



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, biuro@pgi.gov.pl
S d Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP 525-000-80-40

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 do postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż węglowodorów Obszar przetargowy „Złotów-Zabartowo”

Opracował:
Zespół pod kierunkiem
Prof. dr hab. Tadeusza Peryta

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

Warszawa, grudzień 2016 r.

Skład zespołu:

prof. dr hab. Tadeusz Peryt – kierownik zespołu

mgr inż. Anna Bliźniuk

mgr Dariusz Brzeziński

mgr inż. Ireneusz Dyrka

mgr inż. Joanna Fabiańczyk

dr Anna Feldman-Olszewska

dr Andrzej Głuszyński

dr Izabella Grotek

Tadeusz Grudzień

mgr inż. Marcin Janas

dr Marek Jasionowski

mgr inż. Dominika Kafara

mgr Hubert Kiersnowski

dr Maciej Kłonowski

mgr Paulina Kostrz-Sikora

mgr inż. Joanna Krasuska

mgr inż. Rafał Laskowicz

dr Krzysztof Leszczyński

mgr Mirosław Musiałewicz

dr Zdzisław Petecki

Monika Piotrowska

inż. Leszek Skowroński

dr Małgorzata Sikorska-Maykowska

mgr Jakub Sokołowski

mgr Marcin Szuflicki

Koordynator zadania:

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

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	4
1.1. Informacje ogólne o obszarze przetargowym	4
(Marek Jasionowski, Hubert Kiersnowski)	
1.2. Uwarunkowania środowiskowe	4
(Małgorzata Sikorska-Maykowska, Anna Bliźniuk, Dominika Kafara, Paulina Kostrz-Sikora, Joanna Krasuska, Monika Piotrowska)	
2. BUDOWA GEOLOGICZNA	8
2.1. Ogólna charakterystyka geologiczna	8
(Hubert Kiersnowski)	
2.2. Stratygrafia	9
2.2.1. Karbon	9
(Tadeusz Peryt)	
2.2.2. Perm – czerwony spagowiec	10
(Hubert Kiersnowski)	
2.2.3. Perm – cechsztyń	10
(Tadeusz Peryt, Leszek Skowroński)	
2.2.4. Trias	14
(Anna Becker, Tadeusz Peryt)	
2.2.5. Jura	15
(Anna Feldman-Olszewska)	
2.2.6. Kreda	16
(Krzysztof Leszczyński)	
2.2.7. Kenozoik	16
2.3. Budowa strukturalna	16
(Andrzej Głuszyński)	
2.4. Ewolucja geologiczna	16
(Andrzej Głuszyński)	
2.5. Hydrogeologia obszaru przetargowego	19
(Maciej Kłonowski)	
3. SYSTEM NAFTOWY	22
3.1. Wstęp	22
3.2. Skały macierzyste	22
(Marcin Janas)	
3.3. Zawartość węgla organicznego w utworach dolnego karbonu	24
(Ewa Klimuszko)	
3.4. Analiza mikroskopowa materii organicznej	25
(Izabella Grotek)	
3.5. Charakterystyka hydrodynamiczna i hydrochemiczna poziomów zbiornikowych	26
(Jakub Sokołowski)	
3.6. Wiek i mechanizm generacji, migracji i akumulacji węglowodorów	31
(Ireneusz Dyrka)	
3.7. Skały zbiornikowe i uszczelniające	31
(Hubert Kiersnowski, Tadeusz Peryt)	
4. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO W POBLIŻU OBSZARU ZŁOTÓW-ZABARTOWO	32
(Joanna Fabiańczyk, Dariusz Brzeziński, Marcin Szufflicki)	
5. OTWORY WIERTNICZE	35
(Tadeusz Peryt, Leszek Skowroński, Tadeusz Grudzień)	
6. BADANIA SEJSMICZNE	39
(Mirosław Musiatewicz)	
7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETYCZNE	45
(Zdzisław Petecki)	
7.1. Badania grawimetryczne	45
7.2. Badania magnetyczne	48
8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI	51
(Hubert Kiersnowski, Rafał Laskowicz)	
9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	56

1. WSTĘP

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Złotów-Zabartowo” 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.4773.6.H2016.TC z dnia 15.07.2016 roku. Zgodnie z art. 49.f Ustawy w 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 „Złotów-Zabartowo” 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 „Złotów-Zabartowo” 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. Opracowanie to zawiera również ogólne dane o istniejących informacjach geologicznych nie będących własnością Skarbu Państwa.

Pakiet danych geologicznych dla obszaru Złotów-Zabartowo stanowi integralną część zestawu dokumentów oferty przetargowej i jako taki nie może być udostępniany oddzielnie. Zawarte w nim opinie autorów dotyczące potencjału węglowodorowego obszaru Złotów-Zabartowo wyrażają stanowisko PSG i komentują bieżący stan wiedzy geologicznej.

Ministerstwo Środowiska zastrzega sobie możliwość użycia/cytowania niniejszego pakietu danych geologicznych w całości lub w części przy okazji innych czynności związanych z realizacją zadań statutowych instytucji.

1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy Złotów-Zabartowo (Fig. 1.1.) o powierzchni 1070,01 km² został oznaczony koordynatami przedstawionymi na Fig. 1.2. i Fig. 1.3. i zamieszczonymi w Tab. 1.1. i Tab. 1.2.

Na obszarze Złotów-Zabartowo wykonano – w latach 1955–1995 – 5 otworów wiertniczych o głębokości >1000 m (Fig. 1.3). Należy zaznaczyć, że zarówno w dokumentacjach, jak i publikacjach, w przypadku otworów wiertniczych spotyka się różną pisownię (np. „Zabartowo 1” albo „Zabartowo-1”).

1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

Obszar przetargowy Złotów-Zabartowo jest położony na pograniczu województw: wielkopolskiego i kujawsko-pomorskiego. Swoim zasięgiem obejmuje tereny należące do 15 gmin, w tym 6 wiejskich, 7 miejsko-wiejskich i 1 miejskiej, spośród których największy udział w powierzchni charakteryzowanego obszaru mają: Łobżenica i Więcbork.

Przez południową część obszaru przebiega odcinek DK nr 10, położona zaś w jego ciągu obwodnica Wyrzysk posiada status drogi ekspresowej S10. Poza tą trasą sieć komunikacyjną obszaru Złotów-Zabartowo tworzą drogi skategoryzowane jako gminne, powiatowe i wojewódzkie. W grupie tych ostatnich znajdują się: DW nr 242 łącząca Więcbork z leżącym przy DK nr 10 Kosztowem, DW nr 188 relacji Piła–Człuchów (odcinek Skórka-Krajenka–Złotów–Zakrzewo-Głomsk), DW nr 189 przebiegająca przez północną część obszaru przetargowego od Złotowa przez Sypniewo do Więcborka oraz DW nr 190 na odcinku pomiędzy Krajenką, Wysoką i Białosławiem.

Elementem infrastruktury komunikacyjnej są również linie kolejowe. Największe znaczenie ma przecinająca południowe krańce obszaru linia nr 18 relacji Kutno–Piła Główna. Jest to linia o znaczeniu państwowym, pierwszorzędna, dwutorowa, zelektryfikowana. Na obszarze przetargowym na jej trasie znajduje się tylko jeden punkt eksploatowany w ruchu pasażerskim, w miejscowości Krostkowo. Wzdłuż zachodniej

Blok koncesyjny lub zespół bloków koncesyjnych	Główne cele poszukiwawcze	Koordynaty naroży obszaru Złotów-Zabartowo			Prowincje naftowe
			X	Y	
126 fragment	karbon i perm (czerwony spągowiec i cechsztyń): gaz zamknięty i konwencjonalne złoża gazu ziemnego	1	595210,978	355930,043	W części*: pomorska prowincja naftowa
127 fragment,		2	620491,445	375248,551	
146 fragment,		3	619965,853	400258,032	
147 fragment		4	604743,941	399937,404	
Powierzchnia 1070,01 km ²		5	581913,046	381692,432	

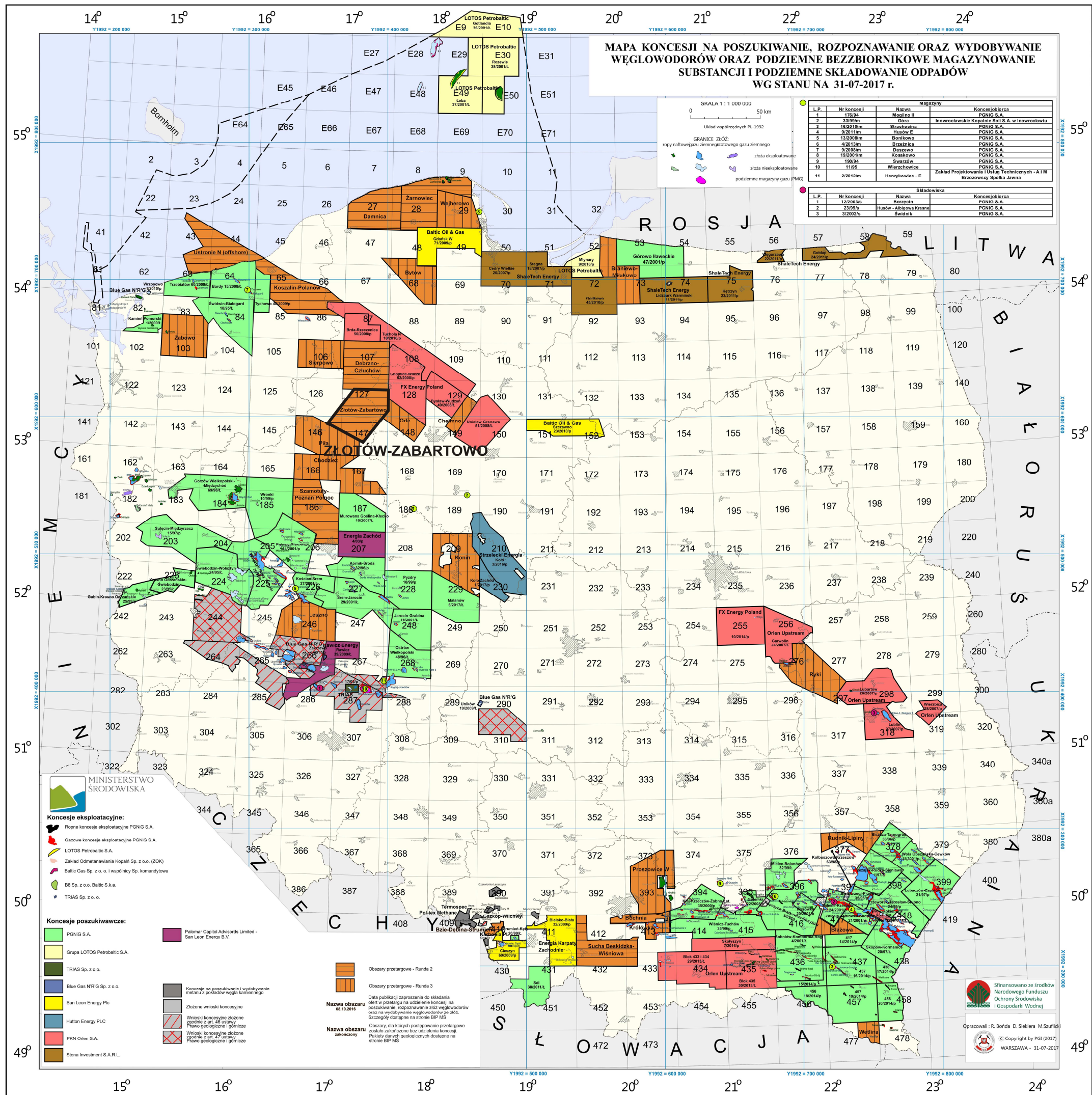
Tabela 1.1. Ogólne dane o obszarze przetargowym Złotów-Zabartowo.

* – Obszar bloku Złotów-Zabartowo znajduje się częściowo poza obszarem określonym jako pomorska prowincja naftowa (Karnkowski, 1997)

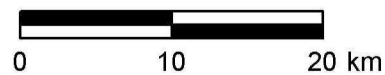
↓ **Figura 1.1.** Położenie obszaru przetargowego "Złotów-Zabartowo" na mapie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie węglowodorów oraz podziemne bezzbiornikowe magazynowanie substancji i podziemne składowanie odpadów wg stanu na 31.07.2017 r.

↓ **Figura 1.2.** Złoża węglowodorów w sąsiedztwie obszaru przetargowego "Złotów-Zabartowo"

↓ **Figura 1.3.** Obszar Złotów-Zabartowo: punkty załamania granic i pozycja obszaru przetargowego na tle sąsiednich koncesji.



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



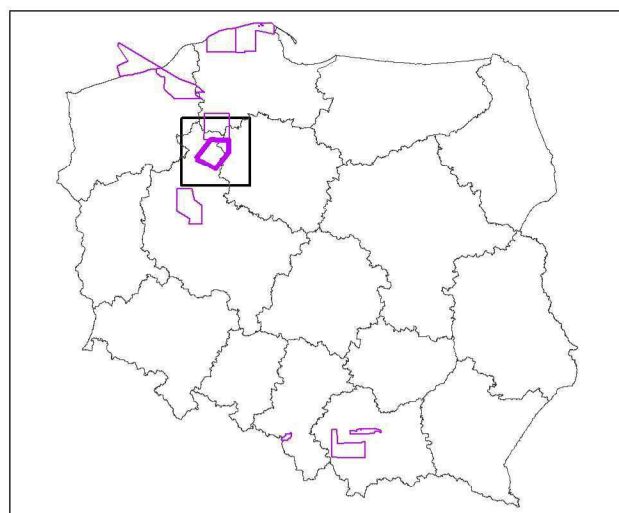
Układ współrzędnych: PL-1992

Objaśnienia

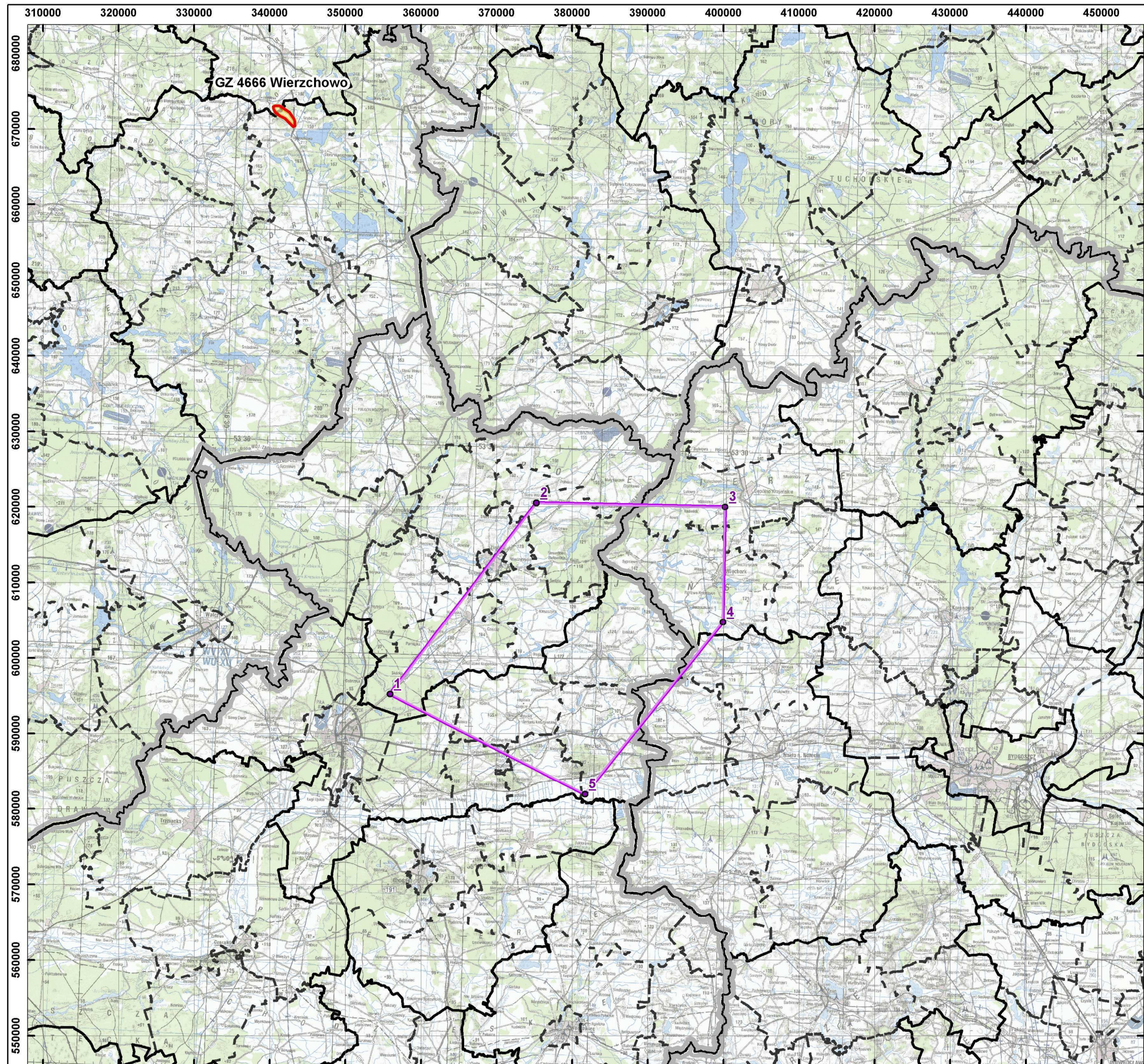
- obszary wytypowane do przetargu
- złoża węglowodorów
- obszary górnicze
- granice gmin
- granice powiatów
- granice województw

Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru
Złotów-Zabartowo
układ współrzędnych PL-1992

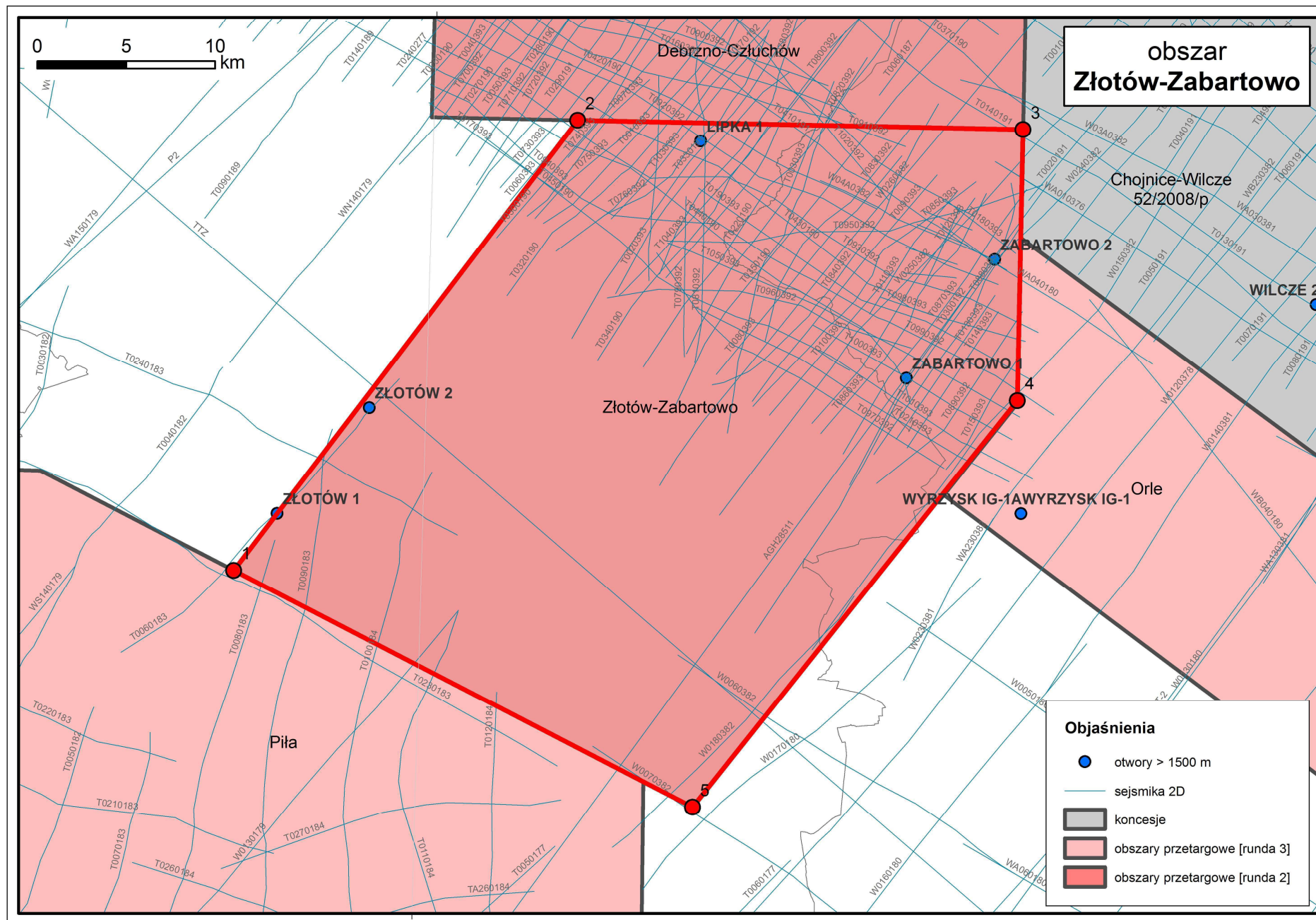
Nr punktu	X	Y
1	595 210,978	355 930,043
2	620 491,445	375 248,551
3	619 965,853	400 258,032
4	604 743,941	399 937,404
5	581 913,046	381 692,432



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



17°0'0"E



17°0'0"E

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO ZŁOTÓW-ZABARTOWO					
1.	LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE	nazwa i numer arkusza mapy w skali 1:50 000	Złotów 238; Więcbork 239; Krajenka 275; Wysoka 276; Łobżenica 277; Śmiłowo 314; Szamocin 315; Wyrzysk 316		
2.	POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE	województwo	wielkopolskie		
		powiat	pilski		
		gmina (% powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego)	Kaczory (1,82%), Białośliwie (3,75%), Łobżenica (17,80%), Miasteczko Krajeńskie (0,12%), Wysoka (11,13%), Wyrzysk (9,78%)		
		powiat	złotowski		
		gmina	Złotów (12,02%), Złotów m. (0,71%), Krajenka (11,04%), Lipka (0,52%), Zakrzewo (10,71%)		
		województwo	kujawsko-pomorskie		
		powiat	nakielski		
		gmina	Mrocza (0,53%), Sadki (1,23%)		
		powiat	sępoleński		
gmina	Sępólno Krajeńskie (3,31%), Więcbork (15,53%)				
3.	REGIONALIZACJA FIZYCZNO–GEOGRAFICZNA (wg J. KONDRACKIEGO, 2013)	makroregion	Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka (315.3)		
		mezoregion	Dolina Środkowej Noteci (315.34)		
		makroregion	Pojezierze Południowopomorskie (314.6–7)		
		mezoregion	Dolina Gwdy (314.68), Pojezierze Krajeńskie (314.69)		
4.	WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW WYZNACZAJĄCYCH GRANICE OBSZARU PRZETARGOWEGO	układ PL-1992 [X; Y]	595210,978	355930,043	
			620491,445	375248,551	
			619965,853	400258,032	
			604743,941	399937,404	
			581913,046	381692,432	
5.	POWIERZCHNIA OBSZARU PRZETARGOWEGO	[km ²]	1 070,01		
6.	CEL KONCESJI		poszukiwanie gazu zamkniętego i konwencjonalnych złóż gazu ziemnego		
7.	WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ		karbon i perm (czerwony spągowiec i cechsztyń)		
8.	PRZYRODNICZE OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE:	[tak/ nie] jeśli „tak” to: nazwa obszaru oraz % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego			
	parki narodowe		nie		
	rezerwaty		Czarci Staw (<1%); Zielona Góra (<1%)		
	parki krajobrazowe		Krajeński Park Krajobrazowy (19%)		
	obszary chronionego krajobrazu		OChK Dolina Łobżonki i Bory Kujańskie (16%); OChK Dolina Noteci (3%); OChK Pojezierze Wałeckie i Dolina Gwdy (1%)		
	Natura 2000 - SOO		PLH300040 Dolina Łobżonki (3%); PLH300055 Dębowa Góra (1%); PLH300052 Uroczyska Kujańskie (1%); PLH300045 Ostoja Piłska (<1%); PLH300004 Dolina Noteci (1%)		
	Natura 2000 - OSO		PLB300012 Puszcza nad Gwdą (2%); PLB300001 Dolina Środkowej Noteci i Kanalu Bydgoskiego (1%)		
	zespoły przyrodniczo-krajobrazowe		Messy (<1%)		
	użytki ekologiczne		[tak (ilość)/ nie]	81 (w tym 31 o powierzchni > 5 ha)	
	pomniki przyrody			847 (w tym 4 aleje z 610 drzewami pomnikowymi)	
	stanowiska dokumentacyjne			nie	
	9.		GLEBY CHRONIONE	[tak/ nie]	tak
10.	KOMPLEKSY LEŚNE	[tak/ nie]	tak		
11.	LASY OCHRONNE	[tak (powierzchnia, % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego)/ nie]	86,4 km ² (8,1%)		
12.	OBIEKTY DZIEDZICTWA KULTUROWEGO Zabytki archeologiczne	[tak (ilość)/ nie]			
		grodzisko	10		
		osada	5		
		cmentarzysko	3		
		inne (miejsce kultu, miejsce eksploatacji surowca, obozowisko, miasto)	1 – inne		

Tabela 1.2. Karta uwarunkowań środowiskowych dla obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo.

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO ZŁOTÓW-ZABARTOWO			
13.	GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH	[tak (numer, nazwa i wiek zbiornika)/ nie]	125 – Zbiornik międzymorenowy Wałcz – Piła (Q); 127 – Subzbiornik Złotów – Piła – Strzelce Krajeńskie (Ng); 133 – Zbiornik międzymorenowy Młotkowo (Q); 138 – Pradolina Toruń – Eberswalde (Notec) (Q)
14.	STREFY OCHRONNE UJĘĆ WODY	[tak/ nie]	nie
15.	STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ	[tak/ nie]	nie
16.	TERENY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI	[tak/ nie]	tak
17.	UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (kruszywa naturalne, surowce ilaste ceramiki budowlanej, kreda, torfy, węgiel brunatny)
18.	OBSZARY PROGNOSTYCZNE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (torfy, surowce ilaste ceramiki budowlanej, kruszywa naturalne, kreda)
19.	SIECI PRZESYŁOWE GAZU	[tak/ nie]	tak
20.	PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU	[tak/ nie]	nie
21.	DATA WYPEŁNIENIA KARTY	17.11.2016 r.	
22.	ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH	Paulina Kostrz-Sikora, Joanna Krasuska	

Tabela 1.2. cd.

granicy terenu biegnie pierwszorzędna, jednotorowa, niezelektryfikowana linia nr 203 (Tczew–Kostrzyn). Pociągi tej linii zatrzymują się w graniach obszaru na stacjach: Złotów i Krajenka oraz na przystankach: Zakrzewo, Dolnik i Skórka. Od wschodu połączenie kolejowe zapewnia linia nr 281 – jest to linia drugorzędna łącząca Oleśnicę z Chojnicami, na opisywanym terenie komunikująca przystanki Więcbork, Runowo Krajeńskie i Rajgród.

W granicach obszaru Złotów-Zabartowo nie zidentyfikowano elementów krajowego systemu infrastruktury techniczno-inżynierskiej w zakresie systemów gazociągów przesyłowych (wg danych Operatora Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A.). Znajdują się tu natomiast gazociągi sieci przesyłowej wysokiego ciśnienia. Usytuowane są one przede wszystkim w zachodniej (rejon miejscowości: Błękwił–Podróżna–Śmiłowo) i centralnej (Podróżna – Kościerzyn Mały) części obszaru, a także przy jego południowej granicy (Mościska–Okaliniec–Pobórka Mała). Ponadto tuż za zachodnią granicą charakteryzowanego terenu przebiega linia elektroenergetyczna najwyższych napięć (220 kV), w przyszłości zaś (zgodnie z informacjami PSE S.A.) planowana jest w tym rejonie budowa 2 kolejnych linii (o napięciu 400 kV).

Pod względem regionalizacji fizyczno-geograficznej Polski (Kondracki, 2013) omawiany teren znajduje się w przeważającej części w obrębie mezoregionu Pojezierze Krajeńskie. Wyjątek stanowią jego południowe i zachodnie krańce, które położone są odpowiednio w granicach: Doliny Środkowej Noteci i Doliny Gwdy. Pojezierze Krajeńskie sąsiaduje od zachodu z doliną Gwdy, która była szlakiem odpływu wód roztopowych lodowca w fazie pomorskiej zlodowacenia wisły¹, od południa zaś z Doliną Środkowej Noteci. Zwierciadło Noteci w rejonie Nakła położone jest na rzędnej ok. 57 m n.p.m. Na

wysoczyźnie Pojezierza Krajeńskiego zaznacza się kilka linii postępu czoła lodowca w recesyjnej subfazie krajeńskiej zlodowacenia wisły. Najwyższe wzniesienia przekraczają 200 m n.p.m., natomiast w części objętej obszarem przetargowym kulminację stanowi Dębowa Góra (193 m n.p.m. i 150 m nad dnem doliny Noteci). Obok moren akumulacyjnych i spiętrzonych występują kemy, ozy i rynny lodowcowe. Liczne są jeziora, w tym o powierzchni większej od 1 ha, m.in.: Borówno, Sławianowskie Wielkie, Stryjewo, Czarmuńskie i inne. Obok jezior sieć hydrograficzną obszaru Złotów-Zabartowo tworzą rzeki, w tym przede wszystkim będąca prawym dopływem Noteci Łobżonka oraz zasilająca Gwdę Głomia wraz z uchodzącą do niej w okolicach Krajenki Kocunia.

Część terenów położonych w granicach obszaru przetargowego podlega ochronie prawnej realizowanej na mocy przepisów ustawy o ochronie przyrody. Wśród obszarowych form chronionych występują m.in. 2 rezerваты przyrody (torfowiskowy oraz leśny), 5 specjalnych obszarów ochrony (SOO) wyznaczonych w ramach tzw. „Dyrektywy Siedliskowej”, 2 obszary specjalnej ochrony (OSO) utworzone w oparciu o tzw. „Dyrektywę Ptasią” oraz zespół przyrodniczo-krajobrazowy (Messy), które zajmują względnie niewielkie powierzchnie w stosunku do całkowitej powierzchni obszaru Złotów-Zabartowo. Nieco odmienna sytuacja występuje w przypadku utworzonego w 1998 r. Krajeńskiego Parku Krajobrazowego, który znajduje się w północno-wschodniej części opisywanego terenu i zajmuje blisko 1/5 jego powierzchni oraz sąsiadującego z Parkiem Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina Łobżonki i Bory Kujańskie, w którego granicach znajduje się około 16% powierzchni opisywanego terenu.

¹ nazwy jednostek stratygraficznych piszemy konsekwentnie małą literą (np. perm – od nazwy miasta, jura – od nazwy gór, wisła – od nazwy rzeki)

Na omawianym terenie przetargowym znajduje się także: 81 użytków ekologicznych (w tym 31 obiektów o powierzchni powyżej 5 ha) oraz 847 pomników przyrody (w tym 4 aleje z 610 drzewami pomnikowymi).

W obrębie obszaru Złotów–Zabartowo zlokalizowanych jest także 19 zabytków archeologicznych, takich jak: grodziska, osady i cmentarzyska.

W aspekcie uwarunkowań środowiskowych, które mogą potencjalnie ograniczać i utrudniać warunki poszukiwania i rozpoznawania złóż węglowodorów w granicach obszaru Złotów–Zabartowo, należy zwrócić uwagę na czynniki hydrogeologiczne związane z występowaniem głównych zbiorników wód podziemnych (Fig. 2.10). Zbiorniki oznaczone numerami 125, 133 i 138 są zbiornikami czwartorzędowymi. Pierwszy z nich – zbiornik nr 125 (Zbiornik międzymorenowy Wałcz-Piła) – jest zlokalizowany w zachodniej części obszaru, na południe od Krajenki. Drugi, położony niemal w całości w granicach obszaru przetargowego zbiornik nr 133 (Zbiornik międzymorenowy Młotkowo) znajduje się w południowej części charakteryzowanego terenu, na wschód od Wysokiej. Ostatni z wymienionych zbiorników czwartorzędowych – GZWP nr 138 Pradolina Toruń–Eberswalde (Notec) – obejmuje swoim zasięgiem niewielkie, wysunięte najbardziej na południe fragmenty obszaru Złotów–Zabartowo. Poza zbiornikami czwartorzędowymi występuje tu również neogeński GZWP nr 127 – Subzbiornik Złotów–Piła–Strzelce Krajeńskie. Zajmuje on największą pod względem powierzchni część charakteryzowanego terenu – w jego zasięgu znajdują się zarówno północno-zachodnie, zachodnie jak i południowo-zachodnie fragmenty obszaru Złotów–Zabartowo. Warunki hydrogeologiczne obszaru przetargowego Złotów–Zabartowo są szczegółowo omówione w podrozdziale 2.5.

Na charakteryzowanym obszarze zinwentaryzowano 46 ujęć wód podziemnych (w tym 40 komunalnych, 4 przemysłowe i 2 komunalno-przemysłowe). Zdecydowana większość z nich (34) czerpie wodę z utworów czwartorzędowych, niewielka część – z trzeciorzędowych. Żadne z ujęć nie posiada zatwierdzonej strefy ochrony pośredniej.

Omawiany obszar jest również miejscem prowadzenia działalności wydobywczej i przetwórczej. Z informacji zawartych w bazie MIDAS wynika, że na obszarze Złotów–Zabartowo znajdują się 24 udokumentowane złoża kopalin, w tym 14 złóż kruszywa naturalnego (Puszcza I, Iłowo–Diabli Kąt, Wysoka I, Wysoka II, Jeleń, Żelgniewo – dz. nr 20/15, Zakrzewska Osada I, Witrogoszcz, Witrogoszcz I, Święta, Święta II, Piesna, Wysoka Mała II, Jazdrowo), 5 złóż surowców ilastych ceramiki budowlanej (Wysoka, Niezychowo–Krostkowo, Krużki, Krostkowo, Czajcze), 3 złoża kredy (Skic, Iłowo II, Skic–Kujan) oraz 1 złożo torfów (Skic II) i 1 nieeksploatowane złożo węgla brunatnych (Więcbork). W granicach charakteryzowanego terenu zlokalizowane są także obszary prognostyczne i perspektywiczne wystąpienia kruszywa naturalnego, torfów, kredy jeziornej oraz surowców ilastych ceramiki budowlanej.

W strukturze zagospodarowania terenu widoczne są skupiające się przede wszystkim w północnej części obszaru Złotów–Zabartowo zwarte kompleksy leśne. Część z nich jest włączona w system opisanych powyżej przyrodniczych obszarów prawnie chronionych, a także – na mocy rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 25 sierpnia 1992 r. (Dz. U. z 1992 r., Nr 67, poz. 337) – posiada status lasów ochronnych.

Znaczna część terenu zajęta jest także przez grunty orne wysokich klas bonitacyjnych. W dolinie Noteci (skrajnie południowe części obszaru) a także w rejonie Kleszczyny, Śmiardowa Krajeńskiego niewielkie powierzchnie terenu zajmują łąki położone na glebach pochodzenia organicznego.

Duży udział terenów o korzystnych parametrach jakościowych dla produkcji rolnej powoduje, że to właśnie ten rodzaj działalności gospodarczej dominuje na opisywanym terenie. Dość duże znaczenie ma też sektor turystyki, dla którego bazę stanowią malownicze krajobrazy, liczne jeziora oraz zabytki kultury materialnej. Większymi ośrodkami skupiającymi podmioty branży przemysłowej są położone poza granicami obszaru miasta, m.in. Piła czy też Nakło nad Notecią.

Mapa środowiskowa znajduje się na Fig. 1.4., a objaśnienia – na Fig. 1.5.

↓ **Figura 1.4.** Mapa środowiskowa obszaru "Złotów-Zabartowo" (objaśnienia na Fig. 1.5.).

↓ **Figura 1.5.** Objaśnienia do mapy środowiskowej obszaru "Złotów-Zabartowo" (Fig. 1.4.).

