



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

**Ocena perspektywiczności geologicznej Polski pod względem możliwości
odkrycia nowych złóż węglowodorów oraz przygotowanie materiałów
na potrzeby postępowań prowadzonych
w celu udzielenia koncesji węglowodorowych – etap IV.**

UMOWA NFOŚiGW nr 307/2021/Wn-07/FG-sm-dn/D z dnia 21.04.2021 r.
Zadanie 22.5004.2101.00.1

**Pakiet danych geologicznych do postępowania
przetargowego na poszukiwanie i rozpoznawanie
złóż ropy naftowej i gazu ziemnego
oraz wydobywanie ropy naftowej i gazu ziemnego ze złóż**

Obszar przetargowy
Gostyń

Opracował:
Zespół pod kierunkiem
dr. Krystiana WÓJCIKA



NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

Warszawa, 2024 r.

Skład zespołu

dr Krystian WÓJCIK – kierownik zespołu

mgr Dariusz BRZEZIŃSKI

mgr inż. Joanna FABIAŃCZYK

dr Anna GRYCZKO-GOSTYŃSKA

mgr Marzena JARMUŁOWICZ-SIEKIERA

dr Marek JASIONOWSKI

mgr Anna KALINOWSKA

dr Hubert KIERSNOWSKI

mgr inż. Sylwia KIJEWSKA

mgr Aleksandra KŁOS

mgr Przemysław KOWALSKI

dr Olimpia KOZŁOWSKA

mgr Marcin ŁOJEK

mgr inż. Barbara MASSALSKA

mgr inż. Wojciech MIŚKIEWICZ

dr inż. Tomasz OLSZAK

mgr Elżbieta PRZYTUŁA

dr inż. Olga ROSOWIECKA

mgr Joanna ROSZKOWSKA-REMIN

inż. Leszek SKOWROŃSKI

mgr Marcin TYMIŃSKI

mgr inż. Dorota WĘGLARZ

mgr inż. Michał WOROSZKIEWICZ

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego Gostyń został przygotowany w ramach umowy z NFOŚiGW na realizację zadania pn. „Ocena perspektywiczności geologicznej Polski pod względem możliwości odkrycia nowych złóż węglowodorów oraz przygotowanie materiałów na potrzeby postępowań prowadzonych w celu udzielenia koncesji węglowodorowych – etap IV”. Zgodnie z art. 49.f Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 roku Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2011 Nr 163 poz. 981; t.j. Dz.U. z 2023 r. poz. 633, 1688) obszary przeznaczone do postępowania przetargowego ustala organ koncesyjny we współpracy z państwową służbą geologiczną. Obszar przetargowy Gostyń został wskazany do przetargu przez Ministra Klimatu i Środowiska na podstawie „Ogłoszenia o granicach przestrzeni, dla których planowane jest wszczęcie postępowania przetargowego na koncesje na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż w 2023 r. (7 runda przetargowa)” z dnia 24 czerwca 2022 r. (pismo znak: DGK-WK-I.763.18.2022.JS).

Dane o budowie geologicznej i potencjale złożowym obszaru przetargowego Gostyń obejmują informację geologiczną będącą własnością Skarbu Państwa, dostępną w zasobach Narodowego Archiwum Geologicznego PIG-PIB oraz w ogólnodostępnych publikacjach naukowych. Źródła zamieszczonych informacji są zawarte w końcowej części pakietu danych geologicznych. Dane źródłowe, dotyczące w szczególności sejsmiki 2D i 3D, a także wyniki badań przeprowadzonych w otworach wiertniczych, karotaże oraz wyniki innych analiz istotnych z punktu widzenia poszukiwań naftowych, wraz z ich wyceną, zostały zebrane i będą dostępne do wglądu w ramach „data roomu”, zorganizowanego w Czytelni Narodowego Archiwum Geologicznego w Warszawie w trakcie trwania 7. rundy przetargowej.

Spis treści

1. WSTĘP.....	5
<i>Aleksandra Kłos, Olimpia Kozłowska, Krystian Wójcik</i>	
1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM	5
1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE	8
2. BUDOWA GEOLOGICZNA	12
<i>Anna Gryczko-Gostyńska, Marzena Jarmułowicz-Siekiera, Marek Jasionowski, Hubert Kiersnowski, Marcin Łojek, Elżbieta Przytuła, Joanna Roszkowska-Remin, Dorota Węglarz</i>	
2.1. OGÓLNY ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ	12
2.2. TEKTONIKA.....	15
2.3. STRATYGRAFIA	18
2.3.1. KARBON.....	18
2.3.2. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC	19
2.3.3. PERM – CECHSZTYN	23
2.3.4. TRIAS	44
2.3.5. JURA.....	45
2.3.6. KENOZOIK	46
2.4. HYDROGEOLOGIA.....	47
3. SYSTEM NAFTOWY	59
<i>Barbara Massalska, Krystian Wójcik</i>	
3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA NAFTOWA OBSZARU PRZETARGOWEGO	59
3.2. SKAŁY MACIERZYSTE	60
3.3. SKAŁY ZBIORNIKOWE	63
3.4. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE I NADKŁADU	70
3.5. GENERACJA, MIGRACJA, AKUMULACJA I PUŁAPKI WĘGLOWODORÓW	70
4. CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW.....	73
<i>Dariusz Brzeziński, Joanna Fabiańczyk, Anna Kalinowska, Przemysław Kowalski, Wojciech Miśkiewicz, Marcin Tymiński, Michał Woroszkiewicz</i>	
4.1. ZŁOŻA WĘGLOWODORÓW W GRANICACH OBSZARU PRZETARGOWEGO.....	73
4.2. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO KĄKOLEWO	75
4.3. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO ŻAKOWO	79
5. OTWORY WIERTNICZE.....	86
<i>Krystian Wójcik, Leszek Skowroński</i>	
5.1. INFORMACJE OGÓLNE	86
5.2. BUŁAKÓW 1	88
5.3. BUŁAKÓW-2.....	91
5.4. FRANKOWO 1.....	93
5.5. KĄKOLEWO 1.....	98

5.6. KĄKOLEWO 2.....	101
5.7. KĄKOLEWO 4.....	105
5.8. KOBYLIN-1	107
5.9. POGORZELA 1	109
5.10. POGORZELA 2	111
5.11. POGORZELA 4.....	113
5.12. POGORZELA 7.....	116
5.13. RUSKO-1	119
5.14. SIEDMIOROGÓW-1.....	120
5.15. ŚWIĘCIECHOWA 1	121
5.16. ŚWIĘCIECHOWA 2	123
5.17. ŻAKOWO 1	126
5.18. ŻAKOWO 2.....	130
5.19. ŻAKOWO 3.....	131
5.20. ŻAKOWO 4.....	134
5.21. ŻAKOWO 5.....	137
5.22. ŻAKOWO 6.....	139
5.23. ŻAKOWO 7.....	142
5.24. ŻAKOWO 9.....	143
 6. SEJSMIKA.....	 146
<i>Sylwia Kijewska</i>	
 7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE, MAGNETYCZNE I MAGNETOTELLURYCZNE.....	 153
<i>Tomasz Olszak, Olga Rosowiecka</i>	
7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE	153
7.2. BADANIA MAGNETYCZNE.....	156
7.3. BADANIA MAGNETOTELLURYCZNE.....	159
 8. PODSUMOWANIE.....	 160
 9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE.....	 162

1. WSTĘP

1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy Gostyń ma powierzchnię 916,92 km² i obejmuje fragmenty bloków koncesyjnych na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oznaczonych numerami 245, 246 i 247 (Fig. 1.1). Koordynaty geograficzne punktów załamania granic obszaru przetargowego są podane w Tab. 1.1, a położenie tych punktów ilustruje Fig. 1.2.

Nr punktu	Współrzędne PL-92	
	X	Y
1	458612,86	329000,37
2	449098,43	390925,24
3	434350,20	388236,63
4	435825,17	379052,82
5	436042,65	379058,04
6	436084,28	377442,15
7	444253,75	327199,72

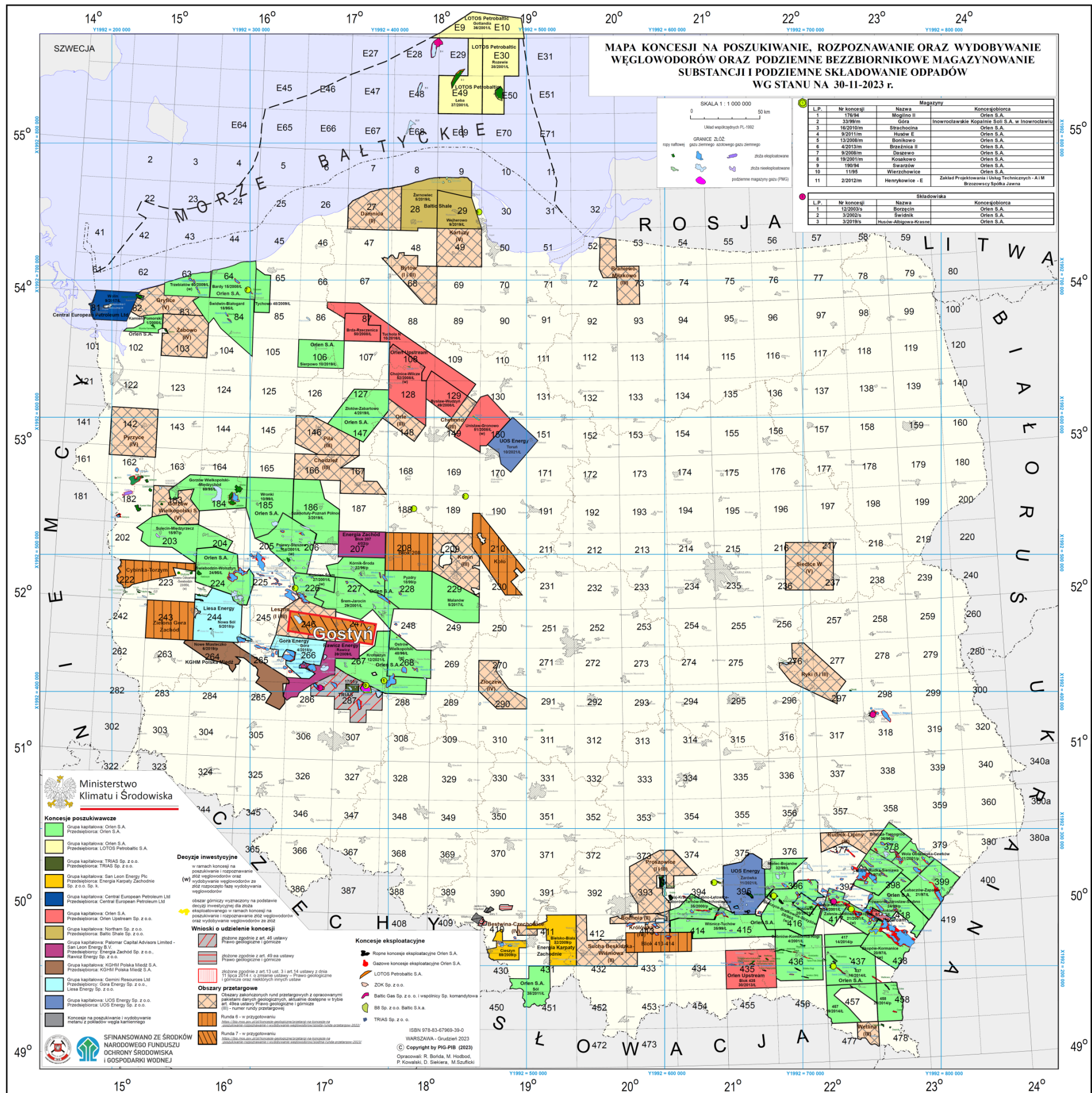
Tab. 1.1. Współrzędne punktów załamania granic obszaru przetargowego Gostyń.

Do listopada 2014 roku zachodnia część obszaru przetargowego (odpowiadająca blokom 245 i 246) była objęta koncesją na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów Leszno nr 65/2008/p, której operatorem był FX Energy Poland. Później wchodziła w skład obszaru przetargowego Leszno, dedykowanego do I oraz III rundy przetargów na koncesje węglowodorowe w Polsce. Wschodnia część obszaru przetargowego Gostyń (odpowiadająca blokowi 247), była do sierpnia 2015 roku objęta koncesjami na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów Jarczewo-Pogorzela nr 28/2001/p oraz w mniejszym zakresie Czatkowice nr 9/2008/p i Pakosław-Krotoszyn nr 42/98/p, których operatorem był PGNiG S.A.

Obecnie obszar Gostyń sąsiaduje bezpośrednio od południa z koncesją na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż Rawicz nr 39/2009/Ł, której operatorem jest Rawicz Energy Sp. z o.o. (Fig. 1.1). W sąsiedztwie występują też koncesje Śrem-Jarocin nr 29/2001/Ł oraz Krotoszyn nr 12/2021/Ł, których operatorem jest ORLEN S.A., choć nie przylegają one bezpośrednio do obszaru przetargowego.

Obszar przetargowy Gostyń jest dedykowany poszukiwaniom konwencjonalnych złóż węglowodorów w utworach permu/cechsztynu – dolomitu głównego i wapienia cechsztyńskiego, permu/czerwonego spągowca oraz konwencjonalnych i niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w otworach dolnego karbonu. Obszar przetargowy jest też dedykowany zagospodarowaniu dwóch złóż gazu ziemnego udokumentowanych w utworach dolomitu głównego – Żakowo i Kąkolewo.

→**Fig. 1.1.** Położenie obszaru przetargowego Gostyń na mapie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie węglowodorów oraz podziemne bezzbiornikowe magazynowanie substancji i podziemne składowanie odpadów wg stanu na 30.11.2023 r.



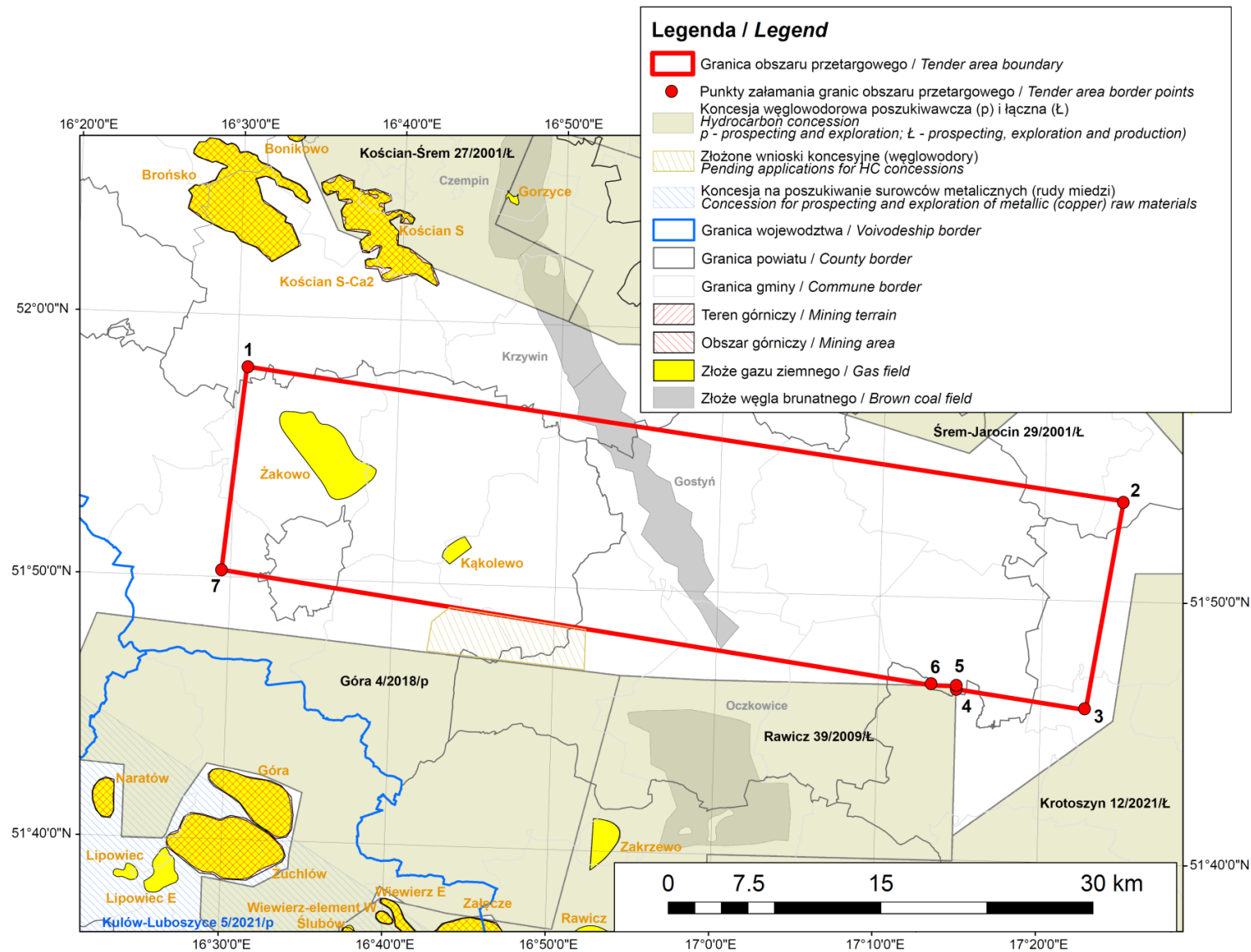


Fig. 1.2. Punkty załamania granic oraz pozycja obszaru przetargowego Gostyń względem sąsiednich koncesji geologicznych (według stanu na 30.11.2023 r.), złóż objętych własnością górniczą oraz terenów i obszarów górniczych.

1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO GOSTYŃ				
1.	LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE	Nazwa i numer arkusza mapy w skali 1 : 50 000	578 Świąciechowa (Bukowiec Górny), 579 Leszno, 580 Krzywiń, 581 Gostyń, 582 Jaraczewo, 615 Wschowa, 616 Góra, 617 Poniec, 618 Kobylin, 619 Krotoszyn	
2.	POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE	Województwo	wielkopolskie	
		Powiat	kościański	
		Gmina i % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	Śmigiel (0,26%), Krzywiń (1,10%)	
		Powiat	jarociński	
		Gmina	Jaraczewo (1,25%), Jarocin (0,39%)	
		Powiat	leszczyński	
		Gmina	Lipno (9,96%), Osieczna (12,80%), Krzemieniewo (11,25%), Świącie- chowa (1,47%), Rydzyna (2,19%),	
		Powiat	Leszno	
		Gmina	Leszno (2,47%)	
		Powiat	gostyński	
		Gmina	Gostyń (12,28%), Piaski (10,70%), Borek Wielkopolski (7,77%), Poniec (3,84%), Krobica (3,04%), Pępowo (2,38%), Pogorzela (9,73%)	
		Powiat	krotoszyński	
		Gmina	Koźmin Wielkopolski (6,13%), Krotoszyn (0,65%), Kobylin (0,34%)	
3.	REGIONALIZACJA FIZYCZNO-GEOGRAFICZNA (WG KONDRACKIEGO, 2013 ORAZ SOŁONA i in., 2018)	Makroregion	Pojezierze Leszczyńskie (315.8)	
		Mezoregion	Pojezierze Krzywińskie (315.82)	
		Makroregion	Nizina Południowowielkopolska (318.1-2)	
		Mezoregion	Wysoczyzna Leszczyńska (318.11) Wysoczyzna Kaliska (318.12)	
4.	WSPÓLRZĘDNE PUNKTÓW WYZNACZAJĄCYCH GRANICE OBSZARU PRZETARGOWEGO	układ PL-1992 [X; Y]	458612,86	329000,37
			449098,43	390925,24
			434350,20	388236,63
			435825,17	379052,82
			436042,65	379058,04
			436084,28	377442,15
			444253,75	327199,72
5.	POW. OBSZARU PRZETARGOWEGO	[km ²]	916,92	
6.	CEL KONCESJI		poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż	
7.	WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ		perm (dolomit główny, wapień cechsztyński, czerwony spągowiec), karbon dolny	
8.	PRZYRODNICZE OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE:	[tak/ nie] jeśli „tak” to: nazwa obsza- ru oraz % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego		
	Parki Narodowe		Nie	
	Rezerваты		Pępowo (0,01%), Czerwona Róża (0,006%), Ostoja żółtwa błotnego (0,004%), Torfowisko Źródłiskowe w Gostyniu Starym (0,004%), Bo- dzewko (0,001%), Dolinka (0,002%)	
	Parki Krajobrazowe		Nie	
	Obszary chronionego krajobrazu		Kompleks leśny Śmigiel-	

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO GOSTYŃ			
			Święciechowa (4,09 %), Krzywińsko- Osiecki wraz z zadrzewieniami generała Dezyderego Chłapowskiego i kompleksem leśnym Osieczna-Góra (26,03 %)
	Natura 2000 – SOO		PLH300014 Zachodnie Pojezierze Krzywińskie (5,71 %)
	Natura 2000 – OSO		PLB300005 Zbiornik Wonieść (1,05 %)
	Zespoły przyrodniczo- -krajobrazowe		Nie
	Użytki ekologiczne		2
	Pomniki przyrody	[tak (ilość)/ nie]	73 (w tym 199 obiektów)
	Stanowiska dokumentacyjne		nie
9.	GLEBY CHRONIONE	[tak/ nie]	tak
10.	KOMPLEKSY LEŚNE	[tak/ nie]	tak
11.	LASY OCHRONNE	[tak (powierzchnia,% po- wierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetar- gowego)/ nie]	126,5 km ² (13,8 %)
12.	OBIEKTY DZIEDZICTWA KULTUROWEGO Zabytki archeologiczne	[tak (ilość)/ nie]	
		Grodzisko	16
		Osada	13
		Cmentarzysko	4
		inne	2
13.	GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH	[tak (numer, nazwa i wiek zbiornika)/ nie]	305 Zbiornik międzymorenowy Leszno, Q ; 307 Sandr Leszno, Q; 308 Zbiornik międzymorenowy rzeki Kani, Q
14.	STREFY OCHRONNE UJEĆ WODY	[tak/ nie]	tak
15.	STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ	[tak/ nie]	nie
16.	TERENY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI	[tak/ nie]	nie
17.	UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (kruszywa naturalne, węgle bru- natne, gaz ziemny, surowce ilaste ceramiki budowlanej, kreda jeziorna i gytia)
18.	OBSZARY PROGNOSTYCZNE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN (z wyłączeniem węglowodorów)	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (piaski, piaski i żwiry, torfy, sole kamienne, węgiel brunatny, rudy złota, gliny o różnym zastosowaniu)
19.	SIECI PRZESYŁOWE GAZU	[tak/ nie]	tak
20.	PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU	[tak/ nie]	nie
21.	DATA WYPEŁNIENIA KARTY	07.03.2023 r.	
22.	ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH	Aleksandra Kłos	

Tab. 1.3. Karta uwarunkowań środowiskowych obszaru przetargowego Gostyń.

→Fig. 1.3. Mapa środowiskowa obszaru Gostyń.

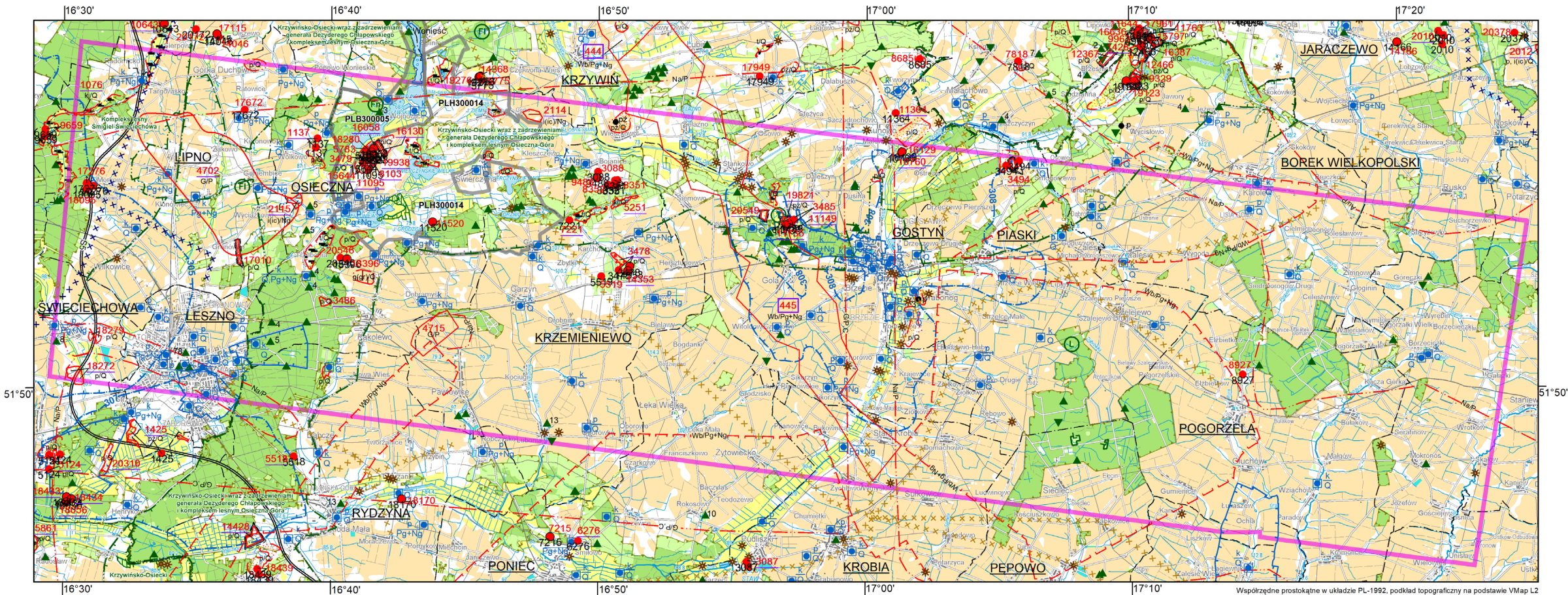
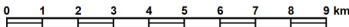


Mapa środowiskowa obszaru GOSTYŃ

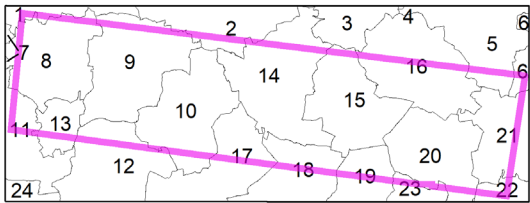
Environmental Map of the GOSTYŃ area



skala 1:125 000
scale 1:125 000



Położenie obszaru przetargowego Gostyń
na tle podziału administracyjnego
Location of tender area on administrative division map



Copyright by PIG-PIB, Warszawa 2022

woj. WIELKOPOLSKIE
powiat Kościański
1 - gm. Smigiel
2 - gm. Krzywiń
powiat Śremski
3 - gm. Dolsk
4 - gm. Książ Wielkopolski
powiat Jarociński
5 - gm. Jaraczewo
6 - gm. Jarocin
powiat Leszczyński
7 - gm. Włoszakowice
8 - gm. Lipno
9 - gm. Osieczna
10 - gm. Krzemieniewo
11 - gm. Święciechowa
12 - gm. Rydzyna

powiat Leszno
13 - m. Leszno
powiat Gostyński
14 - gm. Gostyń
15 - gm. Piaski
16 - gm. Borek Wielkopolski
17 - gm. Poniec
18 - gm. Krobia
19 - gm. Pępowo
20 - gm. Pogorzela
powiat Krotoszyński
21 - gm. Kozmin Wielkopolski
22 - gm. Krotoszyn
23 - gm. Kobylin
woj. DOLNOŚLĄSKIE
powiat Górowski
24 - gm. Góra

Położenie obszaru przetargowego
na arkuszach 1:50 000
Location of tender area on maps with a scale of 1:50 000

578 Święciechowa (Bukowiec Góry)	579 Leszno	580 Krzywiń	581 Gostyń	582 Jaraczewo
615 Wschowa	616 Góra	617 Poniec	618 Kobylin	619 Krotoszyn

Zestawienie danych oraz redakcja komputerowa mapy: Aleksandra Kłos
Data compilation and map edition:
Weryfikacja: Olimpia Kozłowska
Verification:

Objaśnienia do Mapy środowiskowej obszaru GOSTYŃ

Legend of the Environmental Map of the GOSTYŃ area
(opracowano na podstawie bazy MGŚP z zasobów PIG-PIB*)
(based on MGŚP database*)

ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA

MINERAL DEPOSIT AND
PERSPECTIVE AREA'S, PROGNOSTIC AREA'S FOR DOCUMENTING DEPOSITS

	kreda jeziorna i gytja lacustrine chalk and gyttja		piaski i żwiry sands and gravels
	ity i łupki ilaste raw materials		piaski sands
	gliny tills		torfy peat
3088	identyfikator z bazy MIDAS złoża mało konfliktowego ID from the MIDAS database of the small environmental conflict		
1076	identyfikator z bazy MIDAS złoża konfliktowego ID from the MIDAS database of the environmental conflict		
445 GOSTYŃ	identyfikator z bazy Midas oraz nazwa złoża bardzo konfliktowego ID from the MIDAS database of the very environmental conflict		
	granica złoża deposit boundary		
	granica obszaru prognostycznego prognostic area boundary		
	granica obszaru perspektywicznego perspective area boundary		
	złoża o powierzchni < 5 ha deposit with area < 5 ha		

GÓRNICZTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN

MINING AND MINERAL PROCESSING

	granica obszaru górniczego boundary of the mining area
	granica terenu górniczego boundary of the mining terrain
	obszar i teren górniczy złoża o powierzchni < 5 ha area and terrain of the deposit with area < 5 ha
	punkt niekoncesjonowanej eksploatacji kopaliny (p - rodzaj kopaliny) point of unlicensed exploitation of a mineral (p - type of mineral)

Symbol kopaliny:

Wb - węgiel brunatny coal	G - gaz ziemny natural gas	i(c) - ity i łupki ilaste ceramiki budowlanej building ceramics raw materials	g(gc) - gliny ceramiki budowlanej building ceramic clay	Na - sól kamienna rock salt	Au - złoto gold	kj - kreda jeziorna lacustrine chalk and gyttja	pż - piaski i żwiry sands and gravels	p - piaski sands	t - torfy peat
------------------------------	-------------------------------	--	--	--------------------------------	--------------------	--	--	---------------------	-------------------

Symbol jednostki stratygraficznej:

Q - Czwartorzęd Quaternary	Ng - Neogen Neogene	Pg - Paleogen Paleogene	P - Perm Permian	C - Karbon Carboniferous
-------------------------------	------------------------	----------------------------	---------------------	-----------------------------

OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I DZIEDZICTWA KULTUROWEGO

PROTECTION OF NATURE, LANDSCAPE AND CULTURAL HERITAGE

	grunty orne (klasy I-IVa użytków rolnych) arable land (class I-IVa)
	łąki na glebach pochodzenia organicznego meadows on organic soils
	las forests
	las ochronne protected forests
	zieleni urządzonej urban greenery
	granice terenów zarządzanych przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych boundary of areas managed by General Directorate of the State Forests
	granica obszaru chronionego krajobrazu; nazwa obszaru boundary of protected landscape area; area name
	granica rezerwatu przyrody (L - lasy) boundary of natural reserve (L - forests)
	Obszary Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000; kod obszaru Natura 2000 ecological network; area code
	rezerwat przyrody o powierzchni < 5 ha (Fn - faunistyczny, Fl - florystyczny, T - torfowiskowy, L - leśny) boundary of natural reserve with area < 5 ha (Fn - faunistic, Fl - floristic, T - peatland, L - forest)
	pomnik przyrody żywej (n - liczba obiektów) animate nature monument (n - number of objects)
	pomnik przyrody nieożywionej inanimate nature monument
	użytek ekologiczny ecological area
	geostanowisko o znaczeniu regionalnym geosite of regional importance
	stanowisko archeologiczne archaeological site

INFORMACJE DODATKOWE

ADDITIONAL INFORMATIONS

	granica powiatu district boundary
	granica gminy, miasta commune or town boundary
	oś autostrady lub drogi szybkiego ruchu highway or express route
	siedziba urzędu gminy, miasta commune or town office headquarter
	sieć gazociągów przesyłowych natural gas pipeline network
	sieć elektroenergetyczna najwyższych napięć high-voltage power network
	granica obszaru przetargowego boundary of tender area

ŚWIECIECHOWA

WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

	granica działu wodnego drugiego rzędu water divide of second rank
	granica działu wodnego trzeciego rzędu water divide of third rank
	granica działu wodnego czwartego rzędu water divide of fourth rank
	granica głównego zbiornika wód podziemnych wraz z jego numerem principle boundary aquifer with ID number
	granica strefy ochrony ujęcia wód water intake protected area boundary
	zbiornik retencyjny wraz z jego nazwą water reservoir with its name
	ujęcie wód podziemnych o wydajności > 50 m³/h (k - komunalne, p - przemysłowe, Q - wiek ujmowanych utworów) underground water intake with capacity > 50 m³/h (k - municipal, p - industrial, Q - age of exploited rocks)

* tylko ujęcia posiadające ustanowioną strefę ochrony
* applies to intakes with an established protection zone

* Wykorzystano informacje udostępniane przez: RZGW, GDOŚ, GDLP, IMGW-PIB, NID, PSE, GAZ-SYSTEM, urzędy morskie oraz z baz danych PŚG i PŚH w PIG-PIB
* Data source: RZGW, GDOŚ, GDLP, IMGW-PIB, NID, PSE, GAZ-SYSTEM, maritime offices and from database of PŚG and PŚH

2. BUDOWA GEOLOGICZNA

2.1. OGÓLNY ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Zgodnie z podziałem na megajednostki strukturalne Polski (Żelaźniewicz i in., 2011) obszar przetargowy Gostyń znajduje się na platformie zachodnioeuropejskiej. Składa się ona z podłoża waryscyjskiego oraz permsko-mezozoicznej i kenozoicznej pokrywy osadowej (Nawrocki i Becker, 2017; Fig. 2.1–2.2).

Pod pokrywą permsko-mezozoiczną na obszarze przetargowym Gostyń znajdują się sfałdowane i częściowo zmetamorfizowane utwory dewonu i karbonu, które według Żelaźniewicza i in. (2011; Fig. 2.2) należą do eksternidów waryscyjskich: wielkopolskiego pasma fałdowo-nasuwczego. Jego podłoże tworzą na obszarze Gostynia dewońskie fylity. Odsłaniają się one bezpośrednio pod pokrywą permsko-mezozoiczną w zachodniej części obszaru przetargowego, skąd ten pas metamorficzny ciągnie się w kierunku NW po południowej stronie uskoku Dolska (Fig. 2.1–2.2). Jest to tzw. zrąb/wyniesienie Wolsztyna-Lesna (Żelaźniewicz i in., 2011). W środkowej i wschodniej części Gostynia, skały metamorficzne są przykryte seriami fliszową i molasową górnego dewonu i karbonu. Ponad nimi spoczywają miejscami górnokarbońskie i dolnopermskie skały wulkaniczne – lawy i tufy.

Permsko-mezozoiczną pokrywą osadową rozpoczynają utwory czerwonego spągowca (dolnego i górnego). Ich zasięg ogranicza się jedynie do południowo-zachodniej części obszaru przetargowego. Pozostała część obszaru Gostyń, a więc ta pozbawiona pokrywy osadowej czerwonego spągowca, znajduje się w obrębie tzw. wału wolsztyńskiego. W niniejszej pracy wał/wyniesienie wolsztyńskie (w odróżnieniu od zdefiniowanego wyżej zrębu/wyniesienia Wolsztyna-Lesna) będziemy więc rozumieć jako strukturę, w której w podłożu cechsztynu odsłaniają się od razu karbońsko-dolnopermskie utwory wulkanogeniczne bądź starsze skały przedpermskie, nie występują natomiast skały osadowe czerwonego spągowca. Utwory wulkanoge-

niczne karbonu i dolnego permu nie tworzą ciągłej pokrywy na obszarze Gostynia, ale występują jedynie w centralnej jego części. Na wschód od nich na powierzchni podcechsztyńskiej odsłaniają się starsze utwory karbonu, które tworzą tutaj tzw. wyniesienie Pogorzeli – wschodnie zamknięcie wału wolsztyńskiego (Kwolek i Mikołajewski, 2007).

Paleotopografia wału wolsztyńskiego wpływała na sedymentację cechsztynu przynajmniej podczas sedymentacji jego pierwszych dwóch cyklotemów, które są wyraźnie zredukowane stratygraficznie na wyniesieniu Pogorzeli. Wyżej zalegają klastyczno-węglanowe serie triasu i szczątkowo zachowanej jury. W alpejskim planie strukturalnym (Fig. 2.1) obszar Gostynia znajduje się na monoklinie przedsudeckiej.

Najmłodsze piętro strukturalne tworzą płasko zalegające osady kenozoiczne. Są one reprezentowane przez klastyczne osady oligocenu oraz klastyczne osady miocenu, pliocenu i czwartorzędu. Warto zwrócić uwagę, że przez obszar przetargowy przebiega rów tektoniczny o rozciągłości NNW-SSE, który tnie mezozoiczne podłoże oraz oligocen i jest wypełniony węglonośnymi utworami miocenu. Młodsze osady pliocenu i czwartorzędu całkowicie wyrównują jednak ten relief.

W dalszej części opracowania przedstawiono charakterystykę litologiczną i stratygraficzną sukcesji skalnej na obszarze przetargowym Gostyń. Jej podstawą są dane pochodzące z 23 otworów wiertniczych zlokalizowanych w granicach obszaru przetargowego: Bułaków 1, Bułaków-2, Frankowo 1, Kąkolewo 1, Kąkolewo 2, Kąkolewo 4, Kobylin-1, Pogorzela 1, Pogorzela 2, Pogorzela 4, Pogorzela 7, Rusko-1, Siedmiorogów-1, Święciechowa 1, Święciechowa 2, Żakowo 1, Żakowo 2, Żakowo 3, Żakowo 4, Żakowo 5, Żakowo 6, Żakowo 7 i Żakowo 9 (ich lokalizację można znaleźć na Fig. 2.3).

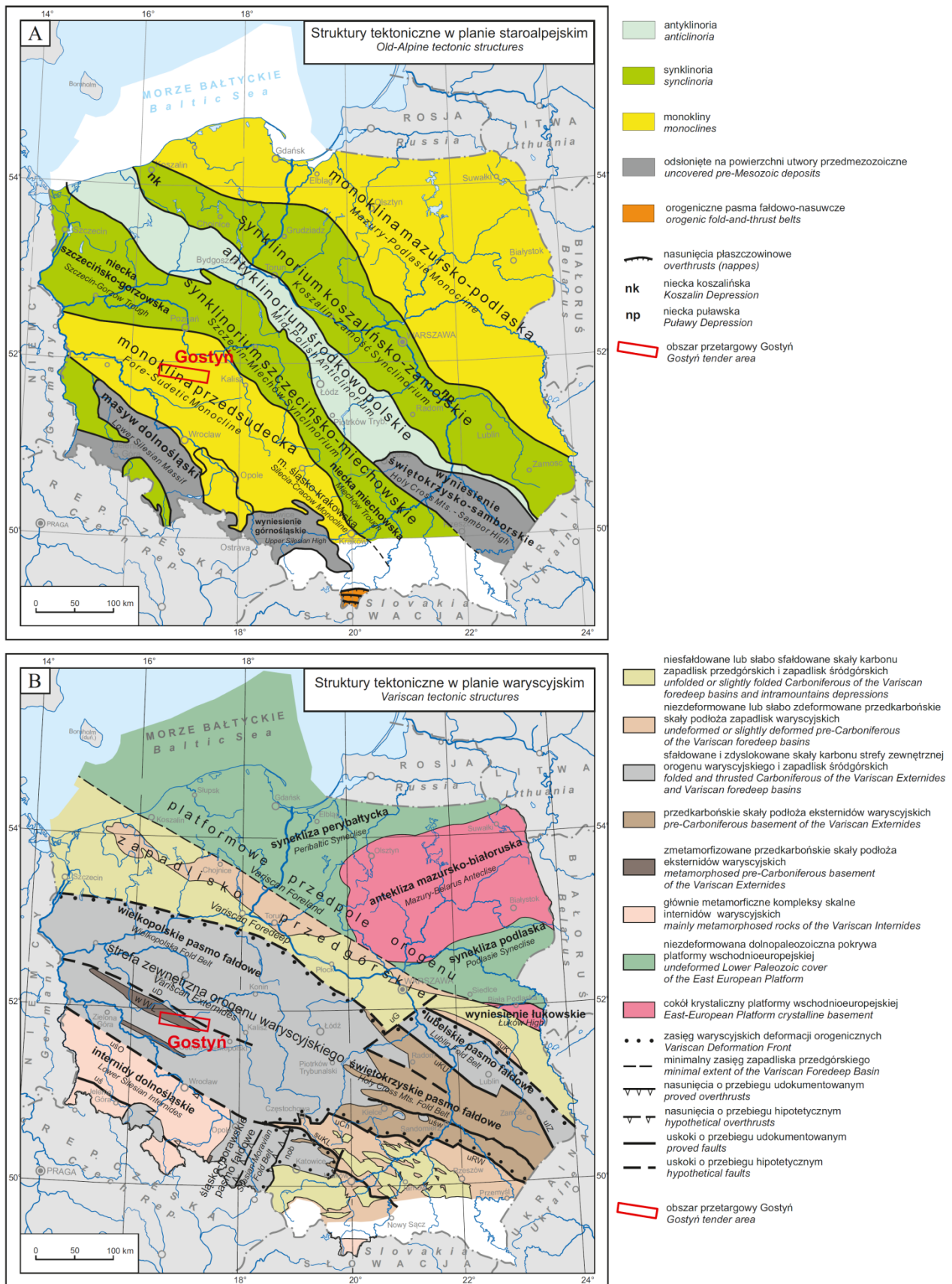


Fig. 2.1. A. Położenie obszaru przetargowego Gostyń na szkicu głównych jednostek tektonicznych Nizżu Polskiego na powierzchni podkenozoicznej (Nawrocki i Becker, 2017). **B.** Położenie obszaru przetargowego Gostyń na szkicu głównych jednostek waryscyjskiego planu tektonicznego (Nawrocki i Becker, 2017).

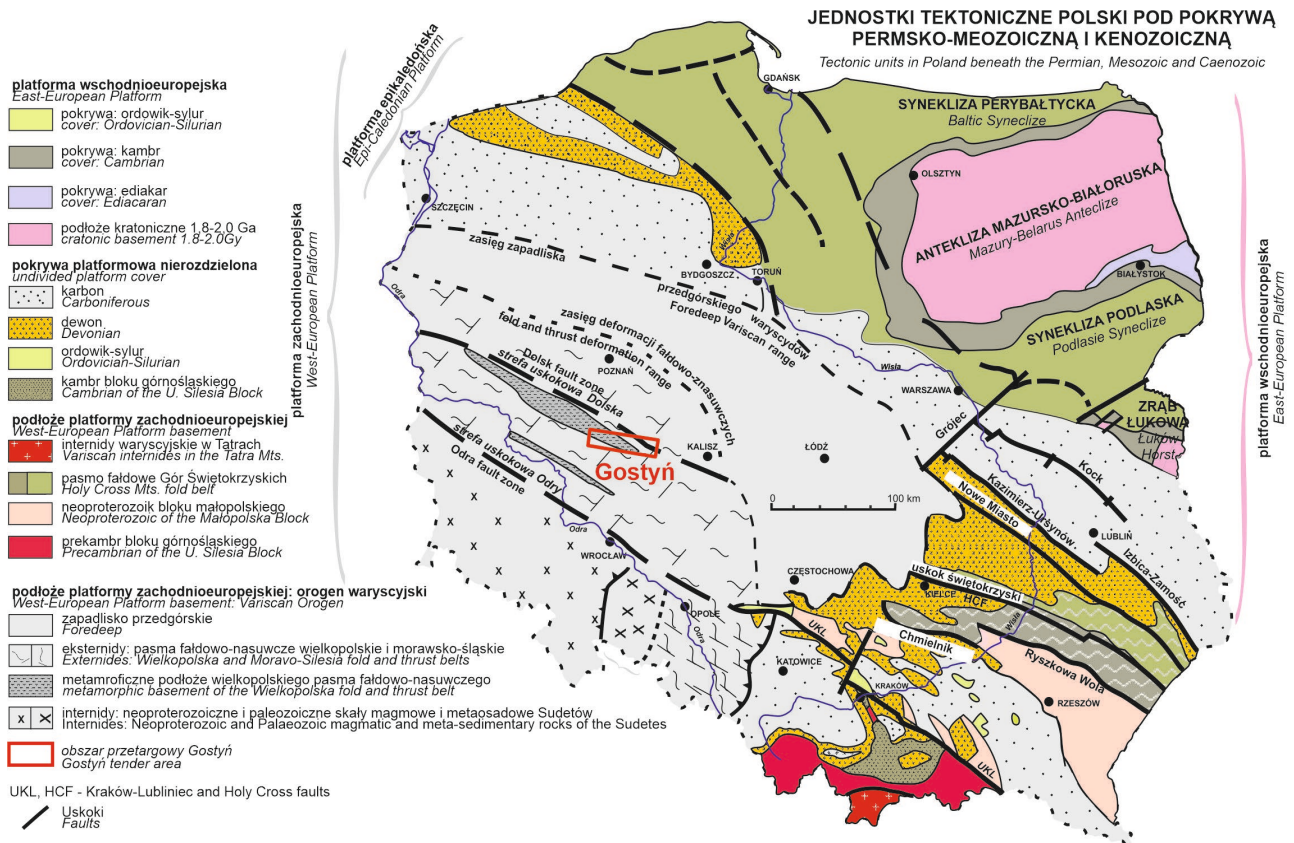


Fig. 2.2. Położenie obszaru przetargowego Gostyń na tle mapy głównych jednostek tektonicznych Polski pod pokrywą permsko-mezozoiczną i kenozoiczną (Żelaźniewicz i in., 2011).

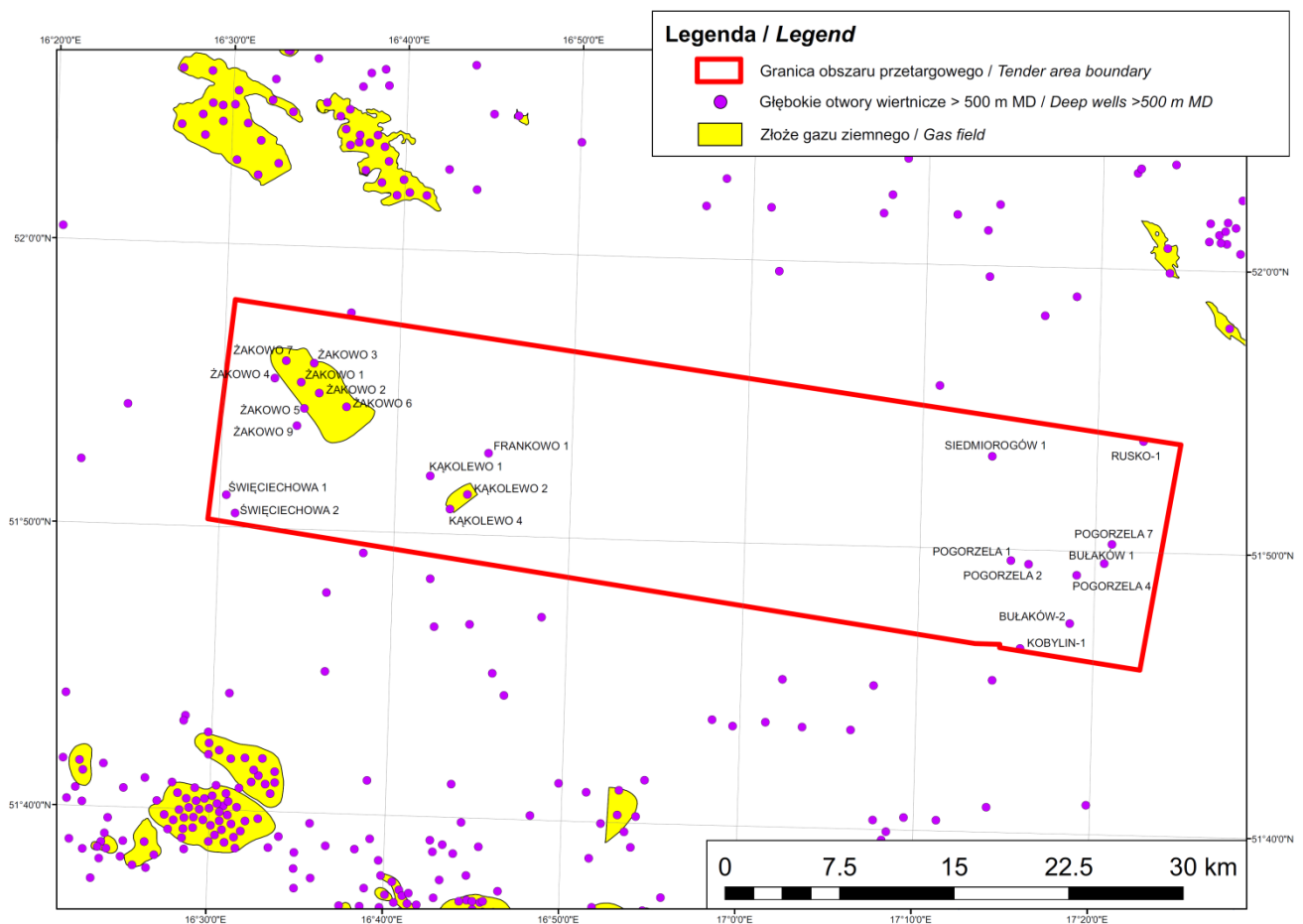


Fig. 2.3. Lokalizacja otworów wykorzystanych do charakterystyki geologicznej obszaru przetargowego Gostyń (CBDG, 2023).

2.2. TEKTONIKA

Biorąc pod uwagę budowę tektoniczną głębokiego podłoża, obszar przetargowy Gostyń jest położony w obrębie tzw. bloku południowopolskiego, a więc między strefami uskokuowymi Środkowej Odry i Dolska (uskok ten obcina co prawda niewielką, północno-wschodnią część obszaru, rozgraniczając eksternidy i zapadlisko waryscyjskie; Fig. 2.4). W podłożu monokliny przedsudeckiej występują zdeformowane skały piętra waryscyjskiego (karbońskie i starsze). W rdzeniach nawierczających utwory karbonu stwierdzono upady warstw wynoszące do 90° , co sugeruje ich duże zaangażowanie tektoniczne. Podłoże permu zostało uformowane w trakcie orogenezy waryscyjskiej, w trakcie której dochodziło do deformacji fałdowo-nasuwczych w obrębie zapadliska przedgórskiego waryscydów. W efekcie deformacji utwory karbońskie, wraz z ich podłożem, utworzyły szereg struktur kompresyjnych, które ze względu na skomplikowaną budowę oraz brak dobrej jakości danych nie są nadal szczegółowo wykartowane. Największą z tych struktur wydaje się być wyniesienie Pogorzeli. Szczególnie wyraźnie je widać, jeśli prześledzić podpermską i podcechsztyńską powierzchnię strukturalną.

Na obszarze Gostynia podpermska powierzchnia strukturalna znajduje się na głębokości 2000–2500 m p.p.m. i zapada mniej więcej monoklinalnie w kierunku północno-wschodnim, oprócz wschodniej części obszaru, gdzie na wyniesieniu Pogorzeli podłoże permu występuje na głębokości około 1700 m p.p.m. (Fig. 2.5). Powierzchnia spągu cechsztynu mniej więcej powiela trend powierzchni

podpermskiej i zalega na głębokości około 1800–2400 m p.p.m., przy czym wyniesienie Pogorzeli o amplitudzie około 300 m nadal jest widoczne (Kudrewicz, 2007).

Utwory monokliny przedsudeckiej (cechsztyń, trias, jura) zapadają łagodnie pod kątem kilku stopni generalnie w kierunku północno-wschodnim. Wyjątek stanowią strefy rowów tektonicznych, gdzie wskutek występowania uskoku i fleksur dochodzi do zaburzeń regionalnego kierunku upadu warstw. Przez obszar badań przebiegają dwie duże strefy uskoku o charakterze rowów tektonicznych: (1) znajdująca się we środkowej części obszaru i przebiegająca na kierunku NNW-SSE strefa uskoku Poznań-Oleśnica oraz odchodząca od niej w kierunku SW (2) strefa Chruściny-Nowa Wieś. Strefy te ujawniają się nie tylko na powierzchni podkenozoicznej, ale są również czytelne w utworach cechsztynu, a nawet korelują się z uskokami rozpoznanymi w podłożu permu. Są też widoczne na mapach magnetycznych (Fig. 2.6). Ich powstanie może mieć więc założenia waryscyjskie, a ruchy alpejskie ukształtowały ich obecny charakter.

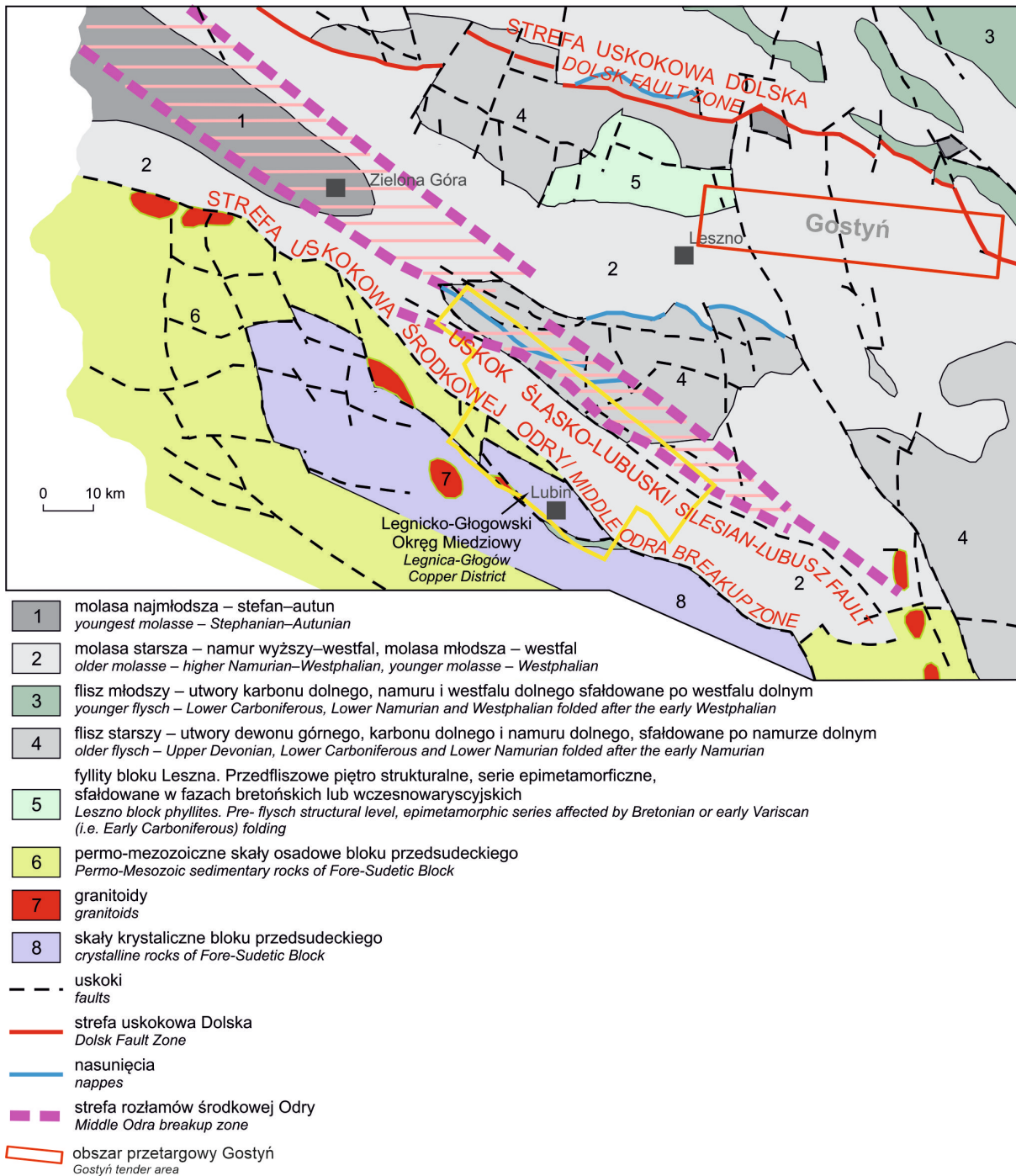


Fig. 2.4. Obszar przetargowy Gostyń na tle mapy geologicznej utworów podpermskich waryscyjskich eksternidów śląsko-wielkopolskich (Kiersnowski i Petecki, 2017; zmienione).

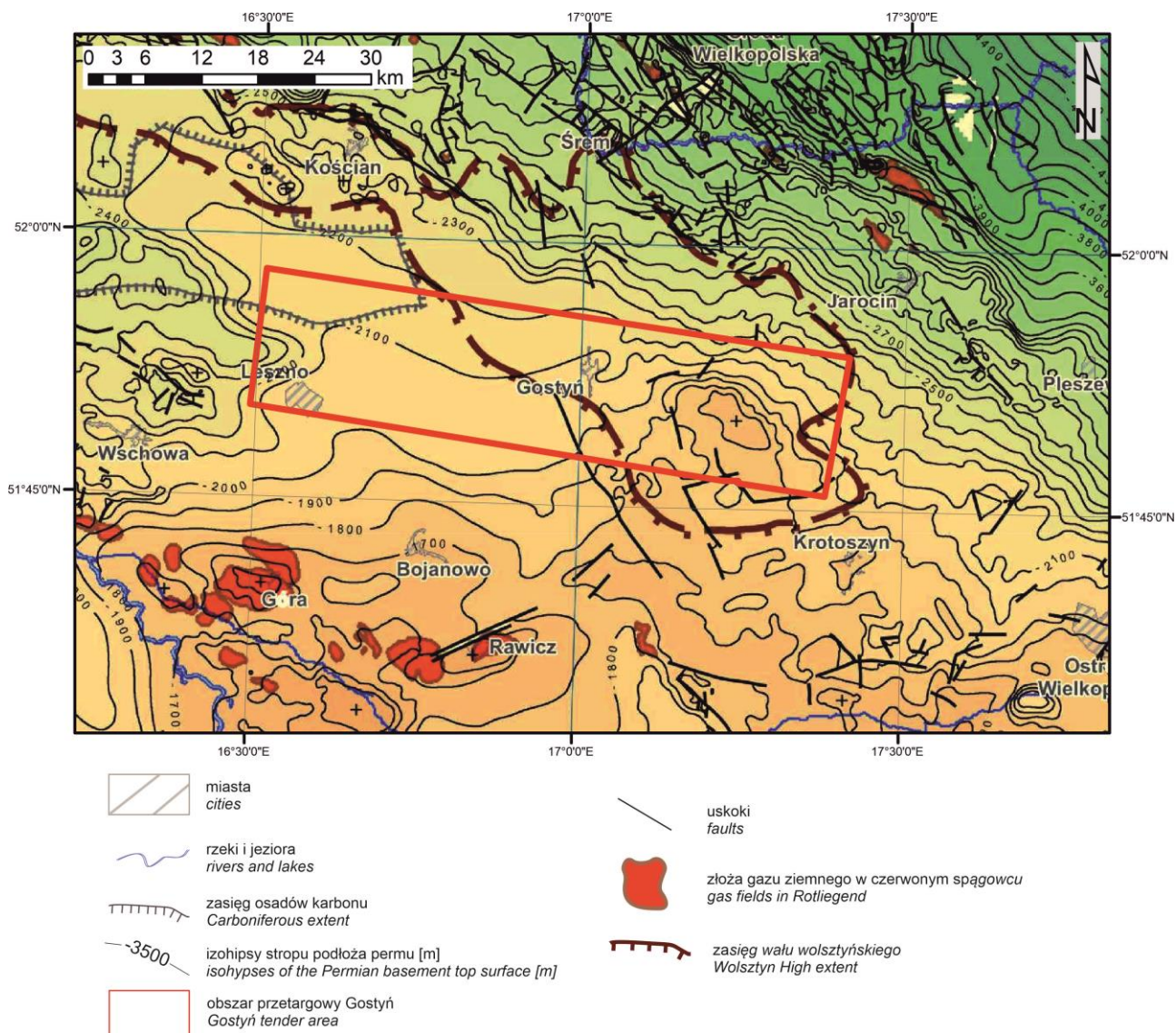


Fig. 2.5. Położenie obszaru przetargowego Gostyń mapie strukturalnej powierzchni podpermskiej (Kudrewicz, 2007).

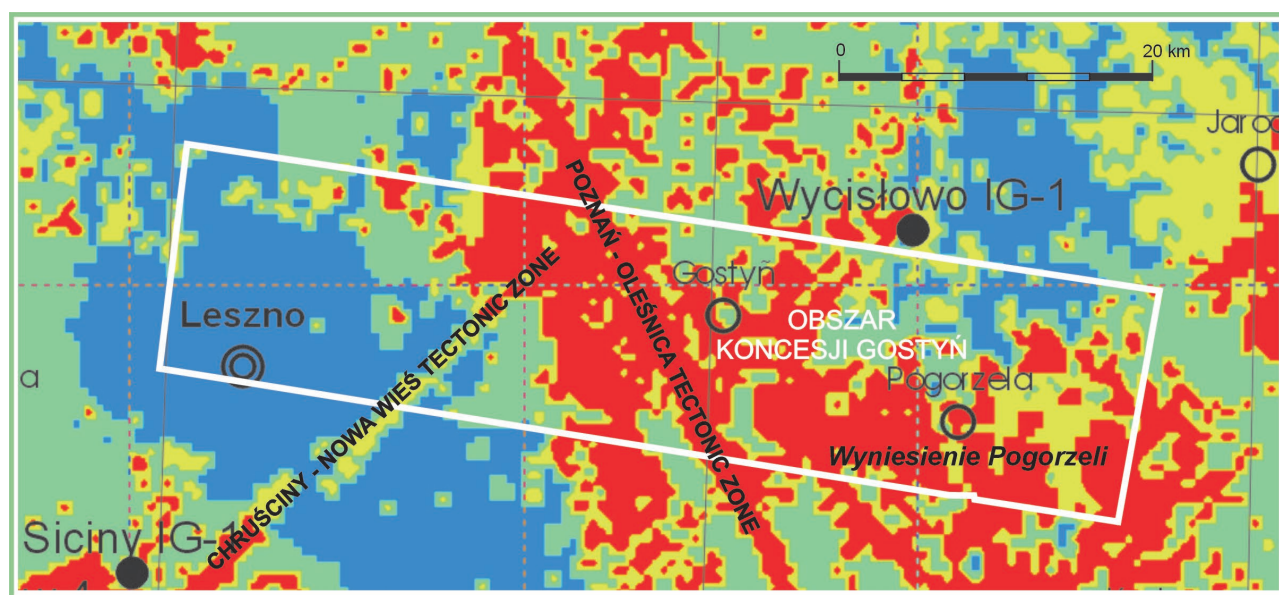


Fig. 2.6. Obszar przetargowy Gostyń na tle mapy anomalii magnetycznych (wg Pepel i Żuk, niepublikowane). Widoczne silne liniowe anomalie w podłożu neogeńskich rowów tektonicznych.

2.3. STRATYGRAFIA

2.3.1. KARBON

Rozprzestrzenienie i miąższość

Informacje na temat utworów karbonu na obszarze przetargowym Gostyń są nieliczne i pochodzą z otworów odwierconych w zachodniej części obszaru (otwory: Żakowo 1, Żakowo 3, Żakowo 4, Żakowo 6, Święciechowa 1, Święciechowa 2) i krańcowej wschodniej części obszaru (otwory: Siedmiorogów-1, Pogorzela 1, 2, 4, 7; Bułaków 1, Bułaków-2; Kobylin-1). Poniżej został przedstawiony zakres głębokościowy od stropu karbonu do końca wiercenia w otworach zlokalizowanych w granicach obszaru przetargowego (głębokości podano wg miary wiertniczej):

- Bułaków 1: 2137,0–2225,0 m,
- Bułaków-2: 1853,5–1888,5 m,
- Kobylin-1: 1921,0–2861,0 m,
- Pogorzela 1: 1770,0–1797,7 m,
- Pogorzela 2: 1749,5–1767,0 m,
- Pogorzela 4: 2007,0–2060,2 m,
- Pogorzela 7: 2191,0–2207,3 m,
- Siedmiorogów-1,
- Święciechowa 1: 2595,5–2652,5 m,
- Święciechowa 2: 2173,5–2200,0 m,
- Żakowo 1: 2227,0–2374,8 m,
- Żakowo 3: 2236,0–2298,5 m,
- Żakowo 4: 2226,0–2232,5 m,
- Żakowo 6: 2190,0–2216,0 m.

W zachodniej części obszaru Gostyń strop karbonu znajduje się na głębokościach powyżej 2100 m p.p.t. Najgłębiej znajduje się w otworze Święciechowa 1, przekraczając 2500 m p.p.t. We wschodniej części obszaru strop karbonu jest wyraźnie wyniesiony, a utwory karbonu występują najpłycej w otworach Pogorzela 1 i Pogorzela 2 (na głębokościach 1770,0 i 1749,5 m p.p.t.). Elevacja stropu jest dobrze widoczna na mapie strukturalnej powierzchni podpermskiej (Fig. 2.5; Kudrewicz, 2007). Ze względu na fakt, że otwory zazwyczaj jedynie nawiercają karbon, nie jest znana jego miąższość na obszarze przetargowym. Jedynie w otworze Święciechowa 1 w podłożu karbonu o miąższości 57 m nawiercono zmetamorfizowany dewon. Tak niewielka miąższość karbonu wynika jednak z jego erozji w stropie.

Litologia i stratygrafia

Najstarsze skały na obszarze Gostyń nawiercono w zachodniej i centralnej jego części. Są to zmetamorfizowane łupki krzemionkowo-łyszczkowe i łupki chlorytowe należące do grupy fyllitów niskometamorficznego podłoża wielkopolskiego pasma fałdowo-nasunięciowego – tak zwanego zrębu/wyniesienia Wolsztyna-Leszna (Żelaźniewicz i in., 2011, Fig. 2.1–2.2). Łupki te są silnie spękane, a za ich skałę protolitową uważa się osady późnego dewonu/wczesnego karbonu? Końcowe fazy przeobrażeń zostały określone na podstawie datowań izotopowych łyszczków na ok. 340 Ma (Żelaźniewicz i in., 2003, 2011; Mazur i in., 2006). Zmetamorfizowane łupki zostały nawiercone w otworach Żakowo 3, Żakowo 4 i w spągowej części wiercenia Święciechowa 1. Analiza mikrokospowa próbek z otworu Święciechowa 1 (Piela i Olczak, 1967) wykazała, że są to łupki kwarcowo-łyszczkowe o strukturze granoblastycznej.

Karbon w pozostałych otworach z obszaru przetargowego, jest reprezentowany przez młodsze utwory silikoklastyczne, jednak dane dotyczące ich chronostratygrafii są szczątkowe. W otworze Święciechowa 1 nawiercono tzw. zlepińce spągowe, leżące bezpośrednio na zmetamorfizowanych utworach starszego paleozoiku. Według Kłapcińskiego (za: Bojanowski i in., 1975) są one charakterystyczne dla spągu całego podłoża monokliny przedsudeckiej i zaliczane do karbonu dolnego. Łupki ilaste, piaskowce szaroczerwone i mułowce z otworu Dąbce 2, położonego ok. 3 km na południe od obszaru przetargowego, zostały wydатовane palinologicznie na górny karbon (westfal–stefan). Najczęściej jednak utwory te są zaliczane do karbonu bez bardziej szczegółowego rozdzielenia. Na przykład nawiercone iłowce z otworu Żakowo 6 nie wykazały żadnych szczątków organicznych i zostały zaliczone jedynie do karbonu (za Bojanowski i in., 1975).

Charakterystyka petrograficzna osadów silikoklastycznych została szczegółowo opisana w pakiecie danych geologicznych do postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż

węglowodorów dla obszaru przetargowego Leszno (Kiersnowski in., 2017). Została ona przygotowana na podstawie opracowań Krzemińskiego (2005), raportu dot. gazu zamkniętego wykonanego przez państwową służbę geologiczną (Wójcicki i in., 2014) oraz informacji zawartych w dokumentacjach otworów znajdujących się również w zachodniej części obszaru przetargowego Gostyń: Święciechowa 1, Święciechowa 2, Żakowo 6, a także otworach sąsiadujących z obszarem od zachodniej i południowej granicy: Jezierzycze 1, Dąbce 2 i Śmiłowo 1.

2.3.2. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym Gostyń występowanie utworów czerwonego spągowca zostało udokumentowane w 12 otworach wiertniczych w interwałach (głębokości podano wg miary wiertniczej):

- Frankowo-1: 2050,0–2200,0 m,
- Kąkolewo 1: 2053,0–2170,0 m,
- Kąkolewo 2: 2000–2084,0 m,
- Kąkolewo 4: 1979,0–2087,5 m,
- Rusko-1*: 2396,1–2599,5 m,
- Święciechowa 1: 2095,0–2595,5 m,
- Święciechowa 2: 2044,5–2173,5 m,
- Żakowo 1: 2195,5–2227,0 m,
- Żakowo 3: 2210,0–2236,0 m,
- Żakowo 4: 2199,5–2226,0 m,
- Żakowo 6: 2154,0–2190,0 m,
- Żakowo 9: 2169,0–2300,0 m.

Podkreślono otwory, w których został nawiercony zarówno górny jak i dolny czerwony spągowiec. W pozostałych przypadkach nawiercono tylko górny czerwony spągowiec (*za wyjątkiem otworu Rusko-1, w którym występuje tylko dolny czerwony spągowiec). Miąższość utworów czerwonego spągowca w odwierconych otworach wiertniczych na obszarze Gostyń wynosi od 0 do 500,5 m.

Według Wierchowskiej-Kicułowej (2007) na obszarze przetargowym znajdują się osady molasy starszej i młodszej (odpowiednio namur–wyższy westfal i wesfal; Fig. 2.4). Jest to zgodne z regionalnymi badaniami stratygraficznymi prowadzonymi m.in. przez Górecką-Nowak (2007, 2008), które potwierdzają, że nawiercane w tej części podłoża monokliny osady reprezentują skały namuru A/B oraz westfalu B, C i D. Warto zaznaczyć, że w badaniach Góreckiej-Nowak najbliższy otwór do obszaru przetargowego to Katarzynin 2 położony ok. 9 km od jego północno-zachodniej granicy.

Litologia i stratygrafia

Centralny basen osadowy czerwonego spągowca w Polsce tworzą iłowce, mułowce i pyłowce plaji, piaskowce eoliczne i fluwialne oraz zlepińce stożków aluwialnych. W piaskowcach o dobrych właściwościach zbiornikowych znajdują się liczne złoża gazu ziemnego. Obszar Gostyń znajduje się poza basenem centralnym, w północnej części basenu śląskiego czerwonego spągowca, zlokalizowanego na południe od wyniesienia wolsztyńskiego. Wyniesienie wolsztyńskie pozbawione jest osadów czerwonego spągowca, zbudowane jest ze skał karbonu dolnego i częściowo skał wulkanicznych. Na obszarze Gostyń występują skały osadowe górnego czerwonego spągowca, w przewadze piaskowce eoliczne i fluwialne o miąższości do kilkudziesięciu metrów oraz gruboklastyczne osady aluwialne. Lokalnie stwierdzono osady klastyczne dolnego czerwonego spągowca o miąższościach powyżej 100 m oraz skały wulkaniczne. Osady czerwonego spągowca stanowią północną część basenu śląskiego. Wschodnia część obszaru przetargowego Gostyń obejmuje tzw. wyniesienie Pogorzeli i jest pozbawiona pokrywy osadowej czerwonego spągowca (Fig. 2.7).

Budowa geologiczna i strukturalna podłoża osadów czerwonego spągowca na obszarze Gostyń jest skomplikowana i nie do końca rozpoznana. Występują tam silnie zaangażowane tektonicznie skały dolnego karbonu

w facji kulmu jak i skały węglanowo-ilaste. Dodatkowo na części obszaru przetargowego występują bezpośrednio pod osadami permu skały zmetamorfizowane w postaci kwarcowo-serycytowych fyllitów (Fig. 2.4 i 2.7).

W zachodniej części obszaru Gostyń występują skały metamorficzne interpretowane jako fyllity (Kiersnowski i Petecki, 2017; Fig. 2.4). Ich występowanie jest związane z tzw. strefą *Mid Crystalline Ridge*, która przebiega w południowo-zachodniej Polsce (Franke, 2014). Występują tam też skały osadowe dolnego czerwonego spągowca, zachowane w rowach tektonicznych (Fig. 2.7). We wschodniej części obszaru Gostyń, bezpośrednio pod osadami cechsztynu występują skały wulkaniczne czerwonego spągowca lub skały osadowe karbonu na wyniesieniu Pogorzeli (o amplitudzie ponad 200 m; Kwolek i Mikołajewski, 2007; Kiersnowski i in., 2010; Fig. 2.7). Kiersnowski (inf. ustna) interpretuje powstanie tego wyniesienia jako związanego z nasuniętą podkarbońską łuską fyllitową. Na pozostałym obszarze występują sfałdowane osady dolnego karbonu, w niektórych miejscach przykryte skałami wulkanicznymi (lawy i tufy).

Perspektywy poszukiwawcze w karbonie i czerwonym spągowcu

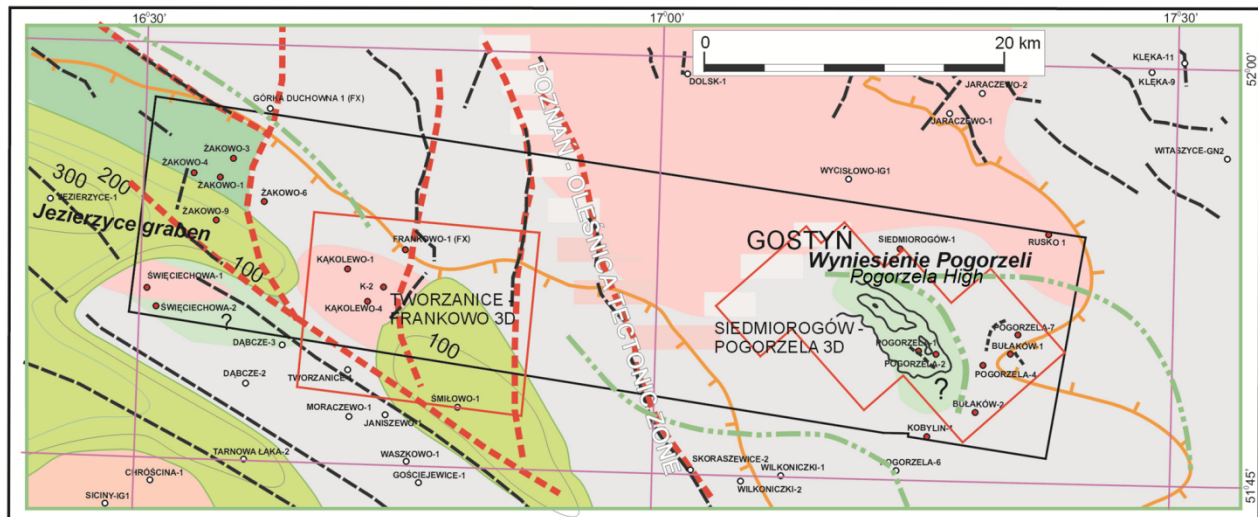
Na obszarze przetargowym Gostyń celem poszukiwań w czerwonym spągowcu są piaskowce, które mogą znajdować się pułapkach strukturalnych, uszczelnionych solami i anhydrytami cechsztynu; piaskowce te dominują w południowo-zachodniej części obszaru. Rozmieszczenie poszczególnych dominujących litofacji osadowych jest częściowo interpretowane (Fig. 2.8). Zasięgi piaskowców, szczególnie eolicznych mają zasadnicze znaczenie dla poszukiwań stref o dobrych właściwościach zbiornikowych. W części zachodniej obszaru Gostyń występują piaskowce eoliczne, mające najlepsze perspektywy jako

skały zbiornikowe. Średnia ich porowatość waha się od kilku do kilkunastu procent (Fig. 2.9). Pozostałe piaskowce w tej części obszaru charakteryzują się jednak słabymi własnościami zbiornikowymi (Poszytek, 2014).

Obszar Gostyń rokuje nadzieje na istnienie wyniesień strukturalnych w części środkowej obszaru przykrytych osadami cechsztynu. Możliwość istnienia nierozpoznanych pułapek strukturalnych jest związana z dużym zaangażowaniem tektonicznym środkowej części obszaru przetargowego i występowaniem stref tektonicznych związanych z blokami tektonicznymi głębokiego podpermskiego podłoża (Fig. 2.7–2.8 i 2.10). Do perspektywicznych obszarów dla poszukiwań złóż w czerwonym spągowcu należą (Fig. 2.10):

1. Południowa część zdjęcia sejsmicznego 3D Frankowo-Tworzanice. Perspektywa występowania pułapek geomorfologicznych w osadach eolicznych górnego czerwonego spągowca. Uszczelnienie stanowią ewaporaty cechsztynu.
2. Strefa tektoniczna Poznań-Oleśnica. Możliwe pułapki strukturalne w osadach czerwonego spągowca górnego oraz karbonu. Uszczelnienie stanowią ewaporaty cechsztynu.
3. Strefa kulminacji wyniesienia Pogorzeli w utworach karbonu. Wiercenia Pogorzela 1 i 2 znajdują się poza kulminacją. Według Kiersnowskiego (inf. ustna), w kulminacji, w silnie spękanych utworach karbonu, może występować nagromadzenie gazu uszczelnione ewaporatami cechsztynu.

