

Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy państwowa służba geologiczna państwowa służba hydrogeologiczna

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 Blok 208

Opracował: Zespół pod kierunkiem dr inż. Adama WÓJCICKIEGO



NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ

Koordynator zadania: dr Krystian WÓJCIK

Skład zespołu

dr inż. Adam WÓJCICKI – kierownik zespołu

mgr Dariusz BRZEZIŃSKI

mgr Martyna CZAPIGO-CZAPLA

mgr inż. Joanna FABIAŃCZYK

dr Anna FELDMAN-OLSZEWSKA

dr Anna GABRYŚ-GODLEWSKA

dr Marek JASIONOWSKI

mgr Anna KALINOWSKA

dr Hubert KIERSNOWSKI mgr inż. Sylwia KIJEWSKA

mgr Paulina KOSTRZ-SIKORA

mgr Przemysław KOWALSKI

dr Aleksandra KOZŁOWSKA

dr Olimpia KOZŁOWSKA

dr Marta KUBERSKA

dr Krzysztof LESZCZYŃSKI

mgr Marcin ŁOJEK

mgr Elżbieta PRZYTUŁA

dr inż. Olga ROSOWIECKA

inż. Leszek SKOWROŃSKI

mgr Marcin TYMIŃSKI

mgr Krzysztof WAŚKIEWICZ

mgr Piotr WESOŁOWSKI

mgr inż. Dorota WEGLARZ

mgr inż. Michał WOROSZKIEWICZ

dr Krystian WÓJCIK

mgr Jarosław ZACHARSKI

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego Blok 208 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) obszary przeznaczone do postępowania przetargowego ustala organ koncesyjny we współpracy z państwową służbą geologiczną. Obszar przetargowy Blok 208 został wskazany do przetargu przez Ministra 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 2022 r. (6 runda przetargowa)" z dnia 30 czerwca 2021 r. (pismo znak: DGK-WW.740.1.2021.JS).

Dane o budowie geologicznej i potencjale złożowym obszaru przetargowego Blok 208 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 6. rundy przetargowej.

Spis treści	
1. WSTĘP Anna Gabryś-Godlewska, Paulina Kostrz-Sikora, Olimpia Kozłowska, Adam Wójcicki, Krystian Wójcik	5
1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM 1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE	5 8
2. BUDOWA GEOLOGICZNA Anna Feldman-Olszewska, Marek Jasionowski, Hubert Kiersnowski, Aleksandra Kozłowska, Marta Kuberska, Krzysztof Leszczyński, Elżbieta Przytuła, Krzysztof Waśkiewicz, Piotr Wesołowski, Dorota Węglarz, Adam Wójcicki, Krystian Wójcik	12
2.1. OGÓLNY ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ	12
2.2. TEKTONIKA	16
2.3. STRATYGRAFIA	19
2.3.1. KARBON	19
2.3.2. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC	22
2.3.3. PERM – CECHSZTYN	27
2.3.4. TRIAS	34
2.3.5. JURA	35
2.3.6. KREDA	37
2.3.7. KENOZOIK	38
2.4. HYDROGEOLOGIA	39
3. SYSTEM NAFTOWY Hubert Kiersnowski, Krzysztof Waśkiewicz, Adam Wójcicki, Krystian Wójcik, Jarosław Zacharski	46
2.1. Ο Ο Ο ΙΝΑ Ο Η ΑΡΑΚΤΕΡΥΣΤΥΚΑ ΝΑΕΤΟΨΑ Ο ΡΣΖΑΡΗ ΡΡΖΕΤΑΡΟΟΨΕΟΟ	16
3.1. OGOLNA CHARAKTERTSTTRA NAFTOWA OBSZARU PRZETAROOWEGO 3.2. SKAŁV MACIERZYSTE	40
3 3 SKAŁY ZBIORNIKOWE – SYSTEM KONWENCIONALNY	/ 49
3.4. SKAŁY USZCZELNIAJACE	50
3.5. SYSTEM NIEKONWENCJONALNY.	50
3.6. GENERACJA, MIGRACJA, AKUMULACJA I PUŁAPKI WĘGLOWODORÓW	55
4. CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW Dariusz Brzeziński, Martyna Czapigo-Czapla, Joanna Fabiańczyk, Anna Kalinowska, Przemysław Kowalski, Marcin Tymiński, Michał Woroszkiewicz	60
4.1. ZŁOŻA WĘGLOWODORÓW W SĄSIEDZTWIE OBSZARU PRZETARGOWEGO	60
4.2. ZŁOŻE GAŻU ZIEMNEGO MIŁOSŁAW	62
4.3. ZŁOŻE GAŻU ZIEMNEGO MIŁOSŁAW E	66
4.4. ZŁUŻE GAŻU ZIEMINEGU KUMUKŻE	/0
5. OTWORY WIERTNICZE Marcin Łojek, Leszek Skowroński, Krystian Wójcik	73
5.1. INFORMACJE OGÓLNE	73
5.2. OTOCZNA 1	75
5.3. WRZEŚNIA IG-1	76

6. SEJSMIKA Sylwia Kijewska	81
7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE, MAGNETYCZNE I MAGNETOTELLURYCZNE . Olga Rosowiecka	84
7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE	84
7.2. BADANIA MAGNETYCZNE	88
7.3. BADANIA MAGNETOTELLURYCZNE	90
8. PODSUMOWANIE	92
9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	94

1. WSTĘP 1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy Blok 208 ma powierzchnię 946,1 km² i obejmuje w całości blok koncesyjny na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oznaczony numerem 208 (Fig. 1.1). Koordynaty geograficzne punktów załamania granic obszaru przetargowego są zdefiniowane w Tab. 1.1, a położenie tych punktów ilustruje Fig. 1.2.

Na malita	Współrzędne PL-92		
nr pulktu	Х	Y	
1	487578.09	431753.89	
2	488166.79	397632.46	
3	515963.52	398208.96	
4	515376.16	432138.19	

Tab. 1.1. Współrzędne punktów załamania granic obszaru przetargowego Blok 208.

W latach 2003-2014, całość obszaru przetargowego była objęta koncesją Energia Zachód sp. z o.o. Blok 208 nr 5/03/p, której zakres rzeczowy i harmonogram prac oraz termin obowiązywania były tym okresie parokrotnie modyfikowane. Obecnie obszar przetargowy Blok 208 sąsiaduje od zachodu, południa i południowego wschodu z następującymi koncesjami na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów (Fig. 1.1. i 1.2):

- Blok 207 nr 4/03/p (Energia Zachód s.p. z o.o.),
- Kórnik-Środa nr 32/96/p (ORLEN S.A.),
- Pyzdry nr 18/99/p (ORLEN S.A.),
- Malanów nr 5/2017/Ł (ORLEN S.A.).

W obrębie koncesji Kórnik-Środa nr 32/96/p i Pyzdry nr 18/99/p, położonych na południowy zachód i południe od obszaru przetargowego, znajduje się 8 złóż gazu ziemnego w piaskowcach górnego czerwonego spągowca: Kromolice S, Kromolice, Środa Wielkopolska, Winna Góra, Miłosław, Miłosław E, Lisewo, Komorze (CBDG, 2022; MIDAS, 2022).

Ponadto obszar przetargowy Blok 208 sąsiaduje od wschodu z obszarem Konin, który był przedmiotem 3. rundy przetargowej (Fig. 1.1. i 1.2).

Obszar przetargowy Blok 208 jest perspektywiczny dla poszukiwania niekonwencjonalnych i konwencjonalnych złóż węglowodorów w formacjach permu, tzn. górnego czerwonego spągowca (gaz ziemny typu *tight*) i dolomitu głównego (ropa naftowa i gaz ziemny). Występują tu także perspektywy odkrycia akumulacji niekonwencjonalnych gazu ziemnego w piaskowcach karbonu (kulm). Należy rozważyć również możliwość występowania gazu ziemnego w wapieniu cechsztyńskim.

[→]Fig. 1.1. Położenie obszaru przetargowego Blok 208 na mapie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie węglowodorów oraz podziemne bezzbiornikowe magazynowanie substancji i podziemne składowanie odpadów wg stanu na 30.06.2023 r.

BLOK 208





Fig. 1.2. Punkty załamania granic oraz pozycja obszaru przetargowego Blok 208 względem sąsiednich koncesji węglowodorowych oraz złóż gazu ziemnego, wód termalnych, wód leczniczych i węgli brunatnych.

1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH					
	DLA OF	SZAKU PRZETAKGU BLOK 208	WEGO		
	LOKALIZACJA OBSZARU	nazwa i numer arkusza	D D 11:47		
1.	PRZETARGOWEGO	mapy w skali	Psary Polskie 4/4	4, Witkowo 475, 511	
NA MAPIE		1:50 000	wrzesnia 510), Stupca 511	
		województwo) wielkopolskie		
		powiat	gnieźn	ieński	
		gmina i % powierzch-	Witkowo (16,92%), Gniezno (0,33%		
		ni zajmowanej	Gniezno (m.) $(0,62\%)$, Niechanov		
		w granicach obszaru	(10,07%), Czern Łubowo	(0, 10%)	
		nowiat	shinecki		
2.	POŁOŻENIE	powiat	Strzałkowo (15.	02%). Orchowo	
	ADMINISTRACYJNE	•	(1,28%), Powidz (7,65%), Ostrowite		
		gmina	(4,16%), Słupca (10,91%), Słupca (m.)		
			(1,09%)		
		powiat	wrzes	siński	
		•	Września (21,51)	%), Kołaczkowo	
		gmina	(2,85%), Nekia (0	7%), Miłosław	
	REGIONALIZACIA EL	makroregion	Poiezierze Wielk	(315.5)	
	ZYCZNO- GEOGRAFICZNA	maktoregion	Pojezierze Gnieźr	nieńskie (315.54).	
3.	(WG KONDRACKIEGO, 2013	mezoregion	Równina Wrzesińska (315.56), Pojezie-		
	ORAZ SOLONA i in., 2018)	C	rze Żnińsko-Mogileńskie (315.58)		
	WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW		487578,09	431753,89	
4	WYZNACZAJĄCYCH GRA-	układ PL-1992 [X· Y]	488166,79	397632,46	
	NICE OBSZARU		515963,52	398208,96	
	PRZETARGOWEGO		515376,16	432138,19	
5.	POW. OBSZARU PRZETARGOWEGO	[km ²]	946	,10	
			poszukiwanie i roz	zpoznawanie złóż	
6.	CEL KONCESJI		węglowodorów or	raz wydobywanie	
			węglowodorów ze złóż		
7	WIEK FORMACJI		karbon, czerwony spągowiec, wapi		
<i>'</i> •	ZŁOŻOWEJ		cechsztyński, d	olomit główny	
	PRZYRODNICZE OBSZARY				
	PRAWNIE CHRONIONE:				
	parki narodowe	r, 1 / · · 1	<u>n</u>	le	
	nezerwaty	[tak/ nie]	nie Powidzki Park Krajobrazowy (13,65%) Powidzko-Bieniszewski OChK		
		ieślitak" to: nazwa			
	obszary chronionego krajobrazu	obszaru oraz % po-	(24,8	33%)	
		wierzchni zajmowanej	PLH300049 Grąd	y w Czerniejewie	
8.	Natura 2000 – SOO	w granicach obszaru	(<1%), PLH300026	6 Pojezierze Gnieź-	
		przetargowego	nieńskie (7%)		
	Natura 2000 – OSO		nie		
	zespoły przyrodniczo-		ni	ie	
	użytki ekologiczne		1		
			3	9	
	pomniki przyrody	[tak (ilość)/ nie]	(w tym 198	obiektów)	
	stanowiska dokumentacyjne nie		e		
9.	GLEBY CHRONIONE	[tak/ nie]	ta	k	
10.	KOMPLEKSY LESNE	[tak/ nie]	ta	k	
11	I ASV OCHDONNE	tak (powierzchnia,%	04.012	(10.0%)	
11.	LADI UCHKUNNE	powierzenin zajino-	94,9 KM	(10,070)	

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH					
	DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO				
		BLOK 208			
		obszaru przetargowe-			
		go)/ nie]			
		[tak (ilość)/ nie]			
	OBIEKTY DZIEDZICTWA	grodzisko	5		
12.	KULTUROWEGO	osada	1		
		cmentarzysko	1		
		inne	0		
13.	GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD	tak (numer, nazwa	tak (143, Subzbiornik Inowrocław- Gniezno, Ng; 144, Dolina Kopalna		
	PODZIEWINYCH	I wiek Zuiofilika)/ lifej	Wielkopolska, Q)		
14.	STREFY OCHRONNE UJĘĆ 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, surowce ilaste d/p kruszywa lekkiego, surowce ilaste ceramiki budowlanej)		
18.	OBSZARY PROGNOSTYCZ- NE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN (z wyłączeniem węglowodorów)	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (piaski, piaski i żwiry, torfy, węgiel brunatny)		
19.	SIECI PRZESYŁOWE GAZU	[tak/ nie]	nie		
20.	PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU	[tak/ nie]	nie		
21.	DATA WYPEŁNIENIA KARTY	17.11.2021 r.			
22.	ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH	Paulina Kostrz-Sikora, Anna Gabryś-Godlewska			

 Tab. 1.2. Karta uwarunkowań środowiskowych obszaru przetargowego Blok 208.



BLOK 208

Objaśnienia do Mapy środowiskowej obszaru

Blok 208

Legend of the Environmental Map of the Blok 208 area

(opracowano na podstawie bazy MGśP z zasobów PIG-PIB*)

ZŁOŻA KOPALIN ORAZ

0

●р Symbol kopaliny: Mineral symbol:

G - gaz ziemny

R - ropa naftowa

pž - piaski i žwiry sands and gravels p - piaski

Wb - węgiel brunatny

t - torfy

i(ic) - iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej

g(gc) - gliny ceramiki budowlanej

PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTEPOWANIA MINERAL DEPOSIT AND PERSPECTIVE AREA'S, PROGNOSTIC AREA'S FOR DOCUMENTING DEPOSITS

	piaski i żwiry sands and gravels		iły i łupki ilaste raw materials
	piaski sands		torfy peat
	gliny tills		
12468	identyfikator z bazy M ID from the MIDAS datab	HIDAS złoża mało pase of the small env	konfliktowego
8199	identyfikator z bazy N ID from the MIDAS datab	IDAS złoża konfi pase of the environm	liktowego ental conflict
5505	identyfikator z bazy M ID from the MIDAS data	MIDAS złoża bard base of the major er	zo konfliktowego wironmental conflict
	granica złoża deposit boundary		
	granica obszaru prog prognostic area boundary	nostycznego	
	granica zweryfikowar verified prognostic area b	nego obszaru pro boundary	gnostycznego
	granica obszaru pers perspective area bounda	pektywicznego ry	
•	złoże o powierzchni < deposit with area < 5 ha	< 5 ha	
GÓRNICT V MINING AND MINI	NO I PRZETW	ÓRSTWO K	OPALIN
	granica obszaru górn	iczego	

BUILDING SUBSTRATE CONDITION: tereny osuwiskowe i zagrożone ruchami masowymi landslides and mass movements hazard area OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I DZIEDZICTWA KULTUROWEGO

WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

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
	lasy forests
	lasy ochronne protected forests
	zieleń urządzona urban greenery
••••	granice terenów zarządzanych przez Dyrekcję Generalną Lasów Państwowych boundary of areas managed by General Directorate of the State Forests
· ·- - ·	granica parku krajobrazowego; nazwa parku boundary of landscape park; park name
 .	granica obszaru chronionego krajobrazu; nazwa obszaru boundary of protected landscape area; area name
	Obszary Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000; kod obszaru Natura 2000 ecological network; area code
00000	aleja drzew pomnikowych avenue of monumental trees
▲ ⁿ	pomnik przyrody żywej (n - liczba obiektów) animate nature monument (n - numer of objects)
▼	pomnik przyrody nieożywionej inanimate nature monument
\mathbb{B}	użytek ekologiczny ecological area
*	stanowisko archeologiczne archeological site

INFORMACJE DODATKOWE

	granica powiatu distirct boundary
	granica gminy, miasta commune or town boundary
— S3 —	oś autostrady lub drogi szybkiego ruchu highway or express route
POWIDZ	siedziba urzędu gminy, miasta commune or town office headquarter
*****	sieć elektroenergetyczna najwyższych napięć high-voltage power network
	granica obszaru przetargowego boundary of tender area

WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

granica terenu górniczego

obszar i teren górniczy złoża o powierzchni ≤ 5 ha

punkt niekoncesjonowanej eksploatacji kopaliny (p - rodzaj kopaliny) point of unlicensed exploitation of a mineral (p - type of mineral)

Q - Czwartorzęd

Ng - Neogen

Pg - Paleogen

Cr - Kreda

J - Jura Jurassic

Symbol jednostki stratygraficznej: Symbol of the stratigraphic unit:

	granica działu wodnego trzeciego rzędu water divide of third rank			
	granica działu wodnego czwartego rzędu water divide of fourth rank			
<u> </u>	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			
Zb. Psary	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)			

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

2. BUDOWA GEOLOGICZNA 2.1. OGÓLNY ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Obszar przetargowy Blok 208 jest w całości położony w obrębie jednej megajednostki tektonicznej – platformy zachodnioeuropejskiej (Żelaźniewicz i in., 2011). Na obszarze bloku można wyróżnić trzy piętra strukturalne: podłoże waryscyjskie oraz permskomezozoiczną i kenozoiczną pokrywę osadową.

W planie podpermskim (waryscyjskim) obszar przetargowy reprezentuje część zapadliska zewnętrznego waryscydów wchodzącego w skład orogenu waryscyjskiego (Fig. 2.1–2.2), pomiędzy wielkopolskim pasmem fałdowym, a strefą zewnętrzną głównego orogenu waryscyjskiego (eksternidów waryscyjskich). W planie permsko-mezozoicznym jest on częścią centralnego segmentu niecki szczecińsko-miechowskiej, która sąsiaduje z monokliną przedsudecką (Nawrocki i Becker, 2017; Fig. 2.1 i 2.3). Granica pomiędzy niecką a monokliną jest umowna i zależy od przyjętych założeń geologicznych.

Na powierzchni obszaru przetargowego występują utwory czwartorzędowe o miąższości kilkudziesięciu metrów, które przykrywają starsze utwory kenozoiku o analogicznej miąższości (neogen, w szczególności miocen oraz paleogen). Kompleksy mezozoiku, obejmujące utwory kredy, jury i triasu, osiągają sumaryczną miąższość rzędu 3–4 km. Niżej występują, rozpoznane nielicznymi otworami utwory cechsztynu i czerwonego spągowca (utwory permu w obrębie piętra permsko-mezozoicznego) oraz karbonu (piętro waryscyjskie). Utwory starsze od karbonu nie zostały rozpoznane otworami oraz sejsmiką na obszarze przetargowym i w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Przypuszczalnie występują tu utwory dewonu, starszego paleozoiku oraz podłoża krystalicznego platformy zachodnioeuropejskiej (Żelaźniewicz i in., 2011), ale głębokości ich zalegania i budowa strukturalna nie są dokładnie znane.

W dalszej części rozdziału przedstawiono zarys tektoniki oraz krótką charakterystykę poszczególnych wydzieleń stratygraficznych. Do opisu stratygrafii i litologii obszaru przetargowego Blok 208 wykorzystano dane z otworów położonych <u>w jego granicach</u> oraz w jego bliższym, jak i w dalszym sąsiedztwie. Są to: <u>Marzenin IG-1</u>, <u>Otoczna 1</u>, <u>Września IG-1</u>, Grundy-2, Kłecko-1, Pławce 1, Pławce-2, Pławce-3/H, Siekierki 4, Siekierki Wielkie 1, Siekierki Wielkie 2, Trzek 1, Trzek 2, Trzek 3, Trzemżal 1, Trzemżal 2 i Wilczna 1. Ich lokalizację można znaleźć na Fig. 2.4.



Fig. 2.1. A. Położenie obszaru przetargowego Blok 208 na szkicu głównych jednostek tektonicznych Niżu Polskiego na powierzchni podkenozoicznej (Nawrocki i Becker, 2017). **B**. Położenie obszaru przetargowego Blok 208 na szkicu głównych jednostek waryscyjskiego planu tektonicznego (Nawrocki i Becker, 2017).



Fig. 2.2. Położenie obszaru przetargowego "Blok 208" na tle mapy głównych jednostek tektonicznych Polski pod pokrywą permsko-mezozoiczną i kenozoiczną (Żelaźniewicz i in., 2011).



Fig. 2.3. Pozycja obszaru przetargowego Blok 208 na przekroju geologicznym pokazującym położenie jednostek tektonicznych, które wychodzą na powierzchnię podkenozoiczną (wg Żelaźniewicza i in., 2011). Lokalizacja przekroju – patrz Fig. 2.1.



Fig. 2.4. Lokalizacja otworów wykorzystanych do charakterystyki geologicznej obszaru przetargowego Blok 208 oraz złóż gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca.

2.2. TEKTONIKA

Obszar przetargowy Blok 208 jest położony na obszarze segmentu mogileńsko-łódzkiego synklinorium szczecińsko-miechowskiego, sąsiadującego z obszarem monokliny przedsudeckiej (Żelaźniewicz i in., 2011). Budowa geologiczna wyłaniająca się z analizy dostępnych informacji ukazuje silne zapadanie utworów permsko-mezozoicznych w kierunku północno-wschodnim. Skały te zalegają niezgodnie na utworach dolnego karbonu i starszych, sfałdowanych w czasie orogenezy waryscyjskiej.

Według informacji z otworów Września IG-1 oraz Otoczna 1 na obszarze przetargowym stwierdzono występowanie utworów czwartorzędu, neogenu i paleogenu, kredy górnej, kredy dolnej, jury górnej, jury środkowej, jury dolnej, triasu górnego, triasu środkowego, triasu dolnego, cechsztynu, czerwonego spągowca i karbonu. Jedyny otwór przewiercający wszystkie powyższe jednostki stratygraficzne i nawiercający karbon to otwór wiertniczy Września IG-1 (Fig. 2.4).

Na południowo-zachodnim krańcu obszaru przetargowego, pod utworami kenozoiku, zalegają, należące do monokliny przedsudeckiej, utwory jury górnej, dalej ku północnemu wschodowi występują podtrzeciorzędowe wychodnie utworów kredy dolnej i kolejnych pięter kredy górnej: albu górnego - turonu, koniaku i santonu, kampanu oraz mastrychtu (Fig. 2.5). Na zachód, północny zachód i północny wschód od rozpatrywanego obszaru rozpoznano strefy dyslokacyjne w obrębie podkenozoicznych wychodni utworów kredy (Fig. 2.5). Głębiej występują utwory odpowiednio starszych pieter kredy i/lub jury oraz triasu. Utwory cechsztynu przewiercono na rozpatrywanym obszarze jedynie w otworze Września IG-1 gdzie osiągają one miąższość około 900 m.

Spąg cechsztynu (Fig. 2.6) zapada w rejonie obszaru przetargowego w kierunku północno-wschodnim i występuje na głębokościach od 3700 do ponad 5500 m p.p.m. Na zachód, południowy zachód (tzn. w rejonie występujących tam w utworach czerwonego spągowca złóż gazu Miłosław i Miłosław E) i północny wschód od rozpatrywanego obszaru zaznaczają się liczne, nieciągłe strefy dys-

lokacyjne. W obrębie obszaru przetargowego takich stref nie stwierdzono (Fig. 2.6), co może być związane z faktem, że mapa ma charakter regionalny, a nie szczegółowy. obejmującej ten obszar dokumentacji W z koncesji Blok 208 nr 5/03/p (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015), której operatorem była w latach 2003-2014 firma Energia Zachód Sp. z o.o., zamieszczono szczegółową mapę stropu czerwonego spągowca, opartą na archiwalnych i wykonanych w ramach koncesji zdjęciach sejsmicznych 2-D, które jednak nie obejmowały północno-wschodniej części obszaru przetargowego. Mapa przedstawia szereg małych podniesień strukturalnych w stropie czerwonego spągowca, regionalne zapadanie tego horyzontu w kierunku północno-wschodnim oraz liczne strefy dyslokacyjne, najczęściej o kierunku NW-SE (tzn. prostopadłym do kierunku regionalnego zapadania horyzontu), rzadziej zbliżonym do równoleżnikowego lub południkowego, obramowujace lub przecinające lokalne podniesienia strukturalne.

Mapa spągu permu (Fig. 2.7) prezentuje generalnie podobny (regionalny) obraz strukturalny w obrębie Bloku 208 co mapa spągu cechsztynu (stropu czerwonego spągowca) (Fig. 2.6). Horyzont spagu permu silnie zapada w kierunku na północny wschód i w obrębie obszaru przetargowego występuje w przedziale głębokości od ok. 4400 do ponad 6400 m p.p.m. Poza strefą na południowy zachód od tego obszaru (tzn. w rejonie, gdzie występują złoża gazu w utworach czerwonego spągowca) na mapie (Fig. 2.7) nie zaznaczono stref dyslokacyjnych. Zapewne wynika to z regionalnego charakteru mapy oraz niskiej jakości danych sejsmicznych dotyczących obrazu strukturalnego horyzontu spągu permu, dostępnych i wykorzystanych w momencie jej opracowania.

Prawdopodobnie pomiędzy otworem Września IG-1 a otworem Pławce 1 (Fig. 2.4) działał w okresie sedymentacji białego i czerwonego spągowca uskok o kierunku N-S, który spowodował, że skrzydło z otworem Września IG-1 w permie było 130–180 m wyżej niż obecnie (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015).



Fig. 2.5. Obszar przetargowy Blok 208 na Mapie geologicznej Polski bez utworów kenozoiku (Dadlez i in., 2000).



Fig. 2.6. Położenie obszaru przetargowego Blok 208 na tle mapy powierzchni podcechsztyńskiej (Kudrewicz, 2007).



Fig. 2.7. Położenie obszaru przetargowego Blok 208 na mapie strukturalnej powierzchni podpermskiej (Kudrewicz, 2007).

2.3. STRATYGRAFIA 2.3.1. KARBON

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym Blok 208 utwory karbonu rozpoznano w 1 otworze wiertniczym – Września IG-1 – na głębokości 4889,5–5904,2 m. Otwór ten, zlokalizowany w zachodniej części rozpatrywanego obszaru (Fig. 2.4), nie przewiercił spągu karbonu. Przypuszcza się, że utwory te występują na całym rozpatrywanym obszarze i w jego sąsiedztwie, ich sumaryczna miąższość może być rzędu 1–2 km (Żelaźniewicz i in., 2011).

Litologia i stratygrafia

Otwór Września IG-1 nawiercił utwory karbonu – serię naprzemianległych cienkich (o grubości od kilkudziesięciu cm do maksymalnie 3–4 m) warstw piaskowców, mułowców i iłowców, jak również heterolitów. Seria ta jest bardzo zmienna pod względem litologii.

Według dokumentacji wynikowej otworu Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977) w nawierconych w tym otworze utworach karbonu stwierdzono następujące wydzielenia chronostratygraficzne, w kolejności od najstarszych:

- wizen górny: 4930,0–5904,2 m (974,2 m)
- namur dolny(?): 4889,5–4930,0 m (40,5 m)

Według obecnej klasyfikacji stratygraficznej namur dolny to serpuchow, czyli najwyższe piętro missisipu, tzn. starszego karbonu/karbonu dolnego, zaś wizen to środkowe piętro missisipu.

