Mg – 0,1563 g/dm³
 pH – 6,4; ciężar właściwy – 1,038 g/cm³; Cl – 22,3398 g/dm³; Ca – 4,3778 g/dm³; Mg – 0,1563 g/dm³
 pH – 6,22; ciężar właściwy – 1,039 g/cm³; Cl – 22,5171 g/dm³; Ca – 4,5322 g/dm³; Mg – 0,0937 g/dm³
 Dla jednej z próbek wykonano pełną analizę wody (Tab. 5.48). Po zakończeniu opróbowania otwór zlikwidowano.

Podsumowanie

Osady czerwonego spągowca opróbowano czterokrotnie uzyskując przypiły gazu niepalnego z mgłą płuczkową i wodną. Wydajność potencjalna obliczona na podstawie pomiaru na trzech zwężkach wynosi 100 Nm³/min. Gaz składa się, na podstawie średniej z wykonanych analiz, z azotu – 82,35% obj., metanu – 17,01% obj., helu – 0,35% obj., dwutlenku węgla – 0,18% obj. i etanu – 0,04% obj. Uwagę zwraca znaczna koncentracja azotu i zaniżona koncentracja helu w porównaniu z sąsiednimi otworami. Partia gazonośna występuje na głębokości 4188,0-4203,0 m, poniżej wzrasta nasycenie wodą złożową, co powoduje, iż poziom o najlepszych własnościach kolektorskich jest całkowicie zawodniony. Uzyskana podczas opróbowania woda złożowa jest solanką ze strefy kontaktowej gaz-woda o małej ale stale zwiększającej się mineralizacji.

Golęczerowo-1

Celem opróbowania było zbadanie osadów czerwonego spągowca pod względem jego własności zbiornikowych i występujących w nich mediów oraz stwierdzenie przewidywanej pułapki strukturalnej (Wolnowski, 1984). W trakcie wiercenia opróbowano próbnikiem złoża osady czerwonego spągowca.

Poziom 3869,0-3891,0 m – perm (czerwony spągowiec)

Brak przypiły i brak objawów węglowodorów

Poziom 3869,0-3909,0 m – perm (czerwony spągowiec)

Śladowe zgazowanie gazem palnym. Badany horyzont posiada minimalną przepuszczalność, nie uszkodzoną w strefie przyotworowej.

Poziom 3892,0-3928,0 m – perm (czerwony spągowiec)

W czasie 423 min. Stwierdzono przypiły solanki o ciężarze właściwym 1,171 g/cm³ w ilości 2,15 m³, bardzo silnie zgazowa-

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	84,7431	607,4385
C ₂ H ₆	ślady	–
N ₂	0,3608	4,5118
H ₂	0,3772	0,3387
H ₂ S	14,5187	223,2250
Razem	100,0000	835,5140

Gęstość gazu czystego: 0,646
 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O₂: 26,3023%
 Zawartość azotu z domieszki powietrza: 20,7760%
 Zawartość N₂ nadmiarowego: 0,2659%
 Wartość opałowa gazu czystego – górna: 8989,24 kcal/Nm³
 Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 8282,64 kcal/Nm³

Tab. 5.50. Skład gazu pobranego z otworu Obrzycko 2.

nej gazem palnym. Objawy na wylocie przewodu wskazywały na możliwość występowania w opróbowanym interwale strefy nasyconej gazem wolnym, jednakże bardzo niska przepuszczalność (nie uszkodzona w strefie przyotworowej) wyklucza uzyskanie znacznego przyływu gazu z badanego horyzontu.

Obrzycko-2

W otworze Obrzycko-2 nie przeprowadzono prób złożowych ze względu na erupcję gazu z siarkowodorem i związaną z tym konieczność szybkiej likwidacji otworu (Ryba, 1979). Bezpośrednio po nawierceniu osadów dolomitu głównego pobrano 3 próbki gazu z manifoldu do analizy laboratoryjnej (Tab. 5.49-5.51). Badany gaz określono jako gaz ziemny bezgazolinowo-siarkowodorowy. Kolejne próbki gazu pobrano w czasie zatłaczania otworu z odgazowania płuczki (Tab. 5.52) i z przewodu wiertniczego po zatłoczeniu płuczki (metan – 89,481% obj., pozostałe węglowodory – 0,919% obj., dwutlenek węgla – 1,700% obj., azot – 2,300% obj., siarkowódor – 5,600% obj.).

W czasie erupcji gazu ziemnego z osadów dolomitu głównego pobrano próbkę wody, prawdopodobnie pochodzącej z osadów pstrego piaskowca (Tab. 53).

Rokietnica-2

Celem opróbowania było rozpoznanie gazonośności w utworach czerwonego spągowca i, w ograniczonym zakresie, w dolomicie głównym cechsztynu (Protas i Ryba, 1983).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	85,1592	610,4210
C ₂ H ₆	ślady	–
N ₂	2,0946	26,1929
H ₂	0,4073	0,3657
H ₂ S	12,3387	189,7075
Razem	100,0000	826,6871

Gęstość gazu czystego: 0,639
 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O₂: 14,9021%
 Zawartość azotu z domieszki powietrza: 11,7714%
 Zawartość N₂ nadmiarowego: 1,7825%
 Wartość opałowa gazu czystego – górna: 8891,47 kcal/Nm³
 Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 8191,84 kcal/Nm³

Tab. 5.51. Skład gazu pobranego z otworu Obrzycko 2.

Składnik gazu	Próbka nr 1	Próbka nr 2
	% obj.	
CH ₄	10,9423	5,5822
C ₂ H ₆	ślady	ślady
N ₂	84,5922	94,3576
H ₂	4,4655	0,0602
H ₂ S	ślady	ślady
Razem	100,0000	100,0000
Zaw. N ₂ z dom. pow.	41,6322	49,4661
Zaw. N ₂ nadmiar.	40,0082	35,2690
Zaw. pow. z O ₂	52,7046	62,6220

Tab. 5.52. Skład gazu pobranego z otworu Obrzycko 2.

Opróbowanie w trakcie wiercenia

Poziom 3544,0-3566,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża KII-M-65 w interwale odsłoniętym pod butem rur. Badanie wykonano metodą dwukrotnego odcięcia przyływu:

I cykl: czas oczekiwania na przyływ 15 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia 180 min.

II cykl: czas oczekiwania na przyływ 20 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia 80 min.

W wyniku opróbowania stwierdzono słaby przyływ gazu palnego (zgazowanie około 800 l wody i płuczki w przewodzie). Z przyczyn technicznych bliższa charakterystyka badanego poziomu nie jest możliwa. Temperatura w obrębie opróbowanego interwału wynosiła 126°C w głębokości 3552,0 m.

Pobrano 3 próbki gazu do analizy laboratoryjnej (Tab. 5.54-5.56), stwierdzając gaz ziemny bezgazolinowy.

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	65,4678	1846,1919	97,878
Br ⁻	0,1332	1,6663	0,088
HCO ₃ ⁻	0,0610	0,9998	0,053
CO ₃ ²⁻	0,0720	2,3998	0,127
SO ₄ ²⁻	1,6791	34,9594	1,854
Aniony razem	67,4131	1836,2172	100,000
NH ₄ ⁺	0,0213	1,1828	0,063
Ca ²⁺	2,4950	124,5000	6,601
Mg ²⁺	1,0597	87,1500	4,620
Na ⁺	38,4863	1673,3844	88,716
Kationy razem	42,0623	1886,2172	100,000

pH: 6,20
 Ciężar właściwy: 1,075 g/cm³
 Sucha pozostałość: 109,50 g/dm³

Tab. 5.53. Skład solanki pobranej z otworu Obrzycko 2.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	85,9626	616,1799
C ₂ H ₆	0,5491	7,4458
C ₃ H ₈	0,0056	0,1122
N ₂	12,9692	162,1798
He	0,0517	0,0923
H ₂	0,4618	0,4147
Razem	100,0000	786,4247

Gęstość gazu czystego: 0,608
 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O₂: 0,2856%
 Zawartość azotu z domieszki powietrza: 0,2256%
 Zawartość N₂ nadmiarowego: 12,9321%
 Wartość opałowa gazu czystego – górna: 34,64 MJ/Nm³
 Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 31,90 MJ/Nm³

Tab. 5.54. Skład gazu z poziomu 3544,0-3566,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	85,9008	615,7369
C ₂ H ₆	0,5041	6,8356
C ₃ H ₈	0,0051	0,1022
N ₂	13,0823	163,5942
He	0,0514	0,0917
H ₂	0,4563	0,4098
Razem	100,0000	786,7704
Gęstość gazu czystego: 0,609 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 0,2418% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 0,1910% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 13,0507% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 34,58 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 31,84 MJ/Nm ³		

Tab. 5.55. Skład gazu z poziomu 3544,0-3566,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	85,9028	615,7513
C ₂ H ₆	0,4553	6,1739
C ₃ H ₈	0,0047	0,0942
N ₂	13,1287	164,1744
He	0,0504	0,0900
H ₂	0,4581	0,4114
Razem	100,0000	786,6952
Gęstość gazu czystego: 0,609 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 0,2989% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 0,2361% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 13,0894% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 34,55 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 31,81 MJ/Nm ³		

Tab. 5.56. Skład gazu z poziomu 3544,0-3566,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	66,2891	475,1603
C ₂ H ₆	0,4905	6,6512
C ₃ H ₈	0,0084	0,1683
N ₂	32,9967	412,6237
He	0,0357	0,0637
H ₂	0,1796	0,1613
Razem	100,0000	894,8285
Gęstość gazu czystego: 0,692 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 1,4194% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 1,1212% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 32,5283% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 26,74 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 24,62 MJ/Nm ³		

Tab. 5.57. Skład gazu z poziomu 3544,0-3584,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec).

Poziom 3544,0-3584,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec): piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża KII-M-65 w interwale odsoniętym pod butem rur. Badanie wykonano metodą dwukrotnego odcięcia przypiływu:

I cykl: czas oczekiwania na przypiływ 18 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia 120 min.

II cykl: czas oczekiwania na przypiływ 120 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia 300 min.

W wyniku opróbowania uzyskano minimalny przypiływ gazu palnego (zgazowanie około 1000 m zalewki w przewodzie). Badany poziom ma niską przepuszczalność, związaną także z niewielkim uszkodzeniem strefy przyotworowej. Początkowe ciśnienie złożowe w głębokości 3561,0 m wynosiło $P_z=404,6$ atm, a temperatura w obrębie opróbowanego interwału wynosiła 126°C.

Pobrano 3 próbki gazu do analizy laboratoryjnej (Tab. 5.57-5.59), stwierdzając gaz ziemny bezgazolinowo-azotowy.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	66,5733	477,1974
C ₂ H ₆	0,4717	6,3963
C ₃ H ₈	0,0084	0,1683
N ₂	32,7277	409,2599
He	0,0350	0,0625
H ₂	0,1839	0,1651
Razem	100,0000	893,2495
Gęstość gazu czystego: 0,691 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 4,8528% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 3,8333% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 31,1395% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 26,84 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 24,72 MJ/Nm ³		

Tab. 5.58. Skład gazu z poziomu 3544,0-3584,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	66,5720	477,1881
C ₂ H ₆	0,4747	6,4369
C ₃ H ₈	0,0083	0,1663
N ₂	32,7210	409,1761
He	0,0356	0,0635
H ₂	0,1884	0,1692
Razem	100,0000	893,2001
Gęstość gazu czystego: 0,691 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 1,0872% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 0,8588% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 32,3653% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 26,84 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 24,72 MJ/Nm ³		

Tab. 5.59. Skład gazu z poziomu 3544,0-3584,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec).

Poziom 3544,0-3596,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec): piaskowiec

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża KII-M-65 w interwale odsłoniętym pod butem rur. Badanie wykonano metodą dwukrotnego odcięcia przyływu:

I cykl: czas oczekiwania na przyływ 15 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia 180 min.

II cykl: czas oczekiwania na przyływ 150 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia 300 min.

W rezultacie opróbowania uzyskano minimalny przyływ gazu palnego (zgazowanie zalewki w przewodzie). Badany horyzont ma bardzo niską przepuszczalność. Wykluczono możliwość uszkodzenia strefy trzyotworowej w stopniu wpływającym w istotny sposób na charakterystykę poziomu. Początkowe ciśnienie złożowe w głębokości 3561,0 m wynosiło $P_z=407,1$ atm, a temperatura w obrębie opróbowanego interwału wynosiła 126°C.

Pobrano 3 próbki gazu do analizy laboratoryjnej (Tab. 5.60-5.62), stwierdzając gaz ziemny bezgazolinowo-azotowy.

Po zakończeniu opróbowania otwór zlikwidowano.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	82,4464	590,9758
C ₂ H ₆	0,6187	8,3895
C ₃ H ₈	0,0089	0,1783
N ₂	16,6700	208,4583
He	0,0571	0,1019
H ₂	0,1989	0,1786
Razem	100,0000	808,2825
Gęstość gazu czystego: 0,625 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 2,5946% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 2,0495% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 16,2374% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 33,26 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 30,62 MJ/Nm ³		

Tab. 5.60. Skład gazu z poziomu 3544,0-3596,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	84,0964	602,8030
C ₂ H ₆	0,6177	8,3760
C ₃ H ₈	0,0084	0,1683
N ₂	15,8257	187,8963
He	0,0532	0,0949
H ₂	0,1986	0,1783
Razem	100,0000	799,5169
Gęstość gazu czystego: 0,618 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 10,3701% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 8,1915% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 13,4674% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 33,91 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 31,23 MJ/Nm ³		

Tab. 5.61. Skład gazu z poziomu 3544,0-3596,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec).

Podsumowanie

Z utworów czerwonego spągowca nie uzyskano przemysłowej produkcji gazu.

Swadzim-1

Zadaniem opróbowania było poznanie własności zbiornikowych oraz roponośności osadów węglanowych cechsztyńu i gazonośności utworów czerwonego spągowca (Protas, 1985). Zadaniem uzupełniającym było zbadanie stropowych partii karbonu w aspekcie wyjaśnienia możliwości akumulacji węglowodorów w ich obrębie. Wyniki badań miały posłużyć do uściślenia prognoz zasobowych gazu ziemnego oraz do ukierunkowania dalszych poszukiwań w omawianym obszarze.

Opróbowanie w trakcie wiercenia**Poziom 3071,0-3098,0 m – perm (cechsztyń – dolomit główny): dolomity**

Badanie przeprowadzono próbnikiem rurowym KII-2M-95

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	82,1714	589,0046
C ₂ H ₆	0,5781	7,8390
C ₃ H ₈	0,0078	0,1563
N ₂	17,0108	212,7200
He	0,0593	0,1058
H ₂	0,1726	0,1550
Razem	100,0000	809,9808
Gęstość gazu czystego: 0,626 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 0,8034% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 0,6346% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 16,8741% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 33,11 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 30,49 MJ/Nm ³		

Tab. 5.62. Skład gazu z poziomu 3544,0-3596,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	164,5710	4640,9022	98,149
Br ⁻	0,6726	8,4142	0,178
HCO ₃ ⁻	3,4892	57,1879	1,209
SO ₄ ²⁻	1,0535	21,9338	0,464
Aniony razem	169,7863	4728,4381	100,000
NH ₄ ⁺	0,3750	20,8237	0,440
Fe ³⁺	0,5958	32,0004	0,677
Ca ²⁺	12,0435	600,9720	12,710
Mg ²⁺	3,6238	296,0230	6,260
Na ⁺	86,9047	3778,6190	79,913
Kationy razem	103,5428	4728,4381	100,000
pH: 6,20 Ciężar właściwy: 1,188 g/cm ³ Sucha pozostałość: 274,0 g/dm ³			

Tab. 5.63. Skład solanki z poziomu 3071,0-3098,0 m – perm (cechsztyń – dolomit główny).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	74,2058	531,9072
C ₂ H ₆	8,6551	117,3632
C ₃ H ₈	4,8455	97,0893
i-C ₄ H ₁₀	0,9899	26,4105
n-C ₄ H ₁₀	2,3273	62,9069
i-C ₅ H ₁₂	0,6703	23,1723
n-C ₅ H ₁₂	0,6356	21,9727
C ₆ ⁺	0,6605	25,4293
N ₂	3,9162	48,9721
He	0,0183	0,0327
H ₂	0,5770	0,5181
H ₂ S	2,4985	38,4144
Razem	100,0000	994,1887
Gęstość gazu czystego: 0,769 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 39,9650% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 31,5690% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 2,3511% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 49,16 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 45,19 MJ/Nm ³		

Tab. 5.64. Skład gazu z poziomu 3071,0-3098,0 m – perm (cechsztyń – dolomit główny).

w interwale odsłoniętym pod rurami. Opróbowanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu:

I cykl: czas oczekiwania na przyływ – 10 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia – 150 min.