Poza możliwymi pułapkami tektonicznymi (strukturalnymi) na obszarze Gostyń mogą też znajdować się pułapki geomorfologiczne w postaci zachowanych paleopól wydmych. Ta możliwość dotyczy tylko południowo-zachodniej części obszaru przetargowego.



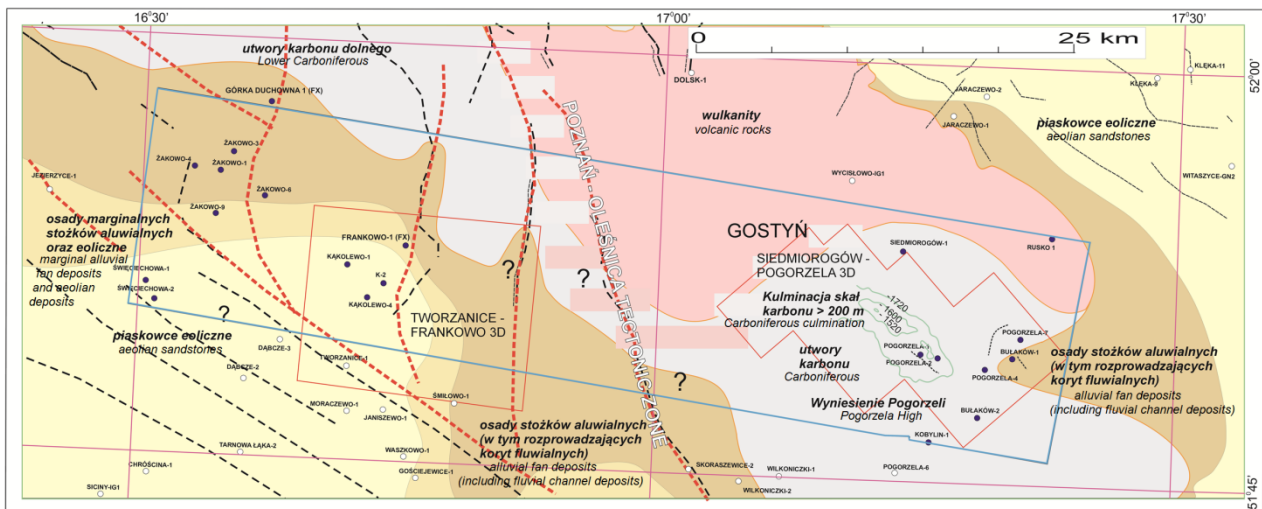
- 100** Zasięg występowania i miąższość skał osadowych dolnego czerwonego spągowca
Lower Rotliegend sedimentary rocks extent and thickness
- Górnokarbońsko - dolnopermskie skały wulkaniczne (lawy i tufy)
Upper Carboniferous-Lower Permian volcanic rocks
- Skały osadowe (morskie) karbonu dolnego
Lower Carboniferous sedimentary (marine) rocks
- Górnodewońskie-dolnokarbońskie skały metamorficzne (fyllity) pod przykryciem osadów dolnego czerwonego spągowca i/lub cechsztynu
Upper Devonian-Lower Carboniferous metamorphic rocks (phyllites) under Lower Rotliegend and/or Zechstein sedimentary cover
- Górnodewońskie - dolnokarbońskie skały metamorficzne (fyllity) pod przykryciem osadów karbonu
Upper Devonian-Lower Carboniferous metamorphic rocks (phyllites) under the Carboniferous sedimentary cover

Uskoki i bloki tektoniczne interpretowane z map anomalii grawimetrycznych, map anomalii magnetycznych oraz danych sejsmicznych

Faults and tectonic blocks interpreted basing on gravimetric, magnetic and seismic data

- Strefy głównych uskoków tektonicznych
Main tectonic zones
- Uskoki tektoniczne interpretowane z map miąższości osadów czerwonego spągawca oraz map strukturalnych podłoża cechsztynu
Faults interpreted basing on Rotliegend thickness maps and Zechstein basement structural maps
- Interpretowane granice nasunięć tektonicznych
Interpreted overthrusts
- Granice zasięgu występowania skał osadowych górnego czerwonego spągawca
Upper Rotliegend sedimentary rocks extent
- KAKOLEWO 1** Otwory wiertnicze przewiercające osady karbonu i/lub czerwonego spągawca i cechsztynu
Wells pierced Carboniferous and/or Rotliegend and Zechstein deposits

Fig. 2.7. Mapa geologiczna podłoża górnego czerwonego spągawca i cechsztynu (Kiersnowski, materiały autorskie na podstawie danych CBDG, 2023).



Litofacie w stropie osadów czerwonego spągowca

Lithofacies in the topmost part of the Rotliegend

Piaskowce eoliczne Aeolian sandstones
Piaskowce eoliczne i aluwialne Aeolian and alluvial sandstones
Piaskowce i żwiry aluwialne Alluvial sandstones and gravels

Zasięg występowania i miąższość skał osadowych dolnego czerwonego spągowca
Lower Rotliegend sedimentary rocks extent and thickness

Górnokarbońsko-dolnopermskie skały wulkaniczne (lawy i tufy)
Upper Carboniferous-Lower Permian volcanic rocks

Uskoki i bloki tektoniczne interpretowane z map anomalii grawimetrycznych, map anomalii magnetycznych oraz danych sejsmicznych

Faults and tectonic blocks interpreted basing on gravimetric, magnetic and seismic data

Strefy głównych uskoków tektonicznych

Main tectonic zones

Uskoki tektoniczne interpretowane z map miąższości osadów czerwonego spągowca oraz map strukturalnych podłoża cechsztynu

Faults interpreted basing on Rotliegend thickness maps and Zechstein basement structural maps

KAKOLEWO 1 Otwory wiertnicze przewiercające osady karbon i/lub czerwonego spągowca i cechsztynu
Wells pierced Carboniferous and/or Rotliegend and Zechstein deposits

Fig. 2.8. Mapa geologiczna litofacji stropu czerwonego spągowca górnego w rejonie obszaru Gostyń. (Kiersnowski, materiały autorskie na podstawie danych CBDG, 2023).

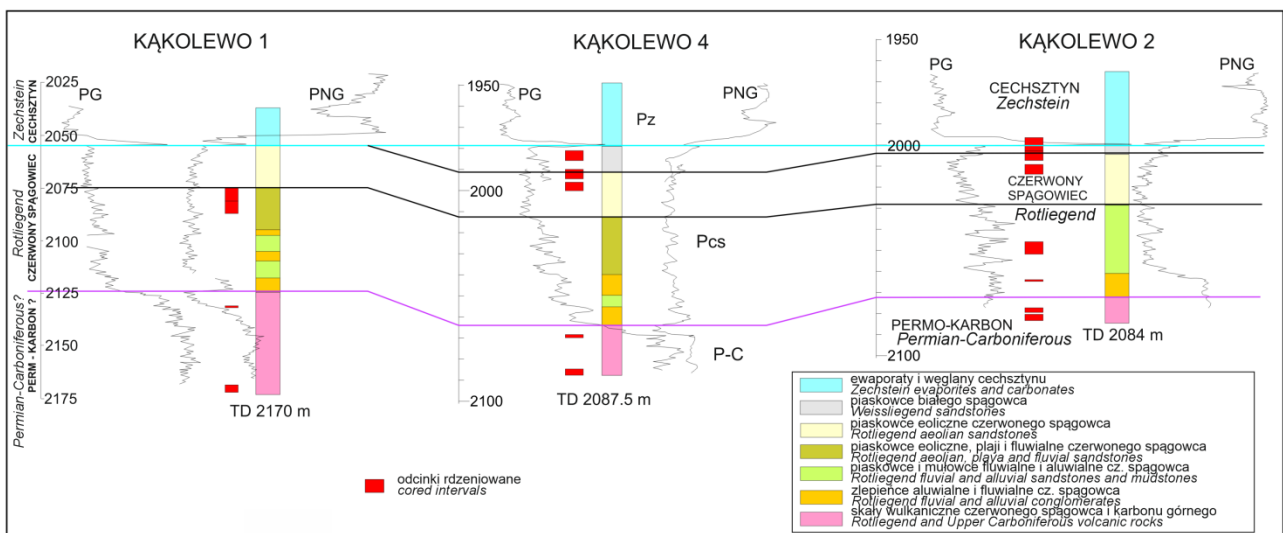


Fig. 2.9. Przykładowa korelacja profili czerwonego spągowca w obrębie obszaru Gostyń. Korelacja jest wyrównana do poziomemu „0” – spągu utworów cechsztynu. Wynika z niej, że w stropie sekwencji czerwonego spągowca jest widoczny wyraźny równomierny poziom piaskowców eolicznych. W przypadku jego korzystnego usytuowania strukturalnego, może on stanowić pułapkę dla nagromadzeń gazu. (Kiersnowski, materiały autorskie na podstawie danych CBDG, 2023).

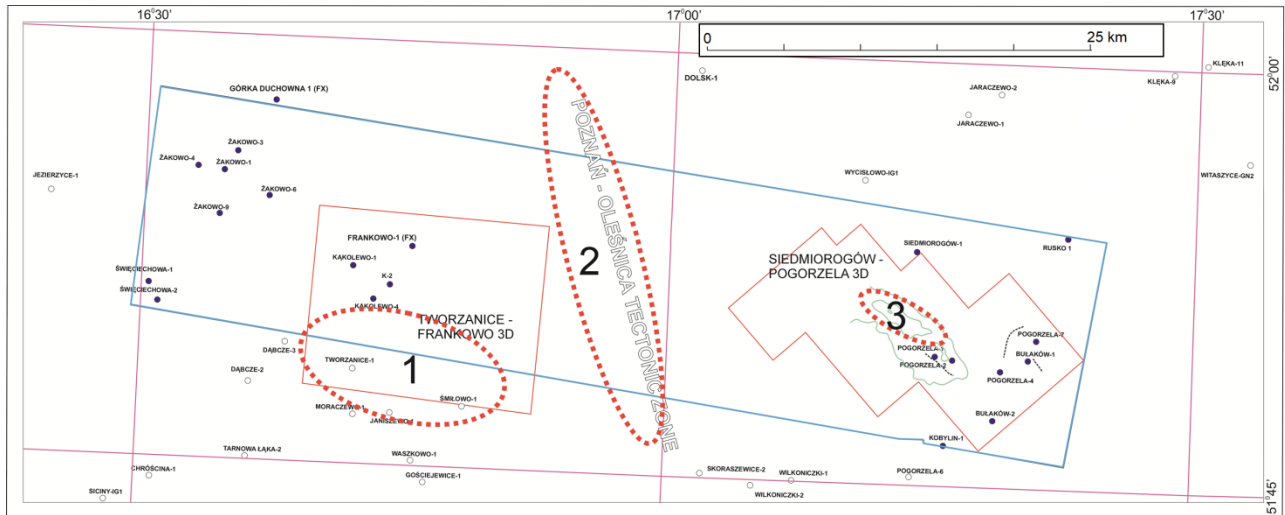


Fig. 2.10. Obszary perspektywiczne dla występowania złóż gazu ziemnego w utworach karbonu i czerwonego spągowca na obszarze przetargowym Gostyń. (Kiersnowski, materiały autorskie na podstawie danych CBDG, 2023).

2.3.3. PERM – CECHSZTYN

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym Gostyń wszystkie odwiercone otwory wiertnicze (23) nawiercają utwory cechsztynu (w 20 z nich przewiercono pełny profil; Tab. 2.1–2.2). Są to (głębokości podano wg miary wiertniczej):

- Bułaków 1: 1803,0–2137,0 m,
- Bułaków-2: 1636,5–1853,5 m,
- Frankowo 1: 1492,5–2050,0 m,
- Kąkolewo 1: 1555,0–2053,0 m,
- Kąkolewo 2: 1502,5–2000,0 m
- Kąkolewo 4: 1519,0–1979,0 m,
- Kobylin-1: 1608,0–1921,0 m,
- Pogorzela 1: 1636,0–1770,0 m,
- Pogorzela 2: 1650,0–1749,5 m,
- Pogorzela 4: 1735,0–2007,0 m,
- Pogorzela 7: 1850,0–2191,0 m,
- Rusko-1: 2094,0–2396,1 m,
- Siedmiorogów-1,
- Świeciechowa 1: 1571,5–2095,0 m,
- Świeciechowa 2: 1565,0–2044,5 m,
- Żakowo 1: 1677,5–2195,5 m,
- Żakowo 2: 1635,0–1830,2 m,
- Żakowo 3: 1663,0–2210,0 m,
- Żakowo 4: 1663,5–2199,5 m,
- Żakowo 5: 1628,5–1830,7 m,
- Żakowo 6: 1646,0–2154,0 m,
- Żakowo 7: 1653,0–1836,0 m,

- Żakowo 9: 1657,5–2169,0 m.

Otwory te są dość nierównomiernie rozmieszczone na obszarze przetargowym, właściwie część środkowa jest pozbawiona danych wiertniczych (Fig. 2.3). Spąg osadów cechsztyńskich na terenie obszaru przetargowego znajduje się na głębokości od około 1800 do ponad 2300 m p.p.m. (Fig. 2.11). Utwory cechsztynu mają też dość zróżnicowaną miąższość (Fig. 2.12). We wschodniej części obszaru (w rejonie wyniesienia Pogorzeli) jest ona silnie zredukowana i wynosi nawet poniżej 100 m (otwór Pogorzela 2; Tab. 2.1), wielu przypadkach obserwuje się niepełny profil litostratygraficzny (zob. niżej). Maksymalną miąższość stwierdzono we wschodniej części w otworze Pogorzela 7 (341,0 m). W zachodniej części obszaru miąższość cechsztynu stwierdzona jest znacznie większa i wynosi zwykle około 500 m – od 427,0 m w otworze Kąkolewo 1 do 557,5 m w otworze Frankowo 1 (Tab. 2.2).

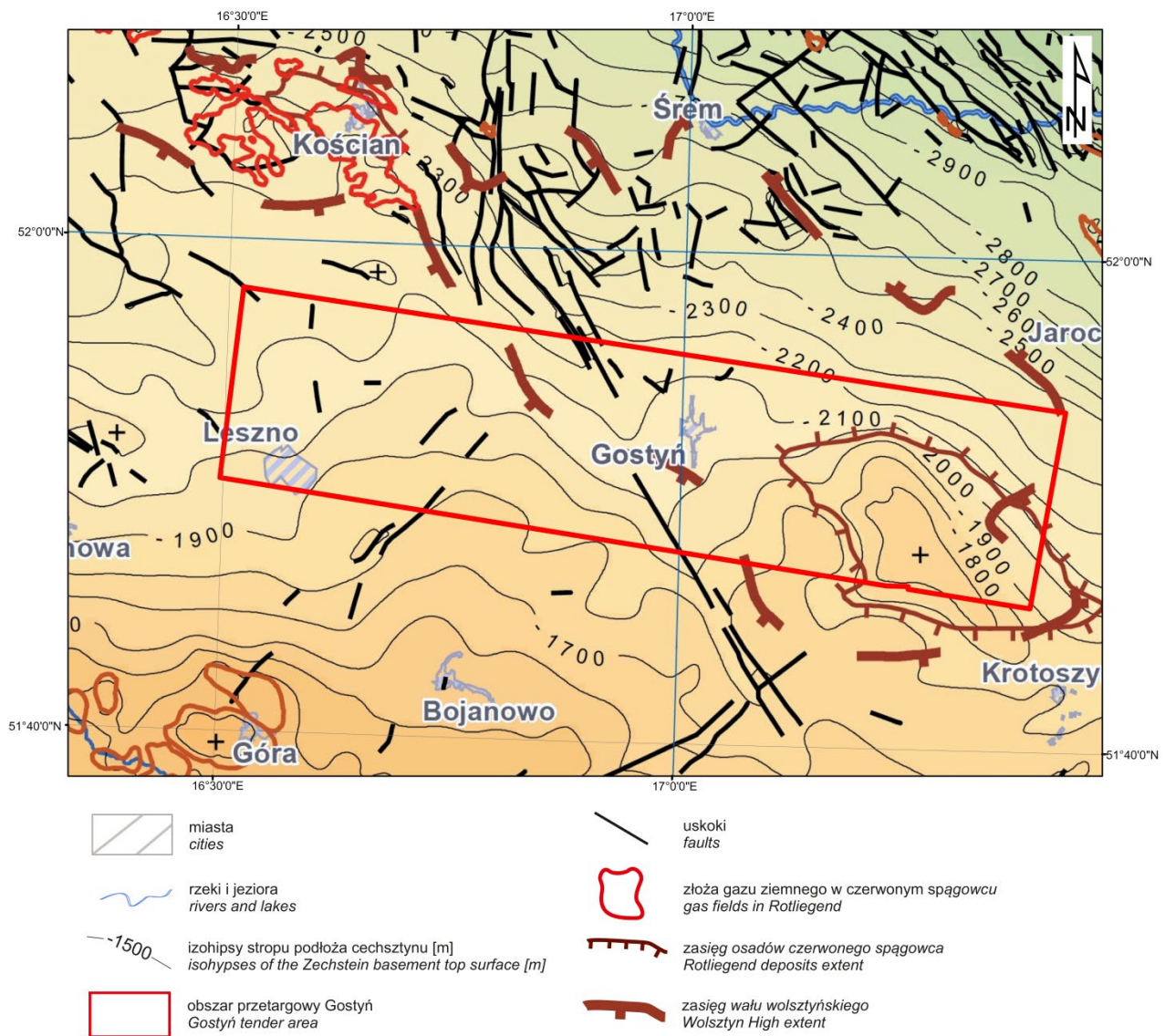


Fig. 2.11. Położenie obszaru Gostyń na mapie strukturalnej powierzchni podcechsztyńskiej (Kudrewicz, 2007).

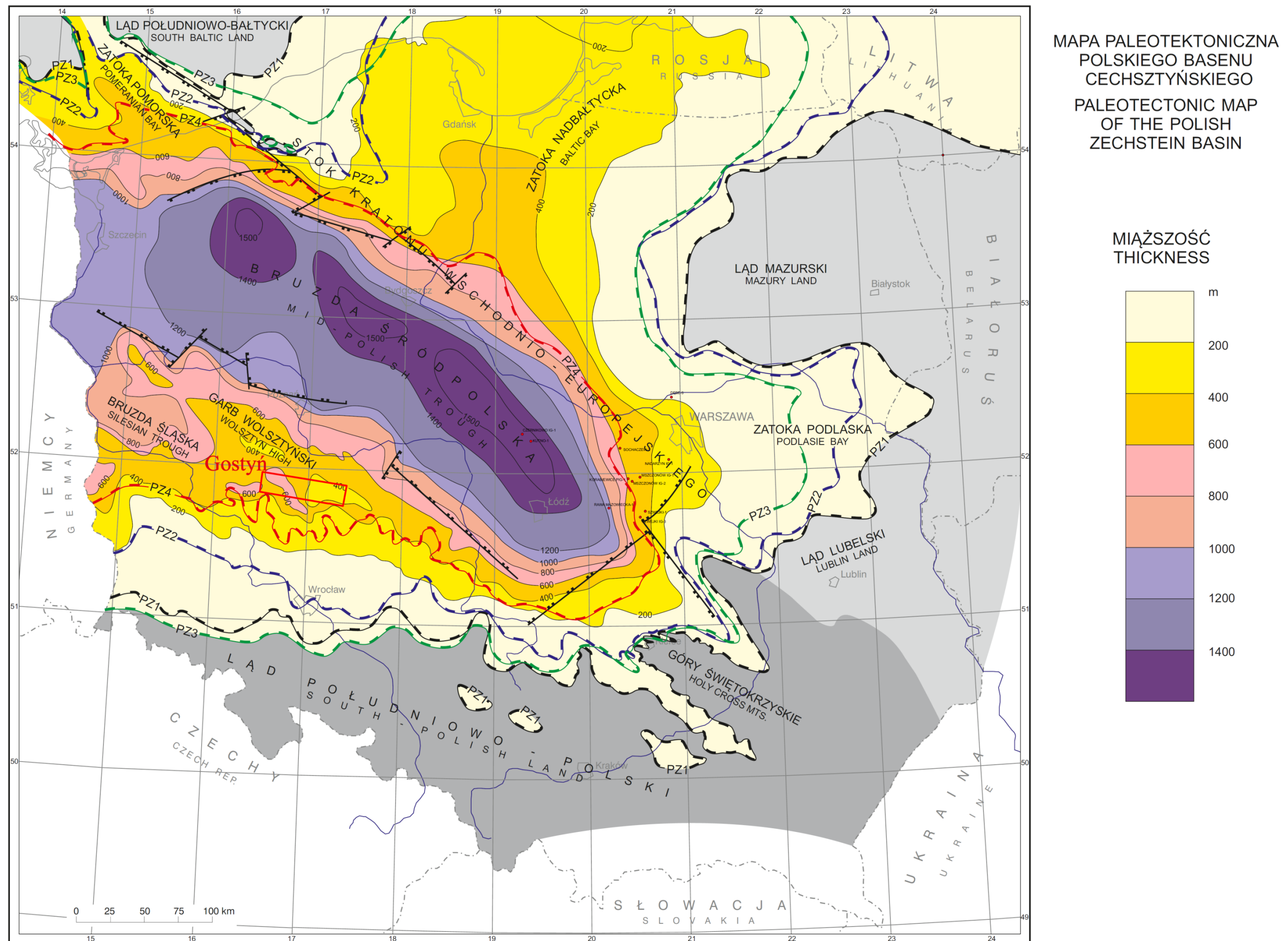


Fig. 2.12. Położenie obszaru przetargowego Gostyn na mapie paleotektonicznej polskiego basenu cechsztyńskiego wraz z jego miąższością (Wagner, 1998). Pozostałe objaśnienia na Fig. 2.14.

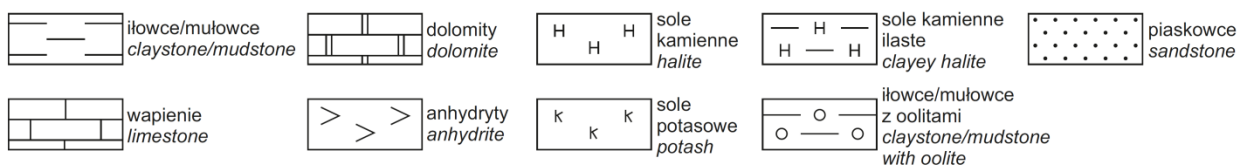
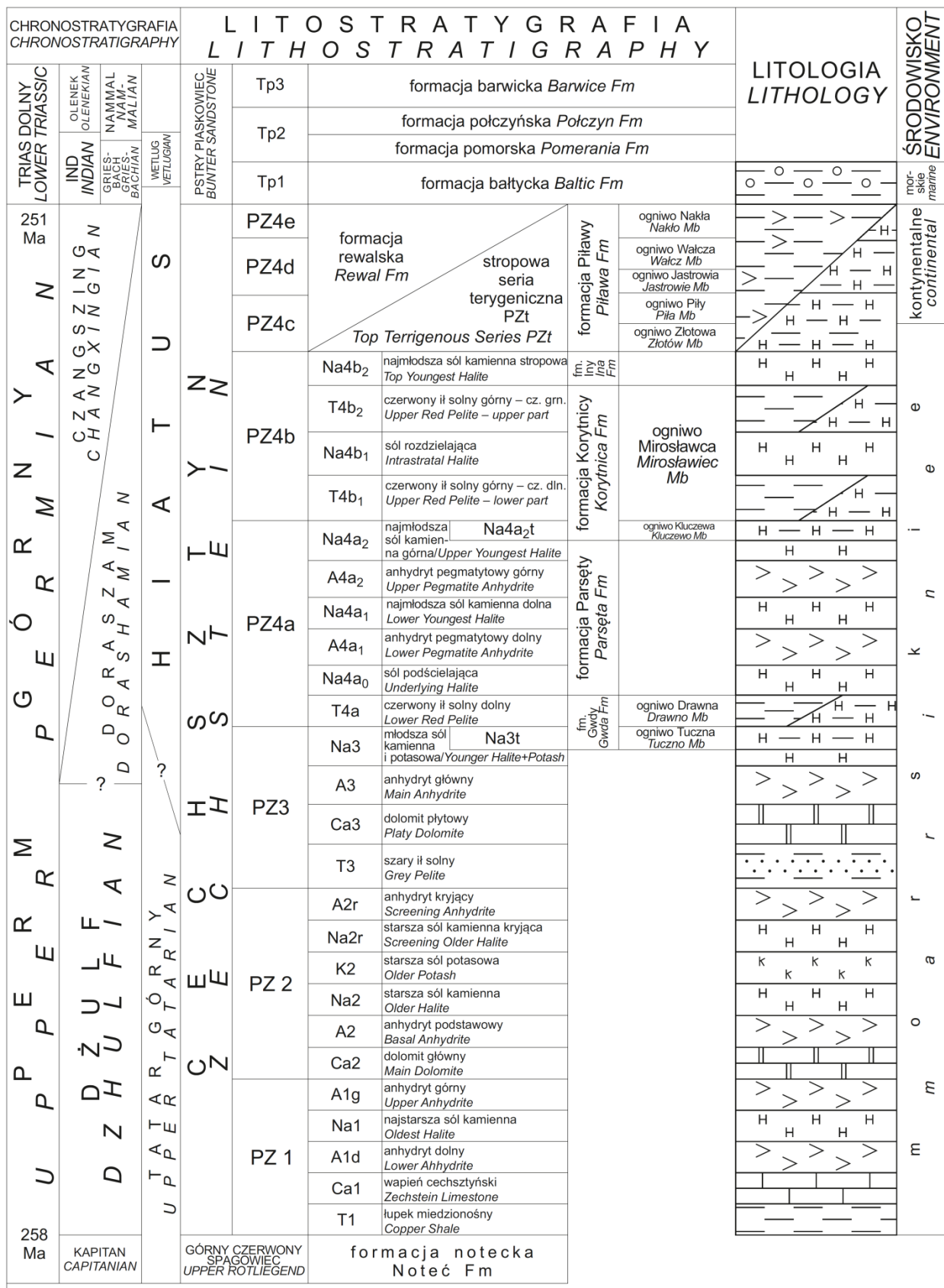


Fig. 2.13. Stratygrafia cechsztynu w polskim basenie cechsztyńskim (Wagner i Peryt, 1997).

Litostratygrafia		Głębokość (miąższość) [m]									
		Rusko 1	Siedmiorogów-1	Pogorzela 1	Pogorzela 2	Pogorzela 4	Pogorzela 7	Bulaków 1	Bulaków-2	Kobylin-1	
Cyklotem PZ4		66,0	Dane są własnością Inwestora i nie mogą zostać upublicznione w niniejszym opracowaniu	54,0	19,5	11,5	16,5	10,0	9,0	26,5	
PZt	terygeniczna seria stropowa/ iłowce przejściowe	2094,0–2107 (13,0)		1636,0–1652,0 (16,0)	1650,0–1669,5 (19,5)	1735,0–1746,5 (11,5)	1850,0–1866,5 (16,5)	1803,0–1813,0 (10,0)		1608,0–1624,5 (16,5)	
Na4b2	sól kamienna najmłodsza stropowa			1652,0–1700,0 (28,0)							
T4b2	ił solny czerwony górny – część górna										
Na4b1	sól rozdzielająca										
T4b1	ił solny czerwony górny – część dolna										
A4a2	anhydryt pegmatytowy górny										
Na4a	sól kamienna najmłodsza	2107,0–2116,5 (9,5)							1636,5–1643,0 (6,5)	1624,5–1631,5 (7,0)	
A4a1	anhydryt pegmatytowy dolny	2116,5–2117,5 (1,0)							1643,0–1644,5 (1,5)	1631,5–1632,5 (1,0)	
T4a	ił solny czerwony dolny	2117,5–2119,5 (2,0)							1644,5–1645,5 (1,0)	1632,5–1634,5 (2,0)	
Cyklotem PZ3		131,8					143,0	153,0	149,0	85,5	82,5
A3r	anhydryt stropowy	2119,5–2120,0 (0,5)									
Na3	sól kamienna młodsza	2120,0–2137,5 (17,5)		1700,0–1705,0 (5,0)	1669,5–1729,0 (59,5)	1746,5–1857,5,0 (111,0)	1866,5–1993,0 (126,5)	1813,0–1930,0 (117,0)	1645,5–1705,0 (59,5)	1634,5–1669,5 (35,0)	
A3	anhydryt główny	2137,5–2249,0 (111,5)		1705,90–1751,0 (46,0)		1857,5–1888,0 (30,5)	1993,0–2017,0 (24,0)	1930,0–1960,0 (30,0)	1705,0–1729,5 (24,5)	1669,5–1715,0 (45,5)	
T3	ił solny szary	2949,0–2251,3 (2,3)				1888,0–1889,5 (1,5)	2017,0–2019,5 (2,5)	1960,0–1962, 0 (2,0)	1729,5–1731,0 (1,5)	1715,0–1717,0 (2,0)	
Cyklotem PZ2		76,9					50,5	72,0	61,0	55,5	54,5
A2r	anhydryt kryjący	2251,3–2253,0 (1,7)						2019,5–2023,5 (4,0)	1962,0–1966,0 (4,0)	1731,0–1734,0 (3,0)	
Na2r	sól kamienna starsza kryjąca										
K2	sól potasowa starsza										
Na2	sól kamienna starsza	2253,0–2271,7 (18,7)						2023,5–2036,0 (12,5)	1966,0–1995,0 (29,0)	1734,0–1742,0 (8,0)	
A2	anhydryt podstawowy	2271,7–2295,2 (23,5)					1889,5–1905,0 (15,5)	2036,0–2051,0 (15,0)	1995,0–2001,0 (6,0)	1742,0–1746,0 (4,0)	1717,0–1723,0 (6,0)
Ca2	dolomit główny	2295,2–2328,2 (33,0)			1751,0–1770,0 (19,0)	1729,0–1749,5-0 (20,5)	1905,0–1940,0 (35,0)	2051,0–2091,5 (40,5)	2001,0–2023,0 (22,0)	1746,0–1781,5 (35,5)	1723,0–1771,5 (48,5)
Cyklotem PZ1		67,9		brak	brak	67,0	99,5	127,0	72,0	150,0	
A1g	anhydryt górny	2328,2–2356,0 (27,8)				1940,0–1975,0 (35,0)		2023,0–2071,0 (48,0)		1771,5–1798,5 (27,0)	
Na1	sól kamienna najstarsza									1798,5–1834,0 (35,5)	
A1d	anhydryt dolny						2091,5–2154,0 (62,5)			1781,5–1823,5 (42,0)	1834,0–1918,0 (84,0)
Ca1 + T1	wapień cechsztyński i łupek miedzi- nośny	2356,0–2396,1 (40,1)				1975,00–2007,0 (32,0)	2154,0–2191,0 (37,0)	2071,0–2137,0 (66,0)	1823,5–1853,5 (30,0)	1918,0–1921,0 (3,0)	
miąższość cechsztynu		302,1			134,0	99,5	272,0	341,0	334,0	253,5	313,0

Tab. 2.1. Stratygrafia i miąższość cechsztynu we wschodniej części obszaru przetargowego Gostyń (na podstawie CBDG, 2023; otwory Pogorzela 1 i Pogorzela 2 według Kwolka i Mikołajewskiego, 2007).

GOSTYN															
Litostratygrafia		Głębokość (miąższość) [m]													
		Frankowo 1	Kąkolewo 1	Kąkolewo 2	Kąkolewo 4	Święciechowa 1	Święciechowa 2	Żakowo 1	Żakowo 2	Żakowo 3	Żakowo 4	Żakowo 5	Żakowo 6	Żakowo 7	Żakowo 9
Cyklotem PZ4		16,0	31,0	35,0	14,5	28,5	40,0	31,5	30,0	31,0	28,5	48,0	32,5	40,0	34,5
PZt	terygeniczna seria stropowa/ iłowce przejściowe	1492,5–1507,0 (14,5)	1555,0–1567,5 (12,5)	1502,5–1517,5 (15,0)	1519,0–1534,0 (15,0)	1571,5–1587,5 (16,0)	1565,0–1581,5 (16,5)	1677,5–1687,5 (10,0)	1635,0–1650,0 (15,0)	1663,0–1677,0 (14,0)	1663,5–1678,0 (14,5)	1628,5–1644,5 (16,0)	1646,0–1662,5 (16,5)	1653,0–1677,5 (24,5)	1657,5–1676,0 (18,5)
Na4b2	sól kamienna najmłodsza stropowa														
T4b2	ił solny czerwony górny – część górna														
Na4b1	sól rozdzielająca														
T4b1	ił solny czerwony górny – część dolna														
A4a2	anhydryt pegmatytowy górny	1507,0–1508,5 (1,5)													
Na4a	sól kamienna najmłodsza		1567,5–1582,5 (15,0)	1517,5–1532,0 (14,5)	1534,0–1552,0 (18,0)	1587,5–1596,5 (9,0)	1581,5–1601,5 (20,0)	1687,5–1707,5 (20,0)	1650,0–1661,0 (11,0)	1677,0–1689,0 (12,0)	1678,0–1688,5 (10,5)	1644,5–1671,0 (26,5)	1662,5–1675,0 (12,5)	1677,5–1688,0 (10,5)	1676,0–1690,5 (14,5)
A4a1	anhydryt pegmatytowy dolny					1596,5–1597,0 (0,5)					1688,5–1692,0 (3,5)				
T4a	ił solny czerwony dolny		1582,5–1586,0 (3,5)	1532,0–1537,5 (5,5)	1552,0–1555,0 (3,0)	1597,0–1600,0 (3,0)	1601,5–1605,0 (3,5)	1707,5–1709,0 (1,5)	1661,0–1665,0 (4,0)	1689,0–1694,0 (5,0)		1671,0–1676,5 (5,5)	1675,0–1678,5 (3,5)	1688,0–1693,0 (5,0)	1690,5–1692,5 (2,5)
Cyklotem PZ3		26,5	142,0	55,5	84,0	87,5	116,0	88,5	102,0	116,0	116,0	101,5	98,5	113,5	83,5
A3r	anhydryt stropowy						1605,0–1607,0 (2,0)								
Na3	sól kamienna młodsza	1508,5–1534,4 (25,9)	1586,0–1697,0 (113,0)	1537,5–1567,0 (29,5)	1555,0–1620,0 (65,0)	1600,0–1609,5 (9,5)	1607,0–1686,0 (79,0)	1709,0–1731,0 (22,0)	1665,0–1738,0 (73,0)	1694,0–1786,0 (92,0)	1692,0–1787,0 (95,0)	1676,5–1761,0 (84,5)	1678,5–1750,0 (72,5)	1693,0–1778,0 (85,0)	1692,5–1710,5 (18,0)
A3	anhydryt główny	1534,4–1534,9 (0,4)	1697,0-1714,0 (17,0)	1567,0–1591,0 (24,0)	1620,0–1637,0 (17,0)	1609,5–1686,5 (77,0)	1686,0–1719,0 (33,0)	1731,0–1785,5 (44,5)	1738,0–1765,0 (28,0)	1786,0–1807,0 (21,0)	1787,0–1805,5 (18,5)	1761,0–1776,5 (15,5)	1750,0–1771,0 (21,0)	1778,0–1804,0 (26,0)	1710,5–1774,0 (63,5)
T3	ił solny szary	1534,9–1535,1 (0,2)	1714,0–1716,0 (2,0)	1591,0–1593,0 (2,0)	1637,0–1639,0 (2,0)	1686,5–1687,5 (1,0)	1719,0–1721,0 (2,0)	1785,5–1787,5 (2,0)	1765,0–1767,0 (2,0)	1807,0–1810,0 (3,0)	1805,5–1808,0 (2,5)	1776,5–1778,0 (1,5)	1771,0–1773,5 (2,5)	1804,0–1806,5 (2,5)	1774,0–1776,0 (2,0)
Cyklotem PZ2		46,9	109,0	76,5	98,0	100,0	85,5	98,5	>63,2	100,0	99,0	>52,8	99,0	>29,5	91,0
A2r	anhydryt kryjący		1716,0–1721,0 (5,0)	1593,0–1597,5 (4,5)	1639,0–1642,5 (3,5)	1687,5–1690,0 (2,5)	1721,0–1723,0 (2,0)	1787,5–1791,0 (3,5)	1767,0–1770,0 (3,0)	1810,0–1813,0 (3,0)	1808,0–1811,5 (3,5)	1778,0–1780,5 (2,5)	1773,5–1776,0 (2,5)	1806,5–1810,0 (3,5)	1776,0–1779,0 (3,0)
Na2r	sól kamienna starsza kryjąca		–		–					–					
K2	sól potasowa starsza		–		–		–			–					
Na2	sól kamienna starsza		1721,0–1738,0 (17,0)	1597,5–1618,0 (20,5)	1642,5–1665,0 (22,5)	1690,0–1720,0 (30,0)	1723,0–1740,0 (17,0)	1791,0–1810,0 (19,0)	1770,0–1795,0 (25,0)	1813,0–1842,0 (29,0)	1811,5–1831,0 (19,5)	1780,5–1797,5 (17,0)	1776,0–1805,0 (29,0)	1810,0–1830,0 (20,0)	1779,0–1797,0 (18,0)
A2	anhydryt podstawowy	1535,1–1539,0 (3,9)	1738,0–1745,0 (12,0)	1618,0–1626,5 (8,5)	1665,0–1672,5 (7,5)	1720,0–1725,0 (5,0)	1740,0–1745,5 (5,5)	1810,0–1818,0 (8,0)	1795,0–1805,0 (10,0)	1842,0–1849,0 (7,0)	1831,0–1840,0 (9,0)	1797,5–1804,5 (7,0)	1805,0–1813,5 (8,5)	1830,0–1836,0 (6,0)	1797,0–1804,0 (7,0)
Ca2	dolomit główny	1539,0–1582,0 (43,0)	1745,0–1820,0 (75,0)	1626,5–1669,5 (43,0)	1672,5–1737,0 (64,5)	1725,0–1787,5 (62,5)	1745,5–1806,5 (61,5)	1818,0–1886,0 (68,0)	1805,0-1830,2 (>25,2)	1849,0–1910,0 (61,0)	1840,0–1907,0 (67,0)	1804,5–1830,7 (>26,2)	1813,5–1872,5 (59,0)	-	1804,0–1867,0 (63,0)
Cyklotem PZ1		468,5	233,0	330,5	242	307,5	238,0	309,5	-	300,0	292,7	-	281,5	-	302
A1g	anhydryt górny	1582,0–1646,0 (64,0)	1820,0–1838,0 (18,0)	1669,5–1724,0 (24,5)	1737,0–1824,0 (87,0)	1787,5–1822,0 (34,5)	1806,5–1841,0 (34,5)	1886,0–1906,0 (20,0)	-	1910,0–1935,0 (25,0)	1907,0–1929,0 (22,0)	-	1872,5–1896,5 (14,0)	-	1867,0–1892,0 (25,0)
Na1	sól kamienna najstarsza	1646,0–2028,0 (382,5)	1838,0–1953,0 (115,0)	1724,0–1971,5 (247,5)	1824,0–1910,0 (86,0)	1822,0–1875,0 (52,5)	1841,0–1882,0 (41,0)	1906,0–2134,0 (128,0)	-	1935,0–2155,0 (220,0)*	1929,0–2150,0 (221,0)*	-	1896,5–2106,5 (109,0)*	-	1892,0–2134,0 (242,0)*
A1d	anhydryt dolny	2028,0–2046,5 (18,5)	1953,0–2050,0 (97,0)	1971,5–1996,0 (24,5)	1910,0–1976,0 (66,0)	1875,0–2080,5 (205,5)	1882,0–2041,0 (69,0)	2134,0–2189,0 (55,0)	-	2155,0–2207,0 (52,0)	2150,0–2175,5 (25,5)	-	2106,5–2149,0 (42,5)	-	2134,0–2164,5 (30,5)
Ca1 + T1	wapień cechsztyński i łupek miedzi- nośny	2046,5–2050,0 (3,5)	2050,0–2053,0 (3,0)	1996,0–2000,0 (4,0)	1976,0–1979,0 (3,0)	2080,5–2095,0 (15,0)	2041,0–2044,5 (3,5)	2189,0 –2195,5 (6,5)	-	2207,0–2210,0 (3,0)	2175,5–2199,5 (24,0)	-	2149,0–2154,0 (5,0)	-	2164,5–2169,0 (4,5)
miąższość cechsztynu		557,5	427,0	497,5	460,0	523,5	479,5	518,0	>195,2	547,0	536,0	>167,2	508,0	>183,0	511,5

Tab. 2.2. Stratygrafia i miąższość cechsztynu w zachodniej części obszaru przetargowego Gostyni (na podstawie CBDG, 2023).

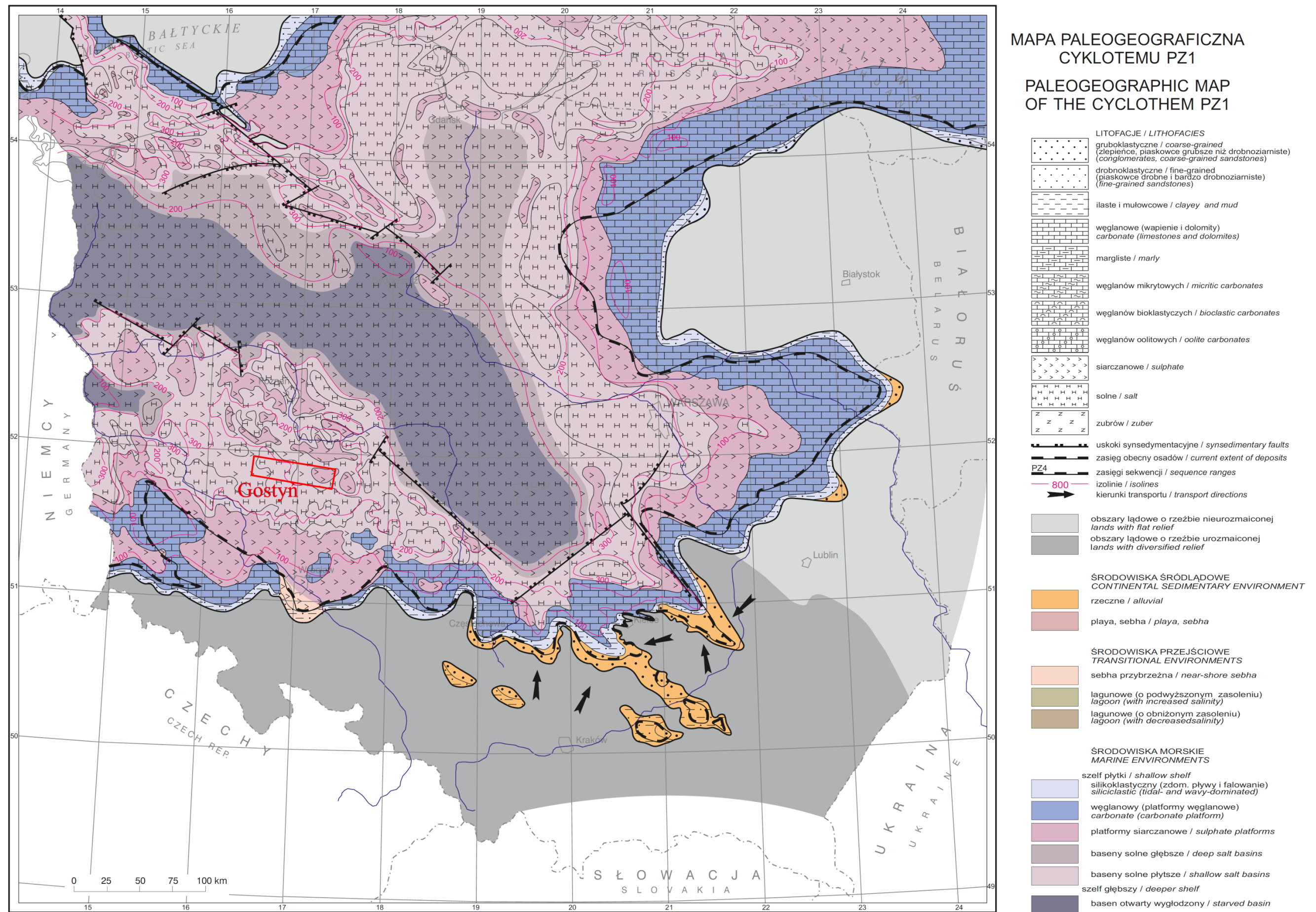


Fig. 2.14. Położenie obszaru przetargowego Gostyn na mapie paleogeograficznej cyklotemu PZ1 (Wagner, 1998).

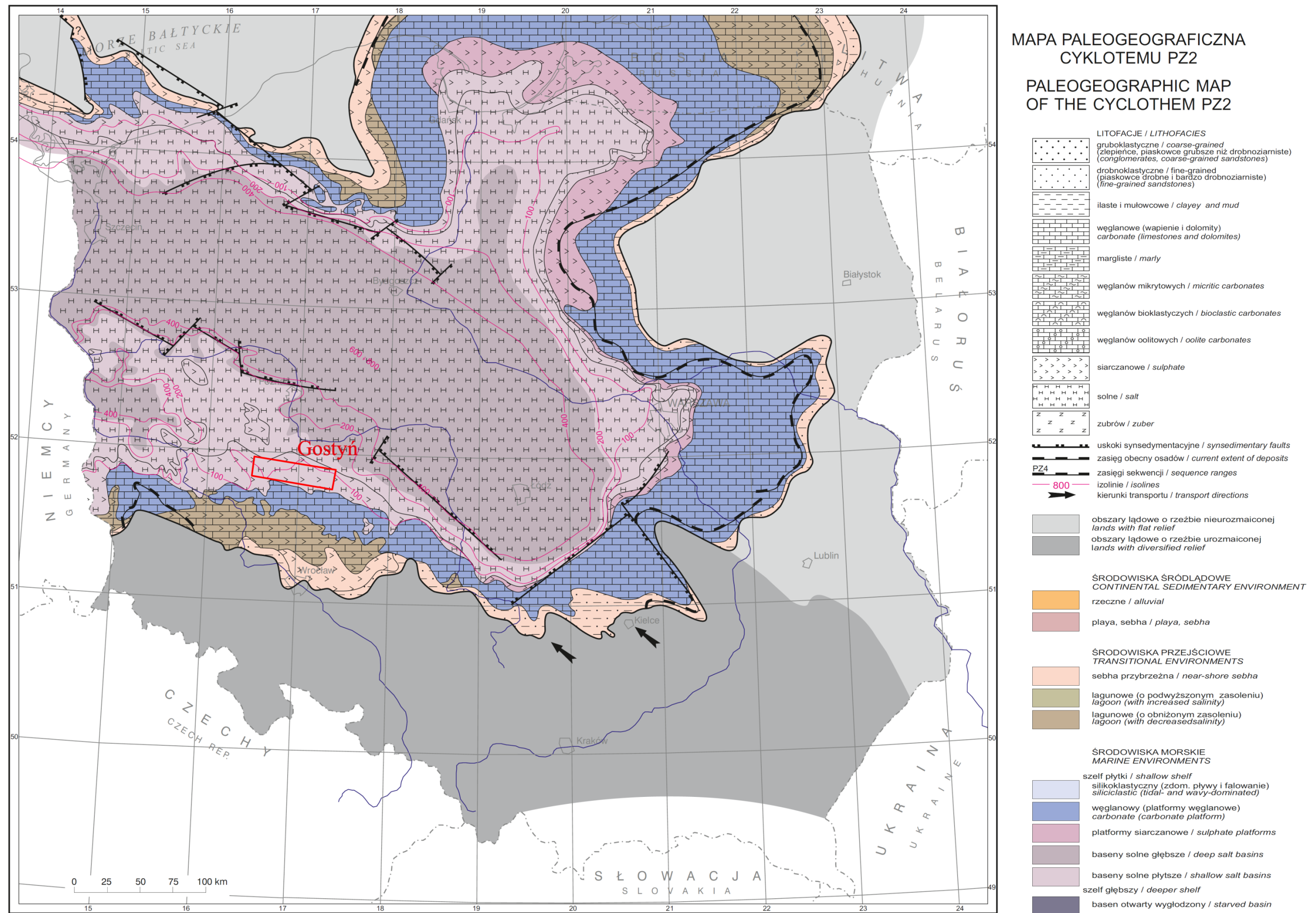


Fig. 2.15. Położenie obszaru przetargowego Gostyn na mapie paleogeograficznej cyklotemu PZ2 (Wagner, 1998).

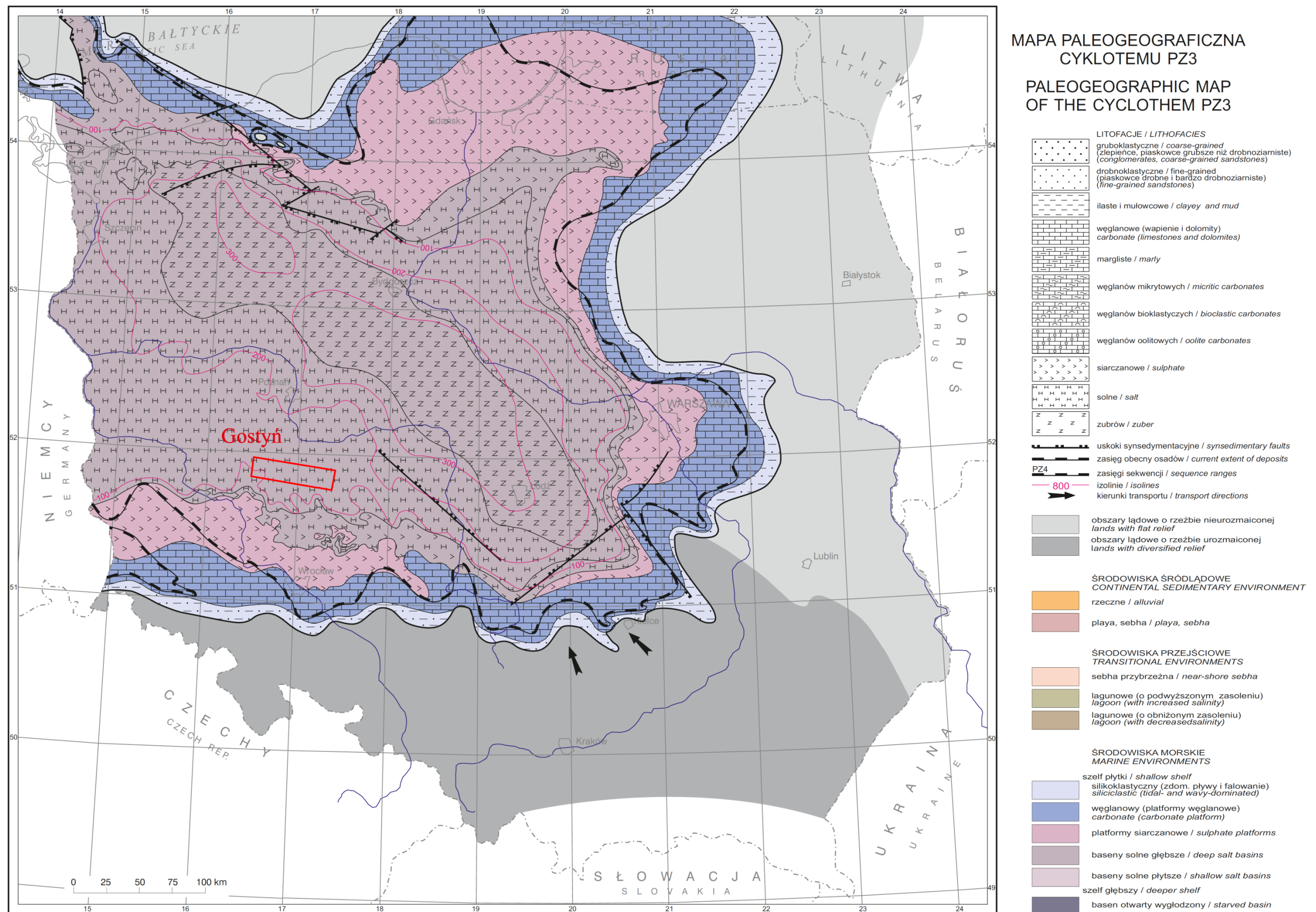


Fig. 2.16. Położenie obszaru przetargowego Gostyn na mapie paleogeograficznej cyklotemu PZ3 (Wagner, 1998).

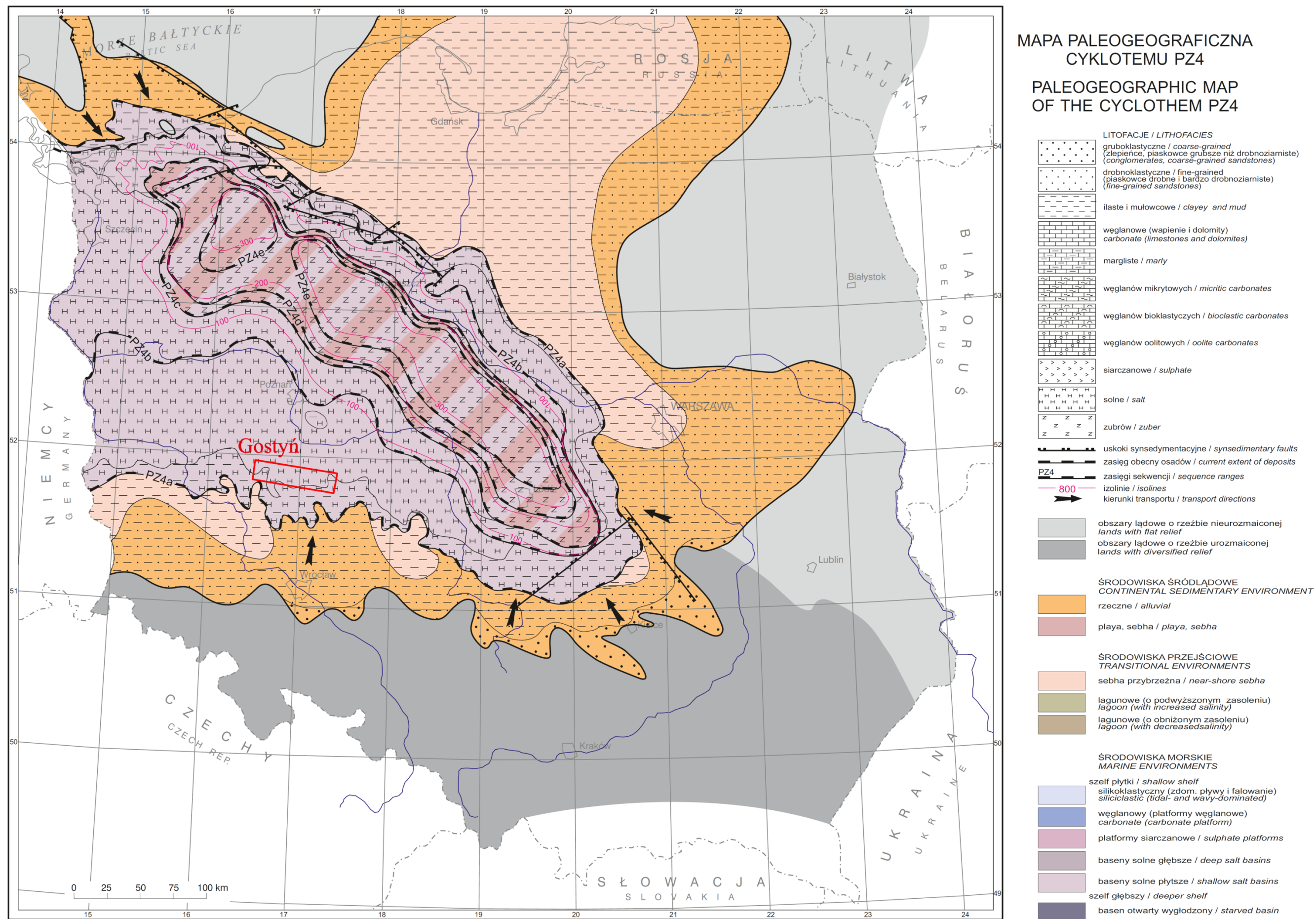


Fig. 2.17. Położenie obszaru przetargowego Gostyn na mapie paleogeograficznej cyklotemu PZ4 (Wagner, 1998).

Litologia i stratygrafia

W obrębie sukcesji ewaporatowej cechsztynu Niżu Polskiego można wyróżnić cztery cyklotemy – od PZ1 do PZ4 (Wagner, 1994; Wagner i Peryt, 1997; Fig. 2.13–2.19) odpowiadające cyklotomom Werra, Strassfurt, Leine i Aller z basenu niemieckiego (np. Richter-Bernburg, 1955). Większość profilu osadów cechsztyńskich powstała podczas transgresywno-regresywnych cykli węglanowo-ewaporatowych (niższe cyklotemy od PZ1 do PZ3), a tylko najwyższa część sekwencji (cyklotemy od PZ4a do PZ4e) podczas terygeniczno-węglanowych cykli klimatycznych związanych z wahaniami klimatu od wilgotnego do suchego (Wagner i Peryt, 1997). W trakcie depozycji węglanowej, rozpoczynającej trzy pierwsze cykle (PZ1–PZ3), utworzyły się odpowiednio trzy poziomy utworów węglanowych: wapień cechsztyński Ca1, dolomit główny Ca2 i dolomit płytowy Ca3 (Fig. 2.13). Na obszarze Gostyni, który położony jest w marginalnej części basenu stwierdzono jedynie obecność ciągłego horyzontu dolomitu głównego Ca2, wapień cechsztyński zaś jest nieobecny w niektórych otworach na wyniesieniu Pogorzeli (zob. niżej) i kompletnie brak dolomitu płytowego Ca3. Osady węglanowe są rozdzielone utworami ewaporatowymi wykształconymi głównie w facjach siarczanowych (anhydryt) i chlorkowych (sól kamienna – halit). Na omawianym obszarze utwory ewaporatowe są często niekompletnie wykształcone i mają zredukowaną miąższość, w szczególności w części wschodniej.

Osady cyklotemu PZ1 (Werra) na obszarze Gostyni mają bardzo zróżnicowaną miąższość i wykształcenie litostratygraficzne. W zachodniej części obszaru miąższość tych utworów wynosi od 233,0 m (Kąkolewo 1) do 468,5 m (Frankowo 1) i mają one pełny, typowy dla PZ1 profil (Tab. 2.2). Miąższość wapienia cechsztyńskiego (wraz z łupkiem miedzionośnym) wykształconego tutaj w facjach basenowych jest zazwyczaj niewielka i wynosi od 3 do 6,5 m (Fig. 2.20); jedynie w otworach Święciechowa 1 i Żakowo 4 stwierdzono większe miąższości – odpowiednio 15,0 m i 24,0 m. Wyżej występują anhydryty (anhydryt dolny i górny) przedzielone miąższem (maksymalnie 382,5 m w otworze

Frankowo 1) pokładem soli kamiennej (sól najstarsza Na1). We wschodniej części omawianego obszaru, stwierdzone w otworach wiertniczych miąższości utworów PZ1 są znacznie mniejsze – od kilkudziesięciu do maksymalnie 150,0 m w otworze Kobylin-1, a w dwóch otworach położonych w osiowej części wyniesienia Pogorzeli utwory te nie występują w ogóle (otwory Pogorzela 1 i Pogorzela 2). Osady wapienia cechsztyńskiego na obrzeżach wyniesienia osiągają duże miąższości (przypuszczalnie do ponad 60 m) tworząc izolowaną platformę węglanową (Fig. 2.20). Miąższość wapienia cechsztyńskiego, który został tutaj nawiercony w kilku otworach wynosi kilkadziesiąt metrów (Tab. 2.1). Anhydryt dolny (A1d) na wyniesieniu, tam gdzie jest obecny, osiąga niewielką miąższość rzędu 30–60 m, a w jego oddaleniu – około 100 m. Brakuje całkowicie soli kamiennej najstarszej (Na1), stwierdzono ją jedynie w otworze Kobylin-1, zlokalizowanym poza wyniesieniem Pogorzeli – w strefie basenowej.

Poglądy na temat wykształcenia osadów cechsztynu na wyniesieniu Pogorzeli zmieniły się diametralnie w ostatnich 20 latach, wraz z postępowaniem w rozpoznawaniu budowy geologicznej tego obszaru, wynikającym z wykonania nowych prac sejsmicznych (zob. Kwolek i Protas, 2001; Filo i in., 2005; Kwolek i Mikołajewski, 2007). Wyniesienie Pogorzeli stanowi wysuniętą najbardziej na południowy wschód część wyniesienia wolsztyńskiego (grzbietu brandenbursko-wolsztyńskiego), budowanego głównie przez skały karbońskie o konsolidacji waryscyjskiej (Kiersnowski i in., 2010). Jest to intrabasenowy horst, którego powstanie było spowodowane ruchami ekstensyjnymi na obszarze waryscyjskiego pasma orogenicznego, będących wynikiem subsydencji związanej z riftowaniem na przełomie karbonu i permu.

W profilach otworów Pogorzela 1 i Pogorzela 2 (Tab. 2.1), wykonanych przez polskie górnictwo naftowe w pierwszej połowie lat 70-tych na obszarze środkowej części północnej monokliny przedsudeckiej, stwierdzono znaczące redukcje miąższości utworów cechsztynu w stosunku do rejonów sąsiednich (Kwolek i Protas, 2001) – odpowiednio do 134,0 m i 99,5 m. W profilu cechsztynu napo-

tkano tam tylko jeden interwał węglanowy (Pogorzela 1 – 19 m miąższości; Pogorzela 2 – 20,5 m miąższości), zalegający bezpośrednio na skałach karbońskich w wysokiej pozycji hipsometrycznej (na głębokości zaledwie 1750–1770 m p.p.m.). Został on wówczas zaliczony do wapienia cechsztyńskiego (Ca1) (zob. np. Peryt i Protas, 1978). Takie same poglądy na stratygrafię osadów cechsztyńskich na wyniesieniu Pogorzeli przedstawili Kwolek i Protas (2001), bazując na wynikach prac sejsmicznych 2D wykonanych przez PGNiG w latach 1998–1999. Prace te umożliwiły dokładniejsze niż dotychczasowe odwzorowanie zasięgu węglanów cechsztynu na wyniesieniu Pogorzeli (uznawanych wówczas za poziom Ca1). Wyniki kolejnych prac sejsmicznych (zdjęcie 3D Siedmiorogów-Pogorzela) wykonanych na dużej części wyniesienia Pogorzeli w roku 2004 (Filo i in., 2005), pozwoliły na przetestowanie dotychczasowej wiedzy, dotyczącej utworów cechsztynu na tym obszarze i w rezultacie zanegowały kompletnie dotychczasowe, opisane wyżej, poglądy na wykształcenie cechsztynu (zob. Kwolek i Mikołajewski, 2007). Charakterystyczne rozmieszczenie reflektorów sejsmicznych w obrębie osadów cechsztyńskich wyklinowujących się na zboczach wyniesienia wolsztyńskiego wskazuje, że się one na siebie nakładają w stosunku do wyraźnej powierzchni niezgodności kątowej, związanej ze spągami cechsztynu (granicy sejsmicznej Z1'). Dane sejsmiczne 3D wskazują, że osady PZ1 nie występują na znacznym obszarze wyniesienia Pogorzeli. Nieobecna jest tam także dolna część cyklotemu PZ2. Według rezultatów tych prac początkowe fazy transgresji cechsztyńskiej nie objęły najbardziej wyniesionej części wyniesienia, przez co na karbońskim podłożu zalegają tam bezpośrednio skały dolomitu głównego (Ca2), a nie jak dotychczas sądzono wapien cechsztyński (Ca1; Filo i in., 2005; Kwolek i Mikołajewski, 2007; Fig. 2.20–2.23). Brak utworów Ca1 na grzbiecie Pogorzeli otworzył nowe perspektywy dla poszukiwań i tłumaczył negatywne wyniki wierceń z lat 70-tych. W osadach Ca1 obrzeżających wyniesie od południa i północnego wschodu wyinterpretowano sze-

reg struktur związanych z wyklinowywaniem się tych osadów na stokach wyniesienia (Fig. 2.20–2.23). Utwory te mają dużą miąższość i miejscami osiągają znaczną porowatość (Fig. 2.22). Otwór Bułaków 2 wywiercony w 2007 roku na strukturze Bułakowa odkrytej w utworach Ca1 dzięki w/w pracom sejsmicznym 3D, okazał się jednakże negatywny (otwór zawodniony – nie uzyskano przyływu gazu). Strukturę tę przyrównywano (zob. Kwolek i Mikołajewski, 2007) do raf Ca1 analogicznych do tych znanych z wyniesienia wolsztyńskiego położonych na północny-zachód (np. Kościan). W otworze tym stwierdzono osady Ca1 o miąższości 30 m (na głębokości 1823,5–1853,5 m; Tab. 2.1). Ze skąpego opisu w dokumentacji rozliczającej koncesję Jarczewo-Pogorzela z 2016 r. (Strzelecka i Rostkowski, 2016) oraz dokumentacji likwidacyjnej otworu (Gościk i Kwolek, 2008), wynika, że zaczynając od stropu są to jasnoszare cienko rytmicznie laminowane ciemną substancją ilastą dolomity z licznymi małymi (do 1 cm) klastami skał podłoża karbońskiego z siatką różnokierunkowych mikropęknięć wypełnionych substancją ilastą, dolomity szarobeżowe z klastami skał karbońskich, dolomity organodetrytyczne z licznymi mszywiolami i grubszy żyłki kalcytowymi (5 mm), brekcje i zlepieńce budowane przez różnej wielkości i stopniu obtoczenia klasty skał karbońskich. Generalnie utwory te reprezentują trójdzielną sukcesję transgresywno-regresywną (Strzelecka i Rostkowski, 2016). Część stropowa to kompleks mikrobialno-pizolitowy – osady pery- i sublitoralne sebhysaliny (czyli człon regresywny). W części środkowej dominują utwory organodetrytyczne (mszywiolowe), stanowiące odpowiednik tzw. utworów rafowych z gazonośnych raf Ca1 znanych na wyniesieniu wolsztyńskim (typu Kościana), powstałe w warunkach sublitoralnych, często o dużej energii wody. Są to utwory ciągu systemów depozycyjnych wysokiego poziomu morza. Najniższa część profilu (o największej miąższości), jest zbudowana głównie z karbońskich ekstraklastów, jest dwudzielna. Niższa odpowiada fazie transgresji, a wyższa stanowi już utwory wysokiego poziomu morza.

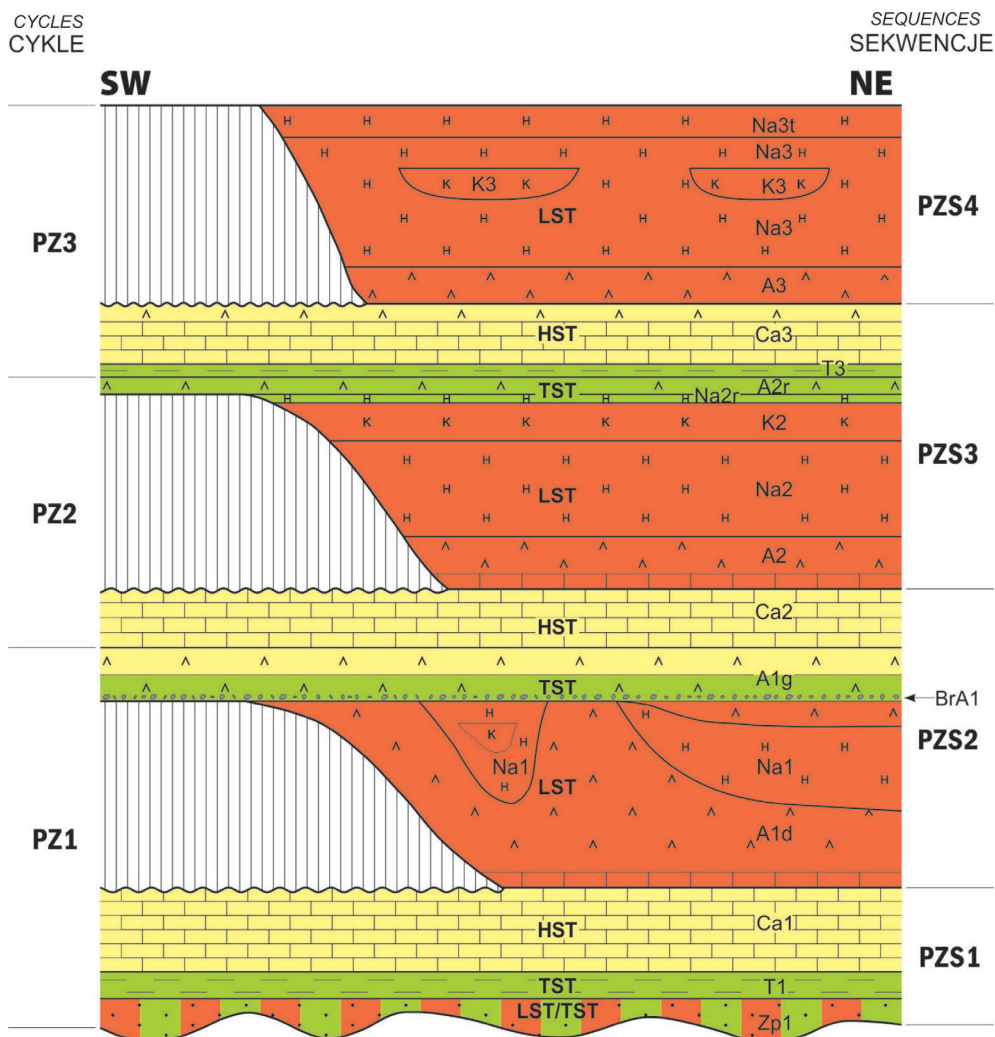


Fig. 2.18. Chronostratygrafia i sekwencje depozycyjne cechsztynu – cyklometry PZ1, PZ2 i PZ3 (Wagner i Peryt, 1997).

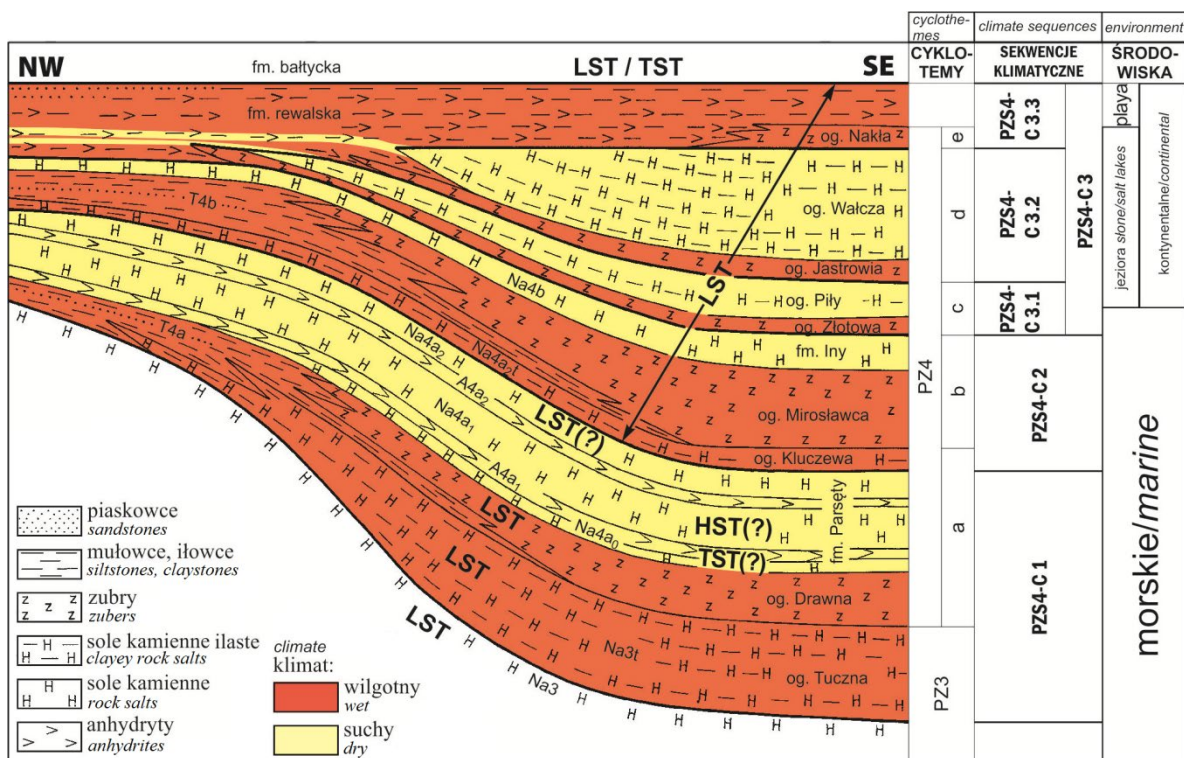


Fig. 2.19. Klimatyczne sekwencje depozycyjne cyklometu PZ4 (Wagner i Peryt, 1997).

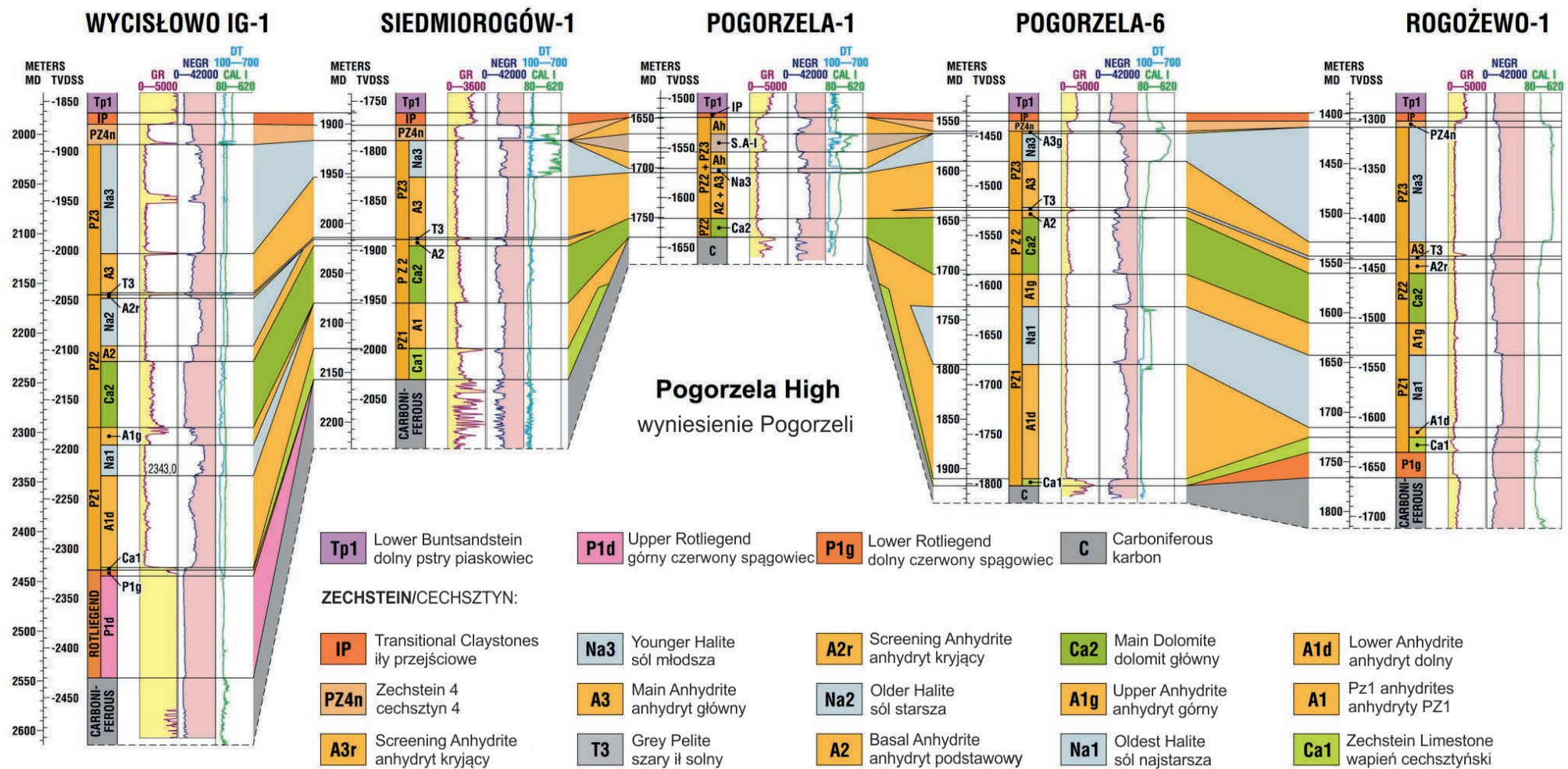


Fig. 2.20. Korelacja osadów cechszynu w wybranych otworach w rejonie wyniesienia Pogorzeli (Kwolek i Mikołajewski, 2007); otwory Wycisłowo IG-1, Pogorzela 6 i Rogożewo 1 położone są poza granicami obszaru Gostyni.