Mapa środowiskowa
obszaru ŻŁOTÓW - ZABARTOWO
skala 1:100 000

0 2 4 6 8 km



Copyright by PIG-PIB, Warszawa 2016

Współrzędne prostokątne w układzie PL-1992, podkład topograficzny na podstawie VMap L2



OBJAŚNIENIA DO MAPY ŚRODOWISKOWEJ OBSZARU "ZŁOTÓW-ZABARTOWO" (opracowano na podstawie bazy MGŚP z zasobów PIG-PIB)

ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA

- 17732** identyfikator złoża z bazy MIDAS
- granica złoża
- granica obszaru prognostycznego
- granica zweryfikowanego obszaru prognostycznego
- granica obszaru perspektywicznego
- złoże o powierzchni ≤5 ha
- punkt niekoncesjonowanej eksploatacji kopaliny

Symbol kopaliny:
Wb - węgiel brunatny
i(jc) - ility i łupki ilaste ceramiki budowlanej
kj - kreda jeziorna i gytia
pż - piaski i żwir
p - piaski
t - torfy

Symbol jednostki stratygraficznej:
Q - czwartorzęd
Tr - trzeciorzęd
Ng - neogen

WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

Granice działu wodnego:

- pierwszego rzędu
- trzeciego rzędu
- czwartego rzędu
- granica strefy ochrony pośredniej ujęcia wód
- źródło
- obszar źródłiskowy
- zbiornik retencyjny
- 125 — granica głównego zbiornika wód podziemnych wraz z jego numerem
- ujęcie wód podziemnych (k - komunalne, p - przemysłowe; Q - wiek ujmowanych utworów)
- obszary dolinne zagrożone podtopieniami

WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

- obszary predysponowane do występowania ruchów masowych

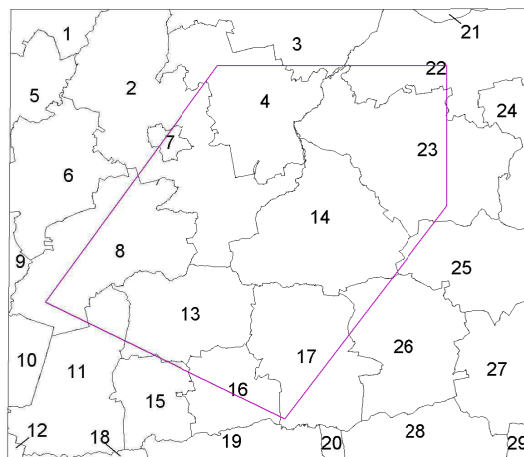
OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I DZIEDZICTWA KULTUROWEGO

- grunty orne (klasy I-IVa użytków rolnych)
- łąki na glebach pochodzenia organicznego
- lasy
- lasy ochronne
- zieleni urządzona
- granice terenów zarządzanych przez Generalną Dyрекcyję Lasów Państwowych
- granica parku narodowego
- granica parku krajobrazowego
- granica obszaru chronionego krajobrazu
- granica zespołu przyrodniczo-krajobrazowego
- Obszary Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000, kod obszaru
- K — granica rezerwatu przyrody lub obszaru ochrony ścisłej (os) w obrębie parku narodowego (K - krajobrazowy, L - leśny, W - wodny, T - torfowiskowy)
- granica strefy ochronnej (otuliny) rezerwatu przyrody
- aleja drzew pomnikowych
- zabytek archeologiczny
- n — pomnik przyrody żywej (n - liczba obiektów)
- n — pomnik przyrody nieożywionej (n - liczba obiektów)
- użytek ekologiczny
- użytek ekologiczny o powierzchni ≤5 ha

INFORMACJE DODATKOWE

- granica województwa
- granica powiatu
- granica gminy, miasta
- S10 — oś autostrady lub drogi szybkiego ruchu
- S10 — oś projektowanej autostrady lub drogi szybkiego ruchu
- ZŁOTÓW** — siedziba urzędu gminy, miasta
- sieć gazociągów
- sieć energetyczna
- granica obszaru przetargowego

Położenie obszaru przetargowego na tle podziału administracyjnego



woj. WIELKOPOLSKIE

powiat złotowski

1 - gm. Okonek

2 - gm. Złotów

3 - gm. Lipka

4 - gm. Zakrzewo

5 - gm. Jastrowie

6 - gm. Tamówka

7 - m. Złotów

8 - gm. Krajenka

powiat piłski

9 - gm. Szydłowo

10 - m. Pila

11 - gm. Kaczory

12 - gm. Ujście

13 - gm. Wysoka

14 - gm. Łobżenica

15 - gm. Miasteczko Krajeńskie

16 - gm. Biełostów

17 - gm. Wyrzysk

powiat chodzieski

18 - gm. Chodzież

19 - gm. Szamocin

powiat wągrowiecki

20 - gm. Gołańcz

woj. KUJAWSKO-POMORSKIE

powiat sepolński

21 - gm. Kamień Krajeński

22 - gm. Sepólno Krajeńskie

23 - gm. Więcbork

24 - gm. Sośno

powiat nakielski

25 - gm. Mrocza

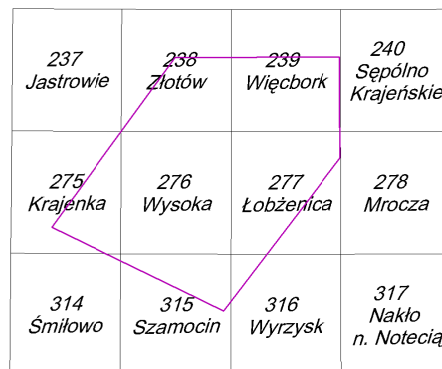
26 - gm. Sadki

27 - gm. Nakło nad Notecią

28 - gm. Kcynia

29 - gm. Szubin

Położenie obszaru przetargowego
na arkuszach 1 : 50 000



Opracowała: Małgorzata Sikorska-Maykowska

Zestawienie danych
i redakcja komputerowa: Joanna Krasuska

2. BUDOWA GEOLOGICZNA

2.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA

Obszar przetargowy Złotów–Zabartowo w swojej północno-wschodniej części znajduje się w strefie granicy pomiędzy krainą platformy wschodnioeuropejskiej a obszarem określanym jako antyklinorium pomorskie (plan strukturalny podkenuzoiczny; Karnkowski, 2008).

W obszarze Złotów–Zabartowo pod utworami permu występują utwory karbonu (Żelichowski, 1987) oraz fragmentarycznie dewonu górnego (Miłaczewski, 1987). Informacje o wykształceniu karbonu pochodzą z trzech wierceń: Lipka 1 oraz Zabartowo 1 i 2 znajdujących się w północno-wschodniej części koncesji. Reszta obszaru jest słabo rozpoznana. W części południowo-zachodniej obszaru Złotów–Zabartowo w podłożu podpermskim mogą znajdować się utwory karbonu dolnego, jak i górnego (Fig. 2.1.).

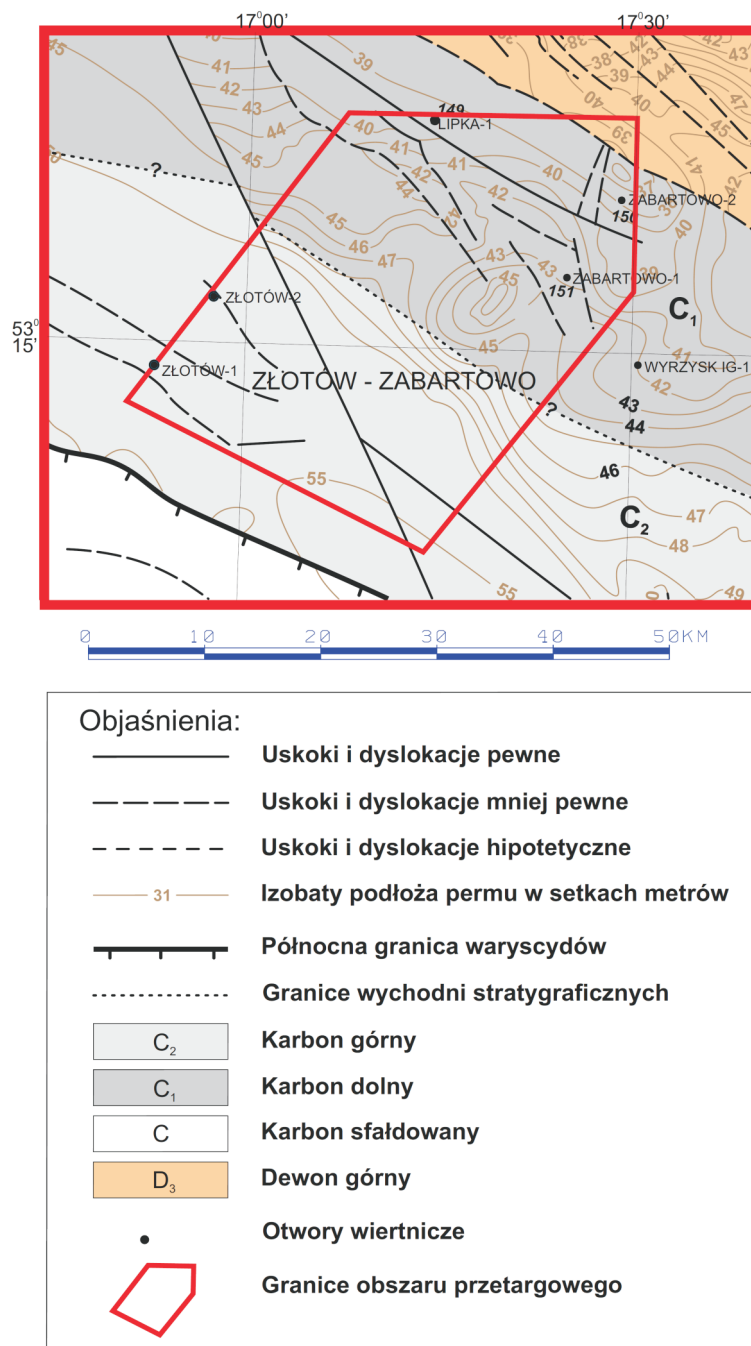


Figura 2.1. Mapa geologiczno-strukturalna obszaru przetargowego Złotów–Zabartowo (wg Lech, 2001).

Dotychczasowe rozpoznanie opiera się na danych z niżej zestawionych wierceń.

Nazwa otworu	Rok wiercenia	Strop Pcs (m)	Ogniwo zabartowskie	Końcowa głębokość [m] i stratygrafia	Miąższość (m)		
					dolomit główny Ca2	czerwony spagowiec	karbon
Zabartowo 1	1974	3700	—	4823,5 karbon	6	692	>431,5
Zabartowo 2	1976	3500,5	+	4569,6 karbon	6	396,5	>672,6
Złotów 2	1973	4230		4845 Pcs	18	>615	
Złotów 1	1955			1539,8 kajper			
Wyrzysk IG 1*	1986			3654,5 PZ1 (Na2)	3,6		

*wiercenie Wyrzysk IG 1 znajduje się poza obszarem przetargowym, przy jego południowo-wschodniej granicy obszaru.

nimi występują utwory zaliczane do przez Żelichowskiego & Łoszewską (1987, fig. 25) do westfalu; są to piaskowce z częstymi przewarstwieniami mułwców (na głęb. 4392,0–4572,0 m w otworze Zabartowo 1 i 3897,0–4005,0 m w otworze Zabartowo 2). Powyżej utworów westfalu wydzielono utwory formacji z Noteci należącej do czerwonego spagowca, chociaż Żelichowski (1987) zaprezentował koncepcję, w myśl której formacja z Noteci jest tożsama z formacją z Dziwny i reprezentuje najwyższą część karbonu. Z kolei według Lech (2001) w północnej części obszaru przetargowego występuje wyłącznie karbon dolny; taką też interpretację przyjęto dla dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Lipka 1 (por. Fig. 2.2.). Przez analogię z obszarem pomorskim można przypuszczać lokalną obecność utworów karbonu górnego w stosunkowo niewielkich rowach tektonicznych.

Kompleks z Łobżonki to skały ilasto-mułkowców zawierających przewarstwienia piaskowców (wak) kwarcowych; przewarstwienia te są częste w górnej części kompleksu z Łobżonki, a niżej występują one tylko w postaci cienkich lamin i niewielkich przewarstwień wśród mułwców i ilowców. Piaskowce kompleksu z Łobżonki są oligomiktyczne. Punkty projekcyjne próbek z profilu Zabartowo 2 przypadają w polu wak kwarcowych (Żelichowski & Łoszewska, 1987, fig. 18).

2.2. STRATYGRAFIA

2.2.1. KARBON

Na obszarze przetargowym utwory karbonu nawiercono w czterech otworach wiertniczych: Zabartowo 1, Zabartowo 2, Lipka 1 oraz Złotów 2. W dolnej części są to utwory wizenu (formacja z Łobżonki), występujące na głębokości 4572,0–4823,5 m w otworze Zabartowo 1 i 4005,0–4569,6 m w otworze Zabartowo 2 (Żelichowski & Łoszewska, 1987). Ponad

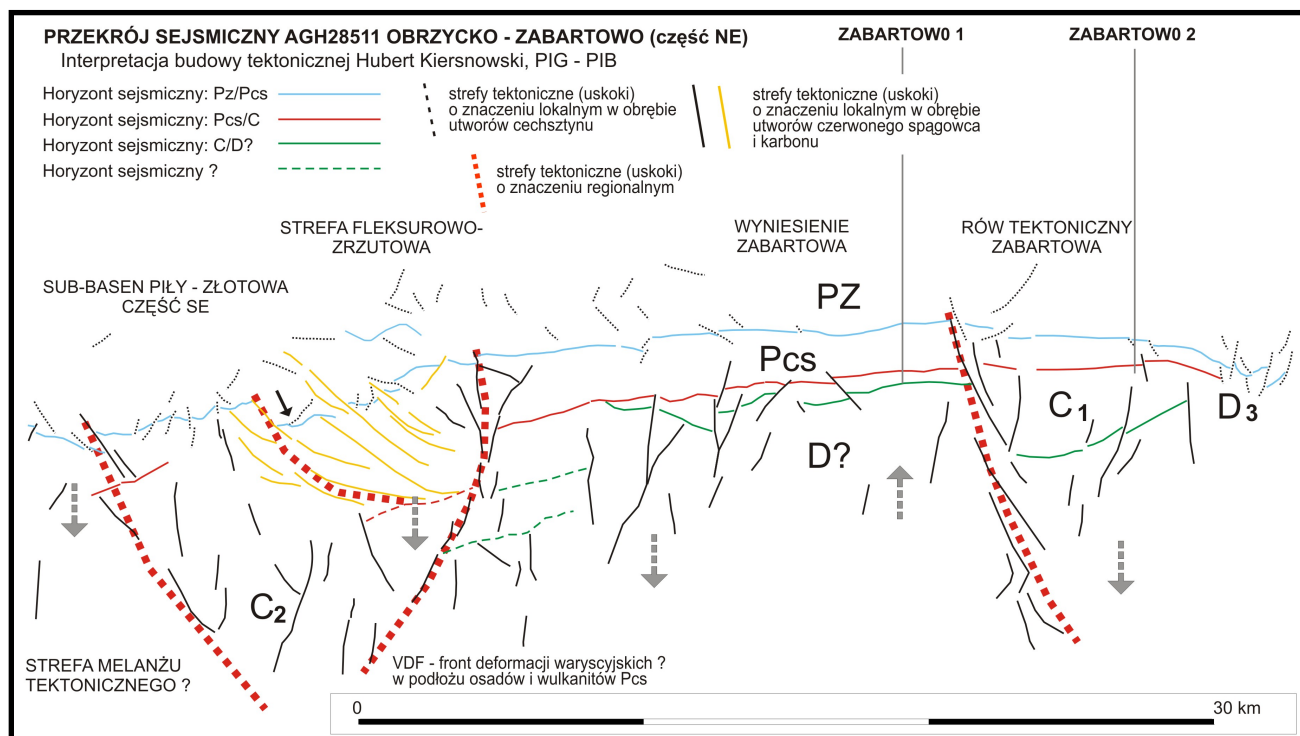


Figura 2.2. Interpretacja fragmentu czasowego przekroju sejsmicznego Obrzycko-Zabartowo AGH28511 (lokalizacja na Fig. 1.3). Przekrój sejsmiczny przebiega równolegle do południowo-wschodniej granicy obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo. Zwraca uwagę wyniesiony blok tektoniczny, tzw. wyniesienie Zabartowa. W podłożu wyniesienia Zabartowa mogą znajdować się – stosunkowo płytko pod utworami dolnego karbonu – utwory dewonu.

Skały zostały w znacznym stopniu zdiagenezowane, a powszechne występowanie obwódek regeneracyjnych wskazuje, że są to kwarcyty.

W profilu Zabartowo 2 stwierdzono w nich występowanie zlepieńców śródfornacyjnych zawierających okruchy mułowców wapnistych oraz margli z ooidami. Mułowce kwarcowe tworzące podstawowy składnik tej serii niekiedy zawierają także wkładki wapieni i dolomitów. Na powierzchniach uwarstwienia sporadycznie napotyka się silnie uwęglony detrytus roślinny. Szczątki fauny są nieliczne; wskazują one, że omawiane utwory należą do wizenu. Ponieważ nie osiągnięto spągu tych utworów, być może reprezentują one również i turne (Żelichowski & Łoszevska, 1987).

Osady karbonu są skałami macierzystymi dla generacji węglowodorów.

2.2.2. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC

Basen osadowy czerwonego spągowca w Polsce tworzą iłowce, mułowce i pyłowce playi, piaskowce eoliczne i fluwialne oraz zlepienie stożków aluwialnych. W piaskowcach o dobrych własnościach zbiornikowych znajdują się liczne złoża gazu ziemnego.

W wykonanych otworach wiertniczych utwory czerwonego spągowca mają miąższość od 319,5 m do 692,0 m (Fig. 2.3.). Reprezentują one dwie główne formacje litostratygraficzne: dolną formację Drawy i górną formację Noteci. Formacja Drawy to głównie iłowce i mułowce tzw. playi dolnej oraz piaskowce eoliczne, a w najniższej części zlepienie. W najwyższej części formacji Drawy występuje ogniwo piaskowców zabartowskich. Formacja Noteci to mułowce i piaskowce drobnoziarniste tzw. playi górnej oraz piaskowce fluwialne (korytowe i pokrywy aluwialnych).

Strop utworów czerwonego spągowca nawiercono w otworach Zabartowo 1, Zabartowo 2 i Lipka 1 przedziale 3500,5–3752 m (Fig. 2.1.); w otworze Złotów 2 występuje on na głębokości 4230,0 m. Poziom piaskowców zabartowskich znajduje się 550–600 m niżej w wierceniu Zabartowo 1, czyli na głębokości ok. 4250 m (Fig. 2.3.). Spąg utworów czerwonego spągowca i jednocześnie strop karbonu zapada się na południowy zachód od głębokości 3900 m do ponad 5500 m (Fig. 2.1.). W lepiej rozpoznanej północno-wschodniej części obszaru Złotów–Zabartowo stwierdzono uskoki w stropie karbonu i związane z tym deniwelacje podłoża podpermskiego w postaci wyniesień i obniżień (Lech, 2001). W niektórych przypadkach uskoki te zaznaczają swoją obecność również w podłożu utworów cechsztynu na granicy z czerwonym spągowcem. Wykonany w ostatnim czasie regionalny przekrój sejsmiczny Obrzycko–Zabartowo (Rowan & Krzywiec, 2014) wykazał w rejonie na zachód i północno-zachód od wiercenia Zabartowo 1 możliwość istnienia pułapek stratygraficznych w utworach czerwonego spągowca w postaci przewarstwień piaskowców eolicznych, tzw. piaskowców zabartowskich (Fig. 2.3., Fig. 2.4.).

Zasięg i miąższość piaskowców zabartowskich są różnie interpretowane. Model zasięgu piaskowców zabartowskich został opracowany przez PGNiG przy współpracy z PIG. Na Fig. 2.4. pokazano model akumulacji piaskowców eolicznych, które wkroczyły na obszar zdominowany przez osady playi z południa i SE. Obszar źródłowy dla piaskowców eolicznych stanowił zapewne wyniesiony obszar w rejonie Bydgoszczy.

Kilkunastometrowy kompleks piaskowców zabartowskich cechuje się dosyć dobrymi własnościami zbiornikowymi. Uzyskanie odbić refleksyjnych od tego kompleksu i określenie jego budowy strukturalnej może przyczynić się do odkryć złóż gazu ziemnego.

Na tej głębokości porowatość i przepuszczalność piaskowców eolicznych powinna być wystarczająca do akumulacji gazu (Seedhouse i in., 1996). Nierozstrzygniętym problemem są uszczelnienia śródfornacyjne w utworach czerwonego spągowca.

Potencjał zbiornikowy utworów czerwonego spągowca

Piaskowce górnego czerwonego spągowca stanowią doskonałe skały zbiornikowe, w których mogą się gromadzić węglowodory migrujące z dewonu i karbonu. Stwierdzony w wierceniu Debrzno IG 1 (zlokalizowanego na północ od obszaru Złotów–Zabartowo) 50-metrowy pakiet osadów piaszczystych i mułowcowych o porowatości do 8,6% i przepuszczalności do 2,5 mdcy dał przyływ solanki o wydajności 1,7 m³/h, c.wł. 1,16 g/cm³ i mineralizacji 241,3 g/l, zawierającej gaz palny (72,9% CH₄, 0,82% węglowodorów ciężkich) (Witkowski, 1979). Poza tym gaz został stwierdzony w czerwonym spągowcu w otworze Sokole 1.

Piaszczyste osady w stropie czerwonego spągowca są na całym obszarze jego występowania potencjalnym kolektorem gazowym. Potwierdza to odkryte w nich złoża gazu ziemnego Czarne zlokalizowane na NW od obszaru Złotów–Zabartowo. Również w rejonie Unisławia (na SE od obszaru Złotów–Zabartowo) z osadów czerwonego spągowca uzyskano nieprzemysłowy przyływ gazu ziemnego. W utworach czerwonego spągowca napotkano też niewielkie objawy ropy naftowej i gazu ziemnego w otworach Złotów 2, Zabartowo 1 i Zabartowo 2 oraz w otworze Szubin IG 1, zlokalizowanych na SE od obszaru Złotów–Zabartowo. Uważa się, że cała brzeżna strefa basenu czerwonego spągowca jest perspektywiczna dla odkrycia złóż gazu ziemnego.

W stropie osadów formacji Noteci na obszarze Złotów–Zabartowo występują mułowcowo-piaskowcowe osady playi. W NE części obszaru występują przewarstwienia piaskowców fluwialnych, interpretowane jako rozwijające się w formie lobów w strefie krawędziowej basenu czerwonego spągowca (Fig. 2.5.).

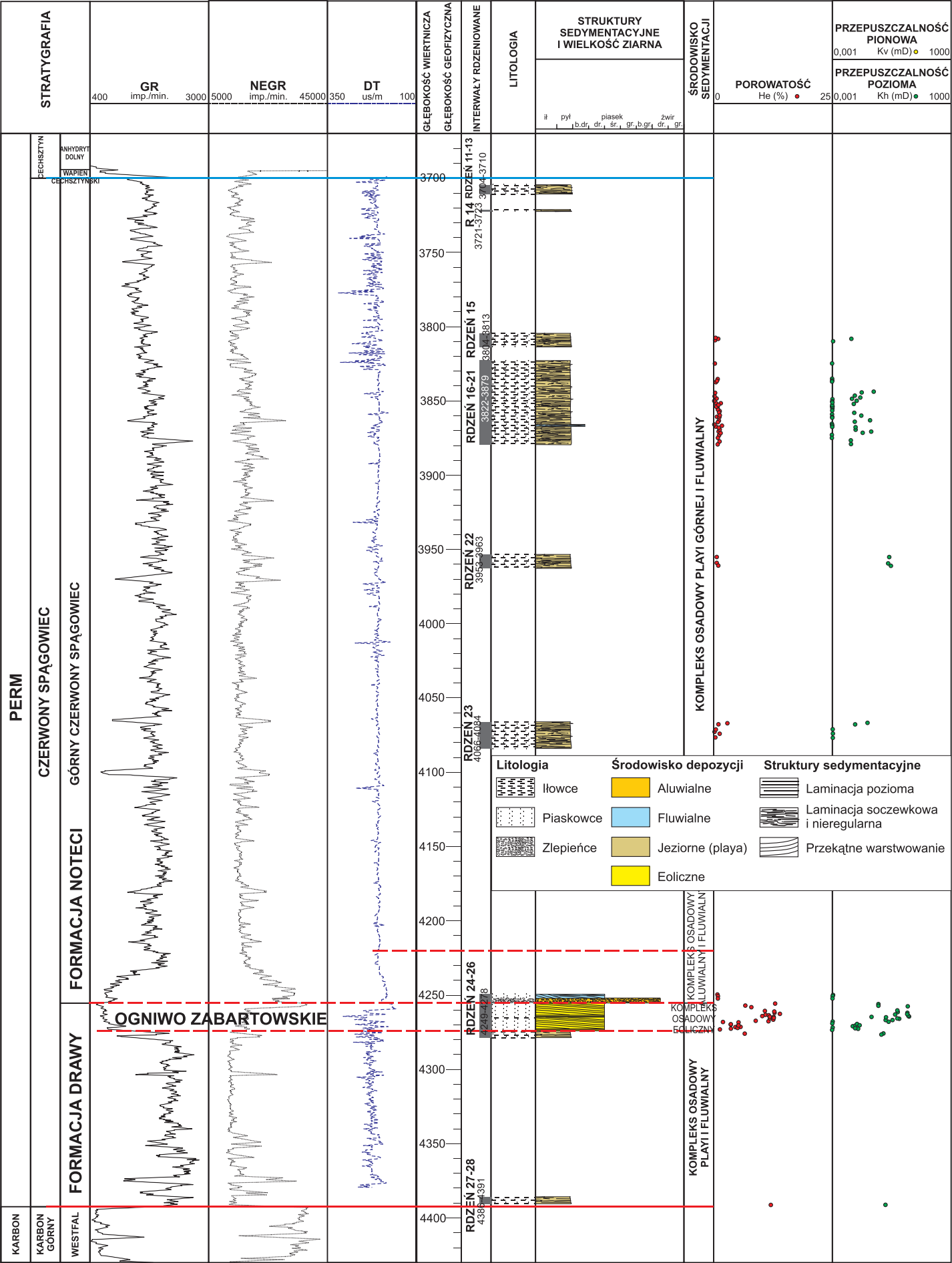
2.2.3. PERM – CECHSZTYN

Dla poszukiwań wystąpień węglowodorów w cechsztynie brane są pod uwagę węglany wapienia cechsztyńskiego mogące stanowić skałę zbiornikową dla gazu pochodzącego z utworów karbonu oraz węglany dolomitu głównego stanowiącego jednocześnie skałę macierzystą i zbiornikową. Litostratygię i miąższość cechsztynu w wierceniach Zabartowo 1, Zabartowo 2 i Złotów 2 jest przedstawiona w zestawieniu poniżej (częściowo wg Wagner i in., 1999).

Osady cechsztynu mają sumaryczną miąższość od 338 m w otworze Zabartowo 2 do 1720 m w otworze Złotów 2. Strop cechsztynu w otworach wiertniczych stwierdzono na głębokości od 2494 m (Zabartowo 1) do 3162,5 m (Zabartowo 2), a spąg – od 3500,5 m (Zabartowo 2) do 4230 m (Złotów 2).

Figura 2.3. Profil utworów czerwonego spągowca w wierceniu Zabartowo 1 (A. Buniak, mat. niepublikowane).

ZABARTOWO 1
Opracował Arkadiusz Buniak



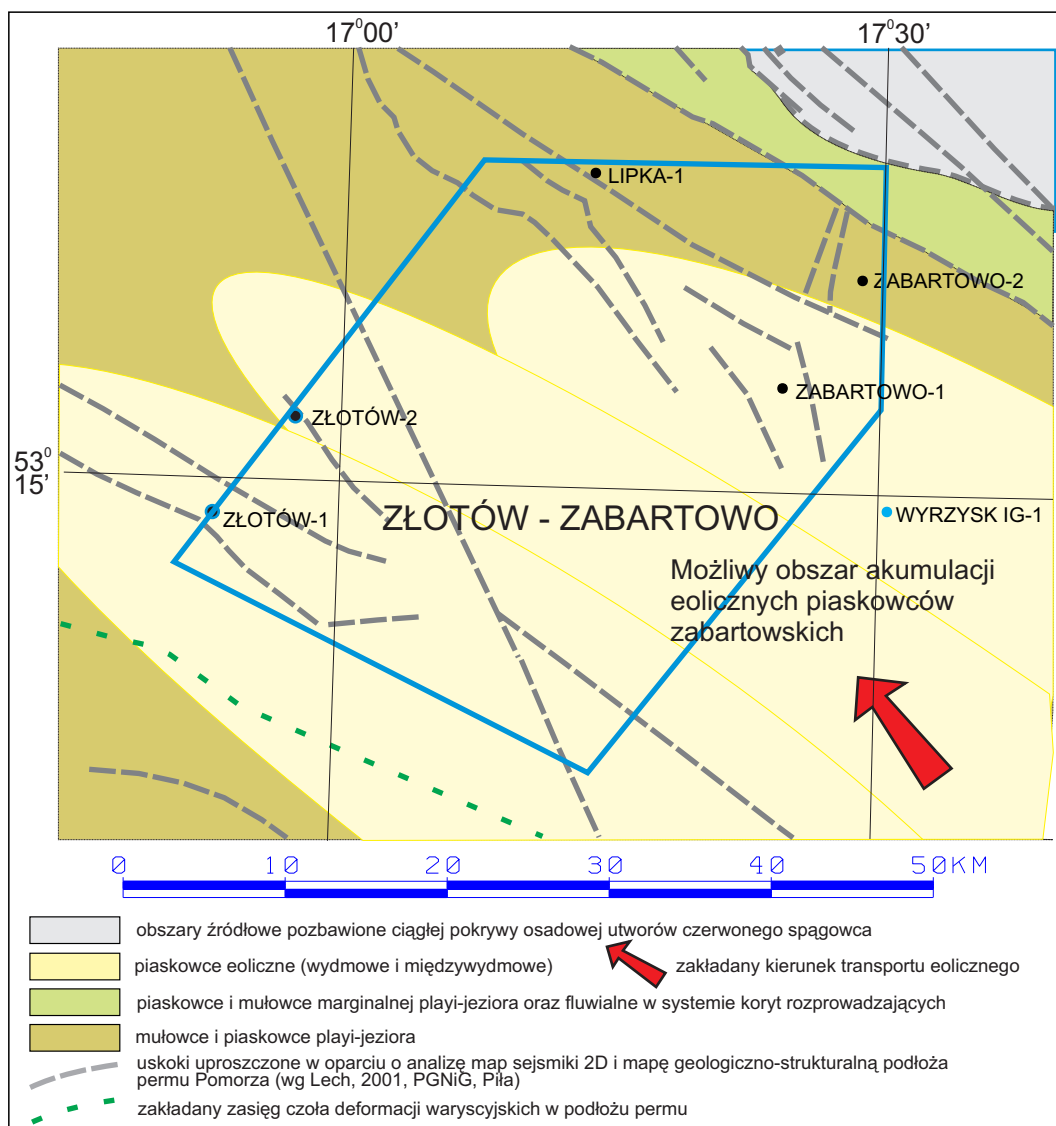


Figura 2.4. Szkic geologiczny występowania piaskowców eolicznych w stropie utworów formacji Drawy (dolna część górnego czerwonego spągowca) według H. Kiersnowskiego (mat. niepublikowane).

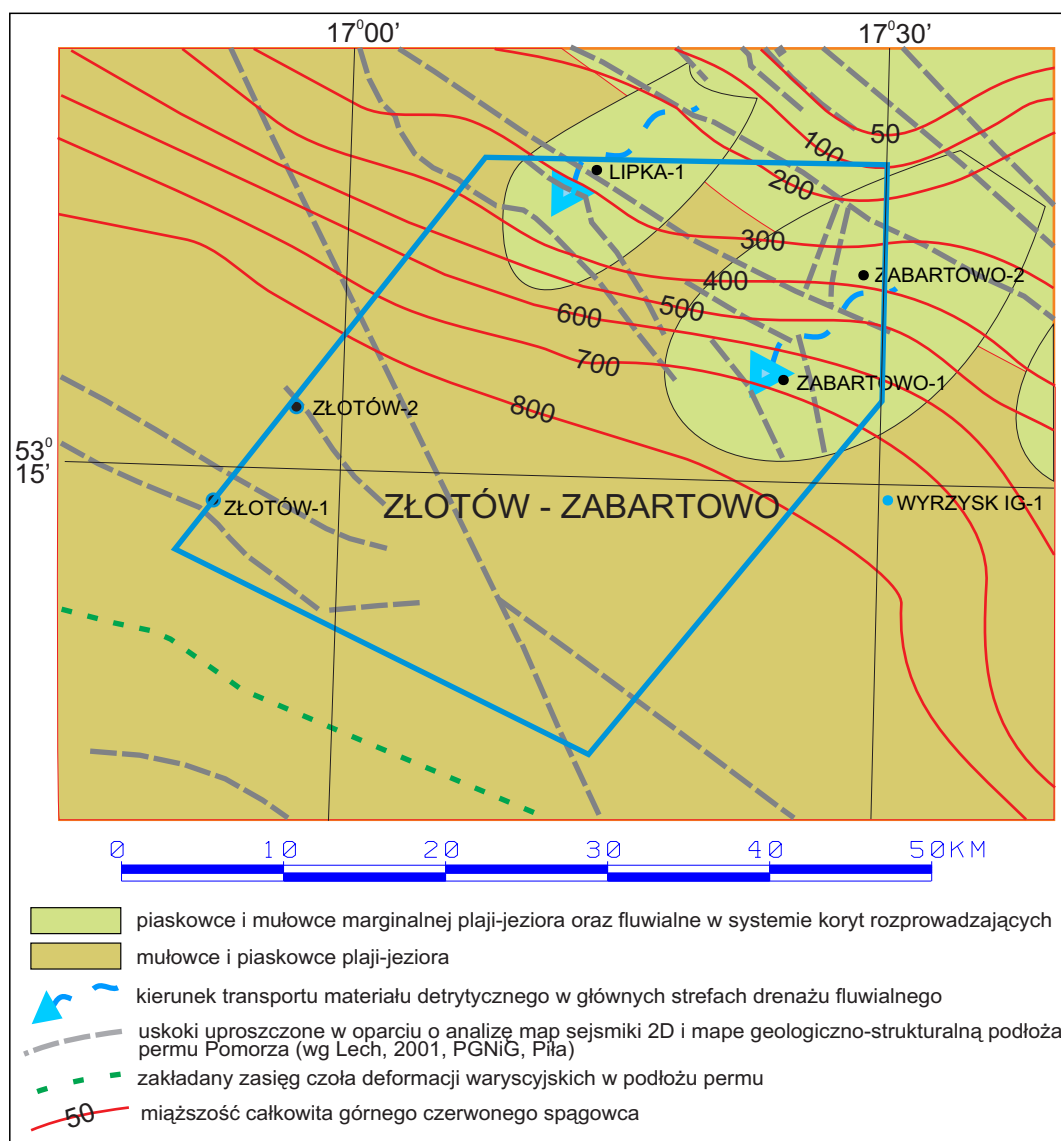


Figura 2.5. Szkic geologiczny występowania piaskowców fluwialnych oraz mułowcowo-piaskowcowych osadów play w stropie utworów formacji Noteci (górna część górnego czerwonego spągowca) według H. Kiersnowskiego (mat. niepublikowane).

W cechszynie najbardziej interesujący złożowo jest poziom węglanów dolomitu głównego oznaczony w tabeli kolorem niebieskim.

hydrodynamiczny izolowany od góry i dołu seriami ewaporatów i stanowi znakomity przykład rozwoju ewaporatowej formacji ropogazonośnej.

Litostratygrafia wg Wagnera i in. (1999)		Miąższość (m)		
		Zabartowo 1	Zabartowo 2	Złotów 2
PZ4 Cyklotem		286,0		
PZ4e		17,0		
PZ4d	Subcyklotem PZ4d	66,5		
PZ4c	Subcyklotem PZ4c	35,0		26,5
PZ4b	Subcyklotem PZ4b	60,5		59,5
Na4b	Najmłodsza sól kamienna stropowa	13,5		17,5
T4bg	Czerwony il solny górny-część górna	47,0		42,0
Na4bp	Sól rozdzielająca			
T4bd	Czerwony il solny górny-część dolna			
PZ4a	Subcyklotem PZ4a	107,0		111,0
Na4ag	Najmłodsza sól kamienna górna	41,5		37,0
A4ag	Anhydryt pegmatytowy górny	0,5		1,0
Na4ad	Najmłodsza sól kamienna dolna	37,0		38,5
A4ad	Anhydryt pegmatytowy dolny	1,0		1,0
Na4ap	Sól podścielająca	1,5		
T4a	Czerwony il solny dolny	25,5		33,5
PZ3 Cyklotem		270,0	96,0	276,0
Na3t	Młodsza sól kamienna ilasta			
Na3	Młodsza sól kamienna	246,0	85,0	256,5
A3	Anhydryt główny	21,0	8,0	17,0
Ca3+ T3	Dolomit płytowy + szary il solny	3,0	3,0	2,5
PZ2 Cyklotem		444,0	30,0	812,0
A2r	Anhydryt kryjący	1,5		2,0
Na2r	Starsza kamienna sól kryjąca	3,5		4,0
K2p	Starsza sól potasowa	61,5		33,5
Na2	Starsza sól kamienna	369,5	24,0	751,5
A2	Anhydryt podstawowy	2,0		3,0
Ca2	Dolomit główny	6,0	6,0	18,0
PZ1 Cyklotem		197,0	140,5	347,5
A1g	Anhydryt górny	41,0	40,0	255,5
Na1g	Najstarsza sól kamienna	117,5	60,5	55,5
A1d	Anhydryt dolny	32,5	33,5	29,0
Ca1+T1	Wapień cechsztyński + łupek miedzionośny	6,0	6,5	7,5

W poziomie tym – będącym jednym z głównych obiektów poszukiwań złóż węglowodorów na Niżu Polskim – występują jednocześnie skały macierzyste i zbiornikowe dla węglowodorów (Karnkowski, 1993; Wagner, 1994; Karnkowski, 2007; Kotarba & Wagner, 2007). Tworzy on zamknięty system

Paleogeografia dolomitu głównego była ściśle powiązana z rozwojem bezpośredniego podłoża; rozwój platform anhydrytowych anhydrytu górnego decydował o szerokości i pochyleniu stoków platformy węglanowej dolomitu głównego (Wagner, 1994), a strefa basenowa cyklotemu PZ1 kontynuowała się w dolomicie głównym (Peryt, 1992; Wagner & Peryt, 1997).