II cykl: czas oczekiwania na przyływ – 130 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia – 360 min.

W wyniku opróbowania w czasie 140 min. uzyskano przyływ 0,2 m³ solanki (Tab. 5.63) zgazowanej gazem palnym zawierającym siarkowodor. Wydajność przyływu określono na 0,086 m³/h. Początkowe ciśnienie złożowe w głębokości 3074,0 m wynosiło 665,7 atm., a gradient ciśnienia złożowego 2,165 atm./10 m. Temperatura w obrębie badanego interwału wynosiła 110°C. Opróbowany poziom ma bardzo niską przepuszczalność, nie uszkodzoną w strefie przyotworowej.

Pobrano 3 próbki gazu do analizy laboratoryjnej (Tab. 5.64-5.66) stwierdzając gaz ziemny gazolinowo-siarkowodorowy (w 2 przypadkach) i gaz ziemny gazolinowy (w 1 przypadku).

Poziom 3452,0-3458,0 m – perm (czerwony spągowiec): piaskowce

Badanie przeprowadzono próbnikiem rurowym KII-2M-65 w interwale odsłoniętym pod rurami. Opróbowanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu:

I cykl: czas oczekiwania na przyływ – 10 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia – 90 min.

II cykl: czas oczekiwania na przyływ – 300 min., czas oczekiwania na wzrost ciśnienia – 90 min.

W wyniku opróbowania w czasie 311 min. uzyskano przyływ około 0,7 m³ solanki (Tab. 5.67) słabo zgazowanej gazem palnym. Wydajność przyływu określono na 0,135 m³/h. Początkowe ciśnienie złożowe w głębokości 3452,0 m wynosiło 388,0 atm., a gradient ciśnienia złożowego 1,124 atm./10 m. Z uwagi na brak odpowiedniego ciśnieniomierza oraz krótki czas rejestracji podane powyżej parametry należy traktować jako orientacyjne. Badany poziom ma bardzo niską przepuszczalność, nie uszkodzoną w strefie przyotworowej. Pobrano 3 próbki gazu do analizy laboratoryjnej (Tab. 5.68-

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	71,2978	511,0626
C ₂ H ₆	7,9088	107,2433
C ₃ H ₈	4,2401	84,9589
i-C ₄ H ₁₀	0,8319	22,1951
n-C ₄ H ₁₀	2,1926	59,2660
i-C ₅ H ₁₂	0,6084	21,0324
n-C ₅ H ₁₂	0,5917	20,4551
C ₆ ⁺	0,4674	17,9950
N ₂	9,8001	122,5503
He	0,0214	0,0382
H ₂	0,5882	0,5282
H ₂ S	1,4516	22,3184
Razem	100,0000	989,6435
Gęstość gazu czystego: 0,766 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 24,2213% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 19,1328% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 7,4265% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 45,63 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 41,95 MJ/Nm ³		

Tab. 5.65. Skład gazu z poziomu 3071,0-3098,0 m – perm (cechsztyń – dolomit główny).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	69,6431	499,2017
C ₂ H ₆	12,1527	164,7906
C ₃ H ₈	5,6149	112,5058
i-C ₄ H ₁₀	0,7928	21,1519
n-C ₄ H ₁₀	1,7332	46,8484
i-C ₅ H ₁₂	0,3389	11,7158
n-C ₅ H ₁₂	0,3115	10,7686
C ₆ ⁺	0,2922	11,2498
N ₂	8,9403	111,7985
He	0,0059	0,0105
H ₂	0,1745	0,1567
Razem	100,0000	990,1983
Gęstość gazu czystego: 0,766 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 1,0220% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 0,8073% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 8,8490% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 47,01 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 43,17 MJ/Nm ³		

Tab. 5.66. Skład gazu z poziomu 3071,0-3098,0 m – perm (cechsztyń – dolomit główny).

-5.70) stwierdzając gaz ziemny bezgazolinowo-azotowy (1 próbka) i bezgazolinowo-azotowo-helowy (2 próbki).

Podsumowanie

Po negatywnych wynikach opróbowania poziomu dolomitu głównego i osadów czerwonego spągowca przystąpiono do likwidacji otworu. Osady karbonu nie zostały nawiercone.

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	167,7672	4731,0350	99,313
Br ⁻	1,7316	21,6623	0,455
HCO ₃ ⁻	0,2928	4,7990	0,101
SO ₄ ²⁻	0,3004	6,2550	0,131
Aniony razem	170,0920	4763,7513	100,000
NH ₄ ⁺	0,0325	1,8047	0,038
Fe ³⁺	0,2140	11,4948	0,241
Ca ²⁺	31,8363	1588,6350	33,348
Mg ²⁺	2,9948	246,3000	5,170
Na ⁺	67,0542	2915,5168	61,203
Kationy razem	102,1318	4763,7513	100,000
pH: 5,55 Ciężar właściwy: 1,192 g/cm ³ Sucha pozostałość: 272,4 g/dm ³			

Tab. 5.67. Skład solanki z poziomu 3452,0-3458,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	56,6315	405,9346
C ₂ H ₆	0,1040	1,4102
C ₃ H ₈	0,0067	0,1342
i-C ₄ H ₁₀	0,0015	0,0400
n-C ₄ H ₁₀	0,0051	0,1379
N ₂	28,0314	350,5327
He	0,1063	0,1897
H ₂	15,1135	13,5719
Razem	100,0000	771,9512
Gęstość gazu czystego: 0,597 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 1,5813% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 1,2491% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 27,5881% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 24,54 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 22,45 MJ/Nm ³		

Tab. 5.69. Skład gazu z poziomu 3452,0-3458,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	66,9451	479,8625
C ₂ H ₆	0,1286	1,7438
C ₃ H ₈	0,0077	0,1543
i-C ₄ H ₁₀	0,0018	0,0480
n-C ₄ H ₁₀	0,0049	0,1324
N ₂	26,9670	337,2223
He	0,0517	0,0923
H ₂	5,8932	5,2921
Razem	100,0000	824,5477
Gęstość gazu czystego: 0,638 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 45,2524% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 35,7456% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 14,7638% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 27,48 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 25,25 MJ/Nm ³		

Tab. 5.68. Skład gazu z poziomu 3452,0-3458,0 m – perm (czerwony spągowiec).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	58,9850	422,8045
C ₂ H ₆	0,1159	1,5716
C ₃ H ₈	0,0074	0,1483
i-C ₄ H ₁₀	0,0024	0,0640
n-C ₄ H ₁₀	0,0055	0,1487
N ₂	27,4689	343,4986
He	0,1014	0,1810
H ₂	13,3135	11,9555
Razem	100,0000	780,3722
Gęstość gazu czystego: 0,604 Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 4,0550% Zawartość azotu z domieszki powietrza: 3,2031% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 26,3550% Wartość opałowa gazu czystego – górna: 25,26 MJ/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego – dolna: 23,13 MJ/Nm ³		

Tab. 5.70. Skład gazu z poziomu 3452,0-3458,0 m – perm (czerwony spągowiec).

6. DANE SEJSMICZNE

Obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” jest bardzo dobrze rozpoznany pod względem głębokiej budowy geologicznej poprzez dużą ilość profili sejsmicznych 2D (181 profili), wykonanymi głównie w latach 70-tych i 90-tych w ramach różnych tematów (Tab. 6.1). Linie sejsmiczne 2D tworzą gęstą w miarę równomiernie rozłożoną sieć danych sejsmicznych (Fig. 6.1). Jedynie południowa część obszaru przetargowego jest słabiej pokryta danymi sejsmicznymi ale ma to związek z występowaniem terenu silnie zurbanizowanego w okolicach Poznania. Ponadto, południową i centralną część obszaru „Szamotuły–Poznań Północ” obejmują 3 zdjęcia sejsmiczne 3D wykonane w przeciągu ostatnich 5 lat w ramach tematów: Rokietnica-Młodasko 3D, Gołęczewo 3D oraz Poznań Północ 3D. Niestety, dokumentacje oraz precyzyjna lokalizacja wykonanych zdjęć sejsmicznych 3D, nie zostały jeszcze przekazane do Narodowego Archiwum Geologicznego i bazy CBDG z wyjątkiem dokumentacji z tematu Rokietnica-Młodasko 3D.

Na uwagę zasługuje fakt, iż w ramach projektu realizowanego w latach 2007-2013 przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie pt. „Poprawa efektywności badań sejsmicznych w poszukiwaniach i rozpoznawaniu złóż gazu ziemnego w utwo-

rach czerwonego spągowca”, wykonano dwa profile sejsmiczne 2D o charakterze naukowo-badawczym (Kwolek i in., 2010, 2013), również po części obejmujące obszar „Szamotuły–Poznań Północ”, są to profile: Obrzycko-Zabartowo (nr AGH28511, przechodzący przez północną część obszaru przetargowego) oraz profil Rokietnica-Gołęczewo-Szubin (nr nieznany, przechodzący przez południową część obszaru przetargowego). Dokumentacja z tych profili jak również dokładna lokalizacja i dane sejsmiczne nie zostały jeszcze przekazane do NAG i bazy CBDG. Profile te stanowią znaczący wkład w lepsze rozpoznanie strukturalne pułapek złożowych w czerwonym spągowcu, gdyż ich unikatowa jakość i szczegółowe opracowanie o charakterze naukowo-badawczym lepiej odzwierciedla budowę podłoża (czerwony spągowiec i karbon). Na Fig 6.2. przedstawiono przetworzony profil AGH28511 wraz z interpretacją (Rowan i Krzywiec, 2014).

Podsumowując, pod względem rozpoznania sejsmicznego obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” charakteryzuje się bardzo dobrym pokryciem przede wszystkim sejsmikią 2D, ale również sejsmikią 3D. Ważne jest również występowanie regionalnego profilu badawczego AGH28511, który wnosi bardzo wiele w lepszym odwzorowaniu zwłaszcza budowy geologicznej pod spągkiem cechsztynu.

Temat zdjęcia sejsmicznego 2D	Lata wykonania profili	Ilość profili w temacie na obszarze przetargowym	Właściciel
Program Głębokich Sondowań Sejsmicznych PAN	1974	1	Skarb Państwa
Międzychód – Buk	1976	1	Skarb Państwa
Czarnków – Poznań – Strzelno	1976-1978	18	Skarb Państwa
Monoklina Przedsudecka	1976	1	Skarb Państwa
Poznań – Pniewy	1977-1982	79	Skarb Państwa
Radęcin – Wieleń – Murowana Goślina	1980-1981	41	Skarb Państwa
Poznań – Września	1981-1983	4	Skarb Państwa
Wałcz – Gołańcz	1982-1983	2	Skarb Państwa
Elektrownia Jądrowa Warta	1985-1986	7	Skarb Państwa
Pniewy – Stęszew	1995-1999	16	PGNiG S.A.
Obrzycko – Szamotuły	2007	11	Skarb Państwa

Tab. 6.1. Spis tematów sejsmicznych 2D, w których wykonane profile znajdują się w całości lub częściowo na obszarze „Szamotuły–Poznań Północ” (źródło: CBDG).

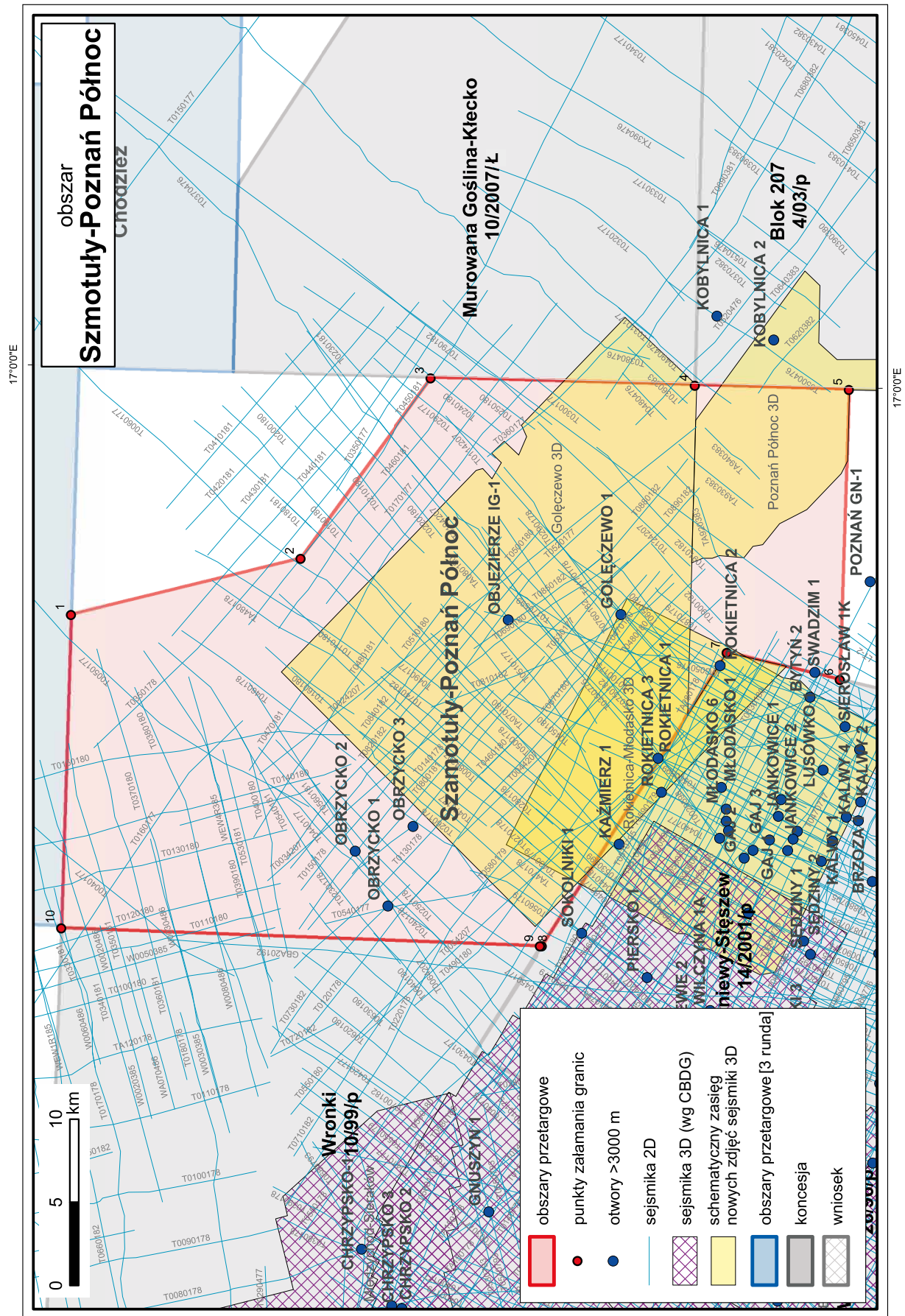


Fig. 6.1. Mapa obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” wraz z lokalizacją danych sejsmicznych 2D i 3D.