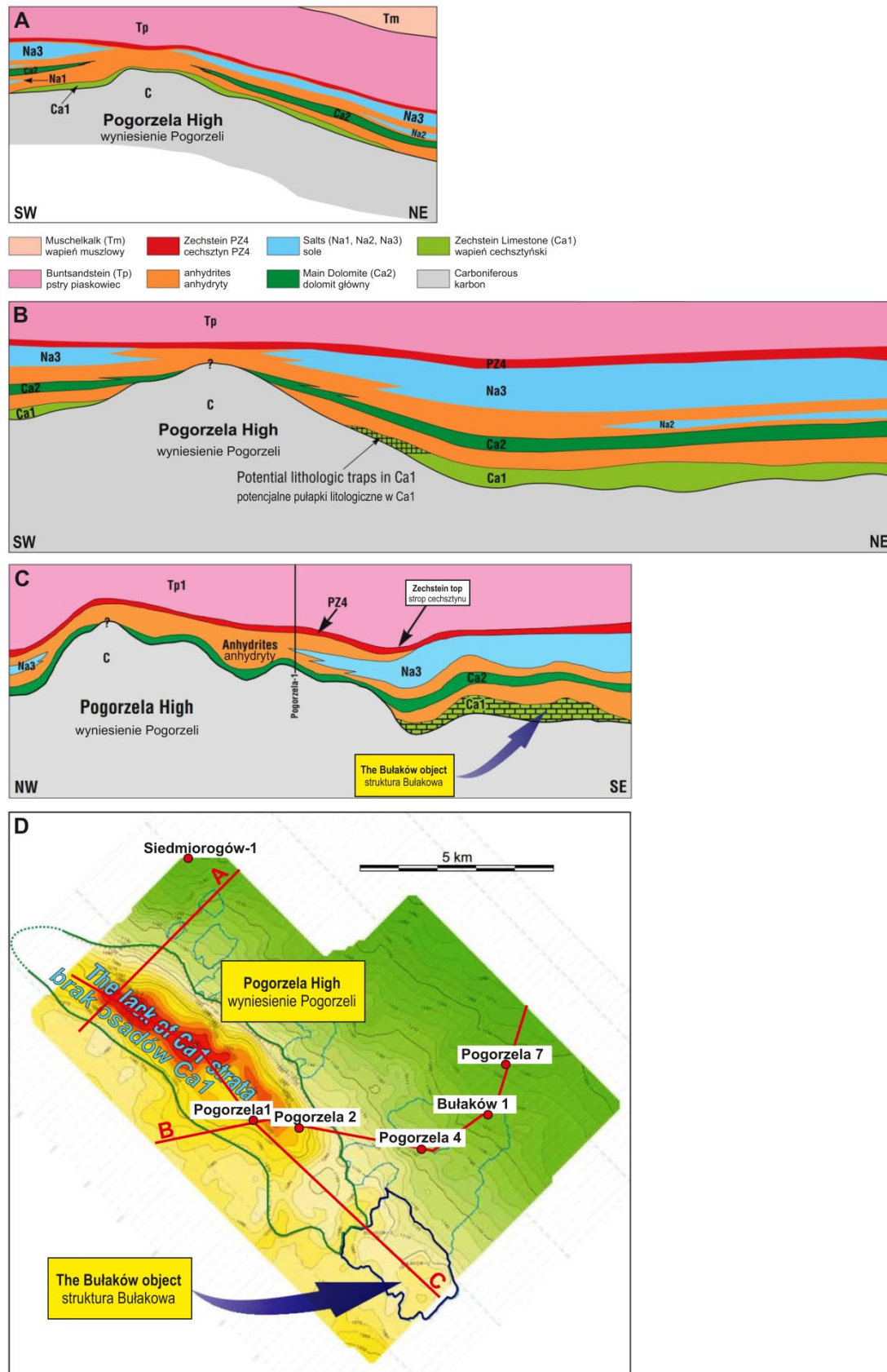


Fig. 2.21. Modele budowy geologicznej utworów cechsztynu w rejonie wyniesienia Pogorzeli. **A.** Na podstawie otworów i prac sejsmicznych 2D (Kwolek i Protas, 2001). **B.** Na podstawie otworów i prac sejsmicznych 3D (Kwolek i Mikołajewski, 2007) – zaznaczono potencjalne pułapki litologiczne w obszarach wyklinowywania się utworów Ca1 na skłonie wyniesienia Pogorzeli. **C.** Przekrój przez strukturę Bułaków przypominającą rafy Ca1 z rejonu Kościana na wyniesieniu wolsztyńskim (Kwolek i Mikołajewski, 2007). **D.** Mapa lokalizacyjna struktury Bułaków i innych struktur (cienkie zielone kontury) na SE obrzeżu wyniesienia Pogorzeli na tle mapy miąższości kompleksu sejsmicznego Z1' – Tp2 (spąg cechsztynu/strop środkowego pstręgo piaskowca; Kwolek i Mikołajewski, 2007).

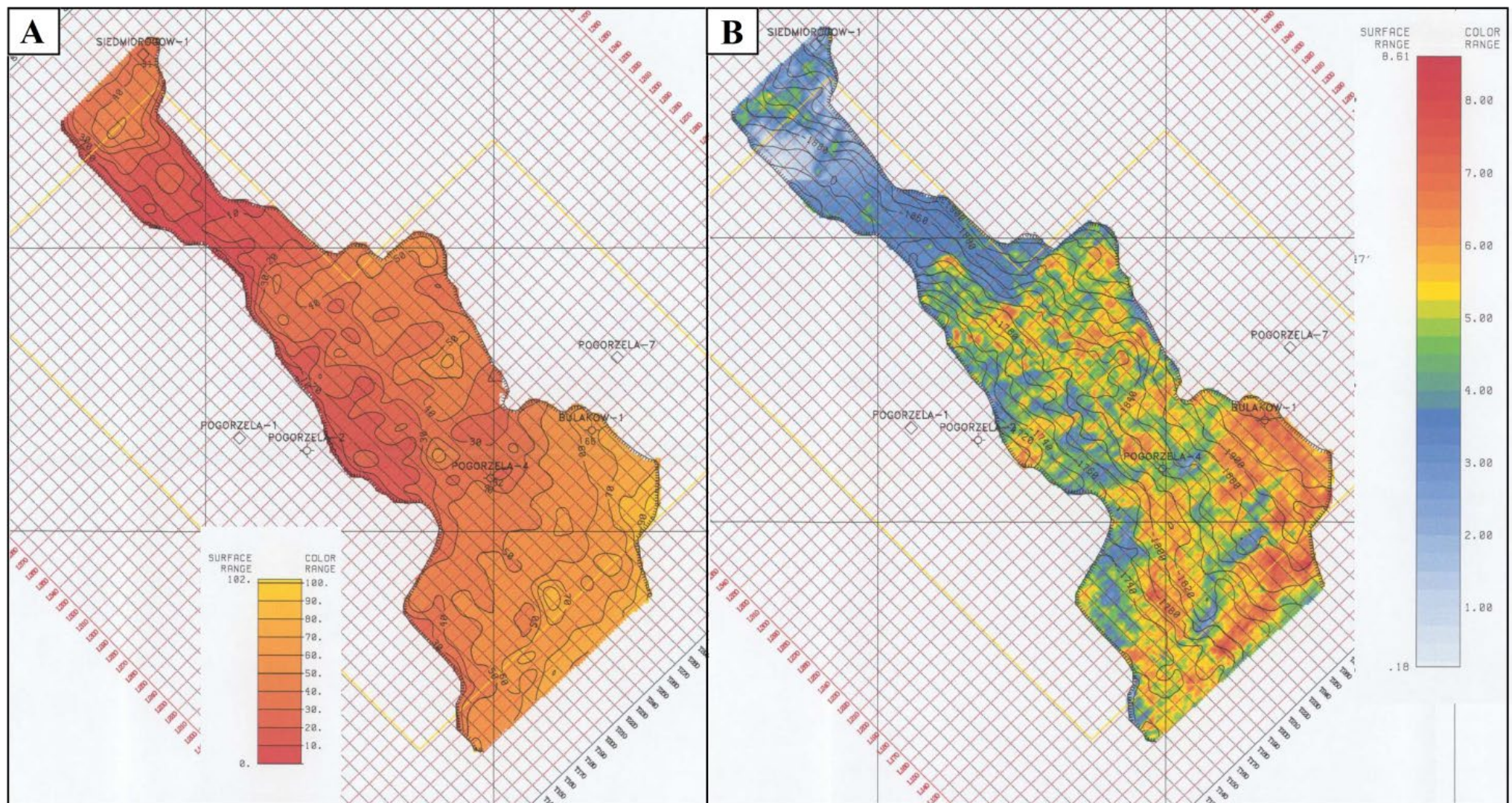


Fig. 2.22. Mapa miąższości (A) oraz mapa porowatości (B) utworów wapienia cechsztyńskiego we wschodniej części obszaru przetargowego Gostyń (Filo i in., 2005).

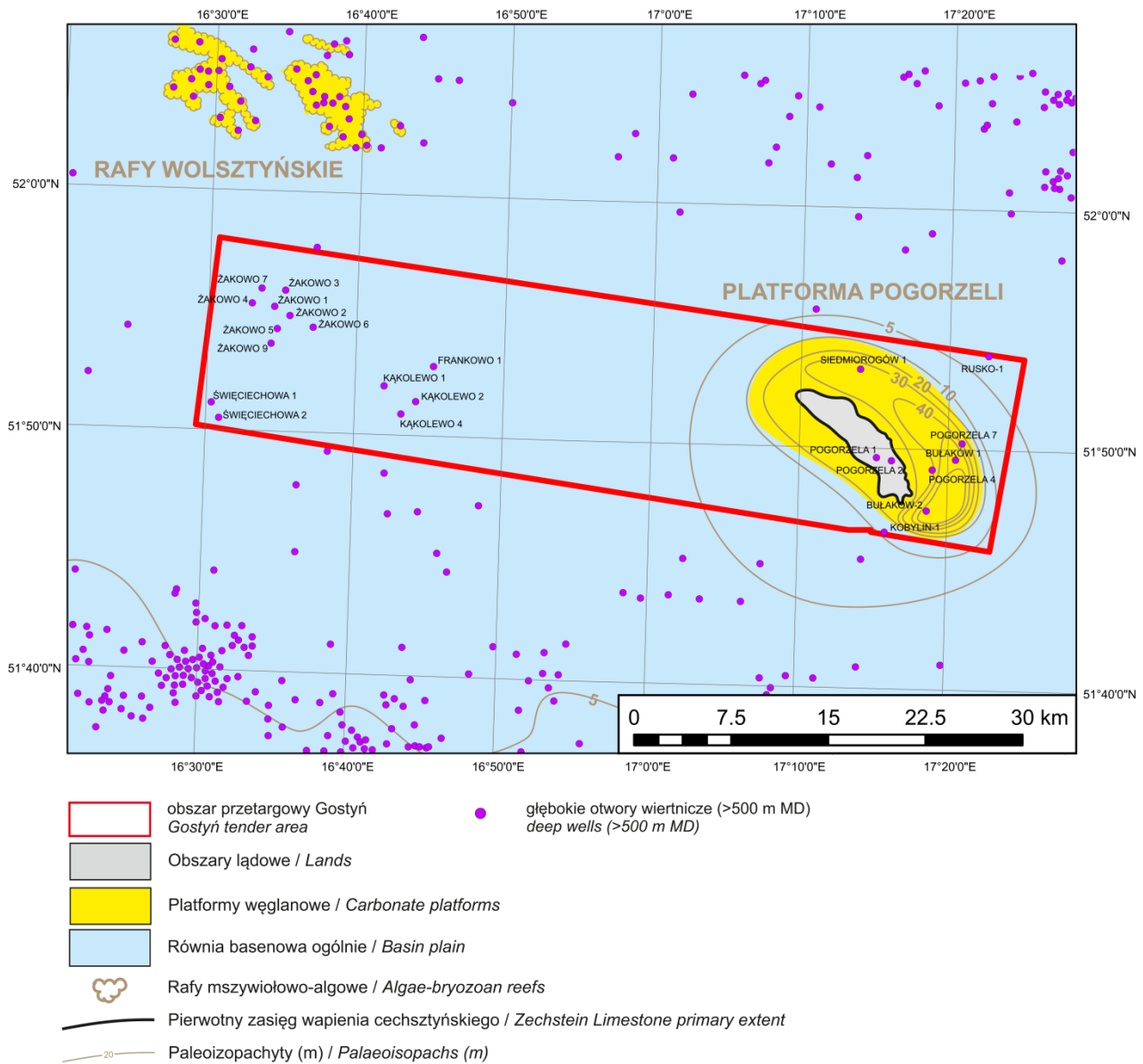


Fig. 2.23. Lokalizacja obszaru przetargowego Gostyń na mapie paleogeograficzno-facjalnej utworów wapienia cechsztyńskiego Ca1 (na podstawie Buniak i in., 2013).

Utwory cyklotemu PZ2 (Stassfurt) na obszarze Gostyń osiągają miąższość od około 50 m (46,9 m w otworze Frankowo 1) do ponad 100 m (109 m w otworze Kąkolewo 1; Tab. 2.1–2.2). Najniższą część profilu PZ2 tworzy dolomit główny Ca2 występujący we wszystkich otworach (z wyjątkiem otworu Żakowo 7, który nie dowiercił się do osadów Ca2), osiągający miąższość od około 20 m na wyniesieniu Pogorzela (min. 19,0 m w otworze Pogorzela 1) do 75 m (otwór Kąkolewo 1). Otwory o małej miąższości Ca2 (20–30 m) znajdują się tylko na wyniesieniu Pogorzela (Fig. 2.24). W obrazie paleogeograficznym dolomitu głównego w basenie cechsztyńskim

można wyróżnić trzy zasadnicze strefy (Wagner, 2012), którym odpowiadają odrębne systemy depozycyjne (Jaworowski i Mikołajewski, 2007): równia basenowa, stoki platform węglanowych, platformy węglanowe. Przestrzenny układ tych systemów depozycyjnych wraz z ich zróżnicowaniem oraz miąższością przedstawiono na mapie paleogeograficznej dolomitu głównego (Wagner, 2012), której fragment dotyczący obszaru Gostyń jest zamieszczony na Fig. 2.24.

Obszar Gostyń jest położony w całości na obszarze platformy węglanowej Ca2, generalnie w obrębie rozległej równi platformowej,

przy czym w części środkowej i wschodniej dużą rolę odgrywają osady wysokoenergetyczne, w tym pływizny i bariery onkolitowo-ooidowe (Fig. 2.24). Osady takie stwierdzono np. w otworze Bułaków-2 i Siedmiorogów-1 (Fig. 2.25). Wyższa część profilu Ca2 w otworze Bułaków-2 to osady wysokoenergetycznej równi platformowej (sublitoralne piaski węglanowe – greinstony oraz węglanowe piaski mułowe – pakstony i wakstony), powstałe w strefie pływizn tworzonych przez aktywne piaski węglanowe (Strzelecka i Rostkowski, 2016). W niższej części profilu występują osady niskoenergetycznej rampy węglanowej wykształcone jako rytmy tworzone przez sublitoralne muły węglanowe z przewarstwieniami węglanowych mułów piaszczystych.

Utwory dolomitu głównego charakteryzują się zróżnicowanymi, na ogół słabymi własnościami zbiornikowymi i filtracyjnymi. Procesy diagenetyczne są związane zarówno ze strefami diagenetyczno-depozycyjnymi, jak również z etapami pogrzebienia i zachodziły wieloetapowo. Kilkometrowa strefa o wyraźnie lepszych właściwościach zbiornikowych jest związana z rozpuszczaniem cementów oraz niestabilnych ziaren w warunkach wadycznych (Strzelecka i Rostkowski, 2016). Jednak lokalnie mogą one być dobre – np. w otworze Siedmiorogów-1 (Fig. 2.25–2.27). W środkowej i górnej części profilu Ca2, w tym otworze stwierdzono obecność osadów onkolitowych miąższości 30 m, reprezentujących środowisko sedymentacji barierowej, charakteryzujących się bardzo dobrymi własnościami zbiornikowymi (Kwolek i Protas, 2001).

Zalegający na utworach dolomitu głównego anhydryt podstawowy A2 (Tab. 2.1–2.2) ma zwykle miąższość od kilku do kilkunastu metrów, która to jedynie w otworach Rusko 1 (23,5 m) oraz Pogorzela 2 (35 m) wyraźnie przekracza te wartości. Na szczycie wyniesienia Pogorzeli (otwór Pogorzela 1) nie stwierdzono obecności anhydrytu podstawowego. Anhydryty w większości otworów są przykryte solą kamienną starszą Na2 osiagającą miąższość od kilku do 30 m (Święciechowa 1). W kilku otworach w rejonie wyniesienia Pogorzeli (Pogorzela 1, 2, 4, Siedmiorogów-1, Kobylin-1), a w zachodniej części obszaru w otworze Frankowo 1, sól Na2 nie występuje.

je. Sedymentację cyklotemu Stassfurt kończy w większości otworów anhydryt kryjący o miąższości nieprzekraczającej kilku metrów.

Utwory cyklotemu PZ3 (Leine) na obszarze Gostyń mają miąższość od około 20 do 150 m (Tabela 2.1–2.2). Największe miąższości (153 m w otworze Pogorzela 7), ale też największe zróżnicowanie miąższości między poszczególnymi otworami, stwierdzono we wschodniej części obszaru. Na szczycie wyniesienia Pogorzeli (otwory Pogorzela 1 i 2) obserwuje się dużą redukcję miąższości (26,5 m w otworze Pogorzela 2). W części zachodniej miąższość PZ3 zwykle wynosi około 100 m i jedynie w otworze Frankowo 1 (26,5 m) i Kąkolewo 1 (142,0 m) znacznie odbiega od tej wartości. Sedymentację PZ3 rozpoczyna ła solny szary T3 o miąższości do 2,5 m. Wyżej spoczywają osady anhydrytu głównego A3 o miąższości od około 10 (otwór Pogorzela 2) do prawie 80 m (77 m w otworze Święciechowa 1); jedynie w otworze Rusko 1 stwierdzono dwa poziomy anhydrytu przedzielone warstwą soli, a w otworze Frankowo 1 anhydryt ma tylko 0,4 m miąższości. Ostatnie ogniwo PZ3 stanowi sól kamienna młodsza Na3 osiagająca miąższość od 5 m (Pogorzela 1) do 126,5 m (Pogorzela 7). Ponadto w otworze Święciechowa 2 stwierdzono w stropie anhydryt stropowy A3r o miąższości 2 m.

Osady cyklotemu PZ4 (Aller) mają miąższość od 9,0 m w otworze Bułaków 2) do 66,0 m w otworze Rusko 1 (Tab. 2.1–2.2). Najniższą ich część w większości otworów stanowi czerwony ła solny T4a o miąższości zwykle 1–2 m. Wyżej w niektórych otworach stwierdzono anhydryt pegmatytowy dolny A4a1 oraz w większości otworów – sól kamienną najmłodszą Na4a. W prawie wszystkich otworach (wyjątkiem jest otwór Bułaków 2) profil zamyka stropowa seria terygeniczna/iłowce przejściowe o miąższości od 10 m (Bułaków 1) do 24,5 m (Żakowo 7).

Perspektywiczność

W basenie cechsztyńskim w Polsce istnieją dwa poziomy węglanowe, w których mogą występować złoża węglowodorów. Są to wa-

pień cechsztyński (Ca1), który jest skałą zbiornikową dla gazu pochodzącego z niżej ległych utworów karbonu oraz dolomit główny (Ca2), będący jednocześnie skałą macierzystą i zbiornikową (Wagner, 1994; Kotarba i in., 2020).

Utwory wapienia cechsztyńskiego, które mogą być perspektywiczne dla poszukiwań węglowodorów na obszarze Gostyn, znajdują się w jego najbardziej wschodniej części – w rejonie wyniesienia Pogorzeli. Występują tam dużej miąższości (do prawdopodobnie ponad 60 m) osady platformy węglanowej, obrzeżające skały podłoża (głównie karbonu) budujące wyniesienie (Fig. 2.23). Na pozostałej części obszaru Gostyn wapien cechsztyński jest wykształcony w facjach basenowych, osiąga miąższość jedynie kilku metrów i nie daje zatem żadnych perspektyw dla poszukiwań węglowodorów.

W przypadku dolomitu głównego w zachodniej części planowanej koncesji, w związku z obecnością złóż Żakowo i Kąkolowo i generalnie dobrym rozpoznaniem wiertniczym, należy zrezygnować z dalszych prac poszukiwawczych, a skupić się na zagospodarowaniu udokumentowanych złóż. Złoża te nie były do tej pory eksploatowane z powodu stosunkowo niewielkiej zawartości metanu (15–20 %). Wschodnia część obszaru przetargowego jest także dość dobrze rozpoznana wiertniczo. W utworach tych mimo często dobrych parametrów zbiornikowych nie uzyskano przemysłowych przyływów

gazu – poziomy potencjalnie zbiornikowe są tam silnie zawodnione. Obszar ten zatem również nie wydaje się być dostatecznie perspektywiczny. Należy jednak podkreślić, iż w otworach z tego obszaru, stwierdzono znacznie większe zawartości metanu niż ww. złożach w zachodniej części obszaru przetargowego. Zawartość metanu wynosi tutaj około 50% (np. Pogorzela-7).

Najlepszy potencjał poszukiwaczy w utworach Ca2 może mieć środkowa część obszaru Gostyn, która jest całkowicie pozbawiona wierceń. Z dostępnych danych wynika, że mogą tam występować utwory o korzystnych parametrach zbiornikowych. Są to osady platformy węglanowej o znacznej miąższości (rzędu 50–60m), wykształcone w facjach ziarnistych (zob. Fig. 2.24), co przy założeniu korzystnego przebiegu zmian diagenetycznych tych osadów może prowadzić do powstania dobrych warunków zbiornikowych. Dane uzyskane ze zdjęcia 3D Pogorzela-Siedmiorogów mogą wskazywać na taką możliwość. W zasięgu wykonanych prac sejsmicznych 3D porowatość Ca2 jest największa w zachodniej części analizowanego obszaru, gdzie dochodzi do kilkunastu procent. Dotychczasowe prace sejsmiczne nie wykazały jednakże obecności pułapek w osadach Ca2 – potrzebna jest zatem tutaj ponowna szczegółowa analiza dostępnych danych sejsmicznych.

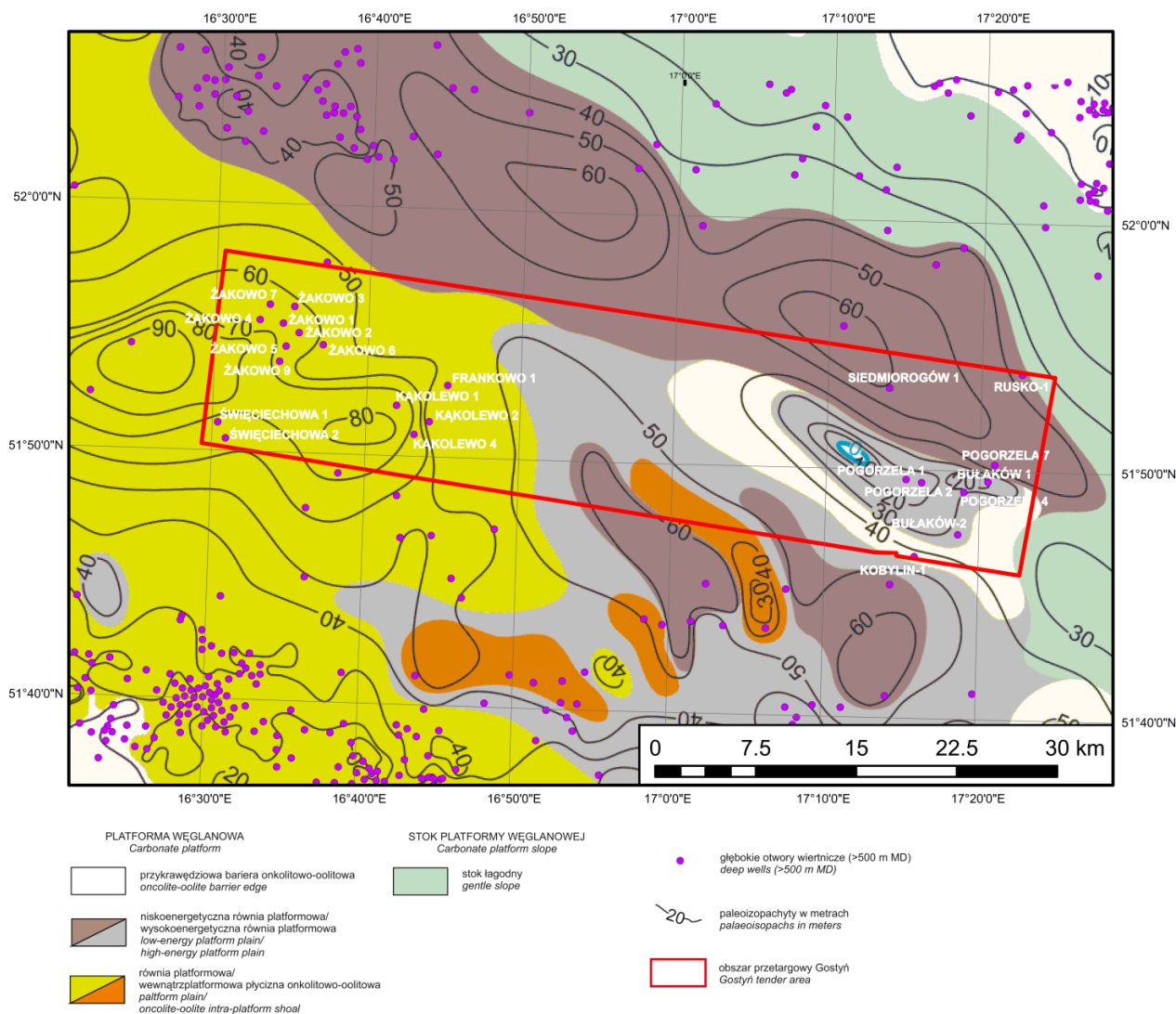


Fig. 2.24. Paleogeografia i miąższości dolomitu głównego na obszarze Gostyń (Wagner, 2012).

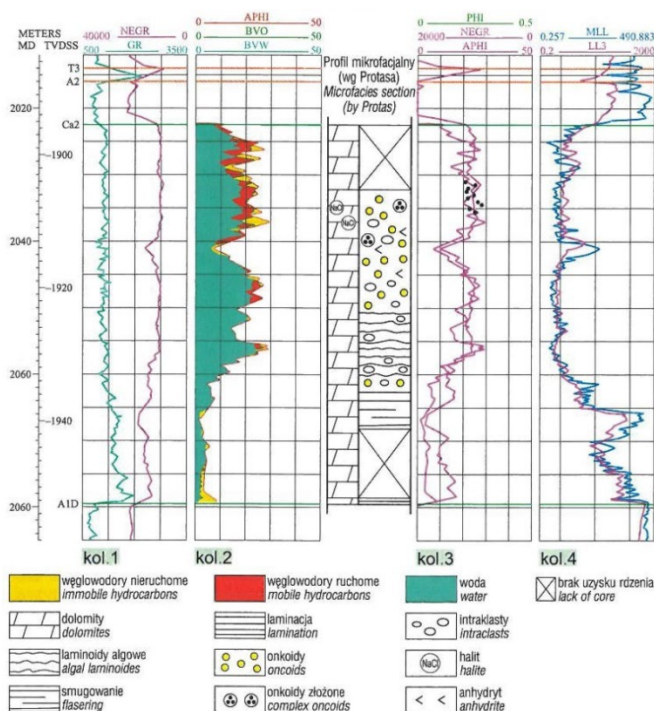


Fig. 2.25. Profil otworu Siedmiorogów-1 (Kwolek i Protas, 2001). W kolumnach 1–4 zestawiono krzywe: 1 – radiometryczne: NEGR (profilowanie neutron-gamma) i GR (profilowanie gamma); 2 – APhi (porowatość ogólna obliczona z krzywej akustycznej), RVO (objętość bituminów w skale), BVW (objętość wody w skale); 3 – PHI (porowatość laboratoryjna, oznaczona czarnymi kropkami), 4 – MLL (mikrolaterolog), LL3 (laterolog 3).

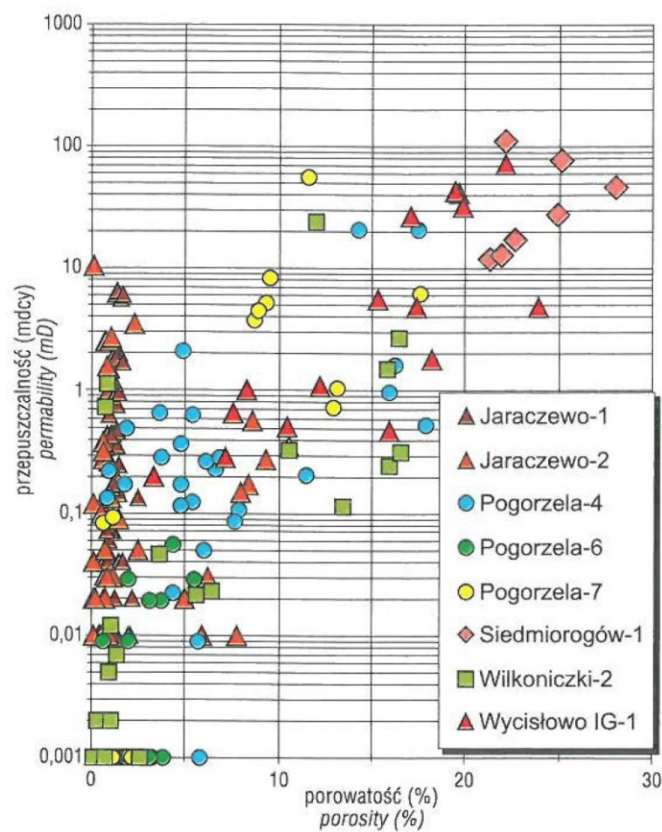


Fig. 2.26. Zależność między porowatością a przepuszczalnością laboratoryjną w utworach Ca2 w otworze Siedmiorogów-1 na tle innych otworów w rejonie wyniesienia Pogorzeli (Kwolek i Protas, 2001).

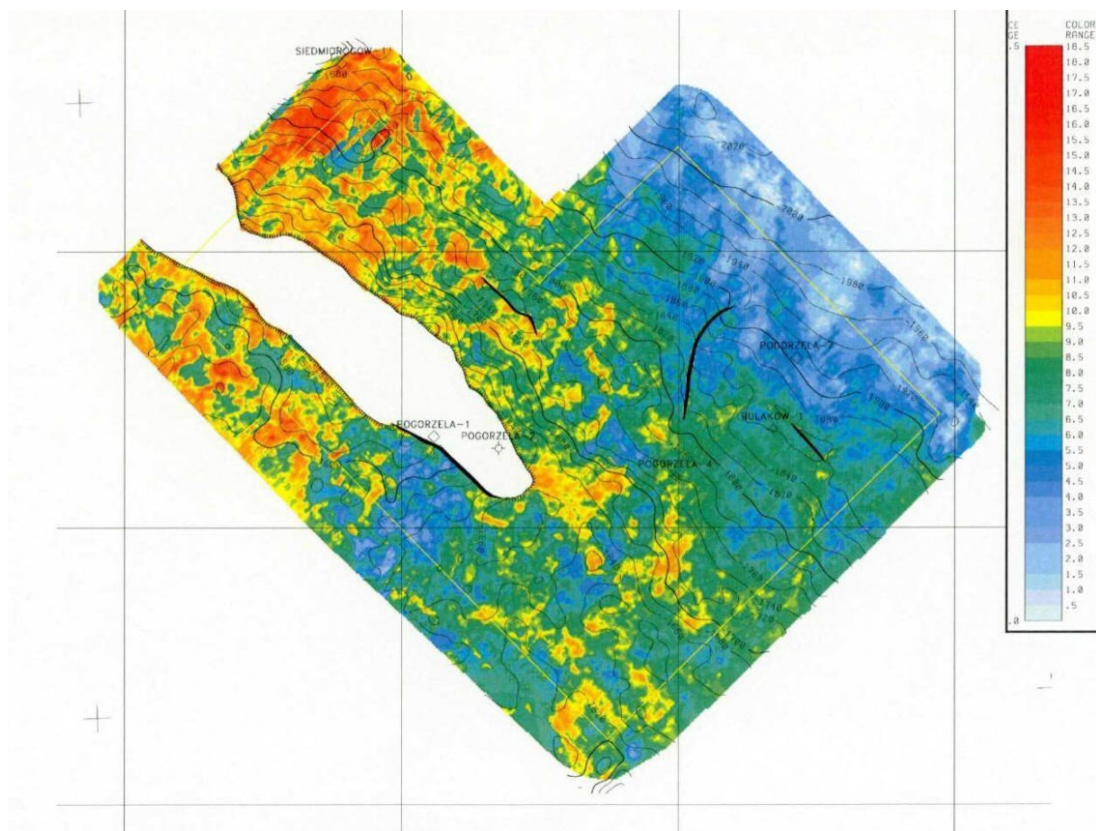


Fig. 2.27. Mapa porowatości Ca2 we wschodniej części obszaru Gostyń (rejon wyniesienia Pogorzeli) wykonana na podstawie wyników zdjęcia sejsmicznego 3D Siedmiorogów-Pogorzela (Filo i in., 2005).

2.3.4. TRIAS

Rozprzestrzenienie i miąższość

Osady triasu występują na całym obszarze przetargowym Gostyń i niemal na całej jego powierzchni znajdują się one bezpośrednio pod pokrywą kenozoiczną (por. Dadlez i in., 2000; Fig. 2.28). Strop triasu jest położony w zakresie głębokości 206,0–327,0 m, spąg zaś na głębokościach od 1492,5 do 2094,0 m. Miąższości całego interwału wahają się pomiędzy 1231,5 a 2065,5 m. Poniżej zestawiono zakres głębokościowy i miąższości triasu w otworach z obszaru przetargowego (głębokości wg miary wiertniczej):

- Bułaków 1: 215,0–1803,0 m,
- Bułaków-2: 207,5–1636,5 m,
- Frankowo 1: 261,0–1492,5 m,
- Kąkolewo 1: 250,0–1555,0 m,
- Kąkolewo 2: 270,5–1502,5 m,
- Kąkolewo 4: 270,0–1519,0 m,
- Kobylin-1: 206,0–1608,0 m,
- Pogorzela 1: 222,0–1636,0 m,
- Pogorzela 2: 245,0–1650,0 m,
- Pogorzela 4: 225,0–1735,0 m,
- Pogorzela 7: 208,0–1850,0 m,
- Rusko-1: 289,5–2094,0 m,
- Siedmiorogów-1,
- Święciechowa 1: 327,0–1571,5 m,
- Święciechowa 2: 270,0–1565,0 m,
- Żakowo 1: 276,0–1677,5 m,
- Żakowo 2: 267,5–1635,0 m,
- Żakowo 3: 270,0–1663,0 m,
- Żakowo 4: 273,0–1663,50 m,
- Żakowo 5: 265,0–1628,5 m,
- Żakowo 6: 255,0–1646,0 m,
- Żakowo 7: 269,5–1653,0 m,
- Żakowo 9: 269,0–1657,5 m.

Litologia i stratygrafia

Osady triasu na obszarze przetargowym należą strukturalnie do północnej części monokliny przedsudeckiej (Żelaźniewicz i in., 2011; Nawrocki i Becker, 2017; Fig. 2.1A). Znajdują się tu zarówno osady triasu dolnego, środkowego jak i górnego (karnik, noryk, retyk). W otworach z obszaru przetargowego granica z niżej leżącej terygeniczną serią stropową cechsztynu (Pzt) nie została jednoznacznie

wyznaczona. Przechodzi ona w obrębie iłowców, łupków ilastych i wapieni skrytokrystalicznych.

Trias dolny

Miąższość osadów triasu dolnego na obszarze przetargowym jest generalnie stała i oscyluje wokół 600 m. Wyjątek stanowią otwory Żakowo 1 i Żakowo 3, gdzie miąższość triasu dolnego wynosi odpowiednio 344 m i 467 m. Według regionalnych wydzieleni są to osady dolnego, środkowego i górnego pstrego piaskowca – retu. Początek sedimentacji triasu dolnego to zapis przejścia od środowiska morskiego (w cechsztyynie) do kontynentalnego, charakterystycznego dla pstrego piaskowca. Pstry piaskowiec dolny jest reprezentowany przez skały klastyczne: iłowce brunatnoczerwone, brunatne, wiśniowe, mułowce i drobnoziarniste piaskowce o spoiwie węglanowym, jednakże utwory te wykazują jeszcze cechy środowisk przejściowych i nieznaczny wpływ środowiska morskiego – pojawiają się wkładki wapieni, anhydrytów, gipsów.

Osady pstrego piaskowca środkowego to lądowy kompleks piaskowcowo-iłowcowy. Na obszarze przetargowym dominują iłowce czerwone, brunatnoczerwone i piaskowce drobnoziarniste różowe i różowo-szare. Są to również mułowce, iłowce i drobnoziarniste piaskowce o barwie od „czekoladowej”, „brunatnej” przez „wiśniową” po „różowawą”, podrzędnie szare (CBDG, 2023).

Osady pstrego piaskowca górnego – retu dokumentują transgresję i wpływy środowiska morskiego o podwyższonym zasoleniu – pojawiają się wkładki wapieni, anhydrytów i margli.

Trias środkowy

Trias środkowy na obszarze przetargowym jest reprezentowany przez osady płytkiego morza szelfowego zaliczane w regionalnych wydzieleniach do wapienia muszlowego oraz osady kajpru dolnego, które z kolei dokumentują regresję morską w najwyższym triasie środkowym. Miąższości powyższych osadów na obszarze przetargowym zawarte są pomiędzy 217 m w otworze Rusko-1 w północno-

wschodniej części obszaru i 360 m w otworze Święciechowa 1.

Na całym obszarze widoczna jest dwudzielność litologiczna triasu środkowego. Niższa część jest reprezentowana przez wapień muszlowy dolny i środkowy, gdzie dominują wapień szare z domieszkami margli i iłowców ciemnoszarych i szarozielonych oraz wapień muszlowy górny i osady kajpru dolnego, gdzie przeważają iłowce i mułowce barwy od szarej (wapień muszlowy górny) po brunatną i pstrą (kajper dolny).

W otworach zlokalizowanych w bardziej centralnej części obszaru (otwory Kąkolewo 1, 2, 4) rozpoznano szczegółowo litostratygrafię triasu środkowego (Bojanowski i in., 1975). Wyodrębniono tam: spągowe warstwy margliste (wapienia muszlowego dolnego), warstwy faliste i piankowe, następnie osady wapienia muszlowego środkowego, warstwy glaukonitowe i ceratytowe oraz warstwy sulechowskie. Są to głównie wapień szare, popielate podrzędnie występują: margle, mułowce, a także zdarzają się gipsy i anhydryty. W stropie profilu pojawiają się iłowce ciemnoszare przechodzące w iłowce i mułowce

brunatne oraz ciemnoczerwone z pogranicza wapienia muszlowego górnego i kajpru dolnego.

Trias górny

We wszystkich otworach z obszaru przetargowego nawiercono osady triasu górnego (karniku, noryku i retyku), które według regionalnych wydzielen należą do kajpru środkowego i górnego. Utwory te na obszarze przetargowym charakteryzują się dużą zmiennością miąższości: od 218 m w otworze Święciechowa 1 do 751 m w otworze Pogorzela 7 (i anomalnie duża miąższość 958 m w otworze Rusko-1). Są to głównie iłowce szare, popielate, brunatnoczerwone i czerwone z przeławiczeniami gipsów i anhydrytów należące do gipsowych warstw dolnych i gipsowych warstw górnych, które rozdzielone są interwałem piaskowca trzcinowego wykształconego jako drobnoziarniste piaskowce brunatne, szare i brązowe, miejscami ze szczątkami flory i łuskami ryb, przeławicone mułowcami i iłowcami lekko wapnistymi.

2.3.5. JURA

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory jury nawiercono jedynie w północno-wschodnim krańcu obszaru przetargowego Gostyń, w otworze Rusko-1 (głębokości 213,0–289,5 m). Jest to 76,5-m miąższości interwał zawierający piaski kwarcowe średnio- i gruboziarniste, ły szare i szaroniebieskie z pojedynczymi okruchami flory (Strzelecka i Rostkowski, 2016). W najbliższym sąsiedztwie obszaru przetargowego, w otworze Wycisłowo IG-1 (Kuhn, 1979), niewielki przewiercony interwał jury został zaliczony do hetangu dolnego. Są to

piaskowce drobnoziarniste, mułowce szare ilaste, miejscami zapiaszczone o miąższości 27 m (głęb. od 224 do 251 m) należące do formacji zagajskiej. Wszystkie młodsze osady jury zostały erozyjnie usunięte w wyniku inwersji tektonicznej monokliny przedsudeckiej w najmłodszej kredzie i wczesnym paleogenie (Marek i Pajchłowa, 1997). W wyniku inwersji nie zachowały się również na obszarze przetargowym utwory kredy (Fig. 2.28).

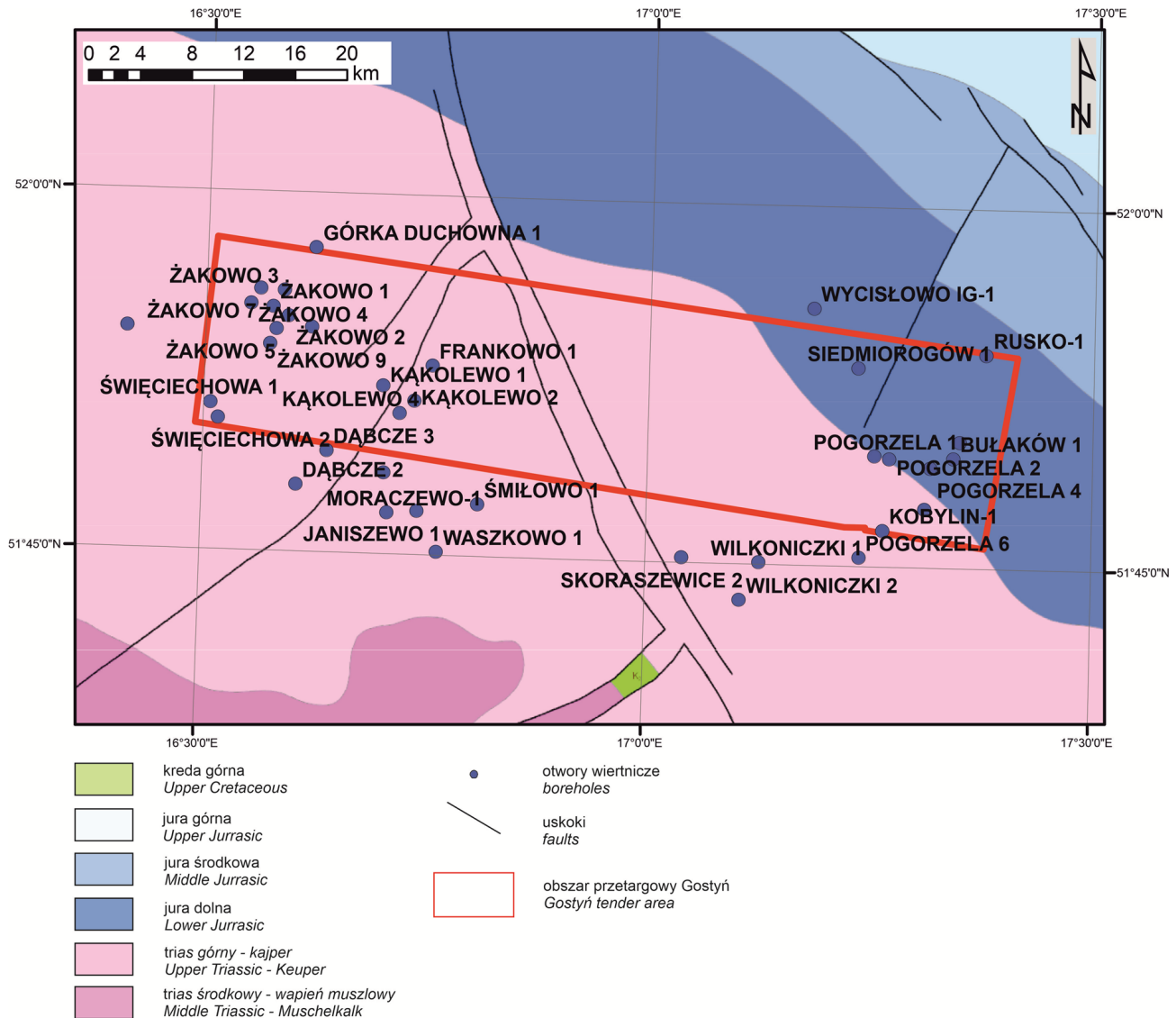


Fig. 2.28. Obszar przetargowy Gostyń na tle Mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku w skali 1:1000 000 (Dadlez i in., 2000; zmienione).

2.3.6. KENOZOIK

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym Gostyń występują zarówno osady paleogenu i neogenu jak i czwartorzędu. Ich sumaryczna miąższość waha się w granicach 200–270 m, jedynie w otworze Świeciechowa 1 wynosi 327 m (CBDG, 2023). Na osadach mezozoicznych zalegają osady paleogenu: miejscami eocenu oraz przede wszystkim oligocenu. Są to płytkomorskie piaski glaukonitowe oraz lądowe piaski, mułki i węgle brunatne należące do formacji leszczyńskiej (Piwocki, 1997). Powyżej leżą osady neogenu (miocenu): mułki, iły piaski i węgle brunatne (miocen dolny

i środkowy – formacje rawicka, ścinawska, pawłowicka i adamowska), a w stropie również i iły pstry formacji poznańskiej (miocen górny). Na obszarze przetargowym utwory miocenu, zwłaszcza węgle brunatne, osiągają największą miąższość w rowie tektonicznym Gostynia, który powiela założenia strefy tektonicznej Szamotuły-Poznań-Oleśnica. Znajduje się tam udokumentowane złożę węgla brunatnego Gostyń (Fig. 1.2), w którym znaczenie przemysłowe mają dwa pokłady: I środkowopolski i II łużycki. Obydwa pokłady występują zarówno wewnątrz rowu tektonicznego, jak i w jego obrzeżeniu, jednak

podczas gdy miąższość i głębokość zalegania I pokładu środkowopolskiego jest na całym obszarze niemal jednakowa, to miąższość II pokładu łużyckiego jest w obrębie rowu znacznie większa, a sam pokład występuje tam w niższej pozycji morfologicznej (Kasiński i in., 2019).

Osady czwartorzędowe dokumentują obecność wielu zlodowaceń na obszarze, od zlodowacenia Nidy po najmłodsze zlodowacenie Wisły.

Szczegółowe opisy stratygraficzne i litologiczne osadów kenozoiku znajdują się w ob-

jaśnieniach szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000 dla arkuszy, na których leży obszar przetargowy. Najważniejsze z nich to arkusze: Leszno (Gizler, 2001), Krzywiń (Winnicki, 2003), Gostyń (Szałajdewicz, 2002), Jaraczewo (Szałamacha, 2001). Południowe niewielkie fragmenty obszaru przetargowego leżą również w obrębie arkuszy: Góra (Multan, 2002), Poniec (Nowak, 2002), Kobylin (Król, 2003) oraz Krotoszyn (Błaszczak, 1997).

2.4. HYDROGEOLOGIA

Obszar przetargowy Gostyń jest położony w regionie wodnym Środkowej Odry. Obejmuje fragmenty obszarów bilansowych, których procentowy udział powierzchni w obrębie obszaru przetargowego kształtuje się następująco: P-XIII – Obra 58%, W-II Barycz – 38% oraz W-I Obrzyca i Krzycki Rów – 4%.

W podziale na jednolite części wód podziemnych (JCWPd) obszar przetargowy należy do następujących JCWPd, w udziale: 4% do JCWPd nr 69; 59% do JCWPd nr 70, 37% do JCWPd 79 (Fig. 2.29).

Głównymi jednostkami geomorfologicznymi w obrębie omawianego obszaru są: na północnym-zachodzie Pojezierze Krzywińskie, w części centralnej Wysoczyzna Leszczyńska i Wysoczyzna Kaliska na wschodzie (Fig. 2.30). Są to wysoczyzny morenowe płaskie, miejscami faliste zbudowane z glin zwałowych i utworów wodnolodowcowych. W strefę wysoczyznową wyraźnie wcięte są formy dolinne. Pojezierze Krzywińskie stanowi urozmaicony teren z głęboko wciętą doliną rzeki Samica oraz rynną rejonu Osieczna-Wonieść.

Obszar przetargowy jest położony w obrębie zlewni I rzędu rzeki Odry. Przez teren przebiega równoleżnikowo dział wodny II rzędu rozdzielający dorzecze Warty i Baryczy. Jedynie zachodnia część obszaru bilansowego należy do zlewni Odra od Baryczy do Bobru. Jest odwadniany przez następujące rzeki: Samica (w północno-zachodniej części obszaru, dopływ Południowego Kanału Do-

brzańskiego), Kania (dopływ Obry), Orla (prawobrzeżny dopływ Baryczy), Rdęca (dopływ Orli), Pogona, Dąbrówka, Ochla, Orlanka, Dąbroczna. Część zachodnią omawianego obszaru odwadniają drobne ciek: dopływy Rowu Polskiego (na południe od granic obszaru) Rów Strzyżewicki i Święciechowski oraz Kanał Wonieść.

Znajduje się tu niewiele jezior, które są głównie zlokalizowane w zachodniej części obszaru. Część z nich znajduje się w rynn timer Osieczna-Wonieść: jeziora Łoniewskie, Wojnowickie, Drzeczowskie, Witosławskie. Pozostałe to jeziora Ziemnickie, Świerczyńskie Wielkie, Świerczyńskie Małe, Górnickie i Grodzisko.

Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych (Paczyński i Sadurski, 2007) cały obszar należy do prowincji Odry, do następujących regionów: RŚO – region Środkowej Odry i RW – region Warty oraz subregionów: SWN – subregion Warty nizinny i SSOPł – subregion środkowej Odry północny.

Charakterystyka głównego użytkowego poziomu wodonośnego (GUPW) została przedstawiona na Mapach hydrogeologicznych Polski w skali 1 : 50 000 (MhP GUPW) – arkusze: 579 Leszno (Dąbrowski i Janiszewska, 2002), 580 Krzywin (Dąbrowski i Filipiak, 2002), 581 Gostyń (Stanicki i Marcinek, 2002), 582 Jaraczewo (Pilarski, 2002), 616 Góra (Olechnik, 2002a), 617 Poniec (Olechnik, 2002b), 618 Kobylin (Wojciechowska,

2002), 619 Krotoszyn (Stryczyński, 1998) oraz niewielki fragment arkusza 578 Święciechowa (Ziółkowski, 2002; Fig. 2.29).

Charakterystyka pierwszego poziomu wodonośnego (PPW) została przedstawiona na Mapach hydrogeologicznych Polski w skali 1 : 50 000 (MhP PPW WH) – arkusze: 579 Leszno (Janiszewska, 2005), 580 Krzywiń (Krawczyk i Nowak, 2005), 581 Gostyń (Olszewski 2005), 582 Jaraczewo (Olszewski 2005), 616 Góra (Grzegorzczak i Maruńczak 2005), 617 Poniec (Bielecka i Serafin, 2005), 618 Kobylin (Bielecka i Dembiec, 2005), 619 Krotoszyn (Krawczyk i Jednoróg, 2005) oraz niewielki fragment arkusza 578 Święciechowa (Grzegorzczak i Gawron, 2005).

Opis warunków hydrogeologicznych obszaru przetargowego wykonano na podstawie materiałów kartograficznych oraz regionalnych dokumentacji hydrogeologicznych. Na omawianym obszarze wody zwykle o mineralizacji do 1 g/l występują do głębokości 200–270 m w utworach czwartorzędowych i neogeńsko-paleogeńskich. Piętra te mogą pozo-
stawać ze sobą w bezpośredniej więzi hydraulicznej. Wody starszych i głębszych poziomów ze względu na znaczenie zasolenie nie mają charakteru użytkowego. W utworach cechsztynu i czerwonego spągowca występują solanki o mineralizacji $>300 \text{ g/dm}^3$, a w utworach trasy dolnego od 50 do 300 g/dm^3 (Dąbrowski i Janiszewska, 2002).

Czwartorzędowe poziomy wodonośne tworzą piętrowy układ o zróżnicowanym rozprzestrzenieniu. Są związane z utworami piaszczystymi holocenu (w dolinach rzecznych) i plejstocenu (w osadach lodowcowych, wodnolodowcowych i rzecznych). Utwory te charakteryzują się dużą zmiennością i przestrzennym zróżnicowaniem miąższości i litologii utworów. W obrębie utworów czwartorzędowych można wyróżnić następujące poziomy wodonośne:

- poziom wód gruntowych,
- poziom międzyglinowy (górny i dolny),
- poziom podglinowy.

Osady wodonośne w poszczególnych strukturach wykazują dobrą łączność hydrauliczną. Przeważa eksploatacja poziomu gruntowego i międzyglinowego. Ujmowane wody pod-

ziemne są wykorzystywane głównie do celów komunalnych i przemysłowych oraz na potrzeby gospodarki rolnej.

Poziom wód gruntowych jest związany z najpłycej występującymi przypowierzchniowymi warstwami wodonośnymi. Stanowią go pozbawione izolacji warstwy piętra czwartorzędowego w dolinach rzecznych i lokalnie na wysoczyźnie, wykształcone jako utwory piaszczyste i żwirowe.

Poziom wód gruntowych występuje w obrębie dolin Obry, Kanału Obry, Rowu Polskiego, Samicy, Kani i mniejszych plejstocennych dolin, a także w piaskach i żwirach równin sandrowych. Występuje także w obrębie utworów wodnolodowcowych rynny Osieczna-Wonieść i sandru leszczyńskiego (Dąbrowski i Janiszewska, 2002; Janiszewska, 2005). Ma charakter nieciągły, o zmien-
nym rozprzestrzenieniu i miąższościach od 10 do ponad 40 m (60 m na południe od Gostynia). Na jego występowanie duży wpływ mają warunki geomorfologiczne, sieć rzeczna i czynniki klimatyczne. Cechuje się on zmiennością w cyklu rocznym, uwarunkowaną zasilaniem i drenażem. Współczynnik filtracji mieści się w przedziale od 2 do 160 m/24h. Przewodność poziomu wodonośnego wynosi od 80 do ponad $2000 \text{ m}^2/24\text{h}$ ($3360\text{--}4320 \text{ m}^2/24\text{h}$ w obrębie sandru, w obrębie dolin $120\text{--}720 \text{ m}^2/24\text{h}$). Zwierciadło wody ma charakter swobodny, lokalnie napięty, zalega na zróżnicowanej głębokości, zależnej od charakteru struktury i związku z wodami powierzchniowymi – najczęściej od 0,5–5 m w dolinach rzek, do 10 m na obszarze równin sandrowych i 15 m na wysoczyznach. Omawiany poziom jest najczęściej pozbawiony izolacji, co wpływa na niską jego odporność na zanieczyszczenia z powierzchni terenu. Zasilanie zachodzi w głównej mierze z infiltracji opadów, a lokalnie w dolinach rzecznych zasilanie poziomu może następować z głębszych pięter. (Pilarski, 2002; Olszewski, 2005). Poziom ten drenują ciekły powierzchniowe i jeziora omawianego obszaru. Ujmowany jest do eksploatacji przez ujęcia dla m. Leszno, ujęcia w rejonie Gostynia, w Świerczynie, Krobi Starej, Podrzeczu. W części centralnej obszaru przetargowego poziom ten łączy się z poziomem międzyglini-

nowym poprzez okno hydrogeologiczne (Dąbrowski i Filipiak, 2002).

Poziom międzyglinowy – w jego obrębie można wyróżnić dwie warstwy wodonośne międzyglinowe – górną i dolną, które zazwyczaj pozostają w łączności hydraulicznej, tworząc jedną, wspólną warstwę wodonośną. Poziom ten jest związany z występowaniem osadów piaszczystych i żwirowych w obrębie glin morenowych stadiów młodszych i starszego zlodowaceń środkowopolskich, interglacjału wielkiego i zlodowacenia południowopolskiego (poziom międzyglinowy dolny; Dąbrowski i Filipiak, 2002). W części wysoczyznowej poziomy związany jest z osadami piaszczystymi pokryw fluwiołacjalnych, które rozdzielają gliny morenowe zlodowacenia południowopolskiego od środkowopolskiego, bądź zalegają bezpośrednio na łożach „trzeciorzędowych” (Stanicki i Marcinek, 2002). Zwierciadło wody poziomego międzyglinowego górnego ma charakter napięty, lokalnie może być swobodny i w zależności od miąższości warstw nadkładu, występuje na zmiennych głębokościach od kilku do kilkadziesiąt metrów. Głębokość występowania poziomego jest uwarunkowana z jednej strony strukturą geologiczną, z drugiej zaś współczesną morfologią. W pradolinie żerkowsko-rydzynskiej poziomy ten zalega bezpośrednio pod powierzchnią terenu na głębokości 0,7 m (Wojciechowska, 2002), natomiast w rejonie Pojezierza Krzywińskiego i Gostynia jego strop najczęściej zalega na głębokości poniżej 15 m, zaś na wysoczyźnie leszczyńskiej zwykle poniżej 30–60 m. Miąższość poziomego jest zmienna i wynosi od 5 m w strukturach międzymorenowych do 40 m w dolinach. Parametry filtracyjne w zależności od granulacji warstw i miąższości są następujące: współczynnik filtracji 2–60 m/24h (lokalnie >100 m/24h w dla piasków gruboziarnistych i żwirów). Przewodność od 20 do >2000 m²/24h, najczęściej 120–480 m²/24h. Wydajności potencjalne studni są zróżnicowane i wahają się od 10 do 50 m³/h, lokalnie powyżej 50 m³/h (dolina Kani). Poziom zasilany jest na drodze bezpośredniej infiltracji wód przez słabo przepuszczalny nadkład gliniasty i przesączanie wód z nadległych warstw w obszarach ich występowania. Lokalnie mo-

że łączyć się poprzez okna hydrogeologiczne z poziomem wód gruntowych.

Poziom międzyglinowy dolny występuje na głębokościach do 50 m p.p.t. Współczynnik filtracji wynosi od 4,8 do 60 m/24h, wodoprzewodność zawiera się w przedziale 100–500 m²/24h, lokalnie do 900 m²/24h. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter naporowy lub artezyjski. Zasilanie odbywa się poprzez przesączanie z wyżejległych poziomów.

Poziomy międzyglinowe (górny i dolny) są drenowane w obrębie dolin rzecznych otaczających wysoczyznę lub ją rozcinających. Poziomy międzyglinowe są ujmowane na ujęciach w Bogusławkach, Koszowie, Strzelcach Wielkich, Bodzewie, Karczmie Borowej (ujęcie dla m. Leszna), Siedmiorogów, Borzęciczki (Pilarski, 2002; Stanicki i Marcinek, 2002).

Poziom wodonośny podglinowy jest związany ze strukturami dolinnymi (obniżenia powierzchni podczwartorzędowej). Stanowią go piaszczyste osady interstadialne i fluwiołacjalne zlodowacenia południowopolskiego. Strop poziomego wodonośnego występuje na głębokości poniżej 60 m p.p.t., a zwierciadło wód podziemnych ma charakter naporowy. Miąższość poziomego wynosi zazwyczaj od około 5 m do 30 m. Współczynnik filtracji wynosi od 4 do ok. 34 m/24h, a przewodność od 50 do 470 m²/24h. Ze względu na ograniczone występowanie i znaczną głębokość występowania ma on charakter lokalny o niewielkim znaczeniu użytkowym. Poziom ten kontaktuje się bezpośrednio z poziomem międzyglinowym oraz lokalnie z poziomem mioceńskim. Zasilany jest w wyniku przesączania z wyżejległych poziomów. Poziom podglinowy występuje w obszarze Wysoczyzny Leszczyńskiej (okolice Leszna), w rejonie Borek, gdzie związany jest z kopalną doliną Pogony, oraz na południowy wschód od Gostynia (rejon Zalesia, Bielaw Pogorzelskich i Szelejewskich) (Stanicki i Marcinek, 2002).

W centralnej części obszaru przetargowego występuje obszar pozbawiony głównych użytkowych poziomów wodonośnych w rozumieniu kryteriów przyjętych dla opracowania arkuszy Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 (MHP-GUPW), z uwagi na

bardzo wysoką zawartość chlorków w poziomach paleogeńsko-neogeńskich 2500 mg/dm^3 (w Gostyniu).

Chemizm wód piętra czwartorzędowego w rejonie obszaru przetargowego opracowano na podstawie danych z hydrogeologicznych opracowań kartograficznych (Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000) oraz z monitoringu diagnostycznego wód podziemnych przeprowadzonego przez PIG-PIB w latach 2010–2022. Są to najczęściej wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$, $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$, $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$, $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca}$, o odczynie obojętnym lub lekko zasadowym (pH od 6,61 do 7,47). Mineralizacja wód wyrażona przewodnością elektrolityczną w 20°C waha się w granicach $526\text{--}2013 \text{ }\mu\text{S/cm}$, przy czym wody o swobodnym zwierciadle charakteryzują się wyższą wartością przewodności elektrolitycznej (średnia z wielolecia w wytypowanych punktach monitoringu wynosi ponad $1033 \text{ }\mu\text{S/cm}$, podczas gdy średnia dla zwierciadła napiętego wynosi $746 \text{ }\mu\text{S/cm}$). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2019, poz. 2148) wody piętra czwartorzędowego zostały zaklasyfikowane w rejonie obszaru przetargowego do klas od III do V w zależności od lokalizacji punktu. Najniższą jakością wód podziemnych charakteryzują się punkty należące do sieci monitoringu wód podziemnych w okolicach Gostynia, Leszna i Koźmina Wielkopolskiego. Wskaźnikami fizyczno-chemicznymi znacząco obniżającymi klasę jakości wód są przede wszystkim podwyższone zawartości manganu, żelaza, siarczanów oraz NH_4 . Wartości stężeń żelaza w tych wodach oscylują zazwyczaj w granicach od $<0,01$ do ponad $6,00 \text{ mg/dm}^3$ (średnia z wielolecia dla punktów o zwierciadle zarówno swobodnym jak i napiętym wynosi ok $2,7 \text{ mg/dm}^3$ nie wykazując różnicowania w zależności od stopnia izolacji poziomu wodonośnego). Zawartość manganu w wodach podziemnych znacząco przekracza wartości graniczne dla wód pitnych i wartości średnie z wielolecia wahają się od $0,06$ do $3,06 \text{ mg/dm}^3$. Jest to parametr który praktycznie w każdym przypadku jest

wskaźnikiem fizyczno-chemicznym w zakresie stężeń III klasy jakości. W przypadku różnych form azotu w wodach podziemnych piętra czwartorzędowego stężenia jonu amonowego wahają się od $<0,05$ do $3,81 \text{ mg/dm}^3$ przy średniej $0,47 \text{ mg/dm}^3$. Wartości stężeń pozostałych form azotu w wodach podziemnych są dosyć zróżnicowane i w przypadku azotanów wartości średnie z wielolecia w punktach monitoringowych wahają się od $0,3$ do $26,75 \text{ mg/dm}^3$, przy czym pojedyncze pomiary w punktach mogą lokalnie przekraczać wartości graniczne dla wód pitnych. Stężenia chlorków w wodach podziemnych wahają się od $18,5$ do $346,75 \text{ mg/dm}^3$, przy czym poziomy wodonośne położone płycej i o swobodnym zwierciadle wód podziemnych mają zawartości chlorków niższe (wartość średnia $32,1 \text{ mg/dm}^3$) niż poziomy głębsze o zwierciadle napiętym (wartość średnia $89,3 \text{ mg/dm}^3$). Podobną prawidłowość można zaobserwować w przypadku siarczanów, gdzie średnie wartości wahają się od $32,2$ do $257,5 \text{ mg/dm}^3$, natomiast w poziomach głębszych stężenia siarczanów są znacznie wyższe i ich średnia zawartość wynosi $187,9 \text{ mg/dm}^3$.

Wody podziemne występujące w neogeńsko-paleogeńskim piętrze wodonośnym związane są z utworami piaszczystymi oligocenu i miocenu poprzedzianymi warstwami mułkowo-iltytymi i węglanowymi. Lokalnie piętro neogeńsko-paleogeńskie jest w łączności hydraulicznej z poziomem czwartorzędowym. Ma znaczenie podrzędne z uwagi na lepsze parametry hydrogeologiczne warstw czwartorzędowych. Piętro to występuje w zachodniej, wschodniej i południowo-wschodniej części omawianego obszaru.

Mioceniński poziom wodonośny – poziom tworzą dwie warstwy: górną i dolną. Budują je mioceńskie piaski, przeważnie drobnoziarniste, zalegające wśród słabo przepuszczalnych iltów, mułków i węgla brunatnych. Utwory wodonośne tego piętra charakteryzują się zmienną miąższością i rozprzestrzenieniem, często tworzą izolowane warstwy i soczewy o ograniczonej odnawialności. Poziom ma charakter naporowy. Lokalnie poziom mioceński może dzielić się na warstwę górną i dolną. Warstwa górną występuje w na głę-

bokości od 110 do 170 m (lokalnie 50–100 m w dolinie rzeki Samica), posiada miąższość od poniżej 10 do 25 m (lokalnie 40 m; Stryczyński, 1998). Współczynnik filtracji waha się w przedziale 1,2–40 m/24h, a przewodność zazwyczaj mieści się w granicach 10–100 m²/24h. Zwierciadło wody ma charakter napięty. Warstwa dolna występuje najczęściej na głębokości od poniżej 140 m do około 260 m i nie ma znaczenia użytkowego. Serie te rozdzielone są warstwami ilów i ilów z węglem brunatnym. Osady wodonośne to w przewadze piaski drobnoziarniste o miąższości dochodzącej do około 40 m. Współczynnik filtracji warstwy wynosi 1,2–9,6 m/24h dla zaś przewodność poziomu waha się w przedziale 24–146 m²/24h (Olejniki, 2002a, 2002b). W obszarze występowania głębokich rynien subglacialnych wody poziomu mioceńskiego mogą pozostawać w kontakcie hydraulicznym z wodami piętra czwartorzędowego. Zasilanie zachodzi na drodze infiltracji z poziomów wyżejleżących, zaś odpływ następuje zazwyczaj w kierunku północno-zachodnim do pradoliny warszawsko-berlińskiej i doliny Odry (na zachodzie omawianego obszaru).

Oligoceński poziom wodonośny tworzą piaski drobnoziarniste i pylaste o miąższości do 50 m w rowie Poznań-Gostyń i 10–20 m poza nim. Poziom ten został rozpoznany w okolicach Leszna i okolicach Gostynia, jednakże z uwagi na wysokie zasolenie w rejonie Gostynia (2510 mg Cl/dm³) nie jest on tam ujmowany. Zwierciadło wody napięte stabilizuje się na tej samej głębokości co z poziomu mioceńskiego. Parametry poziomu są bardzo niskie i wynoszą: współczynnik filtracji – poniżej 0,3 m/24h, przewodność – około 5 m²/24h. Poziom hydrodynamicznie związany jest z nadległym poziomem mioceńskim. Zasilanie odbywa się poprzez przesączanie z poziomu mioceńskiego. Jest eksploatowany jedynie lokalnie i na niewielką skalę (Stanicki i Marcinek, 2002; Dąbrowski i Filipiak, 2002).

Cechą piętra neogeńsko-paleogeńskiego jest ograniczona więź hydrauliczna pomiędzy poszczególnymi warstwami. Ponieważ nie

posiadają większego rozprzestrzenienia często tworzą izolowane warstwy i soczewy.

Chemizm wód piętra paleogeńsko-neogeńskiego w rejonie obszaru przetargowego, poza strefami wykazującymi wysokie zasolenie wód podziemnych, opracowano na podstawie danych z seryjnych, szczegółowych map hydrogeologicznych w skali 1 : 50 000 oraz z monitoringu diagnostycznego wód podziemnych przeprowadzonego przez PIG-PIB w latach 2010–2022. Są to najczęściej wody typu HCO₃-SO₄-Ca-Mg, oraz Cl-HCO₃-Na-Ca-Mg, o odczynie obojętnym lub lekko zasadowym (pH od 7,05 do 7,11). Mineralizacja wód wyrażona przewodnością elektrolityczną w 20°C waha się w granicach od 874 do 1814 µS/cm, przy czym wody z głębszych poziomów wodonośnych charakteryzują się wyższą wartością przewodności elektrolitycznej. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2019 poz. 2148) wody piętra paleogeńsko-neogeńskiego zostały zaklasyfikowane w rejonie obszaru przetargowego do klasy III i IV w zależności od lokalizacji punktu. Niższą jakością wód podziemnych charakteryzują się punkty w których ujmowana warstwa wodonośna położona jest na znacznej głębokości (poniżej 100 m p.p.t.) z uwagi na podwyższoną mineralizację i wyższe stężenia m.in. chlorków i jonów sodu. Wskaźnikami fizyczno-chemicznymi znacząco obniżającymi klasę jakości wód są przede wszystkim podwyższone zawartości chlorków, NH₄ oraz Na. Wartości stężeń żelaza w tych wodach są niższe niż w poziomach czwartorzędowych i oscylują w granicach od 1,0 do 2,5 mg/dm³. Zawartość manganu w wodach podziemnych biorąc pod uwagę wartości średnie z wielolecia wahają się od 0,03 dla poziomów głębszych do 0,44 mg/dm³ dla poziomów płycej położonych. W przypadku różnych form azotu w wodach podziemnych piętra paleogeńsko-neogeńskiego stężenia jonu amonowego wahają się od 0,36 do 2,06 mg/dm³ w głębszym poziomie wodonośnym. Wartości stężeń pozostałych form azotu w wodach podziemnych nie wy-

kazują zróżnicowania w zależności od głębokości poziomu wodonośnego i wynoszą odpowiednio dla azotanów $0,65 \text{ mg/dm}^3$ (średnia z wielolecia) natomiast dla azotynów zazwyczaj wynosi ona $<0,01 \text{ mg/dm}^3$ chociaż lokalnie w poziomach głębszych to stężenie może być nieznacznie wyższe (średnia z wielolecia wynosi $0,4 \text{ mg/dm}^3$). Stężenia chlorków w wodach podziemnych wahają się od $40,2$ do $433,4 \text{ mg/dm}^3$, przy czym poziomy wodonośne położone płycej mają zawartości chlorków niższe niż poziomy położone poniżej 100 m p.p.t. Odwrotna sytuacja ma miejsce w przypadku siarczanów, gdzie średnie wartości wahają się od $4,8 \text{ mg/dm}^3$ w poziomach głębszych do $162,5 \text{ mg/dm}^3$ w płytszych poziomach.

Piętrem wodonośnym o znaczeniu regionalnym jest piętro jurajskie, występujące na południowym wschodzie obszaru przetargowego. Wody podziemne występują w piaskach drobno i średnioziarnistych jury dolnej. Granica tego poziomu przebiega od miejscowości Bułaków po Tomnice (poza obszarem; Stryczyński, 1998). Poziom dolnojurajski znajduje się w kontakcie hydraulicznym z poziomem mioceńskim, co powoduje, że w strefie stropowej warstwa charakteryzuje się złą jakością wody w związku z wysokim zabarwieniem. Miąższość warstw wodonośnych dochodzi do 40 m . Zwierciadło wód podziemnych ma charakter naporowy.

W granicach obszaru przetargowego Gostyń występują następujące główne zbiorniki wód podziemnych (Mikołajków i Sadurski, 2017; Tab. 2.3):

GZWP nr 305 Zbiornik międzymorenowy Leszno – o powierzchni $95,9 \text{ km}^2$ z czego na omawianym obszarze jest $42,3 \text{ km}^2$ (4,6% powierzchni obszaru przetargowego). Zbiornik jest położony w zachodniej części omawianego obszaru. GZWP został wydzielony w porowych utworach czwartorzędu (Trzeciakowska i in., 2013). Na terenie GZWP nr 305 wydzielono obszary o różnym stopniu podatności pod względem migracji zanieczyszczeń. Większość obszaru stanowią tereny o bardzo małej lub małej podatności, dla których czas migracji zanieczyszczeń ocenia się na więcej niż 50 lat (lokalnie $25\text{--}50$ lat – dolina Samicy i Rowu Święciechowskiego). W związku z tym nie wyznaczono obszarów ochronnych (Mikołajków i Sadurski, 2017).

GZWP nr 307 Sandr Leszno obejmuje niewielki południowo-zachodni fragment omawianego obszaru. W całości zajmuje powierzchnię $60,3 \text{ km}^2$, z czego w granicach obszaru przetargowego znajduje się jedynie $2,3 \text{ km}^2$ (0,2% powierzchni obszaru przetargowego). Utworami wodonośnymi zbiornika są czwartorzędowe osady piaszczysto-żwirowe. (Janiszewska i Kryszczyńska, 2013, Mikołajków i Sadurski, 2017). Szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą $15192 \text{ m}^3/24\text{h}$.

Numer zbiornika	Nazwa zbiornika	Wiek utworów	Typ ośrodka wodonośnego	Szacunkowe zasoby dyspozycyjne [tys. $\text{m}^3/24\text{h}$]	Średnia głębokość zwierciadła wód podziemnych [m p.p.t.]	Procent powierzchni zbiornika w obrębie obszaru przetargowego
308	Zbiornik międzymorenowy rzeki Kani	Q_M	porowy	14,4	10	96
305	Zbiornik międzymorenowy Leszno	Q_M	porowy	21,43	30	44
307	Sandr Leszno	Q_S	porowy	15,19	5	4

Tab. 2.3. Podstawowa charakterystyka hydrogeologiczna głównych zbiorników wód podziemnych GZWP, których fragmenty występują na obszarze przetargowym Gostyń (Kleczkowski, 1990; Mikołajków i Sadurski, 2017). Q_M – utwory czwartorzędu w utworach międzymorenowych, Q_S – utwory czwartorzędu w sandrach.

GZWP nr 308 Zbiornik międzymorenowy rzeki Kani o powierzchni $86,9 \text{ km}^2$ z czego na omawianym obszarze jest $83,6 \text{ km}^2$ (9,1% powierzchni obszaru przetargowego). Jest to zbiornik wydzielony w porowych utworach czwartorzędu. Zasoby dyspozycyjne oszacowano na $14\,400 \text{ m}^3/24$ (Rodzoch i in., 2011).

Na obszarze zbiornika większość stanowią tereny o bardzo małej podatności na zanieczyszczenie, dla których czas dopływu zanieczyszczeń wynosi powyżej 50 lat. Obszary bardzo podatne i podatne na zanieczyszczenia występują głównie wzdłuż doliny Kani i Kanału Obry oraz w okolicach Gostynia (Mikołajków i Sadurski, 2017).

Na omawianym obszarze **stopień zagrożenia wód podziemnych** użytkowych poziomów wodonośnych określono jako bardzo niski, niski oraz średni, jedynie lokalnie wysoki i bardzo wysoki (Fig. 2.30). Podstawowym czynnikiem decydującym o stopniu zagrożenia wód podziemnych jest stopień izolacji oraz głębokość zalegania utworów wodonośnych. Bardzo wysoki stopień zagrożenia wyznaczono w południowo-zachodniej i centralnej części omawianego obszaru. Są to tereny występowania wód sandru leszczyńskiego w obrębie miasta Leszna. W części centralnej jest to obszar występowania poziomów wód gruntowych w dolinie Kani, Kanału Obry i fragmentu Kanału Mosińskiego. Wysoki stopień zagrożenia w rejonie Leszna związany jest ze zlokalizowanym w tym rejonie zespołem miejsko-przemysłowym i stwierdzoną antropopresją na wody podziemne. Podobna

sytuacja ma miejsce w rejonie Gostynia gdzie stwierdzono wpływ zanieczyszczeń antropogenicznych na wody podziemne.

W mniejszym stopniu na zanieczyszczenia narażone są poziomy międzyglinowy i podglinowy, które są izolowane warstwami słabo przepuszczalnymi. Paleogeńsko-neogeńskie poziomy wodonośne, ze względu na znaczne głębokości występowania oraz znacznej miąższości nadkład izolujący, są narażone na zanieczyszczenia tylko w niewielkim stopniu – stopień zagrożenia jest niski lub bardzo niski.

Obszar przetargowy Gostyń jest położony w obrębie pięciu dokumentacji hydrogeologicznych ustalających zasoby dyspozycyjne wód podziemnych. W Tab. 2.4 zestawiono wielkość zasobów dyspozycyjnych w poszczególnych rejonach wodnogospodarczych wód podziemnych znajdujących się w obrębie omawianego obszaru.

Na omawianym obszarze jest zlokalizowanych kilkadziesiąt ujęć wód podziemnych, które eksploatują wody piętra czwartorzędowego, lokalnie neogeńsko-paleogeńskiego. Na podstawie danych z bazy „Pobory” w 2019 r. sumaryczne pobory w obszarze przetargowym wyniosły $23\,970 \text{ m}^3/24\text{h}$. Największa koncentracja ujęć jest w rejonie Leszna i Gostynia. Informacje o zasobach eksploatacyjnych oraz o średnim poborze wód podziemnych z ujęć zlokalizowanych w granicach obszaru przetargowego zestawiono w Tab. 2.5. W tabeli tej zestawiono jedynie ujęcia o poborze powyżej $100\,000 \text{ m}^3/\text{rok}$ ($270 \text{ m}^3/24\text{h}$).