Obszar przetargowy w całości jest położony w strefie równi basenowej, cechującej się niewielką miąższością (od 3,0 m do 18,0 m) i niskoenergetycznym środowiskiem sedymentacji. Występują tu mikrytowe wapienie dolomityczne i dolomity, regularnie warstwowane i laminowane substancja ilasto-organiczna, powstałe w płytkim szelfie. Utwory dolomitu głównego wykazują niskie wartości porowatości i przepuszczalności. W otworze Złotów 2 porowatość waha się w przedziale 0,30–5,91% ($n = 10$), śr. 2,32%, a przepuszczalność – w trzech z 5 badanych próbek wahała się w przedziale 0,028–0,365 mD (śr. 0,179 mD; w dwóch pozostałych próbkach przepuszczalność określono jako bardzo słabą). W związku z tym obszar Złotów-Zabartowo należy traktować jako obszar o bardzo małej perspektywiczności w dolomicie głównym.

2.2.4. TRIAS

W planie struktur podkenozoicznych obszar „Złotów-Zabartowo” jest zlokalizowany w SW części wału pomorskiego. Strop triasu położony jest tu na głęb. ok. 700–1500 m p.p.m., zapadając z NW ku SE (Górecki, 2006). Obszar położony jest w osiowej strefie basenu triasowego Polski Niżowej, co powoduje, że profil skał systemu jest pozbawiony znaczących luk stratygraficznych (Szyperko-Teller, 1987; Gajewska, 1987; Franczyk, 1987). Miąższość osadów systemu z reguły przekracza 1500 m (Zabartowo 1: 1684 m, Złotów 2: 1767 m) i tylko w otworze Zabartowo 2 wynosi ona 690 m.

Mapa paleomiąższości triasu dolnego (pstry piaskowiec) w skazuje na wzrost wartości z SW na NE, od 1200 m do >1500 m (Szyperko-Teller, 1987); obecna miąższość to ok. 70% paleomiąższości (np. w otworze Złotów 2 miąższość wynosi 883,5 m, a paleomiąższość – 1289 m; Szyperko-Teller, 1987); rośnie ona z SW na NE. Wapień muszlowy wykazuje paleomiąższość między 100 m i >180 m i rośnie z NE na SW; miąższość obecna to ok. 80% paleomiąższości (Gajewska, 1987). Miąższość niższej części kajpru zmienia się w szerokich granicach – od 48,0 m do >200 m, a paleomiąższość – od 200 do 400 m; miąższość rośnie ku NE i SW od części środkowej obszaru, a paleomiąższość rośnie z NE na SW (Gajewska, 1987). Miąższość wyższej części kajpru wynosi od >100 m w NE części obszaru do >200 m w jego SW części (Franczyk, 1987).

Profil triasu jest zdominowany przez osady iłowcowo-mułowcowe, przeważające zarówno w triasie górnym (barwy szare, pstre, wiśniowe), jak i dolnym (pstry piaskowiec; barwy brunatne). Piaskowce występują jedynie w ogniwie piaskowca trzcinowego kajpru oraz jako podrzędne przewarstwienia w warstwach z *Trileites* (najwyższy trias), warstwach sulecho-wskich (kajper dolny) oraz w spagowych partiach poszcze-gólnych ogniw górnego i środkowego pstręgo piaskowca (trias dolny). Są to głównie piaskowce drobnoziarniste: w górnym triasie – szare, brązowawe i pstre w dolnym – przeważnie czerwone. Wapień muszlowy triasu środkowego jest wykształcony w postaci wapieni, wapieni marglistych, dolomitów i iłowców przeważnie szarej barwy. Cienkie przewarstwienia wapieni występują również w górnym pstrym piaskowcu oraz w dolnej części środkowego pstręgo piaskowca. Najniższe ogniwo triasu dolnego (dolny pstry piaskowiec – formacja bałtycka) jest zbudowany wyłącznie z iłowców i mułowców z nielicznymi cienkimi przewarstwieniami wapieni. Trias dolny deponowany był początkowo w lagunie o obniżonym zasoleniu, następnie na równi aluwialnej (Iwanow & Kiersnowski, 1998). Górny pstry piaskowiec jest pierwszym osadem płytkiego zbiornika morskiego, który rozwinął się w pełni w środkowym triasie, pozostawiając osady wapienia muszlowego (Iwanow, 1998). Kajper jest głównie osadem lądowym równi aluwialnej, która czasowo mogła przekształcać się w peryferyjną lagunę o obniżonym lub podwyższonym zasoleniu (Iwanow, 1998).

2.2.5. JURA

Obszar przetargowy Złotów-Zabartowo w całości jest położony w strefie wału pomorskiego, którego oś przebiega w kierunku NW-SE. Na całym obszarze utwory jurajskie występują bezpośrednio pod utworami paleogenu i neogenu. Ich strop zalega na głębokości od 159 m (Krajenka Złotów Geo 1) w osiowej strefie wału pomorskiego do 200–245 m po jego obu stronach. Profil jurajski jest tu niepełny, gdyż znaczna część utworów została usunięta w wyniku erozji podczas inwersji bruzdy śródpolskiej. W strefie osiowej wału profil obejmuje jedynie utwory jury dolnej (Franczyk, 1987), bez jego górnej części (toarku). Po obu stronach wału zachowany jest już pełny profil jury dolnej, pojawiają się również utwory starszej jury środkowej; im dalej od osi wału – tym pełniejszy (Dayczak-Calikowska, 1987). Na całym obszarze brak utworów jury górnej (Brochwicz-Lewiński, 1987). Spąg utworów jurajskich występuje na głębokości około 500 m w strefie osiowej wału pomorskiego (otwór Wyrzyk IG 1 położony tuż przy wschodniej granicy obszaru – 474,0 m), natomiast po obu stronach wału zapada się on do głębokości około 1300 m (Zabartowo 2, Lipka 1, Złotów 1).

Jura dolna

Obszar przetargowy Złotów-Zabartowo znajduje się w rejonie pokrywającym się z osiową strefą basenu dolnojurajskiego, która charakteryzowała się znaczną subsydencją kompenso-waną przez sedymentację. Pełny profil jury dolnej osiągający miąższość nieco ponad 1000 m (Zabartowo 2 – 1008,0 m; Złotów 1 – 1076,0 m) (CBDG, 2016), zachował się na NE i SW skrzydłach wału pomorskiego, na pozostałym obszarze utwory najwyższej jury dolnej zostały erozyjnie usunięte. Zdarcie utworów jurajskich jest największe w osiowej strefie wału pomorskiego, w której obecne są jedynie utwory hetangu i synemuru (Wyrzyk IG 1 – 305,0 m). Na zewnątrz od tej strefy ku NE i SW stopniowo pojawiają się również utwory pliensbachu (Zabartowo 1 i Złotów 2) a następnie toarku (Złotów 1, Zabartowo 2, Lipka 1).

Wykształcenie utworów jury dolnej jest typowe dla regionu (Franczyk, 1987). Hetang (wg Pieńkowski, 2004 – formacje zagajska i skłobska = warstwy mechowskie dolne i środkowe wg Dadlez, 1969) jest wykształcony jako piaskowce drobno-, średnio lub gruboziarniste, barwy szarej i jasnoszarej (Dadlez, 1969), z podrzędnymi wkładkami mułowców. Dane regionalne wskazują na ich lądowe (formacja zagajska) i płytkomorskie (formacja skłobska) pochodzenie (Feldman-Olszewska, 1997; Pieńkowski, 2004). Łączna miąższość obu formacji w omawianym rejonie wynosi w osiowej strefie wału pomorskiego około 190 m (Złotów 2, Wyrzyk IG 1), natomiast na jego obu skrzydłach spada do około 110 m (Zabartowo 2, Złotów 1).

Utwory synemuru wydzielane są jako formacja ostrowiecka (Pieńkowski, 2004). Dolna część formacji (= warstwy mechowskie górne wg Dadlez, 1969) wykazuje większą piaszczystość niż w zachodniej części wału pomorskiego; w omawianym rejonie dominują utwory piaskowcowe, z większym niż w hetangu udziałem mułowców i iłowców w profilu. Górną część formacji (= warstwy radowskie wg Dadlez, 1969), tworzy kompleks piaskowców drobnoziarnistych szarych i jasnoszarych, pochodzenia lądowego (Franczyk, 1987). Miąższość całej formacji wynosi od 128 do 192,5 m.

Formacja łobeska, reprezentująca dolny pliensbach, jest wykształcona jako naprzemianległe ciemnoszare iłowce i iłowce piaszczyste oraz piaskowce pylaste, partiami zdolomityzowane, z detrytusem małży i otwornicami (Franczyk, 1987). Są to utwory powstałe w środowisku morskim. W utworach tej formacji w zachodniej części wału pomorskiego, gdzie ma ona bardziej iłowcowy profil, znajdowane były również amonity (Dadlez & Kopik, 1972). Miąższość formacji łobeskiej na obszarze przetargowym wynosi 48–75 m. Zdecydowanie bardziej piaszczystym wykształceniem charakteryzuje się formacja komorowska, reprezentująca górny pliensbach. Tworzą ją piaskowce jasnoszare drobno- i średnioziarniste, z pojedynczymi przewarstwieniami ciemnoszarych iłowców lub mułowców. Miąższość tej formacji w pełnych profilach wynosi 111,0 m w otworze Złotów 1 i 280,5 m w otworze Zabartowo 2. W otworach położonych bliżej osi antykliny pomorskiej (Złotów 2 i Zabartowo 1) zachował się jedynie około 135 m dolny odcinek tej formacji.

Najbardziej charakterystyczną jest formacja ciechocińska (= warstwy gryfickie w podziale wg Dadlez, 1969) wiekowo odpowiadająca dolnemu toarkowi. Są to iłowce, mułowce i heterolity szarzielonej barwy z wkładkami piaskowców jasnoszarych (Dadlez, 1969; Franczyk, 1987). Utwory te powstały w rozległej płytkiej zatoce brakicznej (Dadlez, 1969; Feldman-Olszewska, 1997; Pieńkowski, 2004). Miąższość tej formacji wynosi 55–82 m w NE części obszaru oraz około 100 m w jego SW części. Profil jury dolnej kończy formacja borucka (= warstwy kamieńskie wg Dadlez, 1969) reprezentująca górny toark. Są to utwory o lądowej genezie, zazwyczaj drobnoziarniste piaskowce barwy białej lub jasnoszarej, z nielicznymi wkładkami mułowców. Miąższość formacji stwierdzona w 3 otworach wynosi 195,0–307,5 m.

Jura środkowa

Jura środkowa została wydzielona jedynie w 3 otworach wiertniczych: Zabartowo 2 i Lipka 1 oraz Złotów 1 (Dayczak-Calikowska, 1987). W otworze Złotów 1, położonym na SW skrzydle wału pomorskiego, pod utworami kenozoiku stwierdzono jedynie 24 m miąższości nierozdzielonych utworów aalenu i najniższego bajosu. W pozostałych dwóch otworach położonych po NE stronie wału, profil jury środkowej obejmuje aalen-bajos górny i ma odpowiednio miąższość 159,5 m i 70,5 m.

Profil jury środkowej rozpoczynają utwory aalenu dolnego. Są to piaskowce drobno- i bardzo drobnoziarniste, często

zailone, barwy szarej, z wkładkami mułowców. Miąższość tego kompleksu wynosi 20–34 m. Aalen górny tworzą utwory mułowcowo ilaste o miąższości 9–12 m, które stopniowo przechodzą ku górze w mułowce, heterolity, a następnie drobnoziarniste piaszkowce również około 10 m miąższości. Te ostatnie na podstawie korelacji z obszarem kujawskim zaliczane są już do bajosu dolnego. Górny odcinek zachowanego profilu jury środkowej tworzą utwory ilowcowo-mułowcowe barwy ciemnoszarej, z konkrekcjami syderytów i szczątkami małży. Utwory te reprezentują bajos górny. W otworze Zabartowo 2 zachowało się 30 m tych utworów.

Utwory jury środkowej to utwory pochodzenia morskiego (Dayczak-Calikowska & Moryc, 1988).

2.2.6. KREDA

Na obszarze przetargowym utwory kredy obecnie nie występują. Pokrywa osadowa, zdeponowana tu w czasie kredy, została usunięta w wyniku inwersji tektonicznej osiowej strefy bruzdy śródpolskiej w najmłodszej kredzie i wczesnym paleogenie (Marek & Pajchłowa, 1997).

2.2.7. KENOZOIK

Klastyczne osady kenozoiku na obszarze Złotów-Zabartowo osiągają miąższość od 170 m (otwór Złotów 2) do 237,0 m (otwór Zabartowo 2). Utwory paleogenu mają miąższość od 44 m (Zabartowo 2) do 60 m (Złotów 2), neogenu – od 77 m (Złotów 2) do 128,5 m (Zabartowo 2), a czwartorzędu – od 33 m (Złotów 2) do 85 m (Złotów 1). Są to piaszkowce, piaski, żwiry oraz ilowce o różnym stopniu konsolidacji. Skały te nie mają znaczenia zbiornikowego ani uszczelniającego.

2.3. BUDOWA STRUKTURALNA

Obszar przetargowy Złotów-Zabartowo znajduje się w całości na platformie zachodnioeuropejskiej. W podziale Polski na jednostki tektoniczne pod pokrywą kenozoiczną, obszar jest zlokalizowany w segmencie pomorskim synklinorium śródpolskiego (Żelaźniewicz i in., 2011).

Najstarszymi nawierconymi osadami w zasięgu obszaru przetargowego są utwory karbonu dolnego, nie można jednak wykluczyć, że w skrajnie NE części obszaru, bezpośrednio na powierzchni podpermskiej występują osady dewonu górnego (Lech, 2013; por. Miłaczewski, 1987: Fig. 5). Utwory podpermskie są pocięte strefami uskokowymi o głównym przebiegu na kierunku NW-SE, zgodnym z przebiegiem strefy TT.

Powierzchnia spagu cechsztynu, z którą mogą być związane pułapki strukturalne w osadach czerwonego spagowca, w zasięgu analizowanego obszaru zapada generalnie w kierunku ku SW od głębokości ok. 3500 m p.p.m. w części NE obszaru do głębokości ok. 4400 m p.p.m. w części SW. Spąg cechsztynu jest pocięty licznymi dyslokacjami o dominującym przebiegu na kierunku NW-SE, oraz mniejszymi uskokiemi skośnymi do dominującego kierunku (Fig. 2.6.). Dyslokacje te są zapewne w dużej mierze przedłużeniem starszych dyslokacji z podłoża podpermskiego, które zostały reaktywowane w trakcie późniejszych etapów deformacji.

Część uskoku deformujących spąg cechsztynu kontynuuje się wyżej rozcinając osady dolnej części cechsztynu i wygasając prawdopodobnie w poziomie starszej soli kamiennej (Na2) (Fig. 2.7.). Dyslokacjom tym towarzyszą antykliny, które stanowią potencjalne pułapki strukturalne węglowodorów w poziomie dolomitu głównego (Ca2).

Głównymi elementami strukturalnymi w osadach permomezozoicznych są poduszki solne i związane z nimi antykliny ciągnące się na kierunku NW-SE (Fig. 2.8.). We wschodniej części obszaru przetargowego, występuje dwukulminacyjna poduszka solna Szubina, która przechodzi dalej w kierunku NW w strukturę jednokulminacyjną (Fig. 2.7., Fig. 2.8.). Synsedymantacyjne ruchy halotektoniczne, w trakcie których formowały się regionalne struktury solne wpływały na zmiany miąższości osadów mezozoicznych (Fig. 2.7.).

Na powierzchni podkenozoicznej odsłaniają się osady jury dolnej i środkowej, a osady jury górnej mogą odsłaniać się w skrajnie NE i SW części obszaru (Fig. 2.9.).

W osadach kenozoicznych w NE części obszaru rozpoznany został rów tektoniczny Nakła, który ma przebieg na kierunku NNW-SSW w części północnej, a w części południowej zmienia kierunek na NW-SE. Obecność zwiększonych miąższości węgla brunatnego (złoża węgla brunatnego Więcbork i Nakło) w rowie tektonicznym Nakła, świadczy o jego aktywności w kenozoiku.

2.4. EWOLUCJA GEOLOGICZNA

Po zakończeniu orogenezy waryscyjskiej, w wczesnym 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 spagowca warunkowała ich zmiany miąższości i zróżnicowanie facjalne (Kiersnowski & Buniak, 2006).

Od permu do późnej kredy basen polski był poddawany długotrwałej termalnej subsydencji z wyróżniającymi się trzema głównymi etapami wzmożonej subsydencji: od permu do wczesnego triasu, podczas późnej jury oraz wczesnej kredy (Dadlez, 1997; Stephenson i in., 2003).

Istotną rolę w formowaniu się struktury basenu polskiego odegrała synsedymantacyjna tektonika solna. Ruchy soli zostały zainicjowane już we wczesnym triasie w efekcie wzmożonej fazy ekstensji basenu polskiego, natomiast w późnym 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 późnej kredy i paleogenu doszło do zmiany pola naprężeń i w efekcie inwersji basenu polskiego (Pożaryski & Brochwic-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 spagowca najczęściej wygasają w spagowej 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 uskoku powstałych podczas etapów ekstensji uległa inwersji.

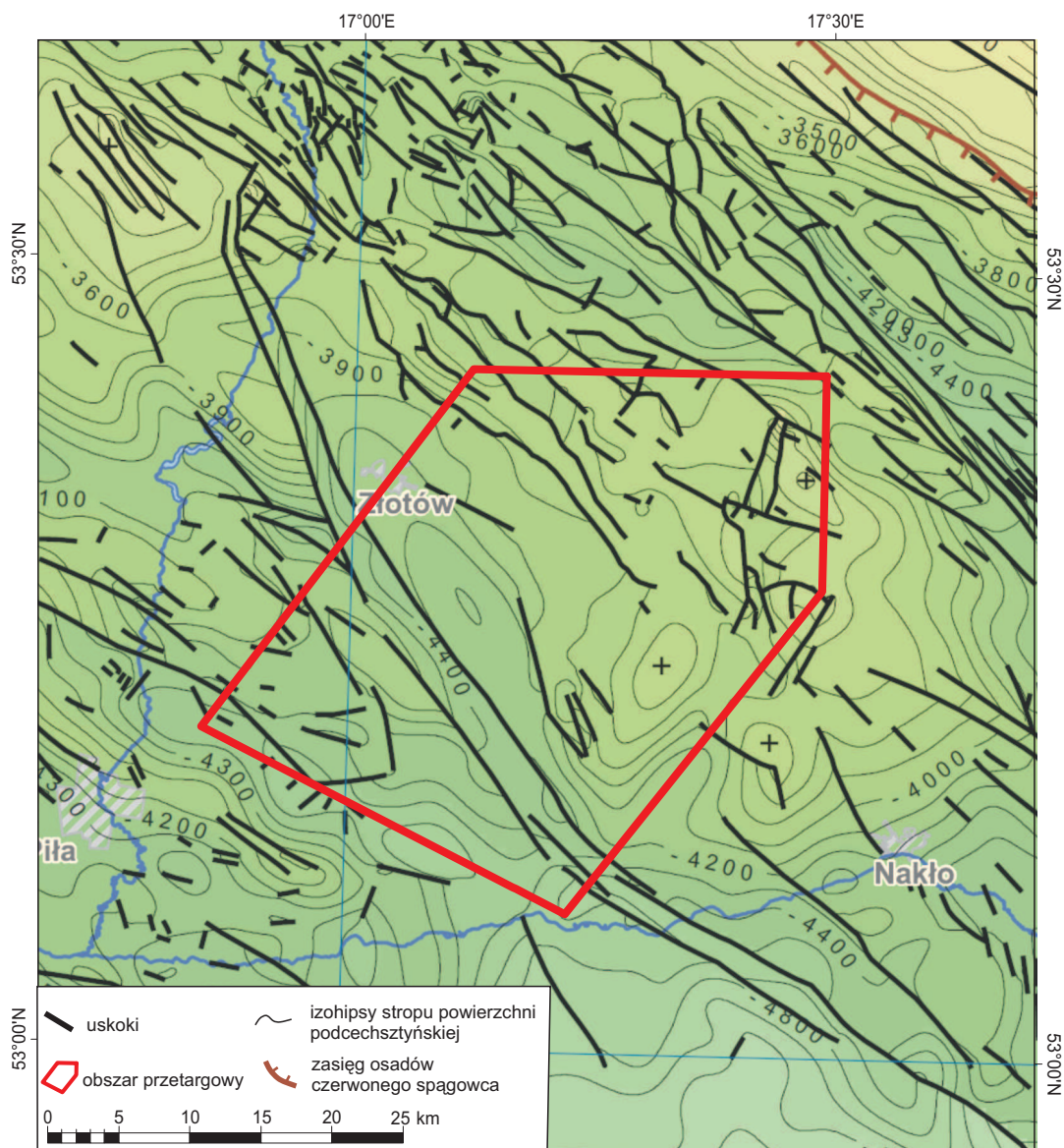


Figura 2.6. Fragment mapy strukturalnej powierzchni podpermskiej (Kudrewicz, 2007).

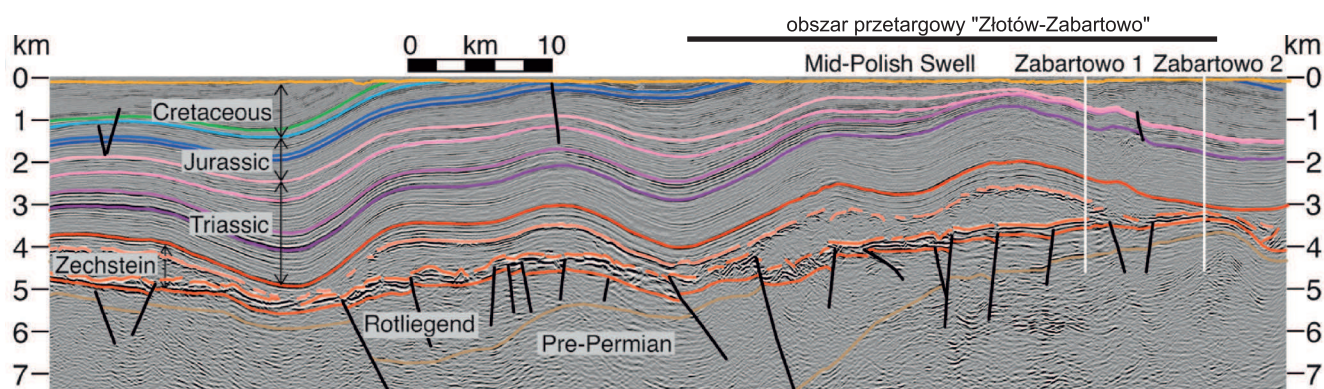


Figura 2.7. Fragment profilu sejsmicznego w wersji głębokościowej (Rowan & Krzywiec, 2014). Lokalizacja na Fig. 2.8.

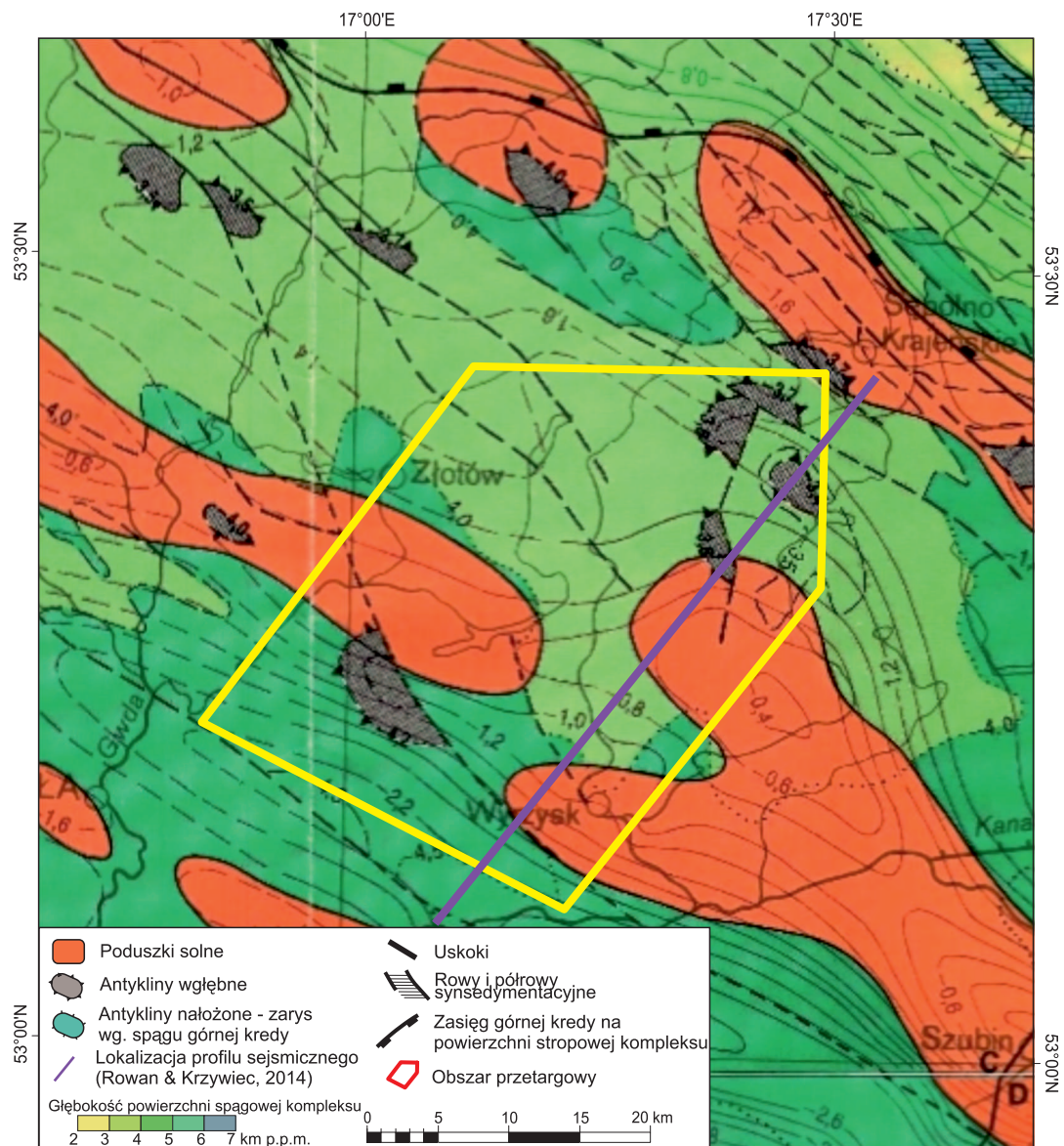


Figura 2.8. Fragment mapy tektonicznej kompleksu cechoszyńskiego-mezozoicznego (Dadlez, 1998).

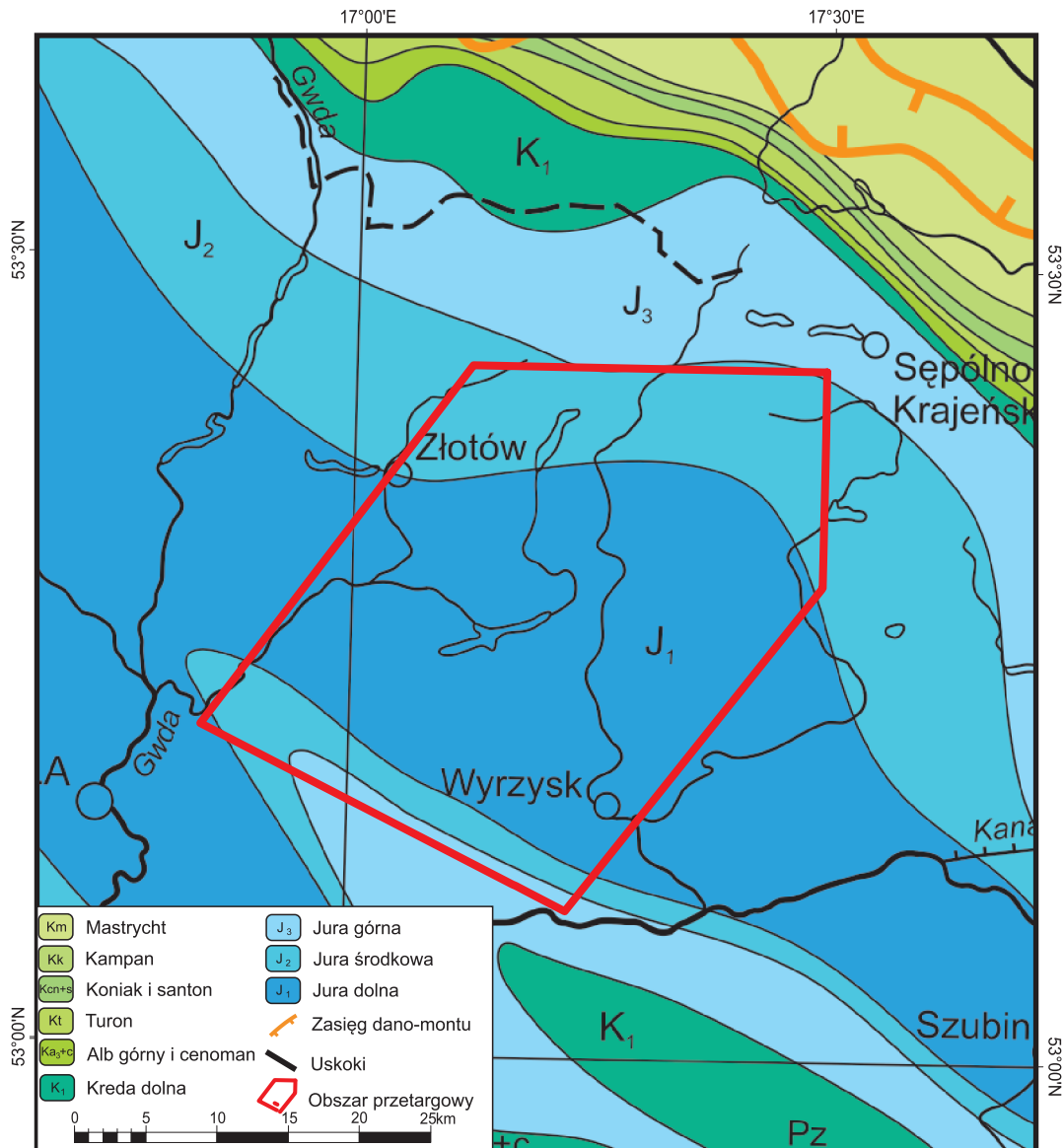


Figura 2.9. Fragment mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku (Dadlez i in., 2000).

2.5. HYDROGEOLOGIA OBSZARU PRZETARGOWEGO

Cały omawiany obszar (Fig. 2.10.) znajduje się w dorzeczu Odry i w zlewniach Noteci oraz Gwdy (Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, 2010).

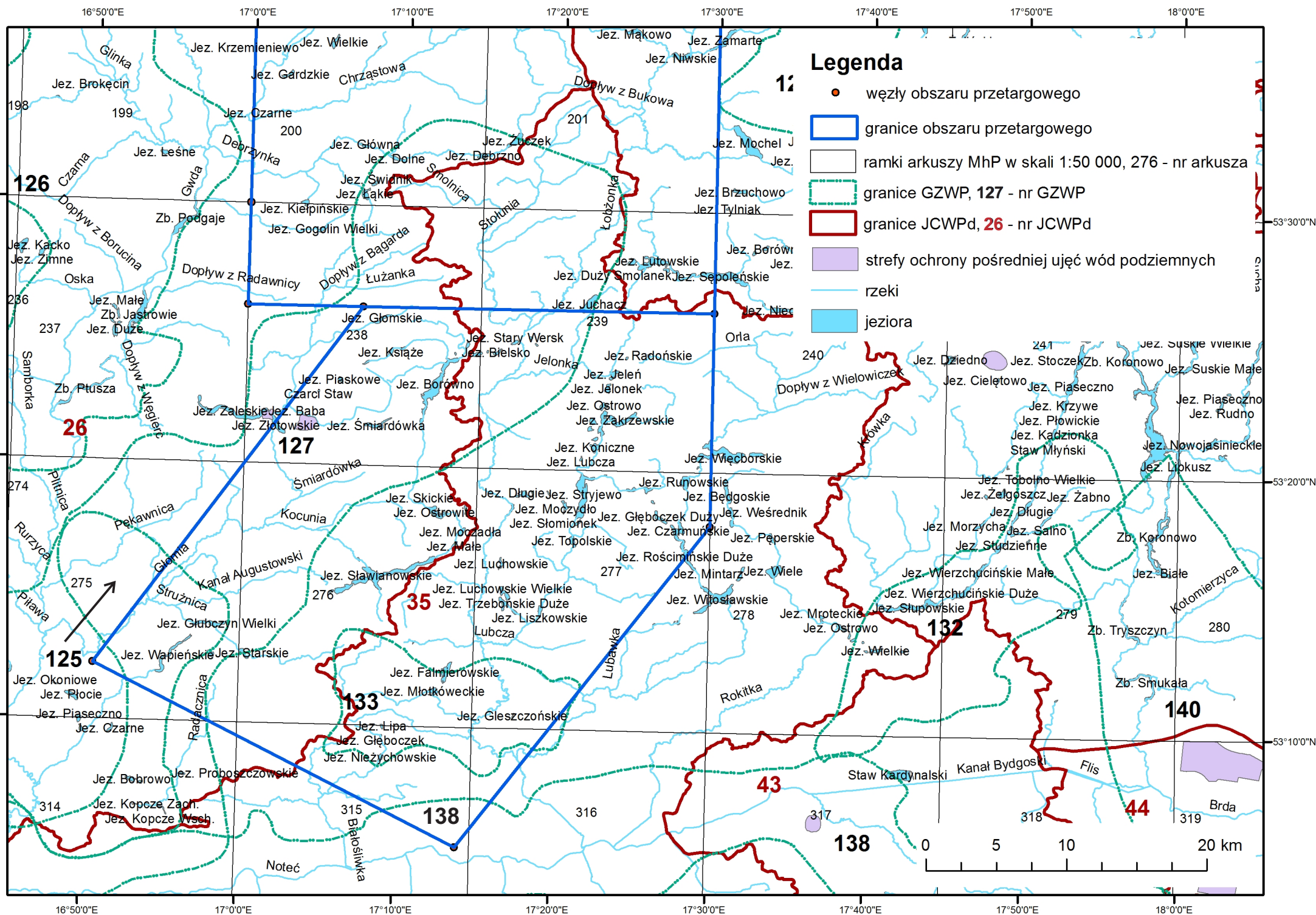
Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych wg jednostek hydrogeologicznych obszar przetargowy Złotów-Zabartów znajduje się w prowincji niżowej, regionie pomorskim III (Paczyński, 2007). Zgodnie z podziałem wg jednostek Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd) obszar znajduje się w prowincji Odry, regionie Warty (RW) i subregionie nizinny (SWN) (Paczyński, 2007).

Zgodnie z podziałem na JCWPd (172 jednostki) obszar przetargowy znajduje się na terenie części 26 i 35 (Zadania Państwowej Służby Hydrogeologicznej, 2009).

Całość omawianego obszaru objęta została pracami kartograficznymi w ramach realizacji następujących arkuszy Mapy hydrogeologicznej Polski (MhP) w skali 1:50 000: Złotów 0238 (Kachnic & Kotowski, 2004a), Więcbork 0239 (Lubowiecki, 2000), Krajenka 0275 (Pomianowska, 2004), Wysoka 0276 (Kachnic & Kotowski, 2004b), Łobżenica 0277 (Lubowiecki, 2002), Śmiłowo 0314 (Ziółkowski, 2004), Szamocin 0315 (Stryczyński, 2000) i Wyrzysk 0316 (Waluszko & Pasierowska, 2000).

W granicach obszaru przetargowego Złotów-Zabartów 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 ma charakter ciągły. Wody podziemne występują tu powszechnie w piaszczysto-żwirowych osadach czwartorzędu pochodzenia

↓ **Figura 2.10.** Położenie obszaru przetargowego – tło hydrogeologiczne.



fluwioglacjalnego oraz zastoiskowego, tj. dolin rzecznych, sandrów, utworów międzymorenowych, dolin kopalnych, rynien lodowcowych i pradoliny toruńsko-eberswaldzkiej, jak również w piaszczystych utworach neogenu i paleogenu oraz lokalnie w piaskowcach jury dolnej (liasu). Liczba, miąższość i rozpręstrzenie utworów zawodnionych czwartorzędowego piętra wodonośnego uzależniona jest przede wszystkim od zasięgu kolejnych złodowaceń. Utwory wodonośne wszystkich pięter wodonośnych charakteryzują się dużą zmiennością litologii i tym samym silnie zróżnicowanymi właściwościami hydrogeologicznymi.

Poziom wodonośny w nieregularnie wykształconych utworach sandrowych przeważnie nie spełnia kryteriów użytkowego poziomu wodonośnego zgodnych z wytycznymi MhP w skali 1:50 000. Występuje on w sposób nieciągły i ma znaczenie podrzędne (Dąbrowski i in., 2007).

Poziomy wód podziemnych w utworach międzymorenowych budują piaszczysto-żwirowe osady fluwioglacjalne rozdzielone warstwami glin zwałowych poszczególnych złodowaceń. Z tego powodu można je wydzielić na międzymorenowe górne, występujące na głębokości 30–40 [m p.p.t.] – pod glinami złodowacenia 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. Miąższości warstw wodonośnych wahają się od ok. 10 do ok. 40 m. 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 ok. 20 do 230 [m²/24h] (Dąbrowski i in., 2007).