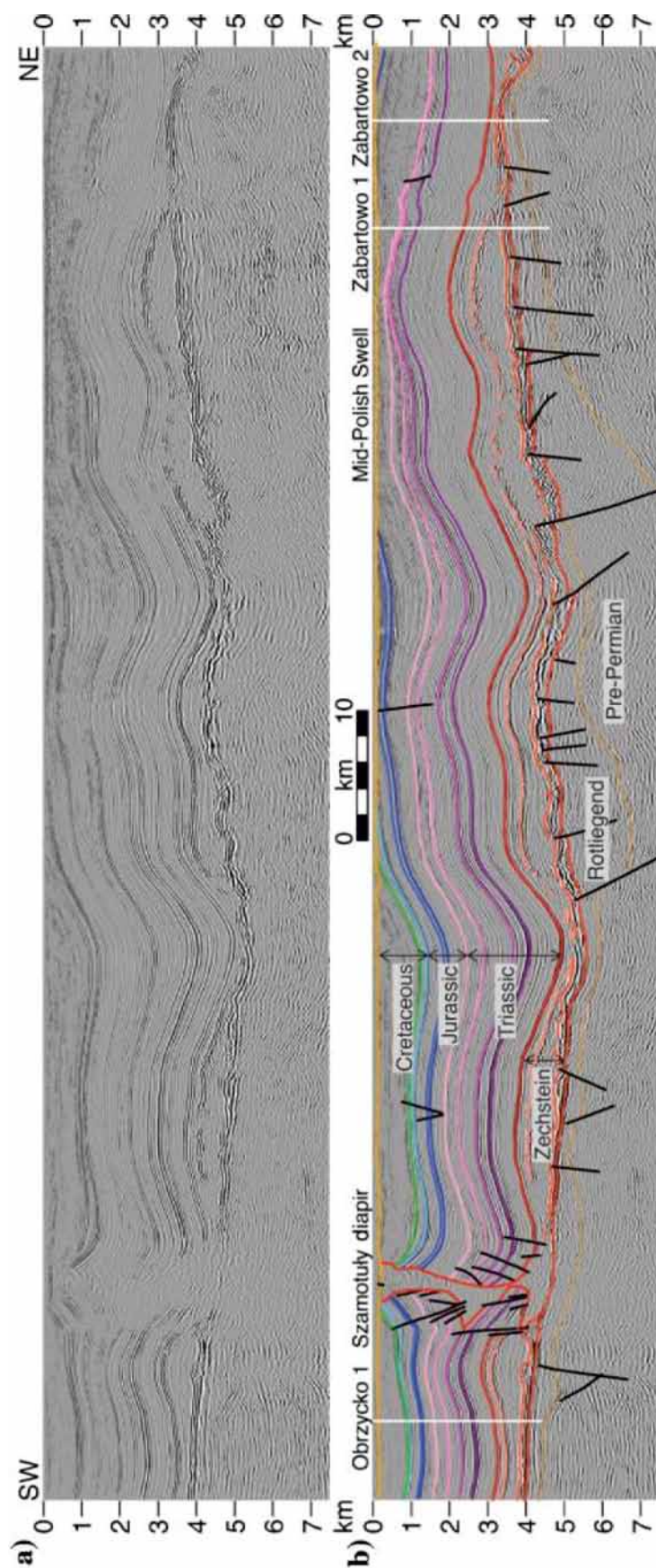


Fig. 6.2. Przekrój sejsmiczny AGH28511 po migracji głębokościowej przed składaniem, pomierzonej na linii Obrzycko–Zabartowo: a – przed interpretacją, b – po interpretacji (Rowan i Krzywiec, 2014).

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETOMETRYCZNE

7.1. GRAWIMETRIA

Historia badań i charakterystyka danych

Pierwsze pomiary grawimetryczne w rejonie obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” (Fig. 7.1) powstały w latach 40-tych i 50-tych XX w. (Custodis, 1941; Duda, 1954).

W tym samym czasie opracowane zostały mapy w skali 1:300000, w cięciu arkuszy 1:100000 (Kaczowska, 1954a-f). Zdjęcia realizowane w drugiej połowie lat 50-tych XX w. (Reczek i Duda, 1956; Stolarek i in., 1958) miały charakter regionalny (średnie zagęszczenie punktów pomiarowych wyniosło odpowiednio 0,22 i 0,4 pkt/km²). Realizacji tych zdjęć towarzyszyła interpretacja (Małoszewski, 1958). Pierwszym zdjęciem szczegółowym było zdjęcie profilowe w rejonie Poznania (krok pomiarowy wynosił 100m) (Kozera, 1957) i rozproszone (Duda, 1958). Wszystkie dotychczas wspomniane zdjęcia ze względu na jakość materiałów dokumentacyjnych (stan dokumentacji lub sposób udokumentowania) nie kwalifikują się niestety do scyfrowania.

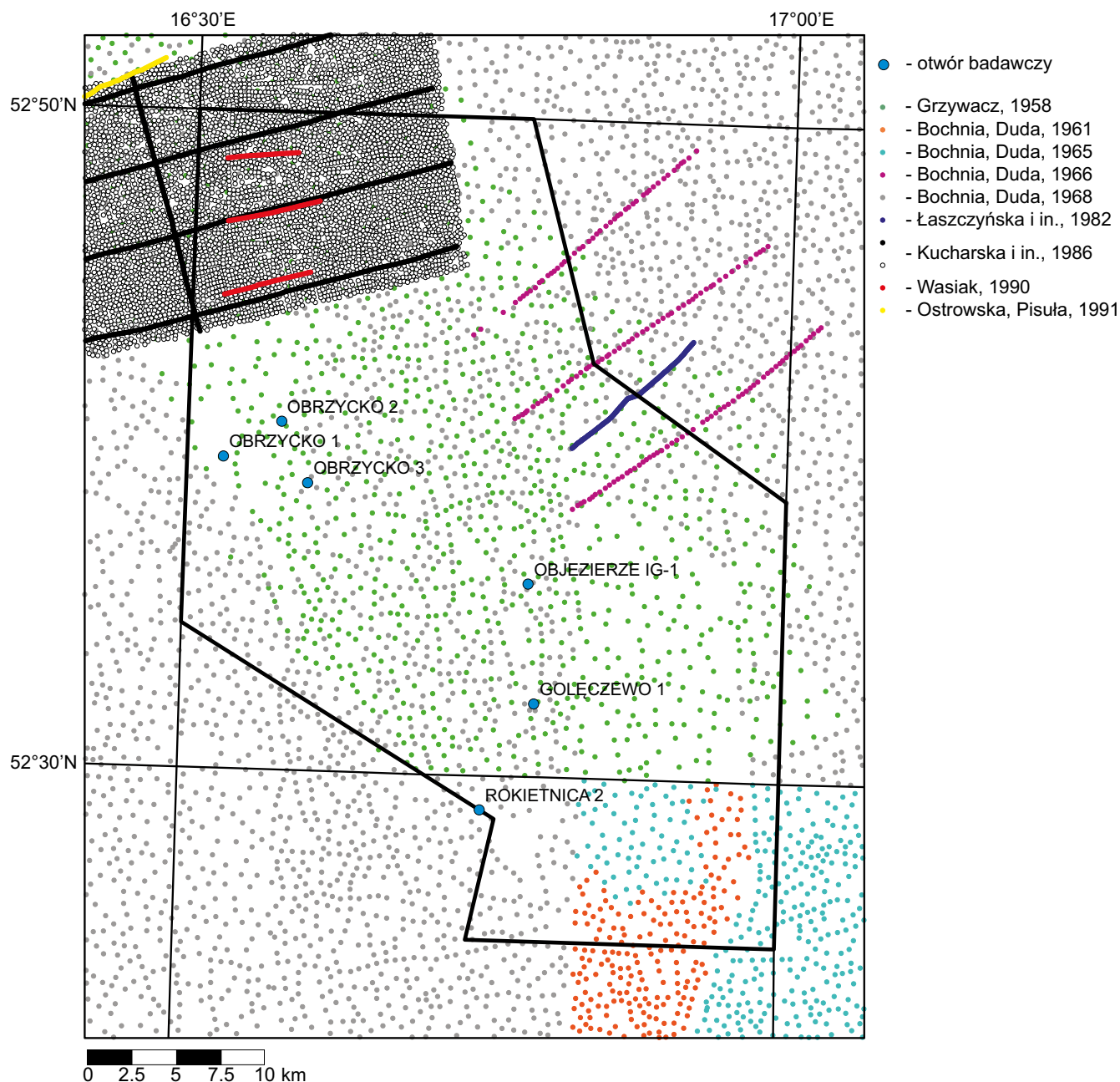


Fig. 7.1. Lokalizacje grawimetrycznych punktów pomiarowych pochodzących ze zdjęć pól szczegółowych i szczegółowych w rejonie obszaru Szamotuły–Poznań Północ”.

Pierwszym zdjęciem o charakterze półszczegółowym, które obejmuje swoim zasięgiem niemal cały obszar przetargowy „Szamotuły–Poznań Północ” jest zdjęcie Oborniki–Czarnków (Grzywacz, 1958, zielone punkty na Fig. 7.1). Nieco gęstszym zdjęciem było zdjęcie na obszarze Czempin–Mosina (Bochnia i Duda, 1961 oraz interpretacja – Małoszewski i Niepielska, 1963; Maryniak i Niepielska, 1965; pomarańczowe punkty na Fig. 7.1). Choć w tytule dokumentacji występuje słowo „szczegółowe” to zdjęcie to ma charakter raczej półszczegółowy (zagęszczenie punktów jest rzędu 2 pkt/km²) – podobnie jak otaczające je zdjęcie z roku 1965 (Bochnia i Duda, 1965, niebieskie punkty Fig. 7.1), gdzie zagęszczenie wynosi 2,5 pkt/km². Niemal cały obszar ujęty na Fig. 7.1 znalazł się w zasięgu zdjęcia półszczegółowego Synklinorium Szczecińsko-Mogileńskiego (Bochnia i Duda, 1968; szare punkty na Fig. 7.1).

Dla lepszego udokumentowania struktury (antyklina) Rogóżna, występującej w północno-wschodniej części opisywanego obszaru, wykonano 3 profile grawimetryczne o kroku pomiarowym wynoszącym 300 m (Bochnia i Duda, 1966; interpretacja: Jamrozik, 1965; różowe punkty na Fig. 7.1). W późniejszych latach wykonany został pomiędzy nimi jeszcze jeden profil (Łaszczyńska i in., 1982, granatowe punkty na Fig. 7.1), o kroku pomiarowym 50 m, a ukierunkowany na poszukiwanie złóż węgla brunatnego.

Kolejne profile szczegółowe (o kroku pomiarowym 100m) na obiektach Miłkowo (Wasiak, 1990, czerwone punkty na Fig. 7.1) i Zielonowo (Ostrowska i Pisuła, 1991, żółte punkty na Fig. 7.1) zostały wykonane także na potrzeby poszukiwania węgla brunatnego.

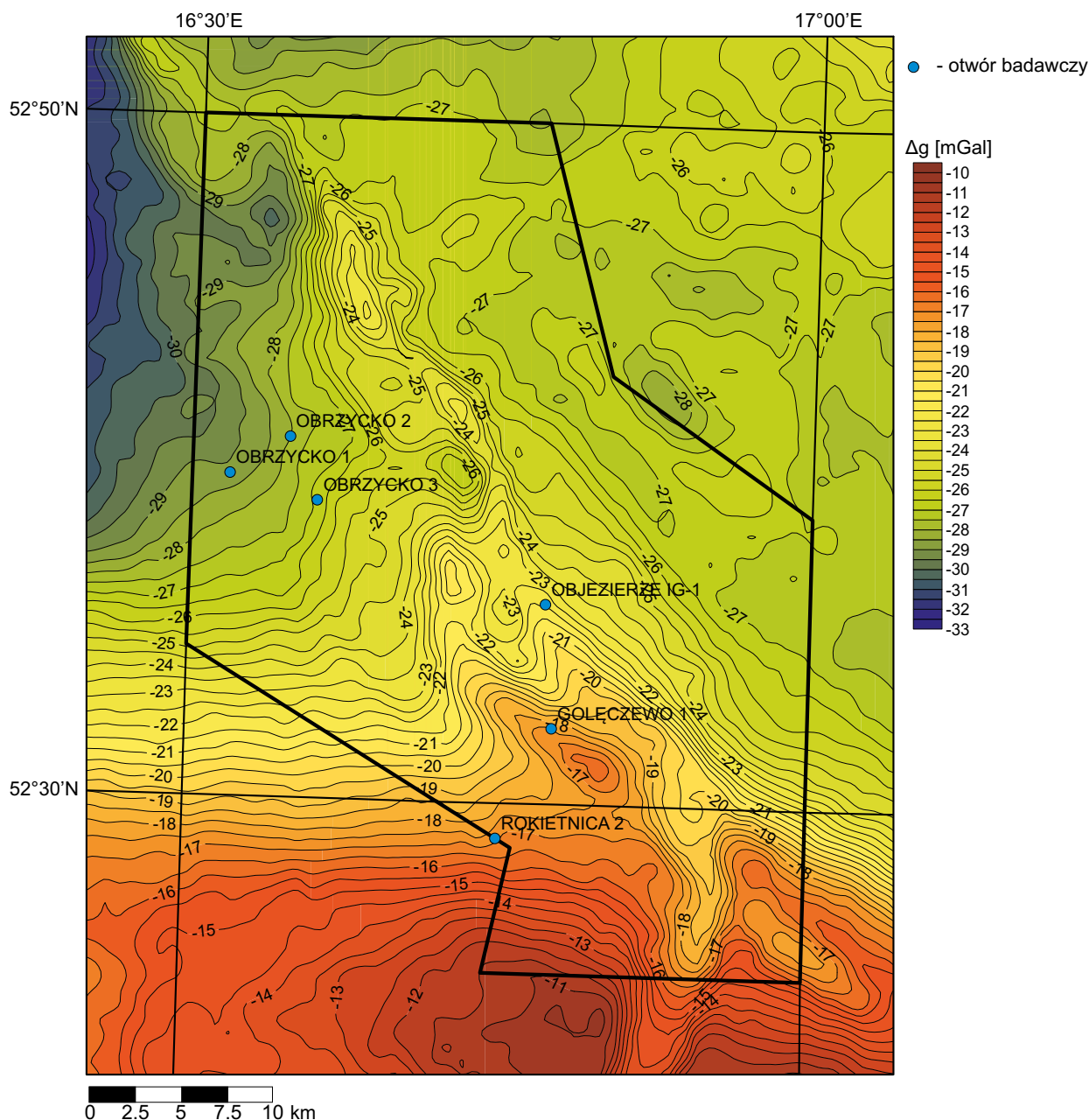


Fig. 7.2. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera, gęstość redukcji 2,67 g/cm³ na obszarze „Szamotuły–Poznań Północ” (na podstawie: Królikowskiego i Peteckiego, 1995).

Ostatnim ze szczegółowych zdjęć znajdujących się w rejonie koncesji „Szamotuły” jest zdjęcie, którego zadaniem było przyczynienie się do rozpoznania kenozoiku i stropu mezozoiku w rejonie projektowanej elektrowni jądrowej Warta (Kucharska i in., 1986). Wykonano tam zarówno badania profilowe o kroku pomiarowym 100 m (czarne punkty na Fig. 7.1) jak i rozproszone o zagęszczeniu 21 pkt/km² (białe punkty na Fig. 7.1).