Tytuł dokumentacji	Wykonawca	Nr decyzji zatwierdzającej zasoby dyspozycyjne	Obszar bilansowy wód podziemnych	Rejon wodno-gospodarczy wód podziemnych	Powierzchnia rejonu wodno-gospodarczego [km ²]	Zasoby dyspozycyjne w rejonie wodno-gospodarczym [m ³ /24h]
Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów zwykłych wód podziemnych z utworów trzeciorzędowych podsystemu wodonośnego wysoczyzny leszczyńskiej regionu wielkopolskiego, część województw: leszczyńskiego, legnickiego, zielonogórskiego, poznańskiego	Dąbrowski S., Nowak I., Zboralska E., Zborowska T., Ryszkowska J., Wijura A.	KDH/013/58 44/94			4 770 (powierzchnia dokumentacji)	48 000
Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Obrzycy rejon: Świebodzin-Sława-Kościan, woj. lubuskie i wielkopolskie	Chrząstek J., Zaleska M., Wąsik M., Nowak A., Śliwka R., Jasiak T., Sokół-Woźniak J., Taraziewicz A., Haładaj J.	DG/kdh/ED/ 489-6333/01	W-I Obrzyca i Krzycki Rów	Zlewnia Obrzycy	1 805	240 000
				Śmigiel- Włoszakowice	365	1 680
Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru bilansowego: zlewnia Baryczy	Koślacz R., Gurwin J., Koziołek J., Kudłacik J., Michalak J., Otrębski A., Urbaniak M., Wyszowska I., Modelska M., Janiszewski R., Robak A.	DGK-II.4731.24.2 016.MJe	W-II Barycz	B – Orla	1 600,3	112 670
				D – Barycz Dolna	1 232,4	117 586
Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru bilansowego zlewni Obry i Mogilnicy	Janiszewska B., Dąbrowski S., Straburzyńska R., zespół	DGK-II.4731.6.20 18.MJe	P-XIII Obra	A – Górna Obra po ujście Kani	437,91	25 920
				B – Kania	110,48	10 008
				C – Obra Kościańska	524,95	36 120
				D – Kanał Wonieść	211,31	9 600

Tytuł dokumentacji	Wykonawca	Nr decyzji zatwierdzającej zasoby dyspozycyjne	Obszar bilansowy wód podziemnych	Rejon wodno-gospodarczy wód podziemnych	Powierzchnia rejonu wodno-gospodarczego [km ²]	Zasoby dyspozycyjne w rejonie wodno-gospodarczym [m ³ /24h]
Dokumentacja hydrogeologiczna (wraz z aneksem nr 1) zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych w rejonie zlewni rzeki Kani i Kanału Obry w miejscowości Gostyń - Piaski, woj. leszczyńskie	Zaleska Maria Dąbrowski Stanisław Nowakowska-Adamek Alina Zieliński Wojciech	KDH/013/58 96/96	P-XIII Obra		198	26 688

Tab. 2.4. Zestawienie wielkości ustalonych zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w rejonach wodnogospodarczych znajdujących się w obrębie obszaru przetargowego Gostyń.

Nr	Użytkownik ujęcia	Nazwa ujęcia, miejscowość	Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Wiek warstwy wodonośnej	Pobór 2019 [m ³ /24h]
1	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.	ujęcie wody Karczma Borowa, Osieczna	250,0	Q	7250.99
2	Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Gostyniu Sp. z o.o.	pobór wody podziemnej, Gostyń	360,0	Q	2913.84
3	Spółdzielnia Mleczarska w Gostyniu	pobór wody Zakład Główny, Gostyń	260,0	Q	1272.17
4	Borecki Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.	Wodociąg, Siedmiorogów Drugi	60,5	Q	799.33
5	Międzygminny Związek Wodociągów i Kanalizacji w Strzelcach Wielkich	SUW Bukownica 1	120,0	Q Ng-Pg	765.81
6	Międzygminny Związek Wodociągów i Kanalizacji w Strzelcach Wielkich	SUW Wziąchy 12	50,0	Q	693.79
7	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.	SUW Maryszewice	72,0	Q	632.00
8	Borecki Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.	wodociąg Zalesie, Zalesie	64,5	Q	602.21
9	Zakład Usług Komunalnych w Piaskach Sp. z o.o.	Smogorzewo	87,0	Q	572.38
10	Międzygminny Związek Wodociągów i Kanalizacji w Strzelcach Wielkich	SUW Siedlec 10	37,7	Q	509.38
11	Zakład Usług Komunalnych w Piaskach Sp. z o.o.	Strzelce Wielkie	64,0	Q	472.65
12	Zakład Usług Wodnych we Wschowie Sp. z o.o.	Drobnin	60,0	Ng-Pg	439.12
13	Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Gostyniu Sp. z o.o.	pobór wody podziemnej, Czajkowo	46,5	Q	422.97
14	Zakład Usług Wodnych we Wschowie Sp. z o.o.	Trzebania	57,0	Q	388.22
15	Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy Zakład Doświadczalny Pawłowice	hydrofornia Kociugi ujęcie wody, Kociugi	33,7	Q	352.79

Nr	Użytkownik ujęcia	Nazwa ujęcia, miejscowość	Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Wiek warstwy wodonośnej	Pobór 2019 [m ³ /24h]
16	Zakład Usług Wodnych we Wschowie Sp. z o.o.	Górzno - st 1 i st 1A, Górzno	35,0	Q	344.49
17	Zakład Usług Wodnych we Wschowie Sp. z o.o.	Oporówko	38,5	Q	297.00
18	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.	SUW Lipko	30,0	Ng-Pg	295.56

Tab. 2.5. Wykaz największych ujęć zbiorowego zaopatrzenia w wodę w granicach obszaru przetargowego Gostyń. Podane wartości poboru wód podziemnych nie uwzględniają tzw. poboru nierejestrowanego – tzn. niezgłoszonego przez użytkowników, wynikającego z luk ewidencyjnych oraz poboru w ramach zwykłego korzystania z wód.

Na omawianym obszarze przetargowym ustanowione są następujące strefy ochrony pośredniej ujęć:

- a) Rozporządzenie Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu z dnia 4 lipca 2008 r. w sprawie strefy ochronnej ujęcia wody podziemnej dla miasta Gostynia, Dz. Urz. Woj. Wielkopolskiego nr 127 poz. 2329 oraz Rozporządzenie Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu z dnia 16 lipca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ustanowienia strefy ochronnej ujęcia wody podziemnej dla miasta Gostynia, Dz. Urz. Woj. Wielkopolskiego nr 174 poz. 3265.
- b) Rozporządzenie Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu z dnia 22 maja 2015 r. w sprawie strefy ochronnej ujęcia wody podziemnej Spółdzielni Mleczarskiej w Gostyniu, Dz. Urz. Woj. Wielkopolskiego poz. 3448 z dnia 25 maja 2015 r. oraz Rozporządzenie Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu z dnia 17 maja 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ustanowienia strefy ochronnej ujęcia wody podziemnej Spółdzielni Mleczarskiej w Gostyniu, Dz. Urz. Woj. Wielkopolskiego poz. 3983 z dnia 22 maja 2017 r.
- c) Rozporządzenie nr 08/2006 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej we Wrocławiu z dnia 28 sierpnia 2006 r. w sprawie ustanowienia strefy ochronnej ujęcia wody podziemnej „Karczma Borowa”, obejmującej część obszaru miasta Leszna, gminy Osieczna i gminy Rydzyna, powiat leszczyński, województwo wielkopolskie (Dz. Urz. Woj.

Wlkp. 2006 r., Nr 148, poz. 3563) oraz Rozporządzenie nr 6 /19 Wojewody Wielkopolskiego z dnia 25 września 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ustanowienia strefy ochronnej ujęcia wody podziemnej „Karczma Borowa”, obejmującej część obszaru miasta Leszna, gminy Osieczna i gminy Rydzyna, powiat leszczyński, województwo wielkopolskie.

- d) Rozporządzenie Wojewody Wielkopolskiego z dnia 8 grudnia 2021 r. w sprawie ustanowienia strefy ochronnej ujęcia wody podziemnej „Kosowo” w gminie Gostyń.
- e) Rozporządzenie nr 10/2016 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej we Wrocławiu z dnia 22 sierpnia 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ustanowienia strefy ochronnej ujęcia wody podziemnej „Zaborowo” w Lesznie, powiat leszczyński, województwo wielkopolskie.
- f) Rozporządzenie nr 4/2010 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej we Wrocławiu z dnia 26 lipca 2010 r. w sprawie ustanowienia strefy ochronnej na obszarze gminy Kobylin i Pogorzela, powiat krotoszyński i gostyński dla ujęcia wody podziemnej w miejscowości Łągiewniki, gmina Kobylin, województwo wielkopolskie.

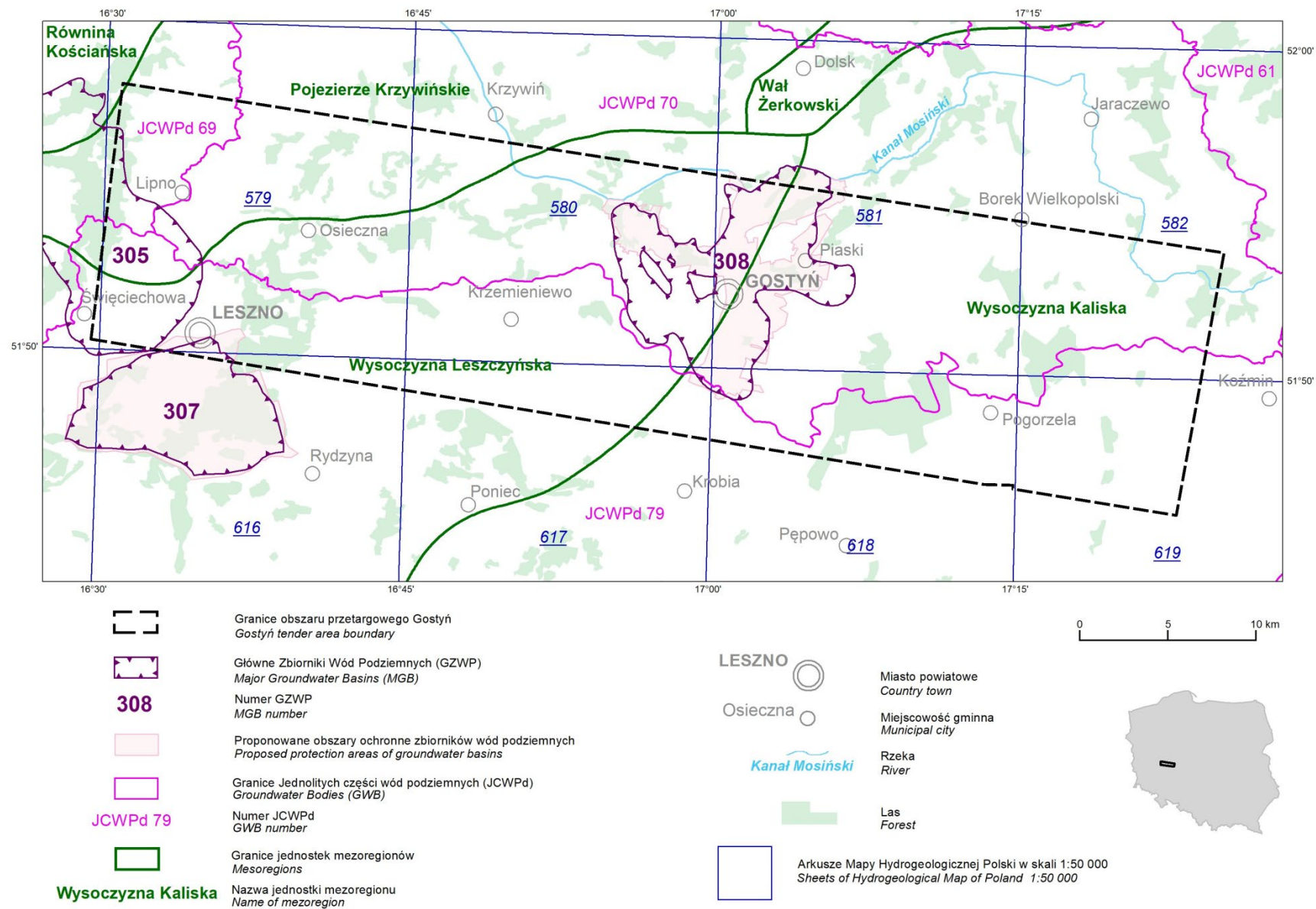


Fig. 2.29. Położenie obszaru przetargowego Gostyń na tle jednostek fizycznogeograficznych oraz JCWPd i GZWP.

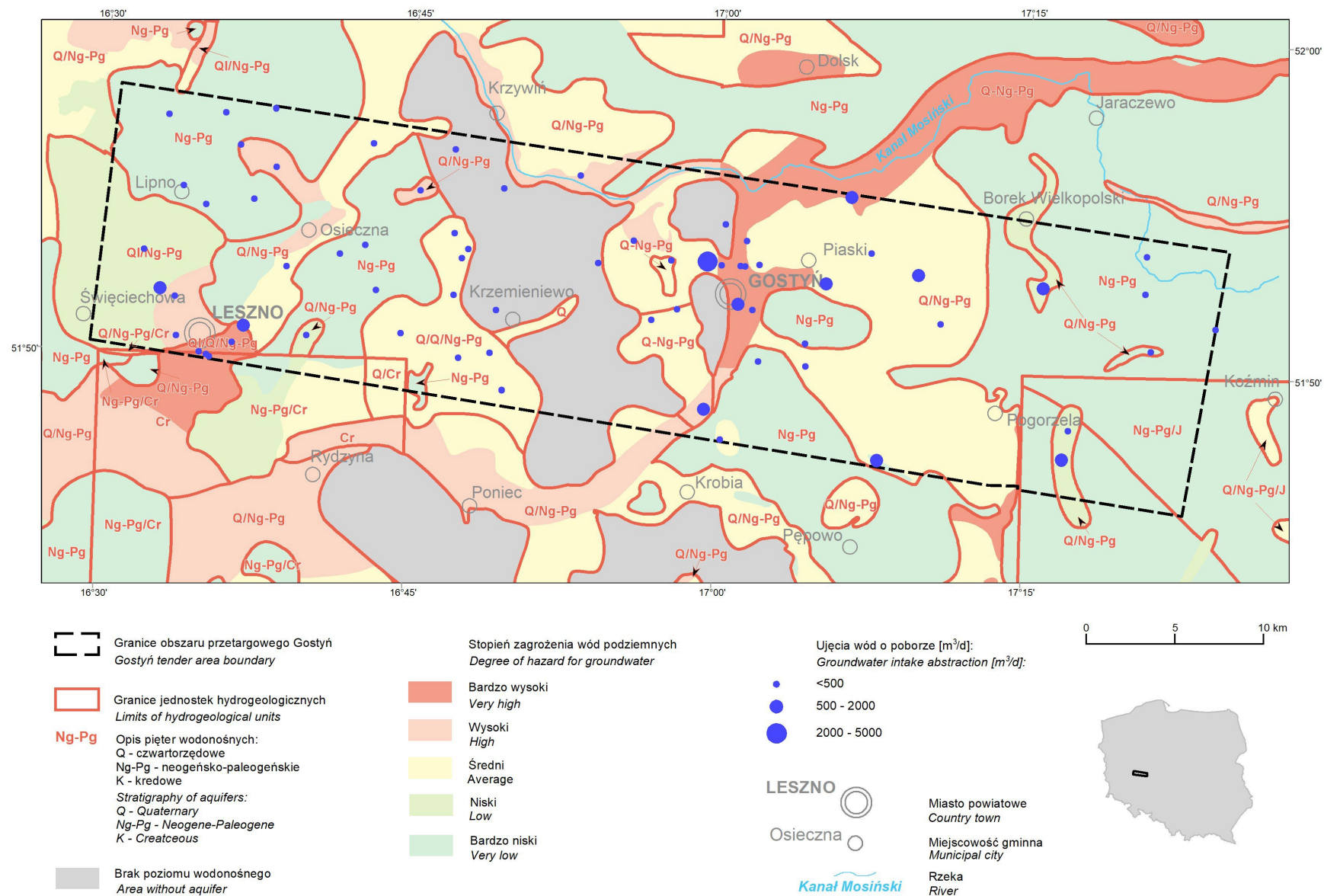


Fig. 2.30. Położenie obszaru przetargowego Gostyń na tle jednostek hydrogeologicznych.

3. SYSTEM NAFTOWY

3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA NAFTOWA OBSZARU PRZETARGOWEGO

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

Na terenie obszaru przetargowego Gostyń rozróżniono trzy systemy naftowe. Są to:

- konwencjonalny system naftowy dolomitu głównego,
- konwencjonalny system naftowy karbońsko-dolnopermowski,
- niekonwencjonalny system naftowy karbonu dolnego.

System naftowy dolomitu głównego jest systemem hydrodynamicznie odizolowanym od stropu i od spągu cechsztyńskimi skałami ewaporatowymi. Z tego względu, utwory dolomitu głównego pełnią rolę zarówno skał macierzystych jak i zbiornikowych. Litofacje macierzyste wykształciły się w niskoenergetycznych strefach platformy węglanowej oraz jej skłonu, pod postacią budowli mikrobialno-glonych oraz biolaminatów. Niewielką rolę w generacji węglowodorów mogły mieć również laminity deponowane w obrębie facji

basenowej. Podstawowym i skałami zbiornikowymi w omawianym systemie naftowym są zdolomityzowane pakstony i grainstony wykształcone w poszczególnych strefach platform i mikroplatform węglanowych (Kotarba i Wagner, 2007; Słowakiewicz i Mikołajewski, 2011; Słowakiewicz i Gąsiewicz, 2013; Kosakowski i Krajewski, 2015). Dotychczas na obszarze przetargowym Gostyń odkryto i udokumentowano dwa złoża gazu ziemnego w dolomicie głównym – złoża Kąkolewo i Żakowo.

Złoża węglowodorów gazowych w karbońsko-dolnopermskim systemie naftowym w Polsce wiązane są genetycznie ze wzbogaceniami w substancję organiczną łupkami, iłowcami i mułowcami karbonu dolnego i górnego. Wygenerowane ze skał macierzystych węglowodory migrowały ku strefom o niższym ciśnieniu hydrostatycznym, czyli do porowatych i przepuszczalnych utworów piaskowcowych górnego karbonu oraz górnego czerwonego piaskowca, a także lokalnie do wapienia cechsztyńskiego. Migracja mogła mieć charakter lokalny, wzdłuż nieciągłości tektonicznych, lub regionalny – krótko- lub długodystansowy – wzdłuż porów i szczelin przepuszczalnych skał nadkładu. Złoża gazu ziemnego znajdują się w pułapkach strukturalnych i strukturalno-tektonicznych uszczelnionych leżących powyżej cechsztyńskich anhydritów i soli (Kotarba i in., 1992, 1999, 2002; Karnkowski, 2007; Botor i in., 2013). Na obszarze przetargowym Gostyń nie odkryto dotychczas złóż w obrębie karbońsko-dolnopermskiego systemu naftowego, jednak w obrębie utworów czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego sąsiadujących koncesji udokumentowane zostały liczne złoża, takie jak: Bonikowo, Brońsko, Góra czy Kościan (Fig. 4.1).

Obszar przetargowy leży także w strefie potencjalnego występowania niekonwencjonalnych akumulacji gazu ziemnego, w obrębie ilasto-mułowcowo-piaskowcowych utworów dolnego karbonu (Kiersnowski i Poprawa, 2010; Wójcicki i in., 2014). Główną specyfiką

złóż niekonwencjonalnych jest to, że skały zbiornikowe pełnią jednocześnie rolę skał uszczelniających. Skałą macierzystą w systemie naftowym karbonu dolnego są bogate w materię organiczną łupki, iłowce i mułowce, stanowiące osad głębokomorskich prądów turbidytowych (Poprawa i Kiersnowski, 2008 oraz literatura tam cytowana). Wykształcone pod postacią kompleksów naprzemianległych piaskowców, mułowców i iłowców utwory mogły potencjalnie akumulować gaz ziemny w obrębie macierzystych skał ilasto-mułowcowych (Poprawa i Kiersnowski, 2008) lub przeławień piaskowcowych (Ko-

złowska i Kuberska, 2015). W Polsce poszukiwania niekonwencjonalnych akumulacji gazu ziemnego w systemie naftowym karbonu dolnego są na etapie prac poszukiwawczo-rozpoznawczych. Istnieją przesłanki za występowaniem perspektywicznych akumulacji gazu ziemnego na obszarze monokliny przedsudeckiej (Poprawa i Kiersnowski, 2008; Kiersnowski i Poprawa, 2010). Przykładem na to są pozytywne wyniki badań w otworze Siciny 2 (Wójcicki i in., 2014; Kozłowska i Kuberska, 2015), odwierconego w południowym sąsiedztwie obszaru przetargowego Gostyń.

3.2. SKAŁY MACIERZyste

Karbon

Litologia: iłowce, mułowce

TOC: 0,02–3,94% wag.

Typ kerogenu: II? (gazotwórczy)

Obecność złóż węglowodorów gazowych w karbońskich i dolnopermskich skałach zbiornikowych Niżu Polskiego wiązana jest genetycznie ze wzbogaconymi w substancję organiczną skałami drobnoklastycznymi stanowiącymi przewarstwienia w obrębie węglanowo-teryogenicznych kompleksów zarówno górnego, jak i dolnego karbonu (Kotarba i in., 1992, 1999, 2002; Karnkowski, 2007; Botor i in., 2013). W zachodnioeuropejskiej części karbońsko-permskiego systemu naftowego za główne źródło węglowodorów gazowych uznaje się węglonośne utwory górnokarbońskiej molasy. Pomimo, że w Polsce obecność tych poziomów macierzystych jest słabo rozpoznana, nie wyklucza się ich istnienia na przedpolu polskich eksternidów waryscyjskich (Śliwiński i in., 2006; Malinowski i in., 2007).

Całkowita zawartość węgla organicznego karbońskich skał w Polsce rzadko przekracza 2% wag. skały. Potencjalnie macierzyste horyzonty charakteryzują się potencjałem węglowodorowym w zakresie od średniego do doskonałego. W ich składzie najczęściej obserwowany jest gazotwórczy kerogen typu III, choć niekiedy występuje także kerogen mieszany typu II/III (Botor i in., 2013 wraz z literaturą tam cytowaną). Ogólnie przyjęte

jest to, że utwory karbonu mają zdolność generowania jedynie gazu ziemnego. W rejonie monokliny przedsudeckiej, gdzie utwory karbonu są wykształcone w postaci kompleksów naprzemianległych piaskowców i iłowców (Żelichowski, 1964), obserwowane wartości TOC wahają się typowo między 0,5 a 2% wag. skały i są na ogół niższe niż w pozostałych rejonach basenu (Nowak, 2003, 2007; Papiernik i in., 2008; Botor i in., 2013). Wiąże się to najprawdopodobniej z wysokim stopniem przeobrażenia, a konsekwentnie w znacznym stopniu wyczerpanym potencjale generacyjnym skał. Odnotowywane wysokie wartości parametrów Tmax (440–520°C) oraz %Ro (1,0–5,0%; Tab. 3.1) przypisywane są znacznej głębokości pogrzebania, działalności roztworów hydrotermalnych oraz wczesnopermskiej aktywności wulkanicznej (Poprawa, 2010; Botor i in., 2013).

Badania materii organicznej skał karbonu w obrębie obszaru przetargowego Gostyń przeprowadzono dla następujących głębokich otworów wiertniczych: Bułaków-2, Kobylin-1, Pogorzela 1, Pogorzela 2, Pogorzela 4, Pogorzela 7, Siedmiorogów-1 oraz Święciechowa 2. Za wyjątkiem otworów Bułaków-2 oraz Kobylin-1, analiza macierzystości skał karbonu w tych otworach ograniczała się do określenia procentowej zawartości wyekstrahowanych bituminów (Tab. 3.2). Ponadto, otwory te jedynie nawierciły strop karbonu

(przewiercają 16,3–89,5 m profilu), nie docierając do głównych poziomów macierzystych. Podobnie, w otworze Bułaków-2, karbon nawiercono jedynie w jego stropowej części (na odcinku 35 m), lecz w tym otworze wykonano oznaczenia TOC. Kobylin-1, w którym uzyskano 940 m profilu karbonu, to jedyny otwór, w którym wykonano rozszerzone badania geochemiczne i petrologiczne nad rozproszoną materią organiczną (Tab. 3.1).

Zawartości wyekstrahowanych bituminów we wszystkich zbadanych w ten sposób stropowych warstwach karbonu wahają się od śladowych do 0,064% wag. skały (Tab. 3.2). Są to niskie wartości, które nie pozwalają uznać badanych skał za macierzyste. Trzy z czterech próbek z otworu Bułaków-2 przebadanych pod kątem całkowitej zawartości węgla organicznego ($TOC = 0,39\text{--}1,73\%$ wag.) uznano za potencjalnie macierzyste dobrej jakości. Badania wykonane na próbach pozyskanych z rdzeni wiertniczych otworu Kobylin-1 obrazują skały charakteryzujące się wartościami TOC z przedziału 0,02–3,94% wag. (Tab. 3.1), przy czym w większej części profilu poziom TOC mieści się w granicach 2,0–2,5% wag. Warstwy stropowe w tym otworze

są uboższe w węgiel organiczny. Spośród 124 przebadanych pod kątem zawartości węgla organicznego prób tylko kilka nie spełnia podstawowego kryterium macierzystości ($TOC > 0,5\%$ wag.; Dembicki, 2017). Wysoki stopień przeobrażenia termicznego oraz w dużym stopniu wyczerpany potencjał generacyjny tych skał objawia się niskimi wartościami parametru S2 (0,0–0,6 mg HC/g skały) oraz średnimi wartościami refleksyjności wityrytu (%Ro) w zakresie 2,21–3,35% (Tab. 3.1). Pomierzone wartości %Ro wskazują na dojrzałość termiczną odpowiadającą etapowi suchego gazu (metagenezie). Obniżone wskutek przeobrażeń termicznych wartości wskaźnika HI (0–85 mg HC/g TOC) oraz niemiernodajne wartości Tmax uniemożliwiają interpretację typu kerogenu na podstawie parametrów Rock-Eval. Źródła materii organicznej nie udało się również jednoznacznie określić za pomocą analizy chromatograficznej zawartych w skale węglowodorów. Autorzy opracowania sugerują obecność kerogenu typu II o potencjale do generowania przede wszystkim węglowodorów gazowych (Chruścińska i in., 2016).

	TOC _{LECO}	TOC _{RE}	S1	S2	S3	PI	HI	OI	MinC	%Ro
<i>n</i>	30									19
minimum	0,25	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0	0	0,01	2,21
maksimum	3,00	3,94	0,06	0,61	1,09	0,90	85	300	25,00	3,35
średnia	1,86	1,34	0,02	0,13	0,22	0,18	13	37	0,75	2,56

Tab. 3.1. Wybrane wyniki badań geochemicznych i petrologicznych materii organicznej utworów karbonu w otworze Kobylin-1 (Chruścińska i in., 2016). Objaśnienia: *n* – liczba prób; TOC_{LECO} – całkowita zawartość węgla organicznego oznaczona aparatem LECO (% wag.); TOC_{RE} – całkowita zawartość węgla organicznego oznaczona aparatem Rock-Eval (% wag.); S1 – wolne węglowodory (mg HC/g skały); S2 – węglowodory generowane w wyniku krakingu kerogenu (mg HC/g skały); S3 – CO₂ związane z materią organiczną (mg CO₂/g skały); PI – wskaźnik produktywności; HI – wskaźnik wodorowy (mg HC/g TOC); OI – wskaźnik tlenowy (mg CO₂/g TOC); MinC – całkowita zawartość węgla nieorganicznego (% wag.); %Ro – średnia refleksyjność wityrytu (%).

Otwór	Nawiercona miąższość [m]	Liczba prób	Zawartość bituminów [% wag.]		
			minimum	maksimum	średnia
Pogorzela 1	27,7	2	ślady	ślady	ślady
Pogorzela 2	17,5	2	0,011	0,019	0,015
Pogorzela 4	53,2	8	ślady	ślady	ślady
Pogorzela 7	16,3	7	0,007	0,064	0,017
Święciechowa 2	26,5	2	0,021	0,044	0,032

Tab. 3.2. Wyniki analizy zawartości bituminów w utworach karbonu przedstawione w dokumentacjach wynikowych wymienionych otworów (patrz rozdział 5).

*Dolomit główny**Litologia: madstony, wakstony**TOC: 0,01–1,35% wag., typ kerogenu: II*

Utwory dolomitu głównego stanowią jeden z głównych celów poszukiwań złóż węglowodorów na Niżu Polskim. Tworzą one zamknięty system, w którym skały macierzyste występują w obrębie tego samego poziomu co skały zbiornikowe, izolowane od stropu i od spągu nieprzepuszczalnymi skałami ewaporatowymi. Za skały macierzyste w dolomicie głównym uznawane są litofacje o charakterze mikrobialnym, w tym: stromatolity, trombolity oraz biolaminy, które wykształciły się w strefie przybrzeżnej, m.in. w obrębie równi i stoków platform węglanowych, równi pływowych, przybrzeżnych oraz niższych stref barier oolitowych. Drugorzędnym źródłem węglowodorów mogły być hemipelagiczne laminy facji basenowej (Kotarba i Wagner, 2007; Słowakiewicz i Mikołajewski, 2011; Słowakiewicz i Gąsiewicz, 2013; Kosakowski i Krajewski, 2015).

Wartości całkowitej zawartości węgla organicznego (TOC) w potencjalnie macierzystych litofacjach dolomitu głównego w Polsce na ogół nie przekraczają 1% wag., choć okazjonalnie sięgają nawet 6% wag. Potencjał węglowodorowy tych skał wchodzi w zakres od średniego do bardzo dobrego. Za źródło materii organicznej uznaje się szczątki morskich bakterii i alg (Kotarba i Wagner, 2007; Słowakiewicz i Mikołajewski, 2011; Kosakowski i Krajewski, 2014, 2015). Szczegółowe badania geochemiczne wskazują na przeważająco mikrobialne pochodzenie znajdujących się w skałe węglowodorów (Słowakiewicz i Mikołajewski, 2011). Procesy diagenetyczne przeobrażają tego rodzaju materię organiczną w ropotwórczy kerogen typu II. Obserwacje petrologiczne i geochemiczne wskazują na możliwość występowania miejscowych domieszek lądowej materii organicznej (kerogenu typu I lub III; Kotarba i Wagner, 2007; Słowakiewicz i Mikołajewski, 2011; Kosakowski i Krajewski, 2015).

Obszar przetargowy Gostyń jest położony w brzeżnej części basenu, w rejonie występowania facji płytkiej platformy węglanowej. Potencjalnie macierzyste poziomy mogą tu

występować w strefach niskoenergetycznych, w obrębie rozległych obniżen równi platformowych, które występują we wschodniej części obszaru przetargowego oraz na zapleczach barier i płyczn oolitowo-onkoidowych, które znajdują się w jego zachodniej części (Wagner, 2012). Utwory stref niskoenergetycznych wykształciły się tu w postaci często biolaminowanych madstonów i wakstonów. Dostępne wyniki analiz materii organicznej dolomitu głównego z tego obszaru pochodzą z następujących otworów: Bułaków-2, Frankowo 1, Kąkolewo 1, Kąkolewo 2, Kąkolewo 4, Pogorzela 4, Pogorzela 7, Siedmiorogów-1, Święciechowa 1, Święciechowa 2, Żakowo 1, Żakowo 2, Żakowo 3, Żakowo 4, Żakowo 5, Żakowo 6 i Żakowo 9. Badania materiału organicznego w wymienionych otworach najczęściej ograniczały się do określenia zawartości ekstrahowalnych bituminów w skałe (Tab. 3.3). Wyjątek stanowi otwór Frankowo 1, w którym przebadano skały pod kątem całkowitej zawartości węgla organicznego oraz otwór Bułaków-2, w którym wykonano rozszerzone badania petrologiczne i geochemiczne.

Średnia zawartość bituminów w analizowanych otworach jest niska i waha się między 0,007 a 0,033% wag. Najwyższe wartości tego parametru obserwuje się w poziomach dolomitu głównego z rejonu struktury Żakowo (Tab. 3.3). W otworze Frankowo 1 wartość TOC wynosi od 0,11 do 0,26% wag. skały (5 prób). Wyniki te wskazują na przewagę skał niemacierzystych w omawianych profilach. Utwory dolomitu głównego analizowane w otworze Bułaków-2 (30 prób) charakteryzują się zawartością węgla organicznego w zakresie od 0,01 do 1,35% wag. Autorzy opracowania (Strzelecka i Rostkowski, 2016) oszacowali, że w 35,5-m miąższości profilu dolomitu głównego występuje około 10 m potencjalnie macierzystych skał. Pomiar refleksyjności witryny oraz stałych bituminów (9 prób) pozwolił ocenić stopień przeobrażenia termicznego kerogenu na wysoki, odpowiadający etapowi wysokotemperaturowych przemian termokatalitycznych w zakresie okna gazu mokrego. Ilość węglowodorów wygenerowanych podczas krakingu kerogenu w trakcie pirolizy (S2) jest niska i wynosi od 0,12 do 0,35 mg HC/g skały, co najprawdo-

podobniej wynika z wyczerpania większości pierwotnego potencjału generacyjnego tych skał. Analiza składu frakcji alifatycznej i aromatycznej węglowodorów (10 prób) pozwoliła stwierdzić ślady migracji pionowej

z zakresu niskocząsteczkowego oraz lekkiej biodegradacji. Zawarty w skale kerogen zaklasyfikowano jako ropotwórczy kerogen typu II (Strzelecka i Rostkowski, 2016).

Otwór	Miąższość [m]	Liczba prób	Zawartość bituminów [% wag.]		
			minimum	maksimum	średnia
Bułaków-2	35,5	10	0,018	0,037	0,023
Kąkolewo 1	75,0	30	0,008	0,064	0,023
Kąkolewo 2	43,0	122	0,003	0,180	0,026
Kąkolewo 4	64,5	27	0,002	0,021	0,011
Pogorzela 4	35,0	48	ślady	0,011	0,008 (9)*
Pogorzela 7	17,0	18	0,001	0,202	0,007
Święciechowa 1	40,5	30	ślady	0,550	0,034 (16)*
Święciechowa 2	62,5	12	0,020	0,045	0,030
Żakowo 1	10,0	8	0,003	0,087	0,015
Żakowo 2	25,2	4	0,004	0,017	0,009
Żakowo 3	61,0	25	0,011	0,071	0,030
Żakowo 4	67,0	28	0,006	0,154	0,032
Żakowo 5	26,2	109	0,002	0,104	0,023
Żakowo 6	59,0	39	0,005	0,082	0,033
Żakowo 9	63,0	175	0,006	0,853	0,029

Tab. 3.3. Wyniki analizy zawartości bituminów w utworach dolomit głównego na podstawie dokumentacji wynikowych otworów wiertniczych (patrz rozdział 5). *—oznacza liczbę prób, z których wyliczono średnią.

3.3. SKAŁY ZBIORNIKOWE

System naftowy karbońsko-permski i karbonu dolnego

W niekonwencjonalnym systemie naftowym karbonu dolnego rolę skał zbiornikowych pełnią skały ilasto-mułowcowe oraz naprzemianległe względem skał macierzystych przeławicenia piaskowców. Aspekty występowania gazu zamkniętego w utworach karbonu były szeroko dyskutowane przez Wójcickiego i in. (2014), a w kontekście obszaru przetargowego Gostyń – zostały omówione w pracy Kiersnowskiego i in. (2017), przy okazji pakietu danych geologicznych dla obszaru Leszno, dedykowanego do I i III rundy przetargów na koncesje węglowodorowe. Z tego powodu nie będą tutaj powtarzane. W przypadku konwencjonalnego karbońsko-permskiego systemu naftowego, skały zbiornikowe stanowią piaskowce górnego karbonu i górnego czerwonego spągowca oraz utwory wapienia cechsztyńskiego.

Utwory karbonu ogólnie posiadają słabe własności zbiornikowe. Zwłaszcza w zachodniej

części obszaru Gostyń – na wyniesieniu Pogorzeli, porowatości nie przekraczają 2,55%, a przepuszczalności są od bardzo słabych do 0,423 mdcy. Własności te poprawiają się nieco w otoczeniu wyniesienia, po jego północnej i południowej stronie, gdzie obserwujemy wzrost porowatości i przepuszczalności w otworach Bułaków 1, Pogorzela 7 i Kobylin-1 (Tab. 3.4). Najlepsze własności zbiornikowe karbon wydaje się posiadać natomiast w zachodniej części obszaru, gdzie w otworze Święciechowa 2 porowatości sięgają 9,27%, a przepuszczalności 1,63 mdcy.

Utwory czerwonego spągowca posiadają dobre własności zbiornikowe w centralnej i zachodniej części obszaru Gostyń – w otoczeniu złóż Żakowo i Kąkolewo (Tab. 3.5).

Wapień cechsztyński na obszarze przetargowym Gostyń posiada najlepsze własności zbiornikowe w otworze Frankowo 1, w pobliżu złoża Kąkolewo oraz w otworze Święciechowa 1. Jego własności zbiornikowe pogarszają się w kierunku wschodnim: na obszarze

wyniesienia Pogorzeli jego występowanie jest w ogóle kwestionowane (Kwolek i Mikołajewski, 2007), a w otoczeniu wyniesienia – problematyczne. Niemniej jednak wydaje się, że wapien czechsżyński występuje w północnym i południowym sąsiedztwie wyniesienia Pogorzeli, gdzie jego własności zbiornikowe stopniowo się poprawiają, np., w otworze Rusko-1 (Tab. 3.6).

Wyniki testów złożowych przeprowadzonych w utworach karbonu, czerwonego spągowca

i wapienia czechsżyńskiego (co istotne, utwory te znajdują się ogólnie w jednym systemie hydrodynamicznym), a więc w obrębie karbońsko-permskiego systemu naftowego, zostały podsumowane w Tab. 3.7. Nie przyniosły co prawda przyływów o charakterze ekonomicznym, jednak warto zwrócić uwagę na rodzaj i wydajność.

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)
			[%]	[mdcy]
KARBON				
BUŁAKÓW 1	2137,0–2225,0	36	0,48–7,15 (2,63)	0–0,292 (0,03)
BUŁAKÓW-2	1853,5–1888,5	1	3,8	<0,001
KOBYLIN-1*	1920,35–2858,3	43	0,0–6,05	
POGORZELA 1	1796,55–1797,0	2	0,77–0,92	b. słaba
POGORZELA 2	1764,35–1764,65	2	0,17–0,74	0,0223
POGORZELA 4*	2002,05–2020,35	14	0,07–2,55 (0,97)	b. słaba–0,423 (0,083)
POGORZELA 7	2191,75–2206,55	3	0,38–9,58	0,022–0,562
ŚWIECIECHOWA 2	20194,5–2196,15	3	1,41–9,27	0,1545–1,6311

*razem ze spągiem wapienia czechsżyńskiego

Tab. 3.4. Własności zbiornikowe utworów karbonu na obszarze przetargowym Gostyń na podstawie dokumentacji wynikowych otworów wiertniczych (patrz rozdział 5).

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)
			[%]	[mdcy]
PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC				
KĄKOLEWO 1	2053,0–2122,5	10	7,54–17,35 (12,35)	0,6855–5,6963 (3,0792)
KĄKOLEWO 2	2000,0–2072,0	33	5,13–30,43 (13,47)	0,10–8,39 (2,83)
KĄKOLEWO 4	1979,0–2066,0	33	4,73–14,98 (9,04)	0,20–8,19 (2,07)
RUSKO-1*	2396,1–2599,5	2	0,9–1,0	<0,001–0,001
ŚWIĘCIECHOWA 1	2095,85–2163,55	15	3,23–18,29 (9,94)	0,201–48,314 (17,058)
ŚWIĘCIECHOWA 2	2044,9–2159,75	39	0,79–19,5 (12,07)	0,0334–20,872 (4,2504)
ŻAKOWO 3**	2209,25–2222,75	10	0,96–7,45 (4,35)	0,1213–2,4412 (0,09376)
ŻAKOWO 4**	2196,45–2217,95	17	4,84–19,7 (9,11)	0,0203–19,132 (2,9645)
ŻAKOWO 6	2165,05–2187,05	44	3,27–29,77 (8,74)	0–52,610 (3,212)
ŻAKOWO 9	2170,55–2296,1	28	0–6,47 (2,48)	0–0,280 (0,025)

*czerwony spągowiec dolny

**wraz ze spągiem wapienia czechsżyńskiego i łupkiem miedzionośnym

Tab. 3.5. Własności zbiornikowe utworów czerwonego spągowca górnego na obszarze przetargowym Gostyń na podstawie dokumentacji wynikowych otworów wiertniczych (patrz rozdział 5).

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)
			[%]	[mdcy]
PERM/CECHSZTYN – WAPIEŃ CECHSZTYŃSKI				
BUŁAKÓW 1	2121,25–2135,55	4	0,70–1,95 (1,24)	0,0–0,081 (0,02)
BUŁAKÓW-2	1823,5–1853,5	56	0,1–18,0 (4,10)	<0,001–21,11 (0,59)
FRANKOWO 1	2046,5–2050,0	9	7,9–25,4 (17,8)	0,086–7,691 (1,632)
KĄKOLEWO 2	1996,0–2000,0	2	2,32–5,37	0,0
RUSKO-1	2356,0 2396,1	37	0,6–18,1 (7,0%)	<0,001–52,6 (2,9)
ŚWIĘCIECHOWA 1	2083,45–2093,45	11	0,25–17,51 (8,98)	0,146–56,962 (21,154)
ŚWIĘCIECHOWA 2	2041,9–2044,2	4	0,97–2,78 (2,15)	0,0250–0,1029 (0,0516)
ŻAKOWO 9	2165,15–2166,55	1	0,15	0

Tab. 3.6. Własności zbiornikowe utworów wapienia cechsztyńskiego (wraz z łupkiem miedzionośnym) na obszarze przetargowym Gostyń na podstawie dokumentacji wyników otworów wiertniczych (patrz rozdział 5).

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Metoda	Rodzaj przypiływu	Parametry przypiływu
WAPIEŃ CECHSZTYŃSKI				
BUŁAKÓW 1	2073,0–2129,0	próbnik złoża KII-95	solanka z nikłymi śladami gazu palnego	5,2 m ³ /42 min.
	2071,0–2074,0	perforacja, próbnik złoża KII-95	przypiływ płynu bez bituminów spoza rur okładzinowych	
	2071,0–2074,0	perforacja, wtłaczanie sprężarką 10125 l płynu	brak wzrostu ciśnienia na głowicy, przypiływ płynu złożowego	0,9 m ³ /121 min.
	2071,0–2074,0	wtłaczanie sprężarką 32500 l płynu	wytłoczono 2500 l solanki	P _{gł} = 0 atn P _{syf.} = 0 atn
POGORZELA 7	2156,0–2182,0	próbnik złoża KII-95,	przypiływ słabo zgazowanej solanki	P _{zł} pocz. = 232,2 atn
RUSKO-1*	2354,5–2393,0	rurowy próbnik złoża Halliburton 5” z pakerem NR 7 i 3/4’ zapiętym na gł. 2349,0 m	przypiływ 12,1 m ³ cieczy	P _{zł} = 25,03 MPa gradient 0,0107 MPa/m
ŚWIĘCIECHOWA 1	1899,0?	próbnik złoża	płyn	
WAPIEŃ CECHSZTYŃSKI + CZERWONY SPĄGOWIEC				
FRANKOWO 1	2049,0–2077,0	próbnik rurowy, paker na gł. 2020,0 m	przypiływ ok. 320 l płynu	
KĄKOLEWO 2*	1990,0–2015,2	próbnik złoża	solanka słabo zgazowana	P _z = 216 atn w głęb. 2011 m V _{pot.} = 1,94 m ³ /d V _{fakt.} = 1,03 m ³ /d
KĄKOLEWO 4*	1952,0–1996,0	próbnik złoża	słaby przypiływ solanki zgazowanej	P _z = 206 atn V = 1 m ³ /h V _{fakt.} = 0,19 m ³ /h
	1952,0–1996,0	próbnik złoża	1580 l płynu słabo zagazowanego	V = 1,1 m ³ /h

			gazem palnym	
ŚWIĘCIECHOWA 2*	2035,5–2056,0	próbnik złoża KJJ-II-146	przyływ 600 l pływu ze śladami gazu palnego	nie określono
	2034,0–2068,0	próbnik złoża KJJ-II-146	przyływ 800 l płuczki i filtratu bez śladów gazu palnego	nie określono
ŻAKOWO 1*	2183,3–2195,5	pr. rurowy złoża KII-2-146	6,1 m ³ solanki bez bituminów	temp. = 73°C ciśn. zł. = 222 atn Q _{pot} = 472,5 m ³ /d
ŻAKOWO 3*	2201,4–2228,3	próbnik złoża	930 l solanki	
ŻAKOWO 4	2190,3–2214,5	próbnik złoża	4,8 m ³ solanki / 35 min bez bituminów	Q = 4,8 m ³
ŻAKOWO 6*	2145,0–2171,0	próbnik złoża KII-95	przyływ solanki słabo zgazowanej gazem palnym	V = 1,9 m ³ /h Pzł = 238 atm
CZERWONY SPĄGOWIEC				
KĄKOLEWO 1	2067,0–2087,0	próbnik złoża zapie-ty na gł. 2067,0 m	minimalny przy- pływ wody bez śladów bituminów	0,61 m ³ /h Pz _{pocz.} = 227 atn.
ŚWIĘCIECHOWA 2	2070,5–2085,0	próbnik złoża KJJ-II-146	przyływ 200 l płuczki i filtratu	nie określono
KARBON + WAPIEŃ CECHSZTYŃSKI				
BUŁAKÓW-2*	1820,0–1854,0	próbnik złoża	400 l solanki z przestrzeni podpa- kerowej	Pzł = 19,028 MPa w gł. 1817,0 m; gradient 0,105 MPa/m
POGORZELA 4*	1970,0–2012,0	próbnik złoża KII-95	przyływ wody złożowej słabo zgazowanej gazem palnym 3,7 m ³ /2h	Pzł _{pocz.} = 210 atn
KARBON				
BUŁAKÓW 1	2152,0–2225,0	próbnik złoża KII-95	brak przyływu	

*razem z anhydrytem dolnym

Tab. 3.7. Wyniki testów złożowych wykonanych w karbońsko-permskim systemie naftowym na podstawie dokumentacji wyników otworów wiertniczych z obszaru przetargowego Gostyń (patrz rozdział 5).

System naftowy dolomitu głównego

Utwory węglanowe dolomitu głównego – wapienie i dolomity – stanowią podstawowy horyzont poszukiwawczy na obszarze przetargowym Gostyń. Ich charakterystykę facjalną można znaleźć w rozdziale 2 niniejszego opracowania, tutaj ograniczymy się jedynie do podania ich parametrów kolektorskich.

W utworach dolomitu głównego na obszarze przetargowym Gostyń zostały udokumentowane dwa złoża gazu ziemnego – Żakowo (miąższość efektywna średnio 23,5 m, porowatość średnia 4,87%, przepuszczalność 1,368 mD, wydajność absolutna do 446 Nm³/min) i Kąkolewo (miąższość efektywna średnio 24,75 m, porowatość średnia 5–8,6%, przepuszczalność 1,368 mD, wydajność abso-

lutna do 410 Nm³/min). Niestety są to złoża w dużym stopniu zaazotowane, w których zawartość metanu sięga odpowiednio 10,3% i 15,1%. Przemysłowy przyływ gazu o podobnym składzie uzyskano również z dolomitu głównego w otworze Frankowo 1. Świadczy to o wysokiej perspektywiczności dolomitu głównego w zachodniej części obszaru Gostyń. Gorsze własności kolektorskie ma dolomit główny we wschodniej części obszaru: próby złożowe wykonane na wyniesieniu Pogorzeli oraz w jego sąsiedztwie nie przyniosły przyływów bituminów. Własności kolektorskie dolomitu głównego na obszarze Gostyń wraz z wynikami testów złożowych zostały podsumowane w Tab. 3.8–3.9.

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)
			[%]	[mdcy]
DOLOMIT GŁÓWNY				
BUŁAKÓW-2	1746,0–1781,5	55	0,1–11,1 (2,74)	<0,001–21,992 (1,269)
FRANKOWO 1	1539,0–1582,0	2	2,7–21,3 (12,0)	0–3,28 (1,64)
KĄKOLEWO 1	1749,05–1819,75	30	0,18–6,14 (1,60)	0,0268–0,2561 (0,0886)
KĄKOLEWO 2	1626,5–1669,5	132	0,0–33,81 (8,41)	0,0–20,15 (0,9587)
KĄKOLEWO 4	1672,5–1737,0	28	0,46–16,27 (7,21)	0,0–6,46 (0,44)
POGORZELA 1	1760,55–1767,55	13	1,17–6,43	b. słaba–0,663
POGORZELA 2	1729,55–1747,55	12	0,18–4,61	0,0149–2,2228
POGORZELA 4	1905,05–1935,45	48	0,27–18,52 (5,88)	b. słaba–20,764 (1,51)
POGORZELA 7	2052,25–2091,05	14	0,07–17,57 (7,93)	b. słaba–242,06 (6,175)
RUSKO-1	2295,2–2328,2	18	0,2–27,0	<0,001–182
ŚWIĘCIECHOWA 1	1731,25–1784,65	30	0,45–9,81 (3,66)	0,109–1,092 (0,390)
ŚWIĘCIECHOWA 2	1746,5–1773,25	12	0,26–3,98 (1,31)	0,0129–0,2402 (0,0629)
ŻAKOWO 1	1842,0–1851,5	8	0,18–15,66 (6,15)	0–4,262 (1,07)
ŻAKOWO 2	1806,65–1825,05	4	1,22–10,81 (6,39)	b. słaba–0,6307 (0,2724)
ŻAKOWO 3	1854,95–1906,55	26	0,21–12,09 (2,69)	000044–0,4006 (0,1194)
ŻAKOWO 4	1840,55–1903,65	28	0,44–33,87 (5,89)	0,0123–1,9356 (0,4019)
ŻAKOWO 5	1804,55–1827,85	113	0,08–8,08 (2,17)	0–0,700 (0,096)
ŻAKOWO 6	1817,45–1870,75	56	0–11,6 (2,06)	0–2,153 (0,224)
ŻAKOWO 9	1805,05–1866,75	166	0–32,99 (4,75)	0–14,53 (0,87)

Tab. 3.8. Własności zbiornikowe utworów dolomitu głównego na obszarze przetargowym Gostyń na podstawie dokumentacji wyników otworów wiertniczych (patrz rozdział 5).

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Metoda	Rodzaj przypiływu	Parametry przypiływu
DOLOMIT GŁÓWNY				
BUŁAKÓW 1	1817,0–2045,2	próbnik złoża KII-95	solanka bez bituminów	4,9 m ³ /54 min
	1817,0–2045,2	próbnik złoża KII-95	solanka bez bituminów	5,8 m ³ /180 min
	2001,0–2004,0	perforacja bezpociskowa	właczanie 21 m ³ płynu, brak wzrostu ciśnienia na głowicy, brak chłonności; wytlóczono 2500 l solanki	P _{gl} = 0 atn P _{syf.} = 0 atn
FRANKOWO 1	1543,4	próbnik kablowy	gaz palny z siarkowodorem	P _{kom. na pow.} = 2300 PSI
	1560,93	próbnik kablowy	brak przypiływu	

	1568,05	próbnik kablowy	brak przypiływu	
	1539,05	próbnik kablowy	gaz palny z siarkowodorem	
	1566,0–1571,0	perforacja, próbnik rurowy, paker na gł. 1535,0 m	przypiływ gazu	Pi = 186,35 bara S = 23,9 kh = 18,5 mD*m Rinv = 47,8 m
	1542,0–1547,0	perforacja, próbnik rurowy, paker na gł. 1518,0 m	przypiływ gazu z siarkowodorem	Pi = 185,56 bara S = 25,8 kh = 674 mD*m Rinv = 176 m
KĄKOLEWO 1	1738,4–1762,4	próbnik złoża zapięty na gł. 1738,4 m	brak przypiływu	
	1763,0–1823,0	próbnik złoża zapięty na gł. 1763,0 m	minimalny przy- piływ wody bez śladów bituminów	0,338 m ³ /h Pz _{pocz.} = 206 atn
KĄKOLEWO 2	1623,0–1639,3	próbnik złoża	gaz o silnym zapa- chu siarkowodoru	Pz = 185 atm
	1644,0–1664,0	próbnik złoża	gaz palny i 250 l pływu	Pz = 191 atm
	1629,0–1655,0	likwidacja spodu do głęb. 1655,0 m, zapię- cie głowicy eksploat., syfonowanie	przypiływ gazu	Pgs = 161,5 atn Pds = 199,42 ata V _{abs.} = 46,91 Nm ³ /min
	1629,0–1655,0	syfonowanie, kwasowanie	przypiływ gazu	Pgs = 161,5 atn Pds = 199,38 ata V _{abs.} = 445,6 Nm ³ /min
KĄKOLEWO 4	1644,7–1682,0	próbnik złoża	brak przypiływu	
	1683,0–1713,0	próbnik złoża	brak przypiływu	
POGORZELA 1	1746,6–1764,0	próbnik złoża KII-146	płyn spod pakera 480 l/56 min bez śladów bitu- minów	0,51 m ³ /h Pzł _{pocz.} = 183,5 atn
POGORZELA 2	1683,0–1735,0	próbnik złoża KII-2-95	0,5 m ³ /61 min płyn bez śladów bituminów	nie określono
	1725,8–1757,0	próbnik złoża KII-2-95	3,8 m ³ /29 min płyn bez śladów bituminów	nie określono
	1698,0–1767,0	próbnik złoża KII-2-95	przypiływ 26,3 m ³ pływu	nie określono
POGORZELA 4	1904,0–1922,7	próbnik złoża KII-95	przypiływ wody złożowej bez bituminów 2,7 m ³ /46,5 min	Pzł _{pocz.} = 202 atn
ŚWIĘCIECHOWA 1	1725,0–1740,0	perforacja, próbnik złoża na gł. 1690,0 m	płyn bez bituminów	nie określono
ŚWIĘCIECHOWA 2	1745,5–1757,0	próbnik złoża KJJ-II-146	próba nieudana	
ŻAKOWO 1	1765,1–1854,5	pr. rurowy złoża KII-2-146	gaz niepalny i 1,46 m ³ solanki z 0,43% bitum.	temp. = 64,5°C ciśn. zł. = 219 atn Q _{pot} = 930 m ³ /d
	1818,0–1829,0 1840,0–1863,0	perforacja, kwasowanie	erupcja gazu z max. ciśn. = 170 atn	Temp _{sp} = 65°C Pgs = 175 atn Pds = 213 atn V _{abs.} = 128 Nm ³ /min
	1818,0–1830,0	reperforacja (2010 r.), kwasowanie	gaz	Temp _{sp} = 343K Pgs = 17 MPa

				$P_{ds} = 21 \text{ MPa}$ $V_{abs} = 173 \text{ Nm}^3/\text{min}$
ŻAKOWO 2	1804,7–1829,7	zarurowanie, perforacja, cementacja, zwiercanie, płukanie, kwasowanie, syfonowanie	gaz palny suchy	$Temp_{sp} = 338\text{K}$ $P_{gs} = 181 \text{ atm}$ $P_{ds} = 223 \text{ ata}$ $V_{abs} = 109 \text{ Nm}^3/\text{min}$
ŻAKOWO 3	1846,5–1864,2	próbnik złoża	powietrze z niewielką ilością gazu palnego, 0,32 m ³ solanki	$emp. = 71^\circ\text{C}$ $P_{zl} = 237 \text{ atm}$ $Q_{pot} = 0,216 \text{ m}^3/\text{d}$
	1866,6–1886,0	próbnik złoża	solanka	$P_{zl} = 196 \text{ atm}$
	1853,5–1862,0	syfonowanie	test produkcji	$P_{gs} = 171,4 \text{ atn}$ $P_{ds} = 212 \text{ atn}$ $V_{abs} = 11,5 \text{ Nm}^3/\text{min}$
ŻAKOWO 4	1840,0–1860,0	kwasowanie, syfonowanie	2 m ³ płynu/solanki	$P_{max} = 60 \text{ atn}$
	1832,4–1907,1 1827,5–1907,2 1828,0–1907,2	3 próbniiki złoża	każdorazowo kilkaset l płynu i gazu niepalnego	$P_{zl} = 204,5 \text{ atn}$
	1837,0–1875,0	syfonowanie	niewielki przyływ zgazowanego płynu	$P_{max} = 5 \text{ atn}$ $Q = 8,5 \text{ m}^3$
ŻAKOWO 5	1804,5–1825,5	syfonowanie, próbnik złoża	brak produkcji, otwór po zabiegach syfonowania oddał łącznie 5500 l płynu	
	1804,5–1830,7	syfonowanie, I kwasowanie	brak produkcji, wtłoczono 8 m ³ cieczy kwasującej	
	1804,5–1830,7	II kwasowanie	brak produkcji, wtłoczono 23 m ³ cieczy kwasującej	
	1804,5–1830,7	syfonowanie, III kwasowanie	po syfonowaniu przyływ gazu suchego, mgły z gazem, wody złożowej, wtłoczono 60 m ³ cieczy kwasującej	$P_g = 156,1 \text{ atm}$ na zwężce 2 mm
	1804,5–1830,7	syfonowanie	słaby przyływ gazu, mgły i cieczy	$V = <5 \text{ Nm}^3/\text{min}$
ŻAKOWO 6	1808,0–1835,0	usunięcie płynu z otworu, syfonowanie	przyływ gazu i mgły wodnej	$V = 183 \text{ Nm}^3/\text{min}$ $P_g = 177,9 \text{ atm}$ $P_d = 218,1 \text{ atm}$
	1838,0–1845,0	próbnik złoża KII-95	przyływ 0,4 m ³ płuczki zgazowanej z nieszczelnego przewodu	$P_{zl} = 232,6 \text{ atm}$ na gł. 1843,0 m
	1844,0–1863,0	próbnik złoża KII-95	przyływ płynu z zapachem siarkowodoru	$V = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{zl} \sim 225\text{--}235 \text{ atm}$
	1823,2–1830,0	syfonowanie, kwasowanie	przyływ gazu, mgły wodnej i płynu	$V_{abs.} = 410 \text{ Nm}^3/\text{min}$ $P_{gs} = 179,5 \text{ atm}$

				Pds = 219,76 atm
ŻAKOWO 9	1803,0–1849,5	próbnik rurowy złoża KII-95, paker na gł. 1774,0 m	brak przypływu	nie określono
	1803,0–1849,5	próbnik rurowy złoża KII-95 paker na gł. 1783,0 m	minimalny przypływ gazu oraz 200 l płuczki i flitratu	nie określono
	1848,0–1855,5	próbnik rurowy złoża KII-95, paker na gł. 1848,0 m	brak przypływu	nie określono

*wraz z karbońskim podłożem

Tab. 3.9. Wyniki testów złożowych wykonanych w systemie naftowym dolomitu głównego na podstawie dokumentacji wynikowych otworów wiertniczych z obszaru przetargowego Gostyń (patrz rozdział 5). Przedmiotem opróbowań były utwory dolomitu głównego oraz ich bezpośredniego otoczenia stratygraficznego.

3.4. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE I NADKŁADU

Konwencjonalny system naftowy karbońsko-permski jest uszczelniony od stropu sukcesją ewaporatową cyklotemu PZ1 (miąższości 67,0–468,0 m), za wyjątkiem wyniesienia Pogorzeli, gdzie system znajduje się w kontakcie hydraulicznym z systemem cechsztyńskim/dolomitu głównego, uszczelnionym utworami drugiego cyklotemu PZ2. Miąższość nadkładu, a więc młodszych utworów cechsztynu, mezozoiku i kenozoiku wynosi 1582,0–2328,2 m.

Złoża w dolomicie głównym są z kolei uszczelnione od spągu i stropy ewaporatami cyklotemów odpowiednio PZ1 i PZ2+PZ3. Miąższość skał uszczelniających wynosi 30,5–188,0 m. Miąższość nadkładu zaś mierzy 1537,5–2119,5 m.

3.5. GENERACJA, MIGRACJA, AKUMULACJA I PUŁAPKI WĘGLOWODORÓW

System naftowy dolomitu głównego

Skały macierzyste: madstony, wakstony Ca₂.

Skały zbiornikowe: zdolomityzowane grainstony i pakstony Ca₂.

Skały uszczelniające: anhydryty i sole cyklotemów PZ1 i PZ2+PZ3.

Wielkość i kształt pułapek: pułapki małej i średniej wielkości typu strukturalnego, strukturalno-tektonicznego.

Wiek i mechanizm utworzenia pułapek: w rejonie obszaru przetargowego Gostyń pułapki złożowe mają charakter synsedymenacyjny (Kotarba i in., 2000; Kwołek i Mikołajewski, 2010). Typowe dla złóż w dolomicie głównym jest ich rozmieszczeni względem stref paleogeograficznych. Skały o własnościach zbiornikowych wykształciły się tu

przede wszystkim w miejscu występowania mikrofacji barier oolitowo-onkolitowych oraz budowli organogenicznych platform węglanowych. Dla przykładu, budowa złoża Żakowo związana jest z występowaniem osadów biohermalnych w dolomicie głównym. Kluczowym czynnikiem w powstaniu złóż miały również późniejsze procesy halotektoniczne oraz zuskokowania. Obecność metanu o pochodzeniu mikrobialnym w utworach dolomitu głównego obserwowanego w zachodniej części monokliny przedsudeckiej wskazuje na uformowanie się pułapek już na wstępnym etapie diagenety materii organicznej (Kotarba i in., 2000).

Wiek i mechanizm generacji, ekspulsji, migracji i akumulacji węglowodorów: opierając się na regionalnych badaniach z obszaru monokliny przedsudeckiej, generację węglo-

wodorów z dolomitu głównego można podzielić na dwa etapy. Pierwszy etap miał miejsce w diagenetycznym stadium przeobrażenia materii organicznej, wskutek działalności bakteryjnej. Drugi etap generacji miał związek ze znalezieniem się skał w warunkach katagenezy (Kotarba i in., 2000; Kosakowski i Wróbel, 2010; Pletsch i in., 2010). Dojrzałość termiczna utworów dolomitu głównego w rejonie obszaru odpowiadają etapowi okna gazowego (Strzelecka i Rostkowski, 2016). Przyjęto za Dadlezem i in. (1995), że wielkość strumienia cieplnego była najwyższa w późnym permie i wczesnym triasie. W permie rozpoczęła się wzmożona subsydencja, która kontynuowała się nieprzerwanie do późnego triasu. Oba te czynniki wpłynęły na powstanie warunków sprzyjających przeobrażeniom materii organicznej. Początek generacji, a zarazem ekspulsji datowany jest na wczesny trias. Największe pogrzebanie dolomitu głównego nastąpiło w jurze. Na ten okres przypada również główne stadium generacji węglowodorów. Maksymalne temperatury (okno gazu mokrego) zostały osiągnięte w środkowej jurze i również wtedy nastąpiło znaczne wyczerpanie potencjału generacyjnego omawianych skał (Kosakowski i Wróbel, 2010; Pletsch i in., 2010). Wyliczony na podstawie modelowań 1D współczynnik transformacji keroгену dla obszaru m.in. platformy wielkopolskiej wynosi powyżej 98% (Kosakowski i Wróbel, 2010).

Migracja węglowodorów w dolomicie głównym odbywała się na odległościach do kilkunastu kilometrów. Proces ten rozpoczął się równocześnie z ekspulsją – we wczesnym triasie. Modelowania wskazują na kontynuację procesów migracji do późnej jury i kredy. Końcem procesów ekspulsji i migracji była inwersja tektoniczna, która miała miejsce pod koniec kredy (Kosakowski i Wróbel, 2010). Akumulacja węglowodorów ciekłych w pułapkach nastąpiła na przełomie triasu i jury, zaś węglowodory gazowe nasyciły je w późnej jurze (Kotarba i Wagner, 2007; Kosakowski i Wróbel, 2010).

System naftowy karbońsko-permski i karbonu dolnego

Skały macierzyste: wzbogacone w materię organiczną iłowce i mułowce karbonu.

Skały zbiornikowe: w przypadku konwencjonalnego karbońsko-dolnopermskiego systemu naftowego skały zbiornikowe stanowią piaskowce górnego karbonu i górnego czerwonego spągowca oraz utwory wapienia cechsztyńskiego. W niekonwencjonalnym systemie naftowym karbonu dolnego rolę skał zbiornikowych przyjmują macierzyste skały ilasto-mułowcowe oraz naprzemianległe względem skał macierzystych przeławienienia piaskowców.

Skały uszczelniające: skały ewaporatowe cyklotemu PZ1 uszczelniają od stropu skały zbiornikowe karbońsko-dolnopermskiego systemu naftowego. W przypadku niekonwencjonalnego systemu naftowego karbonu dolnego skały zbiornikowe mają również charakter skał uszczelniających.

Kształt i wielkość pułapek: dla karbońsko-dolnopermskiego systemu naftowego pułapki małej i średniej wielkości typu strukturalnego lub strukturalno-tektonicznego, ewentualnie geomorfologiczne. Wielkość złóż uwięzionych w niekonwencjonalnym systemie naftowym karbonu dolnego w rejonie obszaru przetargowego nie jest dobrze rozpoznana.

Wiek i mechanizm utworzenia pułapek: pułapki występujące w wapieniu cechsztyńskim oraz stropie czerwonego spągowca mogą mieć charakter synsedymencyjnych. Zakłada się również występowanie pułapek typu mieszanego, strukturalno-tektonicznych, które ostatecznie mogły się ukształtować w wyniku ruchów kimeryjskich i/lub laramijskich. Natomiast, w dolnokarbońskim systemie naftowym węglowodory związane są litologicznie w macierzystych utworach basenu fliszowego deponowanych w wizenie i namurze.

Wiek i mechanizm generacji, ekspulsji, migracji i akumulacji węglowodorów: wyniki modelowań naftowych dla otworów Sici-ny 2 (na południe od obszaru przetargowego Gostyń) oraz Wycisłowo IG-1 (na wschód od obszaru przetargowego Gostyń; Wójcicki i in., 2014) pozwalają scharakteryzować procesy generacji, ekspulsji, migracji i akumulacji karbońskich węglowodorów w bliskim otoczeniu obszaru przetargowego. Dojrzałość

termiczna macierzystych poziomów karbonu w tym rejonie odpowiada warunkom na pograniczu okna gazu mokrego (późnej katagenezy; Wójcicki i in., 2014) oraz okna gazu suchego (metagenezy; Chruścińska i in., 2016). Zatem, warunki termiczne umożliwiające generację węglowodorów gazowych z kerogenu zostały osiągnięte w historii geologicznej omawianych skał. Warunki odpowiadające początkom katagenezy nastąpiły we wczesnym triasie, zaś główna faza generowania gazu ziemnego (okno gazu mokrego) przypadła na koniec triasu. Zahamowanie procesów przemian termicznych miało miejsce w skutek inwersji tektonicznej i intensywnej erozji w późnej kredzie (Wójcicki i in., 2014). Gaz ziemny zatrzymywany był częściowo w poziomach macierzystych, natomiast pułapki niekonwencjonalne w naprzemianległych piaskowcach mogły akumulować węglowodory już na wczesnych etapach ich generacji. Modelowania zasad migracji, akumulacji i uszczelniania gazu zamkniętego w karbonie dolnym (Wójcicki i in.,

2014 wg koncepcji H. Kiersnowskiego) zakładają opartą na różnicy ciśnień migrację na bardzo krótkich dystansach pomiędzy warstwami budującymi mułowcowo-piaskowcowy kompleks karbonu dolnego. Pułapki konwencjonalne w karbońsko-dolnopermskim systemie naftowym mogły napełnić się węglowodorami po utworzeniu regionalnego uszczelnienia w postaci cechsztyńskich ewaporatów. Główny etap migracji węglowodorów ze skał macierzystych w rejonie obszaru przetargowego rozpoczął się we wczesnej jurze i trwał do jej schyłku. Występujące w spągu utworów czerwonego spągowca utwory wulkanitów ograniczały wielkoskalową migrację węglowodorów. Migracja odbywała się tu pod powierzchnią wulkanitów na krótkich dystansach. Pionowe ścieżki migracji występowały przede wszystkim wzdłuż stref dyslokacji, przecinających utwory wczesnopermskich wulkanitów. Drugi puls migracyjny mógł mieć miejsce w późnej kredzie, wraz ze wzrostem głębokości pogrzebienia skał (Górecki i in., 2009).

4. CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW

4.1. ZŁOŻA WĘGLOWODORÓW W GRANICACH OBSZARU PRZETARGOWEGO

W Granicach obszaru przetargowego Gostyń udokumentowano dwa złoża węglowodorów, które pozostają niezagospodarowane, a które stanowią podstawową wartość tego obszaru (Fig. 4.1). Są to:

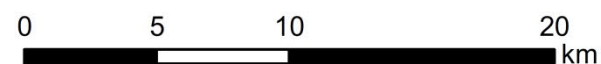
- złożo gazu ziemnego Kąkolewo (GZ 4715; Fig. 4.2),
- złożo gazu ziemnego Żakowo (GZ 4702; Fig. 4.3).

→ **Fig. 4.1.** Złoża węglowodorów na i w sąsiedztwie obszaru przetargowego Gostyń. Złoża eksploatowane są obramowane czerwonym konturem obszarów górniczych.

**Obszary wytypowane
do postępowania przetargowego na koncesje
na poszukiwanie i rozpoznawanie
złóż węglowodorów oraz wydobywanie
węglowodorów ze złóż (7. runda przetargowa)**

**Areas selected to the tender procedure
for concessions for prospection and exploration
of hydrocarbon fields and production of hydrocarbons
from fields (7th tender round)**

Gostyń



Układ współrzędnych / Coordinate system: PL-1992

Objaśnienia / Legend

- obszar przetargowy
tender area
- złoża węglowodorów
hydrocarbon fields
- obszary górnicze wyznaczone dla złóż węglowodorów
mining areas assigned for hydrocarbon fields
- granice gmin
commune borders
- granice powiatów
county borders

Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru przetargowego, uki. wsp. PL-1992
Coordinates determining the borders of tender area, coordinate system PL-1992

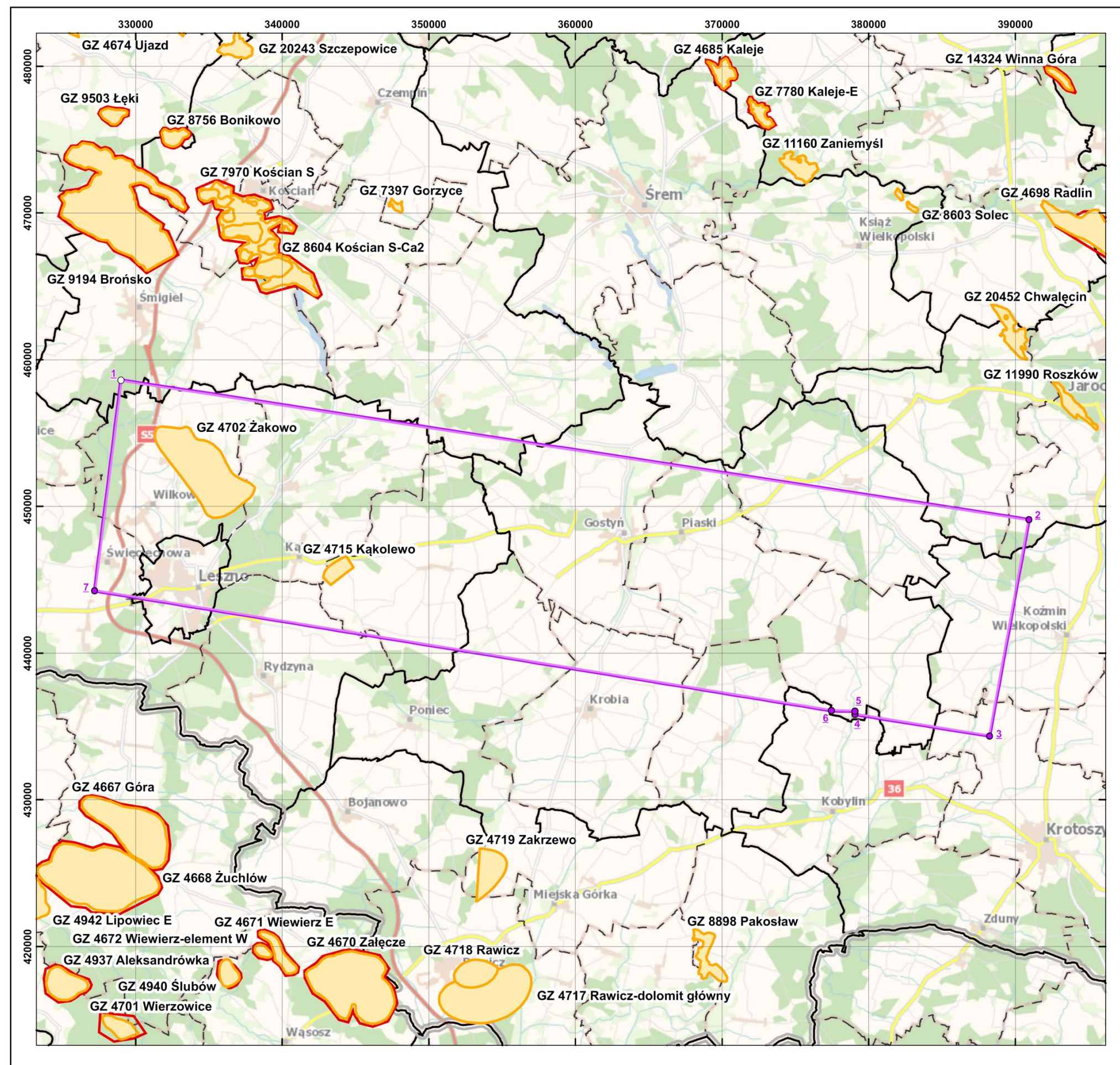
Nr punktu / Point No	X	Y
1	458612,86	329000,37
2	449098,43	390925,24
3	434350,20	388236,63
4	435825,17	379052,82
5	436042,65	379058,04
6	436084,28	377442,15
7	444253,75	327199,72



Copyright by PGI-NRI
Warsaw 2023

Udokumentowane złoża kopalin oraz obszary górnicze:
Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy
System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych Polski MIDAS
Podkład topograficzny: Główny Urząd Geodezji i Kartografii
Mapa podkładowa BDOO i BDOT10k (usługa WMTS)

Documented fields and mining areas:
Polish Geological Institute - National Research Institute
System of Management and Protection of Mineral Resources
in Poland MIDAS
Topographic background: Head Office of Geodesy and Cartography
Background maps of BDOO and BDOT10k (WMTS service)



4.2. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO KĄKOLEWO

Położenie administracyjne:

województwo – wielkopolskie
powiat – leszczyński
gmina – Krzemieniewo, Osieczna

Powierzchnia całkowita złoża: 205,00 ha
(powierzchnia złoża wyznaczona w przedziale głębokościowym 1626,5–1655,0 m tj. pomiędzy stropem dolomitu głównego w otworze Kąkolewo 2 na rzędnej -1571,5 m n.p.m. a głębokością wykonania korka cementowego likwidującego spód tego otworu na rzędnej -1543 m n.p.m.)

Głębokość zalegania: 1626,5–1669,5 m

Stratygrafia: cechsztyń, dolomit główny

Koncesja na wydobywanie: brak

Użytkownik złoża: brak

Data rozpoczęcia eksploatacji: złożo nie-eksploatowane

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 4715

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

1. Bojanowski M., Błaszowska V., Kalbarczyk R., Stolarczyk J., Stolarczyk F., 1975. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Kąkolewo. Inw. 5919/2022, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 17 kwietnia 1976 roku, znak: KZK/012/S/3319/76.

Zasoby:

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe: nie wyznaczono

Wydobywalne zasoby bilansowe wg stanu na 31.12.2022 roku:

240,00 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Zasoby przemysłowe wg stanu na 31.12.2022 roku: brak

Wydobycie w 2022 roku: brak

Zasoby złoża zostały obliczone metodą objętościową (nie podano zastosowanych kryteriów bilansowości). Ze względu na rozpoznanie złoża tylko jednym otworem oraz niepewne dane sejsmiki powierzchniowej warunkujące interpretację budowy geologicznej złoża, do obliczeń zasobów przyjęto tylko otwartą część kolektora tj. od stropu dolomitu głównego (1626,5 m) do stropu korka likwidujące-

go dno otworu Kąkolewo 2 (1655,0 m, tj. -1543 m p.p.m.) oraz minimalną powierzchnię złoża wyznaczoną: od strony południowo-wschodniej przez wewnętrzną krawędź strefy dyslokacji, od strony południowo-zachodniej i północno-wschodniej przez wewnętrzne krawędzie nieciągłości korelacyjnych a od strony północno-zachodniej przez linie przecięcia się płaszczyzny stropu dolomitu głównego i poziomej płaszczyzny na wysokości stropu korka izolującego tj. -1543,0 m p.p.m.

Budowa złoża: pierwsze badania magnetyczne w rejonie Kąkolewa prowadzono już od 1935 r., a następnie również m.in. badania grawimetryczne i geoelektryczne, jednak ich rozdzielczość nie pozwalała na wykrycie struktur złożowych w kompleksie permsko-mezozoicznym. W latach 1969–1970 odwiercono otwór Kąkolewo 1, w którym jedynie na początkowym etapie badań stwierdzono niki objawy bituminów; potem z powodu negatywnych wyników otwór zlikwidowano. Strukturę Kąkolewo rozpoznano w 1971 r. w wyniku prac sejsmicznych, a samo złożo gazu ziemnego (Fig. 4.2) odkryto w 1973 roku otworem Kąkolewo 2, odwierconym w centralnej części struktury. Wstępną dokumentację geologiczną opracowano w roku 1973, głównie na podstawie prac sejsmicznych z 1971 r. oraz danych z otworów badawczych Kąkolewo 1 i Kąkolewo 2. Następnie, po wykonaniu kolejnego otworu – Kąkolewo 4 (usytuowanego na pograżonym bloku tektonicznym, już poza właściwym podniesieniem strukturalnym Kąkolewa), uzupełniono ją i przeliczono zasoby złoża.