Nie stwierdzono (Sokołowski i in., 1977) występowania w otworze Września IG-1 utworów karbonu górnego (pensylwanu). Aczkolwiek, badania palinologiczne wykonane przez Parkę i Ślusarczyk (1988) oraz Górecką-Nowak (2008) sugerują, iż górna część profilu karbonu należy do westfalu, w pierwszym przypadku do westfalu A (Fig. 2.8), zaś w drugim są one nie starsze od westfalu D (odcinek 4922,5–5187,3 m: Fig. 2.8).



Fig. 2.8. Stratygrafia skał karbonu z otworu Września IG-1. MD – datowanie na podstawie występowania makrofauny (Górecka-Nowak, 2008).

Petrografia

Charakterystykę petrograficzną oparto na dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Września IG-1 (Sokołowski, 1977), projekcie "Rozpoznanie stref perspektywicznych dla występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce, stałe zadanie psg, etap I" (Podhalańska i in., 2016) oraz publikacjach (Krzemiński, 2005; Kozłowska i Kuberska, 2015; Sikorska-Jaworowska i in., 2016).

Osady karbonu reprezentują pakiet skał piaszczysto-ilastych w typowym dla podłoża monokliny przedsudeckiej rozwoju litologicznym. Stanowią go przeławicające się skały ilaste i piaszczyste. Występują tu trzy typy skał: piaskowce, mułowce i iłowce.

Piaskowce (Fig. 2.9A, B; Fig. 2.10A, B) charakteryzują się barwą brunatną, wiśniową i szarą. Reprezentują drobno- i średnoziarniste waki kwarcowe, subarkozowe i sublityczne oraz drobno- i gruboziarniste arenity subarko-

zowe i sublityczne (Fig. 2.9A, B). Piaskowce charakteryzują się strukturą psamitową, teksturą lekko kierunkową (równoległe ułożenie materii organicznej, blaszek łyszczyków czy hematytu) w wakach oraz bezładną w arenitach. Wysortowanie materiału jest średnie. Materiał detrytyczny tworzą ostrokrawędziste i półobtoczone ziarna kwarcu mono- i polikrystalicznego, skalenie oraz okruchy skał. Skalenie reprezentowane są przez plagioklazy - albit oraz w mniejszej ilości przez skalenie potasowe. W ziarnach skaleni powszechnie obserwuje się efekty procesów: albityzacji, argilityzacji, chlorytyzacji i karbonatyzacji, rzadziej rozpuszczania. Litoklasty reprezentują głównie okruchy skał wulkanicznych, ponadto kwarcytów i skał metamorficznych (przeważnie łupki kwarcowo-łyszczykowe). W litoklastach obserwuje się efekty procesów argilityzacji, chlorytyzacji i karbonatyzacji. Łyszczyki reprezentowane są przez wygięte blaszki muskowitu i biotytu, który częściowo jest schlorytyzowany. Z minerałów akcesorycznych obserwowano cyrkon, turmalin, rutyl, anataz i piroksen. Głównym składnikiem spoiwa jest matriks ilasty z pyłem kwarcowym (Fig. 2.10A, B). Wśród minerałów ilastych wyróżniono illit, chloryty oraz minerały mieszanopakietowe illit/smektyt. Cement tworzą: minerały węglanowe (kalcyt, Fedolomit/ankeryt, syderyt), autigeniczne chloryty, autigeniczny kwarc oraz hematyt i piryt.

W piaskowcach porowatość całkowita waha się od 0,40 do 4,86% a porowatość efektywna od 0,05 do 3,65%. Pomiary przepuszczalności wskazują, że część piaskowców jest nieprzepuszczalna, a część charakteryzuje się przepuszczalnością, która maksymalnie wynosi 3,5 mD.

Howce oraz **mułowce** mają barwę ciemnolub jasnobrunatną oraz szarą. Skały te wykazują teksturę kierunkową (laminowaną). Struktura ich jest pelitowa, pelitowo – aleurytowa oraz pelitowo – aleurytowo – psamitowa. Wśród materiału detrytycznego wyróżniono nieobtoczone ziarna kwarcu, skalenie, głównie plagioklazy, miejscami skalenie potasowe oraz okruchy skał. Poza tym występują minerały łyszczykowe (muskowit i biotyt, miejscami schlorytyzowany), liniowo ułożona materia organiczna oraz drobne wpryśnięcia pirytu. Materiał detrytyczny tkwi w masie ilasto-krzemionkowej. Wśród minerałów ilastych wyróżniono illit, minerały mieszanopakietowe z grupy illit/smektyt oraz chloryty. W niewielkiej ilości obserwowano węglany (Fe-dolomit/ankeryt), które występują jako cement lub wypełnienie żyłek.

W mułowcach i iłowcach porowatość całkowita waha się przeważnie od 0,36 do 2,18%, a porowatość efektywna od 0,14 do 1,52%. Są to skały albo nieprzepuszczalne, lub charakteryzujące się przepuszczalnością, która dochodzi do 0,17 mD.

Obejmujące przeważającą część profilu karbonu w rozpatrywanym otworze utwory wizenu górnego wykształcone są w postaci drobnoziarnistych, rzadziej średnioziarnistych (i bardzo rzadko gruboziarnistych piaskowców z przewarstwieniami zlepieńców) szarogłazowych (są to najczęściej waki arkozowe, względnie szarowaki lityczne) barwy szarej lub ciemnoszarej; jak również mułowców i iłowców barwy najczęściej ciemnoszarej, rzadziej szarej lub zielonoszarej (Sokołowski i in., 1977). W piaskowcach i mułowcach piaszczystych częste są domieszki muskowitu, nie stwierdzono natomiast obecności pokładów węgla (a jedynie drobne okruchy szczątków węglistych, porozrzucane w profilu karbonu). Spoiwo (matrix) piaskowców jest przeważnie ilaste, z ziarnami kwarcu. Piaskowce często zawierają okruchy skał głębinowych i wylewnych oraz łupków kwarcowołyszczykowych i porwaków mułowców.

W utworach **namuru dolnego** znaczny udział mają drobnoziarniste piaskowce szarogłazowe (waki kwarcowe, arkozowe i lityczne) barwy od szarej, poprzez brunatną do wiśniowobrunatnej i wiśniowej; występują też ilasto-piaszczyste kompleksy i ilastomułowcowe oraz mułowce i iłowce, barwy od wiśniowej, poprzez brunatną do szarej lub ciemnoszarej (Sokołowski i in., 1977). Barwy skał klastycznych od brunatnej do wiśniowej związane są z obecnością ziaren hematytu. Analogicznie jak w przypadku utworów karbonu górnego spoiwo (matrix) piaskowców jest przeważnie ilaste, z ziarnami kwarcu, i skały te zawierają często okruchy skał głębinowych i wylewnych oraz drobnoklastycznych.

Potencjał naftowy

Utwory karbonu dolnego (kulmu) występujące w obrębie obszaru przetargowego w przedziale głębokości 4400–6400 m p.p.m. (Kudrewicz, 2007) są rozpoznane tylko jednym otworem (Września IG-1; Sokołowski i in., 1977) gdzie odwiercono 1014,7 m tych skał. Charakteryzują się one zróżnicowaną litologią (piaskowce, mułowce, iłowce).

Piaskowce w otworze Września IG-1 charakteryzują się słabymi własnościami zbiornikowymi – ich porowatości i przepuszczalności mogą być w przeważającej części nieodpowiednie do występowania zarówno konwencjonalnych jak i również niekonwencjonalnych (*tight*) akumulacji gazu (Kozłowska i Kuberska, 2015; Wójcicki i in., 2014).

Mułowce i iłowce charakteryzują się dojrzałością termiczną materii organicznej w skali refleksyjności witrynitu w zakresie okna gazowego, jednakże zawartość materii organicznej w tych utworach jest stosunkowo niska, na ogół nieprzekraczająca 1% wag. (Szpetnar-Skierniewska i in. 2015; Podhalańska i in., 2018), a więc nieperspektywiczna dla występowania złóż gazu z łupków.

Jednakże wyniki z jednego otworu nie mogą definitywnie wykluczyć perspektywiczności utworów kulmu dla występowania gazu zamkniętego na całym obszarze.



Fig. 2.9. Fotografie wykonane w mikroskopie polaryzacyjnym (PL). **A.** Waka sublityczna/subarkozowa, drobnoziarnista; widoczne ziarna skalenia potasowego (K-Sk). Otwór Września IG-1, głęb. 5622,2 m, nikole skrzyżowane. **B.** Arenit sublityczny, średnioziarnisty z cementem ankerytowy (Ak); widoczny okruch skały wulkanicznej (Lv). Września IG-1, głęb. 4994,1 m, nikole skrzyżowane.



Fig. 2.10. Fotografie wykonane w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEI). **A.** Matriks (strzałka) szczelnie wypełniający przestrzeń między ziarnami w wace subarkozowej. **B.** Matriks zbudowany z minerałów łyszczykowych (strzałka). Zdjęcia A i B pochodzą z otworu Września IG-1, głęb. 5652,2 m.

2.3.2. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory czerwonego spągowca na obszarze przetargowym Blok 208 rozpoznano w jednym otworze wiertniczym – Września IG-1 – na głębokości 4026,5–4889,5 m (Sokołowski i in., 1977). Otwór Września IG-1 przewierca w całości kompleks czerwonego spagowca i nawierca jego podłoże (karbon).

Ponadto w sąsiedztwie obszaru przetargowego czerwony spągowiec został rozpoznany (m.in.) w następujących otworach wiertniczych:

- Grundy-2: 4240,0–5000,0 m,
- Kłecko-1: 4575,0–5200,0 m,
- Komorze 1: 3815,5–4305,0 m,
- Miłosław 1: 3695,0–3864,0 m,
- Miłosław 3: 3720,0–3787,0 m,
- Miłosław 4K: 3633,9–3726,7 m,
- Pławce-2: 3716,0–4202,0 m,
- Środa IG-3: 3522,0–3981,9 m,
- Środa Wielkopolska 4: 3568,0–3701,0 m,
- Środa Wielkopolska 5: 3540,3–3652,0 m,
- Środa Wielkopolska 6: 3707,5–3740,0 m,
- Trzek 1: 3655,0–3955,0 m.

Wszystkie wyżej wymienione otwory zaznaczono na Fig. 2.4.

Litologia i stratygrafia

W otworze Września IG-1 sumaryczna miąższość utworów czerwonego spągowca wynosi 863 m. Z tego 736 m przypada na charakteryzujący się przewagą piaskowców i perspektywiczny dla występowania akumulacji gazu ziemnego górny czerwony spągowiec (sakson), a pozostałe 127 m na dolny czerwony spagowiec (autun), z przewagą zlepieńców (tufitów aglomeratowych), które spoczywają na czerwonobrunatnych iłowcach karbonu (Sokołowski i in., 1977).

Według Pokorskiego (1981, 1988, 1997; Fig. 2.11) osady górnego czerwonego spągowca są reprezentowane przez formacje Drawy i Noteci, a skały dolnego czerwonego spągowca reprezentują ogniwo Obrzyckie Wielkopolskiej Formacji Wulkanogenicznej (głębokość: 4762,5–4889,5; Maliszewska i Pokorski, 1978).



Fig. 2.11. Schemat stratygraficzny czerwonego spągowca polskiej części basenu południowo permskiego (Kiersnowski w: Maliszewska i in., 2003).

Interpretacja rdzeni z otworu Września IG-1 dowodzi, że czerwony spagowiec budują głównie osady eoliczne z podrzędnymi wkładkami osadów środowiska fluwialnego (rzecznego). Osady czerwonego spagowca składaja się z kilku jednostek czystych piaskowców wydmowych, poprzecinanych kompleksami piaskowców międzywydmowych. Występowanie tego rodzaju osadów eolicznych odpowiada stosunkowo regularnym cyklom sedymentacji związanym ze zmianami klimatu od suchego do bardziej wilgotnego oraz z tempem subsydencji i erozji obszaru. Charakterystyczne dla najwyższej części profilu czerwonego spągowca jest występowanie większej ilości gruboziarnistego materiału, co może wskazywać na zmiany dostaw piasku w skali regionalnej w trakcie sedymentacji tych osadów. Wskutek tego, porowatości i przepuszczalności piaskowca są raczej dobre, w przeciwieństwie do innych sekwencji z sąsiednich otworów - np. w położonym na zachód od tego otworu rejonie Siekierki – Trzek – Pławce (Fig. 2.4), gdzie występują też należące do sedymentacji cechsztyńskiej miąższe kompleksy utworów białego spągowca, nieobecne w otworze Września IG-1. W związku z hipotetycznym, relatywnie wysokim paleoreliefem obszaru, gdzie jest zlokalizowany otwór Września IG-1, przeważają tam piaskowce eoliczne (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015; Kiersnowski i in., 2020), jakkolwiek w rejonie Siekierki – Trzek – Pławce stwierdzono również przewagę osadów eolicznych.

Generalnie w południowo-zachodniej części obszaru przetargowego oraz w części połu-

dniowej, w stropie czerwonego spągowca występują osady eoliczne (Fig. 2.12; Kiersnowski i in, 2020). W centralnej i południowowschodniej części obszaru występują piaskowce i mułowce marginalnej plaji-jeziora przewarstwiające się z piaskowcami eolicznymi. Natomiast w części północnej i północnowschodniej postuluje się występowanie mułowców i piaskowców plaji-jeziora, które są generalnie uważane za nieperspektywiczne dla występowania akumulacji gazu ziemnego.



Fig. 2.12. Lokalizacja obszaru przetargowego Blok 208 na tle mapy litofacji stropu czerwonego spągowca (Kiersnowski i in., 2020) z naniesionymi otworami nawiercającymi skały czerwonego spągowca.

Petrografia

Wyniki badań petrograficznych dotyczące obszaru przetargowego Blok 208 można zinterpretować na podstawie licznych publikacji (Kuberska, 2001, 2004; Maliszewska, 1997; Maliszewska i Kuberska, 2008, 2009; Maliszewska i in., 1998, 2016) oraz na podstawie szczegółowej analizy osadów czerwonego spągowca z otworu wiertniczego Września IG-1 (Maliszewska, 1997).

Dolny czerwony spągowiec (autun) jest reprezentowany przez osady pochodzenia piroklastycznego z domieszką materiału terygenicznego. Wyróżniono tufity aglomeratowe, tufity piaskowcowe i tufity popiołowe.

Górny czerwony spągowiec (sakson) jest wykształcony jako seria piaskowców litycznych i sublitycznych, najczęściej drobnoziarnistych, często z przewarstwieniami piaskowców średnio- i gruboziarnistych.

Piaskowce czerwonego spągowca charakteryzują się barwą szarą, różową, szaroczerwoną lub brunatną. Są to skały drobno- i średnioziarniste, miejscami gruboziarniste. Cechą charakterystyczną jest ich kierunkowa tekstura podkreślona ułożeniem lamin o grubszym i drobniejszym ziarnie. Z uwagi na skład mineralny piaskowców oraz rodzaj spoiwa wyróżniono arenity, bardzo rzadko waki lityczne, miejscami sublityczne. W nazewnictwie przyjęto klasyfikację Pettijohna i in. (1972).

Głównym składnikiem materiału detrytycznego w piaskowcach są: kwarc monoi polikrystaliczny (27-58% obj.), występujące w postaci ziaren półobtoczonych. Skalenie (5-16% obj.) są reprezentowane przez ziarna mikroklinu, oligoklazu, albitu, antypertytu mikroklinowego, albitu szachownicowego. Występują w postaci ziarn o pokroju tabliczkowym lub są półobtoczone. Częściowo są skaolinityzowane, zserycytyzowane lub zastąpione dolomitem czy kwarcem (Fig. 2.13A). Obserwowano także skaleniowe obwódki autigeniczne na ziarnach detrytycznych (Fig. 2.13B). Wśród litoklastów najliczniej występują okruchy skał wulkanicznych, głównie ryolitów. Poza tym występują fragmenty łupków krystalicznych kwarcowo - mikowych, granitognejsów, złożone z kwarcu i skaleni. Oprócz wymienionych głównych składników w piaskowcach występują łyszczyki (muskowit) oraz akcesorycznie cyrkon, turmalin, hornblenda zwyczajna, korund, andaluzyt. Obecne są także tlenki żelaza w postaci ziaren detrytycznych obtoczonych, niekiedy z powłokami leukoksenu lub getytu.

Wśród głównych składników spoiw wyróżniono: tlenki i wodorotlenki żelaza, allo- i autigeniczne minerały ilaste, węglany, siarczany, kwarc i skaleń autigeniczny. Tlenki i wodorotlenki żelaza są w opisywanych piaskowcach powszechne, nadając im charakterystyczną czerwonawą barwę. Występują najczęściej w postaci rozproszonego pigmentu. Rozproszony pigment żelazisty wraz z allogenicznymi minerałami ilastymi wchodzą w skład spoiwa typu matriks i często tworzą obwódki na ziarnach detrytycznych. W grupie autigenicznych minerałów ilastych wyróżniono illit (Fig. 2.13C), chloryty (Fig. 2.13D) oraz kaolinit. Osobniki autigenicznego illitu występują w postaci listewek z licznymi wypustkami oraz w formie cienkich włókien, ograniczając przestrzeń porową. Diagenetyczny illit jest powszechny w osadach dolnego permu, pochodzących ze wszystkich środowisk depozycyjnych. Jego krystalizację określono na wczesną kredę (Maliszewska i Kuberska, 2009), a temperatury krystalizacji przy założeniach zawartych w niniejszej pracy mogły wahać się od 126-173°C. Stwierdzone w piaskowcach autigeniczne chloryty występują w postaci obwódek na ziarnach detrytycznych lub wypełniają przestrzenie porowe, tworząc formy wachlarzowe. Chloryty tworzące obwódki mogą hamować kompakcję mechaniczną w osadzie (Rochewicz, 1980), a także powstrzymują późniejszą cementację - na przykład kwarcem autigenicznym (Hancock, 1978), nie są jednak częstą forma spotykaną w piaskowcach z otworu Września IG-1. Formy wachlarzowe opisano w piaskowcach czerwonego spągowca w innych otworach wiertniczych (Kuberska, 2004) i zaliczono je do cementów powstałych w późniejszych etapach diagenezy, w temperaturach 90-120°C (Aagaard i in., 2000).

Cementy węglanowe w osadach czerwonego spągowca w otworze wiertniczym reprezentowane są głównie przez dolomit, miejscami kalcyt. Dolomit występuje w postaci drobnych romboedrów (Fig. 2.13E), często wykazujących budowę pasową. Centralne części romboedrów mają wtedy skład Mn/Fe-dolomitu (żółta barwa luminescencji w CL), a części bliższe krawędzi, to Fe/Mn-dolomit (czerwona barwa w CL). Temperatury krystalizacji tego minerału, biorąc pod uwagę wyniki oznaczeń stosunków izotopowych tlenu, mogą wahać się od 60 do ok. 100°C, choć bardziej prawdopodobne były nieco niższe temperatury (Kuberska, 1999; Maliszewska i in., 2016). Miejscami z dolomitem współwystępuje Mn- lub Mn/Fekalcyt, tworzący spoiwo porowe złożone z osobników anhedralnych. Kalcyt jest zwykle młodszy od dolomitu.

Spoiwo kwarcowe (Fig. 2.13A) występuje powszechnie w niewielkich ilościach. Kwarc autigeniczny tworzy obwódki regeneracyjne na ziarnach detrytycznych lub pojedyncze, euhedralne kryształy. Miejscami zauważono obecność grubokrystalicznego spoiwa kwarcowego wypełniającego przestrzenie porowe.

Spoiwo siarczanowe reprezentowane jest przez anhydryt w postaci drobnych tabliczek, rzadziej w postaci spoiwa podstawowego oraz grubokrystaliczny baryt (Fig. 2.13F).

Do cementów skalnych zaliczono także regeneracyjne obwódki skaleniowe. Są to brunatne w CL obwódki o składzie K-skalenia narośnięte na ziarnach skalenia potasowego świecącego w CL niebiesko lub brunatno.

Diageneza wczesna obejmowała zespół procesów fizycznych i chemicznych przebiegających w środowisku depozycji i w warunkach płytkiego pogrzebania. W tym etapie procesy niszczące porowatość pierwotną miały przewagę nad tymi, które mogły ją podtrzymywać. Najważniejsza była kompakcja mechaniczna, powodująca wzrost upakowania ziaren detrytycznych. Obrazuje to policzony wskaźnik kontaktów ziaren, który wynosi w badanych piaskowcach od 2 do 4, przeważnie powyżej 3. Z kolei porowatość mogła być częściowo chroniona wskutek usztywniania ziaren detrytycznych przez powleczenie ich filmem ilastożelazistym. Na ziarnach detrytycznych tworzyły się także wczesne cementy krzemionkowe, obserwowane w postaci kwarcowych obwódek syntaksjalnych. Na etapie wczesnej diagenezy mogły rozpocząć się procesy przeobrażania niestabilnych składników skalnych (skalenie, okruchy skał wulkanicznych). Rozpoczęła się także krystalizacja dolomitu, którego drobne romboedry otaczają niekiedy ziarna detrytyczne.

Diageneza pośrednia i późna jest kontynuacją długotrwałego etapu pogrzebania osadów i wzrostu działania kompakcji mechanicznej, która na głębokości 3-4 km zastępowana jest kompakcją chemiczną, a jej efektem są kontakty wklęsło-wypukłe i zazębiające. W okresie trwania diagenezy pośredniej i późnej tworzyły się cementy kwarcowe, kalcytowe, siarczanowe. Kontynuowane było przeobrażanie niestabilnych składników, zwłaszcza szkliwa wulkanicznego w minerały z grupy smektytu. Pod wpływem wzrostu temperatury i ciśnienia skład minerałów smektytowych ewoluował aż do powstania włóknistego illitu. O ile krystalizacja włóknistego illitu niszczyła zdolności filtracyjne osadów, krystalizacja chlorytów mogła chronić porowatość i zdolności filtracyjne (Rochewicz, 1980).

Jeśli chodzi o **charakterystykę właściwości petrofizycznych** piaskowców to większość badanych piaskowców odznacza się właściwościami zbiornikowymi uznanymi za średnie lub słabe. Porowatość ich dochodzi do około 16% obj., najczęściej około 9%. Według Darłak i in. (1998) porowatość piaskowców maleje wraz z głębokością. Przepuszczalność przeważnie oscyluje w pobliżu zera, czasami osiąga kilkakilkanaście mD, tylko wyjątkowo dochodzi do 200 mD. Za przyczynę niskiej przepuszczalności w piaskowcach uważa się mikroporową strukturę przestrzeni porowych (Darłak i in., 1998) oraz obecność diagenetycznego illitu w postaci włókien.

Potencjał naftowy

W południowo-zachodniej i południowej części obszaru Blok 208 są obecne w stropie utworów czerwonego spągowca piaskowce eoliczne, perspektywiczne dla występowania akumulacji gazu ziemnego (Kiersnowski i in., 2020). W obrębie facji piaskowców eolicznych występują liczne złoża gazu ziemnego, zlokalizowane na południe, południowy zachód i zachód od obszaru przetargowego (m.in. złoże Miłosław i Komorze), gdzie skałą macierzystą są najprawdopodobniej utwory ilasto-mułowcowe kulmu, natomiast uszczelnienie stanowią ewaporaty cechsztynu.

Porowatości piaskowców eolicznych nawierconych w Września IG-1 oraz w otworach w sąsiedztwie obszaru są średnie lub niskie, natomiast przepuszczalności oscylują w pobliżu zera, lokalnie osiągając kilka mD. W związku z tym możliwe jest występowanie na części tego obszaru piaskowców zwięzłych (*tight sands*) i tym samym akumulacji gazu zamkniętego (*tight gas*) w pułapkach analogicznych jak w położonym na zachód od obszaru rejonie Siekierki – Trzek (Buniak i in., 2009; Kiersnowski i in., 2010). Konwencjonalne występowanie akumulacji gazu na tym obszarze zależałoby od jego historii pogrążania, przebiegu generacji, ekspulsji i migracji. Wyniki interpretacji dostępnych danych sejsmicznych wskazują na występowanie w po-

łudniowo-zachodniej części rozpatrywanego obszaru kilku niewielkich podniesień strukturalnych – potencjalnych pułapek dla gazu ziemnego (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015).

Ponadto sugeruje się hipotetyczne występowanie we wschodniej części obszaru Blok 208 głębokich ciągłych akumulacji gazu zamkniętego typu BCGS (ang. *Basin Centered Gas System*; na głębokościach rzędu 5000 m p.p.t.; Wójcicki i in., 2014).



Fig. 2.13. Zdjęcia z mikroskopu polaryzacyjnego fragmentów skał z otworu wiertniczego Września IG-1 (prywatne archiwum prof. dr hab. A. Maliszewskiej). **A.** Fragment ziarna mikroklinu (kratka bliźniacza) częściowo zastąpionego przez kwarc autigeniczny (Qa), głęb. 4195,6 m, nikole skrzyżowane. **B.** Fragment ziarna K-skalenia z obwódką regeneracyjną (żółta strzałka). W dolnej części ziarna widoczny kontakt zazębiający z innym skaleniem, głęb. 4515,5 m, nikole skrzyżowane. **C.** Autigeniczny illit (It) w spoiwie piaskowca, głęb. 4651,0 m, nikole skrzyżowane. **D.** Grubokrystaliczny chloryt (Chl) w spoiwie piaskowca, głęb. 4116,3 m, bez analizatora. **E.** Romboedr dolomitu (Do) i anhydryt (Ah) w spoiwie piaskowca, głęb. 4558,5 m, nikole skrzyżowane. **F.** Fragment arenitu o spoiwie barytowym (Ba); widoczne są też cienkie obwódki ilaste na powierzchniach ziarn kwarcu, głęb. 4155,6 m, nikole skrzyżowane.

2.3.3. PERM – CECHSZTYN

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory cechsztynu na obszarze przetargowym nawiercono jedynie w dwóch otworach wiertniczych (zob. Fig. 2.4):

- Września IG-1: 3125,0–4026,5 m (901,5 m),
- Otoczna 1: 3260,0–3521,4 m (>261,4 m; nieprzewiercone).

Spąg osadów cechsztyńskich na obszarze Blok 208, występujących na całym tym obszarze i jego sąsiedztwie, znajduje się na głębokości od około 3700 do ponad 5500 metrów. Utwory cechsztynu na obszarze Blok 208 osiągają szacunkowe miąższości od 800 do 1300 m (Fig. 2.14). Pełny profil cechsztynu został przewiercony jedynie w otworze Września IG-1, gdzie jego miąższość wynosi 901,5 m. Drugi otwór, Otoczna-1 nawierca tylko górną część sekwencji cechsztyńskiej.

Litologia i stratygrafia

W obrębie sekwencji ewaporatowej cechsztynu Niżu Polskiego można wyróżnić cztery cyklotemy - od PZ1 do PZ4 (Wagner, 1994; Wagner i Peryt, 1997; Fig. 2.15) - odpowiadające cyklotemom Werra, Strassfurt, Leine i Aller z basenu niemieckiego (np. Richter-Bernburg, 1955). Większość osadów cechsztyńskich powstała podczas transgresywnoregresywnych cykli weglanowo-ewaporatowych (niższe cyklotemy od PZl do PZ3 -Fig. 2.16), a tylko najwyższa część sekwencji (cyklotemy od PZ4a do PZ4e - Fig. 2.17) podczas terygenicznio-węglanowych cykli klimatycznych związanych z wahaniami klimatu od wilgotnego do suchego (Wagner i Peryt, 1997). W trakcie depozycji weglanowej, rozpoczynającej trzy pierwsze cykle (PZ1-PZ3) utworzyły się odpowiednio trzy poziomy utworów weglanowych: wapień cechsztyński Ca1, dolomit główny Ca2 i dolomit płytowy Ca3 (Fig. 2.15, Fig. 2.16). Osady węglanowe są rozdzielone utworami wykształconymi ewaporatowymi głównie w facjach siarczanowych (anhydryt) i chlorkowych (sól kamienna – halit).