Wyniki przeprowadzonych badań były w kolejnych latach intensywnie przetwarzane i interpretowane (Jamrozik, 1968; Grobelny, 1968; Soćko, 1976; Dąbrowska, 1986; Królikowski, 1986; Królikowski i in., 1987; Gaczyński i in., 1986; Cieśla i in., 1997). Opracowane zostały mapy grawimetryczne w skali 1:200000 dla arkusza 25 – Piła (Soćko i Szczypa, 1979) i 35 – Poznań (Soćko i Szczypa, 1980).

Charakterystyka obrazu grawimetrycznego

Na Fig. 7.2 zamieszczono mapę anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera, która została skonstruowana na podstawie bazy danych opracowanej na potrzeby realizacji tematu „Atlas grawimetryczny Polski” (Królikowski i Petecki, 1995). Zbiór wykorzystanych danych obejmował wszystkie opisane we wcześniejszym rozdziale zdjęcia półszczełowe. Zgodnie z podziałem na regionalne jednostki grawimetryczne przyjętym w „Atlasie...” obszar przetargowy „Szamotuły-Poznań Północ” znajduje się w obrębie Niżu Szczecińsko-Mogileńsko-Miechowskiego. Niż ten w części mogileńsko-łódzkiej związany jest z segmentem mogileńsko-łódzkim synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Żelaźniewicz i in.,

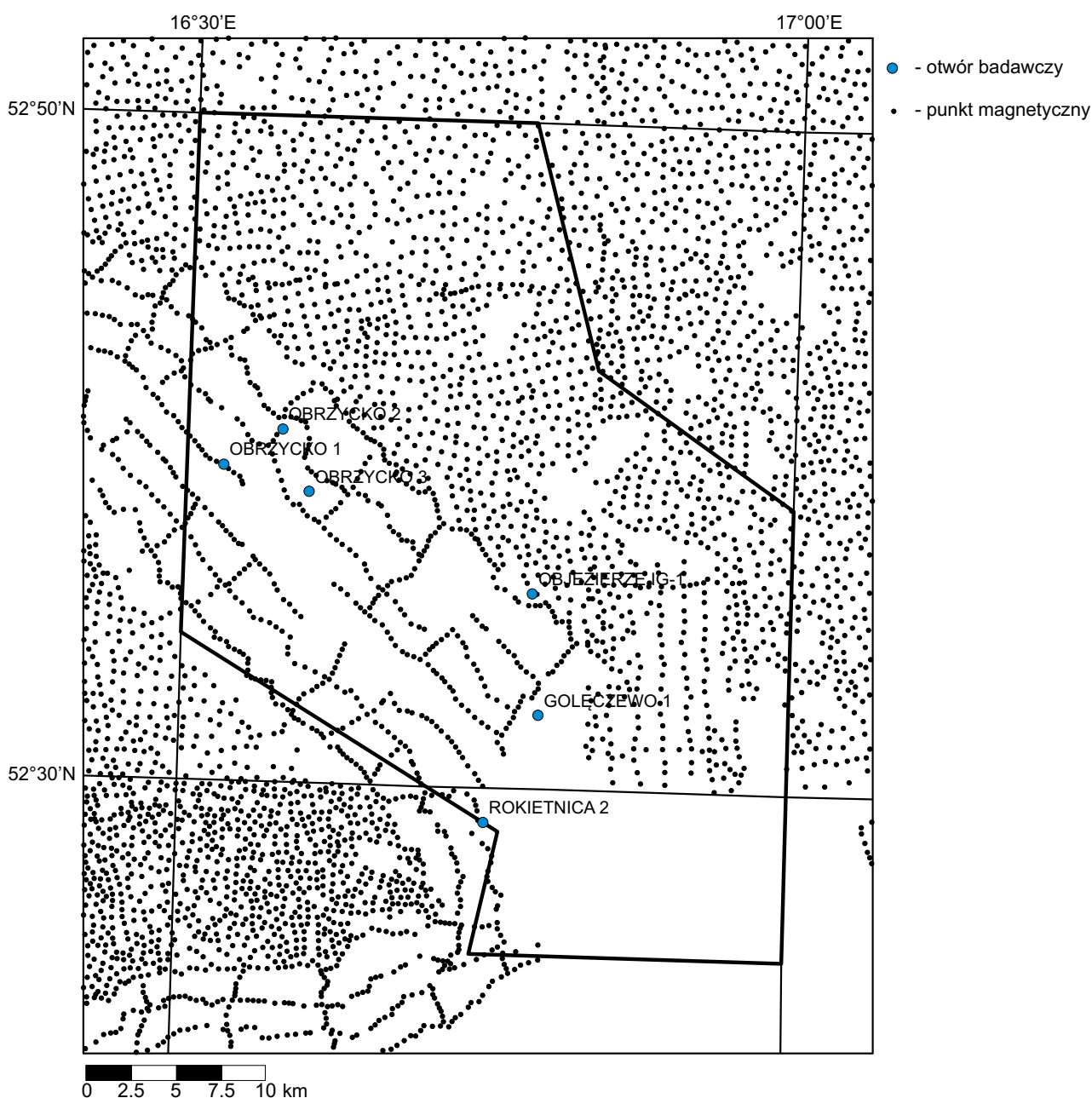


Fig. 7.3. Lokalizacja punktów pomiarowych magnetycznego zdjęcia półszczełowego na obszarze „Szamotuły-Poznań Północ” (Kosobudzka, 1989, 1991).

2011). Wg Królikowskiego i Peteckiego (1995) na kształt anomalii regionalnych główny wpływ ma tutaj ukształtowanie podłoża krystalicznego. Nie wyklucza się również wpływu orogenu waryscyjskiego, który mógł nasunąć znaczne ilości materiału skalnego o obniżonych gęstościach.

Obraz anomalii Bouguera pozostaje w dużej zgodności z obrazem geologicznym (Dadlez i in., 2000). Widoczne w centralnej części analizowanego obszaru lokalne, względnie dodatnie pasmo anomalne o kierunku NNW-SSE koreluje się z lokalizacją tzw. fałdów Drawno–Poznań (Żelaźniewicz i in., 2011) tj. wypiętrzonymi utworami jurajskimi oddzielającymi segment szczecińsko-gorzowski (blok Gorzowa) od segmentu mogileńsko-lódzkiego.

7.2. MAGNETYKA

Historia badań i charakterystyka danych

Systematyczne badania magnetyczne (pionowej składowej natężenia ziemskiego pola magnetycznego Z) o charakterze regionalnym rozpoczęto na terenie Polski jeszcze przed II Wojną Światową. Zdjęcie to zakończono w połowie lat 50-tych XX w. (Dąbrowski, 1960). Były to zdjęcia o średnim zagęszczeniu punktów pomiarowych rzędu $0,06 \pm 0,7$ pkt/km² i niskiej dokładności pomiarów. Na bazie zdjęcia regionalnego opracowane zostały mapy:

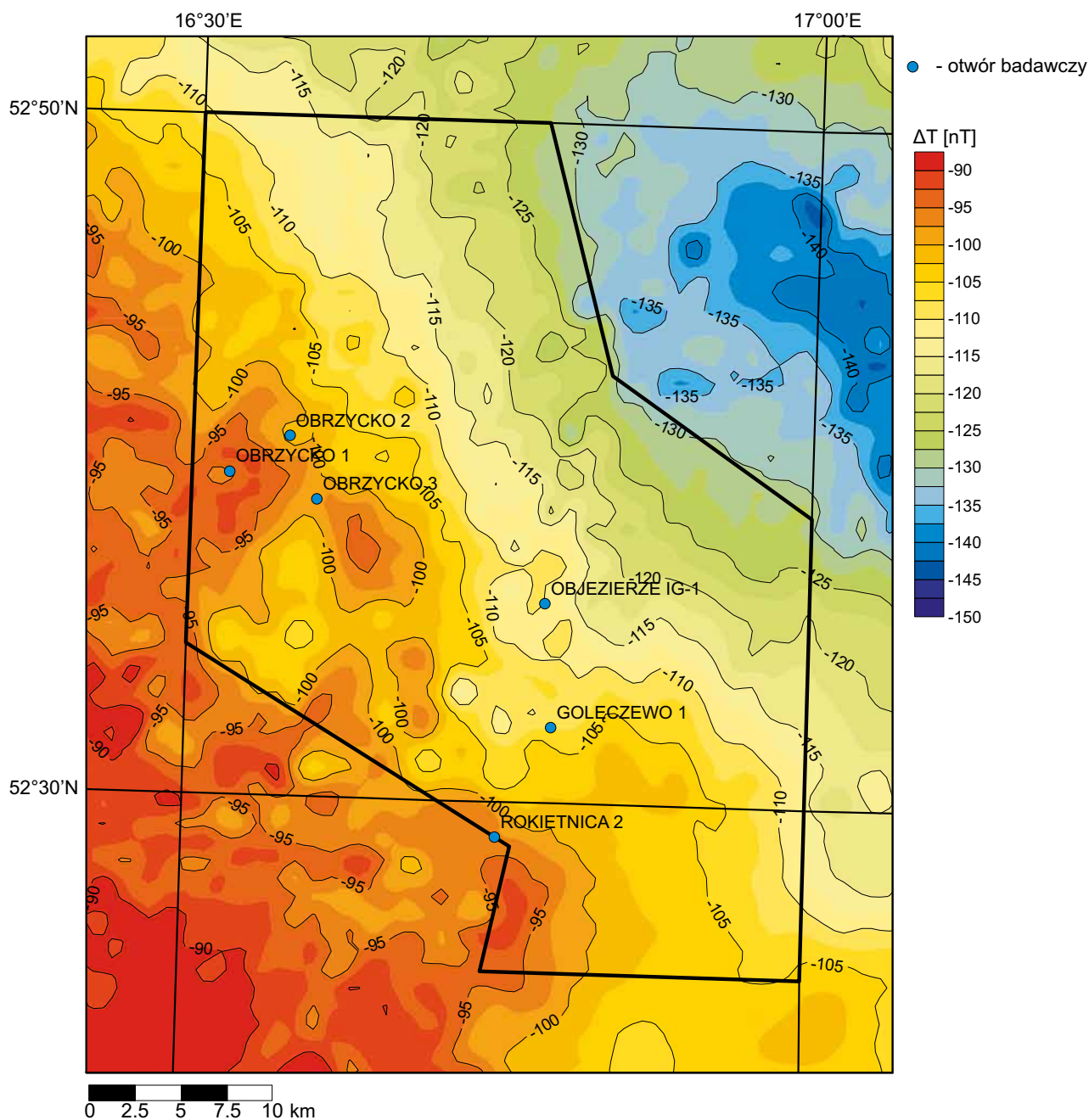


Fig. 7.4. Mapa anomalii modułu całkowitego natężenia ziemskiego pola magnetycznego ΔT (na podst. Peteckiego i in., 2003).

- Polski w skali 1:2 000 000 dla (Dąbrowski i Karaczun, 1958),
- poszczególnych arkuszy w cięciu 1:300 000 układu Borowa Góra, w skali 1: 1 000 000, w tym ark. Poznań (Dąbrowski i Karaczun, 1954),
- poszczególnych arkuszy w cięciu 1:100 000 układu Borowa Góra, w skali 1: 300 000, w tym ark. Szamotuły, Rogoźno, Czarnków, Poznań (odpowiednio Karaczun, 1956a,b,c,d).

Pomiary z użyciem magnetometru protonowego, skonstruowanego w Instytucie Geofizyki PAN, a mierzącego całkowite natężenie ziemskiego pola magnetycznego T , rozpoczęto w roku 1981, na obszarze północnej części monokliny przed-sudeckiej i południowego fragmentu niecki szczecińskiej (Kosobudzka, 1989, punkty na południe od równoleżnika $52^{\circ}30'N$ na Fig. 7.3). Zagęszczenie punktów pomiarowych wynosiło $4 \div 4,5$ pkt/km², przy dokładności pomiarów rzędu 0,1 nT. W następstwie realizacji powyższego zdjęcia podjęto decyzję o kontynuowaniu prac na całym obszarze zachodniej i centralnej Polski. Pierwszy etap prac wykonano w latach 1985-1992 (Kosobudzka, 1991, punkty na północ od równoleżnika $52^{\circ}30'N$; Fig. 7.3). Zdjęcie to wykonano z zagęszczeniem 2 pkt/km².

Duża część obszaru przetargowego „Szamotuły–Poznań Północ” znajduje się pod wpływem oddziaływania zakłóceń pola magnetycznego, pochodzących od elektrycznych traktacji kolejowych (węzeł poznański i linia Poznań–Szamotuły–Wronki). Problem takich zakłóceń częściowo można wyeliminować przy zastosowaniu specjalnej metodyki pomiarowej, zwanej różnicową (Kosobudzka, 1988). Stosowanie tej metodyki przejawia się w charakterystycznym układzie punktów pomiarowych w pobliżu linii kolejowych.

Dane pozyskane w wyniku realizacji powyżej opisanych zdjęć półszeregówkowych umożliwiły opracowanie map anomalii ΔT w skali 1: 200 000 dla arkuszy Piła (Kosobudzka i Zochniak, 1990), Świebodzin (Kosobudzka i in., 1991), Poznań (Kosobudzka i Zochniak, 1992), a także mapy w skali 1: 500 000 (Petecki i in., 2003). Dane zostały opracowane w formie cyfrowej (Cieśla i in., 1995) i poddane szczegółowej interpretacji (Cieśla i in., 1997).

Charakterystyka obrazu magnetycznego

W 2003 r. opublikowana została mapa magnetyczna Polski w skali 1:500 000 (Petecki i in., 2003). Obraz anomalii przedstawiony na Fig. 7.4 wykreślony został na bazie siatki interpolacyjnej wspomnianej powyżej mapy. W wymienionym już opracowaniu z 2003r. wyróżniono kilka regionów o charakterystycznym obrazie magnetycznym. Bazując na tym podziale, obszar przetargowy znajduje się w obrębie prowincji południowo-zachodniej, która charakteryzuje się stosunkowo niską intensywnością anomalii magnetycznych (z nielicznymi wyjątkami). Prowincja ta geologicznie obejmuje obszar fanerozoicznej platformy zachodnioeuropejskiej. Obszar „Szamotuły–Poznań Północ” znajduje się na południe od strefy gradientowej Szczecin–Stargard Szczeciński–Piła–Inowrocław, czyli w rejonie gdzie pole magnetyczne o ujemnych wartościach jest niemal zupełnie pozbawione większych anomalii lokalnych. Ten spokojny obraz pola magnetycznego na zachód od linii Teisseyre-a – Tornquista może wskazywać na głęboko położony strop podłoża magnetycznego, przykryty grubą warstwą niemagnetycznych skał osadowych. Oszacowany na podstawie analizy widma mocy strop źródeł magnetycznych w tym rejonie występuje na średnich głębokościach ok. 18,5 km (Petecki, 2001).

Metody geoelektryczne

W 1970 roku grupa telluryczna PGGN Toruń prowadziła prace na terenie Człopa-Szamotuły. Celem prac było kartowanie stropu cechsztynu. Kontynuacją tych prac w kierunku południowo-wschodnim były badania wykonane w 1971 roku (Śmiechowski, 1972). Na wynikowych mapach (np. mapa stropu cechsztynu na Fig. 7.5) bardzo wyraźnie zaznaczyły się struktury Szamotuły, Obrzycko i Rokietnica wykryte wcześniejszymi pracami sejsmicznymi. Ze strukturą Szamotuł związana jest strefa małych wartości średniej przewodności wzdłużnej S odpowiadającej szczytowym partiom struktury. Najmniejsze wartości S związane są ze strukturą Rokietnica. Największe wartości S odpowiadają niecce Czarnkowa. W wyniku wykonanych prac zostało rozpoznane zaleganie stropu cechsztynu w obrębie struktury Szamotuły.