Złożo Kąkolewo jest zlokalizowane na skłonie wału wolsztyńskiego. Struktura złożowa to nieco wydłużona, niewielka brachy-antykлина o amplitudzie 70 m. Poziom gazonośny występuje w utworach dolomitu głównego (Fig. 4.2). Z trzech stron złożo ograniczają strefy nieciągłości tektonicznych (od SE, prawdopodobnie także od NE i SW), granicę NW wyznacza warstwica -1543 m n.p.m. Od góry złożo jest ekranowane nieprzepuszczalnymi utworami (anhydryt podstawowy i wyższe ogniwa ewaporatów cechsztyń). Ponieważ w spągowej części dolomitu głów-

nego stwierdzono pewne ilości zanieczyszczonej wody i nie udało się wykluczyć występowania wód podścielających, dolną granicę złoża wyznaczono na gł. -1543 m n.p.m., tj. na głębokości stropu korka likwidującego w otworze Kąkolewo 2.

Otworki zlokalizowane na złożu gazu ziemnego Kąkolewo (Fig. 4.2; stan na 2023 r.):

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m]	Stratygrafia na dnie	Głębokość interwału złożowego [m]
KĄKOLEWO 2	2084,0	perm	1629–1655

W czasie wiercenia otworu Kąkolewo 2 zaobserwowano objawy gazu i H_2S w utworach z głębokości 1619,5–1664,0 m (w rdzeniach). Testy złożowe w trakcie wiercenia przeprowadzono w interwałach:

- 1623,0–1639,3 m (dolomit główny);
- 1644,0–1664,0 m (dolomit główny);
- 1990,0–2015,2 m (anhydryt dolny, wapień cechsztyński, strop cz. spągowca).

Z poziomu dolomitu głównego uzyskano silny przypływ suchego gazu ziemnego z zawartością siarkowodoru. W wyższym interwale ciśnienie złożowe wynosiło 185 atm, ilości gazu nie określono. W niższym interwale ciśnienie złożowe wynosiło 191 atm, oprócz gazu otrzymano przypływ około 250 l płynu. Z horyzontu anhydrytu dolnego, wapienia podstawowego i czerwonego spągowca uzyskano przypływ zgazowanej solanki ($4 \text{ m}^3/\text{godz.}$), ciśnienie złożowe wyniosło 216 atm.

Po zakończeniu wiercenia i zlikwidowaniu spodu otworu do głębokości 1655 m, zapuszczono rurki syfonowe do głębokości 1654 m,

uzbrojono otwór w głowicę eksploatacyjną. Pierwszą próbą wywołania produkcji była zamiana płuczki na wodę – uzyskano samoczynny wypływ wody i mgły, ciśnienie wynosiło 150 atm. Następnie otwór przez kilka dni syfonowano i w efekcie uzyskano gaz palny. Ciśnienie głowicowe wyniosło 161,5 atm, ciśnienie denne statyczne 199,4 ata, a wydajność $47 \text{ Nm}^3/\text{min}$. W dalszym okresie nadal prowadzono syfonowanie: z otworu wypływał gaz z mgłą. Ustabilizowane ciśnienie wynosiło 160 atm.

W otworze Kąkolewo 2 przeprowadzono również zabieg kwasowania w poziomie dolomitu głównego. Początkowo zaobserwowano wypływ wody, kwasu, wody a następnie gazu. W następnych dniach najpierw uzyskano ciecz poreakcyjną i mgłę wodną, później gaz z mgłą. Po zabiegu kwasowania wydajność gazu wyniosła $446 \text{ Nm}^3/\text{min}$ przy $P_{gs} 161,5 \text{ atm}$ i $P_{ds} 199,4 \text{ atm}$. Porowatość dolomitu głównego wynosi:

- 8,62% – średnia arytmetyczna według badań laboratoryjnych,
- 8,69% – średnia ważona według badań laboratoryjnych,
- 5,50% – według badań geofizycznych,
- 5,00% – wielkość przyjęta do obliczeń.

Parametry złoża i parametry jakościowe kopaliny: dane zestawiono w Tab. 4.1.

Historia produkcji: w dokumentacji geologicznej złoża (Błaszowska i in., 1975) nie wyszczególniono ilości gazu i płynów złożowych wydobytych podczas opróbowania otworów wykonanych na złożu. Złoże pozostaje niezagospodarowane.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-----	m	nie stwierdzono wody podścielającej, cały poziom dolomitu głównego nasycony gazem
głębokość położenia złoża	1 626.500	1 669.500	-----	m	otwór Kąkolewo 2
miąższość efektywna złoża	-----	43.000	24.750	m	
porowatość	-----	-----	8.620	%	wg. badań laboratoryjnych
porowatość	-----	-----	8.690	%	średnia ważona
porowatość	-----	-----	5.500	%	wg. badań geofizycznych
porowatość	-----	-----	5.000	%	przyjęta do obliczeń
powierzchnia złoża	-----	-----	2.050	km ²	
przepuszczalność	-----	-----	1.368	mD	
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0.800	.	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0.700	.	
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	446.000	Nm ³ /min	otwór Kąkolewo 2
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	60.000	Nm ³ /min	otwór Kąkolewo 2
parametry jakościowe gazu ziemnego (kopalina główna)					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
wartość opałowa	2 712.700	2 971.400	-----	Kcal/Nm ³	
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	5.250	% obj.	
zawartość CH ₄	-----	-----	10.295	% obj.	
zawartość CO	-----	-----	1.410	% obj.	
zawartość CO ₂	-----	-----	3.220	% obj.	
zawartość H ₂	-----	-----	0.007	% obj.	
zawartość He	-----	-----	0.038	% obj.	
zawartość N ₂	-----	-----	75.120	% obj.	
zawartość H ₂ S	-----	-----	1.250	% obj.	
zawartość węglowodorów	-----	-----	18.955	% obj.	w tym propanu i węglowodorów wyższych 89.741 g/Nm ³

Tab. 4.1. Parametry złoża gazu ziemnego Kąkolewo i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2023 wg Błaszowskiej i in., 1975).

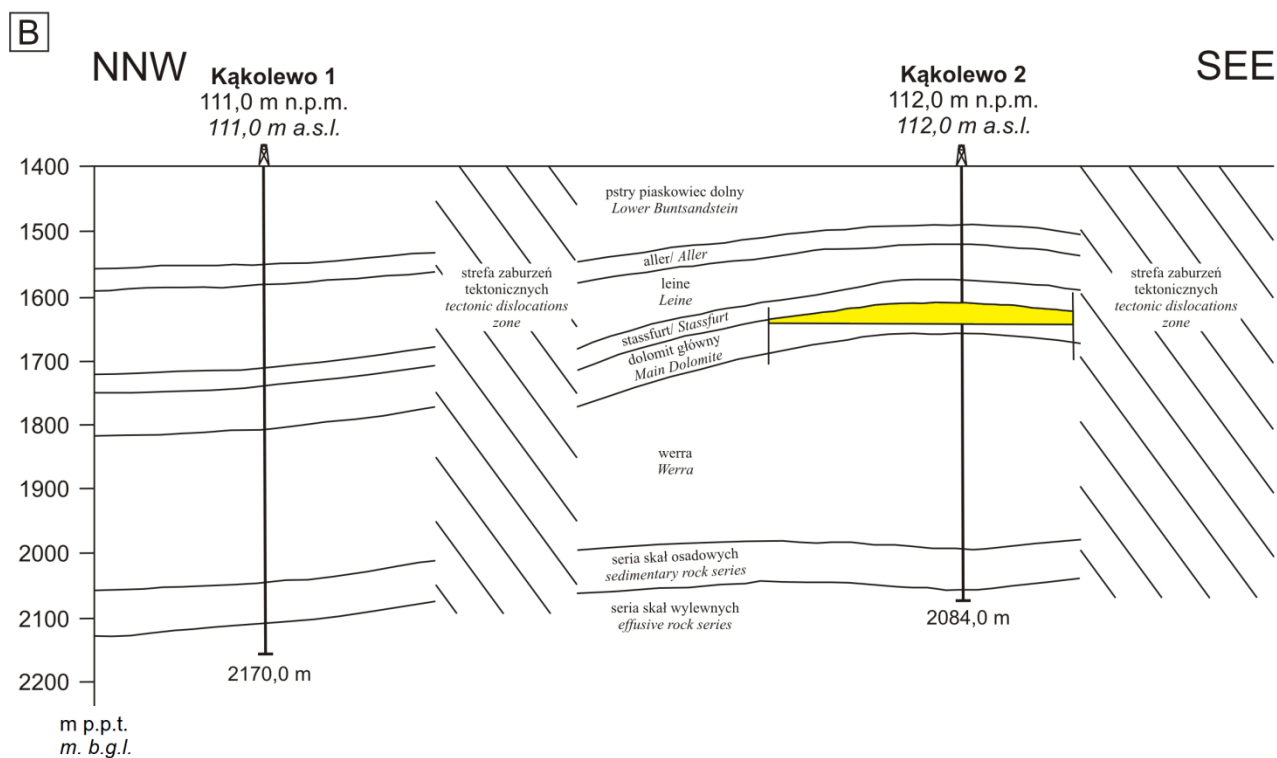
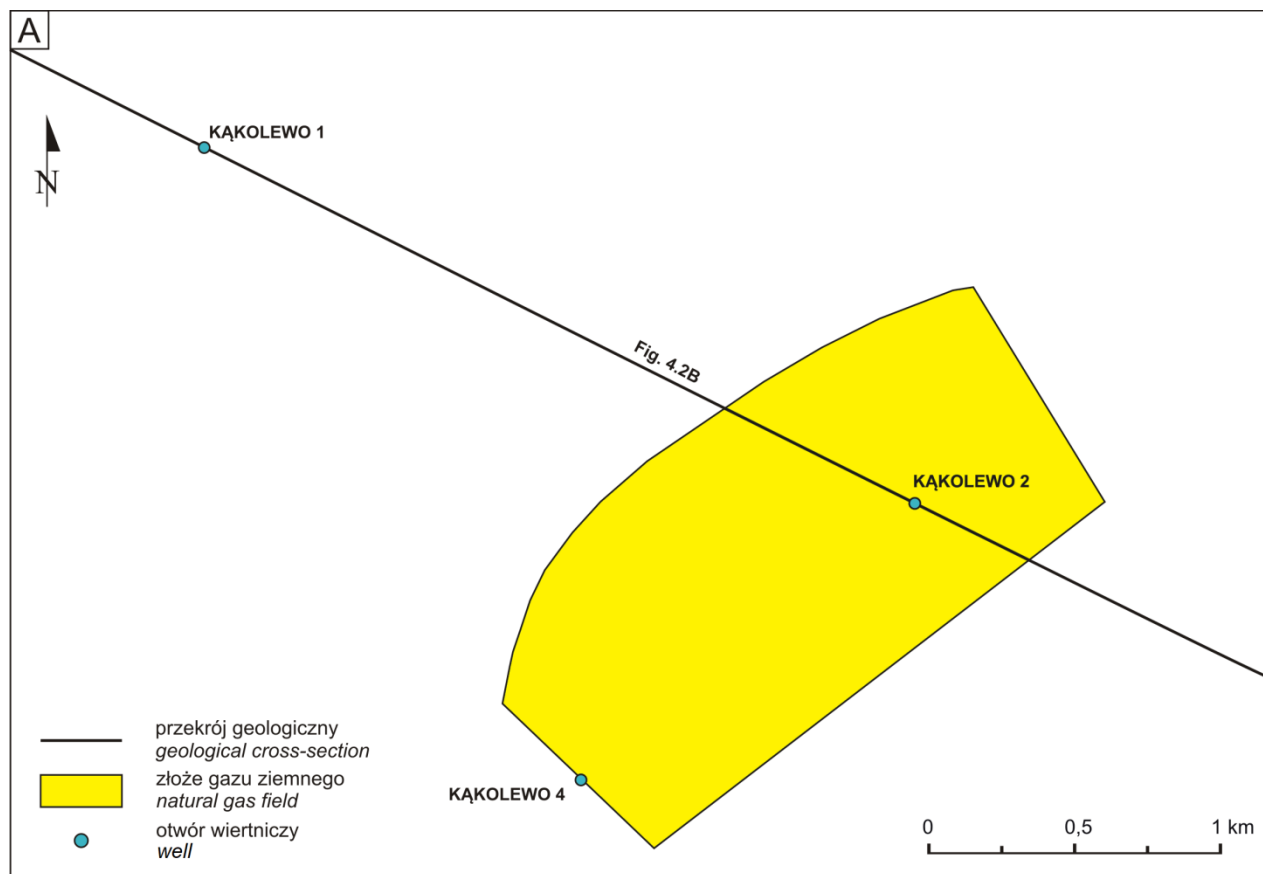


Fig. 4.2. **A.** Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Kąkolewo i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2023). **B.** Przekrój przez złożo gazu ziemnego Kąkolewo (na podstawie Błaszowskiej i in., 1975).

4.3. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO ŻAKOWO

Położenie administracyjne:

województwo – wielkopolskie
powiat – leszczyński
gmina – Lipno, Osieczna

Powierzchnia całkowita złoża: 2057,50 ha (powierzchnia złoża wyznaczona od strony północno-wschodniej przez kontur poziomu wody podścielającej przyjęty na głębokości -1740 m n.p.m., natomiast w części południowo-zachodniej granica złoża jest związana z własnościami zbiornikowymi dolomitu głównego i poprowadzoną ją przez otwór Żakowo 5, zgodnie z kierunkiem domniemanych stref spękań doprowadzających sól do kolektora a w konsekwencji powodujących pogorszenie własności zbiornikowych dolomitu)

Gł. zalegania: 1697,1–1740,0 m p.p.m.

Stratygrafia: cechsztyń, dolomit główny

Koncesja na wydobywanie: brak

Użytkownik złoża: brak

Data rozpoczęcia eksploatacji: złożo nie-eksploatowane

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 4702

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

1. Krzyżanowski S., Piela J., 1972. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Żakowo. Inw. 5918/2022, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 18 kwietnia 1973 roku, znak: KZK/012/S/2743/72/73.
2. Stolarczyk F., Stolarczyk J., Kalbarczyk R., 1975. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Żakowo. Inw. 5920/2022, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa CUG z dnia 17 kwietnia 1976 roku, znak: KZK/012/S/3334/76.

Zasoby:

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe: nie wyznaczono

Wydobywalne zasoby bilansowe wg stanu na 31.12.2022 roku:

1680,00 mln m³ gazu ziemnego w kat. B
470,00 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Zasoby przemysłowe wg stanu na 31.12.2022 roku: brak

Wydobycie w 2022 roku: brak

Zasoby złoża obliczone zostały metodą objętościową (nie podano zastosowanych kryteriów bilansowości). W obliczeniach zasobów nie uwzględniono ciśnienia złożowego, współczynnika ekspansji i współczynnika poprawkowego na temperaturę złoża w otworze Żakowo 5, ponieważ w trakcie przygotowania dokumentacji otworem tym jeszcze wykonywano próby złożowe i nie wykonano w nim pomiarów produkcji potencjalnej. Do kategorii B zaliczono obszar złoża w promieniu 500 m wokół otworów, z których uzyskano przemysłowy przyływ gazu. Granica zasobów w kat. B jest równocześnie wewnętrzną granicą pola zasobów w kat. C. Jako granicę zewnętrzną dla tej kategorii przyjęto w części NE granicę złoża zawartą w izobacie wody podścielającej, tj. w głębokości -1740 m n.p.m., a w części SE granica złoża jest związana z własnościami zbiornikowymi dolomitu głównego i poprowadzono ją przez otwór Żakowo 5.

Budowa złoża: dla rozpoznania budowy geologicznej złoża Żakowo najistotniejsze znaczenie miały badania sejsmiczne prowadzone w rejonie Leszna od roku 1956. Na ich podstawie sporządzono pierwszą mapę strukturalną dla pstrego piaskowca, na której struktura Żakowo przedstawiona była w formie „nośa” strukturalnego przy kulminacyjnej strefie tzw. struktury Klonowca. W latach 1966–67 realizowano dalsze badania sejsmiczne mające na celu rozpoznanie wstępnie zasygnalizowanych elementów w utworach mezozoiku, permu i osadów przedpermskich a także zbadanie warunków strukturalnych utworów permu i triasu oraz określenie przestrzennej budowy struktur w utworach pstrego piaskowca. W roku 1971 przeprowadzono szczegółowe badania sejsmiczne, które pozwoliły na ciągłe i jednoznaczne prześledzenie przebiegów horyzontów pstrego piaskowca, dolomitu głównego i stropu czerwonego spągowca a tym samym na bardziej pewne określenie kształtu i rozmiaru struktury Żakowo. Prace wiertnicze w rejonie tej struktury zapo-

czątkowane zostały w roku 1966 – odwiercono wówczas dwa otwory parametryczne Święciechowa 1 i Żakowo 1. W wykonanym w latach 1966–67 odwiercie Żakowo 1 stwierdzono złożowy przyływ gazu ziemnego. Odwiercone w latach 1969–70 kolejne otwory Żakowo 2 i Żakowo 3 potwierdziły istnienie złoża odkrytego otworem Żakowo 1 oraz umożliwiły określenie jego zasobów oraz rodzaju i jakości gazu (Fig. 4.3). Otwór Żakowo 4, odwiercony w roku 1971, pomimo stwierdzenia przyływu gazu z solanką, po opróbowaniu – zlikwidowano jako negatywny złożowo. Dokumentację złoża wykonano w roku 1972 a następnie, po wykonaniu kolejnych otworów w latach 1973–74 (otwory poszukiwawcze Żakowo 5 i Żakowo 6, otwory rozpoznawcze Żakowo 7 i Żakowo 9), uzupełniono ją i przeliczono zasoby złoża w dodatku nr 1, wykonanym w roku 1975. Jedynie z otworu Żakowo 6 uzyskano przemysłowy przyływ gazu, natomiast pozostałe otwory nie dały pozytywnych, w sensie złożowym, rezultatów (w otworach Żakowo 5 i Żakowo 9 nie udało się wywołać produkcji gazu natomiast otwór Żakowo 7 nie dowiercił do osadów dolomitu głównego z przyczyn technicznych). Dodatkowo słabe rozpoznanie warunków zbiornikowych złoża wywołane niedostatecznym uzyskiem rdzeni nie pozwoliło na zakwalifikowanie zasobów do kat. B.

Złoże Żakowo jest położone w środkowej części monokliny przedsudeckiej i związane jest z węglanowym poziomem cechsztyńskiego dolomitu głównego (Fig. 4.3). Struktura Żakowa jest nieregularną, rozczłonkowaną kopułą typu biohermy. Skały zbiornikowe złoża cechuje duża różnorodność i zmienność mikrofacji, zarówno w poziomie jak i w pionie, wpływając tym samym na duże zróżnicowanie pojemności zbiornikowej kolektora. Nagromadzenie węglowodorów nastąpiło w brachyantyklinálním wyniesieniu strukturalnym o powierzchni około 30 km². Amplituda struktury dochodzi do 45 m a jej skrzydła posiadają upad około 1–2,5°. Struktura ta wypełniona jest całkowicie gazem (najgłębsza zamykająca ją izolinia jest równocześnie izobata konturującą). Maksymalna miąższość czapy gazowej wynosi 37 m, natomiast miąższość strefy wypełnionej ropą naftową – 5 m. Przez środek struktury Żako-

wo, między otworami Żakowo 5 i Żakowo 9, przebiega poprzeczna strefa dyslokacyjna o kierunku NW-SE, obniżająca o 8–10 m południową część struktury. Jest to domniemana strefa spękań doprowadzających sól do kolektora a w konsekwencji powodujących pogorszenie własności zbiornikowych dolomitu. Złoże od stropu ekranowane jest bezpośrednio przez anhydryt podstawowy cyklotemu Stassfurt oraz młodsze ogniwa cechsztynu. Dolną granicę złoża stanowi poziome zwierciadło wody podścielającej wyznaczone na głębokości 1740 m p.p.m.

Otwory zlokalizowane na złożu (Fig. 4.3A; stan na 2023 r.):

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m]	Stratygrafia na dnie	Głębokość interwału złożowego [m]
ŻAKOWO 1	2374,8	karbon	1818,0–1853,4
ŻAKOWO 2	1830,2	perm górny	1805,0–1830,2
ŻAKOWO 3	2298,5	karbon	1849,0–1854,6
ŻAKOWO 5	1830,7	perm górny	1788,9–1830,7
ŻAKOWO 6	2216,0	karbon	1813,5–1839,7
ŻAKOWO 7	1836,0	perm górny	–

Otwór Żakowo 1 został usytuowany w kulminacyjnej części elementu w kształcie „nosa” strukturalnego (tzw. struktury Klonowca), wyznaczonego pracami sejsmicznymi z roku 1956 i 1966. Po nawierceniu stropu dolomitu głównego na głębokości 1818 m i osiągnięciu głębokości 1854,5 m, opróbowano odsłonięty interwał dolomitu głównego (36,5 m) próbnikiem złoża. Uzyskano początkowo wzrastający a następnie jednostajny przyływ gazu niepalnego oraz skażonej filtratem czarno zabarwionej solanki z dużą ilością osadu ilowego oraz wonią siarkowodoru i bitumów. Na podstawie opróbowania ustalono, iż temperatura złoża wynosi 64,5°C, ciśnienie złożowe 219 atn a potencjalna wydajność 930 Nm³/d. Po nawierceniu stropu czerwonego spągowca na głębokości 2195,5 m i osiągnięciu głębokości 2214,1 m opróbowano odsłonięty interwał kolektora. Otrzymano silny przyływ solanki nieznacznie skażonej filtratem, bez objawów bitumicznych. Po ukończeniu wiercenia wykonano dwa korki cementowe: jeden w głębokości 2200–2160 m, drugi w głębokości 1950–1924 m – zamykając wody czerw-

nego spągowca i wapienia podstawowego. Po orurowaniu otworu i sperforowaniu dwóch interwałów dolomitu głównego 1840–1863 m oraz 1818–1829 m, w trakcie zapuszczania rurek syfonowych nastąpiło samorzutne wywołanie się produkcji – gaz wyrzucił płuczkę z otworu. Po opanowaniu erupcji i zatłoczeniu otworu, wykonano kwasowanie dolomitu głównego i wywołanie produkcji uzyskując wydajność V_{abs} na poziomie $128 \text{ m}^3/\text{min}$ przy ciśnieniu P_{ds} 212,59 ata. Po stwierdzeniu szczelności kolumny eksploatacyjnej i ponownym orurowaniu otworu, wywołano produkcję. Na podstawie pomiarów produkcji potencjalnej ustalono wydajność absolutną V_{abs} na poziomie $62 \text{ Nm}^3/\text{min}$ przy ciśnieniu P_{ds} 219,04 ata.

Otwór Żakowo 2 wykonano w odległości około 1400 m na SSE od otworu Żakowo 1. Strop dolomitu głównego nawiercono w głębokości 1805 m. Wiercenie zakończono w głębokości 1830,2 m po nawierceniu 25,2 m dolomitu głównego, w czasie przewiercania którego zanotowano objawy złożowe w postaci ucieczek znacznych ilości płuczki, zgazowania rdzeni, zgazowania płuczki i wyrzucania jej z otworu. Otwór orurowano do głębokości 1829,7 m kolumną rur sperforowanych w interwale 1804,7–1829,7 m. Odsłonięty interwał poddano kwasowaniu, po którym nastąpiło samoczynne wywołanie produkcji gazu. Pomierzona produkcja absolutna (V_{abs}) wyniosła $109 \text{ Nm}^3/\text{min}$ przy ciśnieniu P_{ds} 222,58 ata.

Otwór Żakowo 3 usytuowano w odległości około 1500 m na NE od otworu Żakowo 1. Dolomit główny nawiercono w głębokości 1849 m a po podwierceniu w nim do głębokości 1854,2 m, otwór orurowano do głębokości 1846,0 m. Następnie podwiercono do głębokości 1864,2 m i odsłonięty interwał opróbowano próbnikiem. Otrzymano niewielki przypływ gazu i 325 l solanki skażonej filtratem. W autoklawie stwierdzono gaz pod ciśnieniem 155 ata. Zapuszczono następnie rurki syfonowe a wymiana płuczki na wodę wytworzyła wystarczającą depresję do samowywołania produkcji gazu. Początkowo otrzymywano gaz z pewnymi ilościami wody, później suchy gaz. Wykonano kwasowanie, po którym otrzymano ponownie przypływ gazu, przy czym otwór każdorazowo oddawał wraz

z gazem pewne ilości wody, której ilości nie pomierzono. Z uwagi na powolne odbudowywanie się ciśnienia otwór podwiercono do głębokości 1886,0 m i opróbowano próbnikiem interwał 1866,6–1886,0 m. W trakcie opróbowania obserwowano niezbyt intensywny wypływ powietrza, w końcowej fazie o woni bitumów. W przewodzie stwierdzono 900 l płynu – mieszaniny płuczki i wody słonej. Po dalszym głębieniu otworu i osiągnięciu głębokości 2228,3 m, opróbowano próbnikiem przewiercone 18,3 m stropowych partii utworów czerwonego spągowca wraz z wapieniem podstawowym, zapinając uszczelniacz na głębokości 2201,4 m. Otrzymano niewielki (około 1 m^3) przypływ solanki skażonej filtratem i płuczką, bez objawów bitumicznych. Po zagłębieniu otworu do 2298,5 m zlikwidowano go do głębokości 1862,0 m. Z uwagi na stwierdzoną szczelność kolumny rur w głębokości 910 m i 1040 m, po zabezpieczeniu dolomitu głównego korkiem cementowym w głębokości 1790,0–1810,0 m, do otworu zapuszczono kolumnę rur cementowaną do wierzchu. Następnie otwór wywołano przez wytłoczenie wody i po czterodniowym okresie syfonowania przeprowadzono pomiar produkcji potencjalnej przy niewielkim wykładniku wodnym uzyskując wydajność V_{abs} $11,5 \text{ Nm}^3/\text{min}$ przy ciśnieniu P_{ds} 211,62 ata.

Otwór poszukiwawczy Żakowo 5 zlokalizowano w kulminacyjnej części struktury Żakowo. Po przewierceniu poziomu anhydritu podstawowego i zacementowaniu otworu przystąpiono do rdzeniowania stropowej części poziomu dolomitu głównego w interwale 1804,5–1825,5 m. W rdzeniach stwierdzono silny zapach węglowodorów i siarkowodoru. Po osiągnięciu głębokości 1825,5 m przystąpiono do opróbowania poziomu dolomitu głównego w interwale 1804,5–1825,5 m. Zapuszczono rurki syfonowe do głębokości 1800,0 m, wymieniono płuczkę na wodę i obserwowano ciśnienie. W wyniku przeprowadzonych prób nie udało się wywołać produkcji. Otwór następnie był rdzeniowany do głębokości końcowej tj. w interwale 1825,5–1830,7 m. Po zakończeniu wiercenia i zapuszczeniu rur perforowanych na odcinku 1781,3–1830,0 m przystąpiono do ponownego opróbowania poziomu dolomitu głównego.

Zapuszczone zostały rurki syfonowe do głębokości 1824,5 m po czym wymieniono płuczkę na wodę. Po zdemontowaniu urządzenia wiertniczego, w otworze wykonano zabieg kwasowania. Po wtłoczeniu do otworu cieczy kwasującej stwierdzono brak chłonności złożeń. Po ponownym zabiegu kwasowania otwór oddał kwas z wodą oraz gaz. Następnie wytłaczano z otworu płyn oraz przeprowadzono obserwację ciśnienia – wahało się ono w granicach 156/100 – 130/120 atm. Podczas syfonowania z otworu wypływał suchy gaz, gaz z mgłą wodną oraz woda złożowa. Po kolejnym zabiegu kwasowania otwór oddał samoczynnie wodę i ciecz poreakcyjną. Po oczyszczeniu gazu z cieczy poreakcyjnej ostateczną wydajność otworu oceniono na poniżej 5 Nm³/min.

Otwór poszukiwawczy Żakowo 6 zlokalizowany został na SE skłonie struktury Żakowo. W trakcie wiercenia, po nawierceniu poziomu anhydrytu podstawowego, zacementowaniu otworu a następnie po zwierceniu korka cementowego, przy głębokości otworu 1818,0 m nastąpiło wyrzucenie płuczki z otworu oraz erupcja gazu palnego z płynem. Erupcję przerwano przez zamknięcie przewintera – ciśnienie głowicowe wynosiło 185 atm. W trakcie rdzeniowania stropowej części poziomu dolomitu głównego w interwale 1818,0–1835,0 m obserwowano silne zgazowanie płuczki a w rdzeniach stwierdzono zapach węglowodorów i H₂S. W trakcie opróbowania odsłoniętego interwału dolomitu głównego w głębokości 1813,0–1835,0 m, w trakcie wtłaczania wody, nastąpił samoczynny wypływ płynu z otworu. Z otworu wydobywał się gaz palny z mgłą wodną. Ciśnienie początkowo odbudowywało się po 5 godz. a następnie po 2 godz. Ciśnienie głowicowe (P_g) wynosiło 178–180 atm. Ustalona w trakcie orientacyjnych pomiarów wydajność gazu wyniosła 183 Nm³/min, przy ciśnieniu głowicowym (P_g) 177,9 atm i ciśnieniu dennym (P_d) 218,10 atm. W trakcie dalszego głębenia otworu poziom dolomitu głównego opróbowano dwukrotnie próbnikami złożeń. W wyniku opróbowania interwału 1838,0–1845,0 m uzyskano przyływ 0,4 m³ filtratu płuczkowego z nieszczelności przewodu wiertniczego. Na przyływ oczekiwano 25,4 min, na wzrost ciśnienia 54,5 min. Ci-

śnienie złożowe w głębokości 1843 m wносиło 232,6 atm. Z opróbowania dolomitu głównego w interwale 1844,0–1863,0 m uzyskano przyływ zanieczyszczonej solanki z bardzo silnym zapachem H₂S. Na przyływ oczekiwano 35 min, na wzrost ciśnienia 55 min. Ciśnienie złożowe ze względu na niewyraźny zapis określono w przybliżeniu na 225–235 atm. Ustalona wydajność wyniosła 2,5 m³/h. W wyniku opróbowania utworów czerwonego spągowca, w interwale 2154,0–2190,0 m, uzyskano przyływ słabo zgazowanej solanki. Na przyływ oczekiwano 35 min, na wzrost ciśnienia 52 min. Ciśnienie złożowe wynosiło 238 atm a wydajność około 19 m³/h. Po zakończeniu wiercenia i likwidacji spodu wiercenia (korki cementowe 2140–2216 m oraz 1830–1900 m zamykające wody czerwonego spągowca i wapienia podstawowego oraz wody podścielające złoż gazu) przeprowadzono opróbowanie odsłoniętego interwału dolomitu głównego. Wywołano produkcję gazu palnego. Ciśnienie głowicowe (P_g) wynosiło 179–180 atm. Porowatość dolomitu głównego uzyskana z próbek rdzeni pobranych do badań laboratoryjnych wyniosła 0,0–11,16 % a wartość średnia – 2,01 %. Dla utworów czerwonego spągowca oznaczona z badań laboratoryjnych porowatość zawiera się w przedziale 3,27–29,77%, średnio 8,74%. Po zakończeniu opróbowania przeprowadzono zabieg kwasowania w celu intensyfikacji przyływu gazu a następnie wykonano pomiary potencjalnej wydajności gazu. Ustalona wydajność absolutna (V_{abs}) wyniosła 410 Nm³/min przy ciśnieniu głowicowym statycznym (P_{gs}) 179,5 atm i ciśnieniu dennym statycznym (P_{ds}) 219,076 atm.

Otwór rozpoznawczy Żakowo 7 zlokalizowany został na północnym skłonie struktury Żakowo. Wiercenie ukończono w głębokości 1836,0 m w anhydrycie podstawowym z uwagi na skomplikowaną awarię wiertniczą. Otwór nie dowiercił do horyzontu dolomitu głównego i z tego powodu nie przeprowadzono żadnych prób złożowych.

Porowatość dolomitu głównego wg badań laboratoryjnych rdzeni wynosi:

otwór Żakowo 1: średnia arytmetyczna 6,14%, średnia ważona 5,21%,

otwór Żakowo 2: średnia arytmetyczna 6,39%, średnia ważona 6,57%,
 otwór Żakowo 3: średnia arytmetyczna 4,52%, średnia ważona 4,52%,
 otwór Żakowo 4: średnia arytmetyczna 8,06%, średnia ważona 7,66%,
 otwór Żakowo 5: średnia arytmetyczna 2,30%, średnia ważona 2,67%,
 otwór Żakowo 6: średnia arytmetyczna 3,72%, średnia ważona 3,80%.

Dane o porowatości uzyskane z orzeczeń geofizycznych są zawyżone w stosunku do wyników badań laboratoryjnych i dlatego przy obliczeniach porowatości zostały pominięte. W obliczeniach uwzględniono porowatości wyłącznie tej części kolektora, która jest wypełniona gazem, tj. do głębokości zwierciadła wody podścielającej.

W 2010 roku zrekonstruowano otwór Żakowo 1 celem ponownego przeprowadzenia testu produkcyjnego i ewentualnego zagospodarowania złoża. Wykonano wówczas reperforację interwału 1818,0–1830,0 m dolomitu głównego oraz kwasowanie. Uzyskano wówczas przepływ $V_{abs} = 173 \text{ Nm}^3/\text{min}$, przy temperaturze na spodzie 343K, ciśnieniu statycznym głowicowym 17,22 MPa i ciśnieniu statycznym dennym 21,22 MPa. Jak podano w dokumentacji likwidacyjnej otworu (Płachta, 2011): *na podstawie interpretacji wyników testu złożowego stwierdzono, że nachylenie krzywej ciśnienia oraz jego pochodnej na wykresie podwójnie logarytmicznym, które wynosi 1/2, świadczy, że w odwiercie występuje pionowa szczelina. Istnienie szczeliny tłumaczyłoby bardzo dużą chłonność kwasu przy niskim ciśnieniu tłoczenia w czasie zabiegu kwasowania. Można przypuszczać, że kwas*

*został wtłoczony w szczelinę a nie poprawił przepuszczalności matrycy. Połowa długości szczeliny wynosi około 18 m. Przepuszczalność*miąższość wynosi 7,79 mD*m. Przyjmując jako miąższość interwał perforacji 12 m, otrzymujemy średnią przepuszczalność matrycy, która... wynosi $k = 0.64 \text{ mD}$. W obrębie promienia drenażu... $R_{inv} = 54 \text{ m}$, nie stwierdzono występowania barier nieprzepuszczalnych. Interpretacja wyników testu złożowego pokazała (model radialny), że maksymalny wydatek przepływu z odwiertu nie przekroczyłby $40 \text{ m}^3/\text{min}$ gazu ziemnego przy niewielkim prawdopodobieństwie utrzymania go na tym poziomie przez okres dłuższy niż 6 miesięcy. Ze względu na osiągnięcie niezadawalających wyników testów złożowych po przeprowadzonej rekonstrukcji odwiertu, uniemożliwiających utrzymanie produkcji na komercyjnym poziomie przez odpowiednio długi okres, podjęto decyzję o likwidacji odwiertu. Przed rozpoczęciem prac likwidacyjnych... dokonano pomiaru ciśnienia głowicowego. Wartość zarejestrowanego ciśnienia głowicowego statycznego wynosiła $P_{gs} = 179 \text{ at}$. W konsekwencji nie podjęto rekonstrukcji pozostałych otworów i eksploatacji złoża*

Parametry złoża i parametry jakościowe kopaliny: dane zestawiono w Tab. 4.2.

Historia produkcji: W dokumentacji geologicznej złoża (Krzyżanowski i Piel, 1972) oraz w dodatku nr 1 do dokumentacji (Stolarczyk i in., 1975) nie wyszczególniono ilości gazu i płynów złożowych wydobytych podczas opróbowania otworów wykonanych na złożu.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie denne P_{ds}	-----	-----	219.760	ata	odwiert Żakowo 6
ciśnienie denne P_{ds}	-----	-----	220.850	ata	odwiert Żakowo 1
ciśnienie denne P_{ds}	-----	-----	218.700	ata	dla całego złoża
ciśnienie denne P_{ds}	-----	-----	222.580	ata	odwiert Żakowo 2
ciśnienie denne P_{ds}	-----	-----	211.620	ata	odwiert Żakowo 3
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	218.700	ata	
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-1 740.00	m	

głębokość położenia złoża	-1 697.10	-1 740.00	-----	m	
miąższość efektywna złoża	-----	40.000	23.500	m	
porowatość	-----	-----	4.870	%	wg. badań laboratoryjnych
powierzchnia złoża	-----	-----	10.935	km ²	w kat. C
powierzchnia złoża	-----	-----	9.640	km ²	w kat. B
temperatura złoża	-----	-----	338.000	°K	odwiert Żakowo 2
temperatura złoża	-----	-----	338.250	°K	dla całego złoża
temperatura złoża	-----	-----	338.000	°K	odwiert Żakowo 6
temperatura złoża	-----	-----	339.000	°K	odwiert Żakowo 3
temperatura złoża	-----	-----	338.000	°K	odwiert Żakowo 1
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----		solanki chlorkowo-sodowe
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0.800		
współczynnik wydobywania	-----	-----	0.850		dla części w kat. B
współczynnik wydobywania	-----	-----	0.600		dla części w kat. C
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	108.890	Nm ³ /min	odwiert Żakowo 2
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	410.000	Nm ³ /min	odwiert Żakowo 6
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	11.460	Nm ³ /min	odwiert Żakowo 3
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	62.450	Nm ³ /min	odwiert Żakowo 1
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	19.000	Nm ³ /min	odwiert Żakowo 2
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	7.000	Nm ³ /min	odwiert Żakowo 1
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	-----	Nm ³ /min	odwiert Żakowo 6 - brak danych
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	2.000	Nm ³ /min	odwiert Żakowo 3
parametry jakościowe gazu ziemnego (kopalina główna)					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
wartość opałowa	2 963.600	3 254.100	-----	Kcal/Nm ³	
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	3.900	% obj.	
zawartość CH ₄	-----	-----	15.080	% obj.	
zawartość CO	-----	-----	1.320	% obj.	
zawartość CO ₂	-----	-----	1.730	% obj.	
zawartość H ₂	-----	-----	0.180	% obj.	
zawartość He	-----	-----	0.020	% obj.	
zawartość N ₂	-----	-----	74.450	% obj.	
zawartość H ₂ S	-----	-----	0.890	% obj.	
zawartość węglowodorów	-----	-----	22.710	% obj.	w tym propanu i węglowodorów wyższych 92,01 g/Nm ³
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃₊	-----	-----	95.010	g/Nm ³	

Tab. 4.2. Parametry złoża gazu ziemnego Żakowo oraz parametry kopaliny (MIDAS, 2023 wg Stolarczyka i in., 1975).

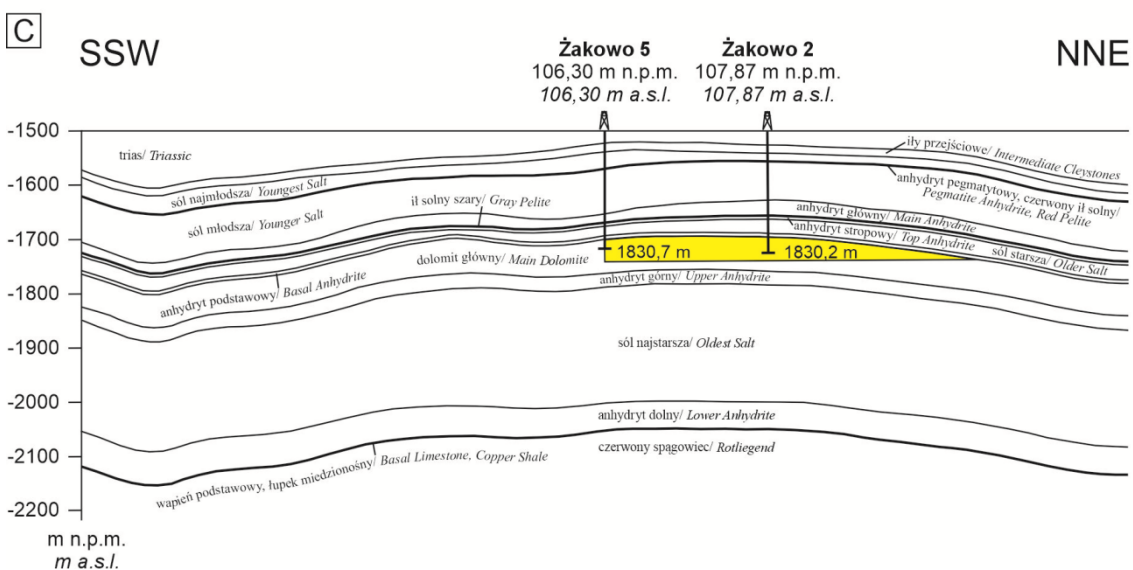
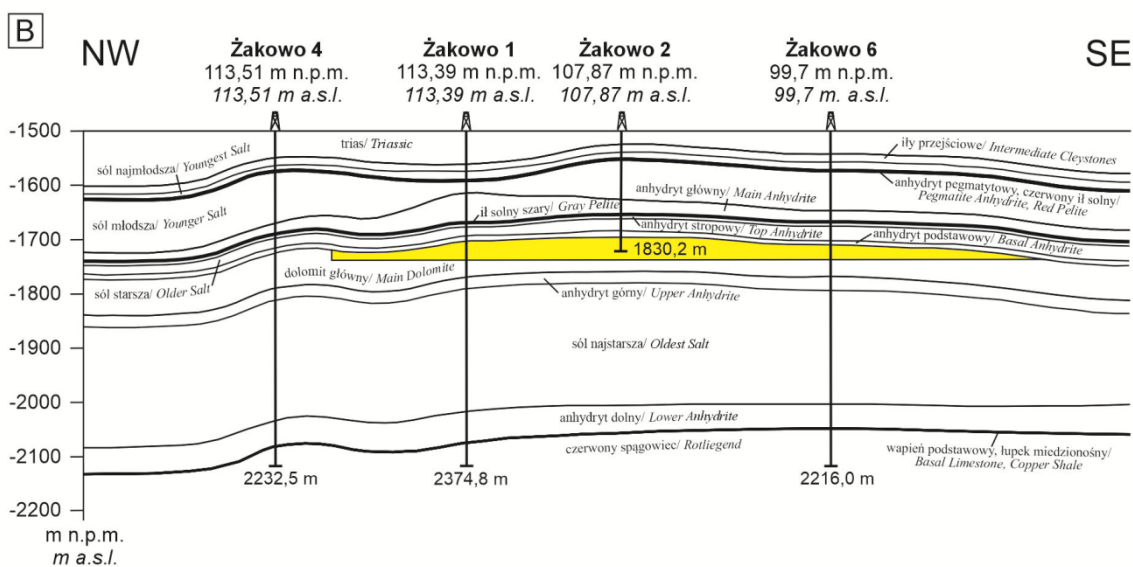
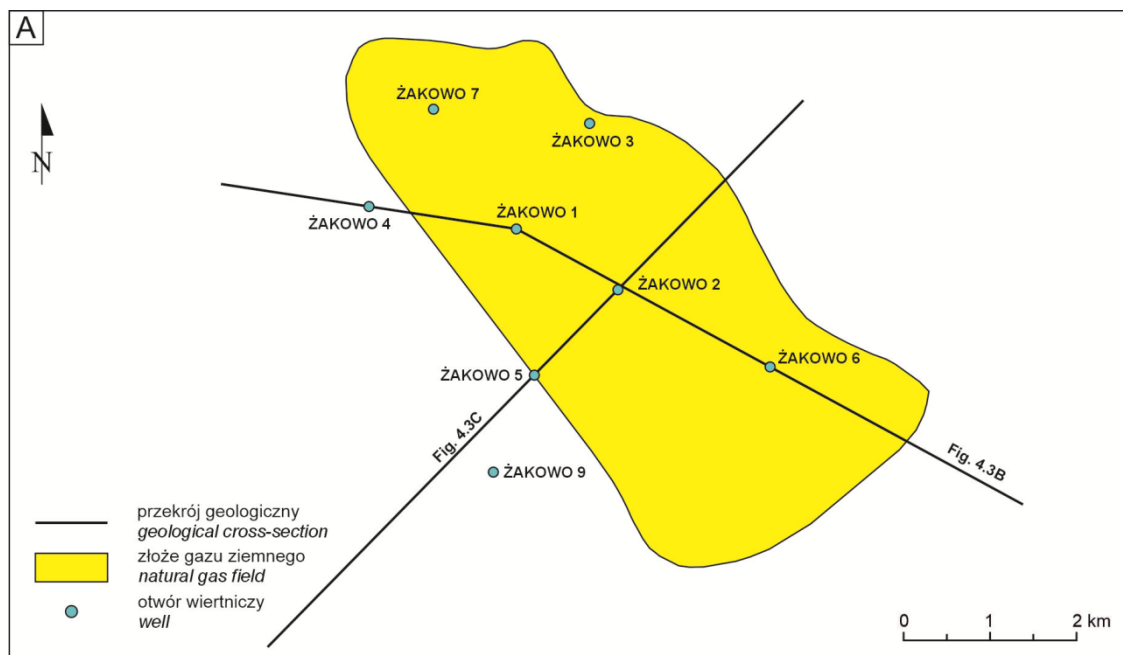


Fig. 4.3. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Żakowo i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2023). **B. i C.** Przekrój przez złożę gazu ziemnego Żakowo (na podstawie Stolarczyka i in., 1975).

5. OTWORY WIERTNICZE

5.1. INFORMACJE OGÓLNE

Na obszarze przetargowym Gostyń znajdują się następujące otwory wiertnicze o głębokości >500 m MD:

Nazwa otworu	Rok wykonania	Koncesje geologiczne (dla otworów wykonanych po 1994 r.)	Właściciel informacji geologicznej	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
BUŁAKÓW 1	1973		Skarb Państwa	2225,0	karbon
BUŁAKÓW-2	2007	Jarczewo-Pogorzela 28/2001/p	Skarb Państwa	1890,0	karbon
FRANKOWO 1	2012	Leszno 65/2008/p	Skarb Państwa	2200,0	czerwony spagowiec
KĄKOLEWO 1	1970		Skarb Państwa	2170,0	czerwony spagowiec
KĄKOLEWO 2	1973		Skarb Państwa	2084,0	czerwony spagowiec
KĄKOLEWO 4	1974		Skarb Państwa	2087,5	czerwony spagowiec
KOBYLIN-1	2015	Czatkowice 9/2008/p	Skarb Państwa	2861,0	karbon
POGORZELA 1	1973		Skarb Państwa	1797,5	karbon
POGORZELA 2	1975		Skarb Państwa	1767,0	karbon
POGORZELA 4	1974		Skarb Państwa	2060,2	karbon
POGORZELA 7	1974		Skarb Państwa	2207,3	karbon
RUSKO-1	2015	Jarczewo-Pogorzela 28/2001/p	Skarb Państwa	2600,0	czerwony spagowiec
SIĘDMIOROGÓW-1	1992		Inwestor	2246,0	karbon
ŚWIĘCIECHOWA 1	1967		Skarb Państwa	2776,8	dewon
ŚWIĘCIECHOWA 2	1975		Skarb Państwa	2200,0	karbon
ŻAKOWO 1	1968		Skarb Państwa	2374,8	karbon
ŻAKOWO 2	1969		Skarb Państwa	1830,2	dolomit główny
ŻAKOWO 3	1970		Skarb Państwa	2298,5	karbon
ŻAKOWO 4	1969		Skarb Państwa	2232,5	karbon
ŻAKOWO 5	1973		Skarb Państwa	1830,7	dolomit główny
ŻAKOWO 6	1973		Skarb Państwa	2216,0	karbon
ŻAKOWO 7	1974		Skarb Państwa	1836,0	anhydryt podstawowy
ŻAKOWO 9	1974		Skarb Państwa	2300,0	czerwony spagowiec

W następnych podrozdziałach przedstawiono ich ogólną charakterystykę. Lokalizację wymienionych otworów można znaleźć na Fig. 5.1. Przykładowy profil jednego z otworów reperowych – Żakowo 6 – zilustrowano na Fig. 5.2.

Informacje źródłowe niniejszego rozdziału – dane geologiczne będące własnością Skarbu Państwa, które są niezbędne dla prawidłowej analizy perspektywiczności naftowej obszaru Gryfice, zostały zebrane i wycenione w osobnym miejscu – „Projekcie cyfrowych danych geologicznych”. Będzie on dostępny do wglądu w ramach „DATA ROOMu” w Czytelni NAG w trakcie trwania siódmej rundy przetargów na koncesje węglowodorowe w Polsce.

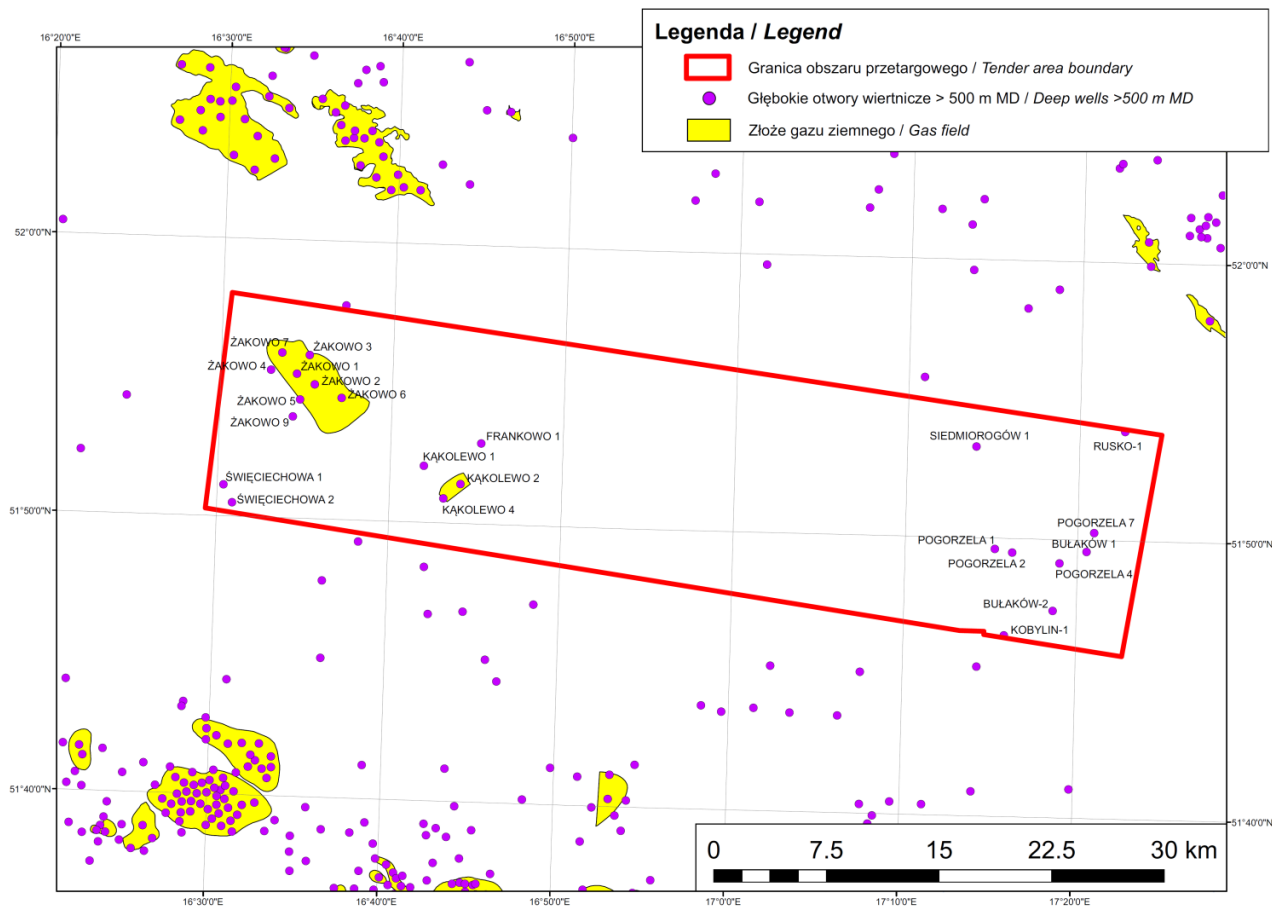


Fig. 5.1. Otwory wiertnicze wykonane na obszarze przetargowym Gostyń i jego sąsiedztwie wraz z lokalizacją złóż węglowodorów (CBDG, 2023).

5.2. BUŁAKÓW 1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:
2225,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1973

Rdzenie: 24 skrzynki, 680,0–2225,0 m, Centralny Magazyn Rdzeni w Chmielniku.

Stratygrafia (CBDG, 2023):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	215,0	kenozoik
215,0	1803,0	trias
1803,0	2137,0	perm
1803,0	1813,0	terygeniczna stropowa seria PZt
1813,0	1930,0	sól kam. młodsza Na3
1930,0	1960,0	anhydryt główny A3
1960,0	1962,0	szary il solny T3
1962,0	1966,0	anhydryt kryjący A2r
1966,0	1995,0	sól kamienna starsza Na2
1995,0	2001,0	anhydryt podstawowy A2
2001,0	2023,0	dolomit główny Ca2
2023,0	2071,0	anhydryt A1
2071,0	2137,0	wapień cechsztyński Ca1 łupek miedzionośny T1
2137,0	2225,0	karbon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Bułaków 1 (Wolnowski i Jasiecka, 1974) znajdują się opisy rdzeni i próbek okruszowych, opracowanie petrograficzne wapienia cechsztyńskiego na podstawie 8 szlifów, wyniki analiz składu mineralnego skał z 8 próbek z interwału 2120,2–2134,0 m, zestawienie właściwości fizyczno-chemicznych 40 próbek z wapienia cechsztyńskiego i karbonu (Tab. 5.1), w tym wyników pomiarów przepuszczalności, porowatości, bituminów,

a także zawartości siarki (15 próbek), rozdziału grupowego bituminów (3 próbki), potencjału redox (3 próbki) i ciężaru właściwego (3 próbki). Ponadto w dokumentacji znajdują się wyniki 7 analiz wody i 1 analizy gazu (Tab. 5.2–5.3).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Bułaków 1 (Wolnowski i Jasiecka, 1974) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- PK: profilowanie krzywizny otworu: 25–2220 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 20–2219 m;
- PSt: profilowanie oporności sterowane: 1815–2219 m;
- PP: profilowanie oporności prądowe CURL: 1815–2219 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych: 20–2219 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 20–2219 m.

Pomiarów średnich prędkości w otworze Bułaków 1 nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.4–5.5.**Dokumentacje NAG PIG-PIB:**

- Wolnowski T., Jasiecka B. 1974. Dokumentacja wynikowa otworu Bułaków 1. Inw. 119244, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
wapień cechsztyński	4	0,70–1,95 (1,24)	0,0–0,081 (0,02)	0,0176–0,0296 (0,0229)
karbon	36	0,48–7,15 (2,63)	0–0,292 (0,03)	0,0092–0,0405 (0,0155)

Tab. 5.1. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 2121,25–2135,55 m oraz 2138,15–2293,95 m w otworze Bułaków 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wolnowski i Jasiecka, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
cechsztyń (prawdopodobnie dolomit główny)	1817,0–2045,2	z próbnika złoża, zapięcie uszczelnacza 1784,0 m	Cl ⁻	185,7039
			Br ⁻	0,1065
			J ⁻	brak
			HCO ₃ ⁻	0,0854
			CO ₃ ²⁻	brak
			SiO ₃ ²⁻	brak
			SO ₄ ²⁻	3,3212
			NO ₂ ⁻	0,250 mg/l
			NH ₄ ⁺	0,0190
			Al/Fe ³⁺	brak
			Ca ²⁺	1,3827
			Mg ²⁺	0,2237
			Na/K ⁺	120,610
			pH	7,4
			mineralizacja	315,8
cechsztyń (prawdopodobnie dolomit główny)	1817,0–2045,2	z koryt po płukaniu po zapięciu próbnika złoża	Cl ⁻	186,4930
			Br ⁻	0,0266
			J ⁻	brak
			HCO ₃ ⁻	0,0366
			CO ₃ ²⁻	brak
			SiO ₃ ²⁻	0,0379
			SO ₄ ²⁻	3,3391
			NO ₂ ⁻	0,4 mg/l
			NH ₄ ⁺	0,0040
			Al/Fe ³⁺	brak
			Ca ²⁺	1,8436
			Mg ²⁺	0,5593
			Na/K ⁺	119,4180
			pH	6,5
			mineralizacja	315,8
wapień cechsztyński	2073,0–2129,0	z próbnika złoża	Cl ⁻	185,9602
			Br ⁻	0,5594
			J ⁻	brak
			HCO ₃ ⁻	0,2440
			CO ₃ ²⁻	brak
			SiO ₃ ²⁻	0,3064
			SO ₄ ²⁻	0,3950
			NO ₂ ⁻	
			NH ₄ ⁺	0,0825
			Al/Fe ³⁺	0,4923
			Ca ²⁺	27,1940
			Mg ²⁺	2,0695
			Na/K ⁺	85,3980
			pH	6,1
			mineralizacja	306,7
wapień cechsztyński	2071,0–2074,0	perforacja, próbnik złoża	Cl ⁻	192,5478
			Ca ²⁺	2,1755
			Mg ²⁺	0,4362
			pH	7,8
wapień cechsztyński	2071,0–2074,0	perforacja, próbnik złoża, w trakcie wytłaczania kompresorem	Cl ⁻	159,3858
			Br ⁻	0,8924
			J ⁻	brak
			HCO ₃ ⁻	0,1220
			CO ₃ ²⁻	brak
			SiO ₃ ²⁻	brak
			SO ₄ ²⁻	1,3683
			NH ₄ ⁺	0,6758
			Al/Fe ³⁺	0,2280
			Ca ²⁺	16,2348
			Mg ²⁺	6,0547
			Na/K ⁺	75,8640

wapień cechsztyński	2071,0–2074,0	perforacja, próbnik złoża, w trakcie wytlaczania kompresorem	pH	4,75
			mineralizacja	262,0
			Cl ⁻	129,3657
			Br ⁻	0,7725
			J ⁻	brak
			HCO ₃ ⁻	0,2257
			CO ₃ ²⁻	brak
			SiO ₃ ²⁻	brak
			SO ₄ ²⁻	1,0782
			NO ₂ ⁻	
			NH ₄ ⁺	0,0660
			Al/Fe ³⁺	brak
			Ca ²⁺	11,8917
			Mg ²⁺	4,7057
			Na/K ⁺	62,0940
			pH	7,3
wapień cechsztyński	2071,0–2074,0	perforacja, próbnik złoża, w trakcie wytlaczania kompresorem	mineralizacja	216,2
			Cl ⁻	161,3247
			Br ⁻	0,3729
			J ⁻	brak
			HCO ₃ ⁻	0,1951
			CO ₃ ²⁻	brak
			SiO ₃ ²⁻	brak
			SO ₄ ²⁻	1,2758
			NO ₂ ⁻	
			NH ₄ ⁺	0,0670
			Al/Fe ³⁺	brak
			Ca ²⁺	18,1478
			Mg ²⁺	4,3292
			Na/K ⁺	76,3298
			pH	7,15
			mineralizacja	266,2

Tab. 5.2. Wyniki analiz wody w otworze Bułaków 1 (Wolnowski i Jasiecka, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
wapień cechsztyński	2073,0–2129,0	próbnik złoża	CH ₄	54,63
			C ₂ H ₆	ślady
			C ₃ H ₈	ślady
			CO ₂	14,06
			N ₂	31,01
			*H ₂	0,2
			*He	0,1
			H ₂ S	brak

Tab. 5.3. Wyniki analiz gazu w czystym gazie otworze Bułaków 1 (Wolnowski i Jasiecka, 1974).

* obliczone ze wzoru

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
trias	>823,0	zaniki płuczki
wapień cechsztyński	2084,0–2092,0	zaniki płuczki 2 m ³ /h
wapień cechsztyński	2092,0–2121,2	zaniki płuczki 0,4 m ³ /h

Tab. 5.4. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Bułaków 1 (Wolnowski i Jasiecka, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
cechsztyń	1817,0–2045,2	próbnik złoża KII-95	solanka bez bituminów	4,9 m ³ /54 min.
cechsztyń	1817,0–2045,2	próbnik złoża KII-95	solanka bez bituminów	5,8 m ³ /180 min.
wapień cechsztyński	2073,0–2129,0	próbnik złoża KII-95	solanka z nikłymi śladami gazu palnego	5,2 m ³ /42 min.
karbon	2152,0–2225,0	próbnik złoża KII-95	brak przypływu	
wapień cechsztyński	2071,0–2074,0	perforacja, próbnik złoża KII-95	przypływ płynu bez bituminów spoza rur okładzinowych	
wapień cechsztyński	2071,0–2074,0	perforacja, wtłaczanie sprężarką 10125 l płynu	brak wzrostu ciśnienia na głowicy, przypływ płynu złożowego	0,9 m ³ /121 min.
wapień cechsztyński	2071,0–2074,0	wtłaczanie sprężarką 32500 l płynu	wytłoczono 2500 l solanki	Pgł = 0 atn. Psyf. = 0 atn.
dolomit główny	2001,0–2004,0	perforacja bezpoci-skowa	wtłaczanie 21 m ³ płynu, brak wzrostu ciśnienia na głowicy, brak chłoności; wytłoczono 2500 l solanki	Pgł = 0 atn. Psyf. = 0 atn.

Tab. 5.5. Rezultaty prób złożowych w otworze Bułaków 1 (Wolnowski i Jasiecka, 1974).

5.3. BUŁAKÓW-2

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

1890,0 m

Głębokość otworu wg miary geofizycznej:

1888,5 m

Rok zakończenia wiercenia: 2007

Rdzenie: 76 skrzynek, 1748,0–1890,0 m, Centralny Magazyn Rdzeni w Chmielniku.

Stratygrafia (Strzelecka i Rostkowski, 2016):
wg miary geofizycznej

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	207,5	kenozoik
207,5	1636,5	trias
1636,5	1853,5	perm
1636,5	1643,0	<i>sól kamienna najmłodsza Na4a</i>
1643,0	1644,5	<i>anhydryt pegmatytowy</i>
1644,5	1645,5	<i>czerwony il solny T4</i>
1645,5	1646,0	<i>anhydryt stropowy A3r</i>
1646,0	1705,0	<i>sól kam. młodsza Na3</i>
1705,0	1729,5	<i>anhydryt główny A3</i>
1729,5	1731,0	<i>szary il solny T3</i>
1731,0	1734,0	<i>anhydryt kryjący A2r</i>
1734,0	1742,0	<i>sól kamienna starsza Na2</i>
1742,0	1746,0	<i>anhydryt podstawowy A2</i>
1746,0	1781,5	<i>dolomit główny Ca2</i>
1781,5	1823,5	<i>anhydryt górny A1g</i>
1823,5	1853,5	<i>wapień cechsztyński Ca1</i>
1853,5	1888,5	karbon

Wyniki badań skal:

W dokumentacji rozliczeniowej koncesji Jaraczewo-Pogorzela nr 28/2001/p (Strzelecka i Rostkowski, 2016) zamieszczono podsumowanie wyników analiz właściwości fizykochemicznych rdzeni z utworów dolomitu głównego, wapienia cechsztyńskiego i karbonu (Tab. 5.6) oraz wyniki 1 analizy wody (Tab. 5.7). W otworze Bułaków-2 wykonano też analizy geochemiczne: oznaczenie zawartości całkowitego węgla organicznego TOC dla 40 próbek dolomitu głównego, wapienia cechsztyńskiego i karbonu, analizę pirolityczną Rock-Eval 12 próbek z dolomitu głównego i 17 próbek z wapienia cechsztyńskiego, oznaczenie zawartości bituminów ekstrahowalnej substancji organicznej 10 próbek z dolomitu głównego, oznaczenie składu grupowego bituminów 10 próbek z dolomitu głównego, a także analizy składu biomarkerów, składu trwałych izotopów węgla w bituminach, składu elementarnego kerogenu z określeniem zawartości występującej w nim siarki organicznej 3 próbek z dolomitu głównego oraz mikroskopowe analizy ilościowe składu petrograficznego rozproszonej materii organicznej oraz pomiary refleksyjności wi-trynitów i bituminu 9 próbek z dolomitu głównego. Zostały one podsumowane w Tab. 5.8. Wykonano także analizy chemiczne 6 próbek

skał rdzenia z interwału 1832,8–1834,45 m oraz analizę petrograficzną i sedimentologiczną wapienia cechsztyńskiego i dolomitu głównego.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja Strzeleckiej i Rostkowskiego (2016) zawiera również wyniki geofizyki otworowej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- NPHI: profilowanie porowatości neutronowej w skali wapienia: 400–1888 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego: 400–1888 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe (GGDN): 4–1880 m;
- P0st: profilowanie oporności sterowane (LLD) o dużym zasięgu: 400–1885 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 30–1888 m;
- RHOB: gęstość objętościowa (elektronowa) w stanie nasyconym: 400–1888 m.

Opracowanie wyników pionowego profilowania sejsmicznego i pomiarów średnich prędkości w otworze Bułaków-2 (Dałętko, 2007) objęło następujące pomiary (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie VS, czas pomierzony PW1: 150–1890 m;
- profilowanie VS, czas pomierzony PW2: 150–1890 m;

- profilowanie VS, czas pomierzony PW3: 150–1890 m;
- prof. VS, czas zredukowany PW1: 19–1890 m;
- prof. VS, czas zredukowany PW2: 19–1890 m;
- prof. VS, czas zredukowany PW3: 19–1890 m;
- prof. VS, czas zredukowany uśredniony: 19–1890 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.9–5.10.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Gościk D., Kwolek K. 2008. Dokumentacja likwidacji odwiertu poszukiwawczego Bułaków-2. Inw. 135694, CAG PIG, Warszawa.
- Strzelecka D., Rostkowski R. 2016. Dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego Jaraczewo-Pogorzela nr 28/2001/p. Inw. 5152/2018, CAG PIG, Warszawa.
- Dałętko A. 2007. Opracowanie wyników pionowego profilowania sejsmicznego i pomiarów średnich prędkości w otworze: Bułaków-2. B220 VS, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Gęstość szkieletowa min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	55	0,1–11,1 (2,74)	<0,001–21,992 (1,269)	2,61–2,97
wapień cechsztyński	56	0,1–18,0 (4,10)	<0,001–21,11 (0,59)	2,69–3,73
karbon	1	3,8	<0,001	2,54

Tab. 5.6. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 1746,0–1781,5 m, 1823,5–1853,5 m i 1853,5–1888,5 m w otworze Bułaków-2 (Strzelecka i Rostkowski, 2016).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
anhydryt górny, wapień cechsztyński	1820,0–1854,0	z próbnika złoża	Cl ⁻	195,0
			HCO ₃ ⁻	0,3
			Ca ²⁺	26,8
			Mg ²⁺	1,12
			pH	6,0
			ciężar wł.	1,207 g/cm ³

Tab. 5.7. Wyniki analiz wody w otworze Bułaków-2 (Strzelecka i Rostkowski, 2016).

Stratygrafia	TOC [%] (ilość próbek)	Rock-Eval [mg HC/gSkaly]	Zawartość bituminów [%] (ilość próbek)
dolomit główny	0,01–1,35 (30)	0,12–0,35	0,018–0,037 (10)
wapień cechsztyński	0,00–0,16 (6)		
karbon	0,39–1,73 (4)		

Tab. 5.8. Wyniki analiz geochemicznych w otworze Bułaków-2 (Strzelecka i Rostkowski, 2016).

Stratygrafia	Objawy
trias dolny	zaniki płuczki z 3 interwałach, 14–34 m ³
cyklotem Aller	zaniki płuczki 20 m ³
cyklotem Leine	zaniki płuczki z 3 interwałach, 20–76 m ³
dolomit główny	zaniki płuczki 4 m ³
anhydryt górny	zaniki płuczki 6 m ³
wapień cechsztyński	zaniki płuczki 3 m ³

Tab. 5.9. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Bułaków-2 (Strzelecka i Rostkowski, 2016).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
anhydryt górny, wapień cechsztyński, karbon	1820,0–1854,0	próbnik złoża	400 l solanki z prze- strzeni podpakerowej	Pzł = 19,028 MPa w gł. 1817,0 m; gradient 0,105 MPa/m

Tab. 5.10. Rezultaty prób złożowych w otworze Bułaków-2 (Strzelecka i Rostkowski, 2016).

5.4. FRANKOWO 1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2200,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 2012

Rdzenie: 14 skrzynek, 2041,0–2063,5 m,
Archiwum rdzeni wiertniczych w Hołownie.

Stratygrafia (Weil i in., 2013):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	261,0	kenozoik
261,0	1492,5	trias
1492,5	2200,0	perm
1492,5	1507,0	iłowce przejściowe
1507,0	1508,5	anhydryt graniczny
1508,5	1534,4	sól kam. młodsza Na3
1534,4	1534,9	anhydryt główny A3
1534,9	1535,1	szary il solny T3
1535,1	1539,0	anhydryt podstawowy A2

1539,0	1582,0	dolomit główny Ca2
1582,0	1646,0	anhydryt górny A1g
1646,0	2028,0	sól najstarsza Na1
2028,0	2046,5	anhydryt dolny A1d
2046,5	2050,0	wapień cechsztyński Ca1 łupek miedzionośny T1
2050,0	2200,0	czerwony spągowiec

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Frankowo 1 (Weil i in., 2013) zamieszczono wyniki badań fizyczno-chemicznych 11 próbek rdzeni z wapienia cechsztyńskiego i czerwonego spągowca (Tab. 5.11), w tym pomiarów przepuszczalności, porowatości, gęstości szkieletowej, objętościowej i właściwej, a także wyniki badań zawartości kalcytu i dolomitu

4 próbek z tego samego interwału. Ponadto zamieszczono wyniki analizy petrograficznej 1 próbki z wapienia cechsztyńskiego i 4 próbek z czerwonego spągowca, a także wyniki badań składu mineralnego próbek skał w mikroskopie elektronowym, w tym 3 analiz rentgenostrukturalnych i porozymetrycznych (1 próbka wapienia cechsztyńskiego i 2 próbki czerwonego spągowca). Zamieszczono też wyniki badań TOC 4 próbek okruszkowych dolomitu głównego i 1 anhydrytu górnego (Tab. 5.12). Dokumentacja zawiera też wyniki 2 analiz gazu z dolomitu głównego oraz 4 analiz płynu z dolomitu głównego i czerwonego spągowca (Tab. 5.13–5.14).

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Frankowo 1 (Weil i in., 2013) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG są dostępne pliki LAS):

- APHI: porowatość akustyczna: 300–2200 m;
- HAZIM: Azymut osi otworu: 0–2197 m;
- Cb: Badanie ściśliwości objętościowej: 1523,5–2029 m;
- VSAN: badanie zawartości kwarcu: 310–1525 m;
- BS, BSM: średnica nominalna wiercenia: 28–2200 m;
- CALA: 28–314 m;
- CALM: 295–2200 m;
- HKLD: ciężar na haku: 314,5–2200 m;
- HWCT: Ciężar węglowodorów znajdujących się w porach skalnych: 1535,1–1584,9 m;
- MWI: ciężar właściwy płuczki na wejściu: 314,5–2200 m;
- MWO: ciężar właściwy płuczki na wyjściu: 314,5–2200 m;
- CSP: ciśnienie płuczki w przestrzeni: 314,5–2200 m;
- CVCL: 310–2032 m;
- CVLI: 310–2032 m;
- CVLIME: 310–2197 m;
- CVMIN1: 310–2197 m;
- CVMIN2: 310–2197 m;
- CVMIN3: 310–2197 m;
- CVMIN4: 310–2197 m;
- CVMIN5: 310–2197 m;
- CVMIN6: 310–2197 m;

- CVSA: 310–1525 m;
- CVSAND: 310–2197 m;
- CVVCL: 310–2197 m;
- DTSX: Czas interwałowy fali poprzecznej SX: 668,8–2029 m;
- DTSY: Czas interwałowy fali poprzecznej SY: 1523,5–2029 m;
- DTst: Czas interwałowy fali Stoneley'a ST: 648,2–2029 m;
- DCAL (CAL-BS): 310–2197 m;
- DPHI: porowatość gęstościowa w skali wapienia: 300,3–2200 m;
- dRoB: poprawka gęstości: 300,3–2200 m;
- GD: 1523,5–2029 m;
- TVD: Głębokość rzeczywista: 0–2197 m;
- GRA: całkowite profilowanie gamma: 0,7–2200 m;
- HAZD: azymut + deklinacja magnetyczna: 0–2197 m;
- DTp: Interwałowy czas akustyczny fali podłużnej: 310–2029 m;
- ITT: całkowity czas przejścia fali podłużnej: 1447,3–2200 m;
- HDEV, DEVI: Kąt skrzywienia otworu: 0–2197 m;
- BM: Moduł sprężystości objętościowej: 1523,50–2029 m;
- Moment obrotowy: 314,50–2200 m;
- MSFL: mikrolaterolog sferycznie ogniskowany: 295,2–2199,9 m;
- MSFLA: 2033,6–2200 m;
- WOB, SWOB: nacisk na świder: 314,5–2200 m;
- NPHC: 310–2032 m;
- NPHI: profilowanie porowatości neutronowej w skali wapienia: 3–2200 m;
- NPHIC: 310,10–2200 m;
- VANH: Objętościowa zawartość anhydrytu: 310–2032 m;
- VDOLO, VDOL: Objętościowa zawartość dolomitu: 310–2197 m;
- VGIP: Objętościowa zawartość gipsu: 310–1525 m;
- VHAL: Objętościowa zawartość halitu: 310–2032 m;
- BHVT: objętość otworu całkowita: 28–2032 m;
- PV: objętość płuczki: 314,5–2200 m;
- PVT: objętość płuczki całkowita: 314,5–2200 m;

- AHVT: objętość przestrzeni pierścieniowej całkowita: 28–2032 m;
- DT: PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego: 300–2200 m;
- PHSH,PHSHO: parametr wskazujący na możliwość nieprawidłowych wartości oporności na laterologu: 295,40–2200 m;
- PE: efekt fotoelektryczny: 1518–2032 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0,1–2200 m;
- PHI: porowatość: 310–2197 m;
- PHISHR (PHI*SHR): 1535,1–1584,9 m;
- PHISW: 310–2197 m;
- PHISX0: 310–2197 m;
- PHIW: 310–2032 m;
- PHIX: 310–2032 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane (LLD) o dużym zasięgu: 295,4–2200 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane (LLS) o małym zasięgu: 295,4–2200 m;
- FLOW: Profilowanie obrotów turbinki: 314,5–2200 m;
- C13: Profilowanie średnicy otworu (średnicomierz czteroramienny, ramiona 1 i 3): 28–314 m;
- C24: Profilowanie średnicy otworu (średnicomierz czteroramienny, ramiona 2 i 4): 28–314 m;
- CVDOL0: Profilowanie zawartości dolomitu: 310–2197 m;
- VCL: Profilowanie zawartości ilu: 310–2197 m;
- VLIM,VLIME: Profilowanie zawartości kalcytu: 310–2197 m;
- CALX: PSrX: profilowanie średnicy otworu w płaszcz. X: 300–2032 m;
- CALY: PSrY: profilowanie średnicy otworu w płaszcz. Y: 300–2032 m;
- RHOB: gęstość obj. (elektronowa) w stanie nasyconym: 300,3–2200 m;
- ROP: postęp wiercenia: 314,50–2200 m;
- RPM: 314,5–2200 m;
- SPI: 2050–2088 m;
- SPP: 314,5–2200 m;
- STEN: 1539,1–1581,9 m;
- VPVSX: Stosunek prędkości fali P do SX: 668,8–2029 m;
- VPVSY: Stosunek prędkości fali P do SY: 1523,5–2029 m;
- SPM: suwy pomp: 314,5–2200 m;
- ROPI: szybkość wierc.: 314,5–2200 m;
- Średnicomierz (CAL): 28,1–2200 m;
- Średnicomierz (CALR): 300,3–2200 m;
- MTI: temperatura płuczki na wejściu: 314,5–2200 m;
- MTO: temperatura płuczki na wyjściu: 314,5–2200 m;
- TT11: czasy składowe przejścia pierwszego wystąpienia fali podłużnej: 299,2–2200 m;
- TT12: czasy składowe przejścia pierwszego wystąpienia fali podłużnej: 299,5–2200 m;
- TT21: czasy składowe przejścia pierwszego wystąpienia fali podłużnej: 300,5–2200 m;
- TT22: czasy składowe przejścia pierwszego wystąpienia fali podłużnej: 300,7–2200 m;
- VMIN1: 2039–2197 m;
- VMIN3: 2039–2197 m;
- VMIN4: 2039–2197 m;
- VMIN5: 2039–2197 m;
- VSAND: 2039–2197 m;
- POIS: Współczynnik Poissona: 1523,50–2029 m;
- SW: Współczynnik zawodnienia: 310–2088 m;
- SX0: Współczynnik zawodnienia w strefie przyodwiertowej: 310–2088 m;
- FLOC: wydatek pomp: 314,50–2200 m;
- YD: 1523,50–2029 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.15–5.16.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Weil M., Płachta M., Saks M. 2013. Dokumentacja wynikowa odwiertu poszukiwawczego Frankowo-1. Inw. 5063/2016, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Gęstość szkieletowa min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
wapień cechsztyński i łupki miedzionośny	2	2,7–21,3 (12,0)	0–3,28 (1,64)	2,684–2,804 (2,744)
czerwony spągowiec	9	7,9–25,4 (17,8)	0,086–7,691 (1,632)	0,676–2,714 (2,699)

Tab. 5.11. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 2048,1–2049,4 m i 2059,1–2063,05 m w otworze Frankowo 1 (Weil i in., 2013).