Dolną część profilu osadów cechsztynu na obszarze Blok 208 można opisać tylko w oparciu o otwór Września IG-1, który jako jedyny przewiercił pełną sekwencję cechsztynu na omawianym obszarze.

Utwory cyklotemu PZ1 osiągają na Bloku 208 miąższości od poniżej 200 do ponad 400 (Fig. 2.14). W otworze Września IG-1 ich miąższość wynosi 254 m (zob. Tab. 2.1). Osady wapienia cechsztyńskiego mają tutaj miąższość 2 m i według zamieszczonego w dokumentacji otworu (Sokołowski i in., 1977) opisu rdzenia są one wykształcone głównie jako szare wapniste dolomity i wapienie dolomityczne o strukturze gruzełkowej (wyższa część profilu) i masywne z laminami ilastymi i stylolitami (niższa część profilu), zawierające liczne nodule anhydrytu. Utwory te przypominają osady Cal opisane w pobliskim otworze Grundy Górne IG-1 (położonym poza Blokiem 208, około 10 km na S od jego południowej granicy), w którym stwierdzono również około 2,5-metrowej miąższości dwudzielny profil Cal (Peryt, 1981). Utwory o strukturze opisanej jako gruzełkowa to być może, tak jak w otworze Grundy Górne IG-1, osady onkolitowe. Sedymentacja wapienia cechsztyńskiego na tym obszarze zachodziła w środowisku sublitoralnym otwartego morza (Peryt i Ważny, 1978; Peryt, 1981). Przykrywające Cal utwory ewaporatowe (anhydryt główny dolny (A1d) i górny (A1g), przewarstwione solą kamienną najstarszą (Na1), osiągają miąższość 250 m (zob. Tab. 2.1).

Utwory cyklotemu PZ2 na Bloku 208 maja około 400 m miąższości (Fig. 2.15) W otworze Września IG-1 stwierdzono 355 m (Tab. 2.1). Dolomit główny (Ca2) nawiercony w tym otworze ma tylko 3,5 m miaższości i jest wykształcony jako ciemnoszare dolomity gęsto horyzontalnie laminowane materiałem ilastym (Sokołowski i in., 1977). Sa to osady równi basenowej. Utwory o takim wykształceniu zajmują praktycznie cały omawiany obszar. Jedynie na jego południowych krańcach (na bardzo niewielkiej przestrzeni w środkowej części Bloku 208) mogą występować osady skłonu o nieco większej miąższości rzędu 10 m (Fig. 2.18). W pobliskim otworze Grundy-2, położonym niecałe 5 km na południe od granicy omawianego obszaru, stwierdzono utwory dolomitu głównego o miąższości 31 m (Gościk i in., 2010). W oparciu o interpretacje badań sejsmicznych wskazywano na możliwość występowania na obszarze bloku małych stref o zwiększonej miąższości Ca2 ("raf") (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015). Wyżej leżące utwory ewaporatowe obejmują głównie anhydryt podstawowy A2 oraz sól kamienną starszą, w górnej części zawierającą ośmiometrowej miąższości przewarstwienie soli potasowych.

Utwory cyklotemu PZ3 (Leine) mają miąższość w przedziale 200–300 m (Fig. 2.14). W wierceniu Września IG-1 stwierdzono 182,5 m, a w wierceniu Otoczna-1 co najmniej 164,4 m (nieprzewiercone; Tab. 2.1; Wróbel i Szewc, 1976). Sedymentację PZ3 rozpoczyna ił solny szary T3 o miąższości 2 m. Wyżej spoczywają osady anhydrytu głównego A3 (42,5 m w otworze Września IG-1). Ostatnie ogniwo PZ3 stanowi sól kamienna młodsza Na3, mająca miąższość 138 m (wraz z młodszą solą potasową – 16,5 m) w otworze Września IG-1 i 154 m w otworze Otoczna 1 (tu jest ona jeszcze przykryta 3 m miąższości anhydrytem).

Osady cyklotemu PZ4 (Aller) mają miąższość od poniżej 100 do ponad 300 m (Fig. 2.14). W otworach stwierdzono miąższość około 100 m (110 m – Września IG-1 i 97 m Otoczna 1 – zob. Tab. 2.1). Najniższą część profilu stanowi czerwony ił solny T4a o miąższości 13,5 m, a wyżej występuje sól kamienna najmłodsza Na4a (70–80 m miąższości). W obu utworach w stropie cechsztynu stwierdzono jeszcze utwory ilaste (25 m w otworze Września IG-1 i 12,5 m w otworze Otoczna-1).

Potencjał naftowy

Możliwe jest, w świetle wyników interpretacji sejsmicznej, występowanie na rozpatrywanym obszarze, najprawdopodobniej w jego południowej i południowo-zachodniej części, małych stref o zwiększonej miąższości dolomitu głównego ("raf"). Dolomit główny mógłby być w tych strefach jednocześnie skałą macierzystą i zbiornikową dla ewentualnych konwencjonalnych akumulacji ropy naftowej i gazu ziemnego (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015).

Jednakże, dostępna na rozpatrywanym obszarze sejsmika 2D, jest niewystarczająco dokładna, jeśli chodzi o wykartowanie takich małych struktur – wymagałoby to natomiast wykonania sejsmiki 3D.

Obszar przetargowy jest rozpoznany tylko jednym otworem przewiercającym utwory dolomitu głównego (Września IG-1; Sokołowski i in., 1977), gdzie miąższość tej formacji jest stosunkowo niewielka. Natomiast miąższość ta jest wyraźnie większa w otworach sąsiadujących od południa z obszarem przetargowym, zlokalizowanych w obrębie perspektywicznej dla występowania złóż węglowodorów platformy węglanowej dolomitu głównego (najbliższe obszaru przetargowego jest złoże ropy i gazu Buk, położone około 70 km na zachód od obszaru).

Głębokość (miąż			niąższość) [m]
	llostratygrana	Września IG-1	Otoczna 1
0	Cyklotem PZ4	110,0	97,0
Formacjastropowa seria [terygenicznarewalska [Pzt]cechsztynu]		3125,0–3150,0 (25,0)	3260,0–3272,5 (12,5)
Na4b2	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		3272,5–3357,0 (84,5)
Na4a2	sól kamienna najmłodsza górna		
A4a1	anhydryt pegmatytowy dolny	3150,0–3221,0 (71,5)	
Na4a1	sól kamienna najmłodsza dolna		
T4a	ił solny czerwony dolny	3221,0-3235,0 (13,5)	
0	Cyklotem PZ3	182,5	>164,4
A3r	anhydryt stropowy		3357,0-3360,0 (3,0)
Na3	sól kamienna młodsza	3235,0-3373,0 (138,0)	3360,0–3514,0 (154,0)
A3	anhydryt główny	3373,0–3415,5 (42,5)	3514,0-3521,4 (>7,4)
Т3	ił solny szary	3415,5–3417,5 (2,0)	
0	Cyklotem PZ2	355,0	
A2r	anhydryt kryjący	3417,5–3419,0 (1,5)	
Na2r	sól kamienna starsza kryjąca	3419,0–3420,5 (1,5)	
K2	sól potasowa starsza	3420,5–3428,5 (8,0)	
Na2	sól kamienna starsza	3428,5–3766,5 (338,0)	
A2	anhydryt podstawowy	3766,5–3769,0 (2,5)	
Ca2	dolomit główny	3769,0–3772,5 (3,5)	
C	Cyklotem PZ1	254,0	
A1g anhydryt górny		3772,5–3811,0 (38,5)	
Na1 sól kamienna najstarsza		3811,0-3941,0 (130,0)	
A1d	anhydryt dolny	3941,0-4022,5 (81,5)	
Ca1 + T1	wapień cechsztyński, łupek miedzionośny i biały spągowiec	4022,5–4026,5 (4,0)	
miąższość Cechsztynu		901,5	

Tab. 2.1. Głębokości występowania wydzieleń cechsztynu w otworach zlokalizowanych na obszarze przetargowym Blok 208. Litostratygrafia cechsztynu wg Wagnera (1994).







Fig. 2.14. Paleogeografia oraz miąższości poszczególnych cyklotemów cechsztynu na obszarze Blok 208 (wg Wagnera, 1998).

BLOK 208

STRATYGRAFIA STRATIGRAPHY		POLSKI BASEN CECHSZTYŃSKI POLISH ZECHSTEIN BASIN					
OVERAGE	WIEX IMAN		LITC <i>LITH</i>	STRAT` OSTRAT	STRATYGRAFIA OS <i>TRATIGRAPHY</i>		
TRIAS TRIASSIC	IND INDUAN	DOLNY PIASKO LOWER BUNT	PSTRY DWIEC rsandstein		fm. bałtycka <i>Baltic Fm.</i>		
	CZANGSING CHANGHSINGIAN		CECHSZTYN PZ4 ZECHSTEIN PZ4	PZ4e PZ4d PZ4c PZ4b PZ4a	fm. rewalska Rewal Fm. sto s teryg (Term Serie	ppowa seria leniczna PZt) Top igenous es (PZt)	
		ZTYN TEIN	CECHSZTYN PZ3 ZECHSTEIN PZ3	młodsz /młods /v /y an do	a sól kamienna (Na3 za sól potasowa (K3) <i>bunger Halite (Na3)</i> <i>bunger Potash (K3)</i> hydryt główny (A3) <i>Main Anhydrite (A3)</i> lomit płytowy (Ca3))	
>				sz	zary ił solny (T3) Grey Pelite (T3) ydryt kryjący (A2r)		
ERM	- 255,0 - ICZAPING HIAPINGIAN	CECHS	CECHSZTYN PZ2 ZECHSTEIN PZ2	Scre starsza só Scree	eening Anhydrite (A2r) I kamienna kryjąca (N ening Older Halite (Na2r)	Na2r)	
PEA				stars	za sól potasowa (K2) Older Potash (Na2)		
				starsz	a sól kamienna (Na2 Older Halite (Na2))	
				anhy dc	/dryt podstawowy (A2 <i>Basal Anhydrite (A2)</i> Iomit główny(Ca2) Main Dolomite (Ca2)	2)	
			5	ar U	hydryt górny(A1g) pper Anhydrite (A1g)		
	MUC		N PZ	najstars	sza sól kamienna (Na Oldest Halite (Na1)	1)	
			SZTY	an L	hydryt dolny (A1d) ower Anhydrite (A1d)		
			ZECH	wapie Zec	eń cechsztyński (Ca1) hstein Limestone (Ca1))	
	258,0		Ö	łupe	k miedzionośny (T1) Kupferschiefer (T1)		
	— Iub/or — 260,4 KAPITAN <i>CAPITANIAN</i>	GÓRNY CZERWONY SPĄGOWIEC UPPER ROTLIEGEND			fm. Noteci Noteć Fm.		





Fig. 2.16. Chronostratygrafia cechsztynu – cyklotemy PZ1, PZ2 i PZ3 i sekwencje depozycyjne (Wagner i Peryt, 1997). LST – ciąg systemów depozycyjnych niskiego poziomu morza (*lowstand system track*), TST – ciąg systemów transgresywnych (*transgressive system track*), HST – ciąg systemów depozycyjnych wysokiego poziomu morza (*highstand system track*).



Fig. 2.17. Klimatyczne sekwencje depozycyjne cechsztynu (PZ4) (Wagner i Peryt, 1997). 1 – piaskowce, 2 – mułowce, iłowce/mudstones, 3 – zubry, 4 – sole kamienne, ilaste, 5 – sole kamienne, 6 – anhydryty, 7 – wilgotny, 8 – suchy. LST – ciąg systemów depozycyjnych niskiego poziomu morza (*lowstand system track*), TST – ciąg systemów transgresywnych (*transgressive system track*), HST – ciąg systemów depozycyjnych wysokiego poziomu morza (*highstand system track*). Na3t – zuber brunatny, Na4a₀ – sól kamienna podścielająca, Na4a₂t – najmłodsza sól kamienna górna ilasta, T4b – czerwony ił solny górny, Na4b – najmłodsza sól kamienna stropowa. Pozostałe objaśnienia stratygraficzne znajdują się w Tab. 2.1 oraz na Fig. 2.15.



Fig. 2.18. Paleogeografia dolomitu głównego (Ca2) na obszarze Blok 208 (Wagner, 2012).

2.3.4. TRIAS

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory triasu rozpoznano w 2 otworach wiertniczych na terenie obszaru przetargowego (Fig. 2.4):

- Otoczna 1: 1387,0–3260,0 m,
- Września IG-1: 1339,0–3125,0 m.

Miąższość utworów triasu wynosi w powyższych otworach 1786,0–1873,0 m. Występują one w obrębie całego obszaru przetargowego i jego otoczenia (Żelaźniewicz i in., 2011).

Litologia i stratygrafia

W obrębie utworów triasu na obszarze przetargowym wydziela się trzy główne, nieformalne jednostki litostratygraficzne. W kolejności stratygraficznej (od spagu) są to:

pstry piaskowiec o miąższości 748,5–812,0 m

• Otoczna 1: 2448,5–3260,0 m,

• Września IG-1: 2376,5–3125,0 m; wapień muszlowy o miąższości 246,0–274,0 m

• Otoczna 1: 2202,5–2448,5 m,

• Września IG-1: 2102,5–2376,5 m;

kajper o miąższości

763,5–815,5 m

• Otoczna 1: 1387,0–2202,5 m,

• Września IG-1: 1339,0-2102,5 m.

Ponadto poza obszarem, ale tuż przy jego północno-wschodnim rogu, jest zlokalizowany otwór Trzemżal 1, który nawierca utwory kajpru (triasu górnego), tzn. karniku górnego, noryku i retyku w przedziale głębokości 2049,0–2502,2 m, nie przewiercając spągu kajpru.

Poniższą charakterystykę litostratygraficzną utworów triasu oparto na otworach Otoczna 1 i Września IG-1.

Pstry piaskowiec obejmuje w najniższej części (**pstry piaskowiec dolny**) iłowce i iłołupki o rozmaitych barwach (najczęściej czekoladowej lub czerwonobrunatnej), z okruchami anhydrytów i mułowców oraz wkładkami piaskowców oraz wapieni o sumarycznej miąższości rzędu 330–340 m. Wyżej występuje **pstry piaskowiec środkowy** wykształcony jako różnobarwne iłowce, pia-

skowce (otwór Września IG-1; w otworze Otoczna 1 niemal nieobecne) i wapienie, o miąższości rzędu 320–350 m. W najwyższej części występuje formacja **retu** obejmująca utwory iłowcowo-mułowcowe z przewarstwieniami wapieni i dolomitów, anhydrytów i piaskowców o sumarycznej miąższości rzędu 100–120 m.

Wapień muszlowy to facja środkowego triasu obejmująca w części dolnej sekwencje wapieni i wapieni marglistych, margli oraz podrzędnie iłowców szarych i łupków stalowoszarych, o sumarycznej miąższości rzędu 160 m. W części środkowej występują dolomity, wapienie drobnokrystaliczne szare, wapienie margliste, margle iłowce szare, łupki stalowoszare i anhydryty o sumarycznej miąższości rzędu 50–60 m. Górna część wapienia muszlowego obejmuje wapienie, iłowce z wapieniami oraz ciemne iłowce o miąższości rzędu 40–50 m.

Kajper obejmuje w najniższej części profilu warstwy sulechowskie wykształcone jako piaskowce mulaste, mułowce i iłowce, najczęściej barwy brunatno-wiśniowej lub brunatno-fioletowej, oraz generalnie osady mułowcowo-ilaste (wydzielone tylko w otworze Września IG-1, o miąższości 16,5 m). Wyżej występują warstwy gipsowe dolne (karnik dolny) zbudowane z ciemnoszarych lub czekoladowych iłowców z wkładkami i wtrąceniami anhydrytów i dolomitów ilastych oraz okruchami gipsu (miąższość rzędu 30-150 m), następnie na głębokości 1880,0-1911,0 m występuje spąg piaskowca trzcinowego (formacji stuttgarckiej), wykształconego jako iłowce pstre, drobnoziarniste piaskowce z wkładkami mułowców oraz iłowce z wkładkami piaskowców i iłowce mulaste, osiągającego miąższość 39-76 m. Wyżej zalegają warstwy gipsowe górne (karnik górny) obejmujące przewarstwienia iłowców i anhydrytów, o miąższości rzędu 140-160 m. Nad nimi leżą warstwy zbąszyneckie i jarkowskie zaliczane do noryku, o miąższości rzędu 280 m, wykształcone w postaci różnobarwnych (najczęściej brunatno-czerwonych) iłowców z przewarstwieniami mułowców i iłowców mulastych. Profil kajpru zamykają zaliczane do retyku warstwy wielichowskie, zbudowane z iłowców najczęściej barwy ciemnoszarej, z wkładkami mułowców i piaskowców oraz z syderytami sferolitowymi, o miąższości 45–47 m.

2.3.5. JURA

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym Blok 208 utwory jury rozpoznano w 3 otworach wiertniczych (Fig. 2.4):

- Marzenin IG-1: 291,2–500,0 m,
- Otoczna 1: 267,0–1387,0 m,
- Września IG-1: 210,0–1339,0 m.

1 i Otwory Otoczna Września IG-1 przewiercają jury, którego cały profil miąższość wynosi tam odpowiednio 1120 i 1129 m, natomiast stosunkowo płytki otwór Marzenin IG-1 nawierca jedynie utwory jury górnej o miąższości 207,5 m. Utwory jury obrebie całego występują W obszaru przetargowego i jego otoczenia (Dayczak-Calikowska i Moryc, 1988). Na południowozachodnim krańcu obszaru pod utworami kenozoiku zalegają należące do monokliny przedsudeckiej utwory jury górnej, zaś na jego pozostałej części formacje jury przykryte są utworami kredy (Fig. 2.4).

Litologia i stratygrafia

Na obszarze Blok 208 występują trzy główne wydzielenia (jednostki stratygraficzne) utworów jury. W kolejności stratygraficznej (od spagu) są to:

jura dolna o miąższości 335,5–359,0 m

- Otoczna 1: 1051,5–1387,0 m,
- Września IG-1: 980,0–1339,0 m; jura środkowa o miąższości 105,0–112,5 m
 - Otoczna 1: 939,0–1051,5 m,

• Września IG-1: 875,0–980,0 m; jura górna o miąższości

- 665,0–672,0 m
 - Marzenin IG-1: 291,2–500,0 m (otwór nie przewiercił spągu jury górnej, nie podano też wydzieleń litostratygraficznych w profilu tej jednostki),

Potencjał naftowy

Utwory triasu na rozpatrywanym obszarze nie są perspektywiczne pod kątem węglowodorowym ani jako skały macierzyste, ani jako zbiornikowe.

- Otoczna 1: 267,0–939,0 m,
- Września IG-1: 210,0-875,0 m.

Jura dolna (lias) w części obszaru przetargowego, w której odwiercono wszystkie trzy wymienione otwory, jest niemal w pełni wy-(Feldman-Olszewska, kształcona 1998. w: Dadlez i in., 1998). Należy jednak zwrócić uwagę, że omawiane otwory są zlokalizowane w południowo-zachodniej części Bloku 208. Natomiast dane z otworów Trzemżal 1 i 2, położone przy północno-wschodniej granicy wskazują, że w tym kierunku należy się spodziewać znaczącej redukcji miąższości jury dolnej, w skrajnym przypadku do około 40 m. W tej części profil jury dolnej jest reprezentowany prawdopodobnie jedynie przez piaskowce wiekowo datowane na pliensbach (Feldman-Olszewska, 1998, w: Dadlez i in., 1998). Jest to obszar w paleogeografii jury dolnej wydzielany jako część garbu wielkopolskiego (Dadlez i Franczyk, 1976). W cześci południowo-zachodniej stwierdzono utwory od hetangu po górny toark, co odpowiada następującym formacjom (Pieńkowski, 2004): zagajskiej, ostrowieckiej, łobeskiej, komorowskiej, ciechocińskiej i borucickiej. W rejonie tym nie jest wydzielana formacja skłobska, a formacja zagajska obejmuje prawdopodobnie cały hetang. Formacje ostrowiecka i zagajska (synemur i dolny hetang) obejmują piaskowce drobnoziarniste, w górnej części średnioziarniste, czasami zailone, przeważnie jasnoszare przewarstwione mułowcami barwy ciemnoszarej – profil odnosi się do otworu Września IG-1, gdzie stwierdzono miąższość formacji 134 m, natomiast w otworze Otoczna 1 tylko 101 m i dominują tam utwory iłowcowe. Formacja lobeska (dolny pliensbach) jest wykształcona jako mułowce piaszczyste szare, piaskowce drobnoziarniste jasnoszare i iłowce, w otworze

Września IG-1 o sumarycznej miąższości 35 m. natomiast w otworze Otoczna 1 osiaga miąższość 34 m. Formacja komorowska (górny pliensbach; odpowiednik wiekowy formacji drzewickiej) osiąga w otworze Września IG-1 miąższość 76 m i jest wykształcona jako piaskowce drobno- i średnioziarniste, jasnoszare, przekładane mułowcami, a w górnej części iłowcami piaszczystymi, zaś w otworze Otoczna 1 miąższość tej formacji wynosi 90 m i przeważają w niej piaskowce. Formacja ciechocińska (dolny toark) obejmuje iłowce przeważnie szarozielonkawe z przewarstwieniami piaskowców i mułowców, zaś w najwyższej części piaskowce drobnoziarniste jasnoszare - profil odnosi się do otworu Września IG-1, gdzie stwierdzono miąższość formacji 77 m, natomiast w otworze Otoczna 1 – 74,5 m i dominują tam utwory mułowcowe z wkładką piaskowców w części wyższej. Profil jury dolnej zamyka formacja borucicka (górny toark) o miąższości 36-37 m, wykształcona jako piaskowce drobnoziarniste, miejscami mulaste, jasnoszare, słabo zwięzłe.

Jura środkowa (dogger) obejmuje w naszym przypadku utwory od bajosu górnego do keloweju, tzn. w jej profilu brak jest utworów aalenu i dolnego bajosu (Feldman-Olszewska, 1998, w: Dadlez i in., 1998). Utwory bajosu górnego są wykształcone jako iłowce i iłowce mułowcowe, ciemnoszare, ze szczątkami fauny (Września IG-1) o miąższości około 20 m lub mułowce i iłowce (Otoczna 1), zaś utwory batonu to zawierające szczątki fauny ciemnoszare iłowce mułowcowe i mułowce wapniste, wyżej mułowce i drobnoziarniste piaskowce z przewarstwieniami margli piaszczystych o sumarycznej miąższości 87,5 m. Profil jury środkowej zamykaja utwory keloweju o miąższości jedynie 1,5 m, w otworze Września IG-1, wykształcone jako margle mulaste, szare, szarozielonkawe i jasnoszare.

Jura górna (malm) jest na obszarze przetargowym generalnie w pełni wykształcona, obejmując utwory od oksfordu do tytonu (Gaździcka, 1998, w: Dadlez i in., 1998). Kompleks **oksfordu**, o sumarycznej miąższości około 165 m, rozpoczynają niewielkiej miąższości utwory ilasto-margliste reprezentujące formację Łyny (Dembowska, 1979). Wyżej występują wapienie kremowoszare

z domieszką mułowców ciemnoszarych, nawapienie gruzłowe. stepnie gabkowe z wkładkami marglisto-ilastymi oraz wapienie zwięzłe, skaliste ze szczątkami gąbek - reprezentują one formację wapieni gąbkowych, w stropie utwory wapienne i margliste, niekiedy mułowcowe - są to prawdopodobnie formacja marglista II i oolitowa IV (Dembowska, 1979). Utwory kimerydu dolnego w otworze Września IG-1 to wapienie margliste i ilaste, wapienie margliste szare i margle oraz wapienie, miejscami z detrytusem skorup małży, o sumarycznej miąższości 334,5 m, zaś w otworze Otoczna 1 (miąższości nieco mniejsze, nie określono dokładnej wartości) to mułowce ciemnoszare i szare, z domieszką wapieni. Utwory te reprezentuja formacje wapienno-marglisto-muszlowcową V. Natomiast kimeryd górny wykształcony jest jako seria łupkowo-marglista z wkładkami marglisto-mułowcowymi, mułowce margliste i wapienie mułowcowe w otworze Września IG-1 (sumaryczna miąższość 91 m) oraz mułowce szare w otworze Otoczna 1, reprezentują one dolny odcinek formacji pałuckiej. W otworze Marzenin IG-1 przewiercono jedynie muszlowce w spagu oraz iłowce czarne i margle zielonoszare w części wyższej. Są to prawdopodobnie utwory kimerydu (formacja wapienno-marglisto muszlowcowa oraz formacja pałucka). Tyton obejmuje w otworze Września IG-1 utwory ilasto-margliste, następnie łupki margliste i mułowce margliste, łupki margliste oraz wapienie mułowcowomargliste ze szczątkami fauny, margle mułowcowe z wkładkami wapieni (górny odcinek formacji pałuckiej) oraz wapienie, miejscami oolitowe (miąższość 59,5 m; formacja kcyńska - ogniwo wapieni korbulowych), zaś w otworze Otoczna 1 mułowce szare, czasem jaśniejsze, miejscami silnie zapiaszczone (formacja pałucka), oraz wapienie (formacja kcyńska; ponad 44 m).

Potencjał naftowy

Utwory jury na rozpatrywanym obszarze nie są perspektywiczne pod kątem węglowodorowym ani jako skały macierzyste, ani jako zbiornikowe.
2.3.6. KREDA

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym utwory kredy rozpoznano w 115 otworach wiertniczych, z których ogromna większość została zakończona w rozmaitych ogniwach kredy, na głębokościach najczęściej rzędu kilkudziesięciu, rzadko stu kilkudziesięciu metrów. Jedynie 3 otwory przewierciły cały profil kredy (Fig. 2.4):

- Marzenin IG-1: 133,7–291,2 m,
- Otoczna 1: 105,0–267,0 m,
- Września IG-1: 82,0–210,0 m.

Natomiast poza obszarem, ale przy jego północno-wschodnim rogu, są zlokalizowane otwory Trzemżal 1 i Trzemżal 2, przewiercajace utwory kredy odpowiednio w przedziałach głębokości 99,0-1303,5 m i 125,0-1476,0 m, położony W pobliżu południowozaś wschodniego rogu obszaru otwór Wilczna 1 nawiercił krede w przedziale głebokości 40,0-921,5 m. Utwory kredy, o mniej lub bardziej niepełnym profilu, występują na całym obszarze przetargowym, natomiast miaższość kredy, w szczególności kredy górnej, w rozpatrywanym obszarze i jego sąsiedztwie wzrasta genew kierunku północno-wschodnim, ralnie zwłaszcza w strefach synklinalnych (Jaskowiak-Schoeneichowa, 1977; Marek, 1977).

Litologia i stratygrafia

Na obszarze Bloku 208 występują dwa główne wydzielenia (oddziały) utworów kredy. W kolejności stratygraficznej są to:

kreda dolna o miąższości

77,5–112,0:

- Marzenin IG-1: 204,1–291,2 m,
- Otoczna 1: 155,0–267,0 m,

• Września IG-1: 132,5–210,0 m;

kreda górna o miąższości

50,0–70,4 m w otworach:

- Marzenin IG-1: 133,7–204,1 m,
- Otoczna 1: 105,0–155,0 m,
- Września IG-1: 82,0–132,5 m.