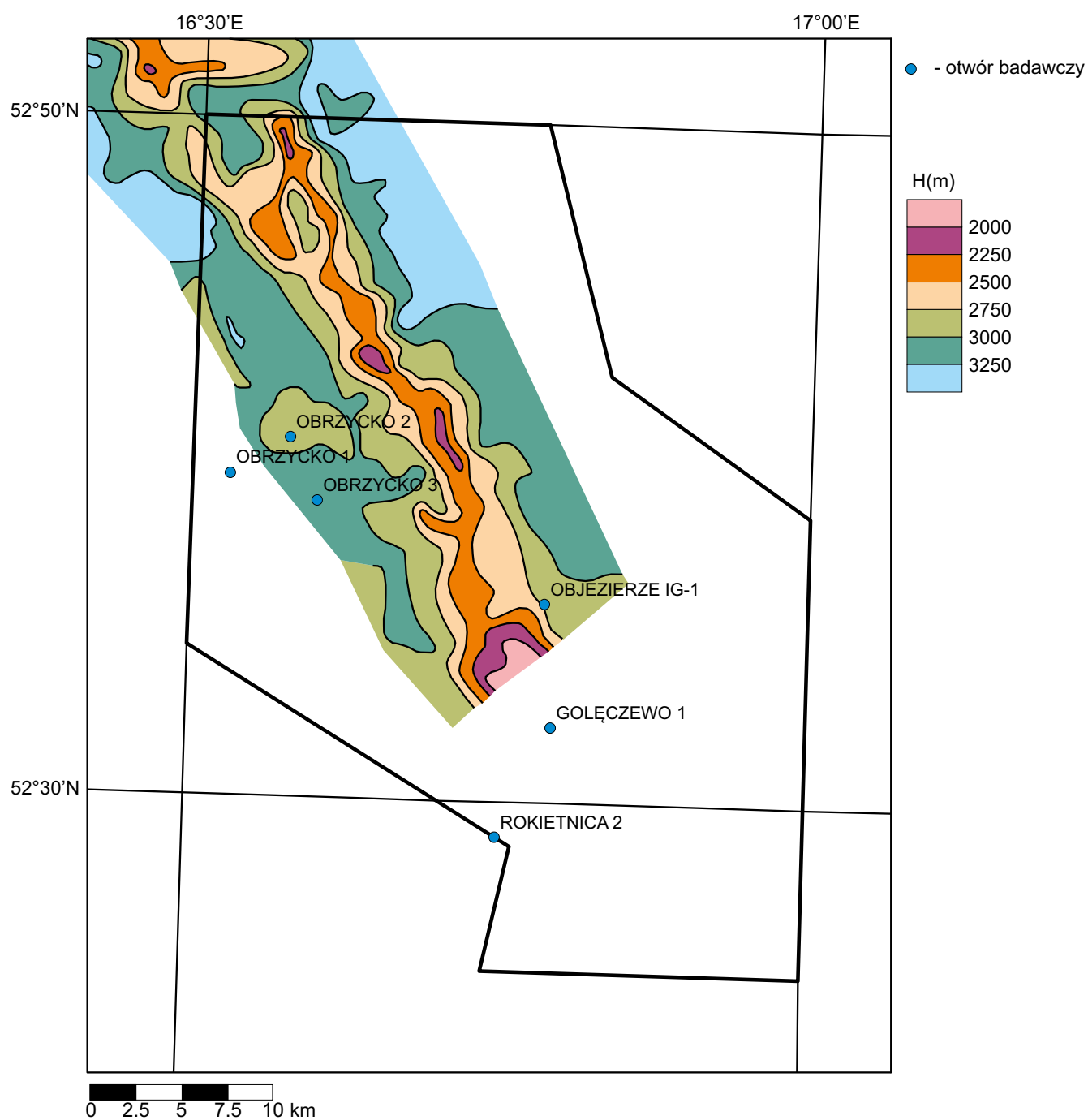


Fig. 7.5. Szkic strukturalny stropu cechsztynu uzyskany w wyniku prac magnetotellurycznych na obszarze „Szamotuły – Poznań Północ” (Śmiechowski, 1972).

8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI

Obszar przetargowy Szamotuły – Poznań Północ został wyznaczony w obrębie wielkopolskiej prowincji naftowej i obejmuje fragmenty bloków Ministerstwa Środowiska nr 166, 186 i 206. Omawiany obszar znajduje się zasięgu czynnego systemu naftowego zdefiniowanego w obrębie utworów paleozoicznych karbonu i permu pod uszczelnieniem cechsztyńskim.

Obszar przetargowy rozpoznany jest metodami powierzchniowej sejsmiki 2D z odległościami między profilami ok 1,5 km. W roku 2012 na południu w strefie granicznej obszaru Szamotuły – Poznań Północ wykonano zdjęcie 3D Rokietnica-Młodasko, natomiast w części południowej strefy dyslokacyjnej Szamotuł (Fig. 2.10, 2.11, 2.12) w 2014 roku wykonano zdjęcie 3D Gołęczewo. Zdjęcie to potwierdziło istnienie wcześniej sygnalizowanych obiektów perspektywicznych jednak inwestor zrezygnował z ich sprawdzenia wiertniczego ze względu na potencjalne ryzyko braku uszczelnienia pułapek.

Dotychczas udokumentowane konwencjonalne złoża węglowodorów w sąsiedztwie obszaru tutaj omawianego związane są przeważnie z utworami klastycznymi czerwonego spągowca. Pułapki dla konwencjonalnych złóż węglowodorów są możliwe do odkrycia w obrębie piaszczowców eolicznych w stropie lub blisko stropu osadów czerwonego spągowca, pod przykryciem ewaporatów cechsztynu lub osadów typu plaża. Przykładem tego typu akumulacji są złoża odkryte przy południowej granicy obszaru przetargowego takie jak Jankowice, Ceradz Dolny czy Młodasko.

Wyniki złożowe odwierconych na obszarze bloku otworów poszukiwawczych chociaż nie doprowadziły dotychczas do udokumentowania złóż węglowodorów to jednak potwierdziły obecność ich śladów i objawów. W piaszczowcach z interwału 4173,0–4160,0 m obejmującego czerwony spągowiec w otworze Objezierze IG 1 uzyskano śladowy przyływ gazu palnego zawierającego 39% CH_4 i 18% N_2 (Fig. 5.1). Podobny wynik uzyskano z opróbowania interwału 4195,0–4160,0 m obejmującego piaszczowce i mułowce permu (czerwony spągowiec). Jako wynik opróbowania zanotowano przyływ zgazowanej gazem palnym solanki w ilości 1,5 m³. Obiecujące wyniki udokumentowało wiercenie Obrzycko 1, w którym stwierdzono przyływ gazu palnego na głowicy utrzymujący się przez 8 godz. w interwał 4114,0–4285,7 m obejmującym piaszczowce, ilowce czerwonego spągowca. Po kwasowaniu powtórzono próbę uzyskując przyływ zgazowanej płuczki jednak w składzie gazu tym razem przeważał azot a po 4 godzinach oczekiwania ciśnienie złożowe nie ustabilizowało się. Po kolejnej próbie w tym interwale uzyskano przyływ 1 m³ płuczki i śladowy przyływ gazu. Po zakończeniu wiercenia opróbowano wspólnie interwały 4241,0–4239,0 m; 4236,0–4234,0 m; 4232,0–4228,0 m otwarte przez perforację rur, obejmujące piaszczowce czerwonego spągowca. Stwierdzono przyływ gazu palnego w ilości 120–200 l/min oraz 1400 l płuczki spod pakera. W sprawozdaniu znalazł się zapis „Charakter krzywej wzrostu ciśnienia pozwala sądzić, iż badany poziom posiada niskie cechy kolektorskie”. Po zakończeniu badania otwór zlikwidowano.

W obrębie osadów czerwonego spągowca w otworze Rokietnica 1 zlokalizowanym w południowej części obszaru wyróżniono dwa kompleksy różniące się między sobą właściwościami zbiornikowymi. Osady w części stropowej są praktycznie pozbawione własności kolektorskich, natomiast w części spągowej posiadają słabe własności kolektorskie. W całym profilu osadów czerwonego spągowca obserwowano objawy gazu otrzymując przyływ o znaczeniu przemysłowym. Na podstawie wyników badań określono, iż jest to złożo typu masywowego z wodą podścielającą. Poziom wody wyznaczono w głębokości 3643,0 m (na podstawie pomiarów karotażowych). Powyżej występuje strefa przejściowa gaz-woda o miąższości 3 m. Całkowita miąż-

szość osadów nasyconych gazem wynosi około 64 m. Wysokość ciśnienia złożowego wynosi 387,5 atm. Uzyskany gaz scharakteryzowano jako gaz metanowy z minimalną ilością wody złożowej o zawartości metanu 86,90%, etanu 0,66%, azotu 11,58%, helu 0,14% i śladowej ilości wodoru (średnia z wykonanych analiz) i średniej wartości opałowej dolnej 7796 kcal/Nm³. Po zakończeniu opróbowania otwór przekazano do eksploatacji. Ostatecznie, z uwagi na brak możliwości jego rekonstrukcji i przeprowadzenia zabiegów intensyfikacji, otwór zlikwidowano.

W otworze Gołęczewo 1 stwierdzono ślady i objawy węglowodorów w utworach czerwonego spągowca w interwale 3892,0–3928,0 m (czerwony spągowiec) uzyskano przyływ wody złożowej w ilości 2,15 m³, bardzo silnie zgazowanej gazem palnym. Objawy na wylocie przewodu wskazywały na możliwość występowania w opróbowanym interwale strefy nasyconej gazem wolnym, jednakże bardzo niska przepuszczalność (nie uszkodzona w strefie przy otworowej) zdecydowała o jego zlikwidowaniu.

W otworze Obrzycko-2 nie przeprowadzono prób złożowych ze względu na erupcję gazu z siarkowodorem z utworów dolomitu głównego i związaną z tym konieczność szybkiej likwidacji otworu (otwór wiercony na przełomie lat 1978/1979). Pobrane próbki gazu wskazują na dużą zawartość metanu CH_4 oraz ok 13% H_2S .

Obszar „Szamotuły–Poznań Północ” występuje w obrębie basenu sedimentacyjnego dolomitu głównego reprezentowanego przeważnie przez system depozycyjny równi basenowej zlokalizowany na północ od środkowej części Gorzowskiej Platformy Węglanowej. Obejmuje również w swojej południowej części mały fragment stoku platformy węglanowej (Wagner, 2012). Jest to obszar dość dobrze rozpoznany wiertniczo a zwłaszcza sejsmicznie. Zespoły potencjalnie zbiornikowych facji związanych ze środowiskiem stoku platformy węglanowej mogą także występować w północno – wschodniej części obszaru przetargowego. Fragment ten, choć stosunkowo słabo rozpoznany sejsmicznie wydaje się również perspektywiczny dla pułapek w dolomicie głównym cechsztynu w rejonie bloku.

Współczesne analizy wskazują na możliwość występowania niekonwencjonalnych złóż typu gazu zamkniętego (Basin Center Gas System). Model ten zakłada, że uszczelnienie złóż gazu stanowi unieruchomiona woda kapilarna a skałami zbiornikowymi wymagającymi wspomaganie w celu umożliwienia wydobywania są drobnoziarniste i bardzo drobnoziarniste facje typu plaża. (Kiersnowski i in., 2010). W trakcie wiercenia archiwalnych otworów w rejonie bloku nie zakładano wariantu możliwego występowania gazu zamkniętego, i tym samym nie przeprowadzono wszystkich niezbędnych analiz potrzebnych do bezpośredniej oceny tego potencjału. Jednak wyniki opróbowania wykonanych w otworach wierconych na bloku wydają się potwierdzać obecność systemu BCGS.

W chwili obecnej najbardziej perspektywiczną częścią obszaru wydaje się być struktura Szamotuł (Fig. 2.10, 2.11, 2.12) i obiekty z nią związane, jednak nie można wykluczyć perspektywiczności obiektów w dolomicie głównym w części północno – wschodniej oraz pułapek związanych z diapirem Szamotuł lub poduszkami solnymi Obrzycka szczególnie w świetle wyników otworu Obrzycko 1 i Obrzycko 2 (Fig. 2.10).

Zasoby perspektywiczne choć wg dzisiejszego stanu rozpoznania nie są możliwe do precyzyjnego określenia mogą jednak dochodzić do 3000 mln m³ azotowego gazu ziemnego biorąc pod uwagę wstępnie zdefiniowane sejsmicznie obiekty perspektywiczne. Podane szacunkowe zasoby nie uwzględniają potencjału niekonwencjonalnego.

Proponowany minimalny zakres prac, który umożliwi rozpoznanie perspektywiczności występowania węglowodorów i ewentualne udokumentowanie złoża, obejmuje:

1. Reprocessing, integracja oraz reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych i otworowych;
2. Wykonanie dwóch otworów poszukiwawczych o głębokości maksymalnej 6000 m TVD każdy wraz z pomiarami geofizycznymi umożliwiającymi analizę petrofizyczną litologii i nasycenia oraz bezpieczne wykonanie robót górniczych.

3. Wykonanie testów w strefach złożowych oraz w przypadku dokonania odkrycia określenie parametrów produkowania ze złoża.
4. Wykonanie analiz uzyskanych danych.

Poniżej zebrano podstawowe informacje o obszarze przetargowym „Szamotuły–Poznań Północ” w postaci karty informacyjnej (Tab. 8.1).