Stratygrafia	Głębokość [m]	TOC [% wag] (ilość próbek)
dolomit główny	1546,0–1582,0	0,11–0,26 (4)
anhydryt górny	1586,0	0,26 (1)

Tab. 5.12. Wyniki analiz geochemicznych w otworze Frankowo 1 (Weil i in., 2013).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
wapień cechsztyński, łupki miedzionośny, czerwony spągowiec	2049,0–2077,0	filtrat, próbnik rurowy, paker na gł. 2020,0 m, w trakcie wiercenia	Cl ⁻	104,6
			Br ⁻	nie wykryto
			J ⁻	nie wykryto
			Ca ²⁺	1,007
			Mg ²⁺	0,002
			Na ⁺	72,12
			K ⁺	1,51
			Eh	185800 μS/cm
			pH	6,8
			ciężar wł. mineralizacja	1,1404 133,776
wapień cechsztyński, łupki miedzionośny, czerwony spągowiec	2049,0–2077,0	filtrat, próbnik rurowy, paker na gł. 2020,0 m, w trakcie wiercenia	Cl ⁻	148
			Br ⁻	nie wykryto
			J ⁻	nie wykryto
			Na ⁺	84,2
			K ⁺	0,79
			Eh	218000 μS/cm
			pH	6,3
dolomit główny	1542,0–1547,0	płuczka obiegowa porównawcza, perforacja, próbnik rurowy, paker na gł. 1518,0 m, po zakończeniu wiercenia	ciężar wł.	1,1768
			Cl ⁻	163
			Na ⁺	102
			K ⁺	1,08
			Eh	221800 μS/cm
dolomit główny	1542,0–1547,0	płyn zgazowany pobrany podczas syfonowania na zwięźce 18/64" z separatora, perforacja, próbnik rurowy, paker na gł. 1518,0 m, po zakończeniu wiercenia	pH	11,3
			ciężar wł.	1,1902
			Cl ⁻	159
			Br ⁻	nie oznaczono
			J ⁻	nie wykryto
			Na ⁺	113
			K ⁺	1,35
			Eh	213200 μS/cm
			pH	7,3
			ciężar wł.	1,1779 g/cm ³

Tab. 5.13. Wyniki analiz płynów w otworze Frankowo 1 (Weil i in., 2013).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
dolomit główny	1542,0–1547,0	gaz z autoklawu, perforacja, próbnik rurowy, paker na gł. 1518,0 m, po zakończeniu wiercenia	CH ₄	15,04
			C ₂ H ₆	3,050
			C ₃ H ₈	1,547
			i-C ₄ H ₁₀	0,2630
			n-C ₄ H ₁₀	0,5125
			i-C ₅ H ₁₂	0,1752
			n-C ₅ H ₁₂	0,1521
			neo-C ₅ H ₁₂	0,0024
			sum-C ₆ H ₁₄	0,1125
			sum-C ₇ H ₁₆	0,0168
			sum-C ₈ H ₁₈	0,0011
			N ₂	76,94
			CO ₂	1,059
			He	0,0150
			H ₂	0,0099
dolomit główny	1566,0–1575,0	perforacja, próbnik rurowy, pa- ker na gł. 1535,0 m, po zakoń- czeniu wiercenia	H ₂ S	1,111
			CH ₄	14,92
			C ₂ H ₆	2,758
			C ₃ H ₈	1,343
			i-C ₄ H ₁₀	0,2111
			n-C ₄ H ₁₀	0,4103
			i-C ₅ H ₁₂	0,1414
			n-C ₅ H ₁₂	0,1189
			neo-C ₅ H ₁₂	0,0022
			sum-C ₆ H ₁₄	0,1087
			sum-C ₇ H ₁₆	0,0056
			sum-C ₈ H ₁₈	–
			N ₂	78,77
			CO ₂	0,8316
			He	0,0290
			H ₂	0,0061
			H ₂ S	0,3505

Tab. 5.14. Wyniki analiz gazu w czystym gazie otworze Frankowo 1 (Weil i in., 2013).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
dolomit główny	1539,5–1541,0	zanik płuczki 12,0 m ³
dolomit główny	1559,0–1559,5	zanik płuczki 19,0 m ³
dolomit główny, anhydryt górny, sól najstarsza	1575,0–1671,0	zanik płuczki 9,0 m ³
sól najstarsza	1671,0–1785,0	zanik płuczki 2,0 m ³
sól najstarsza	1687,0–1698,0	zanik płuczki 1,0 m ³
sól najstarsza	1711,0–1811,0	zanik płuczki 3,0 m ³
sól najstarsza	1811,0–1918,0	zanik płuczki 3,0 m ³
sól najstarsza	1918,0–2004,0	zanik płuczki 4,0 m ³
sól najstarsza, anhydryt dolny	2004,0–2039,0	zanik płuczki 1,0 m ³
trias		wzrost zgazowania na aparaturze do 0,0026%
ił przejściowy, anhydryt graniczny, sól najstarsza, anhydryt górny		wzrost zgazowania na aparaturze 0,0003–0,005%
dolomit główny		wzrost zgazowania na aparaturze 0,06–0,35%
anhydryt podstawowy	1535,5–1537,0	wzrost zgazowania na aparaturze do wartości 0,0315% C1
dolomit główny	1539,5–1541,0	wzrost zgazowania na aparaturze do wartości 0,2163% C1
	1544,0–1545,5	wzrost zgazowania na aparaturze do wartości 1,7640% C1
	1554,0–1554,5	wzrost zgazowania na aparaturze do wartości 1,9364% C1
	1561,0–1561,5	wzrost zgazowania na aparaturze do wartości 1,9888% C1
	1568,0–1568,5	wzrost zgazowania na aparaturze do wartości 1,8463% C1
sól najstarsza, anhydryt górny		wzrost zgazowania na aparaturze 0,0003–0,005%
anhydryt dolny		wzrost zgazowania na aparaturze 0,0143%

wapień cechsztyński, łupek miedzionośny		wzrost zgazowania na aparaturze 0,0052%, max. 0,2190% C1
czerwony spągowiec	2050,0–2087,5	wzrost zgazowania na aparaturze 0,006–0,0438%
czerwony spągowiec	2088,0–2200,0	wzrost zgazowania na aparaturze 0,0006–0,0077%

Tab. 5.15. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Frankowo 1 (Weil i in., 2013).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
dolomit główny	1543,4	próbnik kablowy, w trakcie wiercenia	gaz palny z siarkowodorem	$P_{\text{kom. na pow.}} = 2300 \text{ PSI}$
dolomit główny	1560,93	próbnik kablowy, w trakcie wiercenia	brak przypływu	
dolomit główny	1568,05	próbnik kablowy, w trakcie wiercenia	brak przypływu	
dolomit główny	1539,05	próbnik kablowy, w trakcie wiercenia	gaz palny z siarkowodorem	
wapień cechsztyński, czerwony spągowiec	2049,0–2077,0	próbnik rurowy, paker na gł. 2020,0 m, w trakcie wiercenia	przypływ ok. 320 l płynu	
dolomit główny	1566,0–1571,0	perforacja, próbnik rurowy, paker na gł. 1535,0 m, po zakończeniu wiercenia	przypływ gazu	$P_i = 186,35 \text{ bara}$ $S = 23,9$ $kh = 18,5 \text{ mD} \cdot \text{m}$ $R_{\text{inv}} = 47,8 \text{ m}$
dolomit główny	1542,0–1547,0	perforacja, próbnik rurowy, paker na gł. 1518,0 m, po zakończeniu wiercenia	przypływ gazu z siarkowodorem	$P_i = 185,56 \text{ bara}$ $S = 25,8$ $kh = 674 \text{ mD} \cdot \text{m}$ $R_{\text{inv}} = 176 \text{ m}$

Tab. 5.16. Rezultaty prób złożowych w otworze Frankowo 1 (Weil i in., 2013).

5.5. KĄKOLEWO 1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2170,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1970

Rdzenie: brak.

Stratygrafia (CBDG, 2023):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	250,0	kenozoik
250,0	1555,0	trias
1555,0	2170,0	perm
1555,0	1567,5	terygeniczna stropowa seria PZt
1567,5	1582,5	sól kamienna najmłodsza Na4a
1582,5	1586,0	il solny czerwony dolny T4a
1586,0	1697,0	sól kam. młodsza Na3
1697,0	1714,0	anhydryt główny A3
1714,0	1716,0	szary il solny T3
1716,0	1721,0	anhydryt kryjący A2r
1721,0	1738,0	sól kamienna starsza Na2
1738,0	1745,0	anhydryt podstawowy A2
1745,0	1820,0	dolomit główny Ca2
1820,0	1838,0	anhydryt górny A1g
1838,0	1953,0	sól najstarsza Na1
1953,0	2050,0	anhydryt dolny A1d
2050,0	2053,0	wapień cechsztyński Ca1 łupek miedzionośny T1

2053,0	2122,5	czerwony spągowiec górny
2122,5	2170,0	czerwony spągowiec dolny

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Kąkolewo 1 (Żołnierczuk i in., 1971) zamieszczono opisy prób okruchowych i rdzeni, wyniki badań fizyczno-chemicznych 40 próbek rdzeni z dolomitu głównego i czerwonego spągowca (Tab. 5.17), w tym pomiarów przepuszczalności, porowatości, zasolenia i bituminów. W dokumentacji znajdują się też wyniki 3 analiz wody (Tab. 5.18) oraz analiza petrograficzna 1 próbki z głęb. 2166,65 m.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Kąkolewo 1 (Żołnierczuk i in., 1971) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 1740–2085 m;

- PA: profilowanie akustyczne: 88–2155 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 10–2159 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–2150 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 10–2159 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 30–2164 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 30–2164 m.
- PT: profilowanie temperatury: 10–282 m.

W NAG i CBDG brak również wyników pomiarów prędkości średnich w otworze.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.19–5.20.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Żołnierczuk A., Stępiński Z., Lysiak H. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Kąkolewo-1. Inw. 110970, CAG PIG, Warszawa.
- Komorowska E. 1971. Profilowanie akustyczne dla sejsmiki wykonane w Polsce w latach 1964-1970 [otwory:

Abramów-6, Antonin-8, Barczew-1, Białdy-1, Biała-4, Biała-5, Brzeźnica-2, Chałupy IG-1, Czernic-1, Czyżyczka-1, Gdów-4, Gidle-5, Jawczyce-1, Kąkolewo-1, Kliczków-3, Klonowa-1, Krynica Morska, Lelechów IG-1, Liplas-3, Lisewo ONZ-1, Łopot-2]. S-809, PBG Sp. z o.o., Warszawa.

- Blus R., Szczypa Z. 1973. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości skał, rok 1972 [97 otworów wiertniczych]. Inw. 44269, ObO/1438, CAG PIG, Warszawa.
- Bojanowski M., Błaszczowska V., Stolarczyk F., Stolarczyk J., Kalbarczyk R. 1975. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Kąkolewo. Inw. 11384 CUG, CAG PIG, Warszawa.
- Rosowiecka O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	30	0,18–6,14 (1,60)	0,0268–0,2561 (0,0886)	0,008–0,0638 (0,0228)
cz. spągowiec górny	10	7,54–17,35 (12,35)	0,6855–5,6963 (3,0792)	0,0133–0,0305 (0,0172)

Tab. 5.17. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych wykonanych w interwałach 1749,05–1819,75 m i 2053,0–2122,5 m w otworze Kąkolewo 1 (Żołnierczuk i in., 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
dolomit główny, anhydrit górny	1763,0–1823,0	próbka z ostatniego obciążnika, próbnik złoża zapięty na gł. 1763,0 m; w trakcie wiercenia	Cl ⁻	119,1456
			Br ⁻	2,1960
			J ⁻	
			HCO ₃ ⁻	
			CO ₃ ²⁻	
			SiO ₃ ²⁻	8,3760
			SO ₄ ²⁻	4,6374
			Al/Fe ³⁺	4,8650
			Ca ²⁺	6,9439
			Mg ²⁺	0,0602
			K/Na ⁺	66,2304
			pH	10,9
			mineralizacja	240,2

czerwony spągowiec	2067,0–2087,0	Próbka z pierwszego pasa obciążników; próbnik złoża zapięty na gł. 2067,0 m; w trakcie wiercenia	Cl ⁻	180,8460
			Br ⁻	
			J ⁻	
			HCO ₃ ⁻	0,8296
			CO ₃ ²⁻	
			SiO ₃ ²⁻	10,2480
			SO ₄ ²⁻	10,4616
			Al/Fe ³⁺	2,7528
			Ca ²⁺	3,3727
			Mg ²⁺	0,1204
			K/Na ⁺	115,1151
			pH	10,7
			mineralizacja	349,6
cechsztyń, czerwony spągowiec	1745,0–2170,0	próbka pobrana podczas pomiaru lustra płynu w otworze, otwór zastawiony i zlikwidowany do głębokości 1760,0 m	Cl ⁻	158,8608
			Br ⁻	
			J ⁻	
			HCO ₃ ⁻	0,7076
			CO ₃ ²⁻	
			SiO ₃ ²⁻	0,4880
			SO ₄ ²⁻	0,8461
			Al/Fe ³⁺	2,1009
			Ca ²⁺	25,6748
			Mg ²⁺	1,4271
			K/Na ⁺	68,9446
			pH	5,5
			mineralizacja	280,0

Tab. 5.18. Wyniki analiz wody w otworze Kąkolewo 1 (Żołnierczuk i in., 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
trias	284,7	zanik płuczki ok. 20 m ³
	1313,0	zanik płuczki ok. 20 m ³ /24 h
	1434,4	zanik płuczki ok. 20 m ³ /24 h
	1459,0	zanik płuczki ok. 10 m ³ /24 h
	1465,8	zanik płuczki ok. 5 m ³ /24 h
sól kam. młodsza	1646,0	zanik płuczki ok. 10 m ³
dolomit główny	1754,3	zanik płuczki ok. 10 m ³ /24 h
	1738,4	zanik płuczki ok. 15 m ³ /24 h
	1751,7	zanik płuczki ok. 4 m ³ /24 h
dolomit główny, anhydrit górny	1748,7–1823,5	zapach bituminów, rzadziej siarkowodoru w rdzeniach

Tab. 5.19. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Kąkolewo 1 (Żołnierczuk i in., 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
anhydrit podstawowy, dolomit główny	1738,4–1762,4	próbnik złoża zapięty na gł. 1738,4 m; w trakcie wiercenia	brak przypływu	
dolomit główny, anhydrit górny	1763,0–1823,0	próbnik złoża zapięty na gł. 1763,0 m; w trakcie wiercenia	minimalny przypływ wody bez śladów bituminów	0,338 m ³ /h Pz _{pocz.} = 206 atn.
czerwony spągowiec	2067,0–2087,0	próbnik złoża zapięty na gł. 2067,0 m; w trakcie wiercenia	minimalny przypływ wody bez śladów bituminów	0,61 m ³ /h Pz _{pocz.} = 227 atn.

Tab. 5.20. Rezultaty prób złożowych w otworze Kąkolewo 1 (Żołnierczuk i in., 1971).

5.6. KĄKOLEWO 2

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2084,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1973**Rdzenie:** 8 skrzynek, 1996,5–2009,5 m, Archiwum rdzeni wiertniczych w Michałowie.**Stratygrafia (CBDG, 2023):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	270,5	kenozoik
270,5	1502,5	trias
1502,5	2084,0	perm
1502,5	1517,5	<i>terygeniczna stropowa seria PZt</i>
1517,5	1532,0	<i>sól kamienna najmłodsza Na4a</i>
1532,0	1537,5	<i>ił solny czerwony dolny T4a</i>
1537,5	1567,0	<i>sól kam. młodsza Na3</i>
1567,0	1591,0	<i>anhydryt główny A3</i>
1591,0	1593,0	<i>szary ił solny T3</i>
1593,0	1597,5	<i>anhydryt kryjący A2r</i>
1597,5	1618,0	<i>sól kamienna starsza Na2</i>
1618,0	1626,5	<i>anhydryt podstawowy A2</i>
1626,5	1669,5	<i>dolomit główny Ca2</i>
1669,5	1724,0	<i>anhydryt górny A1g</i>
1724,0	1971,5	<i>sól najstarsza Na1</i>
1971,5	1996,0	<i>anhydryt dolny A1d</i>
1996,0	2000,0	<i>wapień cechstyński Ca1</i> <i>łupek miedzionośny T1</i>
2000,0	2072,0	<i>czerwony spągowiec górny</i>
2072,0	2084,0	<i>czerwony spągowiec dolny</i>

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Kąkolewo 2 (Kalbarczyk i Haase, 1975) zamieszczono opisy prób okruchowych i rdzeni, a także wyniki badań fizyczno-chemicznych 170 próbek rdzeni (Tab. 5.21), w tym pomiarów przepuszczalności, porowatości, zasolenia, ciężaru objętościowego i bituminów. W dokumentacji znajdują się też wyniki 3 analiz wody (Tab. 5.22) oraz 6 analiz gazu (Tab. 5.23), jak również oznaczenie stopnia nasycenia 2 próbek rdzeni ropą i wodą z poziomu dolomitu głównego i analizy petrograficzne 5 próbek dolomitu głównego i czerwonego spągowca.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Kąkolewo 2 (Kalbarczyk i Haase, 1975) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 1619,5–1663 m;
- PA: profilowanie akustyczne: 1600–2063 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 3–2075 m;
- PGaz: profilowanie gazowe: 1581–2087 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe: 20–305 m;
- PI: profilowanie indukcyjne: 286–1394 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–2050 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 8–2075 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 21–2065 m;
- PO: profilowania oporności EL03: 20–2065 m;
- POr: profilowania oporności sterowane: 1375–2065 m;
- PS: profilowania potencjałów naturalnych: 21–1617 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 0–2065 m;
- PT: profilowanie temperatury: 10–240 m.

Pomiarów prędkości średnich w otworze nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.24–5.25.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Kalbarczyk R., Haase M. 1975. Dokumentacja wynikowa otworu Kąkolewo-2. Inw. 121234, CAG PIG, Warszawa.
- Bojanowski M., Błaszowska V., Stolarczyk F., Stolarczyk J., Kalbarczyk R. 1975. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Kąkolewo. Inw. 11384 CUG, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Gęstość obj. min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[g/cm ³]	[%]
anhydryt podstawowy	2	0,14–0,22	0,0	2,94–2,97	0,007–0,011
dolomit główny	132	0,0–33,81 (8,41)	0,0–20,15 (0,9587)	1,43–4,10 (2,58)	0,003–0,180 (0,0257)
wapień cechsztyński	2	2,32–5,37	0,0	2,67–2,78	0,013–0,015
łupek miedzionośny	1	0,77	0,0	2,65	0,008
czerwony spągowiec	33	5,13–30,43 (13,47)	0,10–8,39 (2,83)	1,87–3,95 (2,36)	0,002–0,032 (0,009)

Tab. 5.21. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 1618,0–1626,5 m, 1626,5–1669,5 m, 1996,0–2000,0 m i 2000,02–2084,0 m w otworze Kąkolewo 2 (Kalbarczyk i Haase, 1975).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1623,0–1639,3	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	Cl ⁻	134,7366
			Br ⁻	nie oznaczono
			J ⁻	nie oznaczono
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			CO ₃ ²⁻	nie oznaczono
			SiO ₃ ²⁻	nie oznaczono
			SO ₄ ²⁻	nie oznaczono
			Al/Fe ³⁺	nie oznaczono
			Ca ²⁺	3,2064
			Mg ²⁺	0,3891
			K/Na ⁺	nie oznaczono
			pH	7,1
			mineralizacja	nie oznaczono
dolomit główny	1644,0–1664,0	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	Cl ⁻	nie wykonano
			Br ⁻	
			J ⁻	
			HCO ₃ ⁻	
			CO ₃ ²⁻	
			SiO ₃ ²⁻	
			SO ₄ ²⁻	
			Al/Fe ³⁺	
			Ca ²⁺	
			Mg ²⁺	
			K/Na ⁺	
			pH	nie oznaczono
			mineralizacja	nie oznaczono
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, czerwony spągowiec	1990,0–2015,2	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	Cl ⁻	179,0579
			Br ⁻	nie oznaczono
			J ⁻	nie oznaczono
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			CO ₃ ²⁻	nie oznaczono
			SiO ₃ ²⁻	nie oznaczono
			SO ₄ ²⁻	nie oznaczono
			Al/Fe ³⁺	nie oznaczono
			Ca ²⁺	44,0880
			Mg ²⁺	2,9184
			K/Na ⁺	nie oznaczono
			pH	6,4
			mineralizacja	290,58

Tab. 5.22. Wyniki analiz wody w otworze Kąkolewo 2 (Kalbarczyk i Haase, 1975).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1623,0–1639,3	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	węglowodory	6,444
			CO	0,112
			O ₂	18,425
			N ₂	74,358
			CO ₂	0,660
			H ₂ S	nie stwierdzono
dolomit główny	1644,0–1664,0	z przewodu nad próbnikiem, w trakcie wiercenia	CH ₄	10,264
			C ₂ H ₆	5,492
			C ₃ H ₈	2,808
			i-C ₄ H ₁₀	0,495
			n-C ₄ H ₁₀	0,926
			i-C ₅ H ₁₂	0,282
			n-C ₅ H ₁₂	0,255
			i-C ₆ H ₁₄	0,130
			n-C ₆ H ₁₄	0,066
			N ₂	72,552
			CO	1,414
			CO ₂	3,920
			H ₂ S	1,311
dolomit główny	1644,0–1664,0	z przewodu nad próbnikiem, w trakcie wiercenia	CH ₄	7,509
			C ₂ H ₆	3,811
			C ₃ H ₈	2,129
			i-C ₄ H ₁₀	0,334
			n-C ₄ H ₁₀	0,672
			i-C ₅ H ₁₂	0,206
			n-C ₅ H ₁₂	0,187
			i-C ₆ H ₁₄	0,096
			n-C ₆ H ₁₄	0,048
			N ₂	76,986
			CO	3,659
			CO ₂	3,202
			H ₂	+
			He	+
			H ₂ S	1,103
dolomit główny	1644,0–1664,0	z przewodu nad próbnikiem, w trakcie wiercenia	CH ₄	4,164
			C ₂ H ₆	2,113
			C ₃ H ₈	1,180
			i-C ₄ H ₁₀	0,185
			n-C ₄ H ₁₀	0,373
			i-C ₅ H ₁₂	0,114
			n-C ₅ H ₁₂	0,104
			i-C ₆ H ₁₄	0,053
			n-C ₆ H ₁₄	0,028
			N ₂	81,261
			CO	2,031
			CO ₂	3,455
			H ₂ S	4,906
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, czerwony spągowiec	1990,0–2015,2	ze zgazowanej solanki, próbnik złoża; w trakcie wiercenia	CH ₄	16,217
			C ₂ H ₆	0,082
			C ₃ H ₈	0,007
			i-C ₄ H ₁₀	ślady
			n-C ₄ H ₁₀	0,003
			O ₂	17,369
			N ₂	66,322
			CO	ślady
			CO ₂	ślady
			H ₂	ślady
			He	ślady
dolomit główny	1629,0–1655,0	z rurek syfonowych; po zakończeniu wiercenia	CH ₄	10,295
			C ₂ H ₆	5,250
			C ₃ H ₈	1,392

			i-C ₄ H ₁₀	0,419
			n-C ₄ H ₁₀	0,822
			i-C ₅ H ₁₂	0,255
			n-C ₅ H ₁₂	0,234
			i-C ₆ H ₁₄	0,138
			n-C ₆ H ₁₄	0,069
			N ₂	75,120
			CO	1,410
			CO ₂	3,220
			H ₂ S	1,250
			H ₂	0,007
			He	0,038

Tab. 5.23. Wyniki analiz gazu w otworze Kąkolewo 2 (Kalbarczyk i Haase, 1975).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
anhydrit podstawowy, dolomit główny	1619,5–1639,4	zapach bituminów i siarkowodoru
	1623,0–1639,3	samoczynny wypływ płuczki
cechsztyń Werra, czerwony spągowiec	brak danych	wskazania aparatury gazowej do 4%

Tab. 5.24. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Kąkolewo 2 (Kalbarczyk i Haase, 1975).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
anhydrit podstawowy, dolomit główny	1623,0–1639,3	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	gaz o silnym zapachu siarkowodoru	Pz = 185 atm
dolomit główny	1644,0–1664,0	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	gaz palny i 250 l płynu	Pz = 191 atm
anhydrit dolny, wapień cechsztyński, czerwony spągowiec	1990,0–2015,2	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	solanka słabo zgazowana	Pz = 216 atm w głęb. 2011 m V _{pot.} = 1,94 m ³ /d V _{fak.} = 1,03 m ³ /d
dolomit główny	1629,0–1655,0	likwidacja spodu do głęb. 1655,0 m, zapiećcie głowicy eksploat., syfonowanie; po zakończeniu wiercenia	przypływ gazu	Pgs = 161,5 atn Pds = 199,42 ata V _{abs.} = 46,91 Nm ³ /min
dolomit główny	1629,0–1655,0	syfonowanie, kwasowanie,	przypływ gazu	Pgs = 161,5 atn Pds = 199,38 ata V _{abs.} = 445,6 Nm ³ /min

Tab. 5.25. Rezultaty prób złożowych w otworze Kąkolewo 2 (Kalbarczyk i Haase, 1975).

5.7. KĄKOLEWO 4

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2087,5 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974**Rdzenie:** brak.**Stratygrafia (CBDG, 2023):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	270,0	kenozoik
270,0	1519,0	trias
1519,0	2087,5	perm
1519,0	1534,0	<i>terygeniczna stropowa seria PZt</i>
1534,0	1552,0	<i>sól kamienna najmłodsza Na4a</i>
1552,0	1555,0	<i>il solny czerwony dolny T4a</i>
1555,0	1620,0	<i>sól kam. młodsza Na3</i>
1620,0	1637,0	<i>anhydryt główny A3</i>
1637,0	1639,0	<i>szary il solny T3</i>
1639,0	1642,5	<i>anhydryt kryjący A2r</i>
1642,5	1665,0	<i>sól kamienna starsza Na2</i>
1665,0	1672,5	<i>anhydryt podstawowy A2</i>
1672,5	1737,0	<i>dolomit główny Ca2</i>
1737,0	1824,0	<i>anhydryt górny Alg</i>
1824,0	1910,0	<i>sól najstarsza Na1</i>
1910,0	1976,0	<i>anhydryt dolny Alđ</i>
1976,0	1979,0	<i>wapień cechsztyński Ca1</i> <i>łupek miedzionośny T1</i>
1979,0	2066,0	<i>czerwony spągowiec górny</i>
2066,0	2087,5	<i>czerwony spągowiec dolny</i>

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Kąkolewo 4 (Kalbarczyk i Śliwiński, 1974) zamieszczono opisy prób okruchowych i rdzeni, a także wyniki badań fizyczno-chemicznych 61 próbek rdzeni (Tab. 5.26), w tym pomiarów przepuszczalności, porowatości, zasolenia, ciężaru objętościowego i bituminów wraz z kwasami humusowymi. W dokumentacji znajdują się też wyniki 2 analiz płynów (Tab. 5.27) oraz 4 analiz gazu (Tab. 5.28) i analizy petrograficzne 16 próbek dolomitu głównego i 7 próbek czerwonego spągowca.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Kąkolewo 4 (Kalbarczyk i Śliwiński, 1974) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 189,5–1434 m;
- PA: profilowanie akustyczne: 1490–2084 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0–2084 m;
- PGaz: profilowanie gazowe: 1987,5–2087,5 m;
- PK: profilowanie gazowe: 5–2075 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 0–2084 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 10–2083 m;
- PO: profilowania oporności EL03: 20–2065 m;
- POrt: profilowania oporności sterowane: 1365–2083 m;
- PS: profilowania potencjałów naturalnych: 189,5–1434 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 6–2082 m.

Pomiarów prędkości średnich w otworze nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.29–5.30.**Dokumentacje NAG PIG-PIB:**

- Kalbarczyk R., Śliwiński J. 1974. Dokumentacja wynikowa otworu Kąkolewo-4. Inw. 120609, CAG PIG, Warszawa.
- Bojanowski M., Błaszowska V., Stolarczyk F., Stolarczyk J., Kalbarczyk R. 1975. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Kąkolewo. Inw. 11384 CUG, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Gęstość obj. min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[g/cm ³]	[%]
dolomit główny	28	0,46–16,27 (7,21)	0,0–6,46 (0,44)	2,37–2,82	0,002–0,021 (0,011)
czerwony spągowiec	33	4,73–14,98 (9,04)	0,20–8,19 (2,07)	2,15–2,64	0,001–0,029 (0,008)

Tab. 5.26. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych wykonanych w interwałach 1672,5–1737,0 m oraz 1979,0–2087,5 m w otworze Kąkolewo 4 (Kalbarczyk i Śliwiński, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	1952,0–1996,0	próbka z obciążników nad próbnikiem złoża; w trakcie wiercenia	Cl ⁻	181,7171
			Ca ²⁺	33,4668
			Mg ²⁺	2,1888
			pH	5,95
			mineralizacja	296,94
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	1952,0–1996,0	filtrat płuczki z koryt płucz- kowych	Cl ⁻	184,2450
			SO ₄ ²⁻	1,6960
			Ca ²⁺	0,1844
			Mg ²⁺	000973
			pH	7,8

Tab. 5.27. Wyniki analiz płynów w otworze Kąkolewo 4 (Kalbarczyk i Śliwiński, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	1962,5–1987,5	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	powietrze	100
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	1952,0–1996,0	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	CH ₄	69,052
			C ₂ H ₆	3,720
			C ₃ H ₈	0,157
			C ₄ H ₁₀	0,018
			C ₅ H ₁₂	0,008
			N ₂	20,08
			CO	0,01
			CO ₂	0,005
			H ₂	6,95
			He	0,0
			H ₂ S	0,0
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	1952,0–1996,0	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	CH ₄	79,996
			C ₂ H ₆	3,879
			C ₃ H ₈	0,087
			C ₄ H ₁₀	0,017
			C ₅ H ₁₂	0,010
			N ₂	14,151
			CO	0,010
			CO ₂	1,850
			H ₂	0,0
			He	0,0
			H ₂ S	0,0
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	1952,0–1996,0	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	CH ₄	83,59
			N ₂	9,98
			O ₂	1,98
			H ₂	4,45

Tab. 5.28. Wyniki analiz gazu w otworze Kąkolewo 4 (Kalbarczyk i Śliwiński, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
dolomit główny	1672,5–1682,0	ślady gazu niepalnego o zapachu siarkowodoru w rdzeniach
	1685,0–1691,5	ślady gazu niepalnego o zapachu siarkowodoru w rdzeniach
	1691,5–1698,0	zapach siarkowodoru w rdzeniach
	1698,0–1711,0	ślady gazu niepalnego o zapachu siarkowodoru w rdzeniach
	1711,0–1723,5	zapach siarkowodoru w rdzeniach
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	1970,0–1996,0	wzrost wskazań na aparaturze gazowej do 5%

Tab. 5.29. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Kąkolewo 4 (Kalbarczyk i Śliwiński, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
sól kamienna starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny	1644,7–1682,0	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	brak przypływu	
dolomit główny	1683,0–1713,0	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	brak przypływu	
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	1962,5–1987,5	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	brak przypływu	
	1952,0–1996,0	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	słaby przypływ solanki zgazowanej	Pz = 206 atm V = 1 m ³ /h V _{fakt.} = 0,19 m ³ /h
	1952,0–1996,0	próbnik złoża; w trakcie wiercenia	1580 l płynu słabo za- gazowanego gazem palnym	V = 1,1 m ³ /h

Tab. 5.30. Rezultaty prób złożowych w otworze Kąkolewo 4 (Kalbarczyk i Śliwiński, 1974).

5.8. KOBYLIN-1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2861,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 2015

Rdzenie: 121 skrzynek, 1920,0–2859,5 m,
Centralny Magazyn Rdzeni w Chmielniku.

Stratygrafia (Chruścińska i in., 2016):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	206,0	kenozoik
206,0	1608,0	trias
1608,0	1921,0	perm
1608,0	1624,5	iłowce przejściowe
1624,5	1631,5	sól najmłodsza
1631,5	1632,5	anhydryt pegmatytowy
1632,5	1634,5	czerwony il solny
1634,5	1669,5	sól młodsza Na3
1669,5	1715,0	anhydryt główny A3
1715,0	1717,0	szary il solny T3
1717,0	1723,0	anhydryt podstawowy A2
1723,0	1771,5	dolomit główny Ca2
1771,5	1798,5	anhydryt górny A1g
1798,5	1834,0	sól najstarsza Na1
1834,0	1918,0	anhydryt dolny A1d

1918,0	1921,0	wapień cechsztyński Ca1
1921,0	2861,0	karbon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego Czatkowice nr 9/2008/p (Chruścińska i in., 2016) zamieszczono i podsumowano następujące wyniki badań:

- o desorpcji 9 prób rdzeni z karbonu (ilość gazu desorbowanego wynosiła 0,03–0,10 m³/t, średnio 0,06 m³/t; w większości prób stwierdzono śladowe ilości gazu resztkowego <0,01 m³/t. We wszystkich próbach gazu desorbowanego stwierdzono obecność metanu i etanu, bez węglowodorów wyższych. W gazie resztkowym stwierdzono obecność metanu, bez

etanu. Obecny był azot i dwutlenek węgla.

- porozymetrii 43 próbek wapienia cechsztyńskiego i karbonu z interwału 1920,35–2858,3 m. Porowatość całkowita wynosi tutaj 0,0–6,05%, a porowatość z porozymetrii 0,0–5,5%, przy średnicy kapilarnej 0,0–1,95 μm i powierzchni właściwej 0,0–0,39 m^2/g ;
- porowatości wraz z procentowym udziałem porów 9 próbek karbonu z interwału 2153,9–2271,8 m. Porowatość całkowita wynosi tutaj 3,14–17,16%, porowatość otwarta 2,38–9,57%. Procentowy udział porów kształtuje się w zakresie odpowiednio $>1 = 0,005\text{--}0,023$; $>0,1 = 0,009\text{--}0,031$; $>0,01 = 0,010\text{--}0,033$; $>0,03 = 0,010\text{--}0,033$;
- ilościowej analizy składu mineralnego XRD 54 próbek karbonu;
- nasycenia porów płynami złożowymi metodą Dean’a-Stark’a 9 próbek karbonu z interwału 2510,0–2859,0 m;
- zawartości TOC 30 próbek z karbonu z interwału 1922,25–2858,75 m. Średnia wartość wynosi tutaj 1,86% przy zmienności 0,25–3,0% wag.;
- pirolitycznych Rock-Eval dla 94 próbek wapienia cechsztyńskiego i karbonu z interwału 1920,9–2859,0 m; osady karbonu wykazują II typ kerogenu o niskim wskaźniku wodorowym, co umożliwia jedynie generowanie węglowodorów gazowych;
- refleksyjności witrinitu 19 próbek karbonu. Substancja organiczna nie wykazywała fluorescencji, a średnia wartość parametru wynosi 2,21–3,35%;
- biomarkerów 20 próbek karbonu.

W rezultacie badań stwierdzono, że utwory karbonu w otworze Kobylin-1 raczej nie zawierają akumulacji węglowodorów.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego Czatkowice nr 9/2008/p (Chruścińska i in., 2016) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (dla

podkreślonych profilowań w CBDG są dostępne pliki LAS):

- AVCAL: 300–1916,6 m;
- Azymut skrzywienia otworu: 50–2861 m;
- BOREMM: 300–1917 m;
- BS: średnica nominalna wiercenia: 29–2861 m;
- CALA: 1870–2860,8 m;
- CLX1MM: 300–1916,6 m;
- CLX2MM: 300–1916,6 m;
- CLY1MM: 300–1916,6 m;
- CLY2MM: 300–1916,6 m;
- DIAMXMM: 300–1916,6 m;
- DIAMYMM: 300–1916,6 m;
- DPHD: porowatość gęstościowa w skali dolomitu: 1869–2861,9 m;
- DPHI: porowatość gęstościowa w skali wapienia: 1869–2861,9 m;
- DPHS: porowatość gęstościowa w skali piaskowca: 1869–2861,9 m;
- dRoB: poprawka gęstości: 1869–2861,9 m;
- DTMC: 1915–2851 m;
- FPHX: 1910,5–2862,4 m;
- GRP: 300–1912,2 m;
- GRTO: 1861–2856,1 m;
- Kawernomierz dwupłaszczyznowy: 29–364,9 m;
- Kąt skrzywienia otworu: 0–2861 m;
- MSFL: mikrolaterolog sferycznie ogniskowany: 1891,4–2862,5 m;
- MTEM: Temperatura płuczki: 0–1603 m;
- NPHI: profilowanie porowatości neutrowej w skali wapienia: 1863,6–2859 m;
- NRAT: 1863,6–2859 m;
- PE: efekt fotoelektryczny: 1869–2861,9 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0–364,9 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane (LLD) o dużym zasięgu: 1886,2–2857,7 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane (LLS) o małym zasięgu: 1886,2–2857,7 m;
- POTA: profilowanie zawartości potasu: 1861–2856,1 m;
- PRES: 1873–2849,5 m;
- Profilowanie naturalnego promieniowania gamma (Potas + Tor): 1861–2856,1 m;

- Profilowanie porowatości neutronowej w skali dolomitu: 1863,6–2859 m;
- Profilowanie porowatości neutronowej w skali piaskowca: 1863,6–2859 m;
- Profilowanie średnicy otworu (średnicomierz czteroramienny, ramiona 1 i 3): 1870–2860,8 m;
- Profilowanie średnicy otworu (średnicomierz czteroramienny, ramiona 2 i 4): 1870–2860,8 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 1876,2–2847,3 m;
- PSrX: profilowanie średnicy otworu w płaszcz. X: 29–364,9 m;
- PSrY: profilowanie średnicy otworu w płaszcz. Y: 29–364,9 m;
- PT: profilowanie temperatury (TEMP): 1873–2849,5 m;
- REST: 1873–2849,5 m;
- RHOB: gęstość objętościowa (elektronowa) w stanie nasyconym: 1869–2861,9 m;
- RULC: 1910,5–2862,4 m;
- SPHC: 1915–2851 m;
- Średnicomierz (CAL): 1870–2860,8 m;
- THOR: profilowanie zawartości toru: 1861–2856,1 m;
- TKRT: 1861–2856,1 m;
- TURT: 1861–2856,1 m;
- UKRT: 1861–2856,1 m;
- URAN: profilowanie zawartości uranu: 1861–2856,1 m.

Zakres wykonanej w otworze sejsmiki otworowej jest dostępny w dokumentacji Ferenc-Thuszcz i Czechowskiej (2015).

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: w trakcie wiercenia otworu nie zarejestrowano objawów węglowodorów. Prób złożowych nie wykonano.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Chruścińska J. 2015. Dokumentacja geologiczna likwidowanego otworu Kobylin-1. Inw. 3025/2016, CAG PIG, Warszawa.
- Chruścińska J., Wojtysiak B., Rostkowski R. 2016. Dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego Czatkowice nr 9/2008/p. Inw. 7782/2020, CAG PIG, Warszawa.
- Ferenc-Thuszcz E., Czechowska A. 2015. Opracowanie wyników badań sejsmiki otworowej Kobylin-1. Pionowe profilowanie sejsmiczne 3C, prędkości sejsmiczne [zakaz udostępniania i wglądu – informacja geologiczna pochodzi z bieżącego dokumentowania przebiegu robót geologicznych]. Inw. 3025/2016, CAG PIG, Warszawa.

5.9. POGORZELA 1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

1797,7 m

Rok zakończenia wiercenia: 1973

Rdzenie: 21 skrzynki, 674,5–1797,7 m, Centralny Magazyn Rdzeni w Chmielniku.

Stratygrafia (Kwolek i Mikołajewski, 2007):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	222,0	kenozoik
222,0	1636,0	trias
1636,0	1770,0	perm
1636,0	1652,0	<i>ity przejściowe</i>
1652,0	1667,0	<i>anhydryt Ah</i>
1667,0	1684,0	<i>seria ilasto-anhydrytowa</i>
1684,0	1700,0	<i>anhydryt Ah</i>

1700,0	1705,0	<i>sól młodsza Na3</i>
1705,0	1751,0	<i>anhydryt A2+A3</i>
1751,0	1770,0	<i>dolomit główny Ca2</i>
1770,0	1797,7	karbon

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Pogorzela 1 (Kochan i Burbulis, 1973) zamieszczono opis rdzeni i prób okruchowych, oznaczenie fauny cechsztyńskiej z próbki wapienia cechsztyńskiego (według obecnej stratygrafii – dolomitu głównego) z głębokości 1760,0 m, wyniki analiz fizykochemicznych (porowatości, przepuszczalności i zawartości bitumin) 15 prób rdzeni z wapienia cechsztyńskiego (według obecnej stratygrafii – dolomitu

głównego) i karbonu z interwału 1760,55–1797,0 m (Tab. 5.31) oraz wyniki analizy petrograficznej 10 próbek z wapienia cechsztyńskiego (według obecnej stratygrafii – dolomitu głównego), jak również wyniki badań składu mineralnego tych samych próbek. Analiz gazu i płynów nie wykonano.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Pogorzela 1 (Kochan i Burbulis, 1973) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG są dostępne pliki LAS):

- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 1657–1757 m;
- PA: profilowanie akustyczne: 403–1785 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego: 862–1785 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 1–1790 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe: 5–1648 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–1785 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 32–1793 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 25–1788 m;

- PO: profilowania oporności EL03: 25–1788 m;
- POr: profilowania oporności sterowane: 1628–1788 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 25–1789 m.

Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Pogorzela 1 (Burchat, 1973) zawiera wyniki następujących pomiarów (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie VS, Tx2: 20–1740 m;
- profilowanie VS, TW: 20–1740 m;
- profilowanie VS, Tr PW1: 90–1740 m;
- profilowanie VS, Tr PW2: 90–1740 m;
- profilowanie VS, Tr PW3: 105–1740 m;
- profilowanie VS, Tr PO: 90–1740 m;
- profilowanie VS, DT_VSP: 20–1740 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.32–5.33.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Kochan B., Burbulis H. 1973. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Pogorzela 1. Inw. 117877, CAG PIG, Warszawa.
- Burchat B. 1973. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Pogorzela-1. P95 VS, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	13	1,17–6,43	b. słaba – 0,663	ślady
karbon	2	0,77–0,92	b. słaba	ślady

Tab. 5.31. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych wykonanych w otworze Pogorzela 1 w interwałach 1760,55–1767,55 m oraz 1796,55–1797,0 m (Kochan i Burbulis, 1973).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
trias	930,0–984,0	zaniki płuczki 200–1600 l/h
trias	992,0–1470,2	zaniki płuczki 100–700 l/h
karbon	1795,2	zaniki płuczki 500–1400 l/h

Tab. 5.32. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Pogorzela 1 (Kochan i Burbulis, 1973).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przyływ	Parametry
anhydryt, dolomit główny	1746,6–1764,0	próbnik złoża KII-146	płyn spod pakera 480 l/56 min bez śladów bituminów	0,51 m ³ /h Pzł _{pocz.} = 183,5 atn

Tab. 5.33. Rezultaty prób złożowych w otworze Pogorzela 1 (Kochan i Burbulis, 1973).

5.10. POGORZELA 2

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

1767,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1975**Rdzenie:** brak.**Stratygrafia (CBDG, 2023):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	245,0	kenozoik
245,0	1650,0	trias
1650,0	1749,5	perm
1650,0	1669,5	<i>iły przejściowe</i>
1669,5	1729,0	<i>PZ2+PZ3</i>
1729,0	1749,5	<i>dolomit główny Ca2</i>
1749,5	1767,0	karbon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Pogorzela 2 (Mularczyk i Król, 1976) zamieszczono opis rdzeni i prób okruchowych, wyniki analiz fizykochemicznych (porowatości, przepuszczalności i zawartości bitumin) 14 prób rdzeni z wapienia cechsztyńskiego i karbonu z interwału 1729,55–1764,65 m (Tab. 5.34), wyniki analizy petrograficznej 14 próbek z wapienia cechsztyńskiego i karbonu z interwału 1729,65–1765,95, jak również wyniki analiz 9 próbek płynów i 2 próbek gazu (Tab. 5.35–5.36).

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Pogorzela 2 (Mularczyk i Król, 1976) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- o elektryczne profilowanie przewodności: 1440–1766 m;

- o mPOst: mikroprofilowanie oporności sterowane: 1440–1766 m;
- o PA: profilowanie akustyczne: 860–1703 m;
- o PAc: profilowanie akustyczne stanu zacementowania rur okładzinowych: 51–1695 m;
- o PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0–1766 m;
- o PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–1750 m;
- o PNG: profilowanie neutron-gamma: 0–1766 m;
- o PO: profilowania oporności standardowe: 1440–1766 m;
- o POd: profilowania oporności sondą gradientową: 26–1502 m;
- o POst: profilowania oporności sterowane: 1440–1766 m;
- o PS: profilowanie potencjałów naturalnych: 26–308 m;
- o PSr: profilowanie średnicy otworu: 26–1695 m.

Pomiarów średnich prędkości w otworze nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.37–5.38.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Mularczyk A., Król G. 1976. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Pogorzela 2. Inw. 122474, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	12	0,18–4,61	0,0149–2,2228	0,0065–0,0225
karbon	2	0,17–0,74	0,0223	0,0105–0,0185

Tab. 5.34. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych wykonanych w otworze Pogorzela 2 w interwałach 1729,55–1747,55 m oraz 1764,35–1764,65 m (Mularczyk i Król, 1976).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
cechsztyń	1683,0–1735,0	próbnik złoża KII-2-95; w trakcie wiercenia	Cl ⁻	182,2450
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			Ca ²⁺	3,6958
			Mg ²⁺	1,4950
			pH	7,2
			ciężar wł.	1,21 g/cm ³
karbon	1763,0	płuczka z koryta, w trakcie wiercenia	Cl ⁻	177,80
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			Ca ²⁺	2,2175
			Mg ²⁺	ślady
			pH	7,3
			ciężar wł.	1,2 g/cm ³
cechsztyń, karbon	1698,0–1767,0	próbka solanki z I wytłacza- nia; próbnik złoża KII-2-95; po zakończeniu wiercenia	Cl ⁻	163,5760
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			Ca ²⁺	10,1929
			Mg ²⁺	ślady
			pH	~5
			ciężar wł.	1,17 g/cm ³
cechsztyń, karbon	1698,0–1767,0	próbka solanki z I wytłacza- nia; próbnik złoża KII-2-95; po zakończeniu wiercenia	Cl ⁻	141,3510
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			Ca ²⁺	9,8556
			Mg ²⁺	0,1495
			pH	~5
			ciężar wł.	1,17 g/cm ³
cechsztyń, karbon	1698,0–1767,0	próbka solanki z II wytłacza- nia; próbnik złoża KII-2-95; po zakończeniu wiercenia	Cl ⁻	158,242
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			Ca ²⁺	9,3628
			Mg ²⁺	0,1495
			pH	~5
			ciężar wł.	1,17 g/cm ³
cechsztyń, karbon	1698,0–1767,0	próbka solanki z II wytłacza- nia; próbnik złoża KII-2-95; po zakończeniu wiercenia	Cl ⁻	161,798
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			Ca ²⁺	10,5948
			Mg ²⁺	0,8970
			pH	~5
			ciężar wł.	1,17 g/cm ³
cechsztyń, karbon	1698,0–1767,0	próbka solanki z III wytła- czania; próbnik złoża KII-2-95; po zakończeniu wiercenia	Cl ⁻	163,5760
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			Ca ²⁺	10,1020
			Mg ²⁺	0,4485
			pH	~5
			ciężar wł.	1,17 g/cm ³
cechsztyń, karbon	1698,0–1767,0	próbka solanki z III wytła- czania; próbnik złoża KII-2-95; po zakończeniu wiercenia	Cl ⁻	162,6870
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			Ca ²⁺	11,0875
			Mg ²⁺	0,4485
			pH	5,5
			ciężar wł.	1,18 g/cm ³
cechsztyń, karbon	1698,0–1767,0	próbka solanki z IV wytła- czania; próbnik złoża KII-2-95; po zakończeniu wiercenia	Cl ⁻	168,910
			HCO ₃ ⁻	nie oznaczono
			Ca ²⁺	9,8556
			Mg ²⁺	1,0465
			pH	5
			ciężar wł.	1,175 g/cm ³

Tab. 5.35. Wyniki analiz płynów w otworze Pogorzela 2 (Mularczyk i Król, 1976).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, karbon	1725,8–1757,0	gaz z degazacji płuczki; w trakcie wiercenia	CH ₄	23,8799
			C ₂ H ₆	0,4384
			C ₃ H ₈	0,2785
			i-C ₄ H ₁₀	0,1417
			i-C ₅ H ₁₂	0,0708
			n-C ₅ H ₁₂	0,1447
			C ₆ H ₁₄	0,1181
			N ₂	74,4393
			He	nie stwierdzono
			H ₂	0,4886
cechsztyn, karbon	1698,0–1767,0	gaz z II pasa obciążników; próbnik złoża KII-2-95; po zakończeniu wiercenia	powietrze ze śladami węglowodorów rzędu 0,1%	

Tab. 5.36. Wyniki analiz gazu w czystym gazie w otworze Pogorzela 2 (Mularczyk i Król, 1976).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
trias	920,0–1116,0	zaniki płuczki 13–80 m ³ /d
trias, perm	1116,0–1706,0	stałe zaniki płuczki 2–30 m ³ /d
wapień cechsztyński, karbon	1747,0–1767,0	zanik płuczki 145 m ³ /15 d

Tab. 5.37. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Pogorzela 2 (Mularczyk i Król, 1976).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
cechsztyn	1683,0–1735,0	próbnik złoża KII-2-95; w trakcie wiercenia	0,5 m ³ /61 min płyn bez śladów bituminów	nie określono
anhydryt, dolomit główny, karbon	1725,8–1757,0	próbnik złoża KII-2-95; w trakcie wiercenia	3,8 m ³ /29 min płyn bez śladów bituminów	nie określono
cechsztyn, karbon	1698,0–1767,0	próbnik złoża KII-2-95; po zakoń- czeniu wiercenia	przypływ 26,3 m ³ płynu	nie określono

Tab. 5.38. Rezultaty prób złożowych w otworze Pogorzela 2 (Mularczyk i Król, 1976).

5.11. POGORZELA 4

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2060,2 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974

Rdzenie: 1 skrzynka, 1919,4–2012,0 m, Archiwum rdzeni wiertniczych w Michałowie;
62 skrzynki, 487,0–2060,2 m, Centralny Magazyn Rdzeni w Chmielniku.

1746,5	1857,5	sól kamienna młodsza Na3
1857,5	1888,0	anhydryt główny A3
1888,0	1889,5	szary il solny T3
1889,5	1905,0	anhydryt podstawowy A2
1905,0	1940,0	dolomit główny Ca2
1940,0	1975,0	anhydryt dolny A1d
1975,0	2007,0	wapień cechsztyński Ca1
2007,0	2060,2	karbon

Stratygrafia (CBDG, 2023):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	225,0	kenozoik
225,0	1735,0	trias
1735,0	2007,0	perm
1735,0	1746,5	teryogeniczna stropowa seria PZt

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Pogorzela 4 (Waloch i in., 1974) zamieszczono opis rdzeni i prób okruszowych, wyniki analiz fizykochemicznych (porowatości, przepuszczalności, zawartości bitumin oraz – dla wy-

branych prób – zawartości siarki, obecności kwasów humusowych, składu grupowego bituminów i potencjału redox) 69 prób rdzeni z interwału 1905,05–2020,35 m (Tab. 5.39), wyniki analiz 2 próbek wody i 1 próbki gazu (Tab. 5.40–5.41).

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Pogorzela 4 (Waloch i in., 1974) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPsr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 1902–2080 m;
- PA: profilowanie akustyczne: 1905–2055 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 20–2060 m;
- PGaz: profilowanie gazowe: 0–2065 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 5–2060 m;

- PNG: profilowanie neutron-gamma: 20–2060 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 24–2060 m;
- POr: profilowania oporności sterowane: 1700–2060 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 24–2060 m;
- PT: profilowanie temperatury: 20–1770 m.

Pomiarów średnich prędkości w otworze nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.42–5.43.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Waloch A., Sztaba T., Protas B. 1974. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Pogorzela 4. Inw. 119031, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	48	0,27–18,52 (5,88)	b. słaba–20,764 (1,51)	ślady–0,0106
anhydryt dolny	7	0,08–0,43 (0,24)	b. słaba	ślady
wapień cechsztyński, karbon	14	0,07–2,55 (0,97)	b. słaba–0,423 (0,083)	ślady–0,0112

Tab. 5.39. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych wykonanych w otworze Pogorzela 4 w interwałach 1905,05–1935,45 m, 1966,65–1969,65 m oraz 2002,05–2020,35 m (Waloch i in., 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1904,0–1922,7	próbka wody z próbnika złoża KII-95	Cl ⁻	113,3738
			Br ⁻	0,4528
			J ⁻	brak
			HCO ₃ ⁻	brak
			CO ₃ ²⁻	0,3000
			SiO ₃ ²⁻	brak
			SO ₄ ²⁻	2,1729
			NH ₄ ⁺	0,0525
			Al/Fe ³⁺	brak
			Ca ²⁺	8,9939
			Mg ²⁺	0,7441
			Na/K ⁺	63,1350
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, karbon	1970,0–2012,0	próbka wody z próbnika złoża KII-95	pH	11,1
			mineralizacja	189,22
			Cl ⁻	175,1523
			Br ⁻	1,4385
			J ⁻	brak

			HCO ₃ ⁻	0,2806
			CO ₃ ²⁻	brak
			SiO ₃ ²⁻	brak
			SO ₄ ²⁻	0,4033
			NO ₂ ⁻	nie oznaczono
			NH ₄ ⁺	0,0800
			Al/Fe ³⁺	0,4979
			Ca ²⁺	30,2280
			Mg ²⁺	2,4185
			Na/K ⁺	74,4180
			pH	5,5
			ciężar wł.	284,9

Tab. 5.40. Wyniki analiz płynów w otworze Pogorzela 4 (Waloch i in., 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, karbon	1970,0–2012,0	próbka z próbnika złoża KII-95	CH ₄	48,18
			C ₂ H ₆	0,09
			C ₃ H ₈	brak
			CO	brak
			N ₂	48,84
			CO ₂	0,58
			He	1,35
			H ₂	0,96
			H ₂ S	brak

Tab. 5.41. Wyniki analiz gazu w czystym gazie w otworze Pogorzela 4 (Waloch i in., 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
trias	306,0	zanik płuczki 3 m ³ /h
trias	1377,0	zanik płuczki 15 m ³ /7 min
trias	1730,0	stopniowy zanik płuczki aż do utraty cyrkulacji

Tab. 5.42. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Pogorzela 4 (Waloch i in., 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, karbon	1970,0–2012,0	próbnik złoża KII-95	przypływ wody złożowej słabo zgasowanej gazem palnym 3,7 m ³ /2h	Pzł _{pocz.} = 210 atn
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1904,0–1922,7	próbnik złoża KII-95	przypływ wody złożowej bez bituminów 2,7 m ³ /46,5 min	Pzł _{pocz.} = 202 atn

Tab. 5.43. Rezultaty prób złożowych w otworze Pogorzela 4 (Waloch i in., 1974).

5.12. POGORZELA 7

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2207,3 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974**Rdzenie:** 46 skrzynek, 1156,5–2194,0 m, Centralny Magazyn Rdzeni w Chmielniku.**Stratygrafia (CBDG, 2023):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	208,0	kenozoik
208,0	1850,0	trias
1850,0	2191,0	perm
1850,0	1866,5	terygeniczna stropowa seria PZt
1866,5	1993,0	sól kamienna młodsza Na3
1993,0	2017,5	anhydryt główny A3
2017,5	2019,5	szary il solny T3
2019,5	2023,5	anhydryt kryjący A2r
2023,5	2036,0	sól kamienna starsza Na2
2036,0	2051,0	anhydryt podstawowy A2
2051,0	2091,5	dolomit główny Ca2
2091,5	2154,0	anhydryt dolny A1d
2154,0	2191,0	wapień cechsztyński Ca1
2191,0	2207,3	karbon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Pogorzela 7 (Stefańska i Protas, 1974) zamieszczono opis rdzeni i prób okruszowych, wyniki analiz fizykochemicznych (porowatości, przepuszczalności, zawartości bitumin oraz – dla wybranych prób – zawartości siarki, obecności kwasów humusowych, składu grupowego bituminów i potencjału redox) 52 prób rdzeni z interwału 2052,25–2206,55 m (Tab. 5.44), wyniki analiz 7 próbek wody i 1 próbki gazu (Tab. 5.45–5.46).

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Pogorzela 7 (Stefańska i Protas, 1974) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG są dostępne pliki LAS):

- PA: profilowanie akustyczne: 50–2204 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego: 1839–2204 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0–2204 m;

- PGaz: profilowanie gazowe: 934–2207,3 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–2200 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 14–2206 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 30–2200 m;
- PO: profilowania oporności EL03: 31–2207 m;
- PPost: profilowania oporności sterowane: 1849–2200 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych: 30–2200 m
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 25–2202 m.

Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Pogorzela 7 (Klecan i Kochel, 1974) zawiera wyniki następujących pomiarów (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie VS, Tx2: 20–2180 m;
- profilowanie VS, TW: 20–2180 m;
- profilowanie VS, Tr PW1: 93–2193 m;
- profilowanie VS, Tr PO: 93–2193 m;
- profilowanie VS, DT VSP: 20–2180 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Objawów węglowodorów w trakcie wiercenia otworu nie zaobserwowano. Próby złożowe zostały podsumowane w Tab. 5.47.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Stefańska J., Protas B. 1974. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Pogorzela 7. Inw. 119235, CAG PIG, Warszawa.
- Klecan A., Kochel F. 1974. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w otworze Pogorzela 7. P97VS, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	14	0,07–17,57 (7,93)	b. słaba–242,06 (6,175)	0,0012–0,0202 (0,0073)
wapień cechsztyński	26	0,07–21,69 (2,63)	b. słaba–56,336 (10,67)	0,0041–0,109 (0,0300)
karbon	3	0,38–9,58 (3,89)	0,022–0,562 (0,273)	0,0074–0,0099 (0,0089)

Tab. 5.44. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych wykonanych w otworze Pogorzela 7 w interwałach 2052,25–2091,05 m, 2158,35–2190,55 m oraz 2191,75–2206,55 m (Stefańska i Protas, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
wapień cechsztyński	2156,0–2182,0	próbka z próbnika złoża KII-95, w trakcie wiercenia	Cl ⁻	184,3452
			Br ⁻	1,4652
			J ⁻	brak
			HCO ₃ ⁻	0,2257
			CO ₃ ²⁻	brak
			SiO ₃ ²⁻	brak
			SO ₄ ²⁻	0,2551
			NO ₂ ⁻	nie oznaczono
			NH ₄ ⁺	0,1025
			Al/Fe ³⁺	0,5693
			Ca ²⁺	31,7450
			Mg ²⁺	2,6979
			Na/K ⁺	77,8190
			pH	5,7
			mineralizacja	303,4

Tab. 5.45. Wyniki analiz płynów w otworze Pogorzela 7 (Stefańska i Protas, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
dolomit główny	2064,55	próbka z aparatu rdzeniowego	CH ₄	0,58
			C ₂ H ₆	brak
			C ₃ H ₈	brak
			CO	brak
			CO ₂	0,26
			O ₂	5,26
			N ₂	93,69
			He	brak
			H ₂	0,21
			H ₂ S	brak
dolomit główny	2065,55	próbka z aparatu rdzeniowego	CH ₄	brak
			C ₂ H ₆	brak
			C ₃ H ₈	brak
			CO	brak
			CO ₂	0,19
			O ₂	5,25
			N ₂	94,12
			He	brak
			H ₂	0,44
			H ₂ S	brak
wapień cechsztyński	2162,55	próbka z aparatu rdzeniowego	CH ₄	1,87
			C ₂ H ₆	brak
			C ₃ H ₈	brak
			CO	brak
			CO ₂	0,13
			O ₂	8,26

			N ₂	89,15
			He	brak
			H ₂	0,59
wapień cechsztyński	2178,05	próbka z aparatu rdzeniowego	CH ₄	0,16
			C ₂ H ₆	brak
			C ₃ H ₈	brak
			CO	brak
			CO ₂	0,08
			O ₂	3,57
			N ₂	95,69
			He	brak
			H ₂	0,50
			CH ₄	48,29
wapień cechsztyński	2156,0–2182,0	próbka z próbnika złoża KII-95, w trakcie wiercenia	C ₂ H ₆	0,06
			C ₃ H ₈	brak
			CO	brak
			CO ₂	2,47
			O ₂	–
			N ₂	47,61
			He	1,14
			H ₂	0,43
			H ₂ S	brak
			CH ₄	ślady
karbon	2191,75	próbka z aparatu rdzeniowego	C ₂ H ₆	brak
			C ₃ H ₈	brak
			CO	brak
			CO ₂	0,04
			O ₂	13,56
			N ₂	76,40
			He	brak
			CH ₄	0,47
karbon	2193,25	próbka z aparatu rdzeniowego	C ₂ H ₆	brak
			C ₃ H ₈	brak
			CO	brak
			CO ₂	0,04
			O ₂	3,15
			N ₂	94,99
			H ₂	1,35
			He	brak

Tab. 5.46. Wyniki analiz gazu w otworze Pogorzela 7 (Stefańska i Protas, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przyływ	Parametry
wapień cechsztyński	2156,0–2182,0	próbnik złoża KII-95, w trakcie wiercenia	przyływ słabo zgazo- wanej solanki a 2400 l/38 min	Pzł pocz. = 232,2 atn

Tab. 5.47. Rezultaty prób złożowych w otworze Pogorzela 7 (Stefańska i Protas, 1974).

5.13. RUSKO-1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2600,0 m

Głębokość otworu wg miary geofizycznej:

2599,5 m

Rok zakończenia wiercenia: 2015**Rdzenie:** 83 skrzynki, 2275,0–2293,0 m, Centralny Magazyn Rdzeni w Chmielniku.**Stratygrafia (Strzelecka i Rostkowski, 2016):**
wg miary geofizycznej

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	213,0	kenozoik
213,0	289,5	jura
289,5	2094,0	trias
2094,0	2599,5	perm
2094,0	2107,0	<i>iłowce przejściowe</i>
2107,0	2116,5	<i>sól najmłodsza Na4a</i>
2116,5	2117,5	<i>anhydryt pegmatytowy</i>
2117,5	2119,5	<i>czerwony il solny</i>
2119,5	2120,0	<i>anhydryt stropowy</i>
2120,0	2137,5	<i>sól młodsza Na3</i>
2137,5	2179,5	<i>anhydryt główny A3</i>
2179,5	2197,0	<i>sól młodsza Na3</i>
2197,0	2249,0	<i>anhydryt główny A3</i>
2249,0	2251,3	<i>szary il solny T3</i>
2251,3	2253,0	<i>anhydryt kryjący A2r</i>
2253,0	2271,7	<i>sól starsza Na2</i>
2271,7	2295,2	<i>anhydryt podstawowy A2</i>
2295,2	2328,2	<i>dolomit główny Ca2</i>
2328,2	2356,0	<i>anhydryt podstawowy A1</i>
2356,0	2396,1	<i>wapień cechsztyński Ca1</i>
2396,1	2599,5	<i>czerwony spągowiec dolny</i>

Wyniki badań skal:

W dokumentacji rozliczeniowej koncesji Jaraczewo-Pogorzela nr 28/2001/p (Strzelecka i Rostkowski, 2016) zamieszczono podsumowanie wyników analiz właściwości fizykochemicznych rdzeni z utworów dolomitu głównego, wapienia cechsztyńskiego i czerwonego spągowca (Tab. 5.48) oraz wyniki 2 analiz wody (Tab. 5.49). W otworze Rusko-1 wykonano też pomiar rozkładu nasycień metodą magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR) 28 próbek z interwału 2302,05–2598,3 m.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja Strzeleckiej i Rostkowskiego (2016) zawiera również wyniki geofizyki otworowej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- PSr: profilowanie średnicy otworu: 30–2590 m;
- PG: profilowanie gamma: 0–2595 m;
- NPHI: profilowanie porowatości neutronowej w skali wapienia: 295–2599,5 m;
- RHOB: gęstość objętościowa (elektrotonowa) w stanie nasyconym: 295–2599,5 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego: 295–2599,5m;
- PObt: profilowanie oporności sterowane (LLD) o dużym zasięgu: 295–2599,5 m.

W CBDG oraz NAG brak danych dotyczących pomiarów prędkości średnich.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Objawów ropy naftowej i gazu ziemnego w otworze Rusko-1 nie odnotowano. Próby złożowe zostały podsumowane w Tab. 5.50.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Chruścińska J., Sikorska-Piekut W., Garmrot J. 2015. Dokumentacja geologiczna likwidowanego otworu wiertniczego Rusko-1 [miejsc. Suchorzewko, gm. Jaraczewo, pow. jarociński, woj. wielkopolskie]. Inw. 3029/2016, CAG PIG, Warszawa.
- Strzelecka D., Rostkowski R. 2016. Dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopalin wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego Jaraczewo-Pogorzela nr 28/2001/p. Inw. 5152/2018, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Gęstość szkieletowa min-max (średnia)
		[%]	[mD]	[%]
dolomit główny	18	0,2–27,0	<0,001–182	2,04–2,77
wapień cechsztyński	37	0,6–18,1 (7,0%)	<0,001–52,6 (2,9)	2,3–2,82
czerwony spągowiec	2	0,9–1,0	<0,001–0,001	2,56–2,58

Tab. 5.48. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych wykonanych w interwałach 2295,2–2328,2 m, 2356,0–2396,1 m oraz 2396,1–2599,5 m w otworze Rusko-1 (Strzelecka i Rostkowski, 2016).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
anhydryt podstawowy, wapień cechsztyński	2354,5–2393,0	z próbnika złoża	Cl ⁻	200
			HCO ₃ ⁻	n.b.
			Ca ²⁺	28,7
			Mg ²⁺	2,15
			pH	5,6
			ciężar wł.	1,216 g/cm ³
anhydryt podstawowy, wapień cechsztyński	2354,5–2393,0	z próbnika złoża	Cl ⁻	200
			HCO ₃ ⁻	0,24
			Ca ²⁺	26,7
			Mg ²⁺	2,33
			pH	5,5
			ciężar wł.	1,216 g/cm ³

Tab. 5.49. Wyniki analiz wód w otworze Rusko-1 (Strzelecka i Rostkowski, 2016).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przyływ	Parametry
anhydryt podstawowy, wapień cechsztyński	2354,5–2393,0	rurowy próbnik złoża Halliburton 5" z pakem NR 7 i 3/4' zapiętym na gł. 2349,0 m	przyływ 12,1 m ³ cieczy	Pzł = 25,03 MPa gradient 0,0107 MPa/m

Tab. 5.50. Rezultaty prób złożowych w otworze Rusko-1 (Strzelecka i Rostkowski, 2016).

5.14. SIEDMIOROGÓW-1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:
2246,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1992

Rdzenie: 163 skrzynki, 532,0–2246,0 m, Centralny Magazyn Rdzeni w Chmielniku.

Stratygrafia na dnie: karbon

Stratygrafia, wyniki badań skał, objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Dane te są własnością Inwestora i nie mogą zostać ujawnione w niniejszym opracowaniu. W dokumentacji wynikowej otworu poszukiwawczego Siedmiorogów-1 (Kośmidek i Sikorska-Piekut, 1992) można znaleźć wyniki analiz fizyczno-chemicznych 55 próbek rdzeni, w tym ozna-

czeń porowatości, przepuszczalności zawartości siarki, bituminów, a dla wybranych prób – potencjału redox, ciężaru właściwego czy rozdziału grupowego bituminów. Znajdują się tam też wyniki analiz 4 próbek wody i 9 próbek gazu oraz wyniki analizy petrograficznej dolomitu głównego i karbonu.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Siedmiorogów-1 (Kośmidek i Sikorska-Piekut, 1992) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPOst: mikroprofilowanie oporności sterowane (ML): 1880–2238 m;

- PA: profilowanie akustyczne: 366–2237,5 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0–2238 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe (GGDN): 1850–2238 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 5–2188 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 300–2238 m;
- PNN: profilowanie neutron-neutron: 1–2238 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 0–2238 m;
- POst odwr.: prof. oporności ster. odwrócone: 1905–2180 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 366–2180 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 1–363,4 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALLI): 1–2238 m;
- PSrX: profilowanie średnicy otworu w płaszczyzn. X: 0–363,3 m;
- PSrY: profilowanie średnicy otworu w płaszczyzn. Y: 0–363,3 m;
- PT: profilowanie temperatury (TEMP): 1905–2238 m.

Opracowanie badań sejsmometrycznych otworu Siedmiorogów-1 (Jakiel i Bałda, 1992) zawiera wyniki następujących pomiarów (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie VS, Tx2: 20–2180 m;
- profilowanie VS, TW: 20–2180 m;
- profilowanie VS, Tr_PW1: 20–2180 m;
- profilowanie VS, Tr_PW2: 20–2180 m;
- profilowanie VS, Tr_PW3: 20–2180 m;
- profilowanie VS, Tr_PO: 20–1740 m;
- profilowanie VS, DT_VSP: 20–2180 m.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Kośmidek A., Sikorska-Piekut W. 1992. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Siedmiorogów-1. Inw. 133014, CAG PIG, Warszawa.
- Jakiel B., Bałda J. 1992. Opracowanie badań sejsmometrycznych otworu Siedmiorogów-1, Prędkości sejsmiczne, Profilowanie akustyczne. S22 VS, CAG PIG, Warszawa.

5.15. ŚWIECIECHOWA 1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2776,8 m

Rok zakończenia wiercenia: 1967

Rdzenie: brak

Stratygrafia (CBDG, 2023):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	327,0	kenozoik
327,0	1571,5	trias
1571,5	2595,5	perm
1571,5	1587,5	teryogeniczna stropowa seria PZt
1587,5	1596,5	sól kam. najmłodsza Na4a
1596,5	1597,0	anhydryt pegmatytowy dln. A4a1
1597,0	1600,0	il solny czerwony dolny T4a
1600,0	1609,5	sól kam. młodsza Na3
1609,5	1686,5	anhydryt główny A3
1686,5	1687,5	szary il solny T3
1687,5	1690,0	anhydryt kryjący A2r
1690,0	1720,0	sól kamienna starsza Na2
1720,0	1725,0	anhydryt podstawowy A2

1725,0	1787,5	dolomit główny Ca2
1787,5	1822,0	anhydryt górny A1g
1822,0	1875,0	sól kamienna najstarsza Na1
1875,0	2080,5	anhydryt dolny A1d
2080,5	2094,0	wapień cechsztyński Ca1
2094,0	2095,0	łupek miedzionośny T1
2095,0	2595,5	czerwony spągowiec
2595,5	2652,5	karbon
2652,5	2776,8	dewon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Świeciechowa 1 (Piela i Olczak, 1967) znajdują się opisy rdzeni i próbek okrucowych, opracowanie petrograficzne utworów dewonu na podstawie 4 szlifów, zestawienie właściwości fizyczno-chemicznych 56 próbek z dolomitu głównego, wapienia cechsztyńskiego i łupka miedzionośnego oraz czerwonego spągowca (Tab. 5.51), w tym wyników pomiarów przepuszczalności, porowatości,

bituminów i zasolenia. Ponadto w dokumentacji znajdują się wyniki 2 analiz wody (Tab. 5.52).

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Święciechowa 1 (Piela i Olczak, 1967) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG są dostępne pliki LAS):

- mPO: mikroprofilowanie oporności: 1916–2780 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0–2785 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–2775 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 1–2783 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 21–2777 m;
- PO: profilowania oporności EL14: 23–2780 m;
- POst: profilowania oporności sterowane: 21–2775 m;
- PT: profilowanie temperatury: 10–1810 m

- PSr: profilowanie średnicy otworu: 20–2782 m.

Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Święciechowa 1 (Burchat, 1967) zawiera wyniki następujących pomiarów (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie VS, Tx2: 20–2080 m;
- profilowanie VS, TW: 20–2080 m;
- profilowanie VS, Tr PW1: 94–2094 m;
- profilowanie VS, Tr PW2: 44–1194 m;
- profilowanie VS, Tr PW3: 44–1974 m;
- profilowanie VS, Tr PO: 44–2094 m;
- profilowanie VS, DT VSP: 20–2080 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.53–5.54.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Piela J., Olczak D. 1967. Dokumentacja wynikowa otworu Święciechowa 1. Inw. 88639, CAG PIG, Warszawa.
- Burchat B. 1967. Sprawozdanie z pomiaru średnich prędkości w otworze Święciechowa 1. S27VS, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	30	0,45–9,81 (3,66)	0,109–1,092 (0,390)	ślady–0,055
wapień cechsztyński	11	0,25–17,51 (8,98)	0,146–56,962 (21,154)	ślady
czerwony spągowiec	15	3,23–18,29 (9,94)	0,201–48,314 (17,058)	ślady

Tab. 5.51. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 1731,25–1784,65 m, 2083,45–2093,45 m i 2095,85–2163,55 m w otworze Święciechowa 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Piela i Olczak, 1967).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
anhydryt dolny, wapień cechsztyński	1899,0?	próbka z próbnika złoża	Cl ⁻	2,8355
			Br ⁻	0,0013
			J ⁻	–
			HCO ₃ ⁻	–
			CO ₃ ²⁻	0,3120
			SiO ₃ ²⁻	–
			SO ₄ ²⁻	0,7819
			Al/Fe ³⁺	–
			Ca ²⁺	0,5663
			Mg ²⁺	0,0357
			Na/K ⁺	1,7353

dolomit główny	1725,0–1740,0	próbka z próbnika złoża	pH	~10
			mineralizacja	7,72
			Cl ⁻	2,3036
			Br ⁻	0,0013
			J ⁻	–
			HCO ₃ ⁻	–
			CO ₃ ²⁻	0,2040
			SiO ₃ ²⁻	–
			SO ₄ ²⁻	1,0988
			Al/Fe ³⁺	–
			Ca ²⁺	0,7686
			Mg ²⁺	0,0238
			Na/K ⁺	1,2496
			pH	~10
			mineralizacja	5,96

Tab. 5.52. Wyniki analiz płynów w otworze Świąciechowa 1 (Piela i Olczak, 1967).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
dolomit główny	1731,0–1774,1	zapach bituminów w rdzeniach i siarkowodoru, czasem pocenie wodą
dolomit główny	1774,1–1781,3	zapach bituminów w rdzeniach i siarkowodoru, pęcherzyki gazu
dolomit główny, anhydryt górny	1781,3–1791,5	slaby zapach bitumiczny
anhydryt podstawowy	brak danych	silny zapach bitumiczny

Tab. 5.53. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Świąciechowa 1 (Piela i Olczak, 1967).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
anhydryt dolny, wapień cechsztyński	1899,0?	próbnik złoża	płyn	nie określono
dolomit główny	1725,0–1740,0	perforacja, próbnik złoża na gł. 1690,0 m	płyn bez bituminów	nie określono

Tab. 5.54. Rezultaty prób złożowych w otworze Świąciechowa 1 (Piela i Olczak, 1967).

5.16. ŚWĄCIECHOWA 2

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:
2200,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1975

Rdzenie: 2 skrzynki, 2038,0–2050,0 m, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Michałowie.

Stratygrafia (CBDG, 2023):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	270,0	kenozoik
270,0	1565,0	trias
1565,0	2173,5	perm
1565,0	1581,5	terygeniczna stropowa seria PZt
1581,5	1601,5	sól kam. najmłodsza Na4a
1601,5	1605,0	il solny czerwony dolny T4a
1605,0	1607,0	anhydryt stropowy A3r
1607,0	1686,0	sól kam. młodsza Na3
1686,0	1719,0	anhydryt główny A3

1719,0	1721,0	szary il solny T3
1721,0	1723,0	anhydryt kryjący A2r
1723,0	1740,0	sól kamienna starsza Na2
1740,0	1745,5	anhydryt podstawowy A2
1745,5	1806,5	dolomit główny Ca2
1806,5	1841,5	anhydryt górny A1g
1841,5	1882,0	sól kamienna najstarsza Na1
1882,0	2041,0	anhydryt dolny A1d
2041,0	2044,5	wapień cechsztyński Ca1 łupek miedzionośny T1
2044,5	2173,5	czerwony spągowiec górny
2173,5	2200,0	karbon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Świąciechowa 2 (Dudzińska i Piątkowska, 1975) znajdują się opisy rdzeni i próbek okruchowych, zestawienie właściwości fizyczno-chemicznych 58 próbek z dolomitu

głównego, wapienia cechsztyńskiego i łupka miedzionośnego oraz czerwonego spągowca i karbonu (Tab. 5.55), w tym wyników pomiarów przepuszczalności, porowatości i bituminów. Ponadto w dokumentacji znajdują się wyniki 4 analiz gazu (Tab. 5.56).

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Święciechowa 2 (Dudzińska i Piątkowska, 1975) znajdują się wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPOst: mikroprofilowanie oporności sterowane (ML): 1450–2195 m;
- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 1500–2200 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego: 665–2195 m;
- PA_{T1}: profilowanie czasu akustycznego T₁: 281,5–2195 m;
- PA_{T2}: profilowanie czasu akustycznego T₂: 281,5–2195 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0–2200 m;

- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–2195 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 0–2200 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 24–2200 m;
- P_{Ost}: profilowanie oporności sterowane: 1450–2195 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 24–1522 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALLI): 23–2200 m.