Otwory te są zlokalizowane w zachodniej i południowo-zachodniej części obszaru przetargowego. W otworach Trzemżal 1 i Trzemżal 2 miąższości kredy dolnej wynoszą 146,0– 147,0 m, natomiast kredy górnej 1057,5– 1205,0 m. W otworze Wilczna 1 miąższość kredy dolnej wynosi 142,5 m, natomiast kredy górnej 739,0 m.

Kreda dolna obejmuje utwory od hoterywu, lokalnie walanżynu górnego, po alb górny. Osady kredy dolnej rozpoczynają się na rozpatrywanym obszarze od formacji włocławskiej (o miaższości rzedu 10 m), której dolna część, czyli ogniwo wierzchosławickie (walanżyn górny) jest wykształcona w postaci utworów piaszczystych, drobno- i gruboziarnistych, z okruchami lub przekładkami mułowców, rzadziej iłowców, zaś górna, obejmująca ogniwa gniewkowskie i żychlińskie (hoteryw dolny i górny) to seria iłowcowo-mułowcowa z fukoidami przechodząca ku górze w piaskowce drobno- i gruboziarniste z wkładkami syderytu. Wyżej występuje formacja mogileńska (barrem - alb środkowv), której najniższa cześć (barrem?, ogniwo pagórczańskie) budują przeważnie piaskowce drobno- do gruboziarnistych, środkową (apt?, ogniwo goplańskie), przeważnie iłowce ciemne lub czarne, zaś najwyższą (alb dolny – alb środkowy, ogniwo kruszwickie) piaskowce drobno- do gruboziarnistych, z domieszką żwirku, o sumarycznej miąższości rzędu 60-90 m. Profil kredy dolnej zamykają utwory albu górnego, o miąższości rzędu kilku metrów, obejmujące cienką warstwę szarozielonvch piaskowców kwarcowoglaukonitowych z konkrecjami fosforytów, przechodzących ku stropowi w margle piaszczyste i margle z fauną małżów i belemnitów.

Kreda górna, nierozdzielona na formacje, obejmuje na rozpatrywanym obszarze przeważnie utwory cenomanu i turonu, przy wschodnim i północno-wschodnim krańcu obszaru pojawiają się także utwory młodsze, tzn. kompleksy koniaku, santonu i kampanu. W cenomanie (miąższość najczęściej rzędu kilkunastu metrów) podstawową litologia sa wapienie i wapienie margliste. Natomiast turon obejmuje w dolnej części utwory marglisto-wapienne, a w części górnej margle i opoki, podobnie jak w najniższym koniaku (jeśli ten ostatni występuje; kompleksy turonu, względnie turonu i najniższego koniaku osiągają miąższość rzędu kilkudziesięciu – stu kilkudziesięciu metrów). Kompleksy koniaku **górnego**, **santonu** i **kampanu** zbudowane są z opok, margli i lokalnie gez, o sumarycznej miąższości rosnącej generalnie w kierunku ku północnemu wschodowi, zwłaszcza w strefach synklinalnych (Jaskowiak-Schoeneichowa, 1977; Marek, 1977), nawet rzędu 1000 m przy północno-wschodnim i wschodnim krańcu obszaru przetargowego.

2.3.7. KENOZOIK

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory kenozoiku rozpoznano w bardzo licznych płytkich otworach wiertniczych zlokalizowanych na obszarze przetargowym, z których 119 przewierca nawierca utwory starsze. Miąższość utworów kenozoiku jest rzędu kilkudziesięciu – stu kilkudziesięciu metrów (maksymalnie 194,1 m). Jest on reprezentowany przez klastyczne osady paleogenu, neogenu i czwartorzędu.

Utwory paleogenu występują na całym obszarze przetargowym, poza jego południowowschodnią częścią, i są reprezentowane przez kilkumetrowej miąższości piaski, mułki i iły (rzadziej mułowce i iłowce), lokalnie węgliste, zaliczane do **oligocenu**. W północnowschodniej części obszaru utwory te występują wraz z podobnie wykształconymi osadami miocenu dolnego.

Osady neogenu, o sumarycznej miąższości rzędu kilkudziesięciu metrów, występują na całym obszarze przetargowym i obejmują piaski, węgle brunatne, iły, mułki i lokalnie żwiry **miocenu środkowego**, iły pstre z wkładkami piaskowców i mułków **miocenu górnego** (w północno-wschodniej części ob-

Potencjał naftowy

Utwory kredy na rozpatrywanym obszarze nie są perspektywiczne pod kątem występowania akumulacji węglowodorów, ani jako skały macierzyste.

szaru) oraz iły, mułki i piaski **miocenu górnego** – **pliocenu** w pozostałej części, w tym lokalnie węgle brunatne w spągu miocenu górnego.

Utwory czwartorzędu charakteryzują się zróżnicowaną miąższością, od kilku do ponad stu metrów (największa w pradolinach rzecznych) i obejmują głównie plejstoceńskie osady glacjałów (gliny zwałowe; piaski, mułki i żwiry wodnolodowcowe oraz rzeczne, z piaskami i mułkami zastoiskowymi; piaski, żwiry i gliny zwałowe moren czołowych, lokalnie z głazami oraz eluwialne piaski pyłowate i piaski eoliczne) i interglacjałów (piaski i gliny rzeczne). W najwyższej części czwartorzędu występują utwory holocenu (piaski i mułki rzeczne, mady, namuły, torfy i gytie oraz lokalnie piaski humusowe oraz mułki i iły jeziorne), najczęściej o miąższości rzędu 2–3 m.

Ze względu na fakt, że utwory kenozoiku nie biorą udziału w funkcjonowaniu systemów naftowych, nie zostały tutaj szczegółowo scharakteryzowane. Informacje o ich znaczeniu hydrogeologicznym można natomiast znaleźć w rozdziale 2.4.

2.4. HYDROGEOLOGIA

Blok 208 jest położony w dwóch regionach wodnych. Większa część (98%) znajduje się w obrębie regionu wodnego Warty, a pozostały fragment - w regionie wodnym Noteci. Zgodnie z podziałem Polski na jednostki bilansowe, Blok 208 obejmuje części obszarów bilansowych: P-VII Warta od Neru do Prosny, P-IX Warta od Prosny do Kanału Mosińskiego, P-XI Górna Wełna oraz P-XIV Górna Noteć, natomiast w podziale na jednolite części wód podziemnych należy do następujących obszarów: JCWPd nr 42, JCWPd nr 43, JCWPd 61 i JCWPd nr 62. Niemal cały obszar przetargowy znajduje się w granicach zlewni Warty, a jedynie jego niewielkie fragmenty - w północno-wschodniej i północnej części - należą do zlewni Wełny i zlewni Noteci. Głównymi rzekami odwadniającymi ten obszar są Wrześnica i Meszna, stanowiące prawostronne dopływy Warty, natomiast największymi zbiornikami wodnymi są, znajdujące się we wschodniej części, jeziora Powidzkie, Niedziegiel i Słupeckie (Fig. 2.19).

Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych (Paczyński i Sadurski, 2007) omawiany obszar w całości znajduje się w granicach prowincji Odry, regionu Warty (RW), subregionu Warty nizinnego (SWN). Informacje dotyczące warunków hydrogeologicznych zostały przedstawione na arkuszach Mapy hydrogeologicznej Polski (MhP GUPW) w skali 1 : 50 000, arkusze Psary Polskie (474) (Marcinek i Zborowski, 2002), Witkowo (475) (Mendakiewicz i Wójcik-Pazera, 2002), Września (510) (Nowak, 2002a) i Słupca (511) (Nowak, 2002b).

W granicach Bloku 208 rozpoznano trzy piętra wodonośne: czwartorzędowe, neogeńsko-paleogeńskie i kredowe. Piętro czwartorzędowe pełni rolę głównego użytkowego piętra wodonośnego w północnej i południowo-wschodniej części obszaru, natomiast piętro neogeńsko-paleogeńskie – w centrum i na południowym zachodzie. Piętro kredowe charakteryzuje się najmniejszym rozprzestrzenieniem, występuje głównie w południowowschodniej części obszaru, gdzie najczęściej pełni rolę podrzędnego piętra wodonośnego.

W czwartorzędowym piętrze wodonośnym wyróżnia się dwa poziomy wodonośne: poziom gruntowy i poziom międzyglinowy środkowy. Pierwszy z wymienionych występuje głównie w piaskach i żwirach dolin rzecznych, sandrów oraz spiaszczonych partiach glin morenowych. Miąższość tych osadów dochodzi do 15 m. Zwierciadło wody o charakterze swobodnym lub lekko napiętym utrzymuje się na głębokości około 1,6 m. Zasilanie poziomu gruntowego następuje przez bezpośrednia infiltrację wód opadowych w obrebie dolin i pradolin, natomiast na tarasach niskich zasilanie następuje przez drenaż i spływ z sąsiednich wysoczyzn, a w przypadku tarasów niskich – również przez drenaż poziomów wgłębnych. W północno-Z wschodniej części omawianego obszaru poziom gruntowy łączy się bezpośrednio z poziomem piasków mioceńskich tworząc piętro czwartorzędowo-mioceńskie, natomiast w części południowo-wschodniej, w rejonie Jeziora Słupeckiego pozostaje w kontakcie z czwartorzędowym poziomem międzyglinowym, pełniąc funkcję głównego użytkowego poziomu wodonośnego. Poza tym rejonem poziom gruntowy nie ma większego znaczenia w zaopatrzeniu w wodę i na ogół jest eksploatowany tylko przez indywidualne gospodarstwa.

Przypowierzchniowy (gruntowy) poziom wodonośny bardzo często jest pozbawiony izolacji w postaci utworów słabo przepuszczalnych, co sprawia, że jest podatny na zanieczyszczenia pochodzące z powierzchni terenu. Jednym z ważniejszych obiektów stanowiących zagrożenie dla jakości wód podziemnych jest teren 33 Bazy Lotnictwa Transportowego w Powidzu wraz z towarzyszącą infrastrukturą, w skład której wchodzą m.in. zbiorniki z paliwem. Do innych potencjalnych ognisk zanieczyszczenia wód podziemnych na opisywanym obszarze zaliczyć należy istniejące magazyny i stacje paliw oraz składowiska odpadów. Poważne skutki, dla jakości wód może mieć także awaria rurociagu naftowego przebiegającego w kierunku wschód-zachód w centralnej części przedmiotowego obszaru przetargowego.



Fig. 2.19. Położenie obszaru przetargowego Blok 208 na tle jednostek fizycznogeograficznych oraz JCWPd i GZWP.

<u>Poziom międzyglinowy środkowy</u> (wielkopolskiej doliny kopalnej) tworzą osady rzeczne interglacjału mazowieckiego. Warstwę wodonośną stanowią piaski średnioziarniste, piaski ze żwirem z mniejszym udziałem piasków gruboziarnistych, drobnoziarnistych i pylastych. Miąższość tych osadów waha się w granicach od 9 do 32 m, najczęściej mieszcząc się w przedziale od 20 do 30 m w części zachodniej i od 10 do 20 na wschodzie omawianego obszaru. Poziom międzyglinowy występuje pod nadkładem glin morenowych, najczęściej na głębokościach poniżej 50 m, jedynie lokalnie w rejonie Mielżyna i w dolinie Meszny stwierdzono jego płytsze występowanie. Zwierciadło wody ma charakter subartezyjski i stabilizuje się na głębokości od kilku do kilkunastu metrów pod powierzchnią terenu.

Współczynnik filtracji waha się od kilku do 112 m/24h, najczęściej wynosi około 28 m/24h, wodoprzewodność zmienia się w granicach od 70 do ponad 2400 m²/24h, lokalnie w rejonie Witkowa, przekracza 3475 m²/24h. Wydajności potencjalne studni są zróżnicowane i wynoszą od 20 do 150 m³/h, najczęściej od 70 do 120 m³/h.

Poziom wielkopolskiej doliny kopalnej zasilany jest przez przesączanie wód z wyżej zalegających poziomów wodonośnych oraz infiltracji opadów przez nadkład glin morenowych, natomiast drenaż następuje w dolinach większych rzek, a także w rynnach glacjalnych m.in. w rynnie Jeziora Powidzkiego.

Na niewielkim obszarze w północnowschodniej części omawianego obszaru poziom międzyglinowy pozostaje w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z poziomem piasków mioceńskich, tworząc piętro czwartorzędowo-neogeńskie, natomiast we wschodniej i północno-wschodniej części Bloku 208 poziom międzyglinowy kontaktuje się z warstwa margli górnokredowych tworząc czwartorzędowo-kredowe piętro wodonośne o zwierciadle napiętym, stabilizującym się na rzędnej około 102-103 m n.p.m. Miąższość tego piętra przekracza 40 m, a przewodność hydrauliczna mieści się w przedziale od 500 do 1000 $m^2/24h$.

Dominującym typem hydrochemicznym wód poziomów wodonośnych piętra czwartorzędowego jest HCO₃-Ca i HCO₃-Ca-Mg. Są to wody o twardości od 2,8 do 10,0 mval/dm³ i odczynie lekko zasadowym. Mineralizacja wód wyrażona suchą pozostałością zmienia się w zakresie od 230-656 mg/dm³. Cechą charakterystyczną wód piętra czwartorzędowego jest podwyższona barwa, dochodząca do 120 mgPt/dm³, co spowodowane jest zwiększoną zawartością związków żelaza (do 7,0 mgFe/dm³) i manganu (do 0,4)mgMn/dm³). Nieco podwyższona jest również zawartość amoniaku pochodzenia geogenicznego, dochodząca do 0,8 mg/dm³. Wody podziemne piętra czwartorzędowego z uwagi na podwyższone zawartości żelaza lub azotanów zalicza się na ogół do IV klasy jakości.

Stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego (GUPW), na przeważającej części obszaru przetargowego, oceniany jest jako niski i bardzo niski, co wynika z uwarunkowań geologicznych tj. co najmniej średniego stopnia izolacji GUPW (Fig. 2.20). Izolację poziomu wodonośnego zapewnia cechująca się ciągłym rozprzestrzenieniem warstwa glin zwałowych, o miąższości zazwyczaj kilkudziesięciu metrów. Czas potencjalnej migracji zanieczyszczeń przez nadkład utworów słabo przepuszczalnych do stropu warstwy wodonośnej wynosi na omawianym obszarze ponad 50 lat.

W przypadku czwartorzędowego międzyglinowego poziomu wodonośnego do zanieczyszczenia wód podziemnych może dochodzić w strefach, w których następuje kontakt wód tego poziomu z zanieczyszczonymi wodami płytszych, słabiej izolowanych poziomów lub z wodami powierzchniowymi. Strefy takie występują głównie we wschodniej części Bloku 208 i należy do nich zaliczyć rynny jezior Powidzkiego i Skorzęcińskiego oraz obszar kopalnej doliny Meszny. Za najbardziej zagrożony teren uznaje się również północną część 33 Bazy Lotnictwa Transportowego. Dla tych obszarów wyznaczony został średni stopień zagrożenia wód głównego poziomu użytkowego.

Największe ujęcia eksploatujące wody tego poziomu to Żydowo – Cielimowo (ujęcie wody dla Gniezna) o zatwierdzonych zasobach eksploatacyjnych Q = 432 m³/h, z którego pobór w 2019 r. wyniósł 2003,46 tys. m³ oraz Witkowo o zatwierdzonych zasobach eksploatacyjnych Q = 530 m³/h i poborze w 2019 r. wynoszącym 959,83 m³.

Neogeńsko-paleogeńskie piętro wodonośne tworzą głównie mioceńskie piaski drobnoziarniste, pylaste i lokalnie również piaski średnioziarniste. Strop tych utworów znajduje się na głębokościach od około 40 m na południowym wschodzie do ponad 150 m na zachodzie opisywanego obszaru. Miąższość mioceńskich osadów wodonośnych jest zróżnicowana i waha się w granicach od kilku do ponad 86 m, najczęściej jednak mieści się w przedziale 20–30 m. Zwierciadło wody ma

charakter naporowy i stabilizuje się na głębokościach od około 2 do 47 m p.p.t. Piaski mioceńskie na omawianym obszarze charakteryzują się współczynnikiem filtracji od 0,9 do 76,9 m/24h i również bardzo zróżnicowaną wodoprzewodnością, mieszczącą się w zakresie od 13,2 do ponad 984 m²/24h. Wydajności potencjalne studni wahaja się od 12 do 100 m³/h. Poziom mioceński zasilany jest przez infiltrację wód poprzez wyżej leżący kompleks plejstoceńskich glin morenowych oraz neogeńskich iłów poznańskich. Lokalnie, w miejscach rozcięć warstwy iłów, zasilanie mioceńskiego poziomu wodonośnego odbywa się również przez przesączanie wód z poziomu wielkopolskiej doliny kopalnej.

Lokalnie poniżej piaszczystych osadów mioceńskich zalega warstwa piasków oligoceńskich. Nie tworzy ona jednak odrębnego poziomu wodonośnego, ale wspólny układ krążenia wód z poziomem mioceńskim.

Wody poziomu mioceńskiego są to wody słodkie typu HCO₃-SO₄-Ca, o suchej pozostałości w granicach od 260 do 802 mg/dm³ i twardości ogólnej osiągającej wartości od 3,2 do 19,3 mval/dm³. Barwa wody zmienia się od 5 do 80 mgPt/dm³, przy czym podwyższone wartości zwykle są spowodowane zwiększoną zawartością związków humusowych. Wykonane analizy chemiczne wykazały, że wody te cechują się podwyższonymi, w stosunku do tła hydrochemicznego, zawartościami chlorków, azotu amonowego, azotu azotanowego i siarczanów, natomiast stwierdzone zawartości żelaza i manganu przekraczają wartości dopuszczalne dla wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Znajdujący się na głębokościach od 40 do 150 m pod nadkładem glin zwałowych i pstrych iłów poznańskich mioceński poziom wodonośny należy uznać za dobrze chroniony. Z uwagi na bardzo dobrą izolację i stosunkowo niewielką liczbę ognisk zanieczyszczeń stopień zagrożenia poziomu użytkowego jest na ogół bardzo niski i tylko na niewielkich obszarach w południowo-wschodniej części Bloku 208 – niski (Fig. 2.20).

Największym ujęciem, w granicach Bloku 208, eksploatującym wody piętra neogeńskopaleogeńskiego, jest komunalne ujęcie wielootworowe dla Wrześni o zatwierdzonych zasobach eksploatacyjnych $Q = 430 \text{ m}^3/\text{h}.$ Pobór wód z tego ujęcia w roku 2019 wyniósł ponad 2357,51 tys. m³. Drugim, co do wielkości pod względem wielkości eksploatacji wód podziemnych z poziomu mioceńskiego jest ujęcie wodociągowe w miejscowości Słupca, z którego pobór w 2019 r. wyniósł 453,17 tys. m³ (Fig. 2.19).

Kredowe piętro wodonośne zostało rozpoznane we wschodniej części Bloku 208, na obszarze między miejscowościami Witkowo, Powidz i Skorzęcin, gdzie pozostaje w kontakcie hydraulicznym z czwartorzędowym poziomem międzyglinowym wielkopolskiej doliny kopalnej, tworząc piętro czwartorzędowo-kredowe, oraz w części południowowschodniej, gdzie kontaktuje się z utworami wodonośnymi miocenu lub tworzy odrębny poziom wodonośny najczęściej o charakterze podrzędnym. Kredowe piętro wodonośne pełni rolę głównego użytkowego poziomu wodonośnego tylko lokalnie, na niewielkich obszarach położonych na południowy zachód i południowy wschód od miejscowości Słupca. Utworami wodonośnymi, w przypadku tego piętra, są górnokredowe zwietrzałe i spękane wapienie i margle oraz zwietrzałe piaskowce, dobrze izolowane przez warstwę glin zwałowych i iłów poznańskich. Głębokość zalegania górnokredowych utworów wodonośnych waha się od około 55 do 132 m p.p.t., a ich miąższość zawiera się w przedziale od 0,5 do ponad 74 m. Zwierciadło wody ma na ogół subartezyjski lub rzadziej artezyjski charakter.

Parametry hydrogeologiczne kredowego piętra wodonośnego są silnie zróżnicowane w zależności od wykształcenia litologicznego warstw, stopnia spękania i zwietrzenia skał oraz istnienia kontaktów hydraulicznych z poziomami kenozoicznymi. Górnokredowy poziom wodonośny cechuje się przewodnością od kilkunastu do ponad 641 m²/24h i współczynnikiem filtracji mieszczącym się w przedziale od 0,6 do 19,9 m/24h. Wydajności potencjalne studni na przeważającej części obszaru wynoszą poniżej 30 m³/h i wzrastają kierunku południowo-wschodnim do W 120 m³/h. Wody piętra kredowego charakteryzują się podwyższoną barwą o wartościach w zakresie od 15 do 35 mg Pt/dm³ oraz lokalnie wykazuja podwyższona zawartość zwiazków żelaza (od 0,1 do 1,0 mgFe/dm³, maksymalnie 14,0 mgFe/dm³ w Słupcy). Również mangan przekracza wartości dopuszczalne i średnio wynosi od 0,10 do 1,2 mgMn/dm³.

Warstwy wodonośne piętra kredowego uznaje się za dobrze izolowane, a stopień zagrożenia poziomu użytkowego jest oceniany jako bardzo niski lub niski (Fig. 2.20).



Fig. 2.20. Położenie obszaru przetargowego Blok 208 na tle jednostek hydrogeologicznych.

Wody omawianego piętra są eksploatowane m.in. w Kotunii (zatwierdzone zasoby eksploatacyjne 140 m³/h, a pobór wody w 2019 r. wyniósł 408,12 tys. m³) i Stawie (zatwierdzone zasoby eksploatacyjne 220 m³/h, pobór 167,77 m³ w 2019 r.).

W granicach Bloku 208 jest zlokalizowanych 281 eksploatacyjnych otworów hydrogeologicznych skupionych w 194 ujęciach. Ujęcia te eksploatują wody podziemne wszystkich użytkowych pięter wodonośnych, jednak najczęściej ujmowany jest poziom neogeńsko-paleogeński. Według danych pochodzących z 77 ujęć, zgromadzonych w bazie POBORY, największe, pod względem wielkości poboru wody, ujęcia znajdują się południowej i północnogłównie W zachodniej części obszaru koncesyjnego i skupiają się w rejonie miejscowości Gniezno, Września, Witkowo i Słupca.

Łączny pobór wody z ujęć zlokalizowanych w granicach obszaru koncesyjnego według bazy POBORY wyniósł w 2019 r. 9895,95 tys. m^3 .

Podstawowe informacje dotyczące ujęć o największych poborach wód podziemnych zlokalizowanych w granicach obszaru przetargowego Blok 208 zestawiono w Tab. 2.2.

W południowo-wschodniej części przedmiotowego obszaru przetargowego jest zlokalizowana strefa ochronna ustanowiona w celu ochrony ujęcia wód podziemnych w miejscowości Słupca. Strefa ochronna o powierzchni 96,91 ha ustanowiona została na mocy Rozporządzenia Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu z dnia 30 marca 2004 r. w sprawie ustanowienia strefy ochronnej komunalnego ujęcia wody podziemnej w Słupcy (Dz. U. województwa wielkopolskiego nr 51 poz. 1166).

Rozporządzenie wprowadza odpowiednie zakazy i ograniczenia w użytkowaniu gruntów oraz lokalizacji obiektów mogących stanowić potencjalne zagrożenie dla wód podziemnych. Pełen zakres ograniczeń wraz z przebiegiem granicy terenów ochrony bezpośredniej i pośredniej ujęcia jest zawarty w rozporządzeniu Dyrektora RZGW Poznań https://www.poznan.uw.gov.pl/system/files/d zienniki/dziennik_nr_51_2004.pdf.

Omawiany obszar przetargowy jest położony w granicach dwóch głównych zbiorników wód podziemnych. Przeważającą część obszaru, z wyjątkiem południowo-wschodniego krańca, obejmuje Subzbiornik Inowrocław-Gniezno (GZWP nr 143), natomiast w północnej części obszaru znajduje się fragment GZWP nr 144 Dolina kopalna Wielkopolska, wyznaczonego jako obszar wysokiej ochrony OWO wód podziemnych (Tab. 2.3, Fig. 2.19).

Blok 208 jest położony w obrębie kilku jednostek bilansowych, dla których wykonane zostały dokumentacje hydrogeologiczne ustalające zasoby dyspozycyjne wód podziemnych. W Tab.2.4 zestawiono wielkości tych zasobów w poszczególnych rejonach wodnogospodarczych wód podziemnych, w granicach, których jest położony omawiany obszar przetargowy.

Nr wg CBDH	Użytkownik ujęcia	Nazwa ujęcia/miejscowość	Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Wiek warstwy wodonośnej	Średni pobór dobowy w 2019 r. [m³/d]
4740035	PWiK Gniezno	Wodociąg Żydowo- Cielimowo	432	Q	5489
4750023	Zakład Gospodarki Komunalnej w Witkowie	Ujęcie wody Witkowo	530	Q	2630
5100043	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji we Wrześni Sp. z o.o.	Ujęcie wody Września	430	Ng	6459
5100046	-	Ujęcie wody Kaczanowo	76	Ng	634
5110020	Miejski Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Słupcy	Wodociąg Słupca – Ujęcie wschodnie	22	Ng	1242
5110028	Urząd Gminy Strzałkowo	Wodociąg wiejski Strzałkowo	80	Ng	1046
5110041	Urząd Gminy Słupca	Ujęcie wody Żelazków	28	Ng	576
5110046	PPHU "Konspol-Bis" Sp. z o.o.	Studnia głębinowa w Kotuni	140	K	1118

Tab. 2.2. Zestawienie informacji o ujęciach o największym poborze wód podziemnych zlokalizowanych w granicach obszaru przetargowego Blok 208.

Numer zbiornika	Nazwa zbiornika	Stratygrafia warstw wodonośnych	Typ ośrodka wodonośnego	Wodoprze- wodność [m²/24h]	Moduł jednostkowy zasobów dyspozy- cyjnych [m ³ /24h*km ²]	Szacunkowe zasoby dyspozycyjne [tys. m³/24h]
143	Subzbiornik Inowrocław- Gniezno	neogen, paleogen	porowy	24-960	18,53	92552
144	Dolina kopalna Wielkopolska	czwartorzęd	porowy	240-720	95,76	394298,4

Tab. 2.3. Podstawowa charakterystyka hydrogeologiczna głównych zbiorników wód podziemnych występujących na obszarze przetargowym Blok 208 (Mikołajków i Sadurski, 2017).