Dane koncesji	nazwa obszaru:	Szamotuły–Poznań Północ
	lokalizacja:	fragmenty bloków koncesyjnych 186, 166, 206; na terenie następujących jednostek administracyjnych: województwo wielkopolskie (100%): powiat czarnkowsko-trzcianecki (15,36%), gmina Czarnków (<1%), Lubasz (3,62%), Połajewo (11,73%) powiat obornicki (32,89%), gmina Rogoźno (<1%), Oborniki (29,56%), Ryczywół (3,22%) powiat Poznań (8,91%), gmina Poznań (8,91%) powiat poznański (23,0%), gmina Dopiewo (<1%), Murowana Goślina (3,85%), Czerwonak (2,54%), Tarnowo Podgórne (1,37%), Rokietnica (5,35%), Suchy Las (10,18%) powiat szamotulski (19,53%), gmina wiejska Obrzycko (6,64%), gmina miejska Obrzycko (<1%), Szamotuły (11,54%), Ostroróg (<1%), Kaźmierz (<1%).
	typ:	poszukiwanie i rozpoznawanie węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż
	czas obowiązywania:	koncesja na 10 lat w tym: faza poszukiwawczo – rozpoznawcza (5 lat), faza wydobywcza – po uzyskaniu decyzji inwestycyjnej
udziały		Zwycięzca przetargu 100%
Powierzchnia [km ²] / [akry]		1138,34 / 281289
rodzaj złoża		konwencjonalne i niekonwencjonalne złoża gazu ziemnego
Piętra strukturalne		-górnopaleozoiczne (waryscyjskie), permsko-mezozoiczne
Systemy naftowe		konwencjonalny system naftowy związany z kompleksem skał młodszego paleozoiku (karbon) i kompleksem permskim (czerwony spągowiec, cechsztyń – wapień cechsztyński i dolomit główny) niekonwencjonalny system naftowy (tight gas) związany z piaskowcami czerwonego spągowca i karbonu
Skały zbiornikowe		piaskowce czerwonego spągowca i wapienie oraz dolomity permu
Skały macierzyste		iłowce i mułowce dolnego karbonu, utwory dolomitu głównego
Skały uszczelniające		utwory ewaporatowe cechsztyń; poziomy soli lub utworów ilastych wewnątrz utworów czerwonego spągowca; osady plaży w stropowych częściach czerwonego spągowca
Miąższość nadkładu		> 2750 m
Typ pułapki		czerwony spągowiec (wapień cechsztyński) - strukturalne, tektoniczne, litologiczne dolomit główny - litologiczno-facjalne, strukturalne tight gas – system BCSG (Basin Center Gas System)
Złoża rozpoznane w pobliżu (GZ-gaz ziemny; RN ropa naftowa)		• Młodasko (GZ), odkryte w 1985 r., wydobyte kumulacyjne A+B – 451,9 mln m³ (24 lata); w 2015 r. produkcja – 27,28 mln m³; zasoby wydobywalne A+B (bilansowe) 44,1 mln m³; zasoby przemysłowe A+B 43,86 mln m³ • Ceradz Dolny (GZ), odkryte w 1978 r., wydobyte kumulacyjne C – w latach 1988-1996 – 33,72 mln m³; zasoby wydobywalne C (bilansowe) 85,27 mln m³; zasoby przemysłowe brak • Jankowice (GZ), odkryte w 1985 r., wydobyte kumulacyjne C – w latach 1988-2013 – 95,51 mln m³; zasoby wydobywalne brak; zasoby geologiczne C 115,48 mln m³

Zrealizowane zdjęcia sejsmiczne [rejon], właściciel	1974 Program Głębokich Sondowań Sejsmicznych PAN (Skarb Państwa) 1976 Międzychód–Buk [Sędziny–Buk] (Skarb Państwa) 1976 Monoklina Przedsudecka (Skarb Państwa) 1976-1977 Czarnków–Poznań–Strzelno (Skarb Państwa) 1977 Czarnków–Poznań–Strzelno [Kobylnica] (Skarb Państwa) 1977-1978 Czarnków–Poznań–Strzelno [Chrzypsko] (Skarb Państwa) 1978 Czarnków–Poznań–Strzelno [Obrzycko–Kobylnica] (Skarb Państwa) 1977-1979 Poznań–Pniewy [Nowy Tomyśl Stęszew] (Skarb Państwa) 1977-1982 Poznań–Pniewy [Obrzycko-Poznań] (Skarb Państwa) 1979-1980 Poznań–Pniewy [Bytyń–Borowo–Brodnica] (Skarb Państwa) 1980-1981 Radęcin–Wieleń–Murowana Goślina (Skarb Państwa) 1981-1983 Poznań–Września [Kobylnica–Września] (Skarb Państwa) 1982-1983 Walcz–Gołańcz (Skarb Państwa) 1985-1986 Elektrownia Jądrowa Warta (Skarb Państwa) 1995-1998 Pniewy–Stęszew [Pniewy–Stęszew] (PGNiG S.A.) 1998 Pniewy–Stęszew [Opalenica] (PGNiG S.A.) 1999 Pniewy–Stęszew [Tarnowo Podgórne] (PGNiG S.A.) 2004 Pniewy–Stęszew [Młodasko–Witkowice–Wilczyna] (Skarb Państwa) 2007 Obrzycko–Szamotuły (Skarb Państwa)
Otworki reperowe (MD)	Objezierze IG-1 (5094,50 m) Gołęczewo 1 (4470,00 m) Obrzycko 1 (4381,70 m)
Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo – rozpoznawczej	1. (12 miesięcy) Reprocessing, integracja oraz reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych i otworowych; 2. (24 miesiące) Wykonanie dwóch otworów poszukiwawczych o głębokości maksymalnej 6000 m TVD każdy wraz z pomiarami geofizycznymi umożliwiającymi analizę petrofizyczną litologii i nasycenia oraz bezpieczne wykonanie robót górniczych. 3. (12 miesięcy) Wykonanie testów w strefach złożowych oraz w przypadku dokonania odkrycia określenie parametrów produkowania ze złoża. 4. (12 miesięcy) Wykonanie analiz uzyskanych danych.

Tab. 8.1. Karta obszaru Szamotuły–Poznań Północ

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- Al-Hajeri, M.M., Al. Saeed, M., Derks, J., Fuchs, T., Hantschel, T., Kaureauf, A., Neymaier, M., Schenk, O., Swientek, O., Tessen, M., Welte, D., Wygrala, B., Kornpihl, D., Peters, K. 2009.** Basin and Petroleum System Modeling. *Oilfield Review Summer*, 21 (2).
- Antonowicz, L., Iwanowska, E. 1996.** Czerwony spągowiec w rejonie złoża Radlin. W: Analiza zdjęcia sejsmicznego 3D na złożu Radlin. Arch. BG Geonafra. Warszawa.
- Antonowicz, L., Iwanowska, E., Jamrozik, J., Nowicka, A. 1993.** Pochylone bloki/półrowy podłoża permu na obszarze antyklinorium i synklinorium pomorskiego - implikacje dla poszukiwań naftowych. *Prz. Geol.*, 41 (2), 71–74.
- Antonowicz, L., Iwanowska, E., Rendak, A. 1994.** Tensional tectonics in the Pomeranian section of the T-T Zone and the implications for hydrocarbon exploration. *Geol. Quart.*, 38 (2), 289–306.
- Bachleda-Curuś, T., Burzewski, W., Halat, Z., Semyrka, R. 1996.** Hydrocarbon generation potential of sedimentary formations in the Western Pomerania. *Oil and Gas News*, 6, 163–170.
- Bahranowski, K., Protas, A., Gawel, A., Górniak, K., Ratajczak, T., Szydłak, T. 2007.** Black shales of the Lower Carboniferous: source rocks of bitumen accumulations in the Western Pomerania area. *Prz. Geol.*, 55, 281–282.
- Binder, I. 1973.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Obrzycko 1. Inw. 117478, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Błaszowska, V., Modzelewski, R. 1978.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Ceraż Dolny”. Inw. 25690, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Bochnia, N., Duda, W. 1961.** Szczegółowe badania grawimetryczne w obszarze Czempin – Mosina, 1960r. Inw. 14127/61, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Bochnia, N., Duda, W. 1965.** Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych: Gorzów - Jarocin, 1964. Inw. 1168, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Bochnia, N., Duda, W. 1966.** Dokumentacja badań grawimetrycznych; temat: Struktura Rogoźna, 1965 r. Inw. 2164, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Bochnia, N., Duda, W. 1968.** Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Synklinorium Szczecińsko - Mogileńskie 1967. Inw. 1435, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Botor, D. 2008a.** Historia generowania gazów ziemnych zakumulowanych w utworach czerwonego spągowca w basenie polskim. W: W. Górecki (Red.), Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce. Inw. 2293/2009, Arch. NAG, PIG-PIB Warszawa.
- Botor, D. 2008b.** Jednowymiarowe modelowania procesów generowania węglowodorów. W: W. Górecki (Red.), Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce. Inw. 2293/2009, Arch. NAG, PIG-PIB Warszawa.
- Botor, D. 2011.** Modelowania 1-D procesów generowania gazu ziemnego w utworach karbońskich w głębokiej części polskiego basenu czerwonego spągowca. *Kwartalnik AGH Geologia*, 37, 503 – 516.
- Botor, D., Kosakowski, P. 2000.** Zastosowanie modeli numerycznych do rekonstrukcji paleotemperatur i procesów generowania węglowodorów. *Prz. Geol.*, 48, 154 – 161.
- Botor, D., Papiernik, B., Maćkowski, T., Reicher, B., Kosakowski, P., Machowski, G., Górecki, W. 2013.** Gas generation in Carboniferous source rocks of the Variscan Foreland Basin: Implications for a charge history of Rotliegend deposits with natural gases, *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 83, 353–383.
- Buniak, A., Kiersnowski, H. 2010.** Środowiska sedymentacji i paleogeografia zachodniej części ergu wschodniego basenu górnego czerwonego spągowca: wybrane przykłady. IV Polska Konferencja Sedymentologiczna POKOS'4: Teraźniejszość kluczem do przeszłości: współczesne procesy sedymentacyjne i ich zapis kopalny. Smółdzino, 21-26 czerwiec 2010 r.
- Burzewski, W., Górecki, W., Maćkowski, T., Papiernik, B., Reicher, B. 2009.** Zasoby prognostyczne - nieodkryty potencjał gazu ziemnego w polskim basenie czerwonego spągowca. *Kwartalnik AGH Geologia*, 35, 123–128.
- Chruścińska, J. 2014.** Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Jankowice w kat. C. Inw. 4961/2014, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Cieśla, E., Petecki, Z., Wybraniec, S. 1995.** Mapa Magnetyczna Polski w skali 1:200 000 z komputerowym bankiem danych i interpretacją elementów strukturalnych dla arkuszy: Poznań, Gniezno, Zielona Góra, Leszno, Ostrów Wlkp., Kalisz, Zgorzelec, Jelenia Góra, Wałbrzych, Wrocław, Kłodzko, Nysa, Gliwice. Inw. 1124/95, NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Cieśla, E., Petecki, Z., Wybraniec, S., Gientka, D., Staniszevska, B., Twarogowski, J., Żółtowski, Z. 1997.** Kompleksowa interpretacja grawimetryczno-magnetyczna Polski Zachodniej, 1997 rok. Inw. 4746/2015, NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Custodis, A. 1941.** Sprawozdanie z grawimetrycznych prac polowych z lat 1940-1941. Inw. 6039, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Czerwińska, M., Woźniak, M., Sopol, Ł., Grzebulska, B., Traczyk, T., Hajdas, M. 2013.** Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego zbiornika Wód Podziemnych nr 139 Dolina kopalna Smogulec-Margonin. Inw. 1625/2014, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dadlez, R. 1979.** Tektonika kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego. W: M. Jaskowiak-Schoeneichowa (Red.), Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa. *Pr. Inst. Geol.*, 96, 108–121.
- Dadlez, R. 1997.** Epicontinental basins in Poland: Devonian to Cretaceous — Relationship between the crystalline basement and sedimentary infill: *Geol. Quart.*, 41, 419–432.
- Dadlez, R. (Red.) 1998.** Mapa tektoniczna kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na Niżu Polskim, 1 : 500 000. Inw. 243/99, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dadlez, R., Franczyk, M. 1979.** Stratygrafia, litologia, paleogeografia. Retyk i lias. W: M. Jaskowiak-Schoeneichowa (Red.), Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa. *Prace IG, XCVI*, 44–57.
- Dadlez, R., Kopik, J. 1972.** Wybrane problemy stratygrafii i sedymentacji liasu między Świnoujściem a Gryficami. *Kwart. Geol.*, 16 (3), 620–636.
- Dadlez, R., Marek, S., Pokorski, J. (Red.) 2000.** Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku, 1:1000 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Darłak, B., Kowalska-Włodarczyk, M., Kobylecka, A., Leśniak, G., Such, P. 1998.** Właściwości zbiornikowe wybranych basenów młodopaleozoicznych Niżu Polskiego. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 165, 147–155.
- Dayczak-Calikowska, K. 1979.** Stratygrafia, litologia, paleogeografia. Jura środkowa. W: M. Jaskowiak-Schoeneichowa (Red.), Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa. *Prace IG, XCVI*, 57–62.
- Dąbrowska, Z. 1962.** Malm na strukturze Szamotuł. Maszynopis. Inw. 16173, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dąbrowska, Z. 1973.** Jura górna. Niecka mogileńsko-łódzka i elewacja Obornik. W: Budowa geologiczna Polski T.1. Stratygrafia cz. 2 Mezozoik: 359–370.

- Dąbrowska, B. 1986.** Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyński-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Arkusz PIŁA, 1986. Kat. N33-XXIX/11, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dąbrowski, A. 1960.** Badania geofizyczne – czterdzieści lat Instytutu Geologicznego. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
- Dąbrowski, A., Karaczun, K. 1954.** Mapa magnetyczna Polski 1:1000 000, wydanie tymczasowe (anomalie składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego) arkusz Poznań w skali 1:300 000. Kat. 53/58, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dąbrowski, A., Karaczun, K. 1958.** Mapa magnetyczna Polski, 1:2000000. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, **137**, 1–36.
- Dąbrowski, S., Krzyżanowska, S., Rynarzewski, W., Rysiukiewicz, K., Racinowska, Z., Ryszkowska, J., Straburzyńska, R., Trzeciakowska, M., Paździorna, L. 1999.** Dokumentacja hydrogeologiczna Regionu Poznańskiego Dorzecza Warty zawierająca ocenę zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych z utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych. Część A. Synteza wyników badań. Część B Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w utworach czwartorzędowych Regionu Poznańskiego Dorzecza Warty. Część C Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w utworach trzeciorzędowych. Inw. 455/2000, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dąbrowski, S., Piaszyk, B., Straburzyńska, R., Krzyżanowski, M., Pawlak, A., Owczarczak, B. 2000c.** Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych lokalnych struktur czwartorzędowych i zasad ich ochrony na obszarze Poznańskiego Dorzecza Warty. Inw. 1905/2001, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dąbrowski, S., Piaszyk, B., Straburzyńska, R., Krzyżanowski, M., Pawlak, A., Owczarczak, B., Dąbrowski, S., Rynarzewski, W., Trzeciakowska, M., Zachaś, J., Straburzyńska-Janiszewska, R., Późniak, J., Filipiak, P., Dąbrowska, M., Flieger-Szymańska, M., Pawlak, A., Wesołowski, K., Janiszewska, B., Olejnik, Z., Matusiak, M., Sobkowiak, Ł., Dublenko, A., Jedynak, A., Olejniczak, J., Neczyńska, K., Piotrowska, K., Rybak, P., Dobrzański, P., Sobczak, A., Rodzoch, A., Żmijewski, Ł., Starościak, A. 2010.** Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru wysoczyzny średnio-gnieźnińskiej. Inw. 111/2011, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dąbrowski, S., Przybyłek, J., Górski, J. 2007.** Subregion Warty nizinny. W: B., Paczyński, A. Sadurski (Red.), *Hydrogeologia regionalna Polski* (1, 369 – 406). Inw. 1754/2008, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dąbrowski, S., Trzeciakowska, M., Straburzyńska, R. 2000a.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Oborniki (0433), wersja cyfrowa.
- Dąbrowski, S., Trzeciakowska, M., Straburzyńska, R. 2000b.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Poznań (0471), wersja cyfrowa.
- Deczkowski, Z., Witkowski, A. i Żelichowski, A. 1989.** Dokumentacja wyników otworu badawczego Objezierze IG-1. Inw. 132090, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Dembowska, J. 1979a.** Stratygrafia, litologia, paleogeografia. Jura górna. W: Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa. *Prace IG*, **XCVI**, 62–69.
- Dembowska, J. 1979b.** Systematyzowanie litostratygrafii jury górnej w Polsce północnej i środkowej. *Kwart. Geol.*, **23** (3), 617–630.
- Dobkowska, A., Starościak, A., Gregosiewicz, R., Krawczyński, J., Gontarz, Ż., Nowakowska, M., Skrzypczyk, A., Wierzbička, K., Wieteska, Z., Żmijewski, Ł. 2013.** Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych GZWP nr 146 Subzbiornik Jezioro Bytyńskie - Wronki – Trzciel. Inw. 118/2014, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Duda, W. 1954.** Sprawozdanie z pomiarów grawimetrycznych na terenie Pomorza Zachodniego. Kat. G-28 PBG, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Duda, W. 1958.** Sprawozdanie z pomiarów grawimetrycznych okolic Poznania dla wagi skrzęceń. Inw. 40835, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Gaczyński, E., Petecki, Z., Zientara, P., Wybraniec, S. 1986.** Analiza obszarów badań geofizycznych na podstawie map gradientu pionowego pola grawitacyjnego. Badania geofizyczne na obszarze ujemnych anomalii grawimetrycznych w północno - zachodniej Polsce. Inw. 34526, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Gaupp, R. i Batten, D.J. 1985.** Maturation of organic matter in Cretaceous strata of the Northern Calcareous Alp. *N.Jb. Geol. Paleont. Mh.*, **3**, 157–175.
- Głowacki, E., Rydzewska, K., Żurawek, E., Oziębowski, P. 1993.** Szczegółowa analiza litologiczno – sedymentacyjna i zbiornikowa osadów saksynu na podstawie wybranych otworów w strefie Objezierze – Kalisz. Inw. 5264/2009, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Górecka-Nowak, A. 2007.** Palynological constrains on the age of Carboniferous clastic succession of western Poland. *Geol. Quart.*, **51** (1), 39–56.
- Górecki, W. (Red.) 2006.** Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim. Formacje Mezozoiku. Inw. 5113/2007, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Górecki, W., Zawisza, L. 2011.** Ocena stopnia rozpoznania polskich basenów naftowych. Inw. 4182/2012, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Górecki, W., Góra, A., Wolnowski, T. 2008.** Progностyczne zasoby węglowodorów w Polsce. IV Krajowy Zjazd Branży Górnictwa Naftowego. 11-13.09.2008. Łagów, 2008.
- Górecki, W., Maćkowski, T., Papiernik, B., Reicher, B. 2009.** Dwuwymiarowe modelowania historii termicznej i generowania/ekspulsji węglowodorów oraz modelowani migracji węglowodorów. W: P. Poprawa (Red.), Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu – ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów. Inw. 5568/2011, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Grobelski, A. 1968.** Zestawienie, analiza i interpretacja mapy grawimetrycznej 1:200 000 Synklinorium - Mogileńsko – Łódzkiego. Inw. 41545, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Grotek, I. 2005.** Alteration of the coalification degree of the organic matter dispersed in the Carboniferous sediments along border of the East-European Craton in Poland. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **413**, 5–80.
- Grotek, I. 2006.** Thermal maturity of organic matter from the sedimentary cover deposits from Pomeranian part of the TESZ. W: H. Matyja, P. Poprawa (Red.), Facies, Tectonic and Thermal Evolution of the Pomeranian Sector of Trans-European Suture Zone and Adjacent Areas. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **186**, 253–269.
- Grzywacz, J. 1958.** Sprawozdanie z półszczegółowych badań grawimetrycznych Oborniki – Czarnków. Inw. 9963/3265, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Highley, D.K., Lewan, M., Roberts, L.N.R., Henry, M.E. 2006.** Petroleum System Modeling Capabilities for Use in Oil and Gas Resources Assessments. USGS Open-File Report 2006-1024.
- Houseknecht, D. W. 1987.** Assessing the relative importance of compaction processes and cementation reduction of porosity in sandstones. *AAPG Bull.*, **71** (6), 633–642.