Niewielki południowy fragment opisywanego obszaru przetargowego znajduje się w obrębie dużej jednostki hydrogeologicznej jaką jest pradolina toruńsko-eberswaldzka. Występujący tu poziom wodonośny budują utwory piaszczyste i żwirowe, złożone w kilku cyklach sedimentacyjnych plejstocenu i holocenu, przeławiony iltami, mułkami i płatami glin morenowych. Ich całkowita miąższość wynosi od poniżej 10 do 40 m, lokalnie 50 m. W stropie terasy zalewowej często występują torfy i namuły o miąższości do ok. 5 m. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny, lokalnie subartezyjski i artezyjski. Współczynnik filtracji waha się od ok. 5 do ponad 40 [m/24h], a przewodność w przedziale 200–500 [m²/24h]. Wydajności potencjalne studni na obszarze pradoliny przekraczają 70 [m³/h], a wyjątkowo znajdują się w przedziale 50–70 [m³/h].

Czwartorzędowe poziomy wodonośne zasilane są poprzez infiltrację wód atmosferycznych z powierzchni terenu, a drenowane ku dolinie Gwdy, Noteci i mniejszych cieków (Dąbrowski i in., 2007).

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).

Neogeńskie piętro wodonośne występuje w sposób ciągły na większości obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo. Jest ono związane z seriami drobnoziarnistych utworów piaszczystych miocenu rozdzielonych soczewami i nieciągłymi warstwami mułkowo-ilastymi oraz węglowymi (Dąbrowski i in., 2007). Podstawowe znaczenie ma poziom mioceński zalegający pod

nakładem warstw poznańskich o miąższości średnio 20–60 m i maksymalnie około 100 m. Strop poziomu zalega na głębokościach od około 50 do około 200 [m p.p.t.], najczęściej 60,0–80,0 [m p.p.t.]. Odnawialność całego piętra zależy od przepuszczalności i miąższości pokrywy ilastej oraz głębokości zalegania warstw wodonośnych. W mioceńskim kompleksie brunatnowęglowym wyróżnia się trzy warstwy wodonośne: dolną, górną i środkową. Warstwę dolną o miąższości do 50 m budują piaski różnoziarniste, natomiast warstwę górną o miąższości do 60 m piaski drobnoziarniste i pylaste. Zwierciadło wód podziemnych poziomu mioceńskiego ma charakter subartezyjski, lokalnie artezyjski. Współczynniki filtracji wynoszą średnio: dla piasków warstwy dolnej 1,1 [m/h], a dla piasków warstwy dolnej 0,23 [m/h] (Dąbrowski i in., 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 i występuje wyłącznie lokalnie. Poziom budują drobnoziarniste utwory piaszczyste o zmiennej miąższości od ok. 20 do ok. 50 m.

Chemizm wodonośnego piętra neogeńskiego jest silnie zróżnicowany ze względu na różną zawartość rozproszonej materii organicznej w osadach, lokalną ascenzję 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.

Na obszarze przetargowym Złotów-Zabartowo zostały wyznaczone dwie strefy pośredniej ochrony ujęcia wód podziemnych z piętra czwartorzędowego i neogeńsko-paleogeńskiego w Złotowie.

Paleogeńsko-mezozoiczne piętro wodonośne zostało wyznaczone wyłącznie lokalnie w rejonie Krajunki, w zachodniej części omawianego obszaru przetargowego. Piętro budują oligoceńskie piaski i silnie zaangażowane tektonicznie drobnoziarniste piaskowce liasu o słabym spoiwie ilastym. Piętro jest bardzo słabo rozpoznane hydrogeologicznie.

W granicach obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo występują niewielkie powierzchniowo fragmenty czterech głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) (Kłeczowski, 1990; Skrzypczyk, 2004). Od północnego zachodu są to niewielkie północno-wschodnie fragmenty dwóch zbiorników, tj.: GZWP nr 125 Zbiornik międzymorenowy Wałcz–Piła (Szymańska i in., 2011) i GZWP nr 127 Subzbiornik Złotów–Piła–Strzelce Krajeńskie (Węgrzyn i in., 2013). Zostały one wyznaczone dla ochrony zasobów zwykłych wód podziemnych w odpowiednio: czwartorzędowych utworach międzymorenowych oraz w utworach wodonośnych neogenu. W centralnej i południowej części opisywanego obszaru znajduje się prawie cały obszar niewielkiego GZWP nr 133 Młotkowo, wyznaczonego dla ochrony zasobów zwykłych wód podziemnych w czwartorzędowych utworach międzymorenowych (Narwojsz i in., 2015). Na południu pakietu znajduje się niewielki fragment dużego GZWP nr 138 Pradolina Toruń–Eberswalde (Noteć) wyznaczonego dla ochrony zasobów zwykłych wód podziemnych w czwartorzędowych utworach pradolinnych (Dąbrowski i in., 2006). Podstawowe wiadomości dotyczące występowania zwykłych wód podziemnych w obrębie ww. GZWP zostały podane w Tab. 2.1.

Numer zbiornika	Nazwa zbiornika	Wiek utworów	Typ ośrodka wodonośnego	Szacunkowe zasoby dyspozycyjne [tys. m ³ /24h]	Średnia głębokość zwierciadła wód podziemnych [m p.p.t.]
125/udokum.	Zbiornik międzymorenowy Wałcz – Piła	Q _M	porowy	169	20
127/udokum.	Subzbiornik Złotów – Piła – Strzelce Krajeńskie	Ng	porowy	186	90
133/udokum.	Młotkowo	Q _M	porowy	12	43
138/udokum.	Pradolina Toruń – Eberswalde (Noteć)	Q _P	porowy	400	40

Tabela 2.1. Podstawowa charakterystyka hydrogeologiczna głównych zbiorników wód podziemnych GZWP (Kleczkowski, 1990; Skrzypczyk, 2004). udokum. – zasoby udokumentowane; Q_M – czwartorzędowe utwory międzymorenowe; Q_P – utwory czwartorzędowe w pradolinach; Ng – neogen.

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zostały udokumentowane tylko dla niewielkiej części (ok. 35% powierzchni) obszaru przetargowego Złotów–Zabartowo (Pergót & Sokołowski, 2015). Zachodnia część omawianego obszaru znajduje się w obrębie Dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Gwdy (Dąbrowski i in., 2013). Ponadto północno-zachodni fragment obszaru przetargowego minimalnie przekracza południową granicę Dokumentacji hydrogeologicznej zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Brdy, woj. pomorskie, woj. kujawsko-pomorskie (Rodzoch i in., 2001). Podstawowe wiadomości dotyczące hydrogeologicznych dokumentacji zasobowych zostały podane w Tab. 2.2.

– W obrębie obszaru przetargowego znajdują się fragmenty głównych zbiorników wód podziemnych nr 125 Zbiornik międzymorenowy Wałcz–Piła, 127 Subzbiornik Złotów–Piła–Strzelce Krajeńskie, 133 Młotkowo i 138 Pradolina Toruń–Eberswalde (Noteć) 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 podwyższoną zawartość żelaza i manganu, wymagają jedynie prostego uzdatniania;

– Lokalnie w wodach piętra czwartorzędowego i w poziomie neogeńskim wykazano występowanie zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego;

Tytuł dokumentacji	Rok wykonania	Nr decyzji	Zasoby dyspozycyjne [m ³ /24h]
Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Brdy, woj. pomorskie, woj. kujawsko-pomorskie	2001	DG/kdh/ED/489-6351/2002	794.280
Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Gwdy	2013	DGKhg-4731-13/39693/13/AW	794.280

Tabela 2.2. Podstawowe dane dotyczące hydrogeologicznych dokumentacji zasobowych (Pergót & Sokołowski, 2015).

Wnioski

– Dla większości obszaru przetargowego Złotów–Zabartowo wyznaczono ciągi główne użytkowy poziom wodonośny, który budują piaszczyste i piaszczysto-żwirowe utwory wodonośne czwartorzędowe, neogenu, paleogenu i jury dolnej;

– Utwory wszystkich pięter wodonośnych – czwartorzędowego, neogeńskiego, paleogeńskiego i dolnojurańskiego, charakteryzują się dużą zmiennością litologii, a w przypadku piaskowców jury dolnej, także silnym zaangażowaniem tektonicznym, a co za tym idzie – silną zmiennością właściwości hydrogeologicznych;

– Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zostały udokumentowane i zatwierdzone dla całości obszaru przetargowego;

– Chemizm wodonośnego piętra neogeńskiego jest silnie zróżnicowany;

– Brak jest dobrego rozpoznania hydrogeologicznego podłoża podkenozoicznego i dokładniejszych informacji nt. hydrogeologii głębszych partii górotworu;

– Lokalnie rozpoznana więź hydrauliczna między piętrami neogeńskim i 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. SKAŁY MACIERZYSTE

Za skałę macierzystą w karbońsko-permskim systemie naftowym uważa się mułowce i ilowce karbonu (np. Kotarba i in., 1992, 1999, 2004, 2005; Karnkowski, 1999; 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 macie-

rzystych 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 perm-skiego za skały macierzyste uznaje się węgle westfalu, 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; Pletsch i in., 2010; Botor i in., 2013). 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 ekstermidów waryscyjskich. Potwierdzeniem macierzystości skał karbonu w Polsce mogą być także odkryte złoża: Wierzychowo (dolny karbon), Gorzysław, Trzebusz, Wrzoso-wo, Daszewo, Paproc (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 10,7%, natomiast 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 i in., 2006; Bahrnawski i in., 2007; Pletsch i in., 2010; Botor i in., 2013). 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 nawierczających podłoże monokliny przedsudeckiej ma charakterystykę humusowego kerogenu typu III i cechuje się

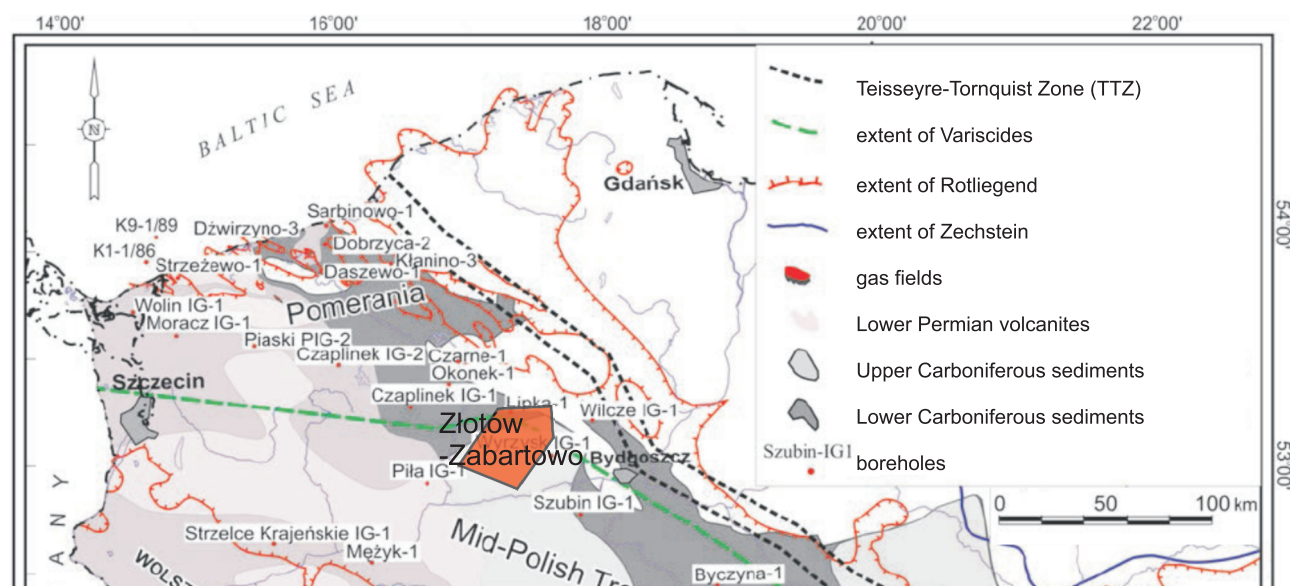


Figura 3.1. Mapa geologiczna Pomorza Zachodniego przedstawiająca zasięg występowania utworów czerwonego spągowca na tle dolnopermskich wulkanitów oraz utworów karbonu górnego i dolnego (Botor i in., 2013)

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 & Kiersnowski, 2010; 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 (Botor i in., 2013).

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 nawierca jedynie stropową część skał karbońskich.

Obszar przetargowy Złotów-Zabartowo znajduje się w większości w strefie występowania utworów karbonu górnego i dolnego (Fig. 3.1). Numeryczne modelowania karbońsko-permskiego systemu naftowego basenu polskiego (Botor i in., 2013) sugerują, że obszar przetargowy 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 w południowej części obszaru przetargowego karbońska materia organiczna może znajdować się na stopniu przeobrażenia odpowiadającego fazie przejrzalej względem generowania węglowodorów (2,5–3,0% Ro; Fig. 3.3). Burzewski i in. (2009) ocenili, że skały macierzyste karbonu dolnego w obrębie obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo mogły cechować się w historii geologicznej jednostkowym potencjałem genetycznym na poziomie 100–200 kg HC/m² basenu (Fig. 3.4.).

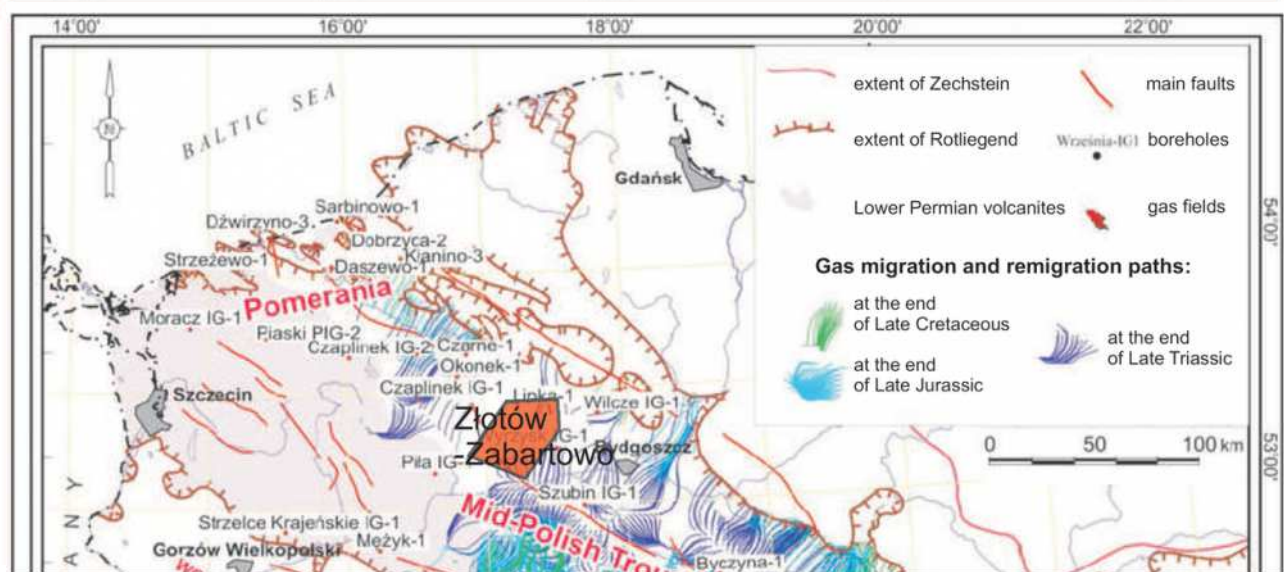


Figura 3.2. Mapa przedstawiająca ścieżki migracji gazu na tle rozprzestrzenienia zbiornikowych utworów czerwonego spągowca (Botor i in., 2013 oraz przywołane tam odniesienia).



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

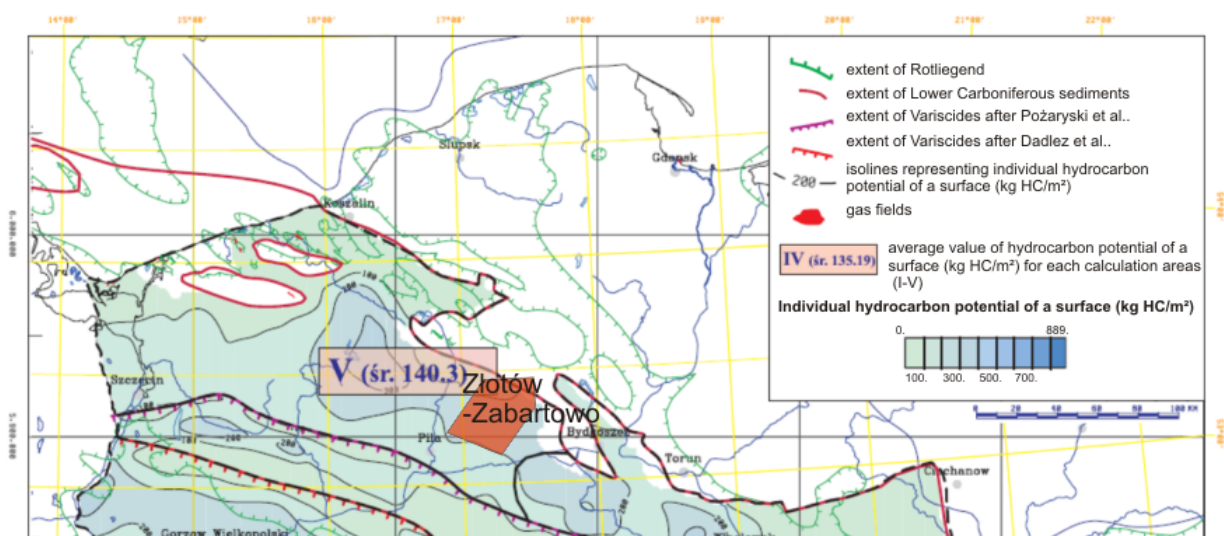


Figura 3.4. Mapa jednostkowego potencjału powierzchniowego (JPP) utworów karbonu dolnego (Burzewski i in., 2009).

3.3. ZAWARTOŚĆ WĘGLA ORGANICZNEGO W UTWORACH DOLNEGO KARBONU

Otwór Zabartowo 1

Słabo przebadane (3 próbki) utwory dolnego karbonu w tym otworze zawierają małą ilość węgla organicznego (od 0,1 do 0,2%; śr. 0,13%), klastyczne utwory można uznać za ubogie skały macierzyste dla generowania węglowodorów (Peters, 1986). Bituminy w tych utworach występują w małej ilości (od 0,002 do 0,003%; śr. 0,002%).

Otwór Zabartowo 2

W utworach dolnego karbonu w tym otworze ilość węgla organicznego jest zróżnicowana i waha się od 0,1% do 0,7% (śr. 0,41%; $n = 11$) – zestawienie 1. Mułowcowo-piaszczyste utwory należy uznać za „słabe” skały macierzyste dla generowania węglowodorów (Peters, 1986).

Bituminy w tych utworach występują w niewielkiej ilości – śr. 0,007% (0,010–0,003%). Udział węglowodorów w tych bituminach jest zróżnicowany i waha się od 12 do 57%. Uwzględniając wartość współczynnika migracji (stosunek zawartości węglowodorów w skale do ilości węgla organicznego w skale – Gondok, 1980) można stwierdzić, iż bituminy występujące w tych utworach są syngenetyczne z osadem.

Analiza szczegółowa materii organicznej występującej w tych utworach wykazała obecność głównie węglowodorów o krótkich łańcuchach węglowych. Dystrybucja n-alkanów pokazuje, iż współwystępują w materii organicznej związki o parzystej liczbie węgli w łańcuchu pochodzące z rozkładu bakterii i związki z nieparzystą liczbą węgli w łańcuchu pochodzące z rozkładu glonów (Maliński & Witkowski, 1988); (Fig. 3.5.–3.8.). W pionowym profilu można stwierdzić, iż maksimum w dystrybucji przypada na C21, C20 w dolnej części utworów w górnych partiach przypada na C23, C22 sugerując mniejszą dojrzałość materii (Fig. 3.9.–3.11.). W wyższych partiach utworów w materii organicznej zwiększa się udział n-alkanów z 25 węglami w łańcuchu reprezentujące materiał terygeniczny dobrze przeobrażony (Fig. 3.9., Fig. 3.11.). Pojawiają się także n-alkany C27 łączone z materią organiczną pochodzącą z rozkładu roślin wyższych, ale mało przeobrażoną (Fig. 3.11.).

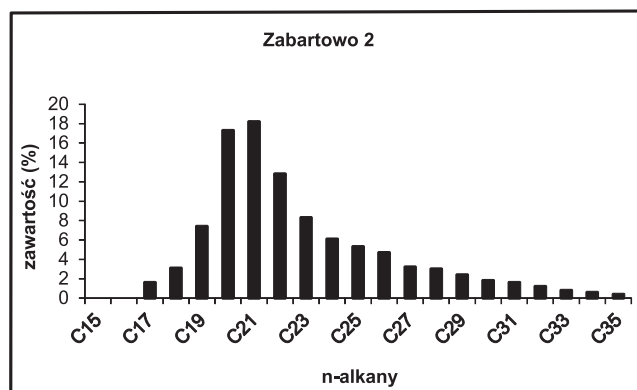


Figura 3.5. Dystrybucja n-alkanów w próbce z dolnego karbonu, gł. 4565,0 m (CPI_{Tot} = 0,95, CPI₁₇₋₂₃ = 0,92, CPI₂₅₋₃₁ = 0,95)

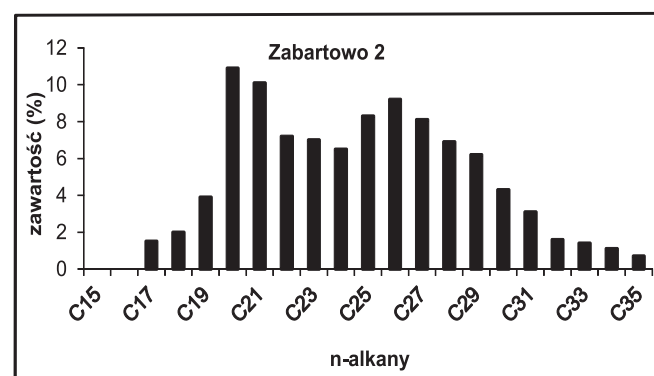


Figura 3.6. Dystrybucja n-alkanów w próbce z dolnego karbonu, gł. 4548,0 m (CPI_{Tot} = 0,98, CPI₁₇₋₂₃ = 0,91, CPI₂₅₋₃₁ = 0,98).

Podsumowując dane geochemiczne z utworów dolnego karbonu w otworach Zabartowo 1 i Zabartowo 2 można stwierdzić, iż utwory te są biednymi (Zabartowo 1) i słabymi (Zabartowo 2) skałami macierzystymi dla generowania węglowodorów.

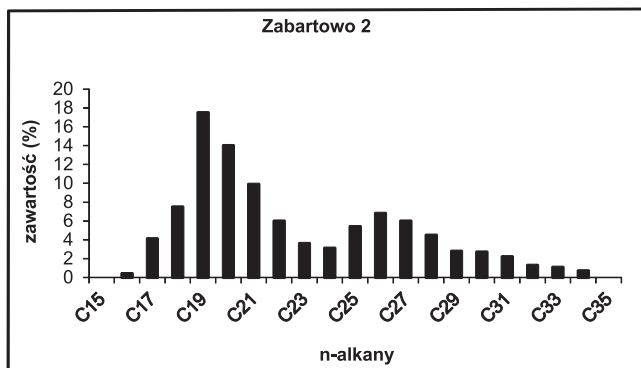


Figura 3.7. Dystrybucja n-alkanów w próbce z dolnego karbonu, gł. 4491,3 m (CPI_{Tot} = 1,08, CPI₁₇₋₂₃ = 1,14, CPI₂₅₋₃₁ = 0,90).

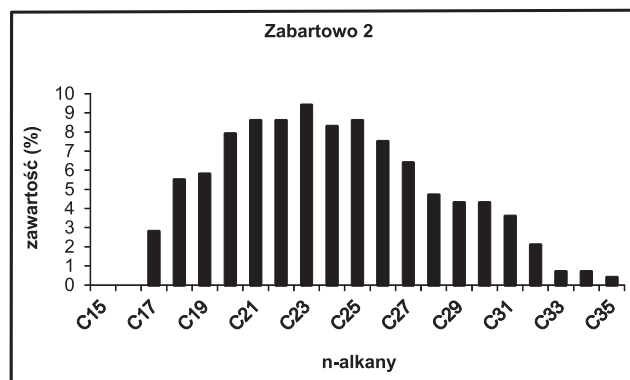


Figura 3.10. Dystrybucja n-alkanów w próbce z dolnego karbonu, gł. 4140,5 m (CPI_{Tot} = 0,99, CPI₁₇₋₂₃ = 0,93, CPI₂₅₋₃₁ = 1,02).

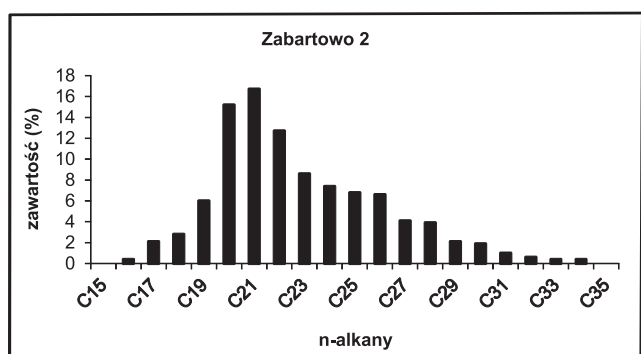


Figura 3.8. Dystrybucja n-alkanów w próbce z dolnego karbonu, gł. 4307,0 m (CPI_{Tot} = 0,91, CPI₁₇₋₂₃ = 0,91, CPI₂₅₋₃₁ = 0,81).



Figura 3.11. Dystrybucja n-alkanów w próbce z dolnego karbonu, gł. 3931,5 m (CPI_{Tot} = 0,97, CPI₁₇₋₂₃ = 0,98, CPI₂₅₋₃₁ = 1,01).

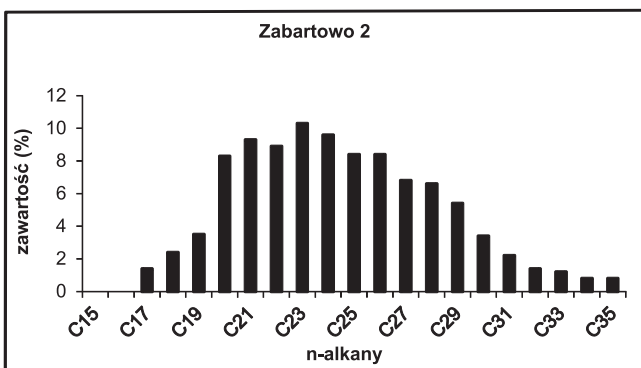


Figura 3.9. Dystrybucja n-alkanów w próbce z dolnego karbonu, gł. 4289,0 m (CPI_{Tot} = 0,97, CPI₁₇₋₂₃ = 0,98, CPI₂₅₋₃₁ = 0,95).

Materia organiczna jest głównie typu sapropelowego z małą domieszką typu humusowego, jednak jej mała ilość w utworach powoduje, iż są one mało perspektywiczne dla generowania węglowodorów.

3.4. ANALIZA MIKROSKOPOWA MATERII ORGANICZNEJ

Badania mikroskopowe wykonano w świetle odbitym białym oraz ultrafioletowym (UV) umożliwiającym określenie obecności składników lipidowych.

Ocenę dojrzałości termicznej materii organicznej, zawartej w utworach starszego paleozoiku wykonano na podstawie

pomiarów współczynnika refleksyjności wityritu. Charakteryzuje się on 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: 0,907 i 1,722%; filtru monochromatycznego o długości fali 546 nm; olejku imersyjnego o n_D = 1,515 w temp. 20–25°C. Pomiarów wykonano na fragmentach materii organicznej o wielkości powyżej 5 µm i przedstawione w formie tabelarycznej (Tab. 3.1., 3.2.) obejmującej zakres pomiarów oraz ich uśrednioną wartość (% Ro).

Analizę ilościową przeprowadzono metodą planimetrowania powierzchni preparatów, przy skoku mikroskopy = 0,2 mm.

Badania zostały wykonane 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 VISION) z systemem fotometrycznym oraz specjalistycznym oprogramowaniem PMT 200 firmy J&M GmbH do pomiarów zdolności refleksyjnej materii organicznej.

KARBON

Klastyczne osady dolnego karbonu, na obszarze przetargowym, przebadane w 13 próbkach pochodzących z 3 otworów

Otworki wiertnicze	Głęb. (m)	Stratygrafia	Lito-logia	Ro (%)	Wit. (%)	Iner. (%)	Lip. (%)	AOM (%)	MO (%)
Lipka 1	4344,0	C1	iłc	1,05	40	10		50	2,00
Lipka 1	4466,0	C1	młc	1,05	45	10	5	40	3,50
Lipka 1	4532,0	C1	młc	1,07	50	śl	5	35	2,10
Lipka 1	4601,0	C1	iłc	1,08	50	5	5	40	3,70
Lipka 1	4670,0	C1	iłc	1,08	60	10	śl	30	4,80
Lipka 1	4692,0	C1	młc	1,09	50	5		45	2,00
Lipka 1	4744,0	C1	iłc	1,11	60	10		30	3,20
Zabartowo 1	4641,1	Cv	psc	1,62	80	20			0,50
Zabartowo 1	4691,2	Cv	młc	1,60	80	15		5	0,80
Zabartowo 2	4289,2	Cv	młc	1,53	75	10		15	1,00
Zabartowo 2	4410,0	Cv	młc	1,56	70	20		10	1,20
Zabartowo 2	4548,0	Cv	młc	1,67	70	20		10	1,40
Zabartowo 2	4565,0	Cv	młc	1,69	60	25		15	0,70

Tabela 3.1. Analiza mikroskopowa materii organicznej w osadach karbonu.

Otworki wiertnicze	Głęb. (m)	Stratygrafia	Lito-logia	Ro (%)	Wit. (%)	Iner. (%)	Lip. (%)	AOM (%)	Bit (%)	MO (%)
Lipka 1	3541,0	Ca2	dol/iłc	0,73	30	20	20	20	10	0,50
Lipka 1	3735,0	Ca2	dol/iłc	0,74	20	20	30	15	15	5,60
Wyrzysk IG1	3613,8	Ca2	wap/iłc	1,40	30	15		10	45	0,40
Wyrzysk IG1	3622,6	Ca2	wap/iłc	1,68	20			40	40	0,60

Tabela 3.2. Analiza mikroskopowa materii organicznej w osadach górnego permu.

wiertniczych, z interwału głębokości 4289,2–4744,0 m, charakteryzują się zmienną zawartością materii organicznej wahającą się w granicach 0,50–4,50% planimetrycznej powierzchni próbek. Najwyższe koncentracje (2,0–4,50%) występują w iłowcach i mułowcach z otworu Lipka 1, natomiast zdecydowanie uboższe w materiał organiczny (0,50–1,40%) są utwory wizenu z otworów Zabartowo 1 i 2.

Skład maceralny oraz forma występowania stałej materii organicznej są, w analizowanym kompleksie skał, analogiczne. Różnice zaznaczają się w zawartości poszczególnych mikroskładników organicznych (Tab. 3.1.).

Najliczniej reprezentowane są macerały grupy wityrytu (głównie bezpostaciowy kolotelinit) stanowiące 40–80% materiału organicznego w skale, z którymi współwystępuje inertynit (fuzynit, semifuzynit, mikrynit) (5–25%). Obserwuje się podwyższenie zawartości obu grup maceralnych w otworach Zabartowo 1 i 2 w stosunku do otworu Lipka 1. Duży udział, w badanym profilu osadów, ma asocjacja organiczno-mineralna typu bitumicznego (AOM) zawierająca znaczną ilość drobnych, rozproszonych ciał homogenicznego bituminu. Wyraźnie wzbogacone w AOM są iłowce dolnego karbonu z otworu Lipka 1 (30–50%).

Dojrzałość termiczna

Dojrzałość termiczna materii organicznej zawartej w osadach dolnego karbonu, w interwale głębokości 4344,0–4744,0 m (otw. Lipka 1) odpowiada późnej fazie generowania ropy naftowej z możliwością generowania gazów mokrych i kondensatów, przy średniej refleksyjności 1,05–1,11% Ro. Wyraźnie silniej przeobrażone są osady wizenu z otworów Zabartowo 1 i 2, z interwału głębokości 4289,2–4641,1 m, znajdujące się w głównej fazie generowania gazu i wykazujące średnią refleksyjność 1,53–1,69% Ro. Uzyskane dane wska-

zują na maksymalne paleotemperature diagenety osadów ok. 100–110°C (Lipka 1) i 170–190°C (Zabartowo 1, 2) (Gaupp & Batten, 1985).

PERM

Analizowane utwory węglanowo-ilaste górnego permu pochodzące z 2 otworów wiertniczych (4 próbki), z interwału głębokości 3541,0–3735,0 m, charakteryzują się podobną zawartością materiału organicznego (0,4–0,6% planimetrycznej powierzchni próbki). Wyjątek stanowi próbka wyraźnie wzbogaconego poziomu dolomitu głównego z otworu Lipka 1 (5,60%) (Tab. 3.2.).

Materiał organiczny jest reprezentowany przez macerały grupy wityrytu, głównie bezstrukturalny żelokolinit oraz pochodzący z redepozycji wityrodetrynit. Towarzyszy im powszechnie wtórny składnik bitumin (stałe bituminy). Wityryt stanowi 20–30% materii organicznej w skale, natomiast bitumin 10–15% (otw. Lipka 1), a w silniej przeobrażonych osadach z otworu Wyrzysk IG1, 40–45%. Macerały grupy inertytytu (fuzynit, semifuzynit, mikrynit) występują w ilości 0–20%. Pierwotny materiał liptynitowy, fluoryzujący w kolorze pomarańczowym, występuje w słabiej dojrzałych osadach dolomityczno-ilastych z otworu Lipka 1. W całym profilu osadów obserwuje się obecność (10–40%) asocjacji organiczno-mineralnej typu bitumicznego, z materia organiczną stanowiącą mieszaninę pierwotnych składników lipidalnych i np. glonów czy bakterii, na których obecność i działalność wskazywać mogą powszechnie występujące ciała bituminu.

Dojrzałość termiczna

Dojrzałość termiczna materii organicznej z utworów dolomitu głównego odpowiada, w północnej części obszaru przetargowego, głównej fazie generowania ropy naftowej, gdzie na głębokości 3541,0–3735,0 m średnia wartość współczynnika refleksyjności wynosi 0,73–0,74% Ro (otw. Lipka 1). Zdecydowanie silniej przeobrażone osady występują przy południowej granicy obszaru koncesyjnego. Średnia zdolność refleksyjna macerałów wityrytu z otworu wiertniczego Wyrzysk IG 1, z głębokości 3613,8–3622,6 m, zmienia się w granicach 1,40–1,68% Ro. Wyniki te wskazują na główną fazę generowania gazów i maksymalne paleotemperature diagenety ok. 80–90°C (otw. Lipka 1) i 140–180°C (otw. Wyrzysk IG1) (Gaupp & Batten, 1985).

3.5. CHARAKTERYSTYKA HYDRODYNAMICZNA I HYDROCHEMICZNA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Niniejszy rozdział opracowano na podstawie dokumentacji otworów wiertniczych: Zabartowo 1 (Lech, 1975), Zabartowo 2 (Lech, 1976) i Złotów 2 (Wolnowski, 1974).

Zabartowo 1

Zadaniem opróbowania było zbadanie własności zbiornikowych serii węglanowych cechsztynu i serii osadowej czerwonego spągowca oraz zbadanie możliwości nagromadzenia się bituminów w obrębie czerwonego spągowca. Ze względów technicznych zrezygnowano z selektywnego opróbowania utworów karbonu. Opróbowanie przeprowadzono w trakcie wiercenia (Lech, 1975).

Poziom 4070,0–4119,0 m – perm (czerwony spągowiec):
piaskowce, mułowce

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Stwierdzono brak przyływu oraz brak śladów bituminów. Przepuszczalność badanego poziomu jest znikoma. Temperatura w obrębie badanego poziomu wynosi 91°C.

Poziom 4253,0–4278,0 m – perm (czerwony spągowiec):
piaskowce

Po płukaniu otworu przy głębokości 4278,0 m pobrano przy odlewie 3 próbki filtratu płuczki do analizy. Pierwsza próbka zawierała płyn o odczynie pH = 7,8, ciężarze właściwym 1,035 g/cm³ i zawartości Cl – 21,6306 g/dm³, Ca – 4,3430 g/dm³ i Mg – 0,1882 g/dm³. Charakterystykę pozostałych próbek przedstawiono w dwóch tabelach poniżej.