Tytuł dokumentacji	Wykonawca	Nr decyzji zatwierdzającej zasoby dyspozycyjne	Obszar bilansowy wód podziemnych	Rejon wodnogospodarczy wód podziemnych	Powierzchnia rejonu wodnogospodarczego [km ²]	Zasoby dyspozycyjne w rejonie wodnogospodarczym [m ³ /d]
- 2			P-VII	G Meszna	715,1	37056
dys edz	A. lro- or- sioi		1-11	H Wrześnica - Warta	441,6	26928
by si	O / Hyd iębi sięl sięl	0		A Warta - Lutynia	41,3	3120
aso	EK an H an H edsi GI GI	ſΨ	P-IX	B Maskawa	608,5	27456
ąca z: soczy	DRO Bada , Prze a, Prze v, SE	6/10/1		C Warta od Lutyni do Kanału Mosińskie- go	101,1	8064
ulaja wy	HY a, w i w i saw zaw Sav	171		A Górna Wełna	528,3	28272
aru iej	Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód J Rodzoch, Warszawi Hydroconsult Sp. z o.o. Biuro Studió geologicznych i Geofizycznych, Pozi stwo Geologiczne Polgeol S.A., Wars stwo Geologiczne Proxima S.A., Wroo z o.o., Warszawa	/48		B Wełna Środkowa z Nielbą	531,8	23952
na 1 bszá ńsk		11 796	P-XI	C Mała Wełna	677,1	19296
jicz h ol mie		20.		D Flinta	345,5	27504
log nyc. nieź		111/	D IVII	E Wełna Dolna	539,1	33504
geo emi			P-XII	A Konczak	333,3	13608
dro dzi ka		-47			79,1	804
t hy I po		ghg		C Notec pradoliny do Gwdy	665,1	41088
Dokumentacje pozycyjne wód		(DGiK	P-XV	D Noteć - Łomnica	131,7	8640
<u>1</u> , n				A Rgilewka i Warta (prawa) do Koła	651,4	62592
talają iem- / od :az ze ść o	iów i zycz- zycz- le we le we o.o.	MJe)	D VII	B Warcica - Kanał Grójecki	366,0	56904
na us podz Warty w ny w Pakos skieg i)	Stud Geofi geiczr JMS Sp. z	6/13//	P-VII	C + E [*] Kanał Ślesiński + Powa (część N)	461,6	37104
ricz vód esz esz po zyń	uro h i d eolo A." ces	347.		F Warta – Bawół (część N)	169,3	7128
olog ne w zlew ę M ę M teci iłus:	o. Bi myc o Ge A S. ervi)14 9/38		A Noteć Wschodnia – Noć Kalina	425,2	50664
oge vni vni vni vni vni vni vni vni vni vni	0.0 sticz M/ M/	1/2C 703	P-XIV	B Noteć Zachodnia – Pakość	720,2	54504
/dr ozy ceżr ceżr zlev nej nej unał unał	p. z olog iors DXI mer	31 [∠] 80/		C Noteć Wschodnia - Pakość	1153,3	100392
Dokumentacja h ca zasoby dysp nych prawobr zlewni Neru po zlewnią Gór i zlewnią Kú	Hydroconsult S Badań Hydrogec nych, Przedsięb Wrocławiu "PR(grated Managei	4 (DGK-II-4731-	Z-19	F Głuszyn-Zlewnia Kanału Głuszyńskiego	300,8	21528

Tab. 2.4. Zestawienie wielkości ustalonych zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w rejonach wodnogospodarczych w granicach, których położony jest obszar przetargowy Blok 208.

3. SYSTEM NAFTOWY 3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA NAFTOWA OBSZARU PRZETARGOWEGO

System naftowy określa się jako zespół procesów geologicznych i geochemicznych prowadzących do powstania złóż węglowodorów. Podstawowymi elementami systemu naftowego są: skała macierzysta, która w wyniku podgrzania zawartej w niej substancji organicznej posiada zdolność generowania węglowodorów, skała zbiornikowa, której właściwości petrofizyczne (porowatość, przepuszczalność) pozwalają na akumulację mediów złożowych, oraz skała uszczelniająca, która zapobiega ucieczce zakumulowanych w skale zbiornikowej węglowodorów. Poza odpowiednią litologią skał umożliwiającą generację oraz akumulację ropy naftowej i/lub gazu ziemnego niezbędne jest również istnienie pułapki, której cechy strukturalne i/lub stratygraficzno-litologiczne pozwalaja na akumulację mediów złożowych w jej obrębie. Poza wyżej wymienionymi elementami, do zaistnienia systemu naftowego i powstania złoża węglowodorów niezbędny jest zespół procesów umiejscowionych w przestrzeni i w czasie geologicznym, których wzajemne relacje pozwalają na powstanie złoża (Dembicki, 2017; Magoon i Dow, 1994). Do tych procesów należą: generowanie, ekspulsja, migracja i akumulacja węglowodorów oraz formowanie pułapki złożowej.

Budowa tektoniczna obszaru przetargowego Blok 208, parametry geochemiczne oraz wyniki badań petrofizycznych w poszczególnych piętrach strukturalnych pozwalają wyróżnić dwa odrębne systemy naftowe:

- niekonwencjonalny system naftowy, reprezentowany przez dolnopermskie zwięzłe piaskowce czerwonego spągowca oraz karbońskie piaskowce i łupki;
- konwencjonalny system naftowy, obejmujący cechsztyńskie utwory dolomitu głównego.

System karbońsko-dolnopermski obejmuje jako skały macierzyste utwory mułowcowoiłowcowe (łupki) dolnego i górnego(?) karbonu. Skały te mogłyby stanowić jednocześnie niekonwencjonalne skały zbiornikowe dla akumulacji gazu z łupków, jednakże dostępne dane wskazują na stosunkowo niską zawartość materii organicznej, raczej wykluczającą

taką ewentualność (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015; Podhalańska i in., 2018). Podobny wniosek sugerują aktualne koncepcje generacji, ekspulsji i migracji gazu dla tego rejonu (Botor i in., 2013), wskazujące, że przeważająca część wygenerowanych tam węglowodorów gazowych uległa ekspulsji i migracji. Dostępne dane na temat własności piaskowców w utworach karbonu nie potwierdzają możliwości występowania w tych utworach akumulacji gazu zamkniętego (Kozłowska i Kuberska, 2015), lecz również nie można wykluczyć takiej ewentualności. Natomiast podstawowa skała zbiornikową - niekonwencjonalna, z uwagi na fakt, że mówimy o zwięzłych piaskowcach, byłyby utwory górnego czerwonego spągowca (Buniak i in., 2009; Kiersnowski i in., 2010). Mogłyby być to występujące w południowo-zachodniej i południowej części Bloku 208, w stropowej części utworów czerwonego spągowca, piaskowce eoliczne, perspektywiczne dla występowania akumulacji gazu ziemnego na obszarze polskiego basenu permskiego. Należałoby się spodziewać występowania w nich akumulacji gazu w pułapkach konwencjonalnych, analogicznie jak w położonym na zachód od obszaru rejonie Siekierki - Trzek. Uszczelnienie karbońsko-dolnopermskiego systemu naftowego stanowią ewaporaty cechsztynu cyklotemu PZ1. Dodatkowym elementem poszukiwań gazu mogą być piaskowce tzw. głębokiego czerwonego spągowca, gdzie zakładane jest możliwe istnienie systemu BCGS (ang. Basin Centered Gas System), gdzie gaz jest uszczelniony tzw. zaporą wodną związaną w systemie kapilarnym (Kiersnowski i in., 2010).

Ponadto postuluje się występowanie, najprawdopodobniej w południowej i południowo-zachodniej części rozpatrywanego obszaru, małych stref o zwiększonej miąższości dolomitu głównego ("raf", Szpetnar-Skierniewska i in., 2015). Podobnie jak ma to miejsce w położonych dalej na zachód i północny zachód częściach polskiego basenu permskiego, obejmujących platformę węglanową (oraz jej bezpośrednie sąsiedztwo), utwory dolomitu głównego mogłyby obejmować w tych strefach jednocześnie skały macierzyste i zbiornikowe dla ewentualnych konwencjonalnych akumulacji ropy naftowej i gazu ziemnego (Wagner, 2012; Kotarba i in., 2020). Spośród udokumentowanych złóż węglowodorów w utworach (platformy węglanowej) dolomitu głównego najbliżej ob-

3.2. SKAŁY MACIERZYSTE

Skały drobnoklastyczne dolnego karbonu Litologia: mułowce i iłowce

Karbońsko-dolnopermski system naftowy obejmuje jako skały macierzyste utwory mułowcowo-iłowcowe (łupki) karbonu.

W przypadku licznych konwencjonalnych złóż gazu w piaskowcach górnego czerwonego spagowca, występujących w obrębie polskiego basenu permskiego, w tym złóż zlokalizowanych na południe i południowy zachód od obszaru przetargowego, uważa się, że skałą macierzystą dla tych akumulacji węglowodorów są zasadniczo utwory dolnego karbonu (Botor i in., 2013; Karnkowski, 1993) i górnego karbonu. Utwory te, wykształcone jako mułowce i iłowce, charakteryzują się szerokim rozprzestrzenieniem i znaczną kubaturą na obszarze południowo-zachodniej i południowej cześci eksternidów waryscyjskich oraz wysoką dojrzałością termiczną, przeważnie odpowiadającą generacji gazu termogenicznego (Fig. 3.1; Botor i in., 2013). Jedynie w skrajnie południowo-zachodniej części eksternidów waryscyjskich dojrzałość ta jest niższa, zaś w skrajnie południowo-wschodniej części występują utwory przejrzałe (Poprawa i in., 2005), lecz obydwa powyższe przypadki dotyczą stref położonych daleko od obszaru przetargowego.

W obrębie obszaru przetargowego utwory karbonu rozpoznano jedynie w otworze Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977). Będące potencjalną skałą macierzystą mułowce oraz iłowce karbonu mają tam barwę szarą do ciemnoszarej oraz ciemno- lub jasnobrunatną (te ostatnie zwłaszcza w górnych częściach profilu karbonu). Skały te wykazują teksturę kierunkową (laminowaną), a struktura ich jest pelitowa, pelitowo-aleurytowa oraz pelitowoaleurytowo-psamitowa. Obok materiału detrytycznego występują w nich minerały łyszczyszaru przetargowego jest położone złoże Buk, w odległości około 70 km na zachód. Uszczelnienie systemu naftowego dolomitu głównego stanowią od spągu i stropu ewaporaty cechsztynu cyklotemu PZ1 i PZ2.

kowe (muskowit i biotyt, miejscami schlorytyzowany), liniowo ułożona materia organiczna oraz drobne wpryśnięcia pirytu. Materiał detrytyczny tkwi w masie ilastokrzemionkowej. Wśród minerałów ilastych wyróżniono illit, minerały mieszanopakietowe z grupy illit/smektyt oraz chloryty. (Sokołowski i in., 1977; Podhalańska i in., 2016; Krzemiński, 2005; Kozłowska i Kuberska, 2015; Sikorska-Jaworowska i in., 2016).

W obejmującej niniejszy obszar przetargowy dokumentacji z koncesji Blok 208 nr 5/03/p (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015), której operatorem była w latach 2003-2014 firma Energia Zachód sp. z o.o., zebrano i uzupełniono dostępne dane na temat zawartości węgla organicznego (TOC) dla utworów karbonu. Skały te charakteryzują się występowaniem kerogenu typu III. Wydzielono w obrębie całego profilu karbonu nawierconego w otworze Września IG-1 trzy kompleksy, różniące się średnimi wartościami tego parametru (Tab. 3.1). Należy przy tym zauważyć, że są to wartości średnie kompleksów obejmujących zarówno utwory mułowcowoilaste jak i piaszczyste, przy czym w profilu karbonu utwory piaszczyste mają nieco większy udział niż mułowce i iłowce, szczególnie w części najpłytszej (Sokołowski i in., 1977). Stąd faktyczne wartości zawartości węgla organicznego (TOC) w mułowcach i iłowcach karbonu mogą być istotnie wyższe niż uśrednione wartości dla poszczególnych kompleksów podanych w Tab. 3.1 (tzn. mogą dochodzić do 1% wag. w kompleksie C, a w kompleksie B nawet przekraczać te wartość). Informacje na temat innych parametrów geochemicznych dla prób mułowców i iłowców w otworze Września IG-1 nie były dostępne w momencie opracowywania niniejszego pakietu.

Na podstawie tak przyjętych założeń, z uwzględnieniem dostępnych danych na temat rozkładu temperatur i dojrzałości termicznej materii organicznej w skali refleksyjności witrynitu (Wagner i in., 2008), wykonano modelowania 1-D procesów generacji węglowodorów dla otworu Września IG-1 (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015). W rezultacie modelowań otrzymano dla nawierconych w tym otworze skał karbonu wartości refleksyjności witrynitu \mathbf{R}_{0} w przedziale 1,6– 3,1%, a więc odpowiadające oknu gazu suchego. Analogiczne modelowania wykonano w projekcie "Rozpoznanie stref perspektywicznych dla występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce, stałe zadanie PSG, etap II" (Karcz, w: Podhalańska i in., 2018), gdzie otrzymano wartości refleksyjności witrynitu \mathbf{R}_{0} w przedziale 2,2–3,4%, a więc również w oknie gazu suchego.

Kompleks	Przedział głębokości [m]	TOC [%wag]
А	4889–5033	0,30
В	5033–5124	0,96
C	5124–5904	0,70

Tab. 3.1. Szacunkowe zawartości węgla organicznego przyjęte na potrzeby modelowań generacji węglowodorów w otworze Września IG-1 (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015).



Fig. 3.1. Obliczona współczesna dojrzałość termiczna materii organicznej w skali refleksyjności witrynitu w utworach karbonu na obszarze polskiego basenu permskiego (Botor i in., 2013).

Dolomit główny Litologia: mudstony, bandstony, pakstony, greinstony

Analogicznie jak w przypadku złóż węglowodorów udokumentowanych w zachodniej części polskiego basenu permskiego (z których najbliższe to położone około 70 km od obszaru przetargowego złoże ropy naftowej i gazu ziemnego Buk) rolę potencjalnych skał macierzystych w dolomicie głównym w rozpatrywanym rejonie mogłyby spełniać utwory w rejonie płytkowodnej platformy weglanowej, zasadniczo w obrębie wewnętrznych i zewnętrznych skłonów barier, a w mniejszym stopniu na obszarze równi platformowej oraz wzniesieniach stref barierowych (Kotarba i in., 2020). Obecnie, za skały macierzyste w obrębie utworów dolomitu głównego uważa się utwory pochodzenia mikrobialnego (glonowo-sinicowego; Kotarba i Wagner, 2007), które mogą występować w dwóch odmianach: 1) zwartej - kompleksy związane z budowlami mikrobialno-glonowymi oraz warstwami mudstonów, 2) rozproszonej tworzące laminy stabilizujące osad ziarnisty (Słowakiewicz i Gąsiewicz, 2013; Słowakiewicz i in., 2016).

W obrębie obszaru przetargowego Blok 208 zasadniczo nie występuje platforma węglanowa dolomitu głównego, a jedynie w jego skrajnie południowej części wypłyca się równia basenowa, natomiast tuż na południe od granicy obszaru występuje przykrawędziowa bariera onkolitowo-oolitowa (Fig. 2.13, 2.17), występująca w formie izolowanej mikroplatformy węglanowej. W obrębie tej bariery odwiercono otwór Grundy-2, gdzie dolomit główny osiąga miąższość powyżej 30 m (Go-

ścik i in., 2010; Wagner, 2012). Utwory dolomitu głównego wykształcone sa tam w dolnej części jako dolomity zailone, dolomity zanhydrytyzowane oraz anhydryty, zaś w części górnej jako porowate węglanowe utwory ziarniste (greistony, pakstony). W całym prowystępuje laminacja mikrobialna, filu a w dolnej części ponadto budowle mikrobialne typu trombolitu (Chruścińska i Wiśniewska, 2018). Nie stwierdzono tam występowania skał, które można by zaklasyfikować jako macierzyste (Gościk i in., 2010) otrzymane z analiz laboratoryjnych RockEval na próbkach rdzeni skał wartości zawartości węgla organicznego (TOC) są bardzo niskie, rzadko przekraczające 0,1%, natomiast analizy dojrzałości termicznej w skali refleksyjności witrynitu Ro, dają wartości odpowiadające oknu gazu suchego lub utworom przejrzałym.

W otworze Września IG-1 nawiercono utwory dolomitu głównego o miąższości 3,5 m i również nie stwierdzono tam występowania skał macierzystych. Obecne są tam osady równi basenowej wykształcone jako ciemnoszare dolomity gęsto horyzontalnie laminowane materiałem ilastym (Sokołowski i in., 1977).

W południowej i południowo-zachodniej części obszaru postuluje się (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015) występowanie małych stref o zwiększonej miąższości dolomitu głównego, czyli "raf" o charakterze izolowanych mikroplatform węglanowych, w obrębie niewielkich lokalnych podniesień, a nie rozległych stref barierowych. Strefy takie byłyby hipotetycznie okolone na ich skłonach utworami obejmującymi skały macierzyste.

3.3. SKAŁY ZBIORNIKOWE – SYSTEM KONWENCJONALNY

Utwory dolomitu głównego Litologia: greinstony i pakstony?

Miąższość:

Dolomit główny od ~10 m do ~30 m, generalnie wzrastająca ku południowemu zachodowi, prawdopodobnie większa w lokalnych podniesieniach obejmujących izolowane mikroplatformy węglanowe. Głębokość stropu:

~3769 m w otworze Września IG-1.

Informacje na temat własności zbiornikowych dolomitu głównego na obszarze przetargowym w zasadzie nie są dostępne. Utwory te są rozpoznane na rozpatrywanym obszarze jedynie w otworze Września IG-1, lecz nie były tam opróbowane. Prawdopodobnie mogą być w naszym przypadku ekstrapolowane informacje na temat własności zbiornikowych charakteryzujących rozpatrywane utwory w położonym ok. 5 km na południe od obszaru otworze Grundy-2.

W otworze Września IG-1 nawiercono tylko 3,5 m utworów dolomitu głównego wykształconego jako osady głębokiej równi basenowej, a więc facji nieperspektywicznej dla występowania akumulacji węglowodorów. Są to ciemnoszare dolomity gęsto horyzontalnie laminowane materiałem ilastym (Sokołowski i in., 1977). W dokumentacji brak jest informacji na temat własności zbiornikowych dolomitu głównego, natomiast w trakcie wiercenia stwierdzono słabe objawy węglowodorów w przedziale głębokości występowania tych utworów. Nie wykonano w przypadku utwo-

3.4. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE

Konwencjonalny cechsztyński system naftowy jest systemem niezależnym, hydrodynamicznie zamkniętym od stropu i spągu ewaporatami oraz siarczanami cechsztynu (Fig. 2.14), odpowiednio cyklotemu PZ2 (Stassfurt) i cyklotemu PZ1 (Werra), przy czym ten ostatni kompleks stanowi ponadto uszczelnienie dla niekonwencjonalnego systemu naftowego karbońsko-dolnopermskiego.

Podstawowym horyzontem uszczelniającym dla skał zbiornikowych dolomitu głównego jest kompleks ewaporatów cyklotemu PZ2 (Stassfurt), osiągający miąższości dochodzące do 400 m (Fig. 2.13) i wykształcony jako anhydryty, sole kamienne i potasowe. W otworze Września IG-1 kompleks ten, po-

3.5. SYSTEM NIEKONWENCJONALNY

Piaskowce górnego czerwonego spągowca Litologia: zwięzłe piaskowce eoliczne

Miąższość:

~736 m w otworze Września IG-1. Głębokość stropu:

~4026,5 m w otworze Września IG-1. Niekonwencjonalny system naftowy na obszarze przetargowym Blok 208 jest reprezentowany, jeśli chodzi o skały zbiornikowe, przez dolnopermskie zwięzłe piaskowce czerwonego spągowca o znacznej miąższości sumarycznej, prawdopodobnie idącej w setki rów dolomitu głównego prób złożowych, nie wykonano też analiz laboratoryjnych płynów złożowych (Sokołowski i in., 1977).

Natomiast w otworze Grundy-2 dolomit główny osiąga miąższość 31 m (Gościk i in., 2010) i jest wykształcony w dolnej części jako dolomity zailone, dolomity zanhydrytyzowane oraz anhydryty, zaś w wyższej części, która obejmuje większość profilu tej formacji, jako potencjalnie zbiornikowe porowate węglanowe utwory ziarniste – greistony i pakstony. Utwory dolomitu głównego charakteryzują się w tym otworze zmiennymi własnościami zbiornikowymi, przy czym maksymalne oraz średnie porowatości (helowe) są stosunkowo wysokie.

wyżej dolomitu głównego, osiąga miąższość 351,5 m (Tab. 2.1). Wyżej zalegają cyklotemy PZ3 i PZ4 obejmujące jako dodatkowe uszczelnienie ewaporaty i iły solne, a także iłowce i mułowce stropowej serii terygenicznej cechsztynu, o łącznej miąższości w otworze Września IG-1 wynoszącej 292,5 m.

Uszczelnienie dla utworów *tight sands* górnego czerwonego spągowca (należących do niekonwencjonalnego systemu naftowego karbońsko-dolnopermskiego) stanowi kompleks ewaporatów cechsztyńskiego cyklotemu PZ1 (Werra), osiągający miąższość ok. 250 m w otworze Września IG-1 (Tab. 2.1).

metrów, i być może także przez karbońskie zwięzłe piaskowce o nieustalonej bliżej miąższości sumarycznej (mogą to być kilkumetrowe pakiety piaskowców przedzielone innymi skałami klastycznymi, przeważnie o drobniejszych frakcjach – Sokołowski i in., 1977). Skałą macierzystą są tu utwory mułowcowo-iłowcowe (łupki) karbonu.

System ten jest rozpoznany jedynie głębokim otworem Września IG-1, natomiast na południowy zachód oraz dalej na południe i zachód od obszaru Bloku 208 rozpoznano i udokumentowano szereg złóż gazu ziemneutworach czerwonego spagowca go w (w szczególności są to złoża Kromolice S, Kromolice, Środa Wielkopolska, Winna Góra, Miłosław, Miłosław E, Lisewo, Komorze). Niektóre z tych złóż występują na głębokościach dochodzących do 4000 m p.p.t. i w związku z tym charakteryzują się niską przepuszczalnością, rzędu kilku mD (MIDAS, 2022), ale zaliczane sa do złóż konwencjonalnych (subkonwencjonalnych?). Natomiast na zachód od obszaru przetargowego, w rejonie Siekierki - Trzek - Pławce rozpoznano, lecz dotychczas jeszcze nie udokumentowano, akumulacje gazu zamkniętego w pułapkach konwencjonalnych (Buniak i in., 2009; Kiersnowski i in., 2010).

W związku z powyższym, postuluje się występowanie gazu zamkniętego w piaskowcach eolicznych czerwonego spągowca (Kiersnowski i in., 2020), w pułapkach konwencjonalnych, najprawdopodobniej W południowej i południowo-zachodniej części obszaru przetargowego, gdzie głębokości zalegania stropu tej formacji byłyby odpowiednie dla występowania zwięzłych piaskowców (tight sands). Według Szpetnar-Skierniewskiej i in. (2015) w stropie czerwonego spągowca rozpoznano kilka, obramowanych strefami dyslokacyjnymi, podniesień strukturalnych, przeważnie o rozmiarach rzędu 1-3 km, które mogłyby stanowić pułapki dla akumulacji węglowodorów.

Generalnie podstawowe kryteria dla występowania gazu zamkniętego (Wójcicki i in., 2014) dotyczą własności zbiornikowych, tzn. przepuszczalności poniżej 0,1 mD oraz porowatości całkowitej rzędu kilku procent (nie mniejszej niż 3%, najlepiej ponad 5%). O ile wartości porowatości piaskowców czerwonego spagowca w rejonie obszaru przetargowego i w samym otworze Września IG-1 (Darłak i in., 1998; Sokołowski i in., 1977) zasadniczo spełniają odnośne kryterium (nawet czasami przekraczają 10%), to nie dysponujemy dokładnym rozeznaniem rozkładu przepuszczalności utworów czerwonego spągowca na obszarze przetargowym. Dostępne informacje z otworu Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977) sugerują, że przepuszczalności piaskowców najczęściej oscylują w pobliżu zera,

rzadziej osiągają kilka-kilkanaście mD. Należy przy tym wziąć pod uwagę fakt, że określenie w ww. dokumentacji piaskowców jako utworów nieprzepuszczalnych (względnie o przepuszczalnościach w pobliżu zera) oznaczało, że wartości ich przepuszczalności były poniżej dokładności pomiaru stosowanej w owym czasie aparatury. Natomiast przepuszczalności typowych piaskowców zwięzłych mogą być rzędu setek nD (Wójcicki i in., 2014), czyli tysiące razy mniejsze od dokładności pomiarów aparatury stosowanej w owym czasie aparatury.

Utwory karbonu charakteryzują się nieco mniejszymi porowatościami, lecz niektóre pakiety piaskowców spełniają to kryterium (tzn. osiągają porowatości całkowite rzędu 3– 5%), natomiast przepuszczalności oscylują w pobliżu zera, rzadko osiągają kilka mD, tylko w jednym przypadku 10 mD (Sokołowski i in., 1977). Czy występują tam piaskowce zwięzłe pozostaje nierozstrzygnięte.

Natomiast kwestia występowania w rozpatrywanym obszarze i jego sąsiedztwie skał macierzystych (mułowców i iłowców karbonu) nie powinna budzić watpliwości - zostało to omówione w podrozdziale dotyczącym skał macierzystych. Ponadto, jeśli chodzi o własności petrofizyczne mułowców i iłowców karbonu w otworze Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977) to ich porowatość całkowita generalnie zawiera się w przedziale od 0,36 do 2,18%, zaś porowatość efektywna od 0,14 do 1,52%, a więc jest stosunkowo niska. Są to skały albo nieprzepuszczalne, lub charakteryzujące się niską przepuszczalnością, która dochodzi do 0,17 mD. Należy przy tym nadmienić, że podane dla większości prób mułowców i iłowców określenie, że są to utwory nieprzepuszczalne (Sokołowski i in., 1977) oznaczało, że wartości ich przepuszczalności były poniżej dokładności pomiaru stosowanej w owym czasie aparatury. Natomiast dla jednej próby określono wartość przepuszczalności jako niską (0,17 mD).

Doskonałe uszczelnienie niekonwencjonalnego systemu naftowego karbońskodolnopermskiego stanowi kompleks ewaporatów cechsztyńskiego cyklotemu PZ1 (Werra), osiągający miąższość 254 m w otworze Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977).



Fig. 3.2. Mapa miąższościowo-facjalna górnego czerwonego spągowca w Polsce (Kiersnowski, w: Wagner i in., 2008) z zaznaczonym konturem obszaru przetargowego Blok 208.



Fig. 3.3. Identyfikacja przedziałów dojrzałości termicznej kerogenu w warunkach pogrążenia poziomu macierzystego karbonu w profilu geologicznym odwiertu Września IG-1 wraz z ewolucją strumienia cieplnego (Wagner i in., 2008).



Fig. 3.4. Mapa współczynnika transformacji kerogenu (TR%) w karbońskich skałach macierzystych (odniesionego do stropu karbonu) obliczonego dla schyłku karbonu (Botor i in., 2013), na obszarze basenu polskiego.



Fig. 3.5. Mapa współczynnika transformacji kerogenu (TR%) w karbońskich skałach macierzystych (odniesionego do stropu karbonu) obliczonego dla schyłku triasu (Botor i in., 2013), na obszarze basenu polskiego.



Fig. 3.6. Mapa współczynnika transformacji kerogenu (TR%) w karbońskich skałach macierzystych (odniesionego do stropu karbonu) obliczonego dla schyłku kredy (Botor i in., 2013), na obszarze basenu polskiego.



Fig. 3.7. Mapa obrazująca ścieżki migracji gazu ziemnego w stropie piaskowców górnego czerwonego spągowca (Botor i in., 2013; Maćkowski i in., 2008), na obszarze basenu polskiego.



Fig. 3.8. Mapa stref perspektywicznych dla występowania gazu ziemnego w stropie utworów czerwonego spągowca (Burzewski i in., 2009; Górecki i in., 2011; Botor i in., 2013), na obszarze basenu polskiego.