- Iwanow, A. 1998.** Paleogeografia późnego piaskowca pstrego, wapienia muszlowego, kajpru i retyku. Tablice 15-19, 22-26. W: R. Dadlez, S. Marek, J. Pokorski (Red.), Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce. Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.
- Iwanow, A., Kiersnowski, H. 1998.** Paleogeografia wczesnego i środkowego piaskowca pstrego. Tablice 11-13. W: R. Dadlez, S. Marek, J. Pokorski (Red.), Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce. Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.
- Jamrozik, J. 1965.** Przyczynek do rozpoznania struktury Rogoźna na podstawie interpretacji profilów grawimetrycznych. Inw. 2098, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Jamrozik, J. 1968.** Analiza grawimetryczna strefy Szamotuły - Drawno 1968r. Inw. G-238 PBG, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Jaskowiak-Schoeneichowa, M. (Red.) 1979.** Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa. *Prace Instytutu Geologicznego*, 96.
- Jaskowiak-Schoeneichowa, M. 1981.** Sedymentacja i stratygrafia kredy górnej w północno-zachodniej Polsce. *Pr. Inst. Geol.*, 98.
- Jaworowski, K., Mikołajewski, Z. 2007.** Oil- and gas-bearing sediments of the Main Dolomite (Ca₂) in the Międzychód region: depositional model and a problem of the boundary between the second and third depositional sequences in the Polish Zechstein Basin. *Prz. Geol.*, 55 (12/1).
- Kaczkowska, Z. 1954a.** Mapa grawimetryczna opracowana do Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusze Krzyż, Czarnków, Szamotuły, Rogoźno, Buk, Poznań w skali 1:100 000. Kat. 3722/37, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1954b.** Mapa grawimetryczna opracowana do Przeglądowej Mapy grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusz Czarnków w skali 1:100 000. Kat. 3723/18, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1954c.** Mapa grawimetryczna opracowana do Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusz Szamotuły w skali 1:100 000. Kat. 3823/22, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1954d.** Mapa grawimetryczna opracowana do Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusz Rogoźno w skali 1:100 000. Kat. 3824/15, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1954e.** Mapa grawimetryczna opracowana do Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusz Buk w skali 1:100 000. Kat. 3923/13, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1954f.** Mapa grawimetryczna opracowana do Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusz Poznań w skali 1:100 000. Kat. 3924/107, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Karaczun, K. 1956a.** Mapa magnetyczna opracowana do Przeglądowej Mapy Magnetycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusz Szamotuły w skali 1:100 000. Kat. 3823/21, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Karaczun, K. 1956b.** Mapa magnetyczna opracowana do Przeglądowej Mapy Magnetycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusz Rogoźno w skali 1:100 000. Kat. 3824/14, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Karaczun, K. 1956c.** Mapa magnetyczna opracowana do Przeglądowej Mapy Magnetycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusz Czarnków w skali 1:100 000. Kat. 3723/17, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Karaczun, K. 1956d.** Mapa magnetyczna opracowana do Przeglądowej Mapy Magnetycznej Polski 1:300 000 arkusz Poznań, wydanie II tymczasowe arkusz Poznań w skali 1:100 000. Kat. 3924/80, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Karnkowski, P. 1993.** Złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce, vol. 2. Niż Polski, *Wydawnictwo AGH – Geos*, 214.
- Karnkowski, P. H. 1999a.** Zagadnienie ruchów tektonicznych w czerwonym spągowcu. *Prz. Geol.*, 39 (7-8), 352–356.
- Karnkowski, P. H. 1999b.** Origin and evolution of the Polish Rotliegend Basin. *Polish Geological Institute Special Papers*, 3, 1–93.
- Karnkowski, P.H. 2008.** Regionalizacja tektoniczna Polski – Niż Polski. *Prz. Geol.*, 56 (10), 895–903.
- Kiersnowski, H. 1997.** Depositional development of the Polish Upper Rotliegend Basin and evolution of its sediment source areas. *Geological Quarterly*, 41 (4), 433–456.
- Kiersnowski, H., Buniak, A. 2006.** Evolution of the Rotliegend Basin of northwestern Poland. *Geol. Quart.*, 50 (1), 119–138.
- Kiersnowski, H., Buniak, A., Kuberska, M., Srokowska-Okońska, A. 2010.** Występowanie gazu ziemnego zamkniętego w piaskowcach czerwonego spągowca Polski. *Prz. Geol.*, 58, 335–346.
- Kleczkowski, A. S. (Red.) 1990.** Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. Inw. 2055, Arch. NAG, PIG-PIB, Kielce.
- Kondracki, J. 2014.** Geografia regionalna Polski. Wyd. naukowe PWN.
- Kosakowski, P., Kotarba, M. J., Pomorski, J., Wróbel, M. 2006.** Hydrocarbon potential of the carboniferous strata on the Kołobrzeg and Gryfice Blocks (northwestern Poland). 68th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC, 12–15 June, Vienna. Extended Abstracts CD ROM, Association of Geoscientists & Engineers, Vienna.
- Kosobudzka, I. 1988.** Pomiary magnetyczne w strefach zakłóceń wywołanych elektrycznymi trakcjami kolejowymi. *Biuletyn Informacyjny Geofizyka Stosowana* 1/2.
- Kosobudzka, I. 1989.** Dokumentacja półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Niecka Szczecińska i Monoklina Przedsudecka, 1981-1989. Inw. 1259/91, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kosobudzka, I. 1991.** Sprawozdanie z półszczegółowych badań magnetycznych delta T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia rok 1990. Inw. 1287/91, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kosobudzka, I., Zochniak, K. 1990.** Mapa magnetyczna Polski w skali 1:200 000, arkusz 25-Piła, anomalie modułu T całkowitego pola magnetycznego Ziemi w skali 1:50 000, 1:200 000. Inw. 1320/91, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kosobudzka, I., Zochniak, K. 1992.** Mapa magnetyczna Polski w skali 1:200 000, arkusz 35-Poznań, anomalie modułu T całkowitego pola magnetycznego Ziemi, 1:50 000, 1:200 000. Inw. 1470/92, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kosobudzka, I., Zochniak, K., Szczypa, S. 1991.** Mapa magnetyczna Polski w skali 1:200 000 arkusz 34-Świebodzin, anomalie modułu T całkowitego pola magnetycznego Ziemi, 1:50 000, 1:200 000. Inw. 1475/92, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Kotarba, M., Wagner, R. 2007.** Generation potential of the Zechstein Main Dolomite (Ca₂) carbonates in Gorzów Wielkopolski-Międzychód-Lubiatów area: geological and

geochemical approach to microbial-algal source rock”. *Prz. Geol.*, **55**(12/1), 1025–1036.

Kotarba, M. J., Grelowski, C., Kosakowski, P., Więclaw, D., Kowalski, A., Sikorski, B. 1999. Hydrocarbon potential of source rocks and origin of gas accumulations in the Rotliegend and Carboniferous in the northern part of western Pomerania. *Prz. Geol.*, **47**, 480.

Kotarba, M., Kosakowski, P., Więclaw, D., Grelowski, C., Kowalski, A., Lech, S., Merta, H. 2004. Hydrocarbon potential of Carboniferous source rocks on the Baltic part of Pomeranian Segment of the Middle Polish Trough. *Prz. Geol.*, **52**, 1156–1165.

Kotarba, M., Piela, J., Żołnierczuk, T. 1992. Origin of gas accumulations in the Permian–Carboniferous traps of the Paprów field based on isotopic data. *Prz. Geol.*, **40**, 260–263.

Kotarba, M., Pokorski, J., Grelowski, C., Kosakowski, P. 2005. Origin of natural gases accumulated in Carboniferous and Rotliegend strata on the Baltic part of the Western Pomerania. *Prz. Geol.*, **53**, 425–433.

Kozera, A. 1957. Sprawozdanie z prac grawimetrycznych wagą skręceń w rejonie Poznania, 1956 r. Inw. 9858/3160, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.

Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, 2010. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, dokument elektroniczny: <http://geoportal.kzgw.gov.pl/imap/>, stan na dzień 28.10.2016

Krawczyński, J., Szklarz, K., Starościak, A. 2011. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 145 - Szamotuły – Duszniki. Inw. 118/2012, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.

Królikowski, Cz. (red.) 1986. Zastosowanie metody odejmowania efektów grawitacyjnych do wyznaczania anomalii od podłoża podpermskiego Północno - Zachodniej Etap II / ostatni/ - Opracowanie mapy anomalii od podłoża permu. Inw. 35725, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.

Królikowski, Cz., Petecki, Z. 1995. Atlas grawimetryczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

Królikowski, Cz., Kasiński, J., Piwocki, M., Twarogowski, J. 1987. Opracowanie danych geofizycznych uzyskanych w wyniku realizacji I fazy „Projektu generalnego poszukiwań złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, 1979”. Inw. 37078, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.

Krzywiec, P. 2002. Mid-Polish Trough inversion — Seismic examples, main mechanisms and its relationship to the Alpine-Carpathian collision, W: G. Bertotti, K. Schulmann, S. Cloetingh (Red.), Continental collision and the tectono-sedimentary evolution of forelands: *European Geosciences Union, vol. 1, of Stephan Mueller Special Publication Series*, 151–165.

Krzywiec, P. 2006. Structural inversion of the Pomeranian and Kuiavian segments of the Mid-Polish Trough-Lateral variations in timing and structural style: *Geol. Quart.*, **50**, 151–168.

Kucharska, S., Soćko, A., Wojas, A., Kruczek, T. 1986. II Elektrownia Jądrowa 4x1000MW, lokalizacja - Warta. Dokumentacja kompleksowych badań geofizycznych dla rozpoznania kenozoiku i stropu mezozoiku. Kat. G-522 PBG, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.

Kudrewicz, R. 2007. GIS-based Structural Geology for Petroleum Exploration within the Polish Permian Basin. AAPG Annual Convention, Long Beach, California. AAPG Search and Discover Article #90063.

Kwolek, K. 2002. Analiza strefy dyslokacyjnej Poznań-Kalisz i jej związek z akumulacjami gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca. Praca doktorska. Bibl. Gł. AGH. Kraków.

Kwolek, K., Solarski, T., Maćkowski, T. 2010. Projekt badań prac geologicznych (sejsmicznych) - profile ekspery-

mentalne testowe (Golce-1 i Obrzycko-1) oraz doświadczalne regionalne profile sejsmiczne 2D przez basen „czerwonego spągowca” (Obrzycko-1 - Zabartowo-1 - Zabartowo-2 - Gołeczewo-1 - Szubin IG-1). Inw. 139/2011, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.

Kwolek, K., Stefaniuk, M., Maćkowski, T., Zając, A., Pasternacki, A., Potępa, P., Wójtowicz, K. 2013. Projekt robót geologicznych dla badawczego, regionalnego profilu sejsmicznego 2D przez basen permu Obrzycko-Zabartowo – etap II Gołeczewo-1, Szubin-IG1. Rok 2013. Inw. 3607/2014, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.

Leszczyński, K. 2002. The Late Cretaceous inversion and salt tectonics in the Koszalin-Chojnice and Drawno-Człopa-Szamotuły zones, Pomeranian sector of the Mid-Polish Trough. *Geol. Quart.*, **46** (3), 347–362.

Leszczyński, K. 2010. Rozwój litofacjalny późnej kredy Niżu Polskiego. Lithofacies evolution of the Late Cretaceous basin in the Polish Lowlands. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **443**: 33–54.

Leszczyński, K. 2012. The internal geometry and lithofacies pattern of the Upper Cretaceous-Danian sequence in the Polish Lowlands. *Geol. Quart.*, **56** (2), 363–386.

Lundegard, P. D. 1992. Sandstone porosity loss – a „big picture” view of the importance of compaction. *Jour. of Sed. Petrol.*, **62** (2), 250–260.

Łaszczyńska, B., Okulus, H., Wojas, A. 1982. Dokumentacja badań geofizycznych; temat: Poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych (obszary: Oborniki, Klecko, Pogorzela, Świebodzin - Boryszyn, Studzieniec, Bobrowice). Inw. 2189, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.

Maćkowski, T., Reicher, B. 2008. Przestrzenne modelowania procesu generowania, ekspulsji i symulacji migracji węglowodorów. W: Górecki W. (red.), Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce. Inw. 2293/2009, Arch. NAG, PIG-PIB Warszawa.

Maćkowski, T., Reicher, B., Burzewski, W., Botor, D., Papiernik, B., Górecki, W. 2008. Rekonstrukcja czasowo-przestrzennych parametrów, model ekspulsji i migracji węglowodorów oraz ocena potencjału generacyjnego. W: W. Górecki (red.) Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce. Inw. 2293/2009, Arch. NAG, PIG-PIB Warszawa

Malinowski, M., Grad, M., Guterch, A., Takács, E., Śliwiński, Z., Antonowicz, L., Iwanowska, E., Keller, G.R., Hegedűs, E. 2007. Effective sub-Zechstein salt imaging using low-frequency seismics — Results of the GRUNDY 2003 experiment across the Variscan front in the Polish Basin, *Tectonophysics*, **439**, 89–106.