Opróbowanie przeprowadzono próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. W wyniku opróbowania w czasie 76 min. uzyskano przyływ wody złożowej (tabela poniżej) w ilości około 6 m³ zgazowanej gazem podtrzymującym palenie (tabela poniżej). Badany poziom posiada średnie cechy kolektorskie. Sądzi się, iż przepuszczalność w strefie przyodwiertowej jest niższa niż w strefie drenażu. Ekstrapolowanie

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	91,9829	2593,9177	97,694
Br ⁻	0,2131	2,6658	0,100
HCO ₃ ⁻	0,2623	4,2990	0,162
SO ₄ ²⁻	2,6051	54,2381	2,044
Aniony razem	95,0634	2655,1206	100,000
NH ₄ ⁺	0,0270	1,4993	0,056
Fe ³⁺	0,0783	4,2054	0,158
Ca ²⁺	20,1650	1006,2000	37,896
Mg ²⁺	2,7607	227,0400	8,552
Na ⁺	32,5700	1416,1759	53,338
Kationy razem	55,6010	2655,1206	100,000
pH: 5,80 Ciężar właściwy: 1,111 g/cm ³ Sucha pozostałość: 154,6 g/dm ³			

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	142,0062	4004,6312	99,490
Br ⁻	0,1364	2,3318	0,058
HCO ₃ ⁻	0,2781	4,5580	0,114
SO ₄ ²⁻	0,6543	13,6225	0,338
Aniony razem	143,0750	4025,1435	100,000
NH ₄ ⁺	0,0430	2,3877	0,060
Fe ³⁺	0,1860	9,9906	0,248
Ca ²⁺	33,5030	1671,8400	41,534
Mg ²⁺	3,6704	301,8600	7,500
Na ⁺	46,8960	2039,0652	50,658
Kationy razem	84,2984	4025,1435	100,000
pH: 6,5 Ciężar właściwy: 1,167 g/cm ³ Sucha pozostałość: 230,4 g/dm ³			

ciśnienie złożowe w głębokości 4259,0 m wynosi 567,5 atn., a temperatura badanego poziomu 100°C.

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	146,1224	4120,6516	99,372
Br ⁻	1,3320	16,6633	0,402
I ⁻	0,0592	0,4664	0,012
HCO ₃ ⁻	0,1634	2,6781	0,064
SO ₄ ²⁻	0,3004	6,2543	0,150
Aniony razem	147,9774	4146,7137	100,000
NH ₄ ⁺	0,0400	2,2212	0,054
Fe ³⁺	0,3636	19,5289	0,470
Ca ²⁺	34,3310	1713,1200	41,312
Mg ²⁺	3,3581	278,6373	6,720
Na ⁺	49,0610	2133,2063	51,444
Kationy razem	87,1537	4146,7137	100,000
pH: 6,84 Ciężar właściwy: 1,169 g/cm ³ Sucha pozostałość: 236,2 g/dm ³			

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	46,40	332,595
C ₂ H ₆	ślady	-
CO ₂	1,00	19,768
N ₂	51,70	646,508
H ₂	0,23	0,206
He	0,67	1,195
Ar	ślady	-
Razem	100,00	1000,272
Gęstość gazu czystego: 0,775 Gęstość gazu czystego: 0,773 Zawartość powietrza z ilości O ₂ : 0,61% obj. Zawartość N ₂ z domieszki powietrza: 0,48% obj. Zawartość N ₂ nadmiarowego: 51,38% obj. Ciepło spalania gazu czystego: 4415,01 kcal/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego: 4065,91 kcal/Nm ³		

Przy głębokości otworu 4469,0 m, po płukaniu, pobrano próbkę gazu rozpuszczonego w płucze (tabela poniżej),

Składnik gazu w mieszaninie z powietrzem	% obj.
CH ₄	6,91
C ₂ H ₆	ślady
Ar	0,72
He	0,05
H ₂	4,83
O ₂	12,01
N ₂	75,48
Razem	100,00
Zawartość powietrza wyliczona z ilości O ₂ : 57,16% Zawartość N ₂ z domieszki powietrza: 45,15% Zawartość N ₂ nadmiarowego: 30,33%	

a przy głębokości 4500,0 m z przewodu w czasie wiercenia, po przytkaniu świdra, pobrano próbkę płynu (tabela poniżej).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	135,9382	3833,4572	99,128
Br ⁻	1,2920	16,1629	0,418
HCO ₃ ⁻	0,3233	5,2989	0,137
SO ₄ ²⁻	0,5885	12,2526	0,317
Aniony razem	138,1420	3867,1716	100,000
Fe ³⁺	0,3147	16,9025	0,438
Ca ²⁺	38,1170	1502,8000	38,860
Mg ²⁺	3,8370	317,2000	8,202
Na ⁺	46,6950	2030,2691	52,500
Kationy razem	88,9637	3867,1716	100,000
pH: 5,8 Ciężar właściwy: 1,157 g/cm ³ Sucha pozostałość: 219,8 g/dm ³			

Zabartowo 2

Celem opróbowania otworu było zbadanie możliwości uzyskania przyływu bituminów na skalę przemysłową z piaskowców czerwonego spągowca. Ponadto badania miały na celu określenie własności kolektorsko-złożowych cechsztynu (Lech, 1976).

Opróbowanie w trakcie wiercenia

Poziom 3496,0–3520,0 m – perm (cechsztyń, czerwony spągowiec): wapienie, piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono rurowym próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. Badanie wykonano metodą dwukrotnego ociecia przyływu:

I cykl: czas oczekiwania na przyływ 10 min, czas oczekiwania na wzrost ciśnienia 20 min.

II cykl: czas oczekiwania na przyływ 110 min, czas oczekiwania na wzrost ciśnienia 49 min.

Stwierdzono brak przyływu oraz brak śladów bituminów. Przepuszczalność badanego poziomu jest znikoma. Brak stabilizacji krzywej wzrostu ciśnienia nie pozwala na określenie wielkości ciśnienia złożowego. Temperatura badanego poziomu w głębokości 3498,0 m wynosi 74°C.

Poziom 3914,0–3929,5 m – karbon: piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono rurowym próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. W czasie 58 min. stwierdzono śladowy przyływ gazu palnego (zgazowanie 300 m zalewki). Badany gaz określono jako gaz ziemny bezgazolinowo-azotowy (tabela poniżej). Szybka odbudowa ciśnienia do wartości ciśnienia złożowego wskazuje na silne uszkodzenie strefy przyodwiertowej. Ciśnienie złożowe wynosi Pz=504 atn., a temperatura 88°C (w głębokości 3918,0 m).

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	55,56	398,254
C ₂ H ₆	1,06	14,373
Ar	0,29	5,172
N ₂	42,61	532,838
H ₂	0,48	0,431
He	ślady	-
Razem	100,00	951,068
Gęstość gazu czystego: 0,757 Gęstość gazu czystego: 0,735 Zawartość powietrza z ilości O ₂ : 8,18% obj. Zawartość N ₂ z domieszki powietrza: 6,46% obj. Zawartość N ₂ nadmiarowego: 39,09% obj. Ciepło spalania gazu czystego: 5470,92 kcal/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego: 5036,54 kcal/Nm ³		

Poziom 3900,0–3942,7 m – karbon: piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono rurowym próbnikiem złoża w interwale odsłoniętym pod rurami. W wyniku opróbowania w czasie 370 min. uzyskano przyływ 4,9 m³ solanki (tabela poniżej)

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	160,2056	4517,8035	99,255
Br ⁻	1,4918	18,6624	0,410
HCO ₃ ⁻	0,2562	4,1991	0,092
SO ₄ ²⁻	0,5308	11,0512	0,243
Aniony razem	162,4844	4551,7162	100,000
Fe ³⁺	0,0475	2,5512	0,056
Ca ²⁺	31,9663	1595,1200	35,044
Mg ²⁺	2,3163	190,5000	4,185
Na ⁺	63,5589	2763,5450	60,715
Kationy razem	97,8890	4551,7162	100,000
pH: 6,2 Ciężar właściwy: 1,179 g/cm ³ Sucha pozostałość: 260,5 g/dm ³			

zgazowanej gazem palnym (tabela poniżej). Na skutek awarii ciśnieniomierza nie zarejestrowano przebiegu opróbowania.

Składnik gazu	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	68,62	491,868
C ₂ H ₆	2,39	32,408
C ₃ H ₈	0,43	8,615
C ₄ H ₁₀	ślady	-
Ar	0,13	2,318
CO ₂	0,05	0,988
N ₂	28,24	353,141
H ₂	0,05	0,044
He	0,09	0,160
Razem	100,00	889,542
Gęstość gazu czystego: 0,693 Gęstość gazu czystego: 0,688 Zawartość powietrza z ilości O ₂ : 1,66% obj. Zawartość N ₂ z domieszki powietrza: 1,31% obj. Zawartość N ₂ nadmiarowego: 27,76% obj. Ciepło spalania gazu czystego: 7026,86 kcal/Nm ³ Wartość opałowa gazu czystego: 6467,67 kcal/Nm ³		

Opróbowanie po zakończeniu wiercenia

Poziom 3867,0–3843,0 m – perm (czerwony spągowiec):
iłowce, piaskowce

Opróbowanie przeprowadzono rurowym próbnikiem złoża w interwale perforowanym. Stwierdzono brak przyływu i brak śladów bituminów. Przepuszczalność poziomu jest znikoma. Temperatura w głębokości 3815,0 m wynosi 82°C.

Złotów 2

Celem opróbowania było zbadanie możliwości akumulacji bituminów w poziomach węglanowych cechsztynu i w seriach piaskowcowych czerwonego spągowca. Opróbowanie otworu przeprowadzono wyłącznie w trakcie wiercenia (Wolnowski, 1974).

Poziom 4590,0–4629,0 m – perm (czerwony spągowiec)

Opróbowanie przeprowadzono rurowym próbnikiem złoża typu KII-95 w interwale odsłoniętym pod rurami. W wyniku opróbowania stwierdzono śladowy przyływ gazu palnego (zgazowanie 50 m zalewki w przewodzie). Przyływu wody złożowej nie uzyskano. Temperatura badanego poziomu wynosiła 106°C. Wykres ciśnieniomierza wskazuje na możliwe przytkanie przelotów próbniaka w czasie opróbowania lub na niepełne otwarcie zaworów.

Poziom 4592,3–4638,0 m – perm (czerwony spągowiec)

Opróbowanie przeprowadzono rurowym próbnikiem złoża typu KII-95 w interwale odsłoniętym pod rurami. W wyniku opróbowania stwierdzono śladowy przyływ gazu palnego (zgazowanie ok. 50 m zalewki w przewodzie). Przyływu wody złożowej nie uzyskano. Temperatura badanego poziomu wynosiła 106°C. Poziom posiada znikomą przepuszczalność.

Analizy mediów:

1. Analizie poddano gaz rozpuszczony w płuczce przy przewiercaniu osadów kajpru w głębokości 896,0 m. Wyniki (w % obj. w przeliczeniu na węglowodory): azot – 78; tlen – 21, węglowodory – brak.

2. Analizie poddano gaz rozpuszczony w płuczce przy przewiercaniu osadów pstrego piaskowca w głębokości 1922,0 m. Wyniki (w % obj.): wodór – 80,74; tlen – 19,01; dwutlenek węgla – 0,25; hel – brak; tlenek węgla – brak; węglowodory – brak.

3. Analizie poddano gaz rozpuszczony w płuczce przy przewiercaniu osadów pstrego piaskowca w głębokości 2148,0 m. Wyniki (w % obj.): dwutlenek węgla – 0,07; tlen – 21,37; azot – 78,20, wodór – brak; hel – brak; metan – 0,36.

4. Analizie poddano gaz rozpuszczony w płuczce przy przewiercaniu osadów dolomitu głównego w głębokości 3885,0 m. Wyniki (w % obj.): metan – 0,03; tlen – 10,94; dwutlenek węgla – 0,49; hel – brak; wodór – 0,32; azot – 88,22.

5. Analizie poddano gaz rozpuszczony w wodzie pobranej z wylewu po zwierceniu korka cementowego przy głębokości 4067,0 m (dolomit główny). Wyniki (w % obj.): tlen – 17,08; azot – 82,92; metan – ślady; wodór – ślady.

6. Analizie poddano gaz rozpuszczony w płuczce podczas rdzeniowania osadów dolomitu głównego w głębokości 4067,0–4072,0 m. Wyniki (w % obj.): dwutlenek węgla – 0,07; tlen – 9,83; azot – 90,09; wodór – 0,01; metan – ślady.

7. Analizie poddano filtrat płuczkowy przy przewiercaniu osadów czerwonego spągowca w głębokości 4546,0 m (tabela poniżej).

Składnik wody	g/dm ³	mval/dm ³	% mval
Cl ⁻	182,5924	5149,1056	97,426
Br ⁻	0,0266	0,3327	0,006
HCO ₃ ⁻	1,5616	25,5946	0,484
SiO ₃ ²⁻	0,6432	16,9161	0,320
SO ₄ ²⁻	4,4776	93,2236	1,764
Aniony razem	189,3014	5285,1726	100,000
NH ₄ ⁺	0,0210	1,1661	0,022
Fe ³⁺	0,1286	6,9071	0,130
Ca ²⁺	1,7635	88,0000	1,666
Na ⁺	119,3450	5189,0994	98,182
Kationy razem	121,2581	5285,1726	100,000
pH: 6,4 Ciężar właściwy: 1,198 g/cm ³ Sucha pozostałość: 315,8 g/dm ³			

8. Analizie poddano gaz z degazatora płuczki przy przewiercaniu osadów czerwonego spągowca w głębokości 4357,0 m. Wyniki (w % obj. w czystym gazie): metan – 0,74; azot – 99,20; wodór – 0,06.

9. Analizie poddano gaz rozpuszczony w płuczce przy przewiercaniu osadów czerwonego spągowca w głębokości 4357,0 m. Wyniki (w % obj. w przeliczeniu na sumę węglowodorów): metan – brak; dwutlenek węgla – 0,45; wodór – 0,28; azot – 99,27.

10. Analizie poddano gaz rozpuszczony w płuczce przy przewiercaniu osadów czerwonego spągowca w głębokości 4608,0 m. Wyniki (w % obj. w przeliczeniu na węglowodory i inne): metan – brak; dwutlenek węgla – 0,06; tlen – 19,54; azot – 76,61; wodór – 3,79; hel – brak; siarkowodór – brak. Wynik (w % obj. w przeliczeniu na węglowodory): metan – brak; dwutlenek węgla – 0,85; azot – 14,93; wodór – 84,22.

Spis wykorzystanych materiałów

- Koperski M., 1995. Dokumentacja wynikowa odwiertu poszukiwawczego Lipka-1. PGNiG, Piła. NAG, nr inw. 133701.
- Lech, I., 1976. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Zabartowo-2. PPNiG, Piła. NAG, nr inw. 122665.
- Lech, I., 1975. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego: Zabartowo-1. PPN, Piła. NAG, nr inw. 119953.
- Wolnowski, T., 1974. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Złotów-2. PPN, Piła. Arch. PGNiG, nr inw. SW/SZ/345.

3.6. WIEK I MECHANIZM GENERACJI, MIGRACJI I AKUMULACJI WĘGLOWODORÓW

Charakterystykę dotyczącą wieku i mechanizmu generacji, migracji i akumulacji węglowodorów dla obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo wykonano na podstawie m.in. wyników modelowań (Botor, 2006, 2011; Maćkowski & Reicher, 2006). Na obszarze tym występuje karbońsko-dolnopermowski system naftowy. Perspektywiczne skały, w których mogą występować złoża gazu ziemnego, to utwory klastyczne czerwonego spągowca. W strefie tej potencjalną – chociaż biedną – skałą macierzystą są utwory karbonu dolnego, natomiast za uszczelnienie odpowiedzialne są ewaporaty cechsztynu.

Główna faza generowania gazu ziemnego nastąpiła z początkiem triasu, kiedy skały macierzyste zostały pogrążone na głębokość ok. 3500 m, osiągając dojrzałość >1,3% Ro. Główna faza generowania trwała do końca jury, kiedy utwory karbonu zostały pogrążone na głębokość <6000 m, a ich dojrzałość wzrosła do >2,6% Ro. Wypiętrzanie i erozja, która miała miejsce z końcem kredy, zahamowała dalszy przyrost głębokości i dojrzałości, która ostatecznie została ukształtowana w tym właśnie czasie.

Czas generowania gazu ziemnego na obszarze przetargowym jest bardzo korzystny, ponieważ generowanie miało miejsce w mezozoiku, kiedy istniało już regionalne uszczelnienie ewaporatami cechsztynu utworów zbiornikowych czerwonego spągowca. Ponadto, początek generacji odbył się również po intensywnej przebudowie tektonicznej fazy asturyjskiej, która miała miejsce w późnym karbonie i wczesnym permie, prowadząc do rozformowania istniejących wówczas pułapek złożowych. Powyższe zależności mogły wpłynąć na akumulację i zachowanie się złóż w pułapkach dolnego permu.

3.7. SKAŁY ZBIORNIKOWE I USZCZELNIAJĄCE

Skałami zbiornikowymi są piaskowce czerwonego spągowca. Są one omówione w rozdziale 2.2.2; ponadto ich charakterystyka jest przedstawiona poniżej na przykładzie otworu Zabartowo 1.

W profilu czerwonego spągowca górnego wydzielono cztery kompleksy osadowe (Fig. 2.2.).

1. Kompleks osadowy playi górnej i fluwialny (3700,0–4220,0 m) to kompleks utworów drobno- i średnio-okruchowych: ilowców, mułowców i piaskowców różnoziarnistych o miąższości 520,0 m. W całym profilu kompleksu przeważają osady ilaste i ilasto-mułowcowo-piaskowcowe facji playi ilastej i piaszczystej. Fluwialne piaskowce różnoziarniste facji korytowych i pozakorytowych to przewarstwienia o miąższości nie przekraczającej kilku metrów.

2. Kompleks osadowy aluwialny i fluwialny (4220,0–4255,0 m). W jego niższej części, poniżej utworów ilasto-mułowcowo-piaskowcowych, występuje seria utworów średnio- i grubo-okruchowych: piaskowców różnoziarnistych i zlepieńców. Dominują piaskowce zlepieńcowate i piaskowce różnoziarniste oraz – w spągu kompleksu, bezpośrednio nad piaskowcami eolicznymi – zlepienie drobnoziarniste. Utwory te są genetycznie związane ze środowiskiem fluwialnym i aluwialnym.

3. Kompleks osadowy eoliczny (4255,0–4274,0 m) to jednorodna litologicznie seria utworów średniookruchowych – piaskowców eolicznych. Piaskowce były deponowane w środowisku eolicznym wydmyowym i międzywydmowym oraz na obszarach równi piaskowych.

4. Kompleks osadowy playi dolnej i fluwialny (4274,0–4392,0 m) to osady ilaste i ilasto-mułowcowe facji playi ilastej i playi piaszczystej z przewarstwieniami piaskowców drobnoziarnistych, których miąższość nie przekracza kilku metrów.

Zarówno badania laboratoryjne, jak i pomiary geofizyki wiertniczej wskazują, że własności zbiornikowe utworów czerwonego spągowca górnego w otworze Zabartowo 1 są bardzo słabe. Bardzo niskie wartości porowatości wynikają z pierwotnego wykształcenia strukturalnego i teksturalnego osadów oraz przemian diagenetycznych, jakie zaszły w trakcie oraz po depozycji tych osadów. Wyniki pomiarów laboratoryjnych są reprezentatywne jedynie dla dwóch kompleksów osadowych. W najwyższym kompleksie osadowym playi górnej i fluwialnym porowatość nie przekracza 2,76% (Tab. 3.3.) a przepuszczalność dochodzi do 0,120 mdcy (Tab. 3.4.). Z kolei w kompleksie osadowym eolicznym stwierdzono znacznie lepsze własności zbiornikowe: średnia porowatość wynosi 8,62%, a średnia przepuszczalność piaskowców eolicznych

	porowatość		
	min. (%)	maks. (%)	średnia (%)
kompleks playi górnej i fluwialny	0,18	2,76	0,90
kompleks aluwialny i fluwialny	0,88	1,01	0,96
kompleks eoliczny	1,42	13,90	8,62
kompleks playi i fluwialny	pojedyncza próbka: 11,99		

Tabela 3.3. Wartości pomiarów laboratoryjnych porowatości w kompleksach osadowych czerwonego spągowca górnego w otworze Zabartowo 1 (wg Górecki & Zawisza, 2011).

	przepuszczalność		
	min. (mdcy)	maks. (mdcy)	średnia (mdcy)
kompleks playi górnej i fluwialny	0,001	0,120	0,014
kompleks aluwialny i fluwialny	kompleks nieprzepuszczalny		
kompleks eoliczny	0,001	7,230	1,636
kompleks playi i fluwialny	pojedyncza próbka: 0,472		

Tabela 3.4. Wartości pomiarów laboratoryjnych przepuszczalności w kompleksach osadowych czerwonego spągowca górnego w otworze Zabartowo 1 (wg Górecki & Zawisza, 2011).

wynosi 1,636 mdcy (a w pojedynczych próbkach dochodzi do 7,230 mdcy). W pozostałych kompleksach osadowych ilość próbek nie była reprezentatywna, aby szacować wielkość porowatości i przepuszczalności, jednakże znając wykształcenie litologiczne i facjalne tych kompleksów można założyć, że parametry zbiornikowe są bardzo niskie.

Pomiary geofizyczne wskazują na słabe lub bardzo słabe parametry zbiornikowe w kompleksach osadowych związanych ze środowiskiem jeziornym, fluwialnym i aluwialnym. Porowatość w tych kompleksach nie przekracza kilku procent. W kompleksie eolicznym piaskowce wykazują porowatość dochodzącą do 15%.

Złoża gazu występujące w utworach czerwonego spągowca są uszczelnione ewaporatami cechsztynu (w Niemczech i w rejonie Morza Północnego uszczelnione są również iltowcami oraz poziomami soli w utworach czerwonego spągowca). W polskim basenie czerwonego spągowca nie jest rozstrzygnięta kwestia uszczelnień wewnątrz osadów czerwonego spągowca. Nie stwierdzono występowania poziomów soli, a poziomy skał ilastych mają różną miąższość i ograniczone zasięgi lateralne. Występuje możliwość uszczelnienia gazu w piaskowcach w systemie tight gas. Należy dodać, że w przypadku głęboko pogrzebanych piaskowców można się spodziewać systemu naftowego określanego jako Basin Centered Gas System, w którym uszczelnienie gazu stanowi unieruchomiona woda kapilarna (Kiersnowski i in., 2010). Powstanie takiego złoża gazu, traktowanego jako złożo niekonwencjonalne, jest uzależnione od historii pograżania i dojrzałości termicznej skał macierzystych, jak i zbiornikowych, gdyż gaz zamknięty na dużej głębokości może ulec destrukcji (Wójcicki i in., 2014).

4. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO W POBLIŻU OBSZARU ZŁOTÓW-ZABARTOWO

W granicach obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo nie występują udokumentowane złoża węglowodorów; ok. 59 km na północ od granicy obszaru przetargowego występuje złożo

Wierzchowo (kod MIDAS: GZ 4666; Fig. 1.2 i Fig. 8.1). Poniższa charakterystyka została opracowana w oparciu o bazę danych MIDAS – PIG-PIB.

Złożo zostało udokumentowane w dokumentacji geologicznej (Hannes & Kuchciński, 1971), którą zatwierdzono decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 2503.1972 r. znak: KZK/012/S/2563/71/72 (nr w archiwum NAG 9033 CUG) zmienioną następnie decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 15.01.1973 r. znak: KZK/012/S/2563/72/73. Dodatek nr 1 do dokumentacji (Mularczyk & Pyzik, 1984) został zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 13.05.1985 r. znak: KZK/012/M/4799/36/84/85pfn (nr w archiwum NAG 15111 CUG), dodatek nr 2 (Zoła, 1998) został zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 18.02.1999 r., znak: DG/kzk/ZW/6978/98/99 (nr w archiwum NAG 592/99), a dodatek nr 3, najnowszy (Nowak, 2010) został zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z dnia 14.10.2010 r., znak: DGiKGkzk-4741-7/7945/49562/10/AW (nr w archiwum NAG 7643/2010).

1. Położenie złoża:

miejscowość: Kozice, Wierzchowo		
gmina: Bobolice	powiat: koszaliński	województwo: zachodniopomorskie
gmina: Szczecinek	powiat: szczecinecki	

2. Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie

3. Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

4. Koncesja na wydobywanie:

nr koncesji: 110/93 z dnia 21 czerwca 1993 r.

wydana przez: Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

5. Data rozpoczęcia eksploatacji: styczeń 1973 r.

6. Kopaliny: gaz ziemny (gaz ziemny bezgazolinowy, azotowy)

7. Stan zagospodarowania: złożo zagospodarowane, eksploatowane okresowo

8. Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: karbon dolny (wizen), dolomity piaszczysto-pseudoolitowe, piaskowce arkozowe, wapienie piaszczyste

9. Powierzchnia złoża: 251,50 ha

10. Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:

głębokość położenia złoża [m]	min.	-2 962,90	max.	-3 160,00	śr.	-
miąższość efektywna złoża [m]	min.	-	max.	-	śr.	28,90

11. Parametry złoża oraz parametry jakościowe kopaliny

GAZY ZIEMNE

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	-----	-----	7,570	MPa	czerwiec 2009 r.
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	33,100	MPa	
głębokość położenia złoża	-2 962,900	-3 160,000	-----	m	
miąższość efektywna złoża	-----	-----	28,900	m	
porowatość	-----	-----	3,600	%	seria 9 wapienie piaszczyste i piaskowce arkozowe
porowatość	-----	-----	5,000	%	seria 11 dolomity piaszczysto-pseudoolitowe
porowatość	-----	-----	11,400	%	seria 10 piaskowce arkozowe
przepuszczalność	0,170	1,256	-----	mD	
temperatura złoża	-----	-----	347,900	K	
temperatura złoża	-----	-----	74,750	st.C	
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	wolumetryczne
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,800	.	
współczynnik wydobywania	-----	-----	-----	.	0,83
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,830	.	
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	8,000	Nm ³ /min	W-11
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	90,000	Nm ³ /min	W-6
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	10,000	Nm ³ /min	W-11 okresowo
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	20,000	Nm ³ /min	W-6
wykładnik ropy/kondensatowy	-----	-----	-----	g/m ³	wykładnik gazolinowy 4m ³ /mln m ³
wykładnik wodny	0,770	4,650	1,970	ml/m ³	
zapiaszczenie	-----	-----	-----	%	nie badano

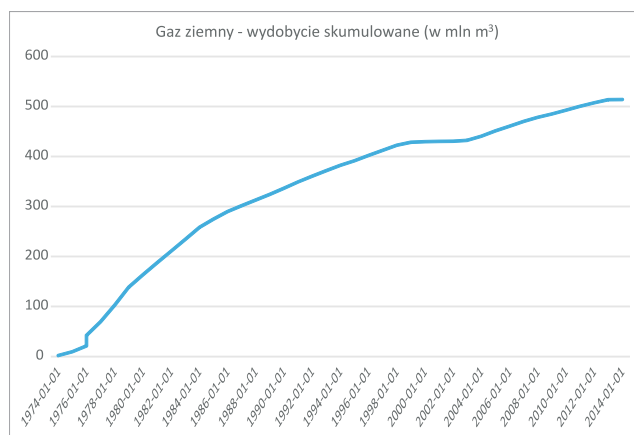
GAZ ZIEMNY

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	-3 060,000	m
porowatość	3,600	11,400	–	%
przepuszczalność	0,176	1,256	–	mD
temperatura złoża	–	–	91,850	st.C
wartość opałowa	21,840	22,330	22,085	MJ/m ³
wartość opałowa	–	–	6 216,000	Kcal/Nm ³
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0,800	.
współczynnik wydobywania	–	–	0,900	.
zawartość C ₂ H ₆	1,462	1,511	1,487	% obj.
zawartość CH ₄	56,480	57,690	57,085	% obj.
zawartość dwutlenku węgla	0,056	0,085	0,071	% obj.
zawartość He	0,127	0,128	0,128	% obj.
zawartość Hg	0,087	0,124	0,110	µg/Nm ³
zawartość N ₂	40,060	41,350	40,705	% obj.
zawartość siarkowodoru	0,000	0,000	0,000	% obj.
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃ +	0,519	0,532	0,526	% obj.

12. Współczynnik wydobywania: 0,83
 13. Metoda obliczenia zasobów: dynamiczna

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

Kopalina	Główna – T	Rok	Wydobycie z zasobów wydobywalnych bilansowych (mln m ³)
			A+B
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2014	0,45
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2013	6,23
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2012	6,95
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2011	7,79
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2010	7,52
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2009	6,82
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2008	8,07
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2007	9,54
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2006	9,57
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2005	10,51
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2004	8,37
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2003	1,75
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2002	0,16
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2001	0,68
Gaz ziemny z pól gazowych	T	2000	1,07
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1999	6,14
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1998	10,00
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1997	10,43
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1996	10,68
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1995	8,82
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1994	10,74
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1993	11,31
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1992	11,32
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1991	12,67
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1990	12,22
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1989	11,44
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1988	11,34
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1987	11,39
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1986	15,23
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1985	16,68
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1984	23,63
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1983	24,02
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1982	23,23
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1981	23,61
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1980	24,90
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1979	35,98
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1978	33,29
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1977	27,46
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1976	20,82
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1975	11,87
Gaz ziemny z pól gazowych	T	1974	7,37



Według informacji zawartych w „Dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Wierzchowo w kat. B. Dodatek nr 3” do dnia 31.12.2009 r. wydobyto łącznie: 485 093 154 m³ gazu ziemnego, 1 348,23 ton kondensatu oraz 957,46 m³ wody złożowej.

15. Stan zasobów pierwotnych i aktualnych

GAZ ZIEMNY

mln m³

	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 31.12.2009 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	A+B	C	A+B	C
Wydobywalne	39,71	0,00	0,00	0,00
Geologiczne	114,91	0,00	0,00	0,00

mln m³

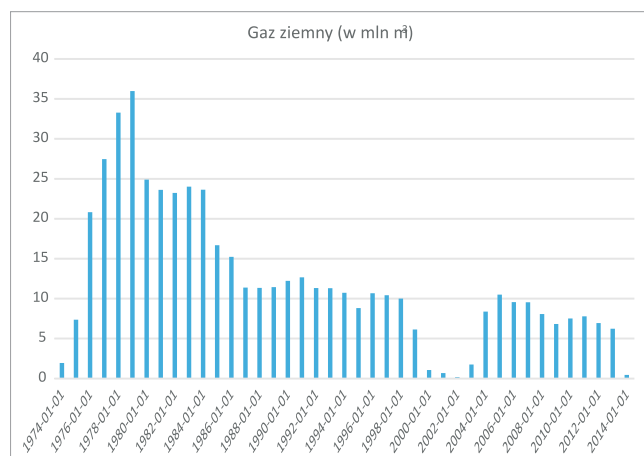
	ZASOBY GEOLOGICZNE PIERWOTNE wg. stanu na 31.12.2009 r.			
	Bilansowe		Pozabilansowe	
	A+B	C	A+B	C
Wydobywalne	524,80	0,00	0,00	0,00
Geologiczne	630,00	0,00	0,00	0,00

mln m³

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	A+B	C
Bilansowe	10,78	0,00
Pozabilansowe	0,00	0,00

mln m³

	ZASOBY WYDOBYWALNE wg. stanu na 31.12.2015 r.	
	A+B	C
Bilansowe	10,78	0,00
Pozabilansowe	0,00	0,00



5. OTWORY WIERTNICZE

Na obszarze przetargowym „Złotów-Zabartowo” znajdują się 3 otwory przewiercające utwory czerwonego spągowca (Fig. 2.1.):

Są to:

- Lipka 1
- Zabartowo 1
- Zabartowo 2

Jeden otwór (Złotów 2) został zakończony w utworach czerwonego spągowca (Złotów 2), a jeden (Złotów 1) – w utworach kajpru.

Profile tych podano w dalszej części rozdziału, w oparciu o bazę CBDG dostępną pod adresem: otworywiertnicze.pgi.gov.pl. W przypadku, kiedy dla jednego otworu są załączone dwa profile, pierwszy z nich prezentuje profil w podziale na jednostki chronostratygraficzne, a drugi – litostratygraficzne.

Za reprezentatywny dla obszaru koncesji uznano otwór Zabartowo 1. Jego profil zbiorczy jest Załącznikiem nr 1 do części tekstowej.

LIPKA 1 – nr CDBG 29337

miejsowość: Osowiec

wsp. B – 1992 L – 1992 53°25'32,89", 17°13'33,22"

wsp. X – 1992 619328

wsp. Y – 1992 382154,537

arkusz: 100 000 Złotów pas-słup: 35–24

głębokość (pionowa)

długość (gł. wiertnicza) 4752,00 m

wys. n.p.m. 131,50 m

zak. wiercenia 19.02.1995

Dane stratygraficzne z otworu są własnością Inwestora (PGNIG S.A.) i nie mogą zostać ujawnione w niniejszym opracowaniu.