3.6. GENERACJA, MIGRACJA, AKUMULACJA I PUŁAPKI WĘGLOWODORÓW

Karbońsko-dolnopermski system naftowy

Skały macierzyste: utwory mułowcowoiłowcowe (łupki) dolnego i górnego karbonu. **Skały zbiornikowe**: piaskowce karbonu (*tight sands*), a w szczególności piaskowce eoliczne górnego czerwonego spągowca (*tight sands*), a być może lokalnie także kolektory subkonwencjonalne (?).

Skały uszczelniające: utwory ewaporatowosiarczanowe cyklotemu PZ1.

Skały nadkładu (około 4000–4500 m miąższości): utwory pozostałych cyklotemów cechsztynu (PZ2, PZ3, PZ4) i kompleks mezozoiczno-kenozoiczny.

Kształt i wielkość pułapek: strukturalnotektoniczne. Według Szpetnar-Skierniewskiej i in. (2015) na mapie stropu czerwonego spągowca, obok regionalnego zapadania tego horyzonu w kierunku północno-wschodnim, obserwuje się liczne strefy dyslokacyjne, najczęściej o kierunku NW-SE (tzn. prostopadłym do kierunku regionalnego zapadania horyzontu), rzadziej zbliżonym do równoleżnikowego lub południkowego, obramowujące lub przecinające lokalne podniesienia strukturalne o wielkości najczęściej rzędu 1–3 km. Wspomniana mapa została opracowana na podstawie interpretacji zdjęcia sejsmicznego 2D wykonanego w roku 2011 oraz zreprocesowanych profili archiwalnych.

Wiek i mechanizm utworzenia pułapek: mechanizm tworzenia założeń strukturalnotektonicznych dla powstania pułapek – antyklinalnych struktur ekranowanych tektonicznie – na rozpatrywanym obszarze i jego sąsiedztwie był najprawdopodobniej złożony i wieloetapowy. Prawdopodobnie pewien inicjalny wpływ miał tu paleorelief wczesnego permu, jak również schyłkowe fazy orogenezy waryscyjskiej. W szczególności można tu wspomnieć, że pomiędzy otworem Września IG-1 i otworem Pławce 1 (lokalizacja otworów na Fig. 2.4) prawdopodobnie działał w okresie sedymentacji białego i czerwonego spągowca synsedymentacyjny uskok o kierunku N-S, który spowodował, że skrzydło z otworem Września IG-1 w permie było 130-180 m wyżej niż obecnie (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015). Jednakże samo powstanie pułapek, jak również dominujące kierunki obramowujących je stref dyslokacyjnych należy wiązać z kolejnymi fazami orogenezy alpejskiej. Procesy te mogły zapoczatkować starokimeryjskie deformacje tektoniczne przy współudziale tektoniki przesuwczej podłoża podpermskiego poprzez fazę młodokimeryjską i laramijską (Maćkowski i Reicher, 2008). Ostateczne uformowanie geometrii struktur i ich zamknięć tektonicznych odbyło się w późniejszych etapach alpejskiej ewolucji tektonicznej, w okresie młodokimeryjskim i laramijskim, zaś w wyniku tej przebudowy strukturalnej część złóż mogła ulec rozformowaniu, a uwolnione węglowodory mogły migrować i zasilać pułapki znajdujące się w wyższej pozycji lub po prostu uległy rozproszeniu. Nie jest też wykluczone, że w tym najmłodszym, kompresyjnym etapie deformacji tektonicznych, mogło dojść do niekorzystnego zniwelowania amplitud pułapek w stropie czerwonego spagowca (Maćkowski i Reicher, 2008).

Wiek i mechanizm generacji, ekspulsji, migracji i akumulacji węglowodorów: generacja węglowodorów w rejonie Bloku 208 rozpoczęła się, według szeregu autorów wykorzystujących i analizujących wyniki modelowań generacyjnych, pod koniec karbonu (Wagner i in., 2008; Botor i in., 2013; Szpetnar-Skierniewska i in., 2015; Karcz, w: Podhalańska i in., 2018), kiedy to najgłębsze partie karbonu weszły w okno ropne. Tempo subsydencji i pogrzebania wyraźnie przyspieszyło w permie – późnopaleozoiczny etap rozwoju basenu w tym rejonie przyczynił się do zakumulowania 1200-2800-metrowej sukcesji osadów, rozpoczętej gwałtowne z początkiem triasu. Na początku triasu środkowego tempo subsydencji zmniejszyło się i w podobnej skali utrzymało się do końca jury środkowej. Najpłytsze partie karbonu weszły w okno ropne w środkowym triasie. Natomiast okno gazowo-ropne (gazu mokrego) zostało osiągniete przez najgłębsze partie karbonu w późnym permie, zaś najpłytsze w późnym triasie. W ciągu triasu rozpoczęło się generowanie gazu suchego - z początkiem triasu w najgłębszych partiach karbonu, zaś w najpłytszych z końcem triasu. W późnej jurze zaznaczyły się kolejne ruchy tektoniczne, powodujące dalsze szybkie pogrzebanie warstw (Fig. 3.3).

Ekspulsja węglowodorów z utworów karbonu rozpoczęła się według Botora i in. (2013) u schyłku karbonu i trwała do końca późnej jury oraz początku wczesnej kredy, kiedy została przerwana przez kimeryjskie ruchy orogeniczne. U schvłku karbonu współczynnik transformacji kerogenu w utworach karbonu w obrębie obszaru przetargowego wynosił od około 20% na wschodzie do około 80% w zachodniej części obszaru (Fig. 3.4), gdzie ponadto według Burzewskiego i in. (2009) potencjał generacyjny utworów karbonu był stosunkowo wysoki. Natomiast u schyłku triasu współczynnik ten sięgał od 60% przy południowym skraju obszaru do ponad 90% w części północnej i północno-zachodniej (Fig. 3.5). Z końcem kredy współczynnik transformacji kerogenu w utworach karbonu w obrębie obszaru przetargowego wynosił praktycznie na całym obszarze ponad 90% (Fig. 3.6).

Procesy migracji gazu mogły rozpocząć się najprawdopodobniej u schyłku triasu z najwyższych partii karbonu, z uwagi na niewielka przepuszczalność kompleksów karbońskich. Jeśli natomiast istniały otwarte strefy uskokowe w karbonie, sięgające najgłębszych partii tego kompleksu, to wtedy migracja gazu mogła nastąpić nawet u schyłku permu (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015). Generalnie jednak można przyjąć, że migracja na rozpatrywanym obszarze trwała od schyłku triasu do schyłku kredy, kiedy to wygasła (Fig. 3.7). Według Botora i in. (2013), na znacznej części obszaru przetargowego, poza jego północno-wschodnią i skrajnie wschodnią częścią, mogły zachować się akumulacje gazu ziemnego bedace produktem tej migracji (Fig. 3.8). Podsumowanie charakterystyki karbońsko-dolnopermskiego systemu naftowego przedstawiono na Fig. 3.9.

Cechsztyński system naftowy (dolomit główny)

Skały macierzyste: mudstony, bandstony, pakstony, greinstony.

Skały zbiornikowe: zdolomityzowane greinstony i pakstony (hipotetycznie).

Skały uszczelniające: od stropu utwory ewaporatowo-siarczanowe cyklotemu PZ2, od spągu cyklotem PZ1.

Skały nadkładu (ponad 3000 m miąższości): utwory pozostałych cyklotemów cechsztynu (PZ3, PZ4) i kompleks mezozoiczno-kenozoiczny.

Kształt i wielkość pułapek: strukturalne, litologiczne, mieszane. W południowej i południowo-zachodniej części obszaru przetargowego Blok 208 postuluje się (Szpetnar-Skierniewska i in. 2015) występowanie małych stref o zwiększonej miąższości dolomitu głównego, czyli "raf" o charakterze izolowanych mikroplatform węglanowych, w obrębie niewielkich lokalnych podniesień strukturalnych. Strefy takie, obejmujące skały zbiornikowe o charakterze zdolomityzowanych greinstonów i pakstonów byłyby okolone na ich skłonach utworami obejmującymi skały macierzyste.

Wiek i mechanizm utworzenia pułapek: postulowane pułapki są prawdopodobnie powiązane ze strefami paleogeograficznymi dolomitu głównego. Przypuszczalnie część z tych pułapek może mieć charakter pierwotny, jeśli nie uległy one rozformowaniu w wyniku późniejszych ruchów tektonicznych, analogicznie jak miało to miejsce w zachodniej części obszaru przedsudeckiego (Kotarba i in., 2000).

Wiek i mechanizm generacji, ekspulsji, migracji i akumulacji węglowodorów: Pierwszy etap generacji węglowodorów z utworów dolomitu głównego rozpoczął się jeszcze w trakcie późnego permu. Na tym etapie został wygenerowany autochtoniczny gaz, którego skład zdominowany jest przez metan. Powstanie autochtonicznego gazu wiąże się z działalnością mikrobialną bakterii przeobrażających substancję organiczną (Kotarba i in., 2000).

<u>Główne stadium generowania węglowodo-</u> <u>rów</u> na obszarze przetargowym należy wiązać z wejściem skał dolomitu głównego w tzw. "okno ropne". Oprócz wzbogaconych w materię organiczną skał macierzystych i dobrych własności zbiornikowych oraz uszczelnienia, bardzo ważnymi czynnikami wpływającymi na generację węglowodorów były wzmożona subsydencja oraz wysoki strumień cieplny. Przyjęto za Dadlezem i in. (1995), że wielkość strumienia cieplnego była najwyższa w późnym permie i wczesnym triasie. Przez resztę mezozoiku obszar ulegał ochłodzeniu, aż do osiągnięcia pod koniec kredy temperatury zbliżonej do współczesnej. Wzmożona subsydencja, rozpoczęta w permie, kontynuowała się we wczesnym, środkowym i późnym triasie. W jej wyniku utwory dolomitu głównego które zostały pogrzebane na głębokość powyżej 1500 m, uległy podgrzaniu temperatura przekraczającą 80°C wchodząc w początkowe stadium "okna ropnego" (Kosakowski i Wróbel, 2010). Należy jednakże mieć na uwadze, że ze względu na regionalny układ paleogeograficzny dolomitu głównego, determinowany przez zróżnicowany paleorelief podłoża (m.in. platforma anhydrytowa A1g), wejście w okresie triasowym skał macierzystych w etap "okna ropnego" dotyczyło głównie utworów facji basenowych (Pletsch i in., 2010). Największe pogrzebanie skał dolomitu głównego nastąpiło w jurze. Na ten okres również przypada główne stadium generacji węglowodorów. Ze względu na relatywnie wysoki strumień cieplny, jaki występował w tej części basenu permskiego, skały równi basenowej mogły już wyczerpać w późnym triasie swój potencjał generacyjny (Pletsch i in., 2010).

<u>Ekspulsja węglowodorów</u> z utworów macierzystych cechsztynu rozpoczęła się prawdopodobnie w rejonie obejmującym obszar przetargowy we wczesnym triasie i trwała do końca późnej jury oraz początku wczesnej kredy, kiedy została przerwana przez kimeryjskie ruchy orogeniczne. Wyliczony na podstawie modelowań 1D współczynnik transformacji kerogenu dla obszaru platformy śląsko-sudeckiej (analogicznego do rozpatrywanego obszaru) wynosi powyżej 98% (Kosakowski i Wróbel, 2010).

Ekstrapolując wyniki modelowania 2D wykonanego za pomocą oprogramowania Platte River Associates dla rejonu zachodniej części obszaru przedsudeckiego (Kosakowski i Wróbel, 2010), można założyć, że <u>proces</u> migracji węglowodorów rozpoczął się i trwał w podobnym czasie co proces generacji. Na obszarze Bloku 208 już we wczesnym triasie zachodziła migracja węglowodorów, która była kontynuowana do późnej jury oraz zachodziła jeszcze w późnej kredzie.

Według Kotarby i Wagnera (2007) proces generacji węglowodorów w zachodniej części obszaru przedsudeckiego (gdzie strefy obejmujące facje równi basenowej mogą być analogiem dla sytuacji na rozpatrywanym obszarze przetargowym) następował w dwóch ścieżkach. W przypadku "pierwszej ścieżki", proces generacji był jednoetapowy. Wiązał się on z ciągłą i postępującą fazą transformacji materii organicznej, której potencjał węglowodorowy został wyczerpany pod koniec triasu. "Druga ścieżka" charakteryzuje się dwoma etapami generacji węglowodorów. Pierwszy z nich, podczas której od 80 do 90% masy węglowodorowej zostało wygenerowane z kerogenu, trwał do końca późnej jury. Dla pozostałej części masy węglowodorowej, generacja odbywała się już w okresie pokredowym – druga ścieżka generacyjna. W konsekwencji, akumulacje ropy naftowej w pułapkach powstały na przełomie triasu i jury. nasycenie gazem złóż ropy miało miejsce pod koniec późnej jury, a ostateczna generacja gazu nastąpiła w paleogenie i neogenie. Badania geologiczne i geochemiczne wskazują, że migracja węglowodorów z skały macierzystej do skały zbiornikowej mogła odbywać się w takich przypadkach w zasięgu co najwyżej kilkunastu kilometrów (Kotarba i Wagner, 2007). Podsumowanie cechsztyńskiego systemu naftowego przedstawiono na Fig. 3.9.



Fig. 3.9. Systemy naftowe na obszarze przetargowym Blok 208.

4. CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW4.1. ZŁOŻA WĘGLOWODORÓW W SĄSIEDZTWIE OBSZARU PRZETARGOWEGO

W bliskim sąsiedztwie obszaru przetargowego Blok 208 udokumentowano trzy złoża węglowodorów (Fig. 4.1). Są to:

- złoże gazu ziemnego Miłosław (GZ 19299; Fig. 4.2–4.3);
- złoże gazu ziemnego Miłosław E (GZ 18606; Fig. 4.4–4.5);
- złoże gazu ziemnego Komorze (GZ 17085; Fig. 4.6).

W nieco większej odległości znajduje się jeszcze złoże gazu ziemnego Winna Góra (GZ14324; Fig. 4.1). Wszystkie z wymienionych złóż są udokumentowane w horyzoncie czerwonego spągowca. Do charakterystyki obszaru przetargowego wybrano pierwsze trzy spośród wymienionych, jako położonych najbliżej i przez to stanowiących potencjalne analogi przyszłych poszukiwań naftowych. Natomiast informacje o złożu Winna Góra zostaną udostępnione do wglądu na życzenie Zainteresowanych w ramach "DATA ROO-Mu" w Czytelni NAG w trakcie trwania szóstej rundy przetargów na koncesje węglowodorowe w Polsce.

→ Fig. 4.1. Złoża węglowodorów w sąsiedztwie obszaru przetargowego Blok 208. Złoża eksploatowane są obramowane czerwonym konturem obszarów górniczych.



4.2. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO MIŁOSŁAW

Położenie administracyjne:

województwo – wielkopolskie powiat – średzki, wrzesiński gmina – Dominowo, Środa Wielkopolska, Miłosław

Powierzchnia całkowita złoża: 236,30 ha **Głębokość zalegania:** od 3958,50 m do 4058,00 m

Stratygrafia: perm – czerwony spągowiec Koncesja na wydobywanie: brak

Użytkownik złoża: ORLEN S.A.

Data rozpoczęcia eksploatacji: 2019 r., wydobycie prowadzone w ramach długotrwałego testu produkcyjnego na koncesji Kórnik-Środa 32/96/p

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 19299

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

 Chruścińska J., Czajka D. 2018. Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna złoża gazu ziemnego Miłosław. Inw. 178/2019, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2018 roku, znak DGK-IV.4741.30.2018.AK(9).

Zasoby:

- Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 2017): 202,00 mln m³ gazu ziemnego w kat. C
- Wydobywalne zasoby bilansowe wg stanu na 31.12.2022 roku:
 - 127,01 mln m³ gazu ziemnego w kat. C
- •Zasoby przemysłowe wg stanu na 31.12.2022 roku:

117,82 mln m³ zasobów przemysłowych gazu ziemnego w kat. C

211,19 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemnego w kat. C

• Wydobycie w 2022 roku: 13,24 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Budowa złoża:

Złoże gazu ziemnego Miłosław (Fig. 4.3A) rozpoznano w latach 1993-1994 odwiertem Miłosław 2. Znajduje się ono w niecce poznańskiej, jest złożem typu masywowego, a akumulacja gazu występuje w piaskowcach czerwonego spagowca, w pułapce strukturalno-tektonicznej (Fig. 4.3B). Złoże ma formę nieregularną, jest wyraźnie wydłużone wzdłuż osi NW-SE. Górna i dolna granice stanowia odpowiednio powierzchnia stropu czerwonego spągowca, nad którą zalegają nieprzepuszczalne ewaporaty cechsztynu, oraz kontur gaz-woda wyznaczony na podstawie wyników badań geofizycznych. Od strony SW i NE pułapkę częściowo ograniczają strefy uskokowe.

Otwory zlokalizowane na złożu (Fig. 4.3A; stan na 2022 r.):

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie	
MIŁOSŁAW 2	4330,0	karbon	
MIŁOSŁAW-5K/H	4500,0	perm dolny	

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

Historia produkcji: dane zestawiono w Tab. 4.2. i na Fig. 4.2.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne			40,820	MPa	
ciśnienie złożowe pierwotne			40,820	MPa	na głębokości -3587 m TVDSS
głębokość położenia wody podściela- jącej		-3609,060		m	TVDSS
miąższość efektywna złoża			8,010	m	średnia z mapy miąższości efektywnej
porowatość			12,980	%	
przepuszczalność			1,100	mD	średnia dla miąższości efektywnej w odwiercie Miłosław-5K
temperatura złoża			136,370	°C	na głębokości -3587 m TVDSS
warunki produkowania				-	wolumetryczne
współczynnik nasycenia węglowodo- rami			66,000	%	
współczynnik wydobycia			0,500	_	
wydajność absolutna V _{abs}		249,000		m ³ /min	na podstawie pomiaru wydajności w odwiercie Miłosław-5H
wydajność dozwolona $\mathrm{V}_{\mathrm{dozw}}$		80,000		m ³ /min	proponowana, na podstawie prognozy wydobycia
р	arametry jak	ościowe gazu	ziemnego (ko	palina główn	a)
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciepło spalania	31,880	34,200	32,760	MJ/m ³	
liczba Wobbego			39,740	MJ/m ³	
wartość opałowa	28,730	31,490	29,900	MJ/m ³	
zawartość C_2H_6	0,102	0,235	0,163	% obj.	
zawartość CH ₄	79,620	85,540	82,000	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	1,284	1,347	1,313	% obj.	
zawartość He	0,089	0,210	0,128	% obj.	
zawartość Hg	29,857	44,246	37,273	$\mu g/m^3$	
zawartość N ₂	13,520	18,700	17,110	% obj.	
zawartość siarkowodoru	0,000	0,000	0,000	% obj.	
zawartość węglowodorów			82,170	% obj.	
zawartość węglowodorów ciężkich C_{3+}	0,001	0,012	0,003	% obj.	

Tab. 4.1. Parametry złoża gazu ziemnego Miłosław i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2022: wg Chruścińskiej i Czajki, 2018).

Stan na dzień (rok/missioa/dziań)	Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów bilansowych w mln m ³
(TOK/IIIIesiąc/uzieli)	kat. C
2022/12/31	13,24
2021/12/31	19,28
2020/12/31	26,71
2019/12/31	14,90

Tab. 4.2. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Miłosław (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; wg bazy MIDAS, 2022).



Fig. 4.2. Wykres wydobycia gazu ziemnego w złożu Miłosław (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; wg bazy MIDAS, 2022).



Fig. 4.3. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Miłosław i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2022). B. Przekrój przez złoże gazu ziemnego Miłosław (na podstawie Chruścińskiej i Czajki, 2018).

4.3. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO MIŁOSŁAW E

Położenie administracyjne:

województwo – wielkopolskie powiat – wrzesiński gmina – Miłosław

Powierzchnia całkowita złoża: 586,80 ha **Głębokość zalegania:** od 3633,86 m do 3690,00 m

Stratygrafia: perm – czerwony spągowiec **Koncesja na wydobywanie:** 1/2021 z dnia 5 marca 2021 roku wydana przez Ministra Klimatu i Środowiska

Użytkownik złoża: ORLEN S.A.

Data rozpoczęcia eksploatacji: 2017 r., wydobycie prowadzone w ramach długotrwałego testu produkcyjnego na koncesji Kórnik-Środa 32/96/p

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 18606

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

 Chruścińska J. 2016. Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna złoża gazu ziemnego Miłosław E. Inw. 4013/2017, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2017 roku, znak DGK-IV.4741.50.2016.BG.

Zasoby:

- Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 2015):
 926,64 mln m³ gazu ziemnego w kat. C
- Wydobywalne zasoby bilansowe wg stanu na 31.12.2022 roku:
 - 792,96 mln m³ gazu ziemnego w kat. C
- •Zasoby przemysłowe wg stanu na 31.12.2022 roku:

791,51 mln m³ zasobów przemysłowych gazu ziemnego w kat. C

361,81 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemnego w kat. C

• Wydobycie w 2022 roku: 20,42 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Budowa złoża:

Złoże gazu ziemnego Miłosław E (Fig. 4.5A) przewiercono w 2015 roku odwiertem kierunkowym Miłosław 4K i jest ono zlokalizowane w niecce poznańskiej. Jego lokalizacja i budowa geologiczna są niemal tożsame jak w przypadku złoża Miłosław. Zasoby gazu są zakumulowane w piaskowcach czerwonego spagowca, w pułapce strukturalnotektonicznej (Fig. 4.5B). Jest to złoże typu masywowego. Struktura Miłosław E tworzy wydłużony element o kierunku NW-SE. Górną granicę złoża stanowi powierzchnia stropu czerwonego spagowca, wyżej zalegają nieprzepuszczalne ewaporaty cechsztynu. Jako dolna granicę przyjęto kontur gaz-woda wyinterpretowany na podstawie wyników badań geofizycznych. Miejscami strukture ogranio przebiegu dyslokacje, głównie czaia NW-SE, a w części południowej NNW-SSE.

Otwory zlokalizowane na złożu (Fig. 4.5A; stan na 2022 r.):

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
MIŁOSŁAW 4K	3875,0	perm dolny
MIŁOSŁAW-6H	3825,0	cechsztyn

Parametry złoża i parametry jakościowe kopaliny: dane zestawiono w Tab. 4.3.

Historia produkcji: dane zestawiono w Tab. 4.4 i na Fig. 4.4.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi		
ciśnienie aktualne			42,030	MPa			
ciśnienie złożowe pierwotne			42,030	MPa	na głębokości -3542,08 m TVDSS		
głębokość położenia wody podścielającej		3690,000		m	TVD		
głębokość położenia wody podścielającej		-3598,200		m	TVDSS		
miąższość efektywna złoża			13,010	m			
porowatość efektywna			10,040	%	średnia z mapy miąższości efektywnej		
przepuszczalność			13,220	mD	średnia w odwiercie Miłosław 4K		
temperatura złoża			133,000	°C	na głębokości -3542,08 m TVDSS		
warunki produkowania				—	wolumetryczne		
współczynnik nasycenia węglowo- dorami			67,060	%			
współczynnik wydobycia			0,720	—			
wydajność absolutna V _{abs}		146,000		m ³ /min			
wydajność dozwolona V _{dozw}		50,000		m ³ /min			
ŀ	parametry jakościowe gazu ziemnego (kopalina główna)						
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi		
ciepło spalania	31,581	31,688	31,612	MJ/m ³			
gęstość			0,647	_	względna		
gęstość			0,836	kg/m ³			
liczba Wobbego			39,307	MJ/m ³			
wartość opałowa	28,463	28,557	28,490	MJ/m ³			
zawartość C ₂ H ₆	0,212	0,213	0,213	% obj.			
zawartość CH ₄	78,910	79,140	78,980	% obj.			
zawartość dwutlenku węgla	0,841	1,175	1,119	% obj.			
zawartość He	0,121	0,122	0,121	% obj.			
zawartość Hg	0,771	0,813	0,797	$\mu g/m^3$			
zawartość N ₂	19,510	19,570	19,540	% obj.			
zawartość siarkowodoru	0,000	0,000	0,000	% obj.			
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃₊	0,000	0,000	0,000	% obj.			

Tab. 4.3. Parametry złoża gazu ziemnego Miłosław E i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2022: wg Chruścińskiej, 2016).

Stan na dzień	Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów bilansowych w mln m ³
(rok/intesiąc/uzien)	kat. C
2022/12/31	20,42
2021/12/31	23,34
2020/12/31	24,63
2019/12/31	27,09
2018/12/31	28,45
2017/12/31	9,57

Tab. 4.4. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Miłosław E (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; wg bazy MIDAS, 2022).



Fig. 4.4. Wykres wydobycia gazu w złożu Miłosław E (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; wg bazy MIDAS, 2022).



Fig. 4.5. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Miłosław E i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2022). **B.** Przekrój przez złoże gazu ziemnego Miłosław E (na podstawie Chruścińskiej, 2016).

4.4. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO KOMORZE

Położenie administracyjne:

województwo – wielkopolskie powiat – jarociński, wrzesiński gmina – Żerków, Pyzdry Powierzchnia całkowita złoża: 116,00 ha Głębokość zalegania: od 3972,20 m do 4009,50 m Stratygrafia: perm – czerwony spągowiec Koncesja na wydobywanie: brak Użytkownik złoża: brak Data rozpoczęcia eksploatacji: złoże nie było eksploatowane Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań Nr MIDAS: 17085

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

 Chruścińska J. 2014. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Komorze w kat. C. Inw. 1570/2014, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Środowiska z dnia 4 kwietnia 2014 roku, zn. DGK-kzk-4741-193/11/13998/14/MW.

Zasoby:

- Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 2013): 340,20 mln m³ gazu ziemnego w kat. C
- Wydobywalne zasoby bilansowe wg stanu na 31.12.2022 roku: 340,05 mln m³ gazu ziemnego w kat. C
- Zasoby przemysłowe wg stanu na 31.12.2022 roku: brak
- Wydobycie w 2022 roku: brak

Budowa złoża:

Złoże gazu ziemnego Komorze (Fig. 4.6A) odkryto w 2012 r. otworem Komorze-3K/ 3K bis. Znajduje się ono w brzeżnej części niecki poznańskiej. Gaz ziemny jest zakumulowany w piaszczystych utworach górnego czerwonego spągowca, w pułapce stratygraficznotektonicznej (Fig. 4.6B). Jest to złoże typu masywowego. Struktura złożowa tworzy element wydłużony wzdłuż osi NW-SE. Od strony SW ogranicza ją uskok odwrócony. Górna granicę złoża stanowi powierzchnia stropowa czerwonego spagowca, na którym zalegają nieprzepuszczalne utwory anhydrytowo-solne cechsztynu. Dolną granicę wyznaczono na głębokości występowania kontaktu gaz-woda.

Otwory zlokalizowane na złożu (Fig. 4.6A; stan na 2022 r.):

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
KOMOR7E-3H	4075.0	czerwony
KOMOKZE-JII	+075,0	spągowiec
KOMOR7E-3K	4075.0	czerwony
KOWOKZE-JK	+075,0	spągowiec
KOMORZE 3K bis	3080 0	czerwony
KOWOKZE-JK UIS	5969,0	spagowiec

Parametry złoża i parametry jakościowe kopaliny: dane zestawiono w Tab. 4.5.