Pomiarów prędkości średnich w otworze nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: Tab. 5.57–5.58.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Dudzińska K., Piątkowska S. 1975. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Święciechowa 2. Inw. 121162, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	12	0,26–3,98 (1,31)	0,0129–0,2402 (0,0629)	0,0195–0,0450 (0,0289)
wapień cechsztyński, łupek miedzionośny	4	0,97–2,78 (2,15)	0,0250–0,1029 (0,0516)	0,0120–0,0295 (0,0234)
czerwony spągowiec	39	0,79–19,5 (12,07)	0,0334–20,872 (4,2504)	ślady–0,0335 (0,0183)
karbon	3	1,41–9,27 (4,20)	0,1545–1,6311 (1,0134)	0,0205–0,0435 (0,0320)

Tab. 5.55. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 1746,5–1773,25 m, 2041,9–2044,2 m, 2044,9–2159,75 m i 2194,5–2196,15 m w otworze Święciechowa 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Dudzińska i Piątkowska, 1975).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec górny	2035,5–2056,0	próbka z I pasa obciążników, próbnik złoża KJJ-II-146, w trakcie wiercenia	CH ₄	17,3530
			C ₂ H ₆	0,6071
			C ₃ H ₈	0,0694
			i-C ₄ H ₁₀	0,0239
			n-C ₄ H ₁₀	0,1034
			i-C ₅ H ₁₂	0,1335
			n-C ₅ H ₁₂	0,1226
			C ₆ H ₁₄	0,1764
			N ₂	79,4782
			CO ₂	1,3112
			Ar	0,5513
			He	0,0700

anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec górny	2035,5–2056,0	próbka z głowicy próbnika, próbnik złoża KJJ-II-146, w trakcie wiercenia	H ₂	nie stwierdzono
			H ₂ S	nie stwierdzono
			CH ₄	0,3017
			C ₂ H ₆	0,1166
			C ₃ H ₈	0,0531
			n-C ₄ H ₁₀	0,2966
			n-C ₅ H ₁₂	0,4064
			C ₆ H ₁₄	0,3686
			N ₂	92,6518
			CO ₂	4,1182
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec górny	2035,5–2056,0	próbka z I pasa obciążników, próbnik złoża KJJ-II-146, w trakcie wiercenia	Ar	1,6870
			CH ₄	0,1398
			C ₂ H ₆	0,0328
			C ₃ H ₈	0,0195
			i-C ₄ H ₁₀	0,0547
			n-C ₄ H ₁₀	
			i-C ₅ H ₁₂	0,0499
			n-C ₅ H ₁₂	0,0474
			C ₆ H ₁₄	0,0255
			N ₂	65,5129
czerwony spągowiec górny	2070,5–2085,0	próbka z I pasa obciążników nad zaworem obrotowym, próbnik złoża KJJ-II-146, w trakcie wiercenia	CO ₂	33,0877
			Ar	0,9945
			He	0,0353
			powietrze ze śladami węglowodorów rzędu 0,1%	

Tab. 5.56. Wyniki analiz gazu w czystym gazie w otworze Świąciechowa 2 (Dudzińska i Piątkowska, 1975).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
strop dolomit głównego		punktowe ślady ropy na rdzeniach
anhydryt dolny	1940,0	silne zgazowanie płuczki
kenozoik	195,0	zanik płuczki 20 m ³ /d
trias	1025,0–1361,0	zaniki płuczki 6–12 m ³ /d

Tab. 5.57. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Świąciechowa 2 (Dudzińska i Piątkowska, 1975).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
dolomit główny	1745,5–1757,0	próbnik złoża KJJ-II-146, w trakcie wiercenia	próbka nieudana	
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec górny	2035,5–2056,0	próbnik złoża KJJ-II-146, w trakcie wiercenia	przypływ 600 l płynu ze śladami gazu palnego	nie określono
	2034,0–2068,0	próbnik złoża KJJ-II-146, w trakcie wiercenia	przypływ 800 l płuczki i filtratu bez śladów gazu palnego	nie określono
czerwony spągowiec górny	2070,5–2085,0	próbnik złoża KJJ-II-146, w trakcie wiercenia	przypływ 200 l płuczki i filtratu	nie określono

Tab. 5.58. Rezultaty prób złożowych w otworze Świąciechowa 2 (Dudzińska i Piątkowska, 1975).

5.17. ŻAKOWO 1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2374,8 m

Rok zakończenia wiercenia: 1968

(rekonstrukcja i likwidacja otworu w 2010 r.)

Rdzenie: brak**Stratygrafia (CBDG, 2023):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	276,0	kenozoik
276,0	1677,5	trias
1677,5	2227,0	perm
1677,5	1687,5	<i>terygeniczna stropowa seria PZt</i>
1687,5	1707,5	<i>sól kam. najmłodsza Na4a</i>
1707,5	1709,0	<i>il solny czerwony dolny T4a</i>
1709,0	1731,0	<i>sól kam. młodsza Na3</i>
1731,0	1785,5	<i>anhydryt główny A3</i>
1785,5	1787,5	<i>szary il solny T3</i>
1787,5	1791,0	<i>anhydryt kryjący A2r</i>
1791,0	1810,0	<i>sól kamienna starsza Na2</i>
1810,0	1818,0	<i>anhydryt podstawowy A2</i>
1818,0	1886,0	<i>dolomit główny Ca2</i>
1886,0	1906,0	<i>anhydryt górny A1g</i>
1906,0	2134,0	<i>sól kamienna najstarsza Na1</i>
2134,0	2189,0	<i>anhydryt dolny A1d</i>
2189,0	2195,5	<i>wapień cechstyński Ca1</i> <i>łupek miedzionośny T1</i>
2195,5	2227,0	<i>czerwony spągowiec</i>
2227,0	2374,8	karbon

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Żakowo 1 (Piela i in., 1968) znajdują się opisy rdzeni i próbek okruszowych, a także wyniki analiz fizyczno-chemicznych 8 próbek z dolomitu głównego z interwału 1842,0–1851,5 m wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności, zasolenia i zawartości bituminów (Tab. 5.59). Ponadto zestawiono wyniki 5 analiz gazu z degazacji rdzenia z dolomitu głównego, 5 analiz gazu pobranego podczas prób złożowych z utworów dolomitu głównego i czerwonego spągowca i ich otoczenia oraz 2 analizy wody złożowej z utworów dolomitu głównego i czerwonego spągowca i ich otoczenia (Tab. 5.60–5.61). Podczas rekonstrukcji otworu w 2010 r. wykonano dodatkowo 1 analizę gazu (Tab. 5.61; Płachta, 2011). W dokumentacji Żurawek i in. (1984) można znaleźć ponadto wyniki oznaczeń składu mineralnego materiału detrytycznego i spoiwa 6 próbek z czerwonego spągowca z interwału 2200,6–2215,1 m. W

tym opracowaniu znajdują się również mapy miąższości saksonu na tle litologii utworów czerwonego spągowca, litofacji saksonu, rozmieszczenia białego spągowca oraz rozmieszczenia skał zbiornikowych w osadach saksonu w otoczeniu otworu Żakowo 1 wraz z przekrojami litologicznymi czerwonego spągowca i ich korelacją petrograficzno-geofizyczną.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 1 (Piela i in., 1968) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 2067–2217 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 12–2373 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–2370 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 12–2373 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 32–2373 m;
- POr: profilowanie oporności sterowane: 1650–2373 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych: 32–2373 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 34–2370 m;
- PŚV: 30–220 m;
- PTc: profilowanie temperatury po cementowaniu: 6–1815 m.

Pomiary średnich prędkości w otworze Żakowo1 (Burchat i Jeleń, 1968) obejmują (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie VS, Tx2: 20–2180 m;
- profilowanie VS, TW: 20–2180 m;
- profilowanie VS, Tr PW1: 35–2185 m;
- profilowanie VS, Tr PW2: 285–1735 m;
- profilowanie VS, Tr PO: 35–2185 m;
- profilowanie VS, DT VSP: 20–2180 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia, próby złożowe i wyniki rekonstrukcji otworu: Tab. 5.62–5.63.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Piela J., Wojtkowiak Z., Czarnecki R. 1968. Dokumentacja wynikowa (wraz z dodatkiem) otworu Żakowo 1. Inw. 93445, CAG PIG, Warszawa.
- Burchat B., Jeleń P. 1968. Sprawozdanie z pomiaru średnich prędkości w odwiercie Żakowo 1. Ż4 VS, CAG PIG, Warszawa.
- Żurawek E., Muszyński M., Bojarska M., Rydzewska K. 1974. Opracowanie litologiczno-facjalne z uwzględnieniem własności zbiornikowych czerwonego spągowca w obszarze środkowej monokliny przedsudeckiej w rejonie: Leszno-Rawicz-Krotoszyn. Inw. 5698/2009, CAG PIG, Warszawa.
- Płachta M. 2011. Dokumentacja likwidacji odwiertu Żakowo 1 [miejsc. Żakowo, gm. Lipno, pow. leszczyński, woj. wielkopolskie]. Inw. 7085/2020, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	8	0,18–15,66 (6,15)	0–4,262 (1,07)	0,0028–0,0873 (0,0148)

Tab. 5.59. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwału 1842,0–1851,5 m w otworze Żakowo 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Piela i in., 1968).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
dolomit główny	1818,0–1829,0 1840,0–1863,0	perforacja po zakończeniu wiercenia, kwasowanie	Cl ⁻	179,8135
			Br ⁻	2,4508
			HCO ₃ ⁻	0,122
			SiO ₃ ²⁻	0,9193
			SO ₄ ²⁻	0,8354
			Al/Fe ³⁺	2,708
			Ca ²⁺	47,9249
			Mg ²⁺	3,604
			Na/K ⁺	53,1663
			pH	7,3
			mineralizacja	198
anhydryt dolny	2183,3–2195,5	pr. rurowy złoża KII-2-146 w trakcie wiercenia	Cl ⁻	112,7096
			Br ⁻	0,0532
			HCO ₃ ⁻	0,793
			SiO ₃ ²⁻	0,0683
			SO ₄ ²⁻	4,0537
			Al/Fe ³⁺	0,1818
			Ca ²⁺	0,6308
			Mg ²⁺	0,6004
			Na/K ⁺	72,1652
			pH	5,5
			mineralizacja	304

Tab. 5.60. Wyniki analiz wody w otworze Żakowo 1 (Piela i in., 1968).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
dolomit główny	1844,2	degazacja rdzenia	CH ₄	0,692
			C ₂ H ₆	0,144
			C ₃ H ₈	0,121
			i-n C ₄ H ₁₀	0,09
			i-n C ₅ H ₁₂	0,037
			H ₂	0,05

			Powietrze	98,866
dolomit główny	1848,5–1849,5	degazacja rdzenia	CH ₄	2,68
			C ₂ H ₆	1,29
			C ₃ H ₈	0,722
			i-n C ₄ H ₁₀	0,356
			i-n C ₅ H ₁₂	0,152
			H ₂	4,8
			Powietrze	90
dolomit główny	1849,5–1850,5	degazacja rdzenia	CH ₄	1,866
			C ₂ H ₆	0,816
			C ₃ H ₈	0,657
			i-n C ₄ H ₁₀	0,287
			i-n C ₅ H ₁₂	0,044
			H ₂	4,9
			Powietrze	91,43
dolomit główny	1868,0–1868,2	degazacja rdzenia	CH ₄	2,027
			C ₂ H ₆	0,983
			C ₃ H ₈	0,56
			i-n C ₄ H ₁₀	0,385
			i-n C ₅ H ₁₂	0,245
			H ₂	1,3
			Powietrze	94,5
dolomit główny	1871,2–1871,3	degazacja rdzenia	CH ₄	1,148
			C ₂ H ₆	0,667
			C ₃ H ₈	0,472
			i-n C ₄ H ₁₀	0,365
			i-n C ₅ H ₁₂	0,068
			H ₂	0,7
			Powietrze	96,58
dolomit główny	1765,1–1854,5	pr. rurowy złoża KII-2-146 w trakcie wiercenia	CH ₄	7,909
			C ₂ H ₆	1,506
			C ₃ H ₈	0,92
			i-n C ₄ H ₁₀	0,54
			i-n C ₅ H ₁₂	0,103
			C ₆ H ₁₄	0,022
			CO ₂	1,4
			O ₂	0,6
			N ₂	87
dolomit główny	1765,1–1854,5	pr. rurowy złoża KII-2-146 w trakcie wiercenia	CH ₄	10,5
			C ₂ H ₆	1,934
			C ₃ H ₈	1,018
			i-n C ₄ H ₁₀	0,607
			i-n C ₅ H ₁₂	0,113
			C ₆ H ₁₄	0,028
			CO ₂	0,6
			O ₂	0,2
			N ₂	85
dolomit główny	1818,0–1829,0 1840,0–1863,0	perforacja po zakończeniu wiercenia	CH ₄	13,27
			C ₂ H ₆	4,008
			C ₃ H ₈	3,037
			i-n C ₄ H ₁₀	2,155
			i-n C ₅ H ₁₂	0,592
			C ₆ H ₁₄	0,133
			CO ₂	1,8
			O ₂	0,6
			N ₂	74,4
dolomit główny	1818,0–1829,0 1840,0–1863,0	perforacja po zakończeniu wiercenia	CH ₄	13,2
			C ₂ H ₆	3,95
			C ₃ H ₈	2,2
			i-n C ₄ H ₁₀	1,45
			i-n C ₅ H ₁₂	0,5
			C ₆ H ₁₄	0,1

			CO ₂	0,6
dolomit główny	brak danych	brak danych	CH ₄	13,95
			C ₂ H ₆	3,3
			C ₃ H ₈	1,8
			i-n C ₄ H ₁₀	0,3-0,58
			i-n C ₅ H ₁₂	0,78
			C ₆ H ₁₄	0,29
			CO ₂	0,8
			O ₂	0,075
			N ₂	77,67
			H ₂ S	0,3
			He	0,606
			H ₂	0,101
dolomit główny	1818,0–1830,0	reperforacja (2010 r.)	CH ₄	14,22
			C ₂ H ₆	3,13
			C ₃ H ₈	1,636
			i-n C ₄ H ₁₀	0,2802-0,5358
			i-n C ₅ H ₁₂	0,0033-0,1817
			C ₆ H ₁₄	0,1007
			CO ₂	1,137
			N ₂	76,85
			H ₂ S	1,645
			He	0,048

Tab. 5.61. Wyniki analiz gazu w otworze Żakowo 1 (Piela i in., 1968 oraz Płachta, 2011).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
dolomit główny	1818,0–1886,0	silny zapach bitumiczny
	1865,5–1880,6	gazolina obserwowana na powierzchni rdzeni
	1854,5	silne zgazowanie płuczki

Tab. 5.62. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia w otworze Żakowo1 (Piela i in., 1968).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
interwał anhydrit główny – dolomit główny	1765,1–1854,5	pr. rurowy złoża KII-2-146 w trakcie wiercenia	gaz niepalny i 1,46 m ³ solanki z 0,43% bitumi- nów	temp. = 64,5°C ciśn. zł. = 219 atn Q _{pot} = 930 m ³ /d
anhydrit dolny	2183,3–2195,5	pr. rurowy złoża KII- 2-146 w trakcie wiercenia	6,1 m ³ solanki bez bituminów	temp. = 73°C ciśn. zł. = 222 atn Q _{pot} = 472,5 m ³ /d
dolomit główny	1818,0–1829,0 1840,0–1863,0	perforacja po zakończeniu wiercenia, kwasowanie	erupcja gazu z max. ciśn. = 170 atn, kwasowanie	temp. na gł. = 27°C temp. na sp. = 65°C ciśn. st. gł. = 175 atn ciśn. st. den. = 213 atn ciśn. dyn. den. = 210–189 atn V _{abs} = 128 Nm ³ /min
dolomit główny	1818,0–1830,0	reperforacja (2010 r.), kwasowanie	gaz	temp. na gł. = 293K temp. na sp. = 343K ciśn. st. gł. = 17 MPa ciśn. st. den. = 21 MPa V _{abs} = 173 Nm ³ /min

Tab. 5.63. Rezultaty prób złożowych w otworze Żakowo 1 (Piela i in., 1968 oraz Płachta, 2011).

5.18. ŻAKOWO 2

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

1830,2 m

Rok zakończenia wiercenia: 1969**Rdzenie:** brak**Stratygrafia (CBDG, 2023):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	267,5	kenozoik
267,5	1635,0	trias
1635,0	1830,2	perm
1635,0	1650,0	terygeniczna stropowa seria PZt
1650,0	1661,0	sól kam. najmłodsza Na4a
1661,0	1665,0	il solny czerwony dolny T4a
1665,0	1738,0	sól kam. młodsza Na3
1738,0	1765,0	anhydryt główny A3
1765,0	1767,0	szary il solny T3
1767,0	1770,0	anhydryt kryjący A2r
1770,0	1795,0	sól kamienna starsza Na2
1795,0	1805,0	anhydryt podstawowy A2
1805,0	1830,2	dolomit główny Ca2

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Żakowo 2 (Obuch i Stępińska, 1970) znajdują się opisy rdzeni i próbek okrucowych, a także wyniki analiz fizyczno-chemicznych 8 próbek z triasu (pstrego piaskowca) z interwału 1164,55–1171,15 m oraz 4 próbek z dolomitu głównego z interwału 1806,65–1825,05 m wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności, zasolenia i zawartości bituminów (Tab. 5.64). Ponadto zestawiono wyniki 1 analiz gazu z interwału

sperforowanego w dolomicie głównym i anhydrycie podstawowym (Tab. 5.65).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 2 (Obuch i Stępińska, 1970) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 1–1827 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 35–1827 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 1–1827 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 35–1827 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 35–1653 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 35–1827 m;
- PTc: profilowanie temperatury po cementowaniu: 31–1530 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia, próby złożowe i wyniki rekonstrukcji otworu: Tab. 5.66–5.67.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Obuch B., Stępińska J. 1970. Dokumentacja wynikowa wiercenia Żakowo 2. Inw. 106048, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
trias	8	7,71–13,62 (10,87)	0,0334–1,3723 (0,3312)	ślady
dolomit główny	4	1,22–10,81 (6,39)	b. słaba–0,6307 (0,2724)	0,0035–0,017 (0,0086)

Tab. 5.64. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 1164,55–1171,15 m i 1806,65–1825,05 m w otworze Żakowo 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Obuch i Stępińska, 1970).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1804,7–1829,7	gaz pobrany z głowicy eksploatacyjnej	CH ₄	15,41
			C ₂ H ₆	4,37
			C ₃ H ₈	2,12
			i C ₄ H ₁₀	0,39
			n C ₄ H ₁₀	0,78
			i C ₅ H ₁₂	0,32

			n C ₅ H ₁₂	0,29
			C ₆ H ₁₄	ślady
			CO ₂	0,74
			N ₂	75,58

Tab. 5.65. Wyniki analizy gazu (w czystym gazie) w otworze Żakowo 2 (Obuch i Stępińska, 1970).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
dolomit główny	1806,6–1830,2	zanik płuczki ok. 30 m ³ w ciągu 3 dni
	1805,0–1830,2	objawy gazu w rdzeniu
		zgazowanie i wyrzucanie płuczki w trakcie zapuszczania rurek syfonowych

Tab. 5.66. Objawy węglowodorów w otworze Żakowo 2 (Obuch i Stępińska, 1970).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
anhydrit podstawowy, dolomit główny	1804,7–1829,7	zarurowanie, perforacja, cementacja, zwiercanie, płukanie, kwasowanie, syfonowanie	gaz palny suchy	temp. na gł. = 278K temp. na sp. = 338K ciśn. st. gł. = 181 atm ciśn. st. den. = 223 ata ciśn. dyn. den. = 190,34–216,76 ata V _{abs} = 109 Nm ³ /min

Tab. 5.67. Rezultaty prób złożowych w otworze Żakowo 2 (Obuch i Stępińska, 1970).

5.19. ŻAKOWO 3

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:
2298,5 m

Rok zakończenia wiercenia: 1970

Rdzenie: 5 skrzynek, 2202,8–2208,8 m, Archiwum rdzeni wiertniczych w Michałowie;
11 skrzynek, 2208,8–2298,5 m, Centralny Magazyn Rdzeni w Chmielniku.

Stratygrafia (CBDG, 2023):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	270,0	kenozoik
270,0	1663,0	trias
1663,0	2236,0	perm
1663,0	1677,0	terygeniczna stropowa seria PZt
1677,0	1689,0	sól kam. najmłodsza Na4a
1689,0	1694,0	il solny czerwony dolny T4a
1694,0	1786,0	sól kam. młodsza Na3
1786,0	1807,0	anhydrit główny A3
1807,0	1810,0	szary il solny T3
1810,0	1813,0	anhydrit kryjący A2r
1813,0	1842,0	sól kamienna starsza Na2
1842,0	1849,0	anhydrit podstawowy A2
1849,0	1910,0	dolomit główny Ca2
1910,0	1935,0	anhydrit górny A1g
1935,0	2137,0	sól kam. najstarsza grn. Na1g
2137,0	2147,0	anhydrit środkowy A1s
2147,0	2155,0	sól kam. najstarsza dln. Na1d

2155,0	2207,0	anhydrit dolny A1d
2207,0	2210,0	wapień cechsztyński Ca1
2210,0	2236,0	czerwony spągowiec górny
2236,0	2298,5	karbon

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Żakowo 3 (Żołnierczuk i Stępińska, 1971) znajdują się opisy rdzeni i próbek okruszowych, a także wyniki analiz fizyczno-chemicznych 26 próbek z dolomitu głównego z interwału 1854,45–1906,55 m oraz 10 próbek z wapienia cechsztyńskiego i czerwonego spągowca z interwału 2209,25–2222,75 m wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności, zasolenia, zawartości bituminów i własności ekstraktu (Tab. 5.68). Ponadto zestawiono wyniki 1 analiz gazu z dolomitu głównego oraz 4 analizy wody z dolomitu głównego i czerwonego spągowca i ich otoczenia (Tab. 5.69–5.70). W dokumentacji znajdują się również analizy petrograficzne 7 próbek (6 z dolomitu głównego i 1 z karbonu) i wstępne orzeczenie palinologiczne 2 próbek z karbonu.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 3 (Żołnierczuk i Stępińska, 1971) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG są dostępne pliki LAS):

- mPO: mikroprofilowania oporności: 344–1656 m;
- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 2100–2227,5 m;
- PA: profilowanie akustyczne: 245–1853 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 4–2298 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–2275 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 5–2298 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 30,5–2289 m;
- PO: profilowanie oporności EL03: 29–2296 m;
- POr: profilowanie oporności sterowane: 1600–2275 m;
- PSr: prof. średnicy otworu: 27–2295 m;

- PT: profilowanie temp.: 70–1700 m.

Pomiary średnich prędkości w otworze Żakowo 3 (Burchat i Jeleń, 1970) obejmują (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie VS, Tx2: 20–2200 m;
- profilowanie VS, TW: 20–2200 m;
- profilowanie VS, Tr PW1: 100–2200 m;
- profilowanie VS, Tr PO: 100–2200 m;
- profilowanie VS, DT VSP: 20–2200 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia, próby złożowe i wyniki rekonstrukcji otworu: Tab. 5.71–5.72.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Żołnierczuk A., Stępińska J. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu parametryczno-strukturalnego Żakowo 3. Inw. 110774, CAG PIG, Warszawa.
- Burchat B., Jeleń P. 1970. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Żakowo 3. ŻS VS, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
dolomit główny	26	0,21–12,09 (2,69)	000044–0,4006 (0,1194)	0,01–0,0713 (0,029)
wapień cechsztyński?– czerwony spągowiec	10	0,96–7,45 (4,35)	0,1213–2,4412 (0,09376)	0,0073–0,0298 (0,01834)

Tab. 5.68. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 1854,95–1906,55 m i 2209,25–2222,75 w otworze Żakowo 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Żołnierczuk i Stępińska, 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1846,5–1864,2	próbka z ostatniego pasa obciążnika z oprobrowania próbnikiem złoża	Cl ⁻	163,1160
			HCO ₃ ⁻	0,7808
			SiO ₃ ²⁻	14,2360
			SO ₄ ²⁻	4,8513
			Al/Fe ³⁺	6,0484
			Ca ²⁺	6,1502
			Mg ²⁺	0,8426
			Na/K ⁺	92,2864
			pH	6,9
			mineralizacja	314,6
dolomit główny	1866,6–1886,0	próbka z ostatniego pasa przewodu z gł. 1735,0	Cl ⁻	8,5104
			HCO ₃ ⁻	0,3172
			SiO ₃ ²⁻	4,7560
			SO ₄ ²⁻	2,7442
			Al/Fe ³⁺	1,6029
			Ca ²⁺	0,1984
			Mg ²⁺	0,0602

interwał anhydryt dolny–czerwony spągowiec górny	2201,4–2228,3	próbka z ostatniego pasa obciążnika z opróbowania próbnikiem złoża	Na/K ⁺	4,6316
			pH	10,2
			mineralizacja	24,2
			Cl ⁻	179,7120
			HCO ₃ ⁻	0,1220
			SiO ₃ ²⁻	1,2960
			SO ₄ ²⁻	1,9935
			Al/Fe ³⁺	1,1022
			Ca ²⁺	31,5439
			Mg ²⁺	0,3611
			Na/K ⁺	79,3099
			pH	5,9
dolomit główny	1853,5–1862,0	testy produkcyjne, syfonowanie	mineralizacja	301,4
			Cl ⁻	173,7540
			HCO ₃ ⁻	0,8052
			Ca ²⁺	15,0789
			Mg ²⁺	1,8659
			pH	5,9

Tab. 5.69. Wyniki analiz wody w otworze Żakowo 3 (Żołnierczuk i Stępińska, 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
dolomit główny	1846,5–1864,2	z głowicy eksploatacyjnej	CH ₄	5,96
			C ₂ H ₆	6,45
			C ₃ H ₈	5,05
			C ₄ H ₁₀	3,71
			C ₅ H ₁₂	1,83
			N ₂	77,00

Tab. 5.70. Wyniki analizy gazu (w mieszaninie z powietrzem) w otworze Żakowo 3 (Żołnierczuk i Stępińska, 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
trias	1486,0	zanik płuczki 18 m ³ /24 h
trias	1508,0	zanik płuczki 8 m ³ /24 h
trias	1536,0	zanik płuczki 6 m ³ /24 h
dolomit główny	1854,2	zanik płuczki 2–10 m ³ /24 h podczas przerabiania i płukania otworu
dolomit główny	1864,2	zgazowanie i spienienie płuczki podczas płukania otworu
dolomit główny	1850,0–1860,0	objawy gazu na rdzeniach
dolomit główny	1864,2–1870,0	zapach siarkowodoru w rdzeniach
dolomit główny	1870,0–1879,0	zapach bituminów w rdzeniach
dolomit główny	1879,0–1884,5	słaby zapach bituminów w rdzeniach
dolomit główny	1894,2–1906,5	silny zapach bituminów w rdzeniach

Tab. 5.71. Objawy węglowodorów w otworze Żakowo 3 (Żołnierczuk i Stępińska, 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1846,5–1864,2	próbnik złoża	powietrze z niewielką ilością gazu palnego, 0,32 m ³ solanki	temp. = 71 °C ciśn. zł. = 237 atm Q _{pot} = 0,216 m ³ /d
dolomit główny	1866,6–1886,0	próbnik złoża	solanka	ciśn. zł. = 196 atm
interwał anhydryt dolny–czerwony spągowiec górny	2201,4–2228,3	próbnik złoża	930 l solanki	
dolomit główny	1853,5–1862,0	syfonowanie	test produkcji	ciśn. st. gł. = 171,4 atn ciśn. st. den. = 212 atn V _{abs} = 11,5 Nm ³ /min

Tab. 5.72. Rezultaty prób złożowych w otworze Żakowo 3 (Żołnierczuk i Stępińska, 1971).

5.20. ŻAKOWO 4

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2232,5 m

Rok zakończenia wiercenia: 1969**Rdzenie:** 10 skrzynek, 2191,0–2202,7 m, Archiwum rdzeni wiertniczych w Michałowie.**Stratygrafia (CBDG, 2023):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	273,0	kenozoik
273,0	1663,5	trias
1663,5	2226,0	perm
1663,5	1678,0	terygeniczna stropowa seria PZt
1678,0	1688,5	sól kam. najmłodsza Na4a
1688,5	1692,0	anhydryt pegmatytowy dln. A4a1 ił solny czerwony dolny T4a
1692,0	1787,0	sól kam. młodsza Na3
1787,0	1805,5	anhydryt główny A3
1805,5	1808,0	szary ił solny T3
1808,0	1811,5	anhydryt kryjący A2r
1811,5	1831,0	sól kamienna starsza Na2
1831,0	1840,0	anhydryt podstawowy A2
1840,0	1907,0	dolomit główny Ca2
1907,0	1929,0	anhydryt górny A1g
1929,0	2137,0	sól kam. najstarsza grn. Na1g
2137,0	2145,0	anhydryt środkowy A1s
2145,0	2150,0	sól kam. najstarsza dln. Na1d
2150,0	2175,5	anhydryt dolny A1d
2175,5	2197,0	wapień cechsztyński Ca1
2197,0	2199,5	łupka miedzionośny T1
2199,5	2226,0	czerwony spągowiec
2226,0	2232,5	karbon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Żakowo 4 (Krzyżanowski, 1971) znajdują się opisy rdzeni i próbek okruchowych, a także wyniki analiz fizyczno-chemicznych 11 próbek z triasu z interwału 572,55–1539,65 m, 28 próbek dolomitu głównego z interwału 1840,55–1903,65 m oraz 17 próbek z czerwonego spągowca i jego nadkładu z interwału 2196,45–2217,95 m wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności, zasolenia i zawartości bituminów (Tab. 5.73). Ponadto zestawiono wyniki analiz wód z 6 próbek z dolomitu głównego i czerwonego spągowca oraz ich otoczenia i 1 analiz gazu z dolomitu

głównego (Tab. 5.74–5.75). W dokumentacji znajdują się również analizy petrograficzne 32 próbek (25 z dolomitu głównego, 4 próbek z łupka miedzionośnego i czerwonego spągowca i 3 z karbonu) i wstępne orzeczenie palinologiczne 2 próbek z karbonu.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 4 (Krzyżanowski, 1971) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPO: mikroprofilowania oporności: 327,5–1641 m;
- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 1837–1901 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 3–2230 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–2225 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 3–2230 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 33–2230 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 328–2230 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 33–2230 m;
- PT: profilowanie temperatury: 12–1795 m.

Pomiarów prędkości średnich w otworze nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia, próby złożowe i wyniki rekonstrukcji otworu: Tab. 5.76–5.77.**Dokumentacje NAG PIG-PIB:**

- Krzyżanowski S. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu parametryczno-strukturalnego Żakowo 4. Inw. 110669, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]
trias	11	2,47–22,35 (11,64)	b. słaba–0,3351 (0,1094)	ślady–0,0068
dolomit główny	28	0,44–33,87 (5,89)	0,0123–1,9356 (0,4019)	0,0063–0,0813 (0,0277)
wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	17	4,84–19,7 (9,11)	0,0203–19,132 (2,9645)	ślady–0,0112

Tab. 5.73. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 572,55–1539,65 m, 1840,55–1903,65 m i 2196,45–2217,95 m w otworze Żakowo 4 na podstawie dokumentacji wynikowej (Krzyżanowski, 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1837,0–1876,0	w czasie wytłaczania kompresorem	Cl ⁻	109,9260
			HCO ₃ ⁻	0,244
			SiO ₃ ²⁻	0,0760
			SO ₄ ²⁻	0,0411
			Al/Fe ³⁺	0,6392
			Ca ²⁺	8,6841
			Mg ²⁺	2,5098
			Na/K ⁺	55,9493
			pH	4
			mineralizacja	179,1
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1837,0–1907,2	z pasa obciążników w czasie wyciągania próbника	Cl ⁻	149,6412
			HCO ₃ ⁻	0,4270
			SiO ₃ ²⁻	0,4077
			SO ₄ ²⁻	0,1399
			Al/Fe ³⁺	0,3567
			Ca ²⁺	11,3747
			Mg ²⁺	1,0040
			Na/K ⁺	82,1334
			pH	5
			mineralizacja	248,2
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1837,0–1907,2	z próbника	Cl ⁻	161,6976
			HCO ₃ ⁻	0,4026
			SiO ₃ ²⁻	0,1114
			SO ₄ ²⁻	0,1872
			Al/Fe ³⁺	0,0881
			Ca ²⁺	12,2020
			Mg ²⁺	1,6313
			Na/K ⁺	98,7983
			pH	5
			mineralizacja	278,3
wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	2190,3–2214,5	z obciążnika w czasie wyciągania próbника złoża	Cl ⁻	189,9564
			HCO ₃ ⁻	0,2318
			SiO ₃ ²⁻	0,1773
			SO ₄ ²⁻	0,8272
			Al/Fe ³⁺	0,4952
			Ca ²⁺	19,6080
			Mg ²⁺	2,0640
			Na/K ⁺	96,7726
			pH	5,9
			mineralizacja	315,0
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1837,0–1875,0	podczas wytłaczania płynu z otworu przy pomocy kompresora	Cl ⁻	173,0448
			HCO ₃ ⁻	1,8544
			SiO ₃ ²⁻	1,0760
			SO ₄ ²⁻	0,4658

			Al/Fe ³⁺	4,1656
			Ca ²⁺	39,6790
			Mg ²⁺	3,1299
			Na/K ⁺	56,5506
			pH	7,2
			mineralizacja	292,6
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1837,0–1875,0	podczas wytłaczania płynu z otworu przy pomocy kompresora	Cl ⁻	137,5848
			HCO ₃ ⁻	0,6832
			SiO ₃ ²⁻	0,4800
			SO ₄ ²⁻	0,6848
			Al/Fe ³⁺	4,0425
			Ca ²⁺	19,2444
			Mg ²⁺	1,5629
			Na/K ⁺	60,0701
			pH	6,7
			mineralizacja	265,4

Tab. 5.74. Wyniki analiz wody w otworze Żakowo 4 (Krzyżanowski, 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
sól kamienna starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny	1827,5–1907,2	próbnik złoża	CH ₄	0,47
			C ₂ H ₆	1,35
			C ₃ H ₈	1,38
			CO ₂	18,0
			N ₂	78,8

Tab. 5.75. Wyniki analizy gazu (w mieszaninie z powietrzem) w otworze Żakowo 4 (Krzyżanowski, 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
dolomit główny	1840,0–1902,2	silny zapach bitumiczny

Tab. 5.76. Objawy węglowodorów w otworze Żakowo 4 (Krzyżanowski, 1971).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przyływ	Parametry
dolomit główny	1840,0–1860,0	kwasowanie, syfonowanie	2 m ³ płynu/solanki	ciśn. max. 60 atn
sól kamienna starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny	1832,4–1907,1 1827,5–1907,2 1828,0–1907,2	3 próbniki złoża	každorazowo kilkaset l płynu i gazu niepalnego	ciśn. zł. = 204,5 atn
wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec	2190,3–2214,5	próbnik złoża	4,8 m ³ solanki / 35 min bez bituminów	Q = 4,8 m ³
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1837,0–1875,0	syfonowanie	niewielki przyływ zgazowanego płynu	P _{max} = 5 atn Q = 8,5 m ³

Tab. 5.77. Rezultaty prób złożowych w otworze Żakowo 4 (Krzyżanowski, 1971).

5.21. ŻAKOWO 5

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

1830,7 m

Rok zakończenia wiercenia: 1973**Rdzenie:** brak**Stratygrafia (CBDG, 2023):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	265,0	kenozoik
265,0	1628,5	trias
1628,5	1830,7	perm
1628,5	1644,5	terygeniczna stropowa seria PZt
1644,5	1671,0	sól kam. najmłodsza Na4a
1671,0	1676,5	il solny czerwony dolny T4a
1676,5	1761,0	sól kamienna młodsza Na3
1761,0	1776,5	anhydryt główny A3
1776,5	1778,5	szary il solny T3
1778,5	1780,5	anhydryt kryjący A2r
1780,5	1797,5	sól kamienna starsza Na2
1797,5	1804,5	anhydryt podstawowy A2
1804,5	1830,7	dolomit główny Ca2

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Żakowo 5 (Kalbarczyk i Haase, 1973) znajdują się opisy rdzeni i próbek okrucowych, a także wyniki analiz fizyczno-chemicznych 113 próbek z dolomitu głównego wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności, zasolenia, zawartości bituminów, zawartości wody i ciężaru objętościowego (Tab. 5.78). Ponadto zestawiono wyniki analiz gazu z 3 próbek (Tab. 5.79) oraz przedyskutowano wyniki analiz petrograficznych 18 próbek z dolomitu głównego.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 5 (Kalbarczyk i Haase, 1973) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 18–1825 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe: 20–301 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–1825 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 18–1825 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 24–1825 m;
- P Ost: profilowanie oporności sterowane: 1500–1825 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych: 24–1825 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu: 33–2230 m;
- PT: profilowanie temperatury: 12–1795 m.

Pomiarów prędkości średnich w otworze nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia, próby złożowe i wyniki rekonstrukcji otworu: Tab. 5.80–5.81.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Kalbarczyk R., Haase M. 1973. Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 5. Inw. 120610, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)	Ciężar obj. min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]	[g/cm ³]
dolomit główny	113	0,08–8,08 (2,17)	0–0,700 (0,096)	0,0019–0,104 (0,0234)	2,32–2,95 (2,68)

Tab. 5.78. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwału 1804,55–1827,85 m w otworze Żakowo 5 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kalbarczyk i Haase, 1973).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
dolomit główny	1804,5–1830,7	próbka gazu z głowicy eksploatacyjnej dostarczona w nieszczelnym pojemniku	CH ₄ +	~1
			powietrze	~96
			N ₂	~3

dolomit główny	1804,5–1830,7	próbka gazu z głowicy eksploatacyjnej po syfonowaniu dostarczona w nieszczelnym pojemniku	CH ₄	7,799
			C ₂ H ₆	4,168
			C ₃ H ₈	3,271
			i-C ₄ H ₁₀	0,524
			n-C ₄ H ₁₀	0,971
			i-C ₅ H ₁₂	0,352
			n-C ₅ H ₁₂	0,262
			i-C ₆ H ₁₄	0,147
			n-C ₆ H ₁₄	0,068
			N ₂	77,812
			H ₂	0,067
			He	+
			CO	1,650
			CO ₂	1,100
			H ₂ S	1,750
dolomit główny	1804,5–1830,7	próbka gazu z głowicy eksploatacyjnej po syfonowaniu dostarczona w nieszczelnym pojemniku	CH ₄	8,256
			C ₂ H ₆	4,412
			C ₃ H ₈	3,462
			i-C ₄ H ₁₀	0,554
			n-C ₄ H ₁₀	1,027
			i-C ₅ H ₁₂	0,373
			n-C ₅ H ₁₂	0,278
			i-C ₆ H ₁₄	0,155
			n-C ₆ H ₁₄	0,072
			N ₂	76,836
			H ₂	0,072
			He	+
			CO	1,645
			CO ₂	1,050
			H ₂ S	1,745

Tab. 5.79. Wyniki analizy gazu (w mieszaninie z powietrzem) w otworze Żakowo 5 (Kalbarczyk i Haase, 1973).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
dolomit główny	1804,5–1830,7	silny zapach gazu ziemnego i siarkowodoru w rdzeniach

Tab. 5.80. Objawy węglowodorów w otworze Żakowo 5 (Kalbarczyk i Haase, 1973).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przyływ	Parametry
dolomit główny	1804,5–1825,5	syfonowanie, próbnik złoża, w trakcie wiercenia	brak produkcji, otwór po zabiegach syfonowania oddał łącznie 5500 l płynu	
dolomit główny	1804,5–1830,7	syfonowanie, I kwasowanie, po zakończeniu wiercenia	brak produkcji, wtłoczono 8 m ³ cieczy kwasującej	
dolomit główny	1804,5–1830,7	II kwasowanie, po zakończeniu wiercenia	brak produkcji, wtłoczono 23 m ³ cieczy kwasującej	
dolomit główny	1804,5–1830,7	syfonowanie, III kwasowanie, po zakończeniu wiercenia	po syfonowaniu przyływ gazu suchego, mgły z gazem, wody złożowej, wtłoczono 60 m ³ cieczy kwasującej	Pg = 156,1 atm na zwężce 2 mm
dolomit główny	1804,5–1830,7	syfonowanie, po zakończeniu wiercenia	słaby przyływ gazu, mgły i cieczy	V = <5 Nm ³ /min

Tab. 5.81. Rezultaty prób złożowych w otworze Żakowo 5 (Kalbarczyk i Haase, 1973).

5.22. ŻAKOWO 6

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

2216,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1973**Rdzenie:** brak**Stratygrafia (CBDG, 2023):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	255,0	kenozoik
255,0	1646,0	trias
1646,0	2190,0	perm
1646,0	1662,5	<i>teryogeniczna stropowa seria PZt</i>
1662,5	1675,0	<i>sól kam. najmłodsza Na4a</i>
1675,0	1678,5	<i>ił solny czerwony dolny T4a</i>
1678,5	1750,0	<i>sól kamienna młodsza Na3</i>
1750,0	1771,0	<i>anhydryt główny A3</i>
1771,0	1773,5	<i>szary ił solny T3</i>
1773,5	1776,0	<i>anhydryt kryjący A2r</i>
1776,0	1805,0	<i>sól kamienna starsza Na2</i>
1805,0	1813,5	<i>anhydryt podstawowy A2</i>
1813,5	1872,5	<i>dolomit główny Ca2</i>
1872,5	1896,5	<i>anhydryt górny A1g</i>
1896,5	2082,5	<i>sól kam. najstarsza górna Na1g</i>
2082,5	2101,0	<i>anhydryt środkowy A1s</i>
2101,0	2106,5	<i>sól kam. najstarsza dolna Na1d</i>
2106,5	2149,0	<i>anhydryt dolny A1d</i>
2149,0	2154,0	<i>wapień cechsztyński Ca1</i> <i>łupek miedzionośny T1</i>
2154,0	2190,0	<i>czerwony spągowiec górny</i>
2190,0	2216,0	karbon

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Żakowo 6 (Kalbarczyk i Haase, 1974) znajdują się opisy rdzeni i próbek okrucowych, a także wyniki analiz fizyczno-chemicznych 100 próbek z dolomitu głównego i czerwonego spągowca wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności, zasolenia, zawartości bituminów, zawartości wody i ciężaru objętościowego (Tab. 5.82). Ponadto zestawiono wyniki analiz płynów z 3 próbek (Tab. 5.83) oraz analiz 6 próbek gazu (Tab. 5.84).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 6 (Kalbarczyk i Haase, 1974) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 2100–2166 m;
- PA: profilowanie akustyczne: 1800–1830 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 33–2200 m;
- PGaz: profilowanie gazowe ciągłe: 1863–2203 m;
- PGaz: profilowanie gazowe obiegowe: 1863–2200 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe (GGDN): 10–290 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 20–2200 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 33–2200 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 21,5–2195 m;
- POrt: profilowanie oporności sterowane: 1809–2195 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 21,5–1830 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALLI): 21,5–2195 m;
- PT: profilowanie temperatury (TEMP): 12–1782 m.

Pomiarów prędkości średnich w otworze nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia, próby złożowe i wyniki rekonstrukcji otworu: Tab. 5.85–5.86.**Dokumentacje NAG PIG-PIB:**

- Kalbarczyk R., Haase M. 1974. Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 6. Inw. 118978, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)	Zasolenie min-max (średnia)
		[%]	[mdcy]	[%]	[%]
dolomit główny	56	0–11,6 (2,06)	0–2,153 (0,224)	0,011–0,082 (0,034)	0,011–0,443 (0,0178)
czerwony spągowiec górny	44	3,27–29,77 (8,74)	0–52,610 (3,212)	0,005–0,077 (0,018)	0,023–1,236 (0,512)

Tab. 5.82. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 1817,45–1870,75 m i 2165,05–2187,05 m w otworze Żakowo 6 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kalbarczyk i Haase, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	g/l
dolomit główny	1844,0–1863,0	próbka wody z próbnika złoża KII-95, w trakcie wiercenia	Cl ⁻	173,0302
			Ca ²⁺	41,3626
			Mg ²⁺	5,6422
			pH	4,7
			ciężar właściwy	1,244 g/cm ³
anhydrit dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec górny	2145,0–2171,0	próbka wody z obciążników nad próbnikiem złoża KII-95, w trakcie wiercenia	Cl ⁻	187,0357
			Ca ²⁺	35,2704
			Mg ²⁺	2,4320
			pH	5,5
			mineralizacja	307,3
dolomit główny	1838,0–1845,0	próbka filtratu z obciążników nad próbnikiem złoża z płuczki nad próbnikiem	Cl ⁻	182,115
			HCO ₃ ⁻	1,2204
			SO ₄ ²⁻	1,6960
			Ca ²⁺	1,9238
			Mg ²⁺	0,0973
			pH	5,5
			ciężar właściwy	1,235 g/cm ³

Tab. 5.83. Wyniki analiz plynów w otworze Żakowo 6 (Kalbarczyk i Haase, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Składniki	[% obj.]
dolomit główny	1818,0	próbka z rur po erupcji gazu	CH ₄	9,9721
			C ₂ H ₆	4,4243
			C ₃ H ₈	2,3096
			i-C ₄ H ₁₀	0,4115
			n-C ₄ H ₁₀	0,8000
			i-C ₅ H ₁₂	0,2816
			n-C ₅ H ₁₂	0,2437
			i-C ₆ H ₁₄	0,1519
			n-C ₆ H ₁₄	0,0812
			N ₂	74,6175
			H ₂	0,0049
			He	0,0181
			CO	2,2842
			CO ₂	2,6119
			H ₂ S	1,6719
anhydrit podstawowy, dolomit główny	1808,0–1835,0	próbka z rurek syfonowych	CH ₄	9,0949
			C ₂ H ₆	4,1669
			C ₃ H ₈	2,0203
			i-C ₄ H ₁₀	0,3628
			n-C ₄ H ₁₀	0,6590
			i-C ₅ H ₁₂	0,2272
			n-C ₅ H ₁₂	0,1779
			N ₂	76,2196
			H ₂	0,0294
			He	0,0179
			CO	3,0895

			CO ₂	2,4728
			H ₂ S	1,2611
dolomit główny	1838,0–1845,0	próba z próbnika złoża z płuczki nad próbnikiem	CH ₄	9,9556
			C ₂ H ₆	3,854
			C ₃ H ₈	1,628
			i-C ₄ H ₁₀	0,179
			n-C ₄ H ₁₀	0,411
			i-C ₅ H ₁₂	0,088
			n-C ₅ H ₁₂	0,065
			i-C ₆ H ₁₄	0,046
			n-C ₆ H ₁₄	0,033
			N ₂	81,642
			H ₂	0,004
			He	0,018
			CO	1,093
			CO ₂	1,344
			CH ₄	75,38
			C ₂ H ₆	0,057
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec górny	2145,0–2171,0	próba z próbnika złoża z obciążników nad próbnikiem	C ₃ H ₈	0,106
			i-C ₄ H ₁₀	0,009
			n-C ₄ H ₁₀	0,047
			i-C ₅ H ₁₂	0,005
			n-C ₅ H ₁₂	0,006
			i-C ₆ H ₁₄	0,007
			n-C ₆ H ₁₄	0,003
			N ₂	17,399
			H ₂	1,923
			He	0,116
			CO	0,117
			CO ₂	1,899
			CH ₄	14,2596
			C ₂ H ₆	4,4895
dolomit główny	1813,5–1830,0	próbka z rurek syfonowych	C ₃ H ₈	2,0536
			i-C ₄ H ₁₀	0,3972
			n-C ₄ H ₁₀	0,7164
			i-C ₅ H ₁₂	0,2917
			n-C ₅ H ₁₂	0,2147
			i-C ₆ H ₁₄	0,1088
			n-C ₆ H ₁₄	0,0507
			N ₂	70,0729
			H ₂	0,2578
			He	0,0289
			CO	1,4692
			CO ₂	4,8184
			H ₂ S	0,7226
			CH ₄	14,516
dolomit główny	1813,5–1830,0	próbka z rurek syfonowych	C ₂ H ₆	5,381
			C ₃ H ₈	1,721
			i-C ₄ H ₁₀	0,453
			n-C ₄ H ₁₀	0,826
			i-C ₅ H ₁₂	0,258
			n-C ₅ H ₁₂	0,194
			i-C ₆ H ₁₄	0,084
			n-C ₆ H ₁₄	0,040
			N ₂	70,051
			H ₂	0,391
			He	0,038
			CO	1,182
			CO ₂	3,551
			H ₂ S	1,291

Tab. 5.84. Wyniki analizy gazu w otworze Żakowo 6 (Kalbarczyk i Haase, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
anhydryt podstawowy	1808,0–1812,0	zapach siarkowodoru w rdzeniach
dolomit główny	1824,0–1845,0	zapach bituminów i siarkowodoru w rdzeniach
dolomit główny	1818,0	wyrzut płuczki i erupcja gazu palnego $P = 185$ atm
dolomit główny	1818,0–1835,0	zgazowanie płuczki, samoczynny wypływ wody i gazu
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1805,0–1835,0	wzrost wskazań na aparaturze gazowej do 0,4% przy tle 0,1%

Tab. 5.85. Objawy węglowodorów w otworze Żakowo 6 (Kalbarczyk i Haase, 1974).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1808,0–1835,0	usunięcie płynu z otworu, syfonowanie, w trakcie wiercenia	przypływ gazu i mgły wodnej	$V = 183 \text{ Nm}^3/\text{min}$ $P_g = 177,9 \text{ atm}$ $P_d = 218,1 \text{ atm}$
dolomit główny	1838,0–1845,0	próbnik złoża KII-95, w trakcie wiercenia	przypływ 0,4 m ³ płuczki zgazowanej z nieszczelnego przewodu	$P_{zł} = 232,6 \text{ atm}$ na gł. 1843,0 m
dolomit główny	1844,0–1863,0	próbnik złoża KII-95, w trakcie wiercenia	przypływ płynu z zapachem siarkowodoru	$V = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{zł} \sim 225\text{--}235 \text{ atm}$
anhydryt dolny, wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec górny	2145,0–2171,0	próbnik złoża KII-95, w trakcie wiercenia	przypływ solanki słabo zgazowanej gazem palnym	$V = 1,9 \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{zł} = 238 \text{ atm}$
dolomit główny	1823,2–1830,0	syfonowanie, kwaso- wanie po zakończeniu wiercenia	przypływ gazu, mgły wodnej i płynu	$V_{abs.} = 410 \text{ Nm}^3/\text{min}$ $P_{gs} = 179,5 \text{ atm}$ $P_{ds} = 219,76 \text{ atm}$

Tab. 5.86. Rezultaty prób złożowych w otworze Żakowo 6 (Kalbarczyk i Haase, 1974).

5.23. ŻAKOWO 7

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:

1836,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974

Rdzenie: brak

Stratygrafia (CBDG, 2023):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	269,5	kenozoik
269,5	1653,0	trias
1653,0	1836,0	perm
1653,0	1677,5	teryogeniczna stropowa seria PZt
1677,5	1688,0	sól kam. najmłodsza Na4a
1688,0	1693,0	il solny czerwony dolny T4a
1693,0	1778,0	sól kamienna młodsza Na3
1778,0	1804,0	anhydryt główny A3
1804,0	1806,5	szary il solny T3
1806,5	1810,0	anhydryt kryjący A2r
1810,0	1830,0	sól kamienna starsza Na2
1830,0	1836,0	anhydryt podstawowy A2

Wyniki badań skał, objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby: W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Żakowo 7 (Kalbarczyk i in., 1974) znajduje się opis awarii, jaka nastąpiła podczas wiercenia na głębokości 1836,0 m – przechwycenie rur okładzinowych oraz ich prawdopodobne urwanie uniemożliwiające postęp wiercenia. W związku z tym w otworze nie wykonano prób złożowych, nie zaobserwowano też objawów węglowodorów. Nie wykonano też żadnych analiz uzyskanego materiału.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 7 (Kalbarczyk i in., 1974) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanej w następującym zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- mPO: mikroprofilowania oporności: 300–1686 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 6–1687 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 5–1675 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 6–1687 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 300–1686 m;
- POpl: profilowanie oporności płuczki: 300–1686 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 300–1686 m;

- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 1540–1686 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALLI): 300–1686 m;
- PT: profilowanie temperatury (TEMP): 0–248 m.

Pomiarów prędkości średnich w otworze nie wykonano.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Kalbarczyk R., Haase M., Liwosz A., Śliwiński J. 1974a. Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 7. Inw. 119225, CAG PIG, Warszawa.

5.24. ŻAKOWO 9

Głębokość otworu wg miary wiertniczej:
2300,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974

Rdzenie: brak

Stratygrafia (CBDG, 2023):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	269,0	kenozoik
269,0	1657,5	trias
1657,5	2300,0	perm
1657,5	1676,0	terygeniczna stropowa seria PZt
1676,0	1690,5	sól kam. najmłodsza Na4a
1690,5	1692,5	il solny czerwony dolny T4a
1692,5	1710,5	sól kamienna młodsza Na3
1710,5	1774,0	anhydryt główny A3
1774,0	1776,0	szary il solny T3
1776,0	1779,0	anhydryt kryjący A2r
1779,0	1797,0	sól kamienna starsza Na2
1797,0	1804,0	anhydryt podstawowy A2
1804,0	1867,0	dolomit główny Ca2
1867,0	1892,0	anhydryt górny A1g
1892,0	2108,5	sól kam. najstarsza górna Na1g
2108,5	2128,0	anhydryt środkowy A1s
2128,0	2134,0	sól kam. najstarsza dolna Na1d
2134,0	2164,5	anhydryt dolny A1d
2164,5	2169,0	wapień cechstyński Ca1 lupek miedzionośny T1
2169,0	2300,0	czerwony spągowiec górny

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Żakowo 9 (Kalbarczyk i in., 1974b) znajdują się opisy rdzeni i próbek okrucowych, analiza petrograficzna 58 szlifów z dolomitu głównego z i 4 szlifów z czerwono-

nego spągowca oraz wyniki analiz fizyczno-chemicznych rdzeni (Tab. 5.87)

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 9 (Kalbarczyk i in., 1974b) zawiera wyniki badań geofizycznych wykonanych w zakresie (w CBDG brak dla nich plików LAS):

- gPS: prof. gradientu potencjałów naturalnych: 296,5–1802 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności: 296,5–1608 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0–2292 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–2275 m;
- PNG: prof. neutron-gamma: 0–2292 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 5–2292 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 1580–2292 m;
- PSr: profilowanie średnicy: 5–2292 m;

Pomiarów prędkości średnich w otworze nie wykonano.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia, próby złożowe i wyniki rekonstrukcji otworu: Tab. 5.88–5.89.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Kalbarczyk R., Liwosz A., Śliwiński J. 1974b. Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 9. Inw. 120611, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Porowatość min-max (ilość prób/średnia)	Przepuszcz. min-max (ilość prób/średnia)	Zasolenie min-max (ilość prób/średnia)	Bituminy min-max (ilość prób/średnia)	Humidy min-max (ilość prób/średnia)
	[%]	[mdcy]	[%]	[%]	[%]
dolomit główny	0–32,99 (166/4,75)	0–14,53 (90/0,87)	0,045–4,808 (160/0,601)	0,006–0,853 (162/0,0285)	0,00015–0,0325 (148/0,000804)
wapień cechsztyński, łupek miedzionośny	0,15 (1/0,15)	0 (1/0)	0,045–0,193 (3/0,1097)	0,01–0,016 (3/0,013)	0,0005–0,00077 (3/0,000607)
czerwony spągowiec górny	0–6,47 (28/2,48)	0–0,280 (20/0,025)	0,051–0,508 (24/0,341)	0,006–0,033 (24/0,0121)	0,00045–0,0036 (21/0,000785)

Tab. 5.87. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 1805,05–1866,75 m, 2165,15–2166,55 m oraz 2170,55–2296,1 m w otworze Żakowo 9 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kalbarczyk i in., 1974b).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Objawy
dolomit główny	1805,0–1855,5	zapach bituminów i siarkowodoru w rdzeniach
dolomit główny	1855,5–1867,0	silny zapach siarkowodoru w rdzeniach

Tab. 5.88. Objawy węglowodorów w otworze Żakowo 9 (Kalbarczyk i in., 1974b).

Stratygrafia	Głębokość [m]	Metoda	Przypływ	Parametry
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1803,0–1849,5	próbnik rurowy złoża KII-95, w trakcie wiercenia; paker na gł. 1774,0 m	brak przypływu	nie określono
anhydryt podstawowy, dolomit główny	1803,0–1849,5	próbnik rurowy złoża KII-95, w trakcie wiercenia; paker na gł. 1783,0 m	minimalny przypływ gazu oraz 200 l płuczki i flitratu	nie określono
dolomit główny	1848,0–1855,5	próbnik rurowy złoża KII-95, w trakcie wiercenia; paker na gł. 1848,0 m	brak przypływu	nie określono

Tab. 5.89. Rezultaty prób złożowych w otworze Żakowo 9 (Kalbarczyk i in., 1974b).

6. SEJSMIKA

Region, na którym jest zlokalizowany obszar przetargowy Gostyń, od dawna znajduje się w sferze zainteresowań poszukiwawczych. Wykonano tutaj wiele badań sejsmicznych. Od lat 70-tych ubiegłego wieku pozyskano profile 2D, które utworzyły gęstą sieć danych uszczegółowioną dodatkowo przez pomiary 3D (Tab. 6.1–6.2; Fig. 6.1–6.2). Większość profili z lat 70-tych była wykonana w zachodniej części obszaru, gdzie znajduje się również złożę gazu ziemnego Żakowo. Dane z lat 80-tych natomiast są zlokalizowane głównie w części wschodniej. Pozostałe nowe pomiary na obszarze są rozmieszczone stosunkowo równomiernie.

Pomiary sejsmiczne 3D w rejonie wykonywano już od końca lat 90-tych ubiegłego wieku. Zdjęcie sejsmiczne Kościan-Krzywin 3D pomierzono w 1998 roku i jest własnością inwestora, a na proponowanym obszarze znajduje się jedynie małe fragment po-

wierzchni. Pozostałe trzy zdjęcia wykonano już po 2001 roku i należą do Skarbu Państwa (Tab. 6.2, Fig. 6.1–6.2). Pierwsze z nich, którego obszar zajmuje największą powierzchnię, zrealizowano na zlecenie PGNiG w 2004 roku. Pozostałe dwa wykonano na zlecenie firmy FX Energy Poland Sp. z o.o.

Obszar Gostyń przecinają również profile refrakcyjne wykonane w ramach projektów realizowanych w celu rozpoznania głębokich struktur litosfery takich jak POLONAISE'97, SUDETES 2003 i Program Głębokich Sondowań Sejsmicznych PAN. Dane te nie są jednak wykorzystywane w celach poszukiwania złóż i nie zostały ujęte w zestawieniu tabelarycznym (Tab. 6.1). W tabeli 6.1 nie uwzględniono również profili refleksyjnych, których długość w granicach obszaru jest krótsza niż 2 km.

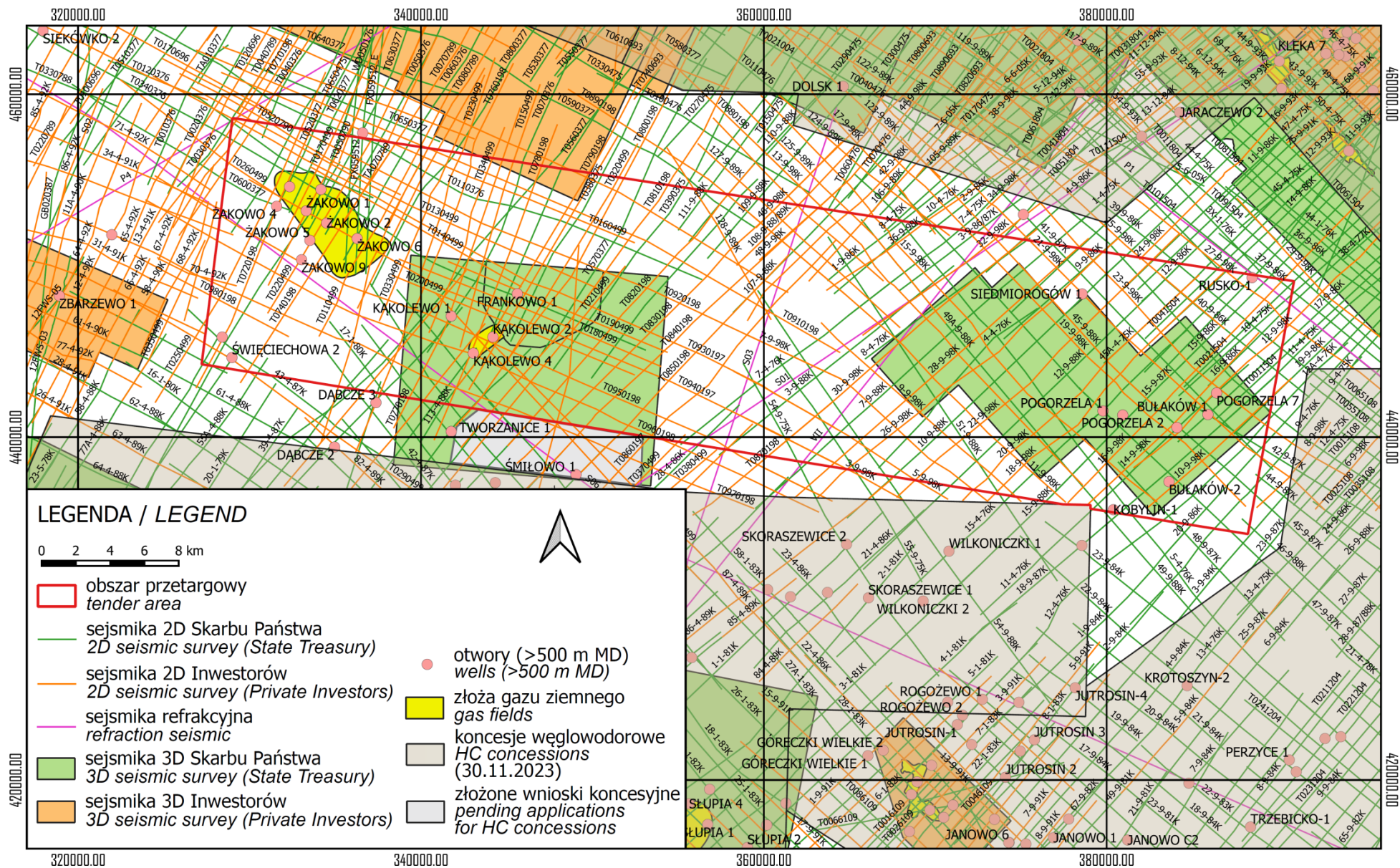


Fig. 6.1. Badania sejsmiczne wykonane w rejonie obszaru przetargowego Gostyń (CBDG, 2023).

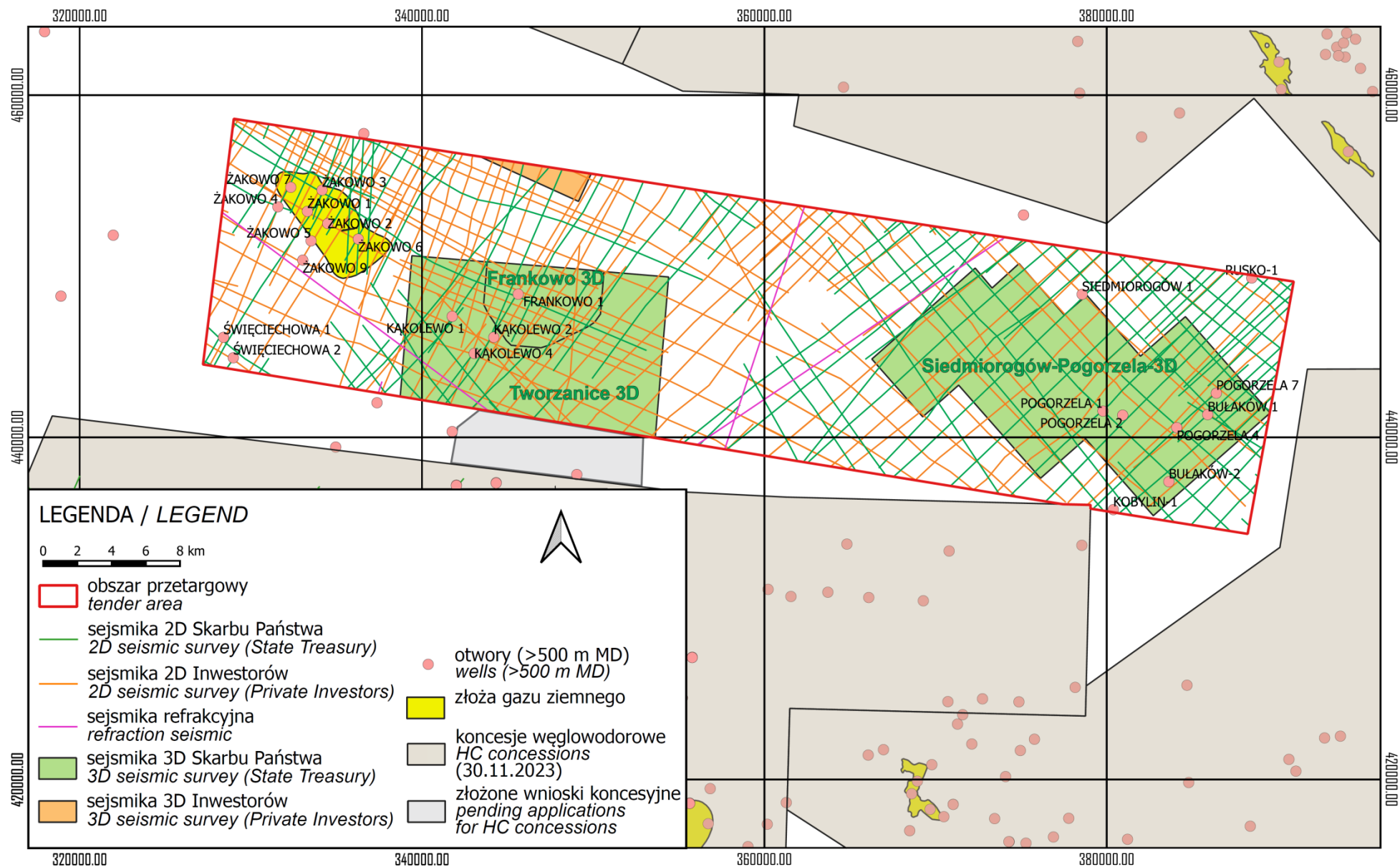


Fig. 6.2. Badania sejsmiczne wykonane w granicach obszaru przetargowego Gostyń (CBDG, 2023).

Nazwa	Rok wyko- nania	Temat	Rejon	Koncesja (dla prac wykona- nych po 1994 r.)	Właści- ciel	Długość [km]
10-4-75K	1975	Jarocin-Kalisz			Skarb Państwa	8,81
11-4-75K	1975	Jarocin-Kalisz				4,44
45A-4-75K	1975	Jarocin-Kalisz	Jaraczewo			8,12
54-9-75K	1975	Wschowa-Gostyń-Milicz				6,48
55-9-75K	1975	Wschowa-Gostyń-Milicz				8,1
7-4-75K	1975	Jarocin-Kalisz	Jaraczewo			8,17
T0380375	1975	Kościan-Gostyń	Tarnowa-Morownica- Donatowo			11,09
T0390375	1975	Kościan-Gostyń				13,18
T0400375	1975	Kościan-Gostyń				13,71
W00C0375	1975	Profile Regionalne	Wschowa-Leszno- Śrem			17,25
10-4-76K	1976	Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz	Domachowo			6,39
11-4-76K	1976	Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz	Pogorzela			12,38
12-4-76K	1976	Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz				8,54
15-4-76K	1976	Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz	Skoraszewice- Pogorzela			14,13
15X-1-76K	1976	Jarocin-Kalisz	Pyzdry-Jarocin-Konin			8,16
4-4-76K	1976	Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz	Pogorzela			13,16
5-4-76K	1976	Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz	Pogorzela-Krotoszyn			21,9
6-4-76K	1976	Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz	Pogorzela-Orpiszew			12,74
7-4-76K	1976	Gostyń-Krotoszyn				15,67
8-4-76K	1976	Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz	Domachowo			11,69
9-4-76K	1976	Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz	Pogorzela			3,63
T0050376	1976	Kościan-Gostyń	Tarnowa-Morownica- Donatowo			6,29
T0060376	1976	Kościan-Gostyń				7,66
T0070376	1976	Kościan-Gostyń				12,48
T0110376	1976	Kościan-Gostyń				21,72
T0120376	1976	Kościan-Gostyń				9,38
T0340376	1976	Kościan-Gostyń				27,3
WB050176	1976	Monoklina Przedsudecka				14,03
WC050176	1976	Monoklina Przedsudecka				5,16
T0520377	1977	Kościan-Gostyń	Tarnowa-Morownica- Donatowo			7,56
T0560377	1977	Kościan-Gostyń				10,36
T0570377	1977	Kościan-Gostyń				11,72
T0590377	1977	Kościan-Gostyń				3,78
T0600377	1977	Kościan-Gostyń				4,28
T0610377	1977	Kościan-Gostyń				7,11
T0620377	1977	Kościan-Gostyń				5,13
T0630377	1977	Kościan-Gostyń				6,34
T0800377	1977	Kościan-Gostyń				9,29
3A-5-78K	1978	Nowa Sól-Góra-Milicz				4,9
17-1-80K	1980	Góra-Rawicz				5,32
18-1-80K	1980	Góra-Rawicz				8,54
10-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn	Jaraczewo-Koźmin			2,04
11-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn	Gostyń-Koźmin- Orpiszew			2,56
12-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn				3,13
14-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn				5,27
15-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn				7,58
16-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn				6,61
17-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn				8,22
1-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn	Jaraczewo-Koźmin			5,56
19-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn	Gostyń-Koźmin- Orpiszew			3,13
20-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn	Gostyń-Koźmin- Krotoszyn			6,32

28-4-86K	1986	Leszno-Rawicz				3,31
3-9-86/87K	1986	Pogorzela-Krotoszyn	Jaraczewo-Koźmin			5,59
39-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn				7,92
40-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn	Gostyń-Koźmin-Orpiszew			8,73
4-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn	Jaraczewo-Koźmin			2,85
8-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn				5,44
9-9-86K	1986	Pogorzela-Krotoszyn	Gostyń-Koźmin-Orpiszew			7,65
15-9-87K	1987	Pogorzela-Krotoszyn	Jarocin-Orpiszew			12,9
18-9-87K	1987	Pogorzela-Krotoszyn				11,85
36-4-87K	1987	Leszno-Rawicz				3,93
37-4-87K	1987	Leszno-Rawicz				6,84
38-4-87K	1987	Leszno-Rawicz				3,69
41-4-87K	1987	Leszno-Rawicz				5,57
41-9-87K	1987	Pogorzela-Krotoszyn	Jaraczewo-Koźmin			17,5
42-4-87K	1987	Leszno-Rawicz				2,52
42-9-87K	1987	Pogorzela-Krotoszyn	Jarocin-Orpiszew			5,16
43-4-87K	1987	Leszno-Rawicz				4,73
45-9-87K	1987	Pogorzela-Krotoszyn	Jarocin-Orpiszew			10,42
47-9-87K	1987	Pogorzela-Krotoszyn				12,15
48-9-87K	1987	Pogorzela-Krotoszyn				4,79
107-9-88K	1988	Śrem-Gostyń	Książ-Gostyń			8,32
10-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn	Gostyń-Koźmin-Orpiszew			18,75
109-9-88K	1988	Śrem-Gostyń	Książ-Gostyń			4,54
110-9-88K	1988	Śrem-Gostyń				3,56
111-9-88K	1988	Śrem-Gostyń				2,81
113-4-88K	1988	Leszno-Rawicz				7,4
12-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn	Jarocin-Orpiszew			18,24
134-4-88K	1988	Leszno-Rawicz				9,32
15-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn	Pogorzela-Gostyń			3,1
3-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn				17,06
47-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn				15,39
49-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn				4,6
49A-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn				20,16
51-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn				17,99
54-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn				13,09
7-9-88K	1988	Pogorzela-Krotoszyn				19,22
104-4-89K	1989	Leszno-Rawicz				2,11
106-9-89K	1989	Śrem-Gostyń	Książ-Gostyń			5,13
108-9-88/89K	1989	Śrem-Gostyń				5,01
125-9-89K	1989	Śrem-Gostyń				8,48
126-9-89K	1989	Śrem-Gostyń				6,69
127-9-89K	1989	Śrem-Gostyń				11,11
128-9-89K	1989	Śrem-Gostyń				8,84
133-4-89K	1989	Leszno-Rawicz	Gostkowo			10,22
45-9-88K	1989	Pogorzela-Krotoszyn	Pogorzela-Gostyń			13,84
83-4-89K	1989	Leszno-Rawicz	Gostkowo			5,7
T0070789	1989	Nowy Tomyśl-Wolsztyn-Leszno	Wielichowo-Leszno		ORLEN S.A.	2,51
T0080789	1989	Nowy Tomyśl-Wolsztyn-Leszno				5,35
TA070789	1989	Nowy Tomyśl-Wolsztyn-Leszno				5,48
T0520790	1990	Nowy Tomyśl-Wolsztyn-Leszno				8,52
T0860197	1997	Kościan-Krobia	Kościan-Krobia	Kościan-Krobia 7/97/p		15,83
T0930197	1997	Kościan-Krobia				39,52
T0940197	1997	Kościan-Krobia				38,13

11-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela		Jaraczewo-Pogorzela 49/96/p Kościan-Srem 31/95/p Solec-Jarocin 24/96/p		24,75
12-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				12,02
13-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				22,12
15-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				23,58
16-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				18,08
19-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				22,86
21-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				18,58
23-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				15,09
25-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				6,42
32-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				9,84
36-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				6,79
42-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				8,65
44-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				2,17
46-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				2,06
48-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				4,54
9-9-98K	1998	Jaraczewo-Pogorzela				15,21
T0720198	1998	Kościan-Krobia	Kościan-Krobia	Kościan-Krobia 7/97/p		14,98
T0730198	1998	Kościan-Krobia				9,83
T0740198	1998	Kościan-Krobia				15,73
T0750198	1998	Kościan-Krobia				14,47
T0760198	1998	Kościan-Krobia				14,95
T0770198	1998	Kościan-Krobia				14,98
T0780198	1998	Kościan-Krobia				14,95
T0790198	1998	Kościan-Krobia				14,55
T0800198	1998	Kościan-Krobia				16,14
T0810198	1998	Kościan-Krobia				16,78
T0820198	1998	Kościan-Krobia				17,36
T0830198	1998	Kościan-Krobia				18,26
T0840198	1998	Kościan-Krobia				18,64
T0850198	1998	Kościan-Krobia				14,23
T0870198	1998	Kościan-Krobia				4,86
T0880198	1998	Kościan-Krobia				2,1
T0890198	1998	Kościan-Krobia				9,04
T0900198	1998	Kościan-Krobia				14,55
T0910198	1998	Kościan-Krobia				26,91
T0920198	1998	Kościan-Krobia				34,96
T0950198	1998	Kościan-Krobia				32,9
T0960198	1998	Kościan-Krobia				28,4
T0970198	1998	Kościan-Krobia				20,65
T0980198	1998	Kościan-Krobia				5,15
10-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela		Jaraczewo-Pogorzela 49/96/p Kościan-Srem 31/95/p Solec-Jarocin 24/96/p		9,79
14-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				14,12
18-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				18,58
20-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				18,18
22-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				18,97
26-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				19,65
27-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				4,73
28-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				19,27
30-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				19,58
3-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				6,8
5-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				12,39
7-9-98K	1999	Jaraczewo-Pogorzela				16,12
T0110499	1999	Kościan-Krobia	Kościan-Krobia	Kościan-Krobia 7/97/p		12,53
T0120499	1999	Kościan-Krobia				10,36
T0130499	1999	Kościan-Krobia				22,32
T0140499	1999	Kościan-Krobia				14,13
T0150499	1999	Kościan-Krobia				11,27
T0160499	1999	Kościan-Krobia				15,39
T0170499	1999	Kościan-Krobia				6,61
T0180499	1999	Kościan-Krobia				16,47

T0190499	1999	Kościan-Krobia				13,8
T0200499	1999	Kościan-Krobia				15,24
T0210499	1999	Kościan-Krobia				11,09
T0220499	1999	Kościan-Krobia				11,78
T0230499	1999	Kościan-Krobia				7,42
T0240499	1999	Kościan-Krobia				9,17
T0250499	1999	Kościan-Krobia				12,32
T0260499	1999	Kościan-Krobia				5,92
T0280499	1999	Kościan-Krobia				3,17
T0290499	1999	Kościan-Krobia				3,12
T0310499	1999	Kościan-Krobia				14,58
T0320499	1999	Kościan-Krobia				12,39
T0330499	1999	Kościan-Krobia				10,73
T0340499	1999	Kościan-Krobia				10,85
T0360499	1999	Kościan-Krobia				6,38
T0390499	1999	Kościan-Krobia				10,41
T0011504	2004	Jarocin-Jaraczewo				5,07
T0021504	2004	Jarocin-Jaraczewo				8,87
T0031504	2004	Jarocin-Jaraczewo				7,48
T0041504	2004	Jarocin-Jaraczewo				5,79
T0051504	2004	Jarocin-Jaraczewo				2,34
T0101504	2004	Jarocin-Jaraczewo				2,73
FX059512	2012	Kościan-Żakowo 2D				7,91
FX059512_E	2012	Kościan-Żakowo 2D				7,82
FX059512_W	2012	Kościan-Żakowo 2D				7,96
						Skarb Państwa
						849,57
						ORLEN S.A.
						1246,23

Tab. 6.1. Lista linii sejsmicznych 2D (dłuższych niż 2 km) w granicach obszaru przetargowego Gostyń.