WYRZYSK IG-1 – nr CDBG 30714

miejsowość Witosław

wsp. B – 1992 L – 1992 53°14'28,89" 17°30'11,25"

wsp. X – 1992 598395,094

wsp. Y – 1992 400138,462

arkusz 100 000 Nakło pas-słup 36–25

głębokość (pionowa)

długość (gł. wiertnicza) 3654,50 m odchylenie na spodzie:

173,0 m

wys. n.p.m. 114,70 m

ZABARTOWO 1 – nr CDBG 30676

miejsowość Klarynowo

wsp.B-1992 L-1992 53° 18'30,89" 17°24'15,24"

wsp. X - 1992 606012,92

wsp. Y - 1992 393708,424

arkusz 100 000 Więcbork pas-słup 35-25

głębokość (pionowa)

długość (gł. wiertnicza) 4823,50 m

wys. n.p.m. 110,00 m

zak. wiercenia 30.09.1974

ZABARTOWO 2 – nr CDBG 30669

miejsowość Nowy Dwór

wsp. B – 1992 L – 1992 53°22'09,90" 17° 28'35,23"

wsp. X – 1992 612672,979

wsp. Y – 1992 398662,837

arkusz 100 000 Więcbork pas-słup 35-25

głębokość (pionowa)

długość (gł. wiertnicza) 4569,60 m

wys. n.p.m. 125,00 m

zak. wiercenia 10.07.1976

ZŁOTÓW 1 – nr CDBG 78779

miejsowość Skórka

wsp. B – 1992 L – 1992

wsp. X – 1992

wsp. Y – 1992

arkusz 100 000 Wyrzysk pas-słup 36-24

głębokość (pionowa)

długość (gł. wiertnicza) 1539,80 m

wys. n.p.m. 89,50 m

zak. wiercenia 18.10.1955

ZŁOTÓW 2 – nr CDBG 29331

miejsowość Żeleźnica

wsp. B – 1992 L-1992 53°17' 11,86" 16°57'08,23"

wsp. X – 1992 604339,619

wsp. Y – 1992 363538,286

arkusz 100 000 Złotów pas-słup 35-24

głębokość (pionowa)

długość (gł. wiertnicza) 4845,00 m

wys. n.p.m. 100,00 m

zak. wiercenia 23.10.1973

WYRZYSK IG-1		
GŁĘBOKOŚĆ (m)		STRATYGRAFIA (LITOSTRATYGRAFIA)
OD	DO	
0,00	79,00	czwartorzęd
79,00	87,00	miocen środkowy
87,00	145,00	miocen dolny
145,00	169,00	oligocen dolny
169,00	474,00	hetang - synemur (<i>formacje ostrowiecka, skłobska i zagajska</i>)
474,00	528,00	retyk (<i>warstwy wielichowskie</i>)
528,00	577,50	noryk (<i>warstwy zbąszyneckie i jarkowskie</i>)
577,50	730,00	trias środkowy (<i>kajper dolny i wapień muszlowy</i>)
730,00	2 237,00	trias dolny
730,00	913,00	<i>barwicka formacja</i>
913,00	1 480,00	<i>połczyńska formacja</i>
1 480,00	1 877,00	<i>pomorska formacja</i>
1 877,00	2 237,00	<i>bałtycka formacja</i>
2 237,00	3 654,50	perm górny
2 237,00	2 284,00	<i>rewalska formacja (fm)</i>
2 284,00	2 298,50	<i>podcyklotem PZ4e</i>
2 298,50	2 381,50	<i>podcyklotem PZ4d</i>
2 381,50	2 412,50	<i>podcyklotem PZ4c</i>
2 412,50	2 482,50	<i>podcyklotem PZ4b [Ohre]</i>
2 482,50	2 602,00	<i>podcyklotem PZ4a [Aller]</i>
2 602,00	2 675,00	<i>Tuczna ogniwo (og)</i>
2 675,00	2 856,00	<i>sól kamienna młodsza Na3</i>
2 856,00	2 888,50	<i>anhydryt główny A3</i>
2 888,50	2 892,50	<i>dolomit płytowy łącznie z szarym iłem solnym</i>
2 892,50	2 894,50	<i>anhydryt kryjący A2r</i>
2 894,50	2 897,50	<i>sól kamienna starsza kryjąca Na2r</i>
2 897,50	2 980,00	<i>sól potasowa starsza K2</i>
2 980,00	3 608,00	<i>sól kamienna starsza Na2</i>
3 608,00	3 613,60	<i>anhydryt podstawowy A2</i>
3 613,60	3 617,20	<i>dolomit główny Ca2</i>
3 617,20	3 634,00	<i>dolomit główny Ca2</i>
3 634,00	3 647,40	<i>anhydryt podstawowy A2</i>
3 647,40	3 654,00	<i>sól kamienna starsza Na2</i>
3 654,00	3 654,50	<i>anhydryt podstawowy A2, dolomit główny Ca2</i>

ZŁOTÓW 1		
GŁĘBOKOŚĆ (m)		STRATYGRAFIA (LITOSTRATYGRAFIA)
OD	DO	
0,00	85,00	czwartorzęd
85,00	200,00	paleogen, neogen
200,00	224,00	bajos dolny - aalen
224,00	455,00	toark górny (<i>formacja borucicka</i>)
455,00	556,00	toark dolny (<i>formacja ciechocińska</i>)
556,00	667,00	pliensbach górny (<i>formacja komorowska</i>)
667,00	715,00	pliensbach dolny (<i>formacja łobeska</i>)
715,00	1 300,00	synemur - hetang (<i>formacje ostrowiecka, skłobska i zagajska</i>)
1 300,00	1 399,00	retyk
1 399,00	1 518,00	noryk (<i>warstwy zbąszyneckie i jarkowskie</i>)
1 518,00	1 539,80	trias górny (<i>kajper</i>)

ZŁOTÓW 2		
GŁĘBOKOŚĆ (m)		STRATYGRAFIA (LITOSTRATYGRAFIA)
OD	DO	
0,00	33,00	czwartorzęd
33,00	170,00	paleogen, neogen
170,00	307,00	plienbach górny (<i>formacja komorowska</i>)
307,00	378,00	plienbach dolny (<i>formacja łobeska</i>)
378,00	480,00	synemur (<i>formacja ostrowiecka</i>)
480,00	673,00	hetang (<i>formacje skłobska i zagajska</i>)
673,00	743,00	retyk
743,00	835,00	noryk (<i>warstwy zbąszyneckie i jarkowskie</i>)
835,00	1 000,00	karnik (<i>warstwy gipsowe dolne</i>)
1 000,00	1 221,00	trias środkowy (<i>warstwy sulechowskie i wapień muszlowy</i>)
1 221,00	2 510,00	trias dolny - perm górny
2 510,00	4 845,00	perm
2 510,00	2 531,50	podcyklotem PZ4e
2 531,50	2 597,50	podcyklotem PZ4d
2 597,50	2 624,00	podcyklotem PZ4c
2 624,00	2 641,50	sól kamienna najmłodsza stropowa Na4b2
2 641,50	2 683,50	it solny czerwony górny T4b
2 683,50	2 720,50	sól kamienna najmłodsza Na4a
2 720,50	2 721,50	anhydryt pegmatytowy górny A4a2
2 721,50	2 760,00	sól podścielająca Na4a0
2 760,00	2 761,00	anhydryt pegmatytowy dolny A4a1
2 761,00	2 794,50	it solny czerwony dolny T4a
2 794,50	3 051,00	sól kamienna młodsza Na3
3 051,00	3 068,00	anhydryt główny A3
3 068,00	3 070,50	dolomit płytowy łącznie z szarym ilem solnym
3 070,50	3 072,50	anhydryt kryjący A2r
3 072,50	3 076,50	sól kamienna starsza kryjąca Na2r
3 076,50	3 110,00	sól potasowa starsza K2
3 110,00	3 861,50	sól kamienna starsza Na2
3 861,50	3 864,50	anhydryt podstawowy A2
3 864,50	3 882,50	dolomit główny Ca2
3 882,50	4 138,00	anhydryt górny A1g
4 138,00	4 193,50	sól kamienna najstarsza Na1
4 193,50	4 222,50	anhydryt dolny A1d
4 222,50	4 229,40	wapień cechsztyński Ca1
4 229,40	4 230,00	łupek miedzionośny T1
4 230,00	4 845,00	czerwony spągowiec górny

ZABARTOWO 1		
GŁĘBOKOŚĆ (m)		STRATYGRAFIA (LITOSTRATYGRAFIA)
OD	DO	
0,00	41,00	czwartorzęd
41,00	187,50	paleogen, neogen
187,50	321,00	pliensbach górny (<i>formacja komorowska</i>)
321,00	375,00	pliensbach dolny (<i>formacja łobeska</i>)
375,00	524,00	synemur (<i>formacja ostrowiecka</i>)
524,00	710,00	hetang (<i>formacje skłobska i zagajska</i>)
710,00	804,00	retyk
804,00	832,00	noryk (<i>warstwy zbąszyneckie i jarkowskie</i>)
832,00	865,00	karnik - trias środkowy (<i>kajper</i>)
865,00	1 175,00	trias środkowy
1 175,00	2 494,00	trias dolny
1 175,00	1 769,00	<i>połczyńska formacja</i>
1 769,00	2 109,00	<i>pomorska formacja</i>
2 109,00	2 494,00	<i>bałtycka formacja</i>
2 494,00	3 700,00	perm górny
2 494,00	2 503,00	<i>rewalska formacja</i>
2 503,00	2 520,00	<i>podcyklotem PZ4e</i>
2 520,00	2 586,50	<i>podcyklotem PZ4d</i>
2 586,50	2 621,50	<i>podcyklotem PZ4c</i>
2 621,50	2 635,00	<i>sól kamienna najmłodsza stropowa Na4b2</i>
2 635,00	2 682,00	<i>it solny czerwony górny T4b</i>
2 682,00	2 723,50	<i>sól kamienna najmłodsza górna Na4a2</i>
2 723,50	2 724,00	<i>anhydryt pegmatytowy górny A4a2</i>
2 724,00	2 761,00	<i>sól kamienna najmłodsza dolna Na4a1</i>
2 761,00	2 762,00	<i>anhydryt pegmatytowy dolny A4a1</i>
2 762,00	2 763,50	<i>sól rozdzielająca Na4b1</i>
2 763,50	2 789,00	<i>it solny czerwony dolny T4a</i>
2 789,00	3 035,00	<i>sól kamienna młodsza Na3</i>
3 035,00	3 056,00	<i>anhydryt główny A3</i>
3 056,00	3 059,00	<i>dolomit płytowy łącznie z szarym iłem solnym</i>
3 059,00	3 060,50	<i>anhydryt kryjący A2r</i>
3 060,50	3 064,00	<i>sól kamienna starsza kryjąca Na2r</i>
3 064,00	3 125,50	<i>sól potasowa starsza K2</i>
3 125,50	3 495,00	<i>sól kamienna starsza Na2</i>
3 495,00	3 497,00	<i>anhydryt podstawowy A2</i>
3 497,00	3 503,00	<i>dolomit główny Ca2</i>
3 503,00	3 544,00	<i>anhydryt górny A1g</i>
3 544,00	3 661,50	<i>sól kamienna najstarsza Na1</i>
3 661,50	3 694,00	<i>anhydryt dolny A1d</i>
3 694,00	3 700,00	<i>wapień cechsztyński Ca1, łupek miedzionośny T1</i>
3 700,00	4 392,00	perm (czerwony spągowiec górny)
4 392,00	4 823,50	karbon

ZABARTOWO 2		
GŁĘBOKOŚĆ (m)		STRATYGRAFIA (LITOSTRATYGRAFIA)
OD	DO	
0,00	39,50	czwartorzęd
39,50	237,00	paleogen, neogen
237,00	267,00	bajos górny
267,00	278,50	bajos dolny
278,50	287,50	aalen górny
287,50	307,50	aalen dolny
307,50	547,00	toark górny (<i>formacja borucicka</i>)
547,00	629,00	toark dolny (<i>formacja ciechocińska</i>)
629,00	977,00	plienbach górny (<i>formacja komorowska</i>)
977,00	1 052,00	plienbach dolny (<i>formacja łobeska</i>)
1 052,00	1 202,00	synemur (<i>formacja ostrowiecka</i>)
1 202,00	1 315,50	hetang
1 315,50	1 448,00	retyk
1 448,00	1 499,00	noryk (<i>warstwy zbąszyneckie i jarkowskie</i>)
1 499,00	1 584,00	karnik
1 499,00	1 523,00	<i>piaskowiec trzciniowy</i>
1 523,00	1 584,00	<i>gipsowe warstwy dolne</i>
1 584,00	1 735,00	trias środkowy (<i>wapień muszłowy</i>)
1 735,00	3 162,50	trias dolny
1 735,00	1 938,00	<i>ret</i>
1 938,00	2 471,00	<i>połczyńska formacja</i>
2 471,00	2 765,00	<i>pomorska formacja</i>
2 765,00	3 162,50	<i>bałtycka formacja</i>
3 162,50	3 500,50	<i>perm górny</i>
3 162,50	3 234,00	<i>terygeniczna stropowa seria PZt</i>
3 234,00	3 319,00	<i>sól kamienna młodsza Na3</i>
3 319,00	3 327,00	<i>anhydryt główny A3</i>
3 327,00	3 330,00	<i>dolomit płytowy łącznie z szarym iłem solnym</i>
3 330,00	3 354,00	<i>sól kamienna starsza Na2</i>
3 354,00	3 360,00	<i>dolomit główny Ca2</i>
3 360,00	3 400,00	<i>anhydryt górny A1g</i>
3 400,00	3 460,50	<i>sól kamienna najstarsza Na1</i>
3 460,50	3 494,00	<i>anhydryt dolny A1d</i>
3 494,00	3 500,50	<i>wapień cechsztyński Ca1, łupek miedzionośny T1</i>
3 500,50	3 897,00	perm (<i>czerwony spągowiec</i>)
3 897,00	4 569,60	karbon

6. BADANIA SEJSMICZNE

Do opracowania niniejszego rozdziału wykorzystano materiały zgromadzone w Narodowym Archiwum Geologicznym (NAG) oraz dane zgromadzone w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (CBDG). Zidentyfikowane i załączone odnośniki do tych materiałów i związanej z nimi informacji geologicznej obejmują badania sejsmiczne wykonane w tym rejonie w latach 1976–2004, tj. z okresu, w którym akwizycja danych sejsmicznych była wykonywana wyłącznie aparaturami z zapisem cyfrowym. Wyniki tych badań w postaci danych cyfrowych w formacie SEG-Y są przechowywane w bazie danych CBDG i mogą być ponownie przetwarzane z wykorzystaniem aktualnych standardów w processingu danych polowych i współczesnych technik interpretacyjnych. Ewentualne starsze dane sejsmiczne z tego rejonu wykonane techniką analogową mogą mieć już jedynie znaczenie historyczne.

Z przedstawionej na Fig. 6.1. mapy wynika, że rozpoznanie sejsmiczne obszaru przetargowego jest bardzo nierównomierne. Znacząca większość profilowań została wykonana w NE części obszaru, mniej więcej na 1/3 jego powierzchni.

Obserwowane tu zagęszczenie profili ma charakter rozpoznania półszczegółowego. Pozostałe 2/3 powierzchni jest praktycznie nierozpoznane sejsmicznie. Poza wspomnianym wyżej profilem TTZ oraz kilkoma niewielkimi fragmentami profili refleksyjnych widocznych na SE skraju obszaru, na dużym obszarze bloku nie wykonywano badań sejsmicznych z użyciem aparatur cyfrowych. Nierównomierność rozpoznania jest wynikiem usytuowania obszaru na granicy dwóch jednostek geologicznych: synklinorium szczecińsko-miechowskiego (w części SW) oraz antyklinorium pomorskiego (część NE obszaru) i przypisywanej tym jednostkom różnej wagi w odniesieniu do perspektyw występowania węglowodorów. Archiwalne prace poszukiwawcze były skoncentrowane na obszarze antyklinorium pomorskiego, wzdłuż jego SW granicy. Za perspektywiczny był uważany cechsztyński dolomit główny, osady czerwonego spągowca, osady węglanowe i piaskowcowe w utworach dewonu i karbonu. Rozpoznaniem sejsmicznym były objęte również osady dolnego mezozoiku, które przy istniejącej tektonice i założeniu możliwości migracji węglowodorów z niższych poziomów strukturalnych, w sprzyjających warunkach mogłyby stanowić pułapki strukturalne.

Akwizycję danych sejsmicznych refleksyjnych, a także processing i reprocessing danych z rejonu bloku przetargowego i jego bezpośredniego otoczenia na potrzeby prospekcji geologicznej wykonywały dwa przedsiębiorstwa: Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych (PBG) z Warszawy oraz Geofizyka Toruń (GT), aktualnie obie firmy są spółkami z o.o. Celem prac było rozpoznanie strukturalne górnego paleozoiku (począwszy od dewonu) po dolny mezozoik (trias i dolna jura). Rozpoznanie to było prowadzone na potrzeby przemysłowego poszukiwania węglowodorów.

Jakość danych pozyskiwanych w trakcie akwizycji była zróżnicowana, co stwarzało duże problemy w procesie przetwarzania danych, ich korelacji i interpretacji wyników. Z jednej strony wpływ na jakość miały głębokie warunki geologiczne, wśród których dominujące utrudnienie stanowiła skomplikowana tektonika w utworach węglownych, znaczne zmiany miąższości kompleksów oraz obecność luk stratygraficznych. Na jakość materiału pomiarowego również wpływ miały lokalne trudne warunki powierzchniowe związane z mięszym kompleksem osadów polodowcowych.

Wykonane badania sejsmiczne pozwalały na śledzenie następujących, głównych granic refleksyjnych, dowiązanych do danych otworowych:

K1 – strop osadów kredy dolnej,
J3 – osady wapienne w stropie malmu,
Tk – strop kajpru lub spągowa część retyku,
Tp1 – strop serii piaskowcowej dolnego pstręgo piaskowca,
Z4 – przystropowe osady cechsztynu
Z2 – wiązana ze stropem serii anhydrytowo-dolomitowej cyklotemu PZ2,
Z1' – spąg cechsztynu,
P1 – przyspągowa część osadów czerwonego piaskowca,
D2 – granica refleksyjna umowna.

Wyniki prac były przedstawiane w postaci czasowych przekrojów sejsmicznych oraz czasowych map strukturalnych wydzielonych granic, a także map miąższościowych w odniesieniu do horyzontów cechsztyńskich. W przypadkach zastosowania migracji w przetwarzaniu danych były opracowywane przekroje i mapy po migracji wraz z ich konwersją głębokościową.

Wykaz profili sejsmicznych, których przynajmniej fragment zlokalizowany jest w granicach obszaru przetargowego Żłotów–Zabartowo, został zawarty w Tabeli 6.1. W tabeli załączono również podstawowe informacje dotyczące nazw do tematów, dla jakich były wykonywane, wykonawcy prac oraz zleceniodawcy, a także właściciela danych, o ile taki został w zasobach

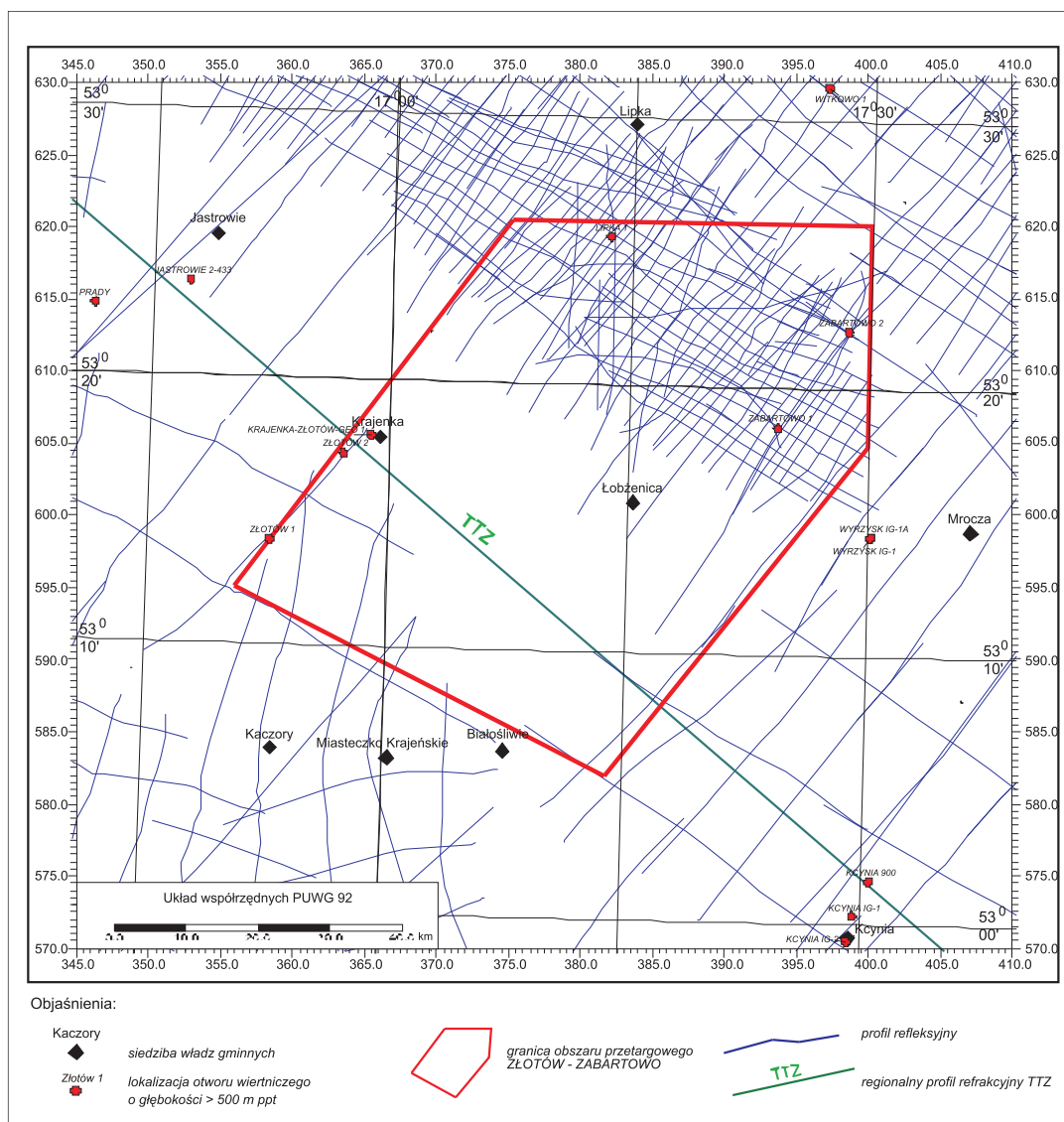


Figura 6.1. Lokalizacja profili sejsmicznych w rejonie obszaru przetargowego Żłotów–Zabartowo.

Lp	ID profilu	Rok wykonania	Temat	Rejon	Wykonawca**	Zleceniodawca	Dysponent***	Cel prac	Czas rejestracji [s]	Nominalna krotność pokrycia [%]	Krok prób. [ms]	Maks. liczba kanałów
1	T006018	1983	Wałcz-Gołańcz		GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	4,000	24	2,000	48
2	T008018	1983	Wałcz-Gołańcz		GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	4,000	24	2,000	48
3	T009018	1983	Wałcz-Gołańcz		GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	4,000	24	2,000	48
4	T024018	1983	Wałcz-Gołańcz		GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	4,000	24	2,000	48
5	T010018	1984	Wałcz-Gołańcz		GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	4,000	24	2,000	48
6	T011018	1984	Wałcz-Gołańcz		GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	4,000	24	2,000	48
7	T012018	1984	Wałcz-Gołańcz		GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	4,000	24	2,000	48
8	T016018	1986	Szczecinek-Złotów	Szczecinek-Lędyczek	GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	48	2,000	96
9	T017018	1986	Szczecinek-Złotów	Szczecinek-Lędyczek	GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	48	2,000	96
10	T015018	1987	Szczecinek-Chojnice	Człuchów-Debrzno	GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	48	2,000	96
11	T018018	1987	Szczecinek-Chojnice	Człuchów-Debrzno	GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	48	2,000	96
12	T015018	1988	Białogard-Czarne-Wilcze	Okonek-Lędyczek	GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
13	T016018	1988	Białogard-Czarne-Wilcze	Okonek-Lędyczek	GT	PGNiG	Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
14	T022018	1989	Białogard-Czarne-Wilcze	Tuchola-Wilcze	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
15	T047018	1989	Białogard-Czarne-Wilcze	Tuchola-Wilcze	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
16	T022019	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
17	T024019*	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
18	T030019	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
19	T032019	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
20	T033019*	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
21	T034019	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
22	T035019	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
23	T039019	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
24	T040019	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
25	T042019	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
26	T0430190	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
27	T0440190	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
28	T0450190	1990	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
29	T0020191	1991	Białogard-Czarne-Wilcze	Sępólno Krajeńskie-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
30	T0140191	1991	Białogard-Czarne-Wilcze	Sępólno Krajeńskie-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48

Tabela 6.1. Wykaz profili sejsmicznych 2D zlokalizowanych w całości lub części w granicach obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo.

* brak kartoteki profilu w CBDG

** GT – Geofizyka Toruń Sp. z o.o., PBG – Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych Sp. z o.o.,

IGF PAN – Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk

*** podmiot, któremu przysługuje prawo do informacji geologicznej

Lp	ID profilu	Rok wykonania	Temat	Rejon	Wykonawca**	Zleceniodawca	Dysponent***	Cel prac	Czas rejestracji [s]	Nominalna krotność pokrycia [%]	Krok prób. [ms]	Maks. liczba kanałów
31	T0330191	1991	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
32	T0410191	1991	Białogard-Czarne-Wilcze	Debrzno-Złotów	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
33	T0240192	1992	Białogard-Czarne-Wilcze	Człuchów-Debrzno-Zabartowo	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
34	T0300192	1992	Białogard-Czarne-Wilcze	Człuchów-Debrzno-Zabartowo	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	6,000	96	2,000	48
35	T0370192	1992	Białogard-Czarne-Wilcze	Człuchów-Debrzno-Zabartowo	GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	48	2,000	48
36	T0720392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
37	T0760392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
38	T0780392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
39	T0790392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
40	T0800392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
41	T0810392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
42	T0820392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
43	T0830392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
44	T0840392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
45	T0890392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
46	T0900392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
47	T0910392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
48	T0920392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
49	T0930392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
50	T0950392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
51	T0960392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
52	T0970392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
53	T0990392	1992	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
54	T0010393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
55	T0020393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
56	T0030393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
57	T0060393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
58	T0080393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120

Tabela 6.1. cd.

Lp	ID profilu	Rok wykonania	Temat	Rejon	Wykonawca**	Zleceniodawca	Dysponent***	Cel prac	Czas rejestracji [s]	Nominalna krotność pokrycia [%]	Krok prób. [ms]	Maks. liczba kanałów
59	T0090393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
60	T0100393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
61	T0110393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
62	T0120393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
63	T0130393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
64	T0150393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
65	T0160393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
66	T0190393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
67	T0210393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
68	T0740393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
69	T0750393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
70	T0850393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
71	T0860393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
72	T0870393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
73	T0880393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
74	T089039*	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
75	T0940393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
76	T1000393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
77	T1010393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
78	T1030393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
79	T1050393	1993	Debrzno-Złotów-Zabartowo		GT	PGNiG	PGNiG	bad. przem.	5,000	60	2,000	120
80	WA010376	1976	Kontakt Platform	Więcbork-Zychlin	PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	24	2,000	48
81	W0130179	1979	Piła-Bydgoszcz	Rejon Bydgoszczy	PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	24	4,000	48
82	WA040180	1980	Bydgoszcz		PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	24	4,000	48
83	W0060382	1982	Bydgoszcz		PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	24	4,000	48
84	W0070382	1982	Bydgoszcz		PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	12	4,000	48
85	W0150382	1982	Bydgoszcz		PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	12	4,000	48
86	W0180382	1982	Bydgoszcz		PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	24	4,000	48
87	W0240382	1982	Bydgoszcz		PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	12	4,000	48
88	WA240382	1982	Bydgoszcz		PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	24	4,000	48
89	W0250382	1982	Bydgoszcz		PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	18,000	12	4,000	48
90	W0260382	1982	Bydgoszcz		PBG		Skarb Państwa	bad. przem.	5,000	12	4,000	48
91	TTZ	1993	Program Głębokich Sondowań Sejsmicznych PAN (profil refrakcyjny)	Strefa Teisseyre'a-Tornquista	IGF PAN	IGF PAN	Skarb Państwa	naukowe badania struktury litosfery	100,000		10,000	3

Tabela 6.1. cd.

Lp.	ID dok.	Tytuł oprac.	Autorzy	Rok	Numery archiwalne	Zleceniodawca
1	656665	Dokumentacja sejsmicznych badań refleksyjnych temat: Więcbork–Żychlin profil 1-III-76 1976 r.	Białek Alina, Mikosz Marianna	1977	44178,3525/202, CAG PIG, Warszawa; 115W, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; S-1398, Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa; 6/76, PGNiG S.A., Warszawa	Państw. Inst. Geol., Warszawa
2	863393	Dokumentacja badań sejsmicznych refleksyjnych, temat: Piła–Bydgoszcz, rok 1979/80	Grzesik Halina	1980	E-I/8513/300, Urz. Woj. Wydz. Ochr. Środ., Piła; S-1581, Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa; 1/80, PGNiG S.A., Warszawa; 43/243, CAG PIG, Warszawa	Inst. Geol., Warszawa
3	859607	Dokumentacja badań sejsmicznych refleksyjnych temat: Rejon Bydgoszczy rok badań 1980	Kwiatkowska L., Grzesik Halina	1981	124W, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 45488,43/192, CAG PIG, Warszawa; S-1615, Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa; 6-GF, Urz. Woj. Wydz. Ochr. Środ., Bydgoszcz	Państw. Inst. Geol., Warszawa
4	859624	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych na terenie Wałcz–Gołańcz	Kaleta Barbara, Szpinalska Stanisława, Wróbel Kazimierz	1985	33857,43/199, CAG PIG, Warszawa; S-2002, Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa; 17/84, PGNiG S.A., Warszawa; 185/S, PGNiG S.A., Oddz., Zielona Góra	PGNiG S.A. Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
5	83421	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Szczecinek–Łędyżek, temat: Szczecinek–Złotów, rok 1987	Wierzbą Dorota, Zarzycka Katarzyna, Kalisz Teresa	1987	39846,3423/230, CAG PIG, Warszawa; 38, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; S-2320, Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa; 8/87, PGNiG S.A., Warszawa; 217/S, PGNiG S.A., Oddz., Zielona Góra; 549/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła	PGNiG, Toruń
6	84084	Projekt badań sejsmicznych w rejonie: Białogard, Czarne, Wilcze na lata 1988–1990 (Antyklinorium i Synklinorium Pomorskie)	Zamojski Jan, Solawa Wanda, Jabłoński Emil	1987	16444 CUG, CAG PIG, Warszawa	PGNiG S.A. Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
7	82889	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Człuchów–Debrzno przez PGNiG Toruń, temat: Szczecinek–Chojnice, w latach 1986–1987	Fedorowicz Anna, Wilk Wanda	1989	39757,43/205, CAG PIG, Warszawa; 4/87, PGNiG S.A., Warszawa; S-2414, Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa; 41, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 570/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła	PGNiG S.A. Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
8	81770	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Okonek–Łędyżek, temat: Białogard–Czarne–Wilcze w latach 1988–1989.	Fedorowicz Anna, Wilk Wanda	1990	73/91, CAG PIG, Warszawa; 579/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 85, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 3/89, PGNiG S.A., Warszawa	Nieokreślony
9	81771	Aneks nr 1 do projektu badań sejsmicznych na terenie: Białogard–Czarne–Wilcze	Zydorczak-Solawa Wanda, Łomnicki Ryszard	1991	753/92, CAG PIG, Warszawa	PGNiG, Warszawa
10	81790	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Okonek w latach 1986–1989. Reinterpretacja	Fedorowicz Anna, Wilk Wanda	1991	1020/91, CAG PIG, Warszawa; 595/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 93, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 41/91, PGNiG S.A., Warszawa	PGNiG S.A. Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
11	81793	Opracowanie badań sejsmicznych na terenie: Białogard–Czarne–Wilcze w roku 1989 wykonanych w rejonie Chojnice–Kamień Krajeński	Fedorowicz Anna, Wilk Wanda	1991	875/91, CAG PIG, Warszawa; 596/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 108, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 26/89, PGNiG S.A., Warszawa	PGNiG S.A. Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
12	81792	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonach Debrzno–Złotów, Debrzno dla tematu Białogard–Czarne–Wilcze w latach 1989–1991	Wierzbą Dorota	1992	737/92, CAG PIG, Warszawa; 611/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 128, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 20/92, PGNiG S.A., Warszawa	PGNiG S.A. Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
13	81794	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonach Tuchola–Wilcze, Sępólno Krajeńskie–Wilcze dla tematu Białogard–Czarne–Wilcze	Fedorowicz Anna, Wilk Wanda	1992	1772/92, CAG PIG, Warszawa; 283/S, PGNiG S.A., Oddz., Zielona Góra; 617/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 138, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 18/92, PGNiG S.A., Warszawa	PGNiG S.A. Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
14	81801	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Bydgoszczy, arkusz 148, reinterpretacja	Zarzyka Krystyna	1993	918/93, CAG PIG, Warszawa; 163, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 633/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 8/93, PGNiG S.A., Warszawa	PGNiG S.A. Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
15	83696	Opracowanie badań sejsmicznych w rejonie Człuchów–Debrzno–Zabartowo dla tematu Białogard–Czarne–Wilcze	Fedorowicz Anna, Wierzbą Dorota	1994	283/94, CAG PIG, Warszawa; 184, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 646/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 27/93, PGNiG S.A., Warszawa	PGNiG Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
16	84451	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Debrzno–Złotów–Zabartowo dla tematu Białogard–Czarne–Wilcze, woj. śląskie	Fedorowicz Anna, Wierzbą Dorota	1994	1297/94, CAG PIG, Warszawa; 209, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 671/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 23/94, PGNiG S.A., Warszawa	PGNiG Biur. Geol. Geonafra, Warszawa
17	84457	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Czarne–Łędyżek i Czarne–Zabartowo w latach 1976–1992, interpretacja i reinterpretacja	Górska Wiesława	1994	1301/94, CAG PIG, Warszawa; 196, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 9/92, PGNiG S.A., Warszawa; 650/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła	PGNiG Biur. Geol. Geonafra, Warszawa

Tabela 6.2. Wykaz archiwalnych opracowań źródłowych z badań sejsmicznych zlokalizowanych na obszarze przetargowym Złotów–Zabartowo wykonanych aparaturami cyfrowymi w ujęciu chronologicznym.

Lp.	ID dok.	Tytuł oprac.	Autorzy	Rok	Numery archiwalne	Zleceniodawca
18	942131	Temat: Regionalne Profile Zbiorcze, rejon: Antyklinorium i synklinorium pomorskie, reinterpretacja: 1974 - 1990	Zarzyka Krystyna	1994	212, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 1950/2008, CAG PIG, Warszawa; 648/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 49/94, PGNiG S.A., Warszawa	Nieokreślony
19	86491	Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonach Wałcz-Gołańcz i Chociwel-Czaplinek, reinterpretacja	Świerczewska Jadwiga, Wnuk Zdzisław	1995	260/96, CAG PIG, Warszawa; 247, Geofizyka Toruń S.A., Toruń; 724/6, PGNiG S.A., Oddz., Piła; 6/95, PGNiG S.A., Warszawa	PGNiG Biur. Geol. Geonaf. Warszawa
20	87965	Reinterpretacja sejsmicznych badań refleksyjnych na profilach GB-2 i 25-III-1982	Cwojdzński Stefan, Dziewińska Lidia, Józwiak Waldemar, Młynarski Stefan, Pokorski J., Zientara P., Baziuk T.	1996	33/97, CAG PIG, Warszawa; 3588, DS457, Państw. Inst. Geol., Oddz. Dolnośląski, Wrocław	Minist. Ochr. Środ., Zas. Nat. i Leśn., Warszawa
21	1014571	Aneks nr 1 do tematu: Reinterpretacja sejsmicznych badań refleksyjnych na profilach GB-2 i 25-III-82	Młynarski Stefan	1996	3071/2012, CAG PIG, Warszawa	
22	89898	Kompleksowa interpretacja geofizyczno-geologiczna sejsmicznych badań refleksyjnych na profilach GB-2A, GB-2, GB-2B, 25-III-82	Młynarski Stefan, zespół	1997	697/98, CAG PIG, Warszawa; 1869/97, CAG PIG, Warszawa; 4049/2015, CAG PIG, Warszawa	Minist. Ochr. Środ., Zas. Nat. i Leśn., Warszawa
23	882730	Budowa litosfery północnej części Polski (obszar projektu Polonaise) na podstawie zintegrowanej analizy danych geofizycznych i geologicznych część 1 i 2	Krzywiec Piotr, zespół	2004	1674/2004, CAG PIG, Warszawa; 1/2002, Państw. Inst. Geol., Oddz. Dolnośląski, Wrocław; 608/2016, CAG PIG, Warszawa; 609/2016, CAG PIG, Warszawa	Nar. Fund. Ochr. Środ. i Gosp. Wod., Warszawa; Minist. Środ., Warszawa

Tabela 6.2. cd.

CBDG zdefiniowany. W tabeli zamieszczono również podstawowe informacje techniczne związane z metodyką akwizycji danych. W kolumnie ID profilu zostały zainstalowane hiperłącza, które (przy przeglądaniu niniejszego rozdziału w aplikacji komputerowej) umożliwiają dostęp do kartoteki danych profilowych i bezpośrednio do karty wybranego profilu, znajdujących się w bazie danych Centralnej Bazy Danych Geologicznych. Przeglądanie kartoteki pozwala na uzyskanie dodatkowych informacji o profilu, które nie zostały w tabeli uwzględnione, a także na aktywację łącz do podsystemu „DOKUMENTY” w CBDG z bezpośrednim dostępem do metadanych związanych z dokumentacjami lub opracowaniami, w których dane z określonego profilu były wykorzystywane w jakikolwiek sposób.

Niezależnie od aktywnego wykazu profili z Tabeli 6.1. został sporządzony zbiorczy wykaz opracowań (Tab. 6.2.), w których wykorzystano dane z profili zidentyfikowanych w obszarze przetargowym. Lista obejmuje opracowania i tematy, w których przedmiotowe profile były opracowane po raz pierwszy, a także dokumenty, przy opracowaniu których wykonywano reprocess-ing oraz reinterpretację wcześniej opracowanego profilu. W tabeli 6.2. również zainstalowano hiperłącza umożliwiające aktywację wspomnianego wyżej, podsystemu „DOKUMENTY” w CBDG i błyskawiczny, automatyczny dostęp do kartoteki metadanych, odniesionych do wybranego opracowania.

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETYCZNE

7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE

W okresie powojennym na obszarze bloku przetargowego Złotów-Zabartowo, a także na obszarach przyległych, w różnych latach prowadzone były regionalne, półszczegółowe i szczegółowe badania grawimetryczne. Większość prac grawimetrycznych zrealizowanych na do początku lat 60-tych

ubiegłego stulecia z uwagi na niską – jak na współczesne wymagania – dokładność pomiarów oraz sposób redukcji w oparciu o rzędne stanowisk odczytywane z dostępnych map topograficznych, ma już jedynie znaczenie historyczne. Zostały one zastąpione grawimetrycznym zdjęciem półszczegółowym o zagęszczeniu 1,5–4,0 pkt/km². Redukcję pomiarów oparto o rzędne punktów pomiarowych wyznaczone na podstawie bezpośrednich pomiarów w terenie metodą niwelacji technicznej.

Dane grawimetryczne ze zdjęć półszczegółowych

W latach 1976–1992 Państwowy Instytut Geologiczny we współpracy z Przedsiębiorstwem Badań Geofizycznych zrealizował obszerny program „Mapa grawimetryczna Polski w skali 1:200 000” oparty głównie na wynikach zdjęcia półszczegółowego. Tam, gdzie były wykonane zdjęcia szczegółowe, wybrano punkty reprezentatywne w ilości do 6 na 1 km².

W wyniku realizacji tego programu powstał komputerowy bank danych grawimetrycznych, opracowano także mapy anomalii grawimetrycznych w skalach 1:200 000 i 1:50 000 i opublikowano mapy w skali 1:200 000. Współrzędne punktów pomiarowych zostały wyznaczone w układzie „Borowa Góra”, a wartości anomalii Bouguera obliczone w systemie poczdamskim z przyspieszeniem normalnym wg wzoru Helmerta z 1901 r.

Obszar przetargowy Złotów-Zabartowo znajduje się na arkuszach: 25-Piła (Soćko & Szczypa, 1979) i 26-Nakło (Soćko & Szczypa, 1980) mapy grawimetrycznej Polski w skali 1:200 000.

Stworzenie komputerowego banku danych grawimetrycznych umożliwiło opracowanie i opublikowanie „Atlasu grawimetrycznego Polski” (Królikowski & Petecki, 1995), w którym anomalie grawimetryczne zostały obliczone w nowym, międzynarodowym systemie grawimetrycznym IGSN 71 (International Gravity Standardization Net, 1971), z uwzględnieniem formuły Moritza na pole normalne dla elipsoidy odniesienia GRS 80 (Geodetic Reference System, 1980). Atlas zawiera mapy anomalii grawimetrycznych o charakterze przeglądowym w skalach 1:500 000 i 1:750 000.

Dane pomiarowe zdjęcia pól szczegółowego w nowym systemie grawimetrycznym są dostępne w CBDG w postaci cyfrowego banku danych. Współrzędne punktów pomiarowych są podane w układzie 1992, po ich transformacji z układu „Borowa Góra”. Zagęszczenie stanowisk grawimetrycznych pomiaru przyspieszenia siły ciężkości na obszarze przetargowym Złotów-Zabartowo przedstawia Fig. 7.1.

W granicach obszaru znajduje się 3091 punktów pomiarowych zdjęcia pól szczegółowego zawartych w dwóch dokumentacjach badań grawimetrycznych (Duda i in., 1973; Bochnia & Duda, 1969).

Z inicjatywy i na zlecenie Instytutu Geologicznego zaprojektowano i wykonano w 1969 r. pól szczegółowe badania grawimetryczne w ramach tematu „Antyklinorium pomorskie” (Reczek & Kruk, 1970). Celem prac było uszczegółowienie obrazu anomalii grawimetrycznych zidentyfikowanych wcześniej pomiarami regionalnymi, wydzielenie lokalnych anomalii związanych z kompleksem utworów cechsztyńsko-mezozo-

icznych, wyznaczenie stref dyslokacyjnych w podłożu podcechsztyńskim, a także dostarczenie danych do optymalnego projektowania prac sejsmicznych.