Historia produkcji: według informacji zawartych w dokumentacji geologicznej złoża (Chruścińska, 2014) podczas przeprowadzonego oczyszczania odwiertów i testów w latach 2012-2013 wydobyto ze złoża łącznie 0,151164 mln m³ gazu ziemnego oraz 5,605 m³ cieczy o charakterze infiltratu.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe pierwotne			41,320	MPa	na głębokości 3791,4 m TVD
głębokość położenia wody podścielającej		4009,500		m	MD
głębokość położenia wody podścielającej		-3751,000		m	TVDSS
miąższość efektywna złoża			19,700	m	średnia z mapy miąższości efektywnej
porowatość			12,700	%	średnia z mapy porowatości efektywnej
przepuszczalność			1,950	mD	średnia z serii złożowej
stopień mineralizacji wody złożowej				g/l	nie określono
temperatura złoża			133,120	°C	na głębokości 3791,4 m TVD
temperatura złoża			406,270	°K	na głębokości 3791,4 m TVD
typ chemiczny wody złożowej				-	infiltrat, typu nie określono
warunki produkowania				—	wolumetryczne
współczynnik nasycenia węglowo- dorami			0,790	_	
współczynnik wydobycia			0,600	—	
wydajność absolutna V _{abs}			31,000	m ³ /min	
wydajność dozwolona V _{dozw}		24,000		m ³ /min	
wykładnik wodny			28,220	g/m ³	
	parametry ja	akościowe ga	zu ziemnego	o (kopalina główna)	
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciepło spalania	29,150	29,240	29,190	MJ/m ³	
wartość opałowa	26,270	26,350	26,300	MJ/m ³	
zawartość C ₂ H ₆	0,193	0,204	0,198	% obj.	
zawartość CH ₄	72,800	73,040	72,910	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	1,265	1,434	1,360	% obj.	
zawartość He	0,149	0,152	0,151	% obj.	
zawartość Hg	17,411	21,768	19,724	$\mu g/m^3$	
zawartość N ₂	25,160	25,630	25,410	% obj.	
zawartość siarki				% obj.	nie dotyczy
zawartość siarkowodoru				% obj.	nie dotyczy
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃₊				% obj.	<0,001 % obj.

Tab. 4.5. Parametry złoża gazu ziemnego Komorze i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2022: wg Chruścińskiej, 2014).



Fig. 4.6. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Komorze i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2022). **B.** Przekrój przez złoże gazu ziemnego Komorze (na podstawie Chruścińskiej, 2014).

.
5. OTWORY WIERTNICZE 5.1. INFORMACJE OGÓLNE

Na obszarze przetargowym Blok 208 znajdują się następujące otwory wiertnicze o głębokości >500 m MD osiągające interwały perspektywiczne:

Nazwa otworu	Rok wy- kona na- nia	Właściciel informacji geologicznej	Głębo- kość [m]	Stra- tygra- fia na dnie
OTOCZNA 1	1976	Skarb Państwa	3521,4	perm górny
WRZEŚNIA IG-1	1976	Skarb Państwa	5904,2	karbon

W następnych podrozdziałach przedstawiono ich ogólną charakterystykę. Ponadto, w bliskim sąsiedztwie obszaru znajdują się otwory: Grundy-2, Kłecko-1, Pławce 1, Pławce-2, Pławce-3/H, Siekierki 4, Siekierki Wielkie 1, Siekierki Wielkie 2, Trzek 1, Trzek 2, Trzek 3, Trzemżal 1, Trzemżal 2 i Wilczna 1, które warto uwzględnić w analizie budowy geologicznej obszaru i funkcjonowania systemów naftowych, ze względu na ich znaczną głębokość i wykonane analizy. Lokalizację wymienionych otworów można znaleźć na Fig. 5.1. Przykładowy profil otworu reperowego Września IG-1 zilustrowano na Fig. 5.2.

Informacje źródłowe niniejszego rozdziału – dane geologiczne będące własnością Skarbu Państwa, które są niezbędne dla prawidłowej analizy perspektywiczności naftowej obszaru Blok 208, 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 piątej rundy przetargów na koncesje węglowodorowe w Polsce.



Fig. 5.1. Otwory wiertniczne wykonane na obszarze przetargowym Blok 208 i jego bliskim sąsiedztwie.

5.2. OTOCZNA 1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej: 3521,4 m

Głębokość otworu wg miary geofizycznej: 3521,4 m

Rok zakończenia wiercenia: 1976

Rdzenie: 712–1911 m, 9 skrzynek, Magazyn Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku.

Stratygrafia (CBDG, 2022):

Głębokość [m]		Stratygrafia	
od	do	Stratygrana	
0,0	105,0	kenozoik	
105,0	267,0	kreda	
267,0	1387,0	jura	
1387,0	3260,0	trias	
3260,0	3521,4	perm	
3260,0	3272,5	terygeniczna stropowa seria PZt	
3272,5	3357,0	sól kam. najmłodsza Na4a, ił solny czerwony dolny T4a	
3357,0	3360,0	anhydryt stropowy A3r	
3360,0	3514,0	sól kam. młodsza Na3	
3514,0	3521,4	anhydryt główny A3	

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Otoczna 1 (Wróbel i Szewc, 1976) <u>nie</u> <u>zamieszczono</u> wyników analiz petrograficznych (porowatości, przepuszczalności), dokumentacja zawiera jedynie 24 analizy mikropaleontologiczne.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Otoczna 1 (Wróbel i Szewc, 1976) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej, wykonanej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- \circ <u>średnica nominalna wiercenia (BS):</u> <u>0-3275 m</u>,
- profilowanie akustyczne PA: 155–3270 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 140–3275 m,
- profilowanie ekscentryczności (PEksc): 155–2700 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–3276 m,

- profilowanie gazowe (PGaz): 912,5–2936,8 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3275 m,
- o karotaż magnetyczny (PM): 150–1100 m,
- profilowanie neutron–gamma (PNG): 40–3276 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 2–3275 m,
- profilowanie oporności EL09 (PO): 0–3275 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 2–3275 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 0-3275 m.

Pomiarów średnich prędkości i pomiarów pionowego profilowania sejsmicznego w otworze Otoczna 1 <u>nie wykonano</u>.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje zaniku płuczki zestawiono w Tab. 5.1. W otworze Otoczna 1 <u>nie przeprowadzono</u> prób złożowych.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

• Wróbel J., Szewc A. 1976. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Otoczna-1 [zawiera kartę otworu]. Inw. 122593, CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Zanik płuczki [m³/24h]
1664,0–1678,0	trias retyk	5,5 m ³ /8h
2100,0–2112,0	trica lainen delmu	1 m ³ /h
2133,0-2150,0	trias kajper domy	0,8 m ³ /h
3072,0–3081,0	pstry piaskowiec dolny	1 m ³ /h
3490,0–3513,6	sól kamienna młodsza	10 m ³ /?
3521,4	anhydryt główny	6 m ³ /?
3360,0-3383,7	sól kamienna	$10 \text{ m}^3/?$
3370,0	młodsza	25 m ³ /?

Tab. 5.1. Objawy w trakcie wiercenia (zaniki płuczki) w otworze Otoczna 1 na podstawie dokumentacji wy-nikowej (Wróbel i Szewc, 1976).

5.3. WRZEŚNIA IG-1

Głębokość otworu wg miary wiertniczej: 5904,2 m

Głębokość otworu wg miary geofizycznej: 5904,2 m

Rok zakończenia wiercenia: 1976 **Rdzenie:** 126,9–5791 m, 1079 skrzynki, Magazyn Rdzeni Wiertniczych w Halinowie.

Stratygrafia (CBDG, 2022):

Głębokość [m]		Stuaturanofia	
od	do	Stratygrana	
0,0	82,0	kenozoik	
82,0	210,0	kreda	
210,0	1339,0	jura	
1339,0	3125,0	trias	
3125,0	4889,5	perm	
3125,0	3150,0	terygeniczna stropowa seria PZt	
3150,0	3157,0	sól kam. najmłodsza górna Na4a2	
3157,0	3159,0	anhydryt pegmatytowy górny A4a2	
3159,0	3221,0	sól kam. najmłodsza dolna Na4a1	
3221,0	3235,0	ił solny czerwony dolny T4a	
3235,0	3277,5	sól kam. młodsza Na3	
3277,5	3294,0	sól potasowa młodsza K3	
3294,0	3373,0	sól kam. młodsza Na3	
3373,0	3415,5	anhydryt główny A3	
3415,5	3417,5	szary ił solny T3	
3417,5	3419,0	anhydryt kryjący A2r	
3419,0	3420,5	sól kamienna starsza kryjąca Na2r	
3420,5	3428,5	sól potasowa starsza K2	
3428,5	3766,5	sól kamienna starsza Na2	
3766,5	3769,0	anhydryt podstawowy A2	
3769,0	3772,5	dolomit główny Ca2	
3772,5	3811,0	anhydryt górny A1g	
3811,0	3941,0	sól kamienna najstarsza Na1	
3941,0	4022,5	anhydryt dolny A1d	
4022,5	4024,5	wapień cechsztyński Cal	
4024,5	4026,5	biały spągowiec	
4026,5	4762,5	czerwony spągowiec górny	
4762,5	4889,5	czerwony spągowiec dolny	
4889,5	5904,2	karbon	

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977) znajdują się wyniki analiz fizyczno-chemicznych 16 próbek z jury z interwału 240,0– 1080,3 m, 42 próbek z triasu z interwału 1344,0–3060,0 m, 1 próbka z terygenicznej stropowej serii z gł. 3130,1 m, 7 próbek z anhydrytu górnego z interwału 3776,0– 3798,9 m, 5 próbek z anhydrytu dolnego z interwału 3983,0–4022,3 m, 2 próbek z wapienia cechsztyńskiego z interwału 4022,5– 4024,0 m, 91 próbek z czerwonego spągowca z interwału 4026,5–4889,5 m oraz 81 próbek

z karbonu z interwału 4889,5–5777,0 m, wraz z oznaczeniem porowatości efektywnej, całkowitej, przepuszczalności, ciężaru właściwego i objętościowego. Ponadto wykonano 2 analizy wody złożowej z utworów jury dolnej i ilu solnego czerwonego dolnego oraz 3 analizy gazu z utworów piaskowca trzcinowego, iłu solnego czerwonego dolnego i wapienia cechsztyńskiego z czerwonym spagowcem (Tab. 5.2-5.4). Ponadto wykonano analizy petrograficzne dla permu dolnego i karbonu, makrofaunistyczne, paleobotaniczne, analizy zawartości materii organicznej dla dolnej jury i karbonu (Kiersnowski i Poprawa, 2011), pierwiastków głównych i pobocznych w próbkach z karbonu (Nawrocki, 2005), pierwiastków ziem rzadkich z interwału 1399,0-4198,5 m (Mikulski, 2020), składu chlorytów z karbonu z gł. 4974,2 m (Poprawa, 2011), analizy Rock Eval próbek z interwału 239,5-5791,0 m (Podhalańska i in., 2016), refleksyjności witrynitu 48 próbek z jury środkowej i 39 próbek z jury dolnej (Poprawa, 2011), analiz gestości i porowatości z interwału 126,9-5797,5 m (Rosowiecka, 2014), modelowania przewodności cieplnej i strumienia cieplnego dla interwału od 55,75–5347,75 m (Poprawa, 2011).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- prof. gradientu potencjałów naturalnych (gPS): 74–3159 m,
- <u>mikroprofilowanie</u> oporności sterowane (mPOst): 908,25–4775 m,
- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 3960–5350 m,
- o profilowanie akustyczne PA: 74–3150 m,
- profilowanie akustyczne amplitudy (PAa1): 73,5–3186,75 m,
- pomiar akustyczny stanu zacementowania rur okładzinowych (Pac): 25–3193 m,
- prof. akust. czasu interwałowego po cement. (PACdt): 24,5–2789,75 m,

- profilowanie czasu akust. T1 po zacement. (PACt1): 23,5–2789,75 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 72,75–3149 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (PAt1): 73,25–3186,75 m,
- profilowanie czasu akustycznego T2 (PAt2): 907,25–3148,75 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–5350 m,
- profilowanie neutron–gamma (PNG): 0,25–5350 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 3960,5–5341,75 m,
- profilowanie oporności EL07 (PO): 65,25– 4120,75 m,
- profilowanie oporności EL09 (PO): 67,75– 4121 m,
- profilowanie oporności EL14 PO: 3952,25–5344,75 m.
- profilowanie oporności EL26 (PO): <u>3966,25–5347,5 m,</u>
- profilowanie oporności EN10 (PO): 65,5– 3157,75 m,
- prof. oporności sondą gradientową (POg): 74–5345 m,
- profilowanie oporności płuczki (POpl): 74–3158 m,
- prof. oporności sondą 3–elektr. ster. (POst): 909,25–5345,75 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 911–5350 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 73,25–5341,5 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 55– 5341,5 m.
- profilowanie temperatury (PT): 5–5350 m,
- prof. temp. przy nieust. równowadze term. (PTn): 5092,25–5349,75 m,
- prof. temp. przy ustalonej równowadze term. (PTu): 5,25–2705,75 m.

Dokumentacja pomiarów średnich prędkości i pomiarów pionowego profilowania sejsmicznego w otworze Września IG-1 (Staszak i Materzok, 1977) zawiera wyniki z następującego zakresu (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2760 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany <u>TW: 20–2760 m</u>,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1:141–2766 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony <u>Tr_PW2: 441–2766 m,</u>
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony <u>Tr_PO: 141–2 766 m,</u>
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–2760 m,

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje zaniku płuczki oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.5–5.6 i podsumowano na Fig. 5.2.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Sokołowski J., Bojarski L., Dutkiewicz N., Cywiński T., Deczkowski Z., Dembowska J., Fuglewicz R., Gajewska I., Gapowski G., Giżejewski J., Karnkowski P., Kuhn D., Jaskowiak-Schoeinechowa N., Jakubowska L., Jasińska H., Kopik J., Latoszyńska T., Maliszewska A., Majewski Z., Nieznalski M., Osiecka H., Peryt T., Raczyńska A., Roniewicz P., Szczebło J., Sztukowski M., Żelichowski A., Zielińska H. 1977. Dokumentacja wynikowa głębokiego wiercenia Września IG-1. Inw. 123272, CAG PIG, Warszawa.
- Staszak B., Materzok W. 1977. Dokumentacja pionowego profilowania sejsmicznego odwiert Września IG-1. Inw. W129 VS, CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość efektywana min-max	Porowatość całkowia min-max	Przepuszczalność min-max	Ciężar właściwy min-max	Ciężar objętościowy min-max
		[%]	[%]	[mD]	[%]	[%]
anhydryt dolny i górny	12	0,14–2,18	0,61-2,58	0-4,9	2,92-2,97	2,89-2,92
wapień cechsztyński	2	0,4–1,45	0,7–1,75	0	2,85	2,8–2,83
czerwony spągowiec	91	0,26–3,65	0,3–15,03	0–9,5	2,64-2,77	2,26–2,66
karbon piaskowce	81	0,05-3,65	0,4-4,86	0-3,5	2,67-3,04	2,61-2,93

Tab. 5.2. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych w otworze Września IG-1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Sokołowski i in., 1977).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
			Cl	188,124
			Br	4,274
			HCO ₃	0,14
			SO_4^{2-}	0,082
	najprawomocniej		$\mathrm{NH_4}^+$	-
3220,0-3230,0	przypływ z dolomitu	w wypiku przetarcja rur	Ca^{2+}	16,995
	głównego	w wyniku przetarcia fui	Mg ²⁺	75,42
		-	Na/K ⁺	7,5/11,8
			Al/Fe ³⁺	1,076
			PH	7
			mineralizacja	405
			Cl	38,514
			Br⁻	0,063
			HCO ₃	0,146
			SO_4^{2-}	0,69972
			$\mathrm{NH_4}^+$	-
1307,0–1337,0	jura dolna	próbnik na kablu	Ca ²⁺	1,8018
			Mg^{2+}	0,72
			Na/K^+	20,25/0,392
			Al/Fe ³⁺	0,00002
			PH	6,5
			mineralizacja	63,2

Tab. 5.3. Wyniki analiz wody i filtratu w otworze Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
			CH ₄	82,6046
			C_2H_6	0,1659
			C ₃ H ₈	0,0084
	anhydryt dolny,		C_4H_{10}	0,0021
4010 0 4060 2	wapień cechsztyński	nróbnik na kablu	C ₅ H ₁₂	0,0006
4019,0-4009,2	i czerwony	ргоонтк на каоти	H_2	0,2725
	spągowiec		He	0,134
			Ar	0,0009
			N_2	16,6591
			CO_2	0,134
	najprawomocniej przypływ z dolomitu głównego	odgazowanie solanki	CH ₄	0,4717
			C_2H_6	0,0036
			C_3H_8	0,0007
3220,0-3230,0			H ₂	0,5256
			Ar	0,0457
			N_2	82,1282
			CO_2	16,8245
			CH_4	14,6923
			C_2H_6	0,0176
	trias		C ₃ H ₈	0,027227
1825,0	niaskowiec	odgazowanie solanki	C_4H_{10}	0,083549
	trzcinowy		N_2	81,37
	uzeniowy		Ar	0,7725
			CO_2	2,8095

Tab. 5.4. Wyniki analiz gazu w otworze Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977).

Głębokość [m]	Stratygrafia	zgazowania płuczki mierzone metanomierzem [%]
1339,0–2165,0	trias górny	0,3–2,5
2185,0–2553,0	trias środkowy	1,2
2670,0–3601,0	trias dolny, cechsztyn	0,1–4
3645,0–3785,0	cechsztyn Z4-Z2	1–5
3785,0–3964,0	cechsztyn Z1	10-20
3779,5–4051,0	cechsztyn Z1, czerwony spągowiec	0,5–13
4051,0-4570,0	czerwony spągowiec	0,3–40
5600,0–5800,0	karbon	5–6

Tab. 5.5. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia otworu Września IG-1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Sokołowski i in., 1977).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo prz. [m ³ /h]
988,0		próbnik na kablu	7 l solanki 65 atm.	_
1140,0	jura dolna	próbnik na kablu	8 l płynu (płuczka), 70 atm.	_
1310,0		próbnik na kablu	7 l (filtrat+woda złożowa) 75 atm.	_
1825,0		próbnik na kablu	7 l płynu solanka, 75 atm.	_
1855,0		próbnik na kablu	6 l (filtrat+woda złożowa) 90 atm.	—
2679,0	trias	próbnik na kablu	1,5 l płynu (płuczka), 0 atm.	_
2684,0		próbnik na kablu	2 l płynu (płuczka), 0 atm.	_
2775,0		próbnik na kablu	2 l płynu (płuczka), 0 atm.	_
4019,0–4069,2	anhydryt dolny, wapień cechsztyński i czerwony spągowiec	próbnik na kablu	słaby przypływ gazu, 454 atm.	_
3220,0–5904,2	cechsztyn, czerwony spągowiec i karbon	próbnik Haliburtona	samoczynny wypływ solanki o ciśnieniu głowicowym 165 atm. a nawet 200 atm.	120 l/h
3220,0–3230,0	sól kamienna najmłodsza dolna, ił solny czerwony dolny	próbnik Haliburtona	samoczynny wypływ solanki o ciśnieniu głowicowym maksy- malnym 307,5 atm.	220-300 l/h
2762,0 2776,0 i 2732,0–2750,0	trias	opróbowanie przez perforację rur	brak przypływu	_
1332,0–1337,0 i 1307,0–1323,0	jura dolna	opróbowanie przez perforację rur pobór łyżką wiertniczą	przypływ wody	1,5

Tab. 5.6. Rezultaty prób złożowych w otworze Września IG-1 (Sokołowski i in., 1977).

BLOK 208



Fig. 5.2. Profil otworu Września IG-1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Sokołowski i in., 1977).

6. SEJSMIKA

Obszar przetargowy Blok 208 jest nierównomiernie pokryty siecią profili sejsmicznych (Fig. 6.1). W części wschodniej nie zlokalizowano żadnych linii, a w północno-wschodniej są to jedynie pojedyncze badania wykonane w początkowych latach badań sejsmicznych z zapisem cyfrowym w Polsce. Na zachodzie wykonano jednak gęstą sieć pomiarów (Fig. 6.2).

Początki badań sejsmicznych w rejonie Bloku 208 sięgają lat 60-tych ubiegłego wieku, obecnie jednak dane te przedstawiają raczej wartość archiwalną. Pomiary kontynuowano w latach 70-tych, kiedy większość badań można już było przeprowadzić z zapisem cyfrowym. W obrębie obszaru znalazły się również pojedyncze profile z w lat 80-tych i 90-tych.

Zainteresowanie obszarem wzrosło po 2000 r. Nowe badania wykonano w 2011 roku na zlecenie Energia Zachód Sp. z o.o. oraz w 2019 roku na zlecenie PGNiG S.A. Linie w znaczący sposób zagęściły istniejącą sieć pomiarów.

W obrębie obszaru Blok 208, w jego południowo-zachodnim rogu znajduje się również niewielki fragment zdjęcia sejsmicznego Miłosław 3D, wykonanego na zlecenie PGNiG S.A. Zasadnicza część zdjęcia jest zlokalizowana na obszarze sąsiedniej koncesji Kurnik-Środa nr 32/96/p.

W granicach obszaru przetargowego znalazły się również pomiary wykonane w ramach głębokich sondowań sejsmicznych: POLONAISE'97, Grundy oraz Sudetes. Ze względu na specyfikę, wyniki tych badań nie są wykorzystywane do celów poszukiwawczych.

Lista badań sejsmicznych wykonanych na obszarze Bloku 208 została zestawiona w Tab. 6.1–6.2.



Fig. 6.1. Badania sejsmiczne wykonane w rejonie obszaru przetargowego Blok 208 (CBDG, 2022).



Fig. 6.2. Badania sejsmiczne wykonane w granicach obszaru przetargowego Blok 208 (CBDG, 2022).

	ROK		KONCESJE		Ditionéé
NAZWA	WYKO-	TEMAT	(dla badań wykonanych	WŁAŚCICIEL	DŁUGOSC
	NANIA		po 2001 r.)		[km]
3-4-74K	1974	Jarocin-Kalisz	<u>^</u> · · · ·	Skarb Państwa	8,05
T0080374	1974	Środa-Września		Skarb Państwa	22,61
T0090374	1974	Środa-Września		Skarb Państwa	19,13
T0100374	1974	Środa-Września		Skarb Państwa	33,00
T0110374	1974	Środa-Września		Skarb Państwa	11,84
T0210374	1974	Środa-Września		Skarb Państwa	8,94
T0030375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	3,43
T0040375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	8,71
T0050375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	10,15
T0060375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	19,05
T0070375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	8,22
T0080375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	4,76
T0090375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	14,23
T0100375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	17,53
T0120375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	11,15
T0130375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	12,35
T0140375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	11,03
T0150375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	8,30
T0160375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	16,77
T0170375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	5,29
T0180375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	11,35
T0200375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	25,79
T0210375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	27,02
T0220375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	18,97
TA060375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	12,34
TA140375	1975	Września-Słupca-Kłecko		Skarb Państwa	6,18
W0020375	1975	Września		Skarb Państwa	9,86
W0030375	1975	Września		Skarb Państwa	4,05
WA010375	1975	Września		Skarb Państwa	19,43
WA030375	1975	Września		Skarb Państwa	13,88
WA0C0375	1975	Profile Regionalne		Skarb Państwa	2,09

WD010275	1075	Waradaia		Strank Daratura	6.04
WB010375	1975	Września		Skarb Panstwa	0,04
W D050575	1973			Skarb Palistwa	4,03
T0550476	1970	Czariików-Poznań-Strzelilo		Skarb Palistwa	13,10
T0570476	1976	Czamkow-Poznan-Strzelno		Skarb Panstwa	14,49
105/04/6	1976	Czarnkow-Poznan-Strzelno		Skarb Panstwa	9,46
10580476	1976	Czarnkow-Poznan-Strzelno		Skarb Panstwa	13,51
TA680381	1981	Poznan-Wrzesnia		Skarb Panstwa	5,79
10530382	1982	Poznan-Wrzesnia		Skarb Panstwa	3,34
5-9-90K	1990	Miłosław-Solec		ORLEN S.A.	3,59
10012805	2005	Grundy	-	Skarb Państwa	8,73
10022805	2005	Grundy	-	Skarb Państwa	7,46
T0032805	2005	Grundy	Projekt badań sejsmicznych 2D	Skarb Państwa	5,51
T0042405	2005	Grundy	dla reionu GRUNDY	Skarb Państwa	3,58
T0082405	2005	Grundy		Skarb Państwa	4,25
T0013606	2006	Lubinia		Skarb Państwa	2,44
T0023606	2006	Lubinia		Skarb Państwa	2,08
K0010711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	14,46
K0020711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	16,23
K0030711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	14,18
K0040711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	29,57
K0050711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	22,22
K0060711	2011	Blok 208	5/03/9 Blok 208	Skarb Państwa	13,71
K0070711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	7,42
K0080711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	17,79
K0090711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	12,41
K0100711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	22,11
K0110711	2011	Blok 208		Skarb Państwa	30,94
T00116519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	9,59
T00216519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	15,14
T00316519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	22,63
T00416519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	27,71
T00516519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	31,44
T00616519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	29,09
T00716519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	23,82
T00816519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	16,76
T00916519	2019	Września-Witkowo 2D	Częściowo na obszarze koncesji	Skarb Państwa	15,18
T01016519	2019	Września-Witkowo 2D	18/99/p Pyzdry i 32/96/p Kór-	Skarb Państwa	18,92
T01116519	2019	Września-Witkowo 2D	nik-Sroda	Skarb Państwa	26,66
T01216519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	33,03
T01316519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	32,02
T01416519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	30,26
T01516519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	28,52
T01616519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	23,83
T01716519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	17,91
T01816519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	12,64
T01916519	2019	Września-Witkowo 2D		Skarb Państwa	6,98
				Skarb Państwa	1132,56
				ORLEN S.A.	3,59

Tab. 6.1. Lista linii sejsmicznych 2D (dłuższych niż 2 km) w granicach obszaru przetargowego Blok 208.

NAZWA	ROK WY- KONANIA	KONCESJE (dla badań wykonanych po 2001 r.)	WŁAŚCICIEL	POWIERZCHNIA [km ²]
Miłosław 3D	2012	32/96/p Kórnik-Środa 18/99/p Pyzdry 4/03/p Blok 207 4/03/p Blok 208	Skarb Państwa	2,33

Tab. 6.2. Lista tematów sejsmicznych 3D w granicach obszaru przetargowego Blok 208.

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE, MAGNETYCZNE I MAGNETOTELLURYCZNE 7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE

W obrębie obszaru przetargowego Blok 208 znajdują się punkty grawimetryczne zrealizowane w ramach dwóch zdjęć o charakterze półszczegółowym. Przeważająca część obszaru pokryta jest zdjęciem "Mogilno – Konin – Uniejów" (Reczek, 1967), o średnim zagęszczeniu 2 pkt/km². Uzupełnieniem, w południowo-zachodnim narożu obszaru, jest zdjęcie "Gorzów – Jarocin" (Duda i Kruk, 1973) o nieco większym zagęszczeniu punktów pomiarowych (2,5 pkt/km²). Od północy z obszarem przetargowym Blok 208 sąsiadują dwa kolejne zdjęcia: z rejonu Kłecka (Reczek, 1958) i "Mogilno – Gopło" (Duda, 1958). Ostatnim zdjęciem o charakterze półszczegółowym, uzupełniającym obraz przedstawiony na Fig. 7.1 jest zdjęcie synklinorium szczecińsko-mogileńskiego (Bochnia i Duda, 1968).