Nazwa	Rok wykonania	Właściciel	Koncesja (dla prac wykonanych po 1994 r.)	Powierzchnia [km ²]
Kościan-Krzywin	1998	ORLEN S.A.	Kościan-Krobia 7/97/p	5,65
Siedmiorogów-Pogorzela-3D	2004	Skarb Państwa	Jarczewo-Pogorzela 28/2001/p	166,49
Frankowo-3D	2012	Skarb Państwa	Leszno	27,8
Tworzanice-3D	2013	Skarb Państwa	65/2008/p	133,29
				Skarb Państwa
				327,58
				Inwestor
				5,65

Tab. 6.2. Lista badań sejsmicznych 3D wykonanych w granicach obszaru przetargowego Gostyń.

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE, MAGNETYCZNE I MAGNETOTELLURYCZNE

7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE

Pierwsze prace grawimetryczne w rejonie obszaru przetargowego Gostyń wykonano na przełomie lat 50-tych i 60-tych XX w. W ramach badań Monokliny Przedsudeckiej (Bochnia i Duda, 1964) zintegrowano pomiary z lat 1958–1964 wykonywane w ramach szeregu oddzielnych tematów, integrując poziomy odniesienia i przedstawiając interpretację uzyskanych wyników. Obszar przetargowy Gostyń objęty jest opracowaniami częściowymi z tematów Leszno-Ostrzeszów (Duda, 1964) z lat 1963–1964 wykonane ze średnim zagęszczeniem $1,5 \text{ pkt/km}^2$ oraz Leszno-Rawicz z roku 1960 (Duda i Bochnia, 1961) o nieco większym zagęszczeniu punktów pomiarowych (2 pkt/km^2). Według podziału na arkusze map w skali $1 : 100\,000$ stosowanego wówczas układu Borowa Góra, obszar przetargowy Gostyń jest położony w obrębie arkuszy Leszno, Rawicz i Jarocin. Na arkuszu Rawicz, który sąsiaduje od południa z rozpatrywanym obszarem, stwierdzono ujemną anomalię ciągnącą się od Rawicza w kierunku NE, związaną z obniżeniem granicy wapienia muszlowego i kajpru. Arkusz Jarocin został opracowany w ramach tematu „Dokumentacja poszczegółowych badań grawimetrycznych, Temat: Gorzów – Jarocin” (Bochnia i Duda, 1965). Charakterystyki ilościowe i dokładnościowe tego zdjęcia są zbliżone do pomiarów wcześniejszych. Na mapie arkuszy Jarocin i Gostyń wyraźnie zaznacza się wzrost wartości anomalii Bouguera w kierunku południowo-zachodnim, na południe od Gostynia. W wymienionych powyżej opracowaniach wskazuje się na korelację pól anomalii z ukształtowaniem powierzchni podtrzeciorzędowej na styku z utworami jurajskimi. Ostatnim zdjęciem półszczegółowym, obejmującym swoim zasięgiem wschodnią krawędź obszaru przetargowego jest Mogilno-Konin-Uniejów (Reczek, 1967; Fig. 7.1), wykonane ze średnim zagęszczeniem $1,5 \text{ pkt/km}^2$. Zdjęcie półszczegółowe było podstawą do sporządzenia mapy grawimetrycznej Polski w skali $1 : 200\,000$ dla arkuszy Gniezno (Soćko i Szczypa, 1980a) i Poznań (Soćko i Szczypa, 1980b).

W rejonie obszaru przetargowego Gostyń wykonano również zdjęcia szczegółowe w zakresie poszukiwań złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych. Celem tych badań było rozpoznanie budowy utworów trzeciorzędowych oraz wskazanie obszarów o korzystnych warunkach budowy geologicznej co do występowania złóż węgla brunatnego. Prace polowe skumulowano w krótkich, kilkukilometrowych profilach przecinających pole anomalii wzdłuż linii największego gradientu. Odległości pomiędzy punktami pomiarowymi wynosiły 100 m. Wyniki badań przedstawiono w postaci wykresów anomalii Bouguera, gradientów poziomych w skalach $1 : 25\,000$ oraz $1 : 50\,000$. (Łaszczyńska i in., 1982; Fig. 7.1).

Wzdłuż zachodniej granicy obszaru przetargowego Gostyń wykonano szczegółowe pomiary profilowe w ramach tematu Monoklina Przedsudecka (Kleszcz, 1976; Fig. 7.1). Pomiary były w tym przypadku realizowane ze 100-metrowym krokiem pomiarowym, łącznie (w całym temacie) wzdłuż 5 profili.

Współrzędne punktów pomiarowych wszystkich wymienionych powyżej zdjęć zostały wyznaczone w układzie Borowa Góra, a wartości anomalii Bouguera obliczone w systemie poczdamskim z przyspieszeniem normalnym wg wzoru Helmerta z 1901 r. Stworzenie komputerowego banku danych grawimetrycznych umożliwiło opracowanie i opublikowanie Atlasu grawimetrycznego Polski (Królikowski i Petecki, 1995), w którym anomalie grawimetryczne zostały obliczone w 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).

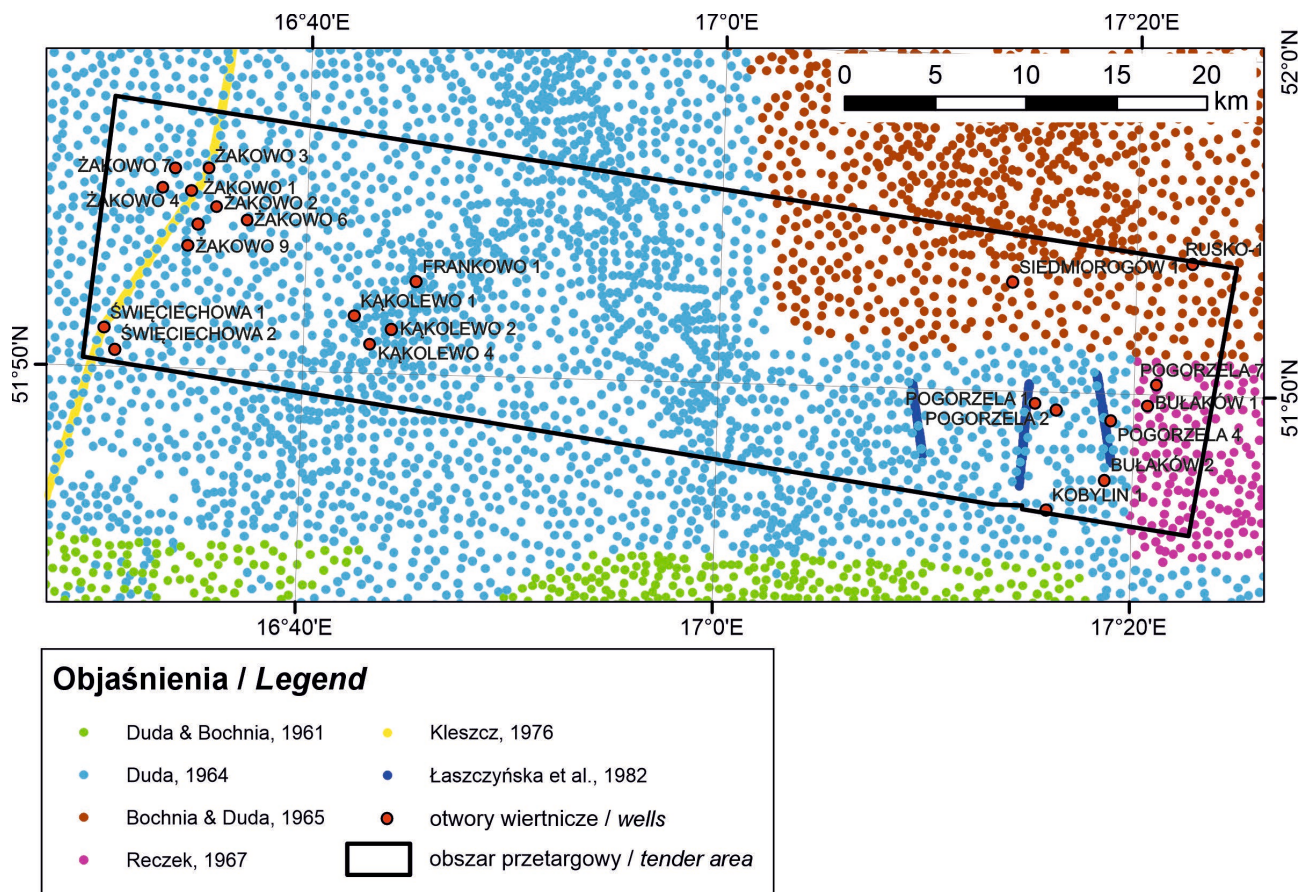


Fig. 7.1. Lokalizacja stanowisk grawimetrycznych z pomiarów półszczegółowych i szczegółowych na obszarze przetargowym Gostyń (na podstawie danych CBDG, 2023).

Atlas zawiera mapy anomalii grawimetrycznych o charakterze przeglądowym w skalach 1 : 500 000 i 1 : 750 000. Tak opracowane dane pomiarowe zdjęcia poszczegółowego są dostępne w CBDG, w postaci cyfrowego banku danych. Współrzędne stacji (punktów) zostały przeliczone na układ 1992 przez Instytut Geodezji i Kartografii (Kryński, 2007). Należy jednak pamiętać, że tak przeliczone lokalizacje charakteryzują się błędem przekraczającym w niektórych przypadkach 100 m. Problem ten zostanie wyeliminowany w ciągu najbliższych lat ponieważ w 2021 r. rozpoczęto realizację I etapu projektu realizowanego na zlecenie Ministerstwa Klimatu i Środowiska, a finansowanego przez NFOŚiGW, którego celem jest m.in. korekta błędów lokalizacji stanowisk grawimetrycznych, błędów wyrównania osnowy grawimetrycznej, wykonanie nowej redukcji danych z uwzględnieniem współcześnie obowiązujących systemów odniesienia. W efekcie, danym grawimetrycznym m.in. pokrywającym obszar przetargowy Gostyń, zostaną przypisane poprawne lokalizacje określone w pań-

stwowym układzie współrzędnych geodezyjnych PUWG 1992.

Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera została przedstawiona na Fig. 7.2. Według podziału na regiony grawimetryczne, zaproponowanego przez Królikowskiego i Peteckiego (1995), obszar przetargowy Gostyń znajduje się w obrębie Niżu Szczecińsko-Mogileńsko-Miechowskiego, to jest przy jego południowo-zachodniej granicy z Wyżem Śląskim. Za dominujące źródło tego niżu Królikowski i Petecki (1995) uznali strukturę podłoża krystalicznego.

Bogaty materiał pomiarowy stał się podstawą do wielu opracowań interpretujących obraz grawitacyjny obszaru obecnego zainteresowania (Dąbek, 1965; Małoszewski i in., 1975; Soćko i in., 1983). Najnowsza analiza dotycząca rejonu obszaru przetargowego Gostyń znajduje się w opracowaniu (Oniszk i Szczypa, 2002), w ramach którego wykonano reinterpretację 1500 km profili sejsmicznych oraz ustalono zasięgi występowania poszczególnych pięter cechsztynu, bazując na podstawie wszystkich dostępnych danych

geofizycznych. Analiza zdjęcia grawimetrycznego objęła wyznaczenie gęstości utworów powierzchniowych, wyodrębniono również szereg struktur lokalnych uzyskując jednolity obraz strukturalny kompleksu utworów geologicznych od stropu cechsztynu do granicy stropu karbonu.

Dokumentacje grawimetryczne

1. Bochnia N., Duda W. 1964. Dokumentacja badań grawimetrycznych, temat: monoklina przedsudecka (Leszno-Rawicz, Leszno-Ostrzeszów, Zgorzelec, Wrocław, region przedsudecki) z 1964 roku. Inw. 7885/2022, Kat. 4123/35, CAG PIG, Warszawa.
2. Bochnia N., Duda W. 1965. Dokumentacja poszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Gorzów-Jarocin. Inw. 1237, Kat. 3923/43, CAG PIG, Warszawa.
3. Dąbek J. 1965. Dokumentacja reinterpretacji badań grawimetrycznych z rejonu Głogów-Wschowa, 1965. Kat. G-189 PBG, CAG PIG, Warszawa.
4. Duda W. 1964. Opracowanie półszczełowych badań grawimetrycznych: monoklina przedsudecka (Leszno-Ostrzeszów), 1963. Inw. 1044; Kat. 4123/34, CAG PIG, Warszawa.
5. Duda W., Bochnia N. 1961. Szczegółowe badania grawimetryczne: Leszno-Rawicz, 1960. Inw. 14379/62, Kat. 4123/32, CAG PIG, Warszawa.
6. Kleszcz T. 1976. Dokumentacja szczegółowych nadań profilowych. Temat monoklina przedsudecka, 1975. Inw. 18995, Kat. 53/139, CAG PIG, Warszawa.
7. Łaszczyńska B., Okulus H., Wojas A. 1982. Dokumentacja badań geofizycznych; temat: Poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych (obszary: Oborniki, Kłęcko, Pogorzela, Świebodzin-Boryszyn, Studzieniec, Bobrowice), 1981r. Inw. 2189, Kat. 53/167, CAG PIG, Warszawa.
8. Małoszewski S., Gawin A., Kowalczyk J., Miecznik J., Cianciara B., Czubek J. 1975. Problem węzłowy 01.1.1. Temat 02.00. Kompleksowa analiza wyników badań geofizycznych. Opracowanie kompleksu metod geofizycznych dla regionalnego rozpoznania utworów podpermskich dla Monokliny Przedsudeckiej w strefie: a. Wyniesienia Leszniańskiego, b. Południowego Obrzeżenia Wyniesienia Leszniańskiego, c. Północnego Obrzeżenia Wyniesienia Leszniańskiego. Kat. R-388, Arch. Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa.
9. Oniszk M., Szczypa S. 2002. Temat: Kompleksowe opracowanie wyników badań sejsmicznych i grawimetrycznych dla SE monokliny przedsudeckiej w rejonie Pogorzela, arkusz Gostyń 247. Inw. 4327/2013, Kat. S-2553 PBG, CAG PIG, Warszawa.
10. Reczek J. 1967. Dokumentacja półszczełowych badań grawimetrycznych, temat: Mogilno-Konin-Uniejów, 1965/66. Kat. G-215 PBG, CAG PIG, Warszawa.
11. Soćko A., Szczypa S. 1980a. Katalogi anomalii grawimetrycznych temat: Mapa Grawimetryczna Polski /1 : 200000/ 1980 r Arkusz: 36 Gniezno /1 : 200 000/. Kat. N33-XXXVI/1, CAG PIG, Warszawa.
12. Soćko A., Szczypa S. 1980b. Katalogi anomalii grawimetrycznych temat: Mapa Grawimetryczna Polski /1 : 200 000/ Arkusz: 35 Poznań /1 : 200000/. Inw. 2133, Kat. M33-V/7, CAG PIG, Warszawa.
13. Soćko A., Grodnicki J., Kruczek T. 1983. Interpretacja geofizyczno - geologiczna wyników badań grawimetrycznych, magnetycznych, geoelektrycznych, sejsmicznych i satelitarnych dla obszaru Sudetów i bloku przedsudeckiego – część zachodnia. Podstawowe mapy geofizyczne w skali 1 : 50 000 i 1 : 200 000 /wg stanu badań na rok 1981/. Temat: Sudety Zachodnie, 1980–83. Arkusze 1 : 200 000: Gubin, Zielona Góra, Bogatynia, Jelenia Góra, Leszno, Wałbrzych. Inw. 2233, Kat. M33-III/8, CAG PIG, Warszawa.

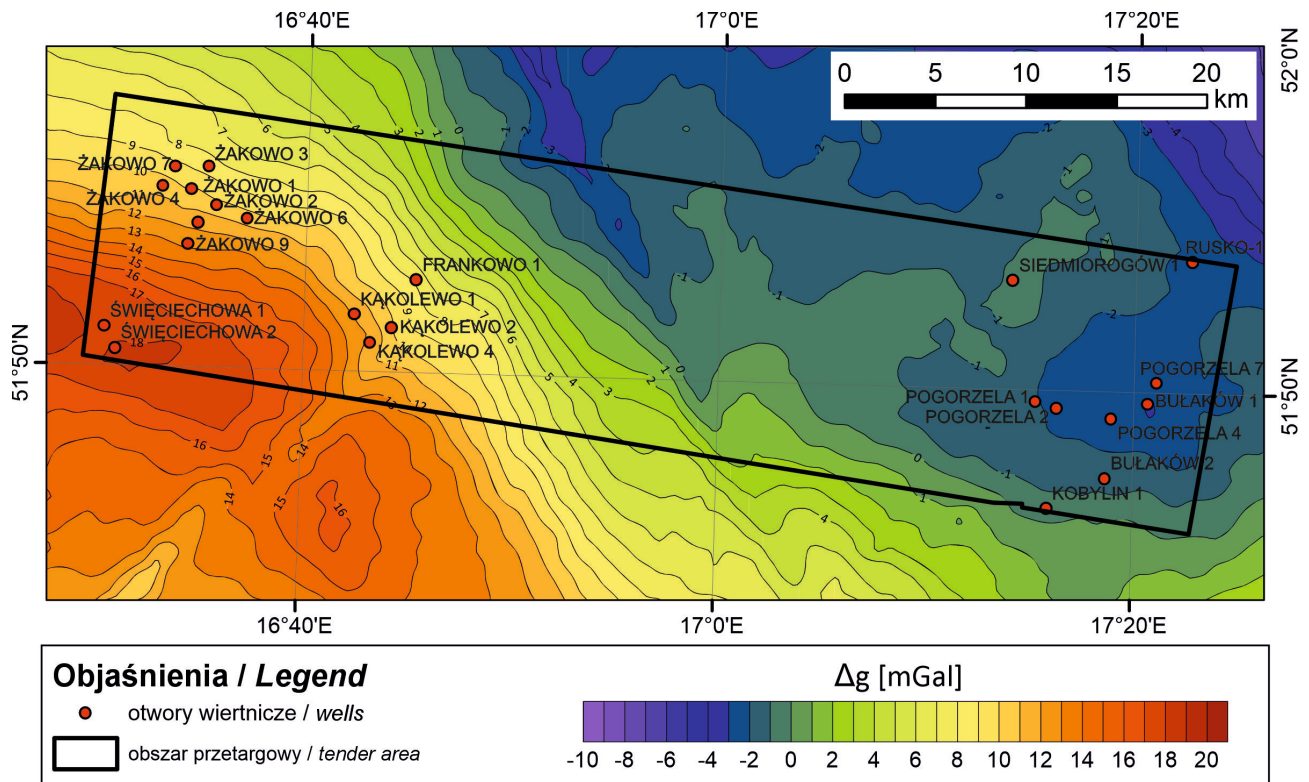


Fig. 7.2. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera w rejonie obszaru przetargowego Gostyń.

7.2. BADANIA MAGNETYCZNE

Pierwszymi badaniami magnetycznymi w rejonie obszaru przetargowego Gostyń było zdjęcie regionalne składowej pionowej Z Ziemskiego pola magnetycznego (Ochociński, 1955). Pomiary te charakteryzowały się zagęszczeniem rzędu $0,22\text{--}0,25 \text{ pkt/km}^2$. Na tej podstawie opracowana została Przeglądowa Mapa Magnetyczna Polski 1 : 300 000. Obszar przetargowy Gostyń znajduje się w obrębie arkuszy w skalach 1 : 100 000 Leszno i Gostyń tejsze mapy (Karaczun i Dąbrowski, 1955). Dopiero w następnej dekadzie zostały opracowane pierwsze mapy anomalii ΔZ w skali 1 : 2 000 000 dla rejonu monokliny przedsudeckiej i śląsko-krakowskiej (Karaczun i in., 1967) oraz mapa anomalii lokalnych obszaru przedsudeckiego (Dąbrowski, 1968).

W obrębie analizowanego obszaru znajdują się również wyniki profilowego zdjęcia pionowej składowej Z . Ciszewski i Tałuc (1964) wykonali trzy zwiadowcze profile o kroku 50 m (Fig. 7.3).

Już na początku lat 70-tych sporządzono pierwsze zdjęcie całkowitego natężenia ziemskiego pola magnetycznego T . Pomiary miały miejsce w rejonie monokliny przedsudeckiej (Pasik, 1974; Fig. 7.3) ze średnim zagęszczeniem 1 pkt/km^2 . Celem badań było kartowanie morfologii podłoża krystalicznego, określenie tektoniki skał podpermskich, oraz próba określenia wystąpień skał wylewnych czerwonego spągowca. Z powodu wysokiego poziomu zakłóceń przemysłowych wyłączono wówczas około 10-cio kilometrowej szerokości pas rozciągający się wzdłuż zelektryfikowanych linii kolejowych. Problem ten został rozwiązany przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych, gdzie opracowano tzw. metodykę różnicową (Kosobudzka, 1988), która umożliwiła wyeliminowanie opisywanych zakłóceń, wypełniając częściowo obszar wspomnianego powyżej pasa (Kosobudzka, 1990).

W latach 1977–79 na obszarze Sudetów i monokliny przedsudeckiej zostały wykonane pomiary aeromagnetyczne (Duda i Wasiak, 1980; Fig. 7.3) – zdjęcie to objęło swoim za-

sięgiem równie obszar przetargowy Gostyń. Pomiar aeromagnetyczny modułu całkowitego natężenia pola magnetycznego były wykonane z pułapu 500 m w profilach oddalonych od siebie o około 2 km. Bank danych został przygotowany w układzie 1942, pole anomalii wyznaczono względem międzynarodowego układu IGRF na epokę 1978. Średni błąd pomiaru wynosił 5,7 nT. W 1995 r. na bazie pomiarów lotniczych opracowano mapę magnetyczną w skali 1 : 200 000 (Cieśla i in., 1995). Zastosowane metody usuwania zakłóceń przemysłowych spowodowały prawdopodobnie usunięcie z pomierzonego pola również rzeczywistych anomalii lokalnych. W rezultacie uzyskano regionalny obraz pola magnetycznego o gładkim przebiegu izolinii.

W ramach realizacji badań wzdłuż regionalnego profilu Zgorzelec-Wiżajny (Ostrowski i in., 2007) wykonano również pomiary magnetyczne, przy kroku pomiarowym około 2 km. Wynikowa krzywa anomalii ΔT pokrywa się w dużym stopniu z wynikami wcześniejszego zdjęcia półszczegółowego i w żadnym stopniu nie uszczegóławia tego zdjęcia.

Obszar przetargowy Gostyń znajduje się w obrębie tzw. południowo-zachodniej prowincji magnetycznej (CWPd; Petecki i Rosowiecka, 2017), geologicznie obejmującej zasięgiem fanerozoiczną platformę zachodnio-europejską. Prowincja ta charakteryzuje się stosunkowo niską intensywnością anomalii magnetycznych, czego obrazem jest mapa anomalii magnetycznych przedstawiona na Fig. 7.4. Głębokie badania sejsmiczne wykazały, że w obrębie CWPd obecna jest niskopiękociowa górna skorupa o względnie wysokiej miąższości (Guterch i Grad, 2006), co częściowo może tłumaczyć generalnie niskie wartości anomalii magnetycznych.

Dokumentacje magnetyczne

1. Cieśla E., Petecki Z., Wybraniec S. 1995. Mapa Magnetyczna Polski w skali 1 : 200 000 z komputerowym bankiem danych i interpretacją elementów strukturalnych dla arkuszy: Poznań, Gniezno, Zielona Góra, Leszno, Ostrów Wlkp., Kalisz, Zgorzelec, Jelenia Gó-

ra, Wałbrzych, Wrocław, Kłodzko, Nysa, Gliwice. Inw. 1124/95, CAG PIG, Warszawa.

2. Ciszewski S., Tałuc S. 1964. Opracowanie zwiadowczych profili magnetycznych w środkowej części regionu przedsudeckiego, 1963 rok. Inw. 2086, Kat. 62/155, CAG PIG, Warszawa.

3. Dąbrowski A. 1968. Mapa lokalnych anomalii magnetycznych obszaru przedsudeckiego. Inw. 41542, Kat. 62/103, CAG PIG, Warszawa.

4. Duda W., Wasiak I. 1980. Dokumentacja badań aeromagnetycznych. Temat: Sudety i monoklina przedsudecka, 1977–1979. Inw. 45490, Kat. 62/168, CAG PIG, Warszawa.

5. Karaczun K., Karaczun M., Draczyński W. 1967. Opracowanie map magnetycznych w skali 1 : 2 000 000 dla rejonu monokliny przedsudeckiej i śląsko-krakowskiej, 1967. Inw. 36272, Kat. 52/87, CAG PIG, Warszawa.

6. Karaczun K., Dąbrowski A. 1955. Mapa magnetyczna opracowana do Przeglądowej Mapy Magnetycznej Polski 1 : 300 000 arkusz Wrocław, wydanie I tymczasowe w skali 1 : 100 000 arkusz Leszno i Gostyń. Kat. 4123/18, CAG PIG, Warszawa.

7. Kosobudzka I. 1990. Dokumentacja półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Niecka szczecińska i monoklina przedsudecka rok 1981–1989, rejon: Sulęcino-Mysłibórz oraz Kościan-Krzyż, Zbąszyn-Międzychód, Choszczno-Insko, Cedynia-Pyrzyce. Inw. 1259/91, CAG PIG, Warszawa.

8. Ochociński J. 1955. Sprawozdanie z regionalnych badań magnetycznych na Śląsku, ziemi lubuskiej i Wielkopolsce, 1955. Kat. 63/56, CAG PIG, Warszawa.

9. Ostrowski C., Stefaniuk M., Wojdyła M., Kosobudzka I. 2007. Dokumentacja badań geofizycznych, Temat: Pomiary polowe magnetotelluryczne, magnetyczne i grawimetryczne wzdłuż profilu Zgorzelec-Wiżajny wraz z ich przetworzeniem i interpretacją. 2005–2007. Inw. 3093/2014, CAG PIG, Warszawa.

10. Pasik J. 1974. Dokumentacja półszczegółowych badań magnetycznych. Temat: Monoklina Przedsudecka, 1974. Kat. M-164 PBG, CAG PIG, Warszawa.

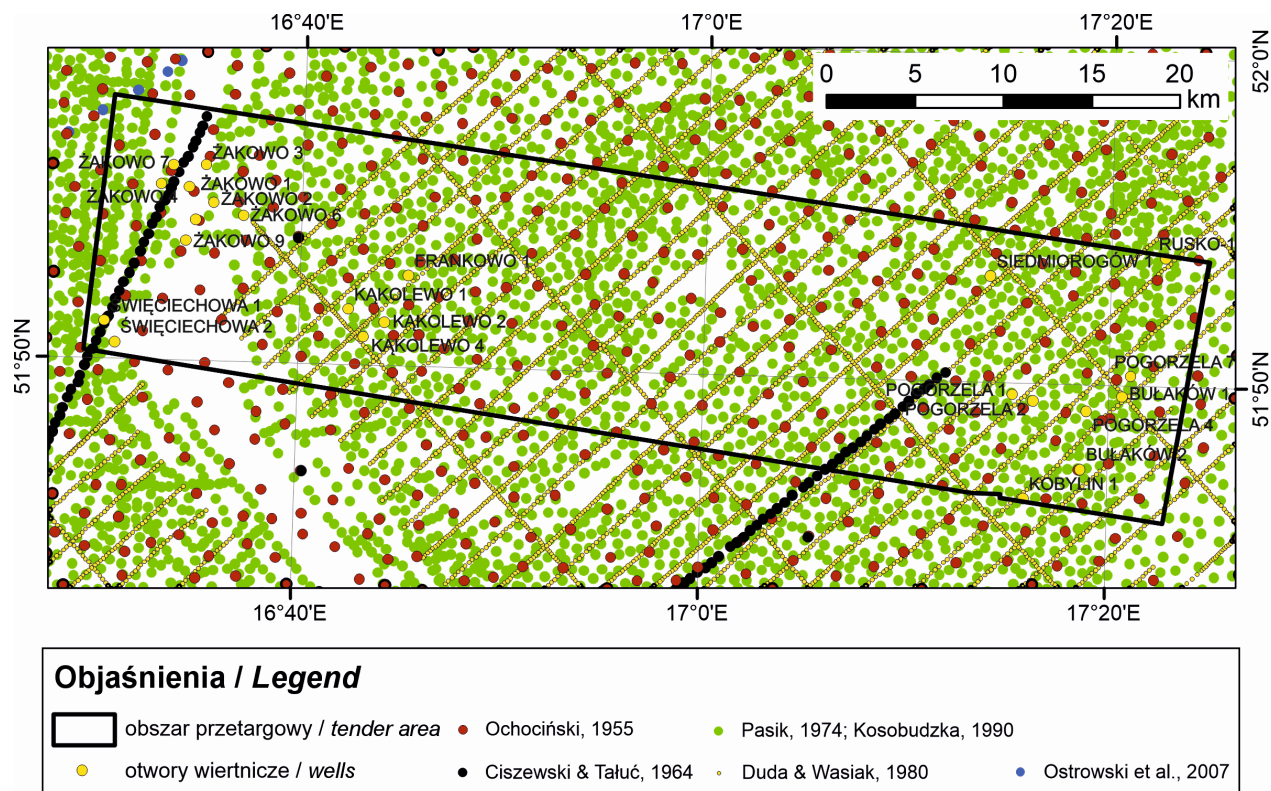


Fig. 7.3. Lokalizacja stanowisk pomiarowych całkowitego wektora pola geomagnetycznego T oraz jego pionowej składowej Z na obszarze przetargowym Gostyń (na podstawie danych CBDG, 2023).

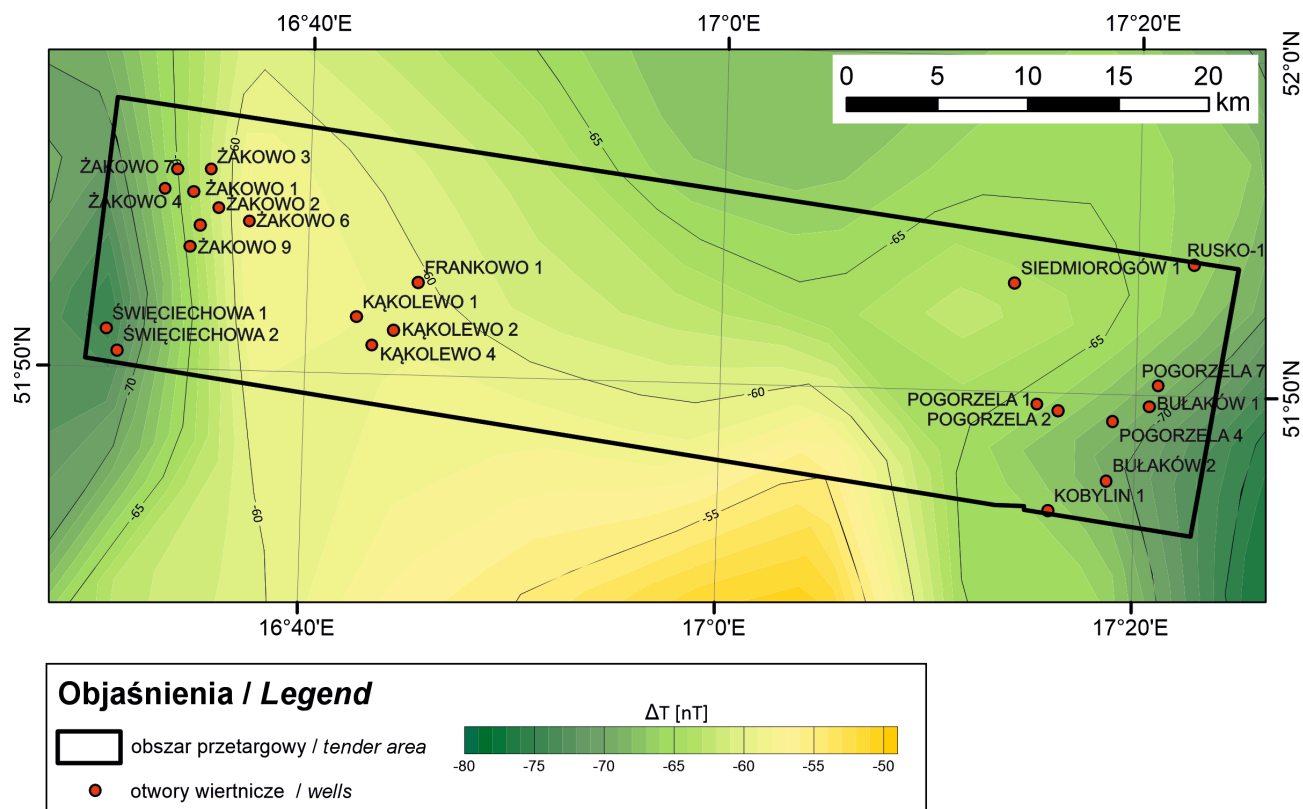


Fig. 7.4. Mapa anomalii modułu całkowitego pola geomagnetycznego T w rejonie obszaru przetargowego Gostyń (Petecki i Rosowiecka, 2017).

7.3. BADANIA MAGNETOTELLURYCZNE

Północno-zachodni skrawek obszaru przetargowego Gostyń znajduje się na trasie profilu magnetotellurycznego objętego opracowaniem zakończonym w roku 2007 i związanym tematem Pomiary polowe magnetotelluryczne, magnetyczne i grawimetryczne wzdłuż profilu Zgorzelec-Wiżajny wraz z ich przetworzeniem i interpretacją, 2005–2007 (Ostrowski i in., 2007; Fig. 7.5). Celem badań było rozpoznanie strefy kontaktu prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej z platformą paleozoiczną środkowej i zachodniej Europy (TTZ), określenie miąższości pokrywy osadowej, lokalizacja głównych stref tektonicznych w obrębie pokrywy osadowej i głębokiego podłoża krystalicznego, wydzielenie poszczególnych kompleksów litostratigraficznych w obrębie pokrywy osadowej, określenie stref perspektywicznych dla prospekcji naftowej w obrębie pokrywy osadowej i rozpoznanie potencjalnych obszarów

złóż rud w północno-wschodniej i południowo-zachodniej części profilu. Prace wykonano na jednej linii pomiarowej o długości 650 km. Wykonano 510 sondowań magnetotellurycznych oraz 127 sondowania parametryczne na 22 otworach wiertniczych.

Dokumentacje magnetotelluryczne

1. Ostrowski C., Stefaniuk M., Wojdyła M., Kosobudzka I. 2007. Dokumentacja badań geofizycznych, Temat: Pomiary polowe magnetotelluryczne, magnetyczne i grawimetryczne wzdłuż profilu Zgorzelec-Wiżajny wraz z ich przetworzeniem i interpretacją. 2005–2007. Inw. 3093/2014, CAG PIG, Warszawa.

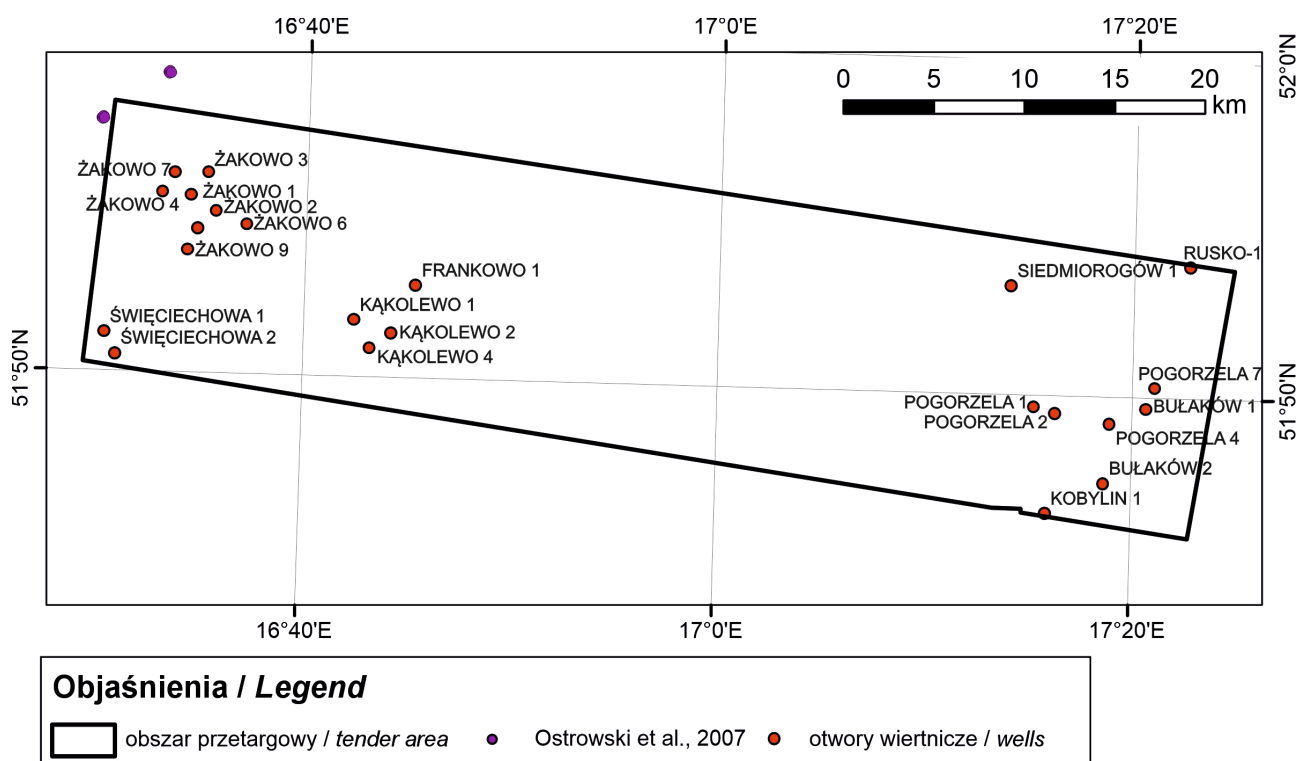


Fig. 7.5. Lokalizacja sondowań magnetotellurycznych na obszarze przetargowym Gostyń (na podstawie danych CBDG, 2023).

8. PODSUMOWANIE

Perspektywy naftowe poszczególnych horyzontów stratygraficznych oraz związane z nimi koncepcje poszukiwawcze na obszarze przetargowym Gostyń zostały opisane w rozdziale 2. Ich podstawą są dane dotyczące systemów naftowych, złóż węglowodorów zlokalizowanych na obszarze przetargowym i w jego okolicy, otworów wiertniczych, sejs-

smiki i grawimetrii oraz magnetyki i magnetotelluryki (rozdziały 3–7). Poniżej zestawiono najważniejsze informacje o obszarze przetargowym Gostyń w formie karty informacyjnej, a także zaproponowano minimalny program fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej przyszłej koncesji, której zakres umożliwiłby odkrycie złóż węglowodorów.

Karta informacyjna obszaru przetargowego Gostyń

Dane ogólne	Nazwa obszaru:	Gostyń
	Lokalizacja:	<u>Na lądzie</u> <u>Arkusze mapy geologicznej w skali 1 : 50 000</u>: 578 Święciechowa (Bukówiec Górny), 579 Leszno, 580 Krzywiń, 581 Gostyń, 582 Jaraczewo, 615 Wschowa, 616 Góra, 617 Poniec, 618 Kobylin, 619 Krotoszyn <u>Fragmenty bloków koncesyjnych nr</u>: 245, 246 i 247 <u>Położenie administracyjne</u>: województwo wielkopolskie, powiat kościański, gminy: Śmigiel (0,26%), Krzywiń (1,10%); powiat jarociński, gminy: Jaraczewo (1,25%), Jarocin (0,39%); powiat leszczyński, gminy: Lipno (9,96%), Osieczna (12,80%), Krzemieniewo (11,25%), Święciechowa (1,47%), Rydzyna (2,19%); powiat Leszno, gmina Leszno (2,47%); powiat gostyński, gminy: Gostyń (12,28%), Piaszki (10,70%), Borek Wielkopolski (7,77%), Poniec (3,84%), Krobia (3,04%), Pępowo (2,38%), Pogorzela (9,73%); powiat krotoszyński, gminy: Koźmin Wlkp. (6,13%), Krotoszyn (0,65%), Kobylin (0,34%).
	Typ:	poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż
	Czas obowiązywania:	koncesja na 30 lat w tym: faza poszukiwawczo-rozpoznawcza (5 lat), faza wydobywcza – po uzyskaniu decyzji inwestycyjnej
Udziały		zwycięzca przetargu 100%
Powierzchnia [km ²]		916,92
Rodzaj złożeń		konwencjonalne złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w utworach permu – dolomitu głównego, wapienia cechsztyńskiego, czerwonego spągowca i karbonu; niekonwencjonalne złoża gazu ziemnego w utworach karbonu dolnego
Piętra strukturalne		kenozoiczne, permsko-mezozoiczne, waryscyjskie
Systemy naftowe		(I) konwencjonalny system naftowy dolomitu głównego (II) konwencjonalny system naftowy karbońsko-dolnopermowski (karbon, czerwony spągowiec i wapień cechsztyński) (III) niekonwencjonalny system naftowy karbonu dolnego
Skały zbiornikowe		(I) skały węglanowe dolomitu głównego (zdomolizowane greinstony i pakstony) (II) piaskowce karbonu, czerwonego spągowca oraz skały węglanowe wapienia cechsztyńskiego (III) piaskowce karbonu dolnego
Skały macierzyste		(I) skały węglanowe dolomitu głównego (madstony i wakstony) (II) skały drobnoklastyczne karbonu (bogate w materię organiczną mułowce i iłowce) (III) skały drobnoklastyczne karbonu dolnego
Skały uszczelniające		(I) ewaporaty cyklotemów PZ2+PZ3 (II) ewaporaty cyklotemu PZ1 (III) skały drobnoklastyczne karbonu, ewentualnie ewaporaty cechsztynu
Typ pulapki		(I) strukturalne (II) strukturalne, geomorfologiczne (III) niekonwencjonalne/ciągłe
Złoża gazu ziemnego na obszarze przetargowym		Żakowo, Kąkolewo
Zrealizowane zdjęcia sejsmiczne, rejon (właściciel)		1975 Wschowa-Gostyń-Milicz 2D, 2 profile (Skarb Państwa) 1975–1976 Jarocin-Kalisz 2D, 5 profili (Skarb Państwa) 1975 Profile Regionalne, 1 profil (Skarb Państwa) 1975–1977 Kościan-Gostyń 2D, 18 profili (Skarb Państwa) 1976 Gostyń-Krotoszyn 2D, 1 profil (Skarb Państwa) 1976 Monoklina Przedsudecka, 2 profile (Skarb Państwa) 1976 Pyzdry-Krotoszyn-Kalisz, 9 profili (Skarb Państwa) 1978 Nowa Sól-Góra-Milicz 2D, 1 profil (Skarb Państwa)

	1980 Góra-Rawicz 2 D, 2 profile (Skarb Państwa) 1986–1989 Pogorzela-Krotoszyn 2D, 34 profile (Skarb Państwa, ORLEN S.A.) 1986–1989 Leszno-Rawicz 2D, 12 profili (Skarb Państwa, ORLEN S.A.) 1988–1989 Śrem-Gostyń 2D, 10 profili (Skarb Państwa, ORLEN S.A.) 1989 Nowy Tomyśl-Wolsztyn-Leszno 2D, 4 profile (ORLEN S.A.) 1997–1999, Kościan-Krobia 2D, 51 profili (ORLEN S.A.) 1998–1999 Jarczewo-Pogorzela 2D, 28 profili 2D (ORLEN S.A.) 2004 Jarocin-Jarczewo 2D, 6 profili (Skarb Państwa) 2012 Kościan-Żakowo 2D, 3 profile (Skarb Państwa) 1998 Kościan-Krzywin 3D, 5,65 km ² (ORLEN S.A.) 2004 Siedmiorogów-Pogorzela 3D, 166,49 km ² (Skarb Państwa) 2012 Frankowo 3D, 27,8 km ² (Skarb Państwa) 2013 Tworzanice 3D, 133,29 km ² (Skarb Państwa)
Otwory reperowe (głębokość)	BUŁAKÓW 1 (2225,0 m) BUŁAKÓW-2 (1890,0 m) FRANKOWO 1 (2200,0 m) KĄKOLEWO 1 (2170,0 m) KĄKOLEWO 2 (2084,0 m) KĄKOLEWO 4 (2087,5 m) KOBYLIN-1 (2861,0 m) POGORZELA 1 (1797,5 m) POGORZELA 2 (1767,0 m) POGORZELA 4 (2060,2 m) POGORZELA 7 (2207,3 m) RUSKO-1 (2600,0 m) SIEDMIOROGÓW-1 (2246,0 m) ŚWIĘCIECHOWA 1 (2776,8 m) ŚWIĘCIECHOWA 2 (2200,0 m) ŻAKOWO 1 (2374,8 m) ŻAKOWO 2 (1830,2 m) ŻAKOWO 3 (2298,5 m) ŻAKOWO 4 (2232,5 m) ŻAKOWO 5 (1830,7 m) ŻAKOWO 6 (2216,0 m) ŻAKOWO 7 (1836,0 m) ŻAKOWO 9 (2300,0 m)

Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej

- Interpretacja i analiza archiwalnych danych geologicznych
 - Wykonanie rekonstrukcji jednego otworu wiertniczego
- lub
- Wykonanie otworu wiertniczego o maksymalnej głębokości 5000 m TVD wraz z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- **Bielecka H., Dembiec T. 2005.** Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 „pierwszy poziom wodonośny: występowanie i hydrodynamika”, arkusz Kobylin (618). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Bielecka H., Serafin R. 2005.** Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 „pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika”, arkusz Poniec (617). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Blus R., Szczypa Z. 1973.** Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości skał, rok 1972 [97 otworów wiertniczych]. Inw. 44269,ObO/1438, CAG PIG, Warszawa.
- **Błaszczak J. 1997.** Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Kobylin (619). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Bochnia N., Duda W. 1964.** Dokumentacja badań grawimetrycznych, temat: monoklina przedsudecka (Leszno-Rawicz, Leszno-Ostrzeszów, Zgorzelec, Wrocław, region przedsudecki) z 1964 roku. Inw. 7885/2022, Kat. 4123/35, CAG PIG, Warszawa.
- **Bochnia N., Duda W. 1965.** Dokumentacja poszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Gorzów-Jarocin. Inw. 1237, Kat. 3923/43, CAG PIG, Warszawa.
- **Bojanowski M., Błaszowska V., Kalbarczyk R., Stolarczyk J., Stolarczyk F. 1975.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Kąkolewo. Inw. 5919/2022, CAG PIG, Warszawa.
- **Botor D., Papiernik B., Maćkowski T., Reicher B., Kosakowski P., Machowski G., Górecki W. 2013.** Gas generation in Carboniferous source rocks of the Variscan foreland basin: implications for a charge history of Rotliegend deposits with natural gases. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **83**, 353–383.
- **Buniak A., Mikołajewski Z., Wagner R. 2013.** Mapa paleogeograficzna wapienia cechstyńskiego (Ca1), 1 : 500 000. PGNiG, Departament Poszukiwania Złóż, Ośrodek Północ w Pile; Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Burchat B. 1967.** Sprawozdanie z pomiaru średnich prędkości w otworze Świętuchowa 1. Ś27VS, CAG PIG, Warszawa.
- **Burchat B. 1973.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Pogorzela-1. P95 VS, CAG PIG, Warszawa.
- **Burchat B., Jeleń P. 1968.** Sprawozdanie z pomiaru średnich prędkości w odwiercie Żakowo 1. Ż4 VS, CAG PIG, Warszawa.
- **Burchat B., Jeleń P. 1970.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Żakowo 3. Ż5 VS, CAG PIG, Warszawa.
- **CBDG 2023.** Centralna Baza Danych Geologicznych. Litostratygrafia, Chronostratygrafia, Litologia, weryfikacja 2008. <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl>
- **Chruścińska J. 2015.** Dokumentacja geologiczna likwidowanego otworu Kobylin-1. Inw. 3025/2016, CAG PIG, Warszawa.
- **Chruścińska J., Sikorska-Piekut W., Gamrot J. 2015.** Dokumentacja geologiczna likwidowanego otworu wiertniczego Rusko-1. Inw. 3029/2016, CAG PIG, Warszawa.
- **Chruścińska J., Wojtysiak B., Rostkowski R. 2016.** Dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego Czatkowice nr 9/2008/p. 7782/2020, CAG PIG, Warszawa.
- **Cieśla E., Petecki Z., Wybraniec S. 1995.** Mapa Magnetyczna Polski w skali 1 : 200 000 z komputerowym bankiem danych i interpretacją elementów strukturalnych dla arkuszy: Poznań, Gniezno, Zielona Góra, Leszno, Ostrów Wlkp., Kalisz, Zgorzelec, Jelenia Góra, Wałbrzych, Wrocław, Kłodzko, Nysa, Gliwice. Inw. 1124/95, CAG PIG, Warszawa.
- **Ciszewski S., Taluć S. 1964.** Opracowanie zwiadowczych profili magnetycznych w środkowej części regionu przedsudeckiego,

- 1963 rok. Inw. 2086, Kat. 62/155, CAG PIG, Warszawa.
- **Dadlez R., Marek S., Pokorski J. 2000.** Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku 1 : 1000 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Dadlez R., Narkiewicz M., Stephenson R.A., Visser M.T.M., Van Wess J.-D. 1995.** Tectonic evolution of the Mid-Polish Trough: modelling implications and significance for central European geology. *Tectonophysics*, **252**, 179–195.
 - **Dalętka A. 2007.** Opracowanie wyników pionowego profilowania sejsmicznego i pomiarów średnich prędkości w otworze: Bułaków-2. B220 VS, CAG PIG, Warszawa.
 - **Dąbek J. 1965.** Dokumentacja reinterpretacji badań grawimetrycznych z rejonu Głogów-Wschowa, 1965. Kat. G-189 PBG, CAG PIG, Warszawa.
 - **Dąbrowski A. 1968.** Mapa lokalnych anomalii magnetycznych obszaru przed-sudeckiego. Inw. 41542, Kat. 62/103, CAG PIG, Warszawa.
 - **Dąbrowski S., Filipiak P. 2002.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Krzywiń (0580). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Dąbrowski S., Janiszewska B. 2002.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Leszno (0579). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Dembicki H. 2017.** Practical Petroleum Geochemistry for Exploration and Production. Elsevier, Amsterdam, 331.
 - **Duda W. 1964.** Opracowanie półszczegółowych badań grawimetrycznych: monoklina przedsudecka (Leszno-Ostrzeszów), 1963. Inw. 1044; Kat. 4123/34, CAG PIG, Warszawa.
 - **Duda W., Bochnia N. 1961.** Szczegółowe badania grawimetryczne: Leszno-Rawicz, 1960. Inw. 14379/62, Kat. 4123/32, CAG PIG, Warszawa.
 - **Duda W., Wasiak I. 1980.** Dokumentacja badań aeromagnetycznych. Temat: Sudety i monoklina przedsudecka, 1977-1979. Inw. 45490, Kat. 62/168, CAG PIG, Warszawa.
 - **Dudzińska K., Piątkowska S. 1975.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Święciechowa 2. Inw. 121162, CAG PIG, Warszawa.
 - **Ferenc-Fluszcz E., Czechowska A. 2015.** Opracowanie wyników badań sejsmiki otworowej Kobylin-1. Pionowe profilowanie sejsmiczne 3C, prędkości sejsmiczne [zakaz udostępniania i wglądu – informacja geologiczna pochodzi z bieżącego dokumentowania przebiegu robót geologicznych]. Inw. 3025/2016, CAG PIG, Warszawa.
 - **Filo M., zespół. 2005.** Opracowanie wyników badań sejsmicznych dla tematu: Północne prace sejsmiczne, przetwarzanie i prace interpretacyjno-dokumentacyjne /Etap I/ Siedmiorogów-Pogorzela 3D, rok: 2004. Inw. 1966/2006, CAG PIG, Warszawa.
 - **Franke F. 2014.** Topography of the Variscan orogen in Europe: failed–not collapsed. *International Journal of Earth Sciences*, **103**, 1471–1499.
 - **Gizler H. 2001.** Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Leszno (579). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Gościak D., Kwolek K. 2008.** Dokumentacja likwidacji odwiertu poszukiwawczego Bułaków-2. Inw. 135694, CAG PIG, Warszawa.
 - **Górecka-Nowak A. 2007.** Palynological constraints on the age of the Carboniferous clastic succession of SW Poland (Fore-Sudetic area) based on miospore data. *Geological Quarterly*, **51**, 39–56.
 - **Górecka-Nowak A. 2008.** New interpretations of the Carboniferous stratigraphy of SW Poland based on miospore data. *Bulletin of Geosciences*, **83**, 101–116.
 - **Górecki W., Maćkowski T., Papiernik B., Reicher B. 2009.** Dwuwymiarowe modelowania historii termicznej i generowania/ekspulsji węglowodorów oraz modelowani migracji węglowodorów. [W:] Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu – ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów; [Red.:] Poprawa P. Inw. 5568/2011, CAG PIG, Warszawa.

- **Grzegorzcyk K., Gawron M. 2005.** Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 „pierwszy poziom wodonośny: występowanie i hydrodynamika”, arkusz Święciechowa (0578). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Grzegorzcyk K., Maruńczak S. 2005.** Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 „pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika”, arkusz Góra (616). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Guterch A., Grad M. 2006.** Lithospheric structure of the TESZ in Poland based on modern seismic experiments. *Geological Quarterly*, **50**, 23–32.
- **Jakiel B., Balda J. 1992.** Opracowanie badań sejsmometrycznych otworu Siedmiorogów-1, Prędkości sejsmiczne, Profilowanie akustyczne. S22 VS, CAG PIG, Warszawa.
- **Janiszewska B., Kryszczyńska I. 2013.** Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszaru ochronnego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 307 Sandr Leszno. Inw. 312/2014, CAG PIG, Warszawa.
- **Janiszewska B. 2005.** Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 „pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika”, arkusz Leszno (0579). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Jaworowski K., Mikołajewski Z. 2007.** Oil- and gas-bearing sediments of the Main Dolomite (Ca₂) in the Międzychód region: a depositional model and the problem of the boundary between the second and third depositional sequences in the Polish Zechstein Basin. *Przegląd Geologiczny*, **55**, 1017–124.
- **Kalbarczyk R., Haase M. 1973.** Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 5. Inw. 120610, CAG PIG, Warszawa.
- **Kalbarczyk R., Haase M. 1974.** Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 6. Inw. 118978, CAG PIG, Warszawa.
- **Kalbarczyk R., Haase M. 1975.** Dokumentacja wynikowa otworu Kąkolewo-2. Inw. 121234, CAG PIG, Warszawa.
- **Kalbarczyk R., Śliwiński J. 1974.** Dokumentacja wynikowa otworu Kąkolewo-4. Inw. 120609, CAG PIG, Warszawa.
- **Kalbarczyk R., Haase M., Liwosz A., Śliwiński J. 1974a.** Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 7. Inw. 119225, CAG PIG, Warszawa.
- **Kalbarczyk R., Liwosz A., Śliwiński J. 1974b.** Dokumentacja wynikowa otworu Żakowo 9. Inw. 120611, CAG PIG, Warszawa.
- **Karaczun K., Dąbrowski A. 1955.** Mapa magnetyczna opracowana do Przeglądowej Mapy Magnetycznej Polski 1 : 300 000 arkusz Wrocław, wydanie I tymczasowe w skali 1 : 100 000 arkusz Leszno i Gostyń. Kat. 4123/18, CAG PIG, Warszawa.
- **Karaczun K., Karaczun M., Draczyński W. 1967.** Opracowanie map magnetycznych w skali 1 : 2 000 000 dla rejonu monokliny przedsudeckiej i śląsko-krakowskiej, 1967. Inw. 36272, Kat. 52/87, CAG PIG, Warszawa.
- **Karnkowski P. 2007.** Petroleum provinces in Poland. *Przegląd Geologiczny*, **55**, 1061–1067.
- **Kasiński J., Saternus A., Urbański P. 2019.** Atlas geologiczny wybranych złóż węgla brunatnego w Polsce. Tom I. Rejon zachodni i rejon wielkopolski. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Kiersnowski H., Becker A., Brzeziński D., Czapigo-Czapla M., Dymowski W., Dyrka I., Fabiańczyk J., Feldman-Olszewska A., Gryczko-Gostyńska A., Gluszyński A., Grudzień T., Janas M., Jasionowski M., Kafara D., Kijewska S., Klimuszko E., Kostrz-Sikora P., Kozłowska A., Kozłowska O., Krzemiński L., Kuberska M., Laskowicz R., Leszczyński K., Roman M., Rosowiecka O., Sikorska-Maykowska M., Skowroński L., Sokółowski J., Wagner R., Wołowicz K., Wójcik K. 2017.** Pakiet danych geologicznych do postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż węglowodórów. Obszar przetargowy „LESZNO”. Ocena perspektywiczności geologicznej zasobów złóż węglowodórów oraz przygotowanie materiałów na potrzeby przeprowadzenia postępowania przetargowego w

celu udzielenia koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie lub wydobywanie złóż węglowodorów – etap II. Zadanie 22.5004.1502.08.0. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

- **Kiersnowski H., Peryt T.M., Buniak A., Mikołajewski Z. 2010.** From the intra-desert ridges to the marine carbonate island chain: middle to late Permian (Upper Rotliegend – Lower Zechstein) of the Wolsztyn-Pogorzela high, west Poland. *Geological Journal*, **45**, 319–335.
- **Kiersnowski H., Petecki Z. 2017.** Budowa geologiczna podcechsztyńskiego podłoża Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM) i jego otoczenia: spojrzenie krytyczne. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **468**, 175–198.
- **Kiersnowski H., Poprawa P. 2010.** Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego – etap I. Inw. 2439/2011, CAG PIG, Warszawa.
- **Klecan A., Kochel F. 1974.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w otworze Pogorzela 7. P97VS, CAG PIG, Warszawa.
- **Kleszcz T. 1976.** Dokumentacja szczegółowych nadań profilowych. Temat monoklina przedsudecka, 1975. Inw. 18995, Kat.53/139, CAG PIG, Warszawa.
- **Kochan B., Burbulis H. 1973.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Pogorzela 1. Inw. 117877, CAG PIG, Warszawa.
- **Kondracki J. 2013.** Geografia regionalna Polski, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa.
- **Kosakowski P., Wróbel M. 2010.** Sourcerock evaluation and basin modelling in the Western Part of the Fore-Sudetic Monocline – SW Poland (P343). 72nd EAGE Conference and Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2010 Barcelona, Spain, 14-17 June, 1-5.
- **Kosakowski P., Krajewski M. 2014.** Hydrocarbon potential of the Zechstein Main Dolomite in the western part of the Wielkopolska platform, SW Poland: New sedimentological and geochemical data. *Marine and Petroleum Geology*, **49**, 99–120.
- **Kosakowski P., Krajewski M. 2015.** Hydrocarbon potential of the Zechstein Main Dolomite (Upper Permian) in western Poland: Relation to organic matter and facies characteristics. *Marine and Petroleum Geology*, **68**, 675–694.
- **Kosobudzka I. 1988.** Pomiar magnetyczne w strefach zakłóceń wywołanych elektrycznymi trakcjami kolejowymi. *Biuletyn informacyjny Geofizyka Stosowana*, **1/2**.
- **Kosobudzka I. 1990.** Dokumentacja półszczełowych badań magnetycznych T. Temat: niecka szczecińska i monoklina przedsudecka rok 1981–1989, rejon: Sulęcín-Myślibórz oraz Kościan-Krzyż, Zbąszczyń-Międzychód, Choszczno-Ińsko, Cedynia-Pyrzyce. Inw. 1259/91, CAG PIG, Warszawa.
- **Kośmidek A., Sikorska-Piekut W. 1992.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Siedmiorogów-1. Inw. 133014, CAG PIG, Warszawa.
- **Kotarba M., Wagner R. 2007.** Generation potential of the Zechstein Main Dolomite (Ca²) carbonates in the Gorzów Wielkopolski-Międzychód-Lubiatów area: geological and geochemical approach to microbial-algal source rock. *Przegląd Geologiczny*, **55**, 1025–1036.
- **Kotarba M.J., Bilkiewicz E., Kosakowski P. 2020.** Origin of hydrocarbon and non-hydrocarbon (H₂S, CO₂ and N₂) components of natural gas accumulated in the Zechstein Main Dolomite carbonate reservoir of the western part of the Polish sector of the Southern Permian Basin. *Chemical Geology*, **554**, 119807.
- **Kotarba M.J., Clayton J.L., Rice D.D., Wagner M. 2002.** Assessment of hydrocarbon source rock potential of Polish bituminous coals and carbonaceous shales. *Chemical Geology*, **184**, 11–35.
- **Kotarba M.J., Grelowski C., Kosakowski P., Więclaw D., Kowalski A., Sikorski B. 1999.** Potencjał węglowodorowy skał macierzystych i geneza gazu ziemnego

- go akumulowanego w utworach czerwonego spągowca i karbonu w północnej części Pomorza Zachodniego. *Przegląd Geologiczny*, **47**, 480.
- **Kotarba M.J., Piela J., Żołnierczuk T. 1992.** Geneza gazu ziemnego akumulowanego w permsko-karbońskich pułapkach litologicznych złoża "Paproc" w świetle badań izotopowych. *Przegląd Geologiczny*, **40**, 260–263.
 - **Kotarba M.J., Więclaw W., Stecko Z. 2000.** Skład, geneza i środowisko generowania gazu ziemnego w utworach dolomitu głównego zachodniej części obszaru przedsudeckiego. *Przegląd Geologiczny*, **48**, 429–435.
 - **Kozłowska A., Kuberska M. 2015.** Piaszkowce dolnego karbonu strefy wielkopolsko-śląskiej jako utwory perspektywiczne pod względem poszukiwań złóż gazu zamkniętego (badania wstępne). *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **464**, 49–59.
 - **Krawczyk J., Jednoróg A. 2005.** Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 „pierwszy poziom wodonośny: występowanie i hydrodynamika”, arkusz Krotoszyn (619). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Krawczyk J., Nowak M. 2005.** Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 „pierwszy poziom wodonośny: występowanie i hydrodynamika”, arkusz Krzywiń (580). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Królikowski C., Petecki Z. 1995.** Atlas grawimetryczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Kryński J. 2007.** Precyzyjne modelowanie quasigeoidy na obszarze Polski – wyniki i ocena dokładności. *Seria Monograficzna IGiK*, **13**, Warszawa.
 - **Krzemiński L. 2005.** Proweniencja materiału okrucowego piaszczowców karbońskich z waryscyjskich basenów przedpola w południowo-zachodniej Polsce i na Morawach. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **417**, 27–108.
 - **Krzyżanowski S. 1971.** Dokumentacja wynikowa otworu parametryczno-strukturalnego Żakowo 4. Inw. 110669, CAG PIG, Warszawa
 - **Krzyżanowski S., Piela J. 1972.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Żakowo. Inw. 5918/2022, CAG PIG, Warszawa.
 - **Kudrewicz R. 2007.** Mapy strukturalne powierzchni podcechsztyńskiej i podpermskiej, 1 : 500 000. [W:] Wagner R. i in., 2008 [red.], Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce – badania geologiczne. Inw. 2293/2009, CAG PIG, Warszawa.
 - **Kuhn D. 1979.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Wycisłowo IG-1. 25086, CAG PIG, Warszawa.
 - **Kwolek K., Mikołajewski Z. 2007.** New stratigraphic scheme for Zechstein rocks in the Pogorzela High (Foresudetic Monocline) and its significance for hydrocarbon exploration. *Przegląd Geologiczny*, **55**, 1037–1047.
 - **Kwolek K., Mikołajewski Z. 2010.** Kryteria identyfikacji obiektów litofacjalnych jako potencjalnych pułapek złożowych w utworach dolomitu głównego (Ca²) u podnóża platform i mikroplatform węglanowych w środkowo-zachodniej Polsce. *Przegląd geologiczny*, **58**, 426–435.
 - **Kwolek K., Protas A. 2001.** Nowe aspekty poszukiwań węglowodorów w utworach dolomitu głównego w rejonie wyniesienia Pogorzeli, monoklina przedsudecka. *Przegląd Geologiczny*, **49**, 229–236.
 - **Łaszczyńska B., Okulus H., Wojaś A. 1982.** Dokumentacja badań geofizycznych; temat: Poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych (obszary: Oborniki, KłECKO, Pogorzela, Świebodzin-Boryszyn, Studzieniec, Bobrowice), 1981 r. Inw. 2189, Kat. 53/167, CAG PIG, Warszawa.
 - **Malinowski M., Grad M., Guterch A., Takács E., Sliwinski Z.J., Antonowicz L., Iwanowska E., Keller G.R., Hegedüs 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.
 - **Małoszewski S., Gawin A., Kowalczyk J., Miecznik J., Cianciara B., Czubek J. 1975.** Problem węzłowy 01.1.1. Temat

- 02.00. Kompleksowa analiza wyników badań geofizycznych. Opracowanie kompleksu metod geofizycznych dla regionalnego rozpoznania utworów podpermских dla Monokliny Przedsudeckiej w strefie: a. Wyniesienia Leszniańskiego, b. Południowego Obrzeżenia Wyniesienia Leszniańskiego, c. Północnego Obrzeżenia Wyniesienia Leszniańskiego. Kat. R-388, Archiwum Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych Sp. z o.o., Warszawa.
- **Marek S., Pajchłowa M. 1997.** Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Instytutu Geologicznego*, **153**.
 - **Mazur S., Dunlap W.J., Turniak K., Oberc-Dziedzic T. 2006.** Age constraints for the thermal evolution and erosional history of the central European Variscan belt: new data from sediments and basement of the Carboniferous foreland basin in western Poland. *Journal of Geological Society of London*, **163**, 1011–1024.
 - **Mikołajków J., Sadurski A. 2017.** Informator PSH. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
 - **Mularczyk A., Król G. 1976.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Pogorzela 2. Inw. 122474, CAG PIG, Warszawa.
 - **Multan M. 2002.** Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Góra (616). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Nawrocki J., Becker A. 2017.** Atlas geologiczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
 - **Nowak J. 2002.** Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Poniec (617). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Nowak G. 2003.** Petrologia materii organicznej rozproszonej w późnopaleozoicznych skałach osadowych południowo-zachodniej Polski. *Cuprum*, **4**, 3–209.
 - **Nowak G. 2007.** Comparative studies of organic matter petrography of the Late Palaeozoic black shales from south western Poland. *International Journal of Coal Petrology*, **71**, 568–585.
 - **Obuch B., Stępińska J. 1970.** Dokumentacja wynikowa wiercenia Żakowo 2. Inw. 106048, CAG PIG, Warszawa.
 - **Ochociński J. 1955.** Sprawozdanie z regionalnych badań magnetycznych na Śląsku, ziemi lubuskiej i Wielkopolsce, 1955. Kat. 63/56, CAG PIG, Warszawa.
 - **Olejniki Z. 2002a.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Góra (616). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Olejniki Z. 2002b.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Poniec (617). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Olszewski P. 2005.** Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 „pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika”, arkusze Gostyń (581), Jaraczewo (582). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Oniszk M., Szczypa S. 2002.** Temat: Kompleksowe opracowanie wyników badań sejsmicznych i grawimetrycznych dla SE monokliny przedsudeckiej w rejonie Pogorzela, arkusz Gostyń 247. Inw. 4327/2013, Kat. S-2553 PBG, CAG PIG, Warszawa.
 - **Ostrowski C., Stefaniuk M., Wojdyła M., Kosobudzka I. 2007.** Dokumentacja badań geofizycznych, Temat: Pomiary polowe magnetotelluryczne, magnetyczne i grawimetryczne wzdłuż profilu Zgorzelec-Wiżajny wraz z ich przetworzeniem i interpretacją. 2005–2007. Inw. 3093/2014, CAG PIG, Warszawa.
 - **Paczyński B., Sadurski A. 2007.** Hydrogeologia regionalna Polski, Tom I – wody słodkie. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Papiernik B., Kosakowski P., Machowski G., Słupczyński K., Semyrka R., Kowalski A., Capik M. 2008.** Conditions of occurrence of hydrocarbon deposits in Zechstein Main Dolomite (Ca²) petroleum system, exemplified by the Grotów Peninsula area (Fore-Sudetic Monocline, SW Poland). 33rd International Geological Congress, Oslo, Norwegia, 6-14 sierpnia 2008.
 - **Pasik J. 1974.** Dokumentacja półszczegółowych badań magnetycznych. Temat:

- monoklina przedsudecka, 1974. Kat. M-164 PBG, CAG PIG, Warszawa.
- **Peryt T.M., Protas A. 1978.** Wapień cechsztyński w rejonie Pogorzeli na monoklinie przedsudeckiej. *Przegląd Geologiczny*, **26**, 185–186.
 - **Petecki Z., Rosowiecka O. 2017.** A new magnetic anomaly map of Poland and its contribution to the recognition of crystal line basement rocks. *Geological Quarterly*, **61**, 934–945.
 - **Piela J., Olczak D. 1967.** Dokumentacja wynikowa wiercenia Święciechowa 1. 88639, CAG PIG, Warszawa.
 - **Piela J., Wojtkowiak Z., Czarnecki R. 1968.** Dokumentacja wynikowa (wraz z dodatkiem) otworu Żakowo 1. Inw. 93445, CAG PIG, Warszawa.
 - **Pilarski P. 2002.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Jaraczewo (582). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Piwocki M. 1997.** Geologia trzeciorzędowych złóż węgla brunatnego w rowach tektonicznych Wielkopolski. [W:] Przewodnik 62 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Poznań, 19–23.
 - **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 C., Papiernik B., Van Bergen F. 2010.** Petroleum generation and migration. [W:] Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area; [Red.:] Doornenbal, J.G., Stevenson, A.G. EAGE Publications b. v., Hout, 225–253.
 - **Plachta M. 2011.** Dokumentacja likwidacji odwiertu Żakowo 1. Inw. 7085/2020, CAG PIG, Warszawa.
 - **Poprawa P. 2010.** Rozpoznawanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego – etap I. Inw. 2439/2011, CAG PIG, Warszawa.
 - **Poprawa P., Kiersnowski H. 2008.** Perspektywy poszukiwań gazu ziemnego w skałach ilastych (shale gas) oraz gazu ziemnego zamkniętego (tight gas) w Polsce. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **429**, 145–152.
 - **Poszytek A. 2014.** Reservoir properties of the Upper Rotliegend and the Weissliegend sand stones (Permian) in the Zielona Góra Basin (Western Poland). *Geological Quarterly*, **58**, 193–206.
 - **Reczek J. 1967.** Dokumentacja półszcze-gółowych badań grawimetrycznych, temat: Mogilno-Konin-Uniejów, 1965/66. **Kat.G-215 PBG**, CAG PIG, Warszawa.
 - **Rodzoch A., Karwacka K., Grodzka M., Jeleniewicz G., Manuszak M., Pazio-Urbanowicz K. 2011.** Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszaru ochronnego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 308 (Zbiornik międzymorenowy rzeki Kania). Inw. 7821/2011, CAG PIG, Warszawa.
 - **Rosowiecka O. 2011.** Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.
 - **Słowakiewicz M., Gąsiewicz A. 2013.** Palaeoclimatic imprint, distribution and genesis of Zechstein Main Dolomite (Upper Permian) petroleum source rocks in Poland: Sedimentological and geochemical rationales. *Geological Society of London, Special Publications*, **376**, 523–538.
 - **Słowakiewicz M., Mikołajewski Z. 2011.** Upper Permian Main Dolomite microbial carbonates as potential source rocks for hydrocarbons (W Poland). *Marine and Petroleum Geology*, **28**, 1572–1591.
 - **Soćko A., Grodnicki J., Kruczek T. 1983.** Interpretacja geofizyczno-geologiczna wyników badań grawimetrycznych, magnetycznych, geoelektrycznych, sejsmicznych i satelitarnych dla obszaru Sudetów i bloku przedsudeckiego – część zachodnia. Podstawowe mapy geofizyczne w skali 1 : 50 000 i 1 : 200 000 /wg stanu badań na rok 1981/. Temat: Sudety Zachodnie, 1980–83. Arkusze 1 : 200 000, Gubin, Zielona Góra, Bogatynia, Jelenia Góra, Leszno, Wałbrzych. Inw. 2233, Kat. M33-III/8, CAG PIG, Warszawa.
 - **Soćko A., Szczypa S. 1980a.** Katalogi anomalii grawimetrycznych temat: Mapa Grawimetryczna Polski 1 : 200 000 1980 r. Arkusz: 36 Gniezno. **Kat. N33-XXXVI/1**, CAG PIG, Warszawa.

- **Soćko A., Szczypa S. 1980b.** Katalogi anomalii grawimetrycznych temat: Mapa Grawimetryczna Polski /1 : 200 000/ Arkusz: 35 Poznań /1 : 200000/. Inw. 2133, Kat. M33-V/7, CAG PIG, Warszawa.
- **Solon J., Borzyszkowski J., Bidlasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chabudziński Ł., Dobrowolski R., Grzegorzczak I., Jodłowski M., Kistowski M., Kot R., Krąż P., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Migoń P., Myga-Piątek U., Nita J., Papińska E., Rodzik J., Strzyż M., Terpiłowski S., Ziaja W. 2018.** Physicogeographical mesoregions of Poland – verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, **91**.
- **Stanicki B., Marcinek U. 2002.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Gostyń (581). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Stefańska J., Protas B. 1974.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Pogorzela 7. Inw. 119235, CAG PIG, Warszawa.
- **Stolarczyk F., Stolarczyk J., Kalbarczyk R. 1975.** Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Żakowo. Inw. 5920/2022, CAG PIG, Warszawa.
- **Stryczyński A. 1998.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Krotoszyn (619). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Strzelecka D., Rostkowski R., 2016.** Dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego Jaraczewo-Pogorzela nr 28/2001/p. Inw. 5152/2018, CAG PIG, Warszawa.
- **Szałajdewicz J. 2002.** Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Gostyń (581). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Szałamacha B. 2001.** Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Jaraczewo (582). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Śliwiński Z., Antonowicz L., Iwanowska E., Malinowski M., Grad M., Guterch A., Keller R., Takács E. 2006.** Interpretacja zasięgu eksternidów waryscyjskich na eksperymentalnym profilu sejsmicznym GRUNDY 2003. *Przegląd Geologiczny*, **54**, 45–50.
- **Trzeciakowska M., Dąbrowska M., Janiszewska B., Filipiak P., Flieger-Szymańska M. 2013.** Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszaru ochronnego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 305 Zbiornik międzymorenowy Leszno. Inw. 1439/2014, CAG PIG, Warszawa.
- **Wagner R. 1994.** Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **146**, 62–69.
- **Wagner R. 1998.** Mapy paleogeograficzne cechsztynu. [W:] Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce, 1 : 2 500 000; [Red.:] Dadlez R., Marek S., Pokorski J. Inw. 3417/98, 4610/2015, CAG PIG, Warszawa.
- **Wagner R. 2012.** Mapa paleogeograficzna dolomitu głównego (Ca₂) w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Wagner R., Peryt T.M. 1997.** Possibility of sequence stratigraphic subdivision of the Zechstein in the Polish Basin. *Geological Quarterly*, **41**, 457–474.
- **Waloch A., Sztaba T., Protas B. 1974.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Pogorzela 4. Inw. 119031, CAG PIG, Warszawa.
- **Weil M., Plachta M., Saks M. 2013.** Dokumentacja wynikowa odwiertu poszukiwawczego Frankowo-1. Inw. 5063/ 2016, CAG PIG, Warszawa.
- **Wierzchowska-Kiculowa K. 2007.** Podłoże monokliny. Monografia KGHM Polska Miedź S.A. (wydanie II): 90–92. Lubin.
- **Winnicki J. 2003.** Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, ark. Krzywiń (580). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

- **Wojciechowska R. 2002.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Kobylin (618). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Wolnowski T., Jasiecka B. 1974.** Dokumentacja wynikowa otworu Bułaków 1. Inw. 119244, CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcicki, A., Kiersnowski, H., Dyrka, I., Adamczak-Biały, T., Becker, A., Głuszyński, A., Janas, M., Kozłowska, A., Krzemiński, L., Kuberska, M., Paczeńska, J., Podhalańska, T., Roman, M., Skowroński, L., Waksmundzka, M.I., 2014.** Prognostyczne zasoby gazu ziemnego w wybranych zwięzłych skałach zbiornikowych Polski. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa
- **Ziółkowski M. 2002.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Święciechowa (0578). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Żelaźniewicz A., Marheine D., Oberc-Dziedzic T. 2003.** A Late Tournaisian synmetamorphic folding and thrusting event in the eastern Variscan foreland: 40Ar/39Ar evidence from the phyllites of the Wolsztyn-Leszno High, western Poland. *International Journal of Earth Sciences*, **92**, 185–194.
- **Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Karnkowski P.H., Konon A., Oszcypko N., Ślaczka A., Żaba J., Żytko K. 2011.** Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.
- **Żelichowski A.M. 1964.** Utwory karbonu w podłożu monokliny przedsudeckiej. *Przegląd Geologiczny*, **12**.
- **Żolnierczuk A., Stępińska J. 1971.** Dokumentacja wynikowa otworu parametryczno-strukturalnego Żakowo 3. Inw. 110774, CAG PIG, Warszawa.
- **Żolnierczuk A., Stępiński Z., Lysiak H. 1971.** Dokumentacja wynikowa otworu Kąkolewo-1. Inw. 110970, CAG PIG, Warszawa.
- **Żurawek E., Muszyński M., Bojarska M., Rydzewska K. 1974.** Opracowanie litologiczno-facjalne z uwzględnieniem własności zbiornikowych czerwonego spągowca w obszarze środkowej monokliny przedsudeckiej w rejonie: Leszno-Rawicz-Krotoszyn. Inw. 5698/2009, CAG PIG, Warszawa.