Średnie zagęszczenie punktów pomiarowych wynosiło 2 pkt/km². Pomiary wykonywano grawimetrami typu Sharpe. Jako podkładu topograficznego przy pracach polowych używano map topograficznych w skali 1:50 000 układu „Borowa Góra”. Określenie wysokości punktów pomiarowych prowadzono na podstawie niwelacji technicznej. Anomalie w redukcji Bouguera obliczono stosując wzór Helmerta z 1901 r. na pole normalne, a błąd wyznaczenia anomalii grawimetrycznych Bouguera oszacowano na 0,102 mGala. Przy sporządzaniu map anomalii siły ciężkości stosowano zmienną wartość gęstości warstwy redukowanej. Wyniki pomiarów grawimetrycznych zostały przedstawione w postaci map anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera w skali 1:50 000 – oddzielnie dla poszczególnych arkuszy map topograficznych.

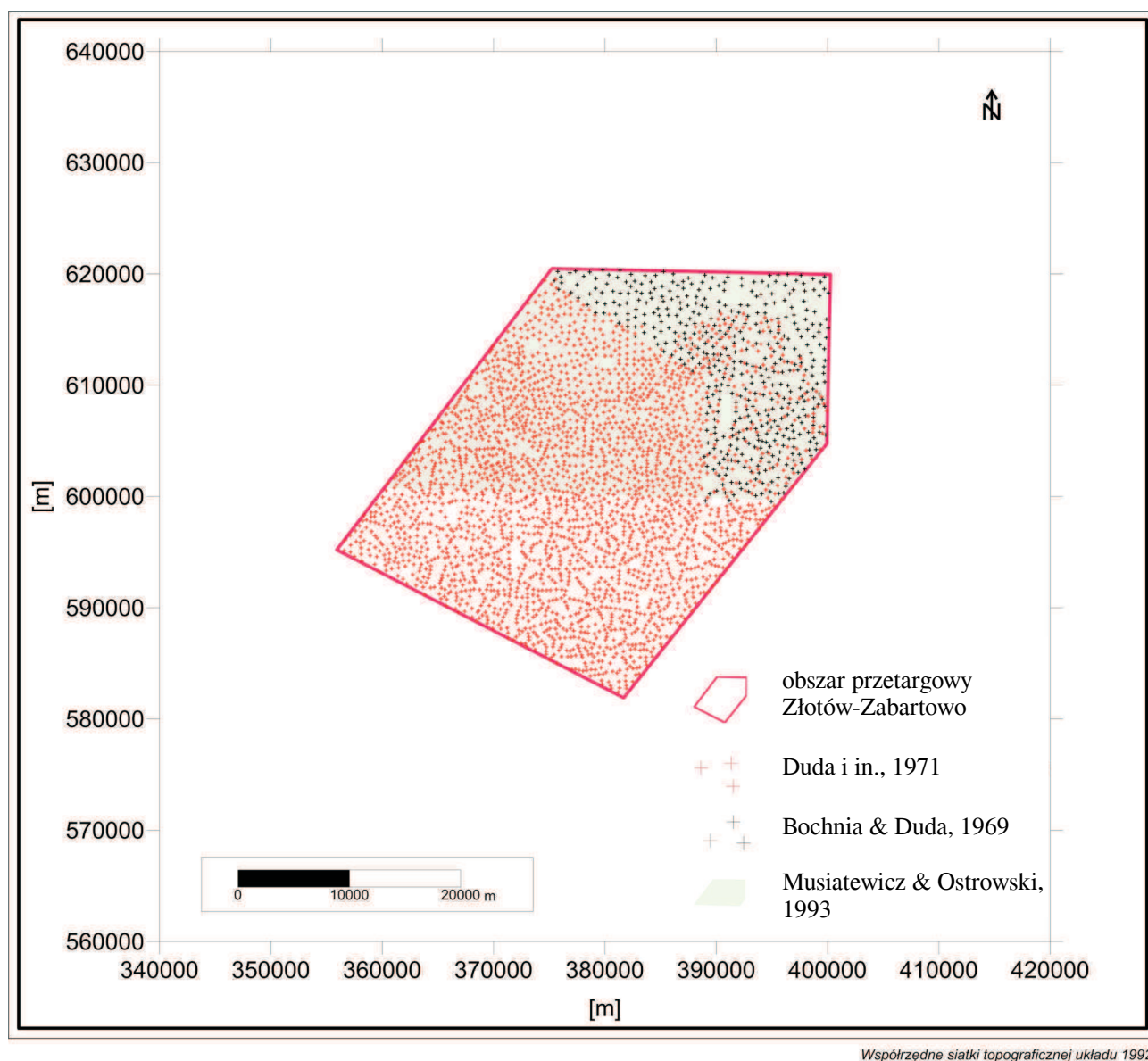


Figura 7.1. Lokalizacja stanowisk grawimetrycznych z pomiarów pól szczegółowych w obszarze przetargowym Złotów-Zabartowo (na podstawie danych CBDG).

W roku 1972 badania grawimetryczne na temacie „Antyklinoorium pomorskie” zostały wznowione. Akwizycję nowych danych prowadzono poza obszarem Złotów-Zabartowo (Duda i in., 1973). Natomiast wyniki badań z roku 1969 zostały wówczas ponownie opracowane i interpretowane.

Drugie źródło danych półszczegółowych stanowi dokumentacja badań grawimetrycznych na temacie „Synklinorium pomorskie” wykonana na zlecenie Zjednoczenia Górnictwa Naftowego (Bochnia & Duda, 1969). W opracowaniu tym omówiono i zebrano we wspólnej dokumentacji także sprawozdania obejmujące tematy: „Bobolice-Tuchola 1968–69”, „Synklinorium pomorskie 1967–68”, „Białogard-Koszalin-Bobolice, Antyklina Chojnic 1962” oraz część przyległych tematów. Celem prac było otrzymanie jednolitego obrazu anomalii grawimetrycznych synklinorium pomorskiego.

Badania wykonano zakładając najpierw sieć podstawową na każdym z wymienionych wyżej tematów archiwalnych, którą dowiązano do sieci wyższego rzędu, a następnie mierzono zdjęcie wypełniające. Średnie zagęszczenie punktów pomiarowych wynosiło 1,7 pkt/km².

Pomiary grawimetryczne wykonywane były dwoma rodzajami grawimetrów Askania Gs-11 oraz grawimetrami typu Sharpe. Jako podkładu topograficznego przy pracach polowych używano map topograficznych w skali 1:50 000 układu „Borowa Góra”. Określenie wysokości punktów pomiarowych prowadzono na podstawie niwelacji technicznej. Anomalie w redukcji Bouguera obliczono wykorzystując wzór Helmerta z 1901 r. na pole normalne oraz przyjmując gęstość redukcji równą 2,0 g/cm³. Błąd wyznaczenia anomalii oszacowano na 0,114 mGala.

Wyniki pomiarów grawimetrycznych zostały przedstawione w postaci map anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera w skali 1:50 000 oraz w postaci arkusza zbiorczego w skali 1:200 000. Interpretacji ilościowej, a także jakościowej na tym obszarze, ze względu na olbrzymią powierzchnię i duży zakres prac obliczeniowych, nie przeprowadzono. Rozkład anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera oparty na danych półszczegółowych z zasobów CBDG w rejonie obszaru Złotów-Zabartowo przedstawia Fig. 7.2.

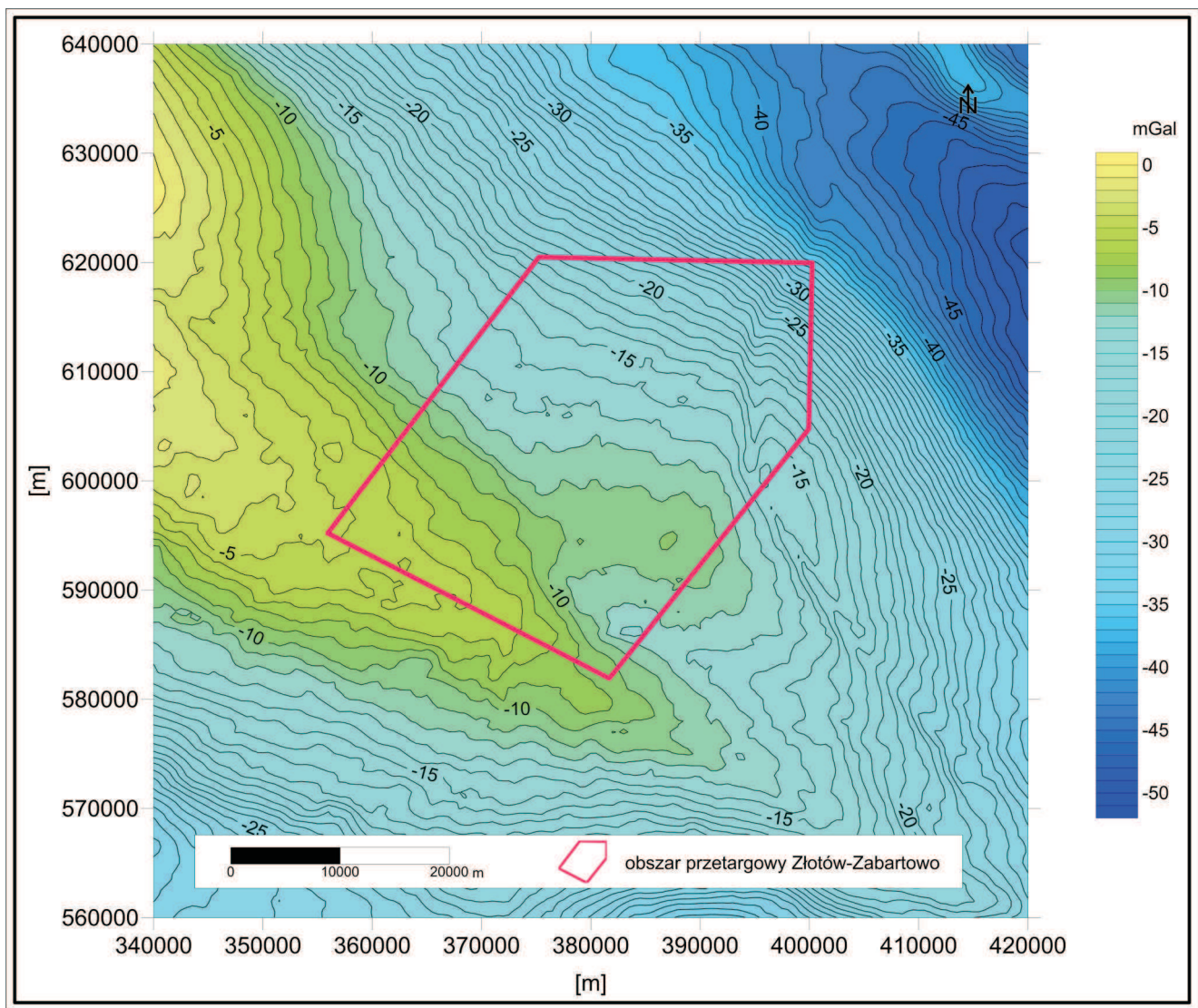


Figura 7.2. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera w rejonie obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo na podstawie danych zdjęcia półszczegółowego CBDG (Królikowski & Petecki, 1995).

W późniejszym okresie, dotychczasowe zdjęcie zostało uznane za niedostateczne z punktu widzenia możliwości rozwiązania zadań geologicznych, jakie istnieją wzdłuż granicy antyklinorium i synklinorium pomorskiego. Z tych też względów w latach 1989–1992 z inicjatywy i na zlecenie PGNiG-BG Geonafra zaprojektowano i wykonano (PBG Warszawa) w rejonie Szczecinek-Wilcze półszczegółowe zdjęcie grawimetryczne nowej generacji, o stosunkowo równomiernym i znaczącym zagęszczeniu punktów pomiarowych, średnio 5,5 pkt/km², przy użyciu dokładniejszych grawimetrów (Worden-Master, Scintrex CG-2 i Ws. Sodin), a przy redukcji pomiarów stosowano poprawki topograficzne.

Duże zagęszczenie punktów pomiarowych wiązało się z zadaniem dokładnego sprecyzowania zasięgu anomalii wywołanych przypowierzchniowymi ciałami zaburzającymi, utrudniającymi interpretację struktur głębszych. W szczególności chodziło o zlokalizowanie wyniesionych elementów strukturalnych i stref dyslokacyjnych w podłożu czerwonego spagowca, a pośrednio stref wyklinowań utworów czerwonego spagowca i karbonu na garbach podłoża oraz struktur w utworach dolnego cechsztynu. Informacje te mogą być pomocne przy lokalizacji barier dolomitycznych.

W latach 1989–1990 wykonano pomiary i wyrównano sieć punktów podstawowych na całym obszarze badań oraz przeprowadzono pomiary wypełniające i ich interpretację na obszarze położonym na zachód od południka 17°20', przedstawione w dokumentacji częściowej (Lisowski & Musiatewicz, 1991). W dokumentacji końcowej (Musiatewicz & Ostrowski, 1993) zawarto wyniki badań grawimetrycznych przeprowadzonych w latach 1991–1992, na wschód od południka 17°20'. Lokalizację stanowisk pomiarowych przedstawiono na mapach topograficznych w skali 1:50 000 układu „Borowa Góra”. Dokładność pomiarów wyniosła $\pm 0,019$ mGal, a średni błąd kwadratowy wyznaczenia anomalii w redukcji Bouguera został oszacowany na $\pm 0,036$ mGal.

Anomalie Bouguera obliczono stosując wzór Helmerta z 1901 r. na pole normalne siły ciężkości dla gęstości warstwy zredukowanej 2,25 g/cm³. Dodatkowo do opracowania włączono dane grawimetryczne o charakterze szczegółowym uzyskane w ramach tematu „Więcbork” na powierzchni 15 km² (Okulus & Wojaś, 1979; Okulus i in., 1983). W celu ujednolicenia poziomu odniesienia anomalie Bouguera przeliczono dla gęstości 2,25 g/cm³.

Mapy grawimetryczne rozkładu anomalii Bouguera opracowano w skali 1:50 000 dla pełnych arkuszy map topograficznych w skali 1:50 000 w cięciu „Borowa Góra” i mapę zbiorczą dla całego rejonu badań w skali 1:200 000. Na arkuszach nie objętych całkowicie nowymi pomiarami, wykorzystano dane pochodzące z wcześniejszych prac grawimetrycznych. W dokumentacji końcowej (Musiatewicz & Ostrowski, 1993) zamieszczono również mapy grawimetryczne w skali 1:50 000 prezentowane w dokumentacji częściowej (Lisowski & Musiatewicz, 1991) oraz przytoczono wyniki interpretacji jakościowej z obszaru objętego badaniami w latach 1989–1990. Wyniki badań grawimetrycznych przedstawiono także w postaci map anomalii regionalnych i resztkowych według metody Griffina oraz map całkowitego gradientu poziomu siły ciężkości według metody Rosenbacha. Mapy te opracowano dla arkuszy w skali 1:50 000 oraz w postaci zbiorczej w skali 1:200 000.

W celu wyodrębnienia z obrazu anomalii efektów grawitacyjnych pochodzących od kompleksu permsko-mezozoicznego zostały wykorzystane, zcyfrowane w ramach dokumentacji częściowej (Lisowski & Musiatewicz, 1991), mapy strukturalne z opracowań sejsmicznych w granicach dokumentowanego zdjęcia. W oparciu o dane uzyskane z otworów

wiertniczych, a także niektóre dane sejsmiczne, określono związek anomalii grawimetrycznych z regionalnymi i lokalnymi strukturami geologicznymi występującymi w kompleksie utworów permsko-mezozoicznych i w jego podłożu. Sporządzono szkic wydzielonych elementów geologiczno-geofizycznych, na którym zaznaczono osie dodatnich i ujemnych anomalii resztkowych oraz osie ekstremalnych wartości gradientu poziomu. Formy grawimetryczne wydzielone na podstawie interpretacji jakościowej zostały powiązane ze strukturami geologicznymi. Dokumentację badań grawimetrycznych w rejonie Szczecinek-Wilcze znajdują się w Narodowym Archiwum Geologicznym (NAG), natomiast dane pomiarowe nie są dostępne w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (CBDG).

Dane grawimetryczne ze zdjęć szczegółowych

Dane grawimetryczne o charakterze szczegółowym w obszarze Złotów-Zabartowo stanowią część badań geofizycznych ukierunkowanych na poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie lokalnych ujemnych anomalii grawimetrycznych (Fig. 7.3.). Są to dwa profile grawimetryczne z 1989 r. (Wasiak, 1990) i z 1990 r. (Ostrowska & Pisula, 1991) oraz prace profilowe i powierzchniowe na fragmencie złoża węgla brunatnego „Więcbork” (Okulus & Wojaś, 1979; Okulus i in., 1983). Ze względu na ściśle określony charakter badań zorientowany na badanie bardzo płytkich struktur geologicznych dane tego typu nie mają większego znaczenia dla poszukiwania złóż węglowodorów. Dane pomiarowe z grawimetrycznych prac szczegółowych są dostępne w CBDG.

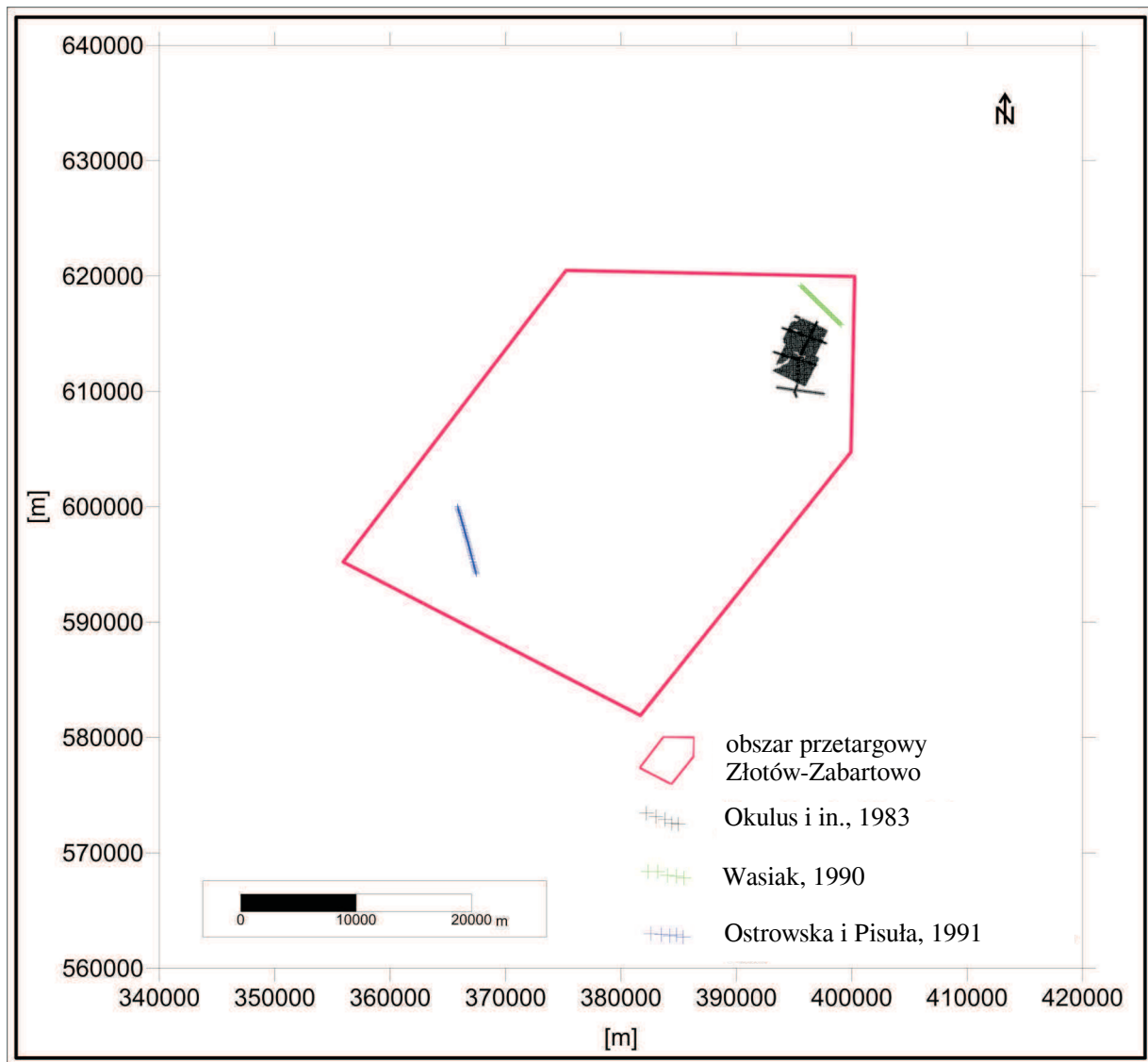
7.2. BADANIA MAGNETYCZNE

W rejonie obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo zostały wykonane pomiary magnetyczne pionowej składowej Z o charakterze regionalnym, z niewielkim zagęszczeniem punktami pomiarowymi oraz względnie małej dokładności. Wyniki tego typu badań z Polski zostały ujednolicone, sprostowane do jednolitego poziomu i epoki i opublikowane w postaci mapy anomalii magnetycznych ΔZ w skali 1:200 000 (Karaczun & Karaczun, 1978) i w skali 1:500 000 (Karaczun i in., 1978). To mało dokładne zdjęcie magnetyczne zostało zastąpione pomiarami całkowitego pola magnetycznego T w wyniku realizacji półszczegółowego zdjęcia magnetycznego Polski. Dane magnetyczne w obszarze Złotów-Zabartowo ze zdjęcia powierzchniowego T na łądzie pochodzą z jednego tematu „Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia”, zrealizowanego w latach 1988–1996 (Kosobudzka & Paprocki, 1997). Badania wykonano na zamówienie Ministerstwa Środowiska, a sfinansowano w całości ze środków NFOŚiGW. Zarówno pomiary polowe, jak i prace dokumentujące wykonało Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych.

Celem wykonanych półszczegółowych badań magnetycznych T było:

- uszczegółowienie obrazu pola magnetycznego rozpoznanego wcześniej zdjęciem regionalnym o rzadkim zagęszczeniu stanowisk pomiarowych i małej dokładności pomiarów,
- zgromadzenie danych magnetycznych w bazie komputerowej do dalszego ich przetwarzania dla potrzeb kompleksowej interpretacji geofizyczno-geologicznej ukierunkowanej przede wszystkim na rozpoznanie morfologii i tektoniki podłoża magnetycznie czynnego.

W trakcie realizacji tematu były wykonywane nowe pomiary, a także do tego i kolejnych tematów były włączane i ujednolicane istniejące dane z badań wcześniejszych. Pomiary



Współrzędne siatki topograficznej układu 1992

Figura 7.3. Lokalizacja stanowisk grawimetrycznych z pomiarów szczegółowych w obszarze przetargowym Złotów-Zabartowo (na podstawie danych CBDG).

modułu pola geomagnetycznego T były wykonywane dwiema metodami: tzw. „klasyczną” (na obszarach, na których nie występowały nienaturalne zakłócenia pola geomagnetycznego) oraz metodą różnicową (gradientową) na obszarach zakłóceń przemysłowych, w tym szczególnie w strefach przylegających do tras zelektryfikowanych linii kolejowych. Zdjęcie wykonano ze średnim zagęszczeniem punktów ok. 2 pkt/km². Średni błąd kwadratowy pojedynczego pomiaru wyniósł ± 2 nT.

Współrzędne punktów pomiarowych zostały wyznaczone w układzie „1942” z dokumentacyjnych map topograficznych w skali 1:50 000. Pomiaru magnetyczne zostały zredukowane na epokę 1982.5 przy zastosowaniu międzynarodowego pola odniesienia DGRF (Definitive Geomagnetic Reference Field), opracowane zostały katalogi anomalii magnetycznych ΔT ,

utworzona została komputerowa baza danych magnetycznych, a wyniki badań udokumentowano na mapach anomalii magnetycznych dla arkuszy map w skali 1:50 000 oraz mapach zbiorczych w skali 1:200 000. Elementy anomalne ujawnione w rozkładzie anomalnego pola magnetycznego zostały scharakteryzowane i opisane wraz z podaniem możliwej ich genezy.

Dane pomiarowe są dostępne w CBDG w postaci cyfrowego banku danych magnetycznych. W obszarze przetargowym zlokalizowane są 1684 stanowiska pomiarowe (Fig. 7.4.).

W 2003 r. bazująca na w/w nowoczesnych pomiarach mapa magnetyczna Polski w skali 1:500 000 została opracowana do druku dla dwóch północnych ćwiartek (Petecki i in., 2003). Jej fragment przedstawiający mapę anomalii magnetycznych ΔT z rejonu Złotów-Zabartowo jest przedstawiony na Fig. 7.5.

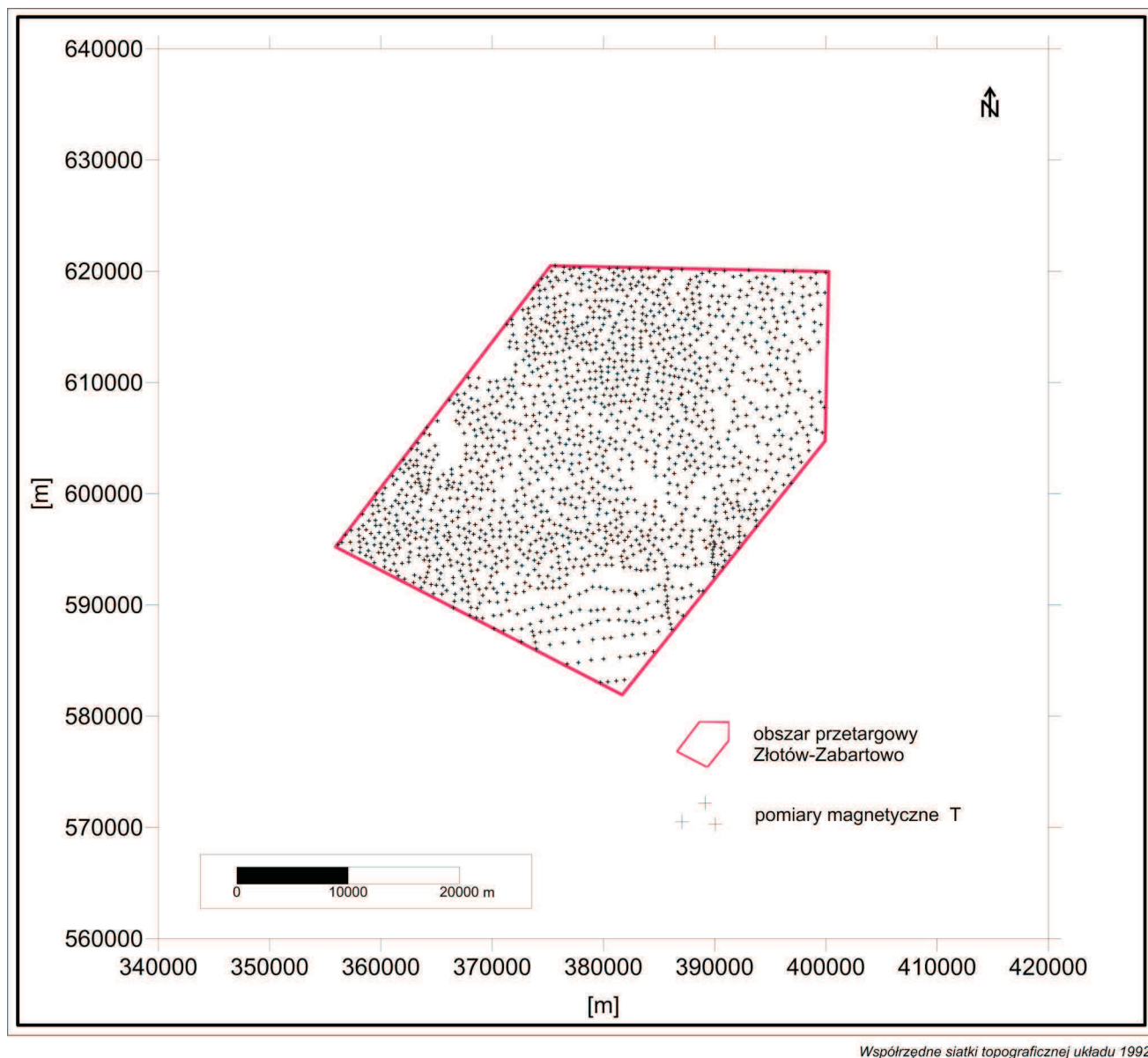


Figura 7.4. Lokalizacja stanowisk pomiarowych modułu całkowitego wektora pola geomagnetycznego T w obszarze przetargowym Złotów-Zabartowo (na podstawie danych CBDG).

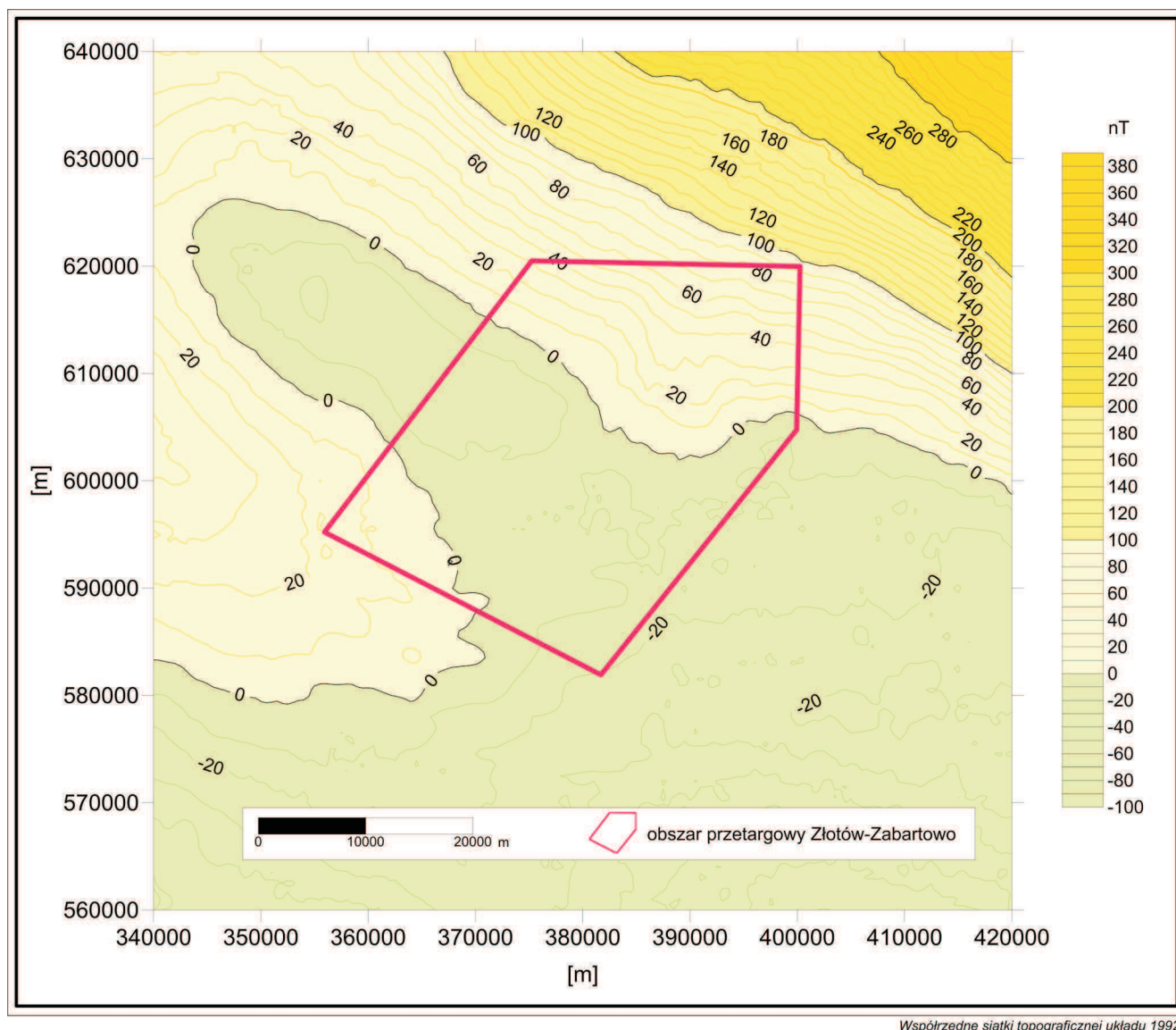


Figura 7.5. Mapa anomalii modułu całkowitego pola geomagnetycznego T w rejonie obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo (Petecki i in., 2003).

8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI

Obszar przetargowy Złotów-Zabartowo został wyznaczony w obrębie pomorskiej prowincji naftowej i obejmuje fragmenty bloków koncesyjnych nr 126, 127, 146 i 147. W swojej północno-wschodniej części znajduje się w blisko granicy pomiędzy obszarem określanym jako antyklinorium pomorskie a krawędzią platformy wschodnioeuropejskiej (plan strukturalny podkenozoiczny; Karnkowski, 2008).

Obszar przetargowy rozpoznany jest metodami powierzchniowej sejsmiki 2D w części NE, odległości między profilami średnio wynoszą ok. 1 km. Część SW nie jest rozpoznana profilami sejsmiki refleksyjnej poza jednym wyjątkiem, regionalnym przekrojem sejsmicznym Obrzycko–Zabartowo, którego fragment przebiega przez blok przetargowy.

Perspektywy poszukiwawcze dla złóż węglowodorów na obszarze przetargowym Złotów-Zabartowo są związane z głęboko pogrzebanymi piaskowcami czerwonego spągowca oraz piaskowcami karbonu. Wyniki analizy systemu naftowego wskazują na istniejący w przeszłości system generacyjny, a tym samym możliwość migracji i akumulacji węglowodorów na omawianym bloku. W stropie osadów formacji Noteci na obszarze Złotów-Zabartowo występują mułowcowo-piaskowcowe osady playi. W NE części obszaru występują przewarstwienia piaskowców fluwialnych, interpretowane jako ciała piaszczyste rozwijające się w formie lobów w strefie krawędziowej basenu czerwonego spągowca. Piaszczyste osady występujące w stropie czerwonego spągowca są na całym obszarze basenu permiejskiego potencjalnym kolektorem gazowym. W sąsiedztwie obszaru

przetargowego potwierdzają to przemysłowe przypiły gazu ziemnego z otworów Czarne 1 oraz Borki 1, odwiercone w odległości ok. 30 km na NW od omawianego bloku. Istnieją interpretacje (Rowan & Krzywiec, 2014) wskazujące możliwość istnienia w rejonie Zabartowa pułapek stratygraficznych w utworach czerwonego spągowca występujących w postaci przewarstwień piaskowców eolicznych, problem ten szerzej opisano w rozdziale 2; warto jednak tutaj zaznaczyć, że gdyby te interpretacje potwierdziły się również na archiwalnych przekrojach 2D, stwarzałoby to nowe możliwości poszukiwawcze nie tylko w rejonie omawianego bloku, ale i w sąsiednich rejonach.

Kwestią dyskusyjną jest czas generacji i istnienie w czasie procesu generacji pułapek dla nagromadzeń gazu. Potencjalne pułapki mogły zostać rozformowane już w późnym karbonie, jednak część gazu mogła reemigrować później, kiedy piaskowce czerwonego spągowca były już uszczelnione utworami cechsztynu. Przy takim założeniu można spodziewać się odkrycia struktur w czerwonym spągowcu i nagromadzeń gazu ziemnego, uszczelnionych osadami cechsztynu. Istnieje także potencjalna możliwość występowania gazu zamkniętego (tight gas) w piaskowcach czerwonego spągowca nawet na znacznej głębokości przekraczającej obecnie 5000 m (Wójcicki i in., 2014). W trakcie wiercenia archiwalnych otworów w rejonie bloku (na początku lat 1980.) nie zakładano wariantu możliwości występowania gazu zamkniętego, i tym samym nie przeprowadzono wszystkich niezbędnych analiz potrzebnych do bezpośredniej oceny tego potencjału. Zakładając jednak możliwość występowania nagromadzeń gazu zamkniętego należy nastawić się w pierwszym rzędzie na ponowne rozpoznanie obiektów antyklinalnych, w których twory czerwonego spągowca znajdują się w korzystnej sytuacji strukturalnej oraz mogą być uszczelnione. Nie można wykluczyć również odkrycia pułapek konwencjonalnych dla wolnego gazu w stropie utworów czerwonego spągowca pod przykryciem osadów cechsztynu w rejonie wyniesienia Zabartowa i ewentualnie innych podobnych obiektach perspektywicznych.

Wyniki złożowe odwierconych na obszarze bloku otworów poszukiwawczych – chociaż nie doprowadziły dotychczas do udokumentowania złóż węglowodorów – potwierdziły obecność ich śladów i objawów. W otworze Zabartowo 1 z interwału 4253,0–4278,0 m (czerwony spągowiec) uzyskano przypiły 6 m³ zgazowanej gazem palnym solanki. W interpretacji opróbowania zapisano iż „badany poziom posiada średnie cechy kolektorskie. Sądzi się, iż przepuszczalność w strefie przyodwiertowej jest niższa niż w strefie drenażu. Ekstrapolowanie ciśnienie złożowe w głębokości 4259,0 m wynosi 567,5 atm., a temperatura badanego poziomu 100°C”. Otworów karbonu w tym otworze nie opróbowano ze względów technicznych. W wyniku opróbowania piaskowców karbońskich w otworze Zabartowo 2 w interwale 3914,0–3929,5 m uzyskano śladowy przypiły gazu palnego, w interwale 3900,0–3942,7 m również z piaskowców karbońskich uzyskano przypiły 4,9 m³ zgazowanej gazem palnym solanki. W otworze Złotów 2 w interwale

4592,3–4638,0 m (czerwony spągowiec) stwierdzono śladowy przypiły gazu palnego (zgazowanie 50 m zalewki w przewodzie). Przypiły wody złożowej nie uzyskano. Wykres ciśnieniomierza wskazuje na możliwe przytkanie przelotów próbnika w czasie opróbowania lub na niepełne otwarcie zaworów. Kolejną próbę przeprowadzono w interwale 4590,0–4629,0 m (czerwony spągowiec), także stwierdzając śladowy przypiły gazu palnego.