Fig. 7.1. Lokalizacja stanowisk grawimetrycznych z pomiarów półszczegółowych i szczegółowych na obszarze przetargowym Blok 208 (CBDG, 2022).

Współrzędne punktów pomiarowych wszystkich wymienionych powyżej zdjęć zostały wyznaczone w układzie Borowa Góra, a wartości anomalii Bouguera obliczone w systemie poczdamskim z przyśpieszeniem normalnvm. 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). 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 przeniektórych kraczajacym W 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 Środowiska, а 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 (który ma zostać osiągnięty w połowie 2024 r.) danym grawimetrycznym m.in. pokrywającym obszar przetargowy Blok 208 zostana przypisane poprawne lokalizacje określone w państwowym układzie współrzędnych geodezyjnych PUWG 1992.

Najnowszym zdjęciem, którego powyżej opisane problemy ze współrzędnymi już nie dotyczą, jest regionalny profil pomiarowy "Zgorzelec – Wiżajny" (Ostrowski i in., 2007, zdjęcie udokumentowane na mapach w układzie 1965). Jest to profil zrealizowany z krokiem 2 km.

W obrębie granic obszaru przetargowego Blok 208 nie zarejestrowano żadnego zdjęcia o charakterze szczegółowym. Kilka takich zdjęć znajduje się jednak w bezpośrednim sąsiedztwie (Fig. 7.1). Celem większości z nich było poszukiwanie złóż węgla brunatnego (Iciek i in., 1989; Łaszczyńska i in., 1982; Ostrowska i Pisuła, 1991; Reczek, 1963; Wasiak, 1990), a tylko jedno związane jest z rozpoznaniem wysadu solnego Mogilno (Soćko, 1982).

Zebrany materiał pomiarowy stał się podstawą do wielu opracowań interpretujących obraz grawitacyjny (np. Cieśla i in., 1997; Gaczyński i in., 1986; Grobelny, 1968; Kozera i Wronicz, 1976; Królikowski, 1988; Królikowski i in., 1986; Małoszewski, 1958; Soćko, 1976).

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 Blok 208 znajduje się w obrębie Niżu Szczecińsko-Mogileńsko-Miechowskiego. Za dominujące źródło tego niżu Królikowski i Petecki (1995) uznali strukture podłoża krystalicznego. Obszar dodatni w południowo-zachodnim narożu rozpatrywanego obszaru może wynikać z podniesienia stropu podłoża w tej okolicy, czego dowodzi otwór Września IG-1, zaś powolny spadek na północny-wschód wartości anomalii spowodowany może być rosnącą ku północnemu wschodowi miaższościa utworów kredy dolnej i górnej, charakteryzujących się niską gęstością (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015).

W wyniku interpretacji mapy anomalii Bouguera, z filtracją pasmową dla kompleksu od 2 do 50 km (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015) stwierdzono obecność uskoku o rozciągłości NNW-SSE, rozdzielającego dwie anomalie grawimetryczne, które mogą być związane z podniesieniem podłoża karbonu (południowo zachodnia część obszaru przetargowego Blok 208; Fig. 7.3). Stwierdzono dodatkowo, że anomalie te pokrywają się również ze zwiększoną miąższością anhydrytu, co może sugerować, że uskoki te były również aktywne w czasie sedymentacji cechsztynu.



Fig. 7.2. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera w rejonie obszaru przetargowego Blok 208 (Królikowski i Petecki, 1995).

Dokumentacje grawimetryczne

- Bochnia N., Duda W. 1968. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Synklinorium Szczecińsko-Mogileńskie, 1967. Inw. 1435, CAG PIG, Warszawa.
- Duda W. 1958. Sprawozdanie. Półszczegółowe badania grawimetryczne w obszarze Mogilno-Gopło, 1957. Inw. 40920, CAG PIG, Warszawa.
- Duda W., Kruk B. 1973. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Gorzów – Jarocin, 1971-1972. Inw. 1754, CAG PIG, Warszawa.
- Grzywacz J. 1958. Sprawozdanie z półszczegółowych badań grawimetrycznych Oborniki – Czarnków. Inw. 9963/3265, CAG PIG, Warszawa.
- 5. Iciek A., Królikowski C., Linowski H., Midura A., Oleksiak J., Piwocki M., Soćko A. 1989. Budowa geologiczna Polski i poszukiwanie złóż surowców mineralnych. Cel nr 28. Opracowanie kompleksu nowoczesnych metod geofizycznych do poszukiwania i rozpoznawania złóż węgli brunatnych. Punkt kontrolny nr 5. Opracowanie kompleksu nowoczesnych metod geofizycznych do poszukiwania i rozpoznawania węgli brunatnych. Kat. 3921/287, CAG PIG, Warszawa.
- Laszczyńska B., Okulus H., Wojas A. 1982. Dokumentacja badań geofizycznych, temat: Poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych (obszary: Oborniki, Kłecko, Pogorzela, Świebodzin – Boryszyn, Stu-

dzieniec, Bobrowice), 1981 r. Inw. 2189, CAG PIG, Warszawa.

- Ostrowska K., Pisuła M. 1991. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych dla tematu: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza 1990 rok. Inw. 1281/91, 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.
- Reczek J. 1958. Półszczegółowe badania grawimetryczne w rejonie Kłecka, 1958. Inw. 12315, CAG PIG, Warszawa.

- Reczek J. 1963. Opracowanie profilowych badań grawimetrycznych, temat: Kłecko, 1962. Inw. 2093, CAG PIG, Warszawa.
- Reczek J. 1967. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Mogilno-Konin-Uniejów, 1965/66. Kat. G-215 PBG, CAG PIG, Warszawa.
- Soćko A. 1982. Dokumentacja badań grawimetrycznych na złożu solnym Mogilno, 1980 r. Kat. G-446 PBG, CAG PIG, Warszawa.
- Wasiak J. 1990. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza – 1989 r. Kat. G-570, Arch. Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych, Warszawa.



Fig. 7.3. Mapa zredukowana anomalii Bouguera dla kompleksu od 2 km do 50 km. Szara linia – linia wyinterpretowanego uskoku (Szpetnar-Skierniewska i in., 2015, zmodyfikowane)

7.2. BADANIA MAGNETYCZNE

Pierwszym zdjęciem magnetycznym wykonanym w rejonie obszaru przetargowego Blok 208 było zdjęcie (obecnie o wartości jedynie archiwalnej) pionowej składowej ziemskiego pola magnetycznego Z, o charakterze regionalnym, tj. wykonane z zagęszczeniem rzędu 0,22 pkt/km² (Kozera, 1955; Fig. 7.4).

W latach 90-tych XX w. wykonano półszczegółowe zdjęcie całkowitego wektora natężenia ziemskiego pola magnetycznego T (Kosobudzka i Paprocki, 1997). Zdjęcie to zostało średnim zageszczeniem wykonane ze 2 pkt/km². Przy jego realizacji, w celu eliminacji zakłóceń wywołanych zelektryfikowanymi liniami kolejowymi, zastosowano miejscami tzw. różnicową metodę pomiarową. Zastosowanie tej metody przejawia się charakterystycznym, pasmowym układem punktów pomiarowych (przeważająca część obszaru przetargowego Blok 208; Fig. 7.4). Mapa anomalii magnetycznych ΔT została przedstawiona na Fig. 7.5. Według podziału zaproponowanego przez Peteckiego i Rosowiecka (2017), obszar przetargowy Blok 208 znajduje się w domenie centralnej i zachodniej Polski (CWPd - Central and Western Poland domain), która od północy ograniczona jest strefą gradientową Szczecin - Stargard Szczeciński - Piła - Inowrocław (Petecki, 2008).

Pole magnetyczne w tym rejonie jest pozbawione silnych lokalnych anomalii, co sugeruje bądź to obniżone (względem regionów sąsiadujących z omawianym obszarem) namagnesowanie skał podłoża krystalicznego, bądź niezaburzony tektonicznie i głęboko zalegający strop tegoż podłoża. *CWPd* charakteryzuje się obecnością miąższej górnej skorupy o obniżonych prędkościach sejsmicznych (Guterch i Grad, 2006) co częściowo również może odpowiadać za generalnie niższe wartości anomalii pola magnetycznego (Petecki i Rosowiecka, 2017).

Dokumentacje magnetyczne

- Kosobudzka I., Paprocki A. 1997. Wykonanie półszczegółowych badań magnetycznych "T" w Polsce zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej w latach 1995-1997. Inw. 812/98, CAG PIG, Warszawa.
- Kozera A. 1955. Sprawozdanie z prac magnetycznych. Temat: Regionalne badania na Śląsku, Ziemi Lubuskiej i w Wielkopolsce przeprowadzonych przez Grupę Magnetyczną II PPG w 1955 r. Inw. 40604, CAG PIG, Warszawa.



Fig. 7.4. Lokalizacja stanowisk pomiarowych pola geomagnetycznego na obszarze przetargowym Blok 208 (CBDG, 2022).



Fig. 7.5. Mapa anomalii modułu całkowitego pola geomagnetycznego T w rejonie obszaru przetargowego Blok 208 (Petecki i Rosowiecka, 2017).

7.3. BADANIA MAGNETOTELLURYCZNE

W granicach obszaru przetargowego Blok 208 znajduje się fragment regionalnego profilu magnetotellurycznego "Zgorzelec - Wiżajny" (Ostrowski i in., 2007; Fig. 7.6). Postawionym zadaniem geofizycznym było tu rozpoznanie zróżnicowania opornościowego dolnej części skorupy ziemskiej i (w miarę możliwości) górnego płaszcza, a także dostarczenie danych o rozkładzie oporności służących do weryfikacji wyników interpretacji głębokich sondowań sejsmicznych wykonanych w ramach projektu POLONAISE'97 oraz danych grawimetrycznych i magnetycznych. Wyniki inwersji 2D - kroku przetwarzania danych magnetotellurycznych prowadzącego do interpretacji geologicznej - zostały przedstawione na Fig. 7.7. Krok pomiarowy wynoszący około 4 km nie pozwala na szczegółową analizę struktur podcechsztyńskich, zalegających w interwale głębokości 4–8 km, a także nie pozwala na śledzenie ciągłości pewnych granic opornościowych, np. w obszarze zaawansowanej tektoniki solnej. Stąd w opracowaniu zaproponowano zagęszczenie pomiarów, które jednak nie miało jak do tej pory miejsca.

Dokumentacje magnetotelluryczne

 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. 7.6. Lokalizacja sondowań magnetotellurycznych na obszarze przetargowym Blok 208 (CBDG, 2022).

BLOK 208



Fig. 7.7. Wyniki inwersji 2D wzdłuż profilu Zgorzelec-Wiżajny (Ostrowski i in., 2007) z zaznaczeniem odcinka przecinającego NW część obszaru przetargowego Blok 208 (czerwony kontur) oraz pozycją otworu Września IG-1. Profil górny według algorytmu NLCG, model startowy – uproszczony przekrój geologiczny, błąd dopasowania danych obliczonych do empirycznych R.M.S. = 2.39. Profil dolny według algorytmu NLCG, model startowy – jednorodna przestrzeń o oporności 100 Ohm-m, błąd dopasowania danych obliczonych do empirycznych R.M.S. = 2.59.

8. PODSUMOWANIE

Perspektywy naftowe poszczególnych horyzontów stratygraficznych oraz związane z nimi koncepcje poszukiwawcze na obszarze przetargowym Blok 208 zostały opisane w rozdziale 2. Ich podstawą są dane dotyczące systemów naftowych, złóż węglowodorów zlokalizowanych na obszarze przetargowym i w jego okolicy, otworów wiertniczych, sejsmiki i grawimetrii oraz magnetyki i magnetotelluryki (rozdziały 3–7). Poniżej zestawiono najważniejsze informacje o obszarze przetargowym Blok 208 w formie karty informacyjnej, a także zaproponowano minimalny program fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej przyszłej koncesji, której zakres umożliwiłby odkrycie złóż węglowodorów.

Dane ogólne	Nazwa obszaru:	BLOK 208
	Lokalizacja:	Na lądzie <u>Arkusze mapy geologicznej w skali 1 : 50 000</u> : Psary Polskie 474, Witkowo 475, Września 510, Słupca 511 <u>Fragmenty bloków koncesyjnych nr</u> : 208 <u>Położenie administracyjne</u> : województwo wielkopolskie: powiat gnieźnieński, gminy: Witkowo (16,92%), Gniezno (0,33%), Gniezno (m.) (0,62%), Niechanowo (10,67%), Czerniejewo (6,44%), Łubowo (0,10%); powiat słupecki, gminy: Strzałkowo (15,02%), Orchowo (1,28%), Powidz (7,65%), Ostrowite (4,16%), Słupca (10,91%), Słupca (m.) (1,09%); powiat wrzesiński, gminy: Września (21,51%), Kołaczkowo (2,85%), Nekla (0,03%), Miłosław (0,42%).
	Тур:	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]		946,1 km ²
Rodzaj złoża		 (I) niekonwencjonalne złoża gazu ziemnego w piaskowcach górnego czerwonego spągowca i karbonu (gaz ziemny typu <i>tight</i>), (II) konwencjonalne złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w utworach dolomitu głównego ewentualnie możliwość występowania gazu ziemnego w wapieniu cechsztyńskim
Piętra strukturalne		kenozoiczne, laramijskie, waryscyjskie
Systemy naftowe		 (I) niekonwencjonalny system naftowy, reprezentowany przez dolnopermskie zwięzłe piaskowce czerwonego spągowca oraz karbońskie piaskowce i łupki, dodatkowo (ewentualnie) skały węglanowe wapienia cechsztyńskiego (II) konwencjonalny system naftowy, obejmujący cechsztyńskie utwory dolomitu głównego
Skaly zbiornikowe		 (I) piaskowce karbonu (<i>tight sands</i>), a w szczególności piaskowce eoliczne górnego czerwonego spągowca (<i>tight sands</i>), ewentualnie skały węglanowe wapienia cechsztyńskiego (II) zdolomityzowane greinstony i pakstony dolomitu głównego
Skaly macierzyste		(I) utwory mułowcowo-iłowcowe (łupki) dolnego i górnego karbonu(II) mudstony, bandstony, pakstony, greinstony dolomitu głównego
Skały uszczelniające		(I) utwory ewaporatowo-siarczanowe cyklotemu PZ1 (II) utwory ewaporatowo-siarczanowe cyklotemu PZ2
Typ pułapki		(I) strukturalno-tektoniczne (II) strukturalne, litologiczne, mieszane
Złoz	ża rozpoznane w pobliżu	Miłosław, Miłosław E, Komorze
Zrealizowane zdjęcia sejsmicz- ne, rejon (właściciel)		1974 Jarocin-Kalisz 2D, 1 profil (Skarb Państwa) 1974 Środa-Września 2D, 5 profili (Skarb Państwa) 1975 Września-Słupca-Kłecko 2D, 20 profili (Skarb Państwa) 1975 Września 2D, 6 profili (Skarb Państwa) 1975 Profile Regionalne 2D, 1 profil (Skarb Państwa) 1976 Czarnków-Poznań-Strzelno 2D, 4 profile (Skarb Państwa) 1981-1982 Poznań-Września 2D, 2 profile (Skarb Państwa) 1980 Miłosław-Solec 2D, 1 profil (ORLEN S.A.) 2005 Grundy 2D, 5 profili (Skarb Państwa) 2006 Lubinia, 2 profile 2D (Skarb Państwa) 2011 Blok 208 2D, 11 profili (Skarb Państwa) 2019 Września-Witkowo 2D, 19 profili (Skarb Państwa) 2012 Miłosław 3D (Skarb Państwa)
(głębokość)		UIUCZNA I (3521,4 m) WRZEŚNIA IG-1 (5904,2 m)

Karta informacyjna obszaru przetargowego Blok 208

Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej

- Interpretacja i analiza archiwalnych danych geologicznych
- Wykonanie badań sejsmicznych 2D (co najmniej 50 km PW) albo 3D (co najmniej 25 km²)
- Wykonanie jednego otworu wiertniczego o maksymalnej głębokości 5000 m TVD wraz z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- Aagaard P., Jahren J. S., Harstad A. O., Nilsen O., Ramm M. 2000. Formation of grain-coating chlorite in sandstones. Laboratory synthesized vs. natural occurrences. *Clay Minerals*, **35**, 261–269.
- Bochnia N., Duda W. 1968. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Synklinorium Szczecińsko-Mogileńskie, 1967. Inw. 1435, 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., Kuberska M., Kiersnowski H. 2009. Petrograficzno-petrofizyczna charakterystyka piaskowców eolicznych strefy Siekierki-Winna Góra (koło Poznania) w aspekcie poszukiwań złóż gaz zamkniętego w osadach czerwonego spągowca. Przegląd Geologiczny, 57, 328–334.
- Burzewski W., Górecki W., Maćkowski T., Papiernik B., Reicher B. 2009. Zasoby prognostyczne - nieodkryty potencjał gazu ziemnego w polskim basenie czerwonego spągowca. Kwartalnik AGH Geologia, 35, 123–128.
- **CBDG**, **2022.** Centralna Baza Danych Geologicznych. <u>http://geoportal.pgi.gov.pl</u>
- Cieśla E., Petecki Z., Wybraniec S., Gientka D., Staniszewska B., Twarogowski J., Żółtowski Z. 1997. Kompleksowa interpretacja grawimetrycznomagnetyczna Polski zachodniej, 1997 rok. Inw. 7/98, 4746/2015, CAG PIG, Warszawa.
- Chruścińska J. 2014. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Komorze w kat. C. Inw. 1570/2014, CAG PIG, Warszawa.
- Chruścińska J. 2016. Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna złoża gazu ziemnego Miłosław E. Inw. 4013/2017, CAG PIG, Warszawa.

- Chruścińska J., Czajka D. 2018. Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna złoża gazu ziemnego Miłosław. Inw. 178/2019, CAG PIG, Warszawa.
- Chruścińska J., Wiśniewska S., 2018. Dokumentacja geologiczna likwidowanego otworu Grundy-2. Inw. 5567/2019, CAG PIG, Warszawa.
- Dadlez R., Franczyk M. 1976. Znaczenie paleogeograficzne i paleotektoniczne garbu wielkopolskiego w czasie jury dolnej. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 295, 27–49.
- Dadlez R., Narkiewicz M., Stephenson R.A., Visser M.T.M., Van Wees J-D., 1995. Tectonic Evolution of the Mid-Polish Trough: Modelling Implications and Significance for Central European Geology. *Tectonophysics*, 252, 179–195.
- Dadlez R., Marek S., Pokorski J. (red.) 1998. Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dadlez R., Marek S., Pokorski J. 2000. Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku, 1 : 1 000 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Darłak B., Kowalska-Włodarczyk M., Leśniak G., Such P. 1998. Przegląd wyników badań właściwości zbiornikowych i filtracyjnych wybranych skał zbiornikowych basenów młodopaleozoicznych Niżu Polskiego. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, 165, 147–152.
- Dayczak-Calikowska K., Moryc W. 1988. Rozwój basenu sedymentacyjnego i paleotektonika jury środkowej na obszarze Polski. *Geological Quarterly*, **32**, 117–136.
- **Dembicki H. 2017.** Practical Petroleum Geochemistry for Exploration and Production. Elsevier.
- Dembowska J. 1979. Systematyzowanie litostratygrafii jury górnej w Polsce północnej i środkowej. *Geological Quarterly*, 23, 617–630.
- Duda W. 1958. Sprawozdanie. Półszczegółowe badania grawimetryczne w obsza-

rze Mogilno-Gopło, 1957. Inw. 40920, CAG PIG, Warszawa.

- Duda W., Kruk B. 1973. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Gorzów – Jarocin, 1971-1972. Inw. 1754, CAG PIG, Warszawa.
- Gaczyński E., Petecki Z., Zientara P., Wybraniec S. 1986. Analiza obszarów badań geofizycznych na podstawie map gradientu pionowego pola grawitacyjnego. Badania geofizyczne na obszarze ujemnych anomalii grawimetrycznych w północno-zachodniej Polsce, 1986. Inw. 34526, CAG PIG, Warszawa.
- 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., Papiernik B., Maćkowski Reicher B., Botor D., Burzewski W., Machowski G. 2011. Hydrocarbon potential of the Carboniferous – Lower Permian Total Petroleum System in the Polish part of the SPB. Extended abstracts, 73rd EA-GE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC, 23–26 May, Vienna, P298. EarthDoc, EAGE Publications B.V.
- Gościk D., Grelowski C., Mikołajewski Z., Zawierucha T. 2010. Odwiert Grundy 2 założenia projektowe a wynik wiercenia w aspekcie poszukiwania węglowodorów w poziomie dolomitu głównego (Ca2). Geopetrol 2010: nowe metody i technologie zagospodarowania złóż i wydobycia węglowodorów w warunkach lądowych i morskich: Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna, Zakopane, 20-23.09. 2010 r. Prace Naukowe Instytutu Nafty i Gazu, 170, 491–501.
- Grobelny A. 1968. Zestawienie, analiza i interpretacja mapy grawimetrycznej 1:200 000 Synklinorium Mogileńsko-Łódzkiego, 1968. Inw. 41545, CAG PIG, Warszawa.
- Grzywacz J. 1958. Sprawozdanie z półszczegółowych badań grawimetrycznych Oborniki – Czarnków. Inw. 9963/3265, CAG PIG, Warszawa.
- Guterch, A., Grad, M. 2006. Lithospheric structure of the TESZ in Poland based on modern seismic experiments. *Geological Quarterly*, **50** (1): 23–32.

- Hancock N.J. 1978. Possible causes of Rotliegend sandstone diagenesis in northern West Germany. *Geological Society of London*, 135, 35–40.
- Iciek A., Królikowski C., Linowski H., Midura A., Oleksiak J., Piwocki M., Soćko A. 1989. Budowa geologiczna Polski i poszukiwanie złóż surowców mineralnych. Cel nr 28. Opracowanie kompleksu nowoczesnych metod geofizycznych do poszukiwania i rozpoznawania złóż węgli brunatnych. Punkt kontrolny nr 5. Opracowanie kompleksu nowoczesnych metod geofizycznych do poszukiwania i rozpoznawania węgli brunatnych. Kat. 3921/287, CAG PIG, Warszawa.
- Jaskowiak-Schoeneichowa M. 1977. Kreda górna. W: Budowa geologiczna wschodniej części niecki mogileńskołódzkiej (strefa Gopło-Ponętów-Pabianice). *Prace Instytutu Geologicznego*, **80**, 99– 112.
- Karnkowski P. 1993. Złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce. Tom 1 – Niż Polski. Tow. Geosynopt. GEOS AGH, Kraków, 214 pp.
- Kiersnowski H., Poprawa P. 2011. 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.
- Kiersnowski H., Buniak A., Kuberska M., Srokowska-Okońska A. 2010. Występowanie gazu ziemnego zamkniętego w piaskowcach czerwonego spągowca Polski. *Przegląd Geologiczny*, **58**, 335–346.
- Kiersnowski H., Buniak A., Waśkiewicz K. 2020. Mapa litofacji stropu osadów czerwonego spągowca górnego. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, 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). Conference: 72nd EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2010, at Bar-

celona, Spain. DOI: 10.3997/2214-4609.201401214.

- Kosobudzka I., Paprocki A. 1997. Wykonanie półszczegółowych badań magnetycznych "T" w Polsce zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej w latach 1995-1997. Inw. 812/98, 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., Więcław D., Kowalski A. 2000. Skład, geneza i środowisko generowania ropy naftowej w utworach dolomitu głównego zachodniej części obszaru przedsudeckiego. *Przegląd Geologiczny*, 48, 436–442.
- Kotarba M., Bilinkiewicz 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**, 1–21.
- Kozera A. 1955. Sprawozdanie z prac magnetycznych. Temat: Regionalne badania na Śląsku, Ziemi Lubuskiej i w Wielkopolsce przeprowadzonych przez Grupę Magnetyczną II PPG w 1955 r. Inw. 40604, CAG PIG, Warszawa.
- Kozera A., Wronicz S. 1976. Kompleksowa interpretacja materiałów sejsmicznych i grawimetrycznych dla wybranych obszarów Niecki Szczecińskiej pod kątem rozwoju utworów solnych. Inw. 44854, CAG PIG, Warszawa.
- Kozłowska A., Kuberska M. 2015. Piaskowce dolnego karbonu strefy wielkopolsko-śląskiej jako utwory perspektywiczne pod względem poszukiwań złóż gazu zamkniętego (badania wstępne). Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 464, 49–60.
- Królikowski C. 1988. Zastosowanie metody odejmowania efektów grawitacyjnych do wyznaczania anomalii podłoża podpermskiego w NW Polsce. Etap I – Model

strukturalno – gęstościowy. Inw. 33910, CAG PIG, Warszawa.

- Królikowski C., Petecki Z. 1995. Atlas grawimetryczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Królikowski C., zespół. 1986. Zastosowanie metody odejmowania efektów grawitacyjnych do wyznaczania anomalii od podłoża podpermskiego północno-zachodniej Polski, etap II /ostatni/ - Opracowanie mapy anomalii od podłoża permu, 1986. Inw. 35725, CAG PIG, Warszawa.
- Kryński J. 2007. Precyzyjne modelowanie quasigeoidy na obszarze Polski – wyniki i ocena dokładności. *Seria Monograficzna IGiK*, 13, Warszawa.
- Krzemiński L. 2005. Proweniencja materiału okruchowego piaskowców karbońskich z waryscyjskich basenów przedpola w południowo-zachodniej Polsce i na Morawach. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **417**, 27–108.
- Kuberska M. 1999. Etapy cementacji piaskowców czerwonego spągowca w kujawsko-pomorskim segmencie strefy T-T. *Przegląd Geologiczny*, **47**, 477–478.
- Kuberska M. 2001. Spoiwa ilaste piaskowców czerwonego spągowca w kujawsko-pomorskim segmencie bruzdy środkowopolskiej. *Przegląd Geologiczny*, **49**, 345.
- Kuberska M. 2004. Diageneza osadów czerwonego spągowca w strefie Szczecinek-Bydgoszcz (Pomorze Zachodnie). *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 411, **87**–168.
- 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.
- Łaszczyńska B., Okulus H., Wojas 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, CAG PIG, Warszawa.

- Maćkowski T., Reicher B. 2008. Przestrzenne modelowania procesu generowania, ekspulsji i symulacji migracji węglowodorów. W: Górecki W. (red.), Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce. Inw. 2293/2009, CAG PIG, Warszawa.
- Maćkowski T., Reicher B., Burzewski W., Botor D., Papiernik B., Górecki W., 2008. Rekonstrukcja czasowo-przestrzennych parametrów, model ekspulsji i migracji węglowodorów oraz ocena potencjału generacyjnego. [W:] Górecki W. [red.], Temat Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w permie. Inw. 2293/2009, CAG PIG, Warszawa.
- Magoon L. B., Dow W.G. 1994. The Petroleum System: Chapter 1: Part I. Introduction. *AAPG Special Volumes*, **77**, 3–24.
- Maliszewska A. 1997. Charakterystyka petrograficzna skały osadowe czerwonego spągowca w Polsce na obszarach platformowych. W: Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 153, 38–42.
- Maliszewska A., Kuberska M. 2008. Spoiwa skał górnego czerwonego spągowca w zachodniej części Niżu Polskiego w ujęciu kartograficznym. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 429, 79–90.
- Maliszewska A., Kuberska M. 2009. O badaniach izotopowych diagenetycznego illitu z piaskowców czerwonego spągowca Wielkopolski i Pomorza Zachodniego. *Przegląd Geologiczny*, **57**, 322–327.
- Maliszewska A., Pokorski J. 1