Maliński, E., Witkowski, A. 1988. Węglowodory jako biomarkery – źródła ich pochodzenia, znaczenie i wykorzystanie w geochemii organicznej. *Prz. Geol.*, **4**, 230–234.

Maliszewska, A. 1997. Charakterystyka petrograficzna – skały osadowe czerwonego spągowca w Polsce na obszarach platformowych. W: Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **153**, 38–42.

Maliszewska, A. 1999. O znaczeniu badań izotopowych diagenetycznego illitu z piaskowców czerwonego spągowca. *Prz. Geol.*, **47** (5), 476.

Maliszewska, A., Kuberska, M. 1996. Cementacja piaskowców czerwonego spągowca a ich porowatość i przepuszczalność. *Nafta & Gaz*, **9**, 365–373.

Maliszewska, A., Kuberska, M. 2008. Spoiwa skał górnego czerwonego spągowca w zachodniej części Niżu Polskiego w ujęciu kartograficznym. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **429**, 79–90.

- Maliszewska, A., Kuberska, M. 2009.** O badaniach izotopowych diagenetycznego illitu z piaskowców czerwonego spągowca Wielkopolski i Pomorza Zachodniego. *Prz. Geol.*, **57** (4), 322–327.
- Maliszewska, A., Kiersnowski, H., Jackowicz, E. 2003.** Wulkanoklastyczne osady czerwonego spągowca dolnego na obszarze Wielkopolski. Lower Rotliegend volcaniclastic rocks at Wielkopolska (Western Poland). *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **CLXXIX**, 1–59.
- Maliszewska, A., Kuberska, M., Such, P., Leśniak, G. 1998.** Ewolucja przestrzeni porowej utworów czerwonego spągowca. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **165**, 177–194.
- Małoszewski, S. 1958.** Sprawozdanie grupy interpretacji grawimetrycznej temat: „Obliczenie anomalii resztkowych i regionalnych na północno - wschodnim brzegu Wału Przedśudeckiego (w rejonie Oborniki - Pyzdry) i Niecki Łódzkiej. Inw. 40928, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Małoszewski, S., Niepielska, E. 1963.** Interpretacja anomalii siły ciężkości Czempin – Mosina. Kat. G-159 PBG, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Marek, S., Pajchłowa, M. (red.) 1997.** Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **153**, 1–452.
- Maryniak, K., Niepielska, E. 1965.** Reinterpretacja półszczytowych badań grawimetrycznych, temat: Czempin – Mosina. Inw. G-183 PBG, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Matyasik, I. 1998.** Geochemical characteristics of the Carboniferous source rock in the selected boreholes in the Radom–Lublin and Pomerania areas. W: M. Narkiewicz (Red.), *Sedimentary basin analysis of the Polish Lowlands. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **165**, 215–226.
- Mazur, S., Scheck-Wenderoth, M., Krzywiak, P. 2005.** Different modes of inversion in the German and Polish basins. *International Journal of Earth Sciences*, **94**, 782–798.
- Narkiewicz, M., Dadlez, R. 2008.** Geologiczna regionalizacja Polski – zasady ogólne i schemat podziału w planie podkenozoicznym i podpermskim. *Prz. Geol.*, **56** (5), 391–397.
- Nowak, G. 2003.** Petrologia materii organicznej rozproszonej w osadach późno paleozoicznych SW Polski. *Cuprum*, **29**, 1–221.
- Nowicki, Z. (red.) 2009.** Zadania Państwowej Służby Hydrogeologicznej w 2009 r. Zadanie 28: Charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna zweryfikowanych JCWPd. Praca zbiorowa. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, materiały niepublikowane.
- Olszewska, K. 2002.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Cerań Dolny” - Dodatek nr 1 (rozliczeniowy). Inw. 1386-2002, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Ostrowska, K., Pisula, M. 1991.** Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych dla tematu: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza. Inw. 1281/91, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Paczyński, B. 2007.** Podstawy regionalizacji hydrogeologicznej. W: B. Paczyński A. Sadurski (Red.), *Hydrogeologia regionalna Polski* (1, 56–69). Inw. 1754/2008, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Paczyński, B., Sadurski, A. (Red.) 2007.** Hydrogeologia regionalna Polski. Inw. 1754/2008, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Pergół, S., Sokołowski, J. 2015.** Bilans zasobów eksploatacyjnych i dyspozycyjnych wód podziemnych Polski wg stanu na dzień 31 grudnia 2014 r. Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Petecki, Z. 2001.** Magnetic evidence for deeply buried crystalline basement southwest of the Teisseyre-Tornquist Line in NW Poland. *Acta Geophys. Pol.*, **XLIX** (4), 509–515.
- Petecki, Z., Polechońska, O., Wybraniec, S., Cieśla, E. 2003.** Mapa magnetyczna Polski 1: 500 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa
- Peters, K.E. 1986.** Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, **70**, 318–329.
- Pieńkowski, G. 2004.** The epicontinental Lower Jurassic of Poland. *Polish Geological Institute Special Papers*, **12**, 1–122.
- Pletsch, T., Appel, J., Botor, D., Clayton, C.J., Duin, E. J. T., Faber, E., Górecki, W., Kombrink, H., Kosakowski, P., Kuper, G., Kus, J., Lutz, R., Mathiesen, A., Ostertag-Henning, C., Papiernik, B., Van Bergen, F. 2010.** Petroleum generation and migration. W: J. C. Doornenbal, A. G. Stevenson (Red.), *Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area. EAGE Publications*, 225–253.
- Pokorski, J. 1987.** Czerwony spągowiec. W: Raczyńska A. (red), *Budowa geologiczna wału Pomorskiego i jego podłoża. Prace Inst. Geol.*, **CXIX**, 51–64.
- Pokorski, J. 1988.** Rotliegendes lithostratigraphy in north-western Poland. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences*, **36**, 99–108.
- Pokorski, J. 2008.** Schematyczna mapa rozmieszczenia utworów karbonu dolnego i górnego z określeniem litofacji dominujących. W: Górecki W. (red.), *Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce. Inw. 2293/2009, Arch. NAG, PIG-PIB Warszawa.*
- Poprawa, P. 2009.** Modelowania 1-D historii termicznej i generowania/ekspulsji węglowodorów. W: Poprawa P., (red.), *Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu – ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów. Inw. 5568/2011, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.*
- Požaryski, W., Brochwicz-Lewiński, W. 1978.** On the Polish Trough. *Geol. en Mijnbouw*, **57** (4), 545–557.
- Požaryski, W., Dembowski, Z. (Red.) 1983.** Mapa geologiczna Polski i krajów ościennych bez utworów kenozoicznych, mezozoicznych i permskich. I : 1 000 000. Inst. Geol. Warszawa.
- Požaryski, W., Grocholski, A., Tomczyk, H., Karnkowski, P., Moryc, W. 1992.** Mapa tektoniczna Polski w epoce waryscyjskiej. *Prz. Geol.*, **40**, 643–651.
- Prinz, T., Wolnowski, T. 1985.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Gołęczewo-1. Kat. SW/SZ/234, Arch. PGNiG S.A., Warszawa.
- Protas, A., Hałas, S., Wójtowicz, A. 2006.** Datowanie K-Ar illitu w utworach czerwonego spągowca na Niżu Polskim. IX Konferencja „Datowanie skał i minerałów”, Gdańsk, 23–24.10.2006.
- Protas, B. 1985.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Swadzim-1. Inw. 129573, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Protas, B., Ryba, A. 1983.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego: Rokietnica-2. Inw. 128593, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Protas, B., Sikorski, B., Wolnowski, T. 1985a.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Młodasko”. Inw. 15764, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Protas, B., Sikorski, B., Wolnowski, T. 1985b.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Jankowice”. Inw. 15865, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Raczyńska, A. 1962.** Budowa geologiczna synklinorium mogileńskiego. *Prz. Geol.*, **10** (6), 268 – 274.
- Raczyńska, A. 1979a.** Stratygrafia i rozwój litofacyjny młodszej kredy dolnej na Niżu Polskim. *Pr. Inst. Geol.*, **89**.
- Raczyńska, A. 1979b.** Stratygrafia, litologia i paleogeografia. Kreda dolna (bez albu górnego). W: M. Jaskowiak

- Schoeneichowa (Red.), Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa. *Pr. Inst. Geol.*, **96**, 69–77.
- Reczek, J., Duda, W. 1956.** Sprawozdanie z grawimetrycznych badań regionalnych na północny wschód od brzegu Wału Podosudeckiego oraz w rejonie Oborniki – Pyzdry. Inw. 8783/2075, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Reicher, B. 2008.** Główne elementy karbońsko-permskiego systemu naftowego w polskim basenie. W: Górecki (red.), Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce. Inw. 2293/2009, Arch. NAG, PIG-PIB Warszawa.
- Rowan, M., Krzywiec, P. 2014.** The Szamotuły salt diapir and Mid-Polish Trough: Decoupling during both Triassic-Jurassic rifting and Alpine inversion. AAPG International Conference & Exhibition, Istanbul, Turkey, 14-17.09.2014, book of abstracts.
- Ryba, A. 1976.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Rokietnica-1. Inw. 122334, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Ryba, A. 1979.** Dokumentacja wynikowa odwiertu poszukiwawczego Obrzycko-2. Inw. 125162, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Schwarzer, D., Littke, R. 2007.** Petroleum generation and migration in the “Tight gas” area of the NW German Rotliegend natural gas play: a basin modeling study. *Petroleum Geoscience*, **13**, 37–62.
- Seedhouse, J., Burley, S., Wakefield, M. 1996.** Porosity evolution in aeolian Rotliegend sandstones from the Polish Central Trough. British Gas. Kat. OPR/G/1875, Arch. PGNiG S.A., Warszawa.
- Skrzypczyk, L. (Red.) 2004.** Mapa głównych zbiorników wód podziemnych (według stanu CAG z dnia 31 marca 2004 r.) PIG-PIB, Warszawa.
- Soćko, A. 1976.** Reinterpretacja badań grawimetrycznych, temat: Synklinorium Mogileńsko – Łódzkie. Inw. 1897, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Soćko, A., Szczypa, S. 1979.** Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 25 – Piła. Kat. N33-XXIX/6, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Soćko, A., Szczypa, S. 1980.** Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 35 - Poznań. Kat. N33-XXXV/4, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Stach, E., Mackowsky, M.Th., Teichmüller, M., Taylor, G.H., Chandra, D., Teichmüller, R. 1982.** Stach's textbook of coal petrology. Gebruder Borntraeger, Stuttgart, 535.
- Stanicki, B. 2000.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Parkowo (0394), wersja cyfrowa.
- Stephenson, R. A., Narkiewicz M., Dadlez R., van-Wees J.-D., Andriessen P. 2003.** Tectonic subsidence modelling of the Polish Basin in the light of new data on crustal structure and magnitude of inversion: *Sedimentary Geology*, **156**, 59–70.
- Stolarek, J., Grzywacz, J., Kruk, B. 1958.** Sprawozdanie z badań regionalnych grawimetrycznych w rejonie Niecki Łódzkiej w 1957 r. Kat. 3826/246, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Stryczyński, A. 1997.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Buk (0470), wersja cyfrowa.
- Stryczyński, A., Zborowska, T. 2000.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Szamotuły (0432), wersja cyfrowa.
- Szewczyk, J. 2000.** Statystyczno-stratygraficzna standaryzacja profilowań naturalnego promieniowania gamma. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **392**, 121–152.
- Śliwiński, Z., Antonowicz, J., Iwanowska, E., Malinowski, M., Grad, M., Guterch, A., Keller, G.R., Takács, E. 2006.** Interpretacja zasięgu ekstermidów waryscyjskich na eksperymentalnym profilu sejsmicznym GRUNDY 2003. *Prz. Geol.*, **54**, 45 – 50.
- Śmiechowski, R. 1972.** Opracowanie badań magnetotelurycznych wykonanych w rejonie: Szamotuły przez Grupę teluryczną PGGN w 1971 r. Inw. 44000, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Taylor, G.H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R., Robert, P. 1998.** Organic Petrology. Gebruder Borntraeger – Berlin – Stuttgart, 349.
- Trela, M., Lebedynets, M. 2008.** Sprawozdanie z przetwarzania danych sejsmicznych 2D. Temat: Obrzycko – Szamotuły. Inw. 5318/2009, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Trzepierzńska, A. 1999.** Ekspertyza palinologiczna osadów podłoża bruzdy śródpolskiej i jej obrzeżenia. Inw. 2744-B, Arch. NAG, PIG-PIB, Sosnowiec.
- Wagner, R. 1994.** Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **146**, 71.
- Wagner, R. 2012.** Mapa paleogeograficzna dolomitu głównego (Ca₂) w Polsce. Inw. 7736/2016, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Wagner, R., Kotarba, M. (Red.) 2004.** Algowe skały macierzyste dolomitu głównego i ich potencjał węglowodorowy jako podstawa dla genetycznej oceny zasobów ropy naftowej i gazu ziemnego w strefie Gorzowa - Międzyzochodu. Kat. OPR/G/2257, Arch. PGNiG S.A., Warszawa.
- Wagner, R., Kotarba, M. (Red.) 2008.** System geochemiczny - generacyjny utworów dolomitu głównego na obszarze Pomorza Zachodniego. Inw. 1571/2015, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Wagner, R., Peryt, T. M. 1998.** O możliwości podziału cechsztynu na sekwencje stratygraficzne w basenie polskim. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **165**, 129–146.
- Wasiak, J. 1990.** Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych; temat: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza - 1989. Kat. G-570, Arch. PBG Sp. z o.o., Warszawa.
- Wolnowski, T. 1984.** Wniosek o pogłębienie otworu badawczego Gołęczewo-1 (w granicach 10%). Inw. 13481b CUG, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Wójcicki, A., Kiersnowski, H., Dyrka, I., Adamczak-Biały, T., Becker, A., Głuszyński, A., Janas, M., Kozłowska, A., Krzemiński, L., Kuberska, M., Paczeńska, J., Podhalańska, T., Roman, M., Skowroński, L., Waksmundzka, M.I. 2014.** Prognostyczne zasoby gazu ziemnego w wybranych zwięzłych skałach zbiornikowych Polski. PIG-PIB, Warszawa.
- Wróbel, J. 1977.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Obrzycko-3. Inw. 123051, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Zborowska, T. 2000.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Obrzycko (0393), wersja cyfrowa.
- Zwolenkiewicz, J. 1973.** Dokumentacja wynikowa otworu: Obrzycko-1. Inw. 117478, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Żelaźniewicz, A., Aleksandrowski, P., Buła, Z., Karnkowski, P.H., Konon, A., Oszcypko, N., Ślaczka, A., Żaba, J., Żytko, K. 2011.** Regionalizacja Tektoniczna Polski. KNG PAN, Wrocław.
- Żelichowski, A.M. 1987.** Karbon. W: A. Raczyńska (Red.), Budowa geologiczna wału Pomorskiego i jego podłoża. *Prace Inst. Geol.*, **CXIX**, 26–51.
- Żelichowski, A.M. 1989.** Karbon. W: Z. Deczkowski, A. Witkowski, A. Żelichowski. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Objezierze IG-1. Inw. 132090, Arch. NAG, PIG-PIB, Warszawa.
- Żelichowski, A.M. 1995.** Wielkopolska region. W: A. Zdanowski, H. Żakowa (Red.), The Carboniferous system in Poland. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **CXLVIII**.