Modelem dla akumulacji typu konwencjonalnego w rejonie obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo jest oddalone o ok. 59 km złożo Wierzchowo (Fig. 8.1.) (zob. rozdział 4) odkryte w utworach klastycznych karbonu (wizenu). Pułapka jest pogrążonym podniesieniem uszczelnionym ewaporatami cechsztyńskimi i powstałym w skrzydle wiszącym dyslokacji związanej z linią T-T. Gaz zdeponowany w tym złożu tworzy akumulację o charakterze masywowym (Karnkowski, 1993). Poziom gazonośny występuje na głębokości 2985–3020 m i jest zbudowany z szarych spękanych wapieni oraz piaskowców drobnoziarnistych z wkładkami mułowców. Powierzchnia złoża wynosi 2 km², średnia miąższość serii złożowej 25 m, porowatość 7,5%, przepuszczalność 1,25 mD.

Podsumowując, według obecnego stanu rozpoznania obszaru istnieje możliwość odkrycia i udokumentowania konwencjonalnych, a także niekonwencjonalnych, złóż węglowodorów w obrębie stropowej partii utworów czerwonego spągowca lub w głębszej części profilu, jednakże głębokość zalegania perspektywicznych interwałów w obrębie utworów czerwonego spągowca w granicach 4500–5500 m, może być trudną do pokonania barierą technologiczną, szczególnie dla eksploatacji gazu zamkniętego. Na obecnym etapie rozpoznania najbardziej perspektywiczna jest część NW obszaru, gdzie znajduje się wyniesienie Zabartowa.

Zasoby perspektywiczne – choć wg dzisiejszego stanu rozpoznania nie są możliwe do precyzyjnego określenia – mogą jednak dochodzić do 3500 mln m³ azotowego gazu ziemnego biorąc pod uwagę powyżej opisane założenia oraz wstępnie zdefiniowane sejsmicznie obiekty perspektywiczne. Podane szacunkowe zasoby nie uwzględniają potencjału niekonwencjonalnego.

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

1. Reprocessing, integracja oraz reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych i otworowych;
2. Wykonanie 100 km zdjęcia sejsmicznego 3D lub 80 km profili sejsmicznych 2D (wskazane prace sejsmiczne dotyczą powierzchni/długości wzbudzenia);
3. Wykonanie otworu poszukiwawczego o głębokości maksymalnej 5000 m TVD wraz z pomiarami geofizycznymi umożliwiającymi analizę petrofizyczną litologii i nasycenia oraz bezpieczne wykonanie robót górniczych.

Poniżej zebrano podstawowe informacje o obszarze przetargowym "Złotów-Zabartowo" w postaci karty informacyjnej (Tab. 8.1.).

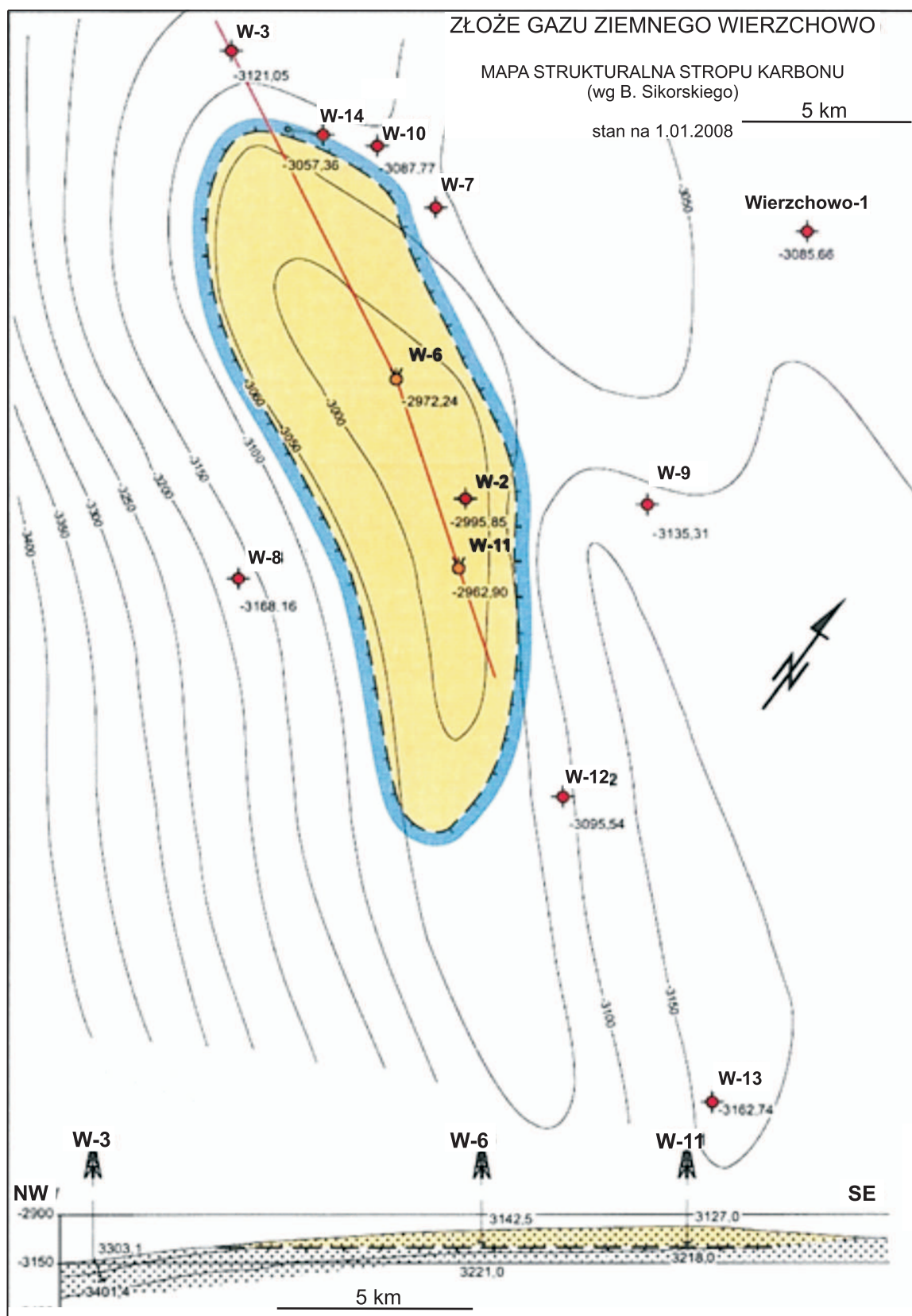


Figura 8.1. Mapa stropu horyzontu złożowego wraz z przekrojem geologicznym dla złoża gazu ziemnego Wierzychowo (Górecki & Zawisza, 2011).

Dane koncesji	Nazwa obszaru:	Złotów-Zabartowo
	lokalizacja:	fragmenty bloków koncesyjnych 126, 127, 146, 147; na terenie następujących jednostek administracyjnych: Województwo: wielkopolskie Powiat: pilski gmina (% powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego) Kaczory (1,82%), Białośliwie (3,75%), Łobżenica (17,80%), Miasteczko Krajeńskie (0,12%), Wysoka (11,13%), Wyrzysk (9,78%) powiat: złotowski gmina Złotów (12,02%), Złotów m. (0,71%), Krajenka (11,04%), Lipka (0,52%), Zakrzewo (10,71%) województwo: kujawsko-pomorskie powiat: nakielski gmina: Mrocza (0,53%), Sadki (1,23%) powiat: sępoleński gmina: Sępólno Krajeńskie (3,31%), Więcbork (15,53%)
	typ	poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż
	czas obowiązywania:	koncesja na 10 lat w tym: faza poszukiwawcza - rozpoznawcza (5 lat), faza wydobywcza – po uzyskaniu decyzji inwestycyjnej
Udziały		zwycięzca przetargu (jednostka lub konsorcjum) – 100%
Powierzchnia [km ²]		1 070,01
Rodzaj złoża		złoża gazu zamkniętego; konwencjonalne złoża gazu ziemnego
Piętra strukturalne		dolnopaleozoiczne górnopaleozoiczne permo-mezozoiczne
Systemy naftowe		I - karbon i perm (czerwony spagowiec); II - cechsztyń (dolomit główny)
Skały zbiornikowe		I - piaskowce permu; II - utwory dolomitu głównego
Skały macierzyste		I - iłowce i mułowce dolnego karbonu; II - utwory dolomitu głównego
Skały uszczelniające		I - utwory ewaporatowe cechsztyń; skały ilaste w pakietach pomiędzy potencjalnie zbiornikowymi utworami czerwonego spagowca; II - utwory ewaporatowe cechsztyń
Miąższość nadkładu		>2000 m
Typ pułapki		I – karbon – stratygraficzne i tektoniczne, II – czerwony spagowiec – strukturalne, tektoniczne, litologiczne II – dolomit główny – litologiczno-facjalne, strukturalne
Złoża rozpoznane w pobliżu (GZ-gaz ziemny)		Wierzchow (GZ), odkryte w 1971 r., wydobyte kumulacyjne 514,02 mln m ³ (42 lata), w 2015 r. produkcja – brak, zasoby wydobywalne: gaz 10,78 mln m ³ , przemysłowe 10,69 mln m ³
Zrealizowane zdjęcia sejsmiczne [rejon], właściciel		1977 Więcbork–Żychlin (Skarb Państwa) 1980 Piła–Bydgoszcz (Skarb Państwa) 1981 Rejon Bydgoszczy (Skarb Państwa) 1985 Wałcz–Gołańcz (Skarb Państwa) 1987 Szczecinek–Złotów [Szczecinek–Łędyczek] (Skarb Państwa) 1986-1987 Szczecinek–Chojnice [Człuchów–Debrzno] (Skarb Państwa) 1988-1989 Białogard–Czarne–Wilcze [Okonek–Łędyczek] (PGNiG S.A.) 1986-1989 Opracowanie badań sejsmicznych w rejonie [Okonek] reinterpretacja (PGNiG S.A.) 1989 Białogard–Czarne–Wilcze [Chojnice–Kamień Krajeński] (PGNiG S.A.) 1989-1991 Białogard–Czarne–Wilcze [Debrzno–Złotów, Debrzno] (PGNiG S.A.) 1993 Białogard–Czarne–Wilcze [Tuchola–Wilcze, Sępólno Krajeńskie–Wilcze] (PGNiG S.A.) 1993 Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Bydgoszczy, arkusz 148, reinterpretacja (PGNiG S.A.) 1994 Białogard–Czarne–Wilcze [Człuchów–Debrzno–Zabartowo] (PGNiG S.A.) 1994 Białogard–Czarne–Wilcze [Debrzno–Złotów–Zabartowo] (PGNiG S.A.) 1976-1992 Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Czarne–Łędyczek i Czarne–Zabartowo w latach 1976-1992, interpretacja i reinterpretacja (PGNiG S.A.) 1974–1990 Temat: Regionalne Profile Zbiornicze, rejon: [Antyklinorium i synklinorium pomorskie], reinterpretacja: 1974–1990 (PGNiG S.A.) 1995 Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonach [Wałcz–Gołańcz i Chociwel–Czaplinek], reinterpretacja (PGNiG S.A.) 1996 Reinterpretacja sejsmicznych badań refleksyjnych na profilach GB-2 i 25-III-1982 (PGNiG S.A.) 1997 Kompleksowa interpretacja geofizyczno-geologiczna sejsmicznych badań refleksyjnych na profilach GB-2A, GB-2, GB-2B, 25-III-82 (PGNiG S.A.) 2004 Budowa litosfery północnej części Polski (obszar projektu Polonaise) na podstawie zintegrowanej analizy danych geofizycznych i geologicznych część 1 i 2 (Skarb Państwa)

Tabela 8.1. Karta informacyjna obszaru przetargowego Złotów-Zabartowo.

Otworki reperowe (MD)	Zabartowo 1 (4823,5 m); Zabartowo 2 (4569,6 m) Lipka 1 (4752,0 m)
Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej	Etap I (12 miesięcy) Powtórne przetworzenie i reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych 2D. Etap II (12 miesięcy) Wykonanie 100 km² badań sejsmicznych 3D lub 80 km profili 2D. Etap III (24 miesiące) Odwiercenie jednego otworu poszukiwawczego do głębokości końcowej 5000 m (TVD) wraz z kompletem pomiarów geofizycznych niezbędnych do interpretacji litologii, nasycenia oraz określenia parametrów petrofizycznych panujących w strefie złożowej, a także zabezpieczających bezpieczeństwo procesu wiercenia. Wykonanie testów w strefach złożowych oraz w przypadku dokonania odkrycia określenie parametrów produkowania ze złoża. Etap IV (12 miesięcy) Analiza uzyskanych danych.

Tabela 8.1. cd.

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- 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: 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: 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., Szydlak, T., 2007. Black shales of the Lower Carboniferous: source rocks of bitumen accumulations in the Western Pomerania area. *Prz. Geol.*, 55: 281–282.
- Białek, A., Mikosz, M., 1977. Dokumentacja sejsmicznych badań refleksyjnych temat: Więcbork–Żychlin profil 1-III-76 1976 r. NAG Warszawa (Inw. 44178,3525/202).
- Bochnia, N., Duda, W., 1969. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych na obszarze "Synklinorium Pomorskiego" obejmująca tematy: Bobolice-Tuchola 1968-69", "Synklinorium Pomorskie 1967-68", "Białogard-Koszalin-Bobolice, Antyklina Chojnic 1962". NAG Warszawa (Inw. 1538 Kat. 33/143).
- Botor, D., 2006. Jednowymiarowe modelowania procesów generowania węglowodorów. W: *Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spagowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce* (red. W. Górecki). Arch. ZSE-AGH Kraków.
- Botor, D., 2011. Modelowania 1-D procesów generowania gazu ziemnego w utworach karbońskich w głębokiej części polskiego basenu czerwonego spagowca. *Geologia*, 37: 503–516.
- 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. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 83: 353–383.
- Brochwicz-Lewiński, W., 1987. Stratygrafia i rozwój sedimentacji. Jura górna. *Prace Inst. Geol.*, 119: 123–131.
- Burzewski, W., Górecki, W., Maćkowski, T., Papiernik, B., Reicher, B., 2009. Prognostic gas reserves – undiscovered potential of gas in the Polish Rotliegend Basin. *Kwart. AGH Geologia*, 35: 123–128.
- CBDG 2016. Centralna Baza Danych Geologicznych. Litostratygrafia, Chronostratygrafia, Litologia, weryfikacja 2008. <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl>
- Cwojdzinski, S., Dziewińska, L., Jóźwiak, W., Młynarski, S., Pokorski J., Zientara P., Baziuk T., 1996. Reinterpretacja sejsmicznych badań refleksyjnych na profilach GB-2 i 25-III-1982. NAG Warszawa (Kat. 33/97).
- Dadlez, R., 1969. Stratygrafia liasu w Polsce Zachodniej. *Prace Inst. Geol.*, 57.
- 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. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dadlez, R., Kopik, J., 1972. Wybrane problemy stratygrafii i sedimentacji 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 : 1 000 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dayczak-Calikowska, K., 1987. Stratygrafia i rozwój sedimentacji. Jura środkowa. *Prace Inst. Geol.*, 119: 116–123.
- Dayczak-Calikowska, K., Moryc, W., 1988. Rozwój basenu sedimentacyjnego i paleotektonika jury środkowej na obszarze Polski. *Kwart. Geol.*, 32 (1): 117–136.
- Dąbrowski, S., Rynarzewski, W., Janiszewska, B., Straburzyńska-Janiszewska, R., Pawlak, A., Kopaniarz, J., Oleksiewicz, M., 2006. Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych (GZWP 138) Pradolina Toruń – Eberswalde (Noteć). NAG, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, nr CBDH 931619, nr inw. 1696/2007.
- Dąbrowski, S., Przybytek, J., Górski, J., 2007. Subregion Warty nizinny. W: B. Paczyński & A. Sadurski (red.) *Hydrogeologia regionalna Polski* (t. 1, s. 369–406). Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny.
- Dąbrowski, S., Rynarzewski, W., Zachaś-Janecka, J., Straburzyńska-Janiszewska, R., Filipiak, P., Flieger-Szymańska, M., Wesołowski, K., Janiszewska, B., Matusiak, M., Dąbrowska, M., Olejnik, Z., Kryszczyńska, I., Pawlak, A., Czerwińska, M., Sobolewska, A., Żerebiec-Chmielewska, A., Koślacz, R., Domańska, U., Koślacz, M., Koziołek, J., Robak, A., 2013. Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Gwdy. NAG, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, nr CBDH 1010362, nr inw. 5920/2013.
- Duda, W., Zdziarska, B., Wasiak, I., 1973. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych II etapu temat: Antyklinorium Pomorskie, 1972. NAG Warszawa (Inw. 1761 Kat. 32/158).
- Fedorowicz, A., Wierzbą, D., 1994. Opracowanie badań sejsmicznych w rejonie Człuchów-Debrzno-Zabartowo dla tematu Białogard-Czarne-Wilcze. NAG Warszawa (Kat. 283/94).
- Fedorowicz, A., Wierzbą, D., 1994. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Debrzno-Złotów-Zabartowo dla tematu Białogard-Czarne-Wilcze, woj. śląskie. NAG Warszawa (Kat. 1297/94).
- Fedorowicz, A., Wilk, W., 1989. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Człuchów-Debrzno przez PGNiG Toruń, temat: Szczecinek-Chojnice, w latach 1986–1987. NAG Warszawa (Inw. 39757, Kat. 43/205).
- Fedorowicz, A., Wilk, W., 1990. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Okonek-Lędyczek, temat: Białogard-Czarne-Wilcze w latach 1988–1989. NAG Warszawa (Kat. 73/91).
- Fedorowicz, A., Wilk, W., 1991. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Okonek w latach 1986–1989. Reinterpretacja. NAG Warszawa (Kat. 1020/91).
- Fedorowicz, A., Wilk, W., 1991. Opracowanie badań sejsmicznych na temacie: Białogard-Czarne-Wilcze w roku 1989 wykonanych w rejonie Chojnice-Kamień Krajeński. NAG Warszawa (Kat. 875/91).
- Fedorowicz, A., Wilk, W., 1992. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonach Tuchola-Wilcze, Sępólno Krajeńskie-Wilcze dla tematu Białogard-Czarne-Wilcze. NAG Warszawa (Kat. 1772/92).
- Feldman-Olszewska, A., 1997. Depositional systems and cyclicity in the intracratonic Early Jurassic basin in Poland. *Geol. Quart.*, 41 (4): 475–490.
- Franczyk, M., 1987. Stratygrafia i rozwój sedimentacji. Jura dolna. *Prace Inst. Geol.*, 119: 111–116.
- Gajewska, I., 1987. Wapień muszlowy i kajper. *Prace Inst. Geol.*, 119: 93–102.
- Gaupp, R.I., Batten, D.J., 1985. Maturation of organic matter in Cretaceous strata of the Northern Calcareous Alp. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, (3): 157–175.
- Gondek, B., 1980. Geochemia n-alkanów występujących w skałach osadowych Niżu Polskiego. *Prace Inst. Geol.*, 47: 1–43.
- Górecka-Nowak, A., 2007. Palynological constraints on the age of Carboniferous clastic succession of western Poland. *Geol. Quart.*, 51: 39–56.
- Górecki, W. (red.), 2006. Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim. Formacje Mezozoiku. AGH, Kraków.
- Górecki, W., Zawisza, L., 2011. Ocena stopnia rozpoznania polskich basenów naftowych. Zad. 1A. Basen czerwonego spagowca wraz z wapieniem cechsztyńskim. NAG Warszawa (Inw. 4182/2012).
- Górska, W., 1994. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Czarne-Lędyczek i Czarne-Zabartowo w latach

- 1976–1992, interpretacja i reinterpretacja. NAG Warszawa (Kat. 1301/94).
- 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. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 413: 5–80.
- Grotek, I., 2006. Thermal maturity of organic matter from the sedimentary cover deposits from Pomeranian part of the TESZ. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 186: 253–269.
- Grzesik, H., 1980. Dokumentacja badań sejsmicznych refleksyjnych, temat: Piła–Bydgoszcz, rok 1979/80. NAG Warszawa (Kat. 43/243).
- Hannes, A., Kuchciński, J., 1971. Dokumentacja geologicznej złoża gazu ziemnego Wierzchowo. NAG Warszawa (nr 9033 CUG).
- Iwanow, A., 1998. Paleogeografia późnego piaskowca pstrego, wapienia muszlowego, kajpru i retyku. Tablice 15–19, 22–26. W: *Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce* (red. R. Dadlez, S. Marek & J. Pokorski). Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.
- Iwanow, A., Kiersnowski, H., 1998. Paleogeografia wczesnego i środkowego piaskowca pstrego. Tablice 11–13. W: *Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce* (red. R. Dadlez, S. Marek & J. Pokorski). Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.
- Kachnic, M., Kotowski, T., 2004a. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Złotów (0238), wersja cyfrowa.
- Kachnic, J., Kotowski, T., 2004b. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Wysoka (0276), wersja cyfrowa.
- Kaleta, B., Szpinalska, S., Wróbel, K., 1985. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych na terenie Wałcz–Gołańcz. NAG Warszawa (Inw. 33857, Kat. 43/199).
- Karaczun, M., Karaczun, K., 1978. Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, 1:200 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Karaczun, K., Karaczun, M., Bilińska, M., Uhrynowski, A., 1978. Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, 1:500 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Karnkowski, P., 1993. Złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce, T. 1. Niż Polski, Wyd. GEOS, Kraków.
- Karnkowski, P.H., 1997. Baseny sedimentacyjne a prowincje naftowe Polski – zarys problematyki. *Prz. Geol.*, 45 (10): 989–995.
- Karnkowski, P.H., 1999. Origin and evolution of the Polish Rotliegend Basin. *Polish Geol. Inst. Spec. Papers*, 3: 1–93.
- Karnkowski, P.H., 2007. Petroleum provinces in Poland. *Prz. Geol.*, 55 (12/1): 1061–1067.
- Karnkowski, P.H., 2008. Regionalizacja tektoniczna Polski – Niż Polski. *Prz. Geol.*, 56 (10): 895–903.
- Kiersnowski, H., Buniak, A., 2006. Evolution of the Rotliegend Basin of northwestern Poland. *Geol. Quart.*, 50: 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. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- Kondracki, J., 2013. Geografia regionalna Polski. PWN.
- Koperski, M., 1995. Dokumentacja wynikowa odwiertu poszukiwawczego Lipka-1. PGNiG, Piła. NAG, nr inw. 133701.
- 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., Paprocki, A., 1997. Półszczegółowe badania magnetyczne T Polski zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej, 1996–1997. NAG Warszawa (Inw. 812/98; Inw. 338/98).
- 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: 1025–1036.
- Kotarba, M.J., Piela, J., Żońcierczuk, T., 1992. Origin of gas accumulations in the Permian–Carboniferous traps of the Paproć field based on isotopic data. *Prz. Geol.*, 40: 260–263.
- 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., 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.
- Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, 2010. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, dokument elektroniczny: <http://geoportal.kzgw.gov.pl/imap/>, stan na dzień 28.10.2016.
- Królikowski, C., Petecki, Z., 1995. Atlas grawimetryczny Polski. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Krzywiec, P., 2002. Mid-Polish Trough inversion – Seismic examples, main mechanisms and its relationship to the Alpine-Carpathian collision. *Stephan Mueller Spec. Publ. Ser.*, 1: 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.
- Krzywiec, P., Bakun-Czubarow, N., Cymmerman, Z., Dąbrowski, M., Gagała, Ł., Grad, A., Guterch, A., Jarosiński, M., Kleszcz, T., Kobylarski, M., Krotkiewski, M., Królikowski, C., Majorowicz, J., Mazur, S., Petecki, Z., Pietsch, K., Polechońska, O., Puziewicz, J., Szczypa, S., Wróbel, G., Wróblewska, M., Wybraniec, S., Żółtowski, Z., Żuk, Z., 2004. Budowa litosfery północnej części Polski (obszar projektu Polonaise) na podstawie zintegrowanej analizy danych geofizycznych i geologicznych część 1 i 2. NAG Warszawa (Kat. 1674/2004).
- 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.
- Kwiatkowska, L., Grzesik, H., 1981. Dokumentacja badań sejsmicznych refleksyjnych temat: Rejon Bydgoszczy rok badań 1980. NAG Warszawa (Inw. 45488, Kat. 43/192).
- Lech, I., 1975. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Zabartowo-1. PPNiG, Piła. NAG, nr inw. 119953.
- Lech, I., 1976. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego: Zabartowo-2. PPN, Piła. NAG, nr inw. 122665.
- Lech, S., 2001. Mapa geologiczno-strukturalna podłoża permu Pomorza. Archiwum PGNiG, Piła.
- Lech, S., 2013. Mapa geologiczno-strukturalna podłoża permu Pomorza. Szejka nr 4 (110).
- Lisowski, K., Musiatowicz, M., 1991. Dokumentacja częściowa półszczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Antyklinorium i synklinorium pomorskie rejon: Szczecinek–Wilcze, 1989–1990. NAG Warszawa (Kat. G-586 PBG).
- Lubowiecki, W., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Więcbork (0239), wersja cyfrowa.
- Lubowiecki, W., 2002. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Łobżenica (0277), wersja cyfrowa.
- Maćkowski, T., Reicher, B., 2006. Przestrzenne modelowania procesu generowania, ekspulsji i symulacji migracji węglowodorów. W: *Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce* (red. W. Górecki). Arch. ZSE-AGH Kraków.
- 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. In: *Prognostic resources and*

- undiscovered natural gas potential of Rotliegend and Zechstein Limestone deposits in Poland, Part 5 (red. W. Górecki): 1–86. Unpublished report of the project no. 562/2005/Wn-06/FG-sm-tx/D funded by Ministry of Environment of Poland in 2005–2008. Department of Fossil Fuels, Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, AGH UST, Kraków.
- 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.*, 36 (4): 230–234.
- Marek, S., Pajchłowa, M. (red.), 1997. Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 153.
- Matyasik, I., 1998. Geochemical characteristics of the Carboniferous source rock in the selected boreholes in the Radom–Lublin and Pomerania areas. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 165: 215–226.
- Mazur, S., Scheck-Wenderoth, M., Krzywiec, P., 2005. Different modes of inversion in the German and Polish basins. *Int. J. Earth Sci.*, 94: 782–798.
- Miłaczewski, L., 1987. Dewon. *Stratygrafia i charakterystyka litologiczna*. *Prace Inst. Geol.*, 119: 16–21.
- Młynarski, S., 1996. Aneks nr 1 do tematu: Reinterpretacja sejsmicznych badań refleksyjnych na profilach GB-2 i 25-III-82. (Kat. 3071/2012).
- Młynarski, S., Cwojdzński, S., Dziewińska, L., Jóźwiak, W., Królikowski, C., Petecki, Z., Pokorski, J., Zientara, P., 1997. Kompleksowa interpretacja geofizyczno-geologiczna sejsmicznych badań refleksyjnych na profilach GB-2A, GB-2, GB-2B, 25-III-82. NAG Warszawa (Kat. 697/98).
- Mularczyk, A., Pyzik, M., 1984. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Wierzchowo. Dodatek nr 1. NAG Warszawa (nr 15111 CUG).
- Musiatawicz, M., Ostrowski, C., 1993. Dokumentacja końcowa półszczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Antyklinorium i synklinorium pomorskie rejon: Szczecinek–Wilcze, 1989–1992. NAG Warszawa (Inw. 4376/2013 Kat. G-593 PBG).
- Narwojsz, A., Narwojsz, M., Rabek, W., Jaworska-Szulc, B., Gomuła-Kawęcka, A., Odoj, M., 2015. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych GZWP nr 133 zbiornik międzymorenowy Młotkowo. NAG, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, nr CBDH 1046769, nr inw. 599/2016.
- Nowak, G., 2003. Petrologia materii organicznej rozproszonej w osadach późnopaleozoicznych SW Polski. *Cuprum*, 29: 1–221.
- Nowak J., 2010. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Wierzchowo w kat. B. Dodatek nr 3. NAG Warszawa (Inw. 7643/2010).
- Okulus, H., Wojaś, A., 1979. Dokumentacja kompleksowych badań geofizycznych, temat: Więcbork, rok badań 1979 (dokumentacja przejściowa). NAG Warszawa (Inw. 45234 Kat. 3525/240).
- Okulus, H., Oniszk, M., Welsz, L., Wojaś, A., 1983. Dokumentacja kompleksowych badań geofizycznych. Temat: Więcbork, rok badań 1981–1982. NAG Warszawa (Inw. 46070 Kat. 3525/241).
- Ostrowska, K., Pisula, M., 1991. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych dla tematu: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza 1990 rok. NAG Warszawa (Inw. 1281/91).
- Paczyński, B., 2007. Podstawy regionalizacji hydrogeologicznej. W: B. Paczyński & A. Sadurski (red.) *Hydrogeologia regionalna Polski* (t. 1, s. 56–69). Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny.
- Pergól, 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.
- Peryt, T.M., 1992. Debris-flow deposits in the Zechstein (Upper Permian) Main Dolomite of Poland: significance for the evolution of the basin. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 185: 1–19.
- Petecki, Z., Polechońska, O., Cieśla, E., Wybraniec, S., 2003. Mapa magnetyczna Polski. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Peters, K.E., 1986. Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis. *AAPG Bulletin*, 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. In: J.C. Doornenbal & A.G. Stevenson (red.), *Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area*. EAGE Publications, Houten, pp. 225–253.
- Pomianowska, H., 2004. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Krajenka (0275), wersja cyfrowa.
- Poprawa, P., Kiersnowski, H., 2010. Tight gas reservoirs in Poland. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 439: 173–180.
- Pożaryski, W., Brochwic-Lewiński, W., 1978. On the Polish Trough. *Geol. Mijnbouw*, 57: 545–557.
- Pożaryski, W., Grocholski, A., Tomczyk, H., Karnkowski, P., Moryc, W., 1992. Mapa tektoniczna Polski w epoce waryscyjskiej. *Prz. Geol.*, 40: 643–651.
- Reczek, J., Kruk, B., 1970. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Antyklinorium Pomorskie, 1969. NAG Warszawa (Inw. 1537 Kat. 32/142).
- Rodzoch, A., Muter, K., Treichel, W., Lepianko, A., Falba, Z., Zadykowicz, N., 2001. Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Brdy. NAG, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, nr CBDH 395449, nr inw. 250/2002.
- 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.
- Seedhouse, J., Burley, S., Wakefield, M., 1996. Porosity evolution in aeolian Rotliegend sandstones from the Polish Central Trough. *British Gas. Niepublikowany raport*. NAG Warszawa (Inw. 5380/2006).
- Skrzypczyk, L. (red.), 2004. Mapa głównych zbiorników wód podziemnych (według stanu CAG z dnia 31 marca 2004 r.). Centralne Archiwum Geologiczne. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Soćko, A., Szczypa, S., 1979. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 25 – Piła, 1979. NAG Warszawa (Kat. N33-XXIX/6).
- Soćko, A., Szczypa, S., 1980. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 26 – Nakło, 1979. NAG Warszawa (Kat. N33-XXX/6).
- Stach, E., Mackowsky, M.Th., Teichmüller, M., Taylor, G.H., Chandra, D., Teichmüller, R., 1982. *Stach's textbook of coal petrology*. Gebrüder Borntraeger, Stuttgart, 535 s.
- Stephenson, R.A., Narkiewicz, M., Dadlez, R., Jvan-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. *Sediment. Geol.*, 156: 59–70.
- Strczyński, A., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Szamocin (0315), wersja cyfrowa.
- Szymańska, E., Kapuściński, J., Hulboj, A., Nowak, K., Furmanowska, A., 2011. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszaru ochronnego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 125 Wałcz – Piła. NAG, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, nr CBDH 985233, nr inw. 7323/2011.
- Szyperko-Teller, A., 1987. Trias dolny. *Prace Inst. Geol.*, 119: 81–93.
- Śliwiński, Z., Antonowicz, L., Iwanowska, E., Malinowski, M., Grad, M., Guterch, G., Keller, G.R., Takács, E. and Working Group:

- Czuba, W., Środa, P., Hegedfs, E., Fancsik, T., Kovác, A.C., Kutek, P., 2006. Interpretacja zasięgu eksternidów waryscyjskich na eksperymentalnym profilu sejsmicznym GRUNDY 2003. *Prz. Geol.*, 54 (1): 45–50.
- Świerczewska, J., Wnuk, Z., 1995. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonach Wałcz-Gołańcz i Chociwel-Czaplinek, reinterpretacja. NAG Warszawa (Kat. 260/96).
- Taylor, G.H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R., Robert, P., 1998. *Organic Petrology*. Gebruder Borntraeger, Berlin–Stuttgart, 349 s.
- Wagner, R., 1994. Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 146.
- Wagner, R., Peryt, T.M., 1997. Possibility of sequence stratigraphic subdivision of the Zechstein in the Polish Basin. *Geol. Quart.*, 41 (4): 457–474.
- Wagner, R., Grudzień, T., Skowroński, L., 1999. Stratygraficzna baza danych permu z północnej Polski. NAG, Warszawa (Inw. 2389/99).
- Waluszko, W., Pasierowska, B., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Wyrzysk (0316), wersja cyfrowa.
- Wasiak, J., 1990. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych; temat: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza – 1989 r. NAG Warszawa (Kat. G-570 Arch. Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa).
- Węgrzyn, A., Żerebiec-Chmielewska, A., Nowakowski, C., Sobolewska, A., Woźniak, M., Grzebulska, B., Nowicki, K., Sopel, Ł., Traczyk, T., Hajdas, M., 2013. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanowieniem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 127 – Subzbiornik Złotów–Piła–Strzelce Krajeńskie. NAG, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, nr CBDH 1016298, nr inw. 1724/2014.
- Wierzba, D., 1992. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonach Debrzno-Złotów, Debrzno dla tematu Białogard-Czarne-Wilcze w latach 1989-1991. NAG Warszawa (Kat. 737/92).
- Wierzba, D., Zarzycka, K., Kalisz, T., 1987. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Szczecinek–Łędynek, temat: Szczecinek–Złotów, rok 1987. (Inw. 39846, Kat. 3423/230).
- Witkowski, A., 1979. Geologia i ropo-gazoność utworów starszego paleozoiku Pomorza i Bałtyku Południowego. *Prz. Geol.*, 37 (3): 117–124.
- Wolnowski, T., 1974. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego: Złotów-2. PGNiG S.A., Warszawa (SW/SZ/345).
- Wójcicki, A., Kiersnowski, H., Dyrka, I., Adamczak-Biały, T., Becker, A., Gluszyński, 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 związanych skałach zbiornikowych Polski. PIG-PIB, Warszawa.
- Zadania Państwowej Służby Hydrogeologicznej w 2009 r. Zadanie 28: Charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna zweryfikowanych JCWPd. Praca zbiorowa, Nowicki Z. (red.), 2009 – Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, materiały niepublikowane.
- Zamojski, J., Solawa, W., Jabłoński, E., 1987. Projekt badań sejsmicznych w rejonie: Białogard, Czarne, Wilcze na lata 1988–1990 (Antyklinorium i Synklinorium Pomorskie). NAG Warszawa (Inw. 16444).
- Zarzyka, K., 1993. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Bydgoszczy, arkusz 148, reinterpretacja. NAG Warszawa (Kat. 918/93).
- Zarzyka, K., 1994. Temat: Regionalne Profile Zbiorcze, rejon: Antyklinorium i synklinorium pomorskie, reinterpretacja: 1974 – 1990. NAG Warszawa (Kat. 1950/2008).
- Ziółkowski, M., 2004. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Śmiłowo (0314), wersja cyfrowa.
- Zoła, K., 1998. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Wierzchowo. Dodatek nr 2. NAG Warszawa (Inw. 592/99).
- Zydorczak-Solawa, W., Łomnicki, R., 1991. Aneks nr 1 do projektu badań sejsmicznych na terenie: Białogard–Czarne–Wilcze. NAG Warszawa (Kat. 753/92).
- Żelaźniewicz, A., Aleksandrowski, P., Buła, Z., Karnkowski, P.H., Konon, A., Oszczyk, N., Ślaczka, A., Żaba, J., Żyto, K., 2011. Regionalizacja Tektoniczna Polski. KNG PAN, Wrocław.
- Żelichowski, A.M., 1987. Karbon. Ogólna charakterystyka stratygraficzna. *Prace Inst. Geol.*, 119: 46–48.
- Żelichowski, A.M., Łoszevska, Z., 1987. Karbon. Stratygrafia i charakterystyka litologiczno-petrograficzna. *Prace Inst. Geol.*, 119: 26–46.

PROFIL ZBIORCZY ODWIERTU ZABARTOWO 1

SKALA: 1:4000

WOJEWÓDZTWO: KUJAWSKO-POMORSKIE
WIERCENIE ROZPOCZĘTO: 01.12.1973 r.
WIERCENIE ZAKOŃCZONO: 30.09.1974 r.
GŁĘBOKOŚĆ KOŃCOWA: 4823,5 m

SZEROKOŚĆ: 54° 18' 30,89"
DŁUGOŚĆ: 17° 24' 15,24"
PL 1992 X: 606012,92
PL 1992 Y: 393708,424
WYSOKOŚĆ N.P.M. 110,0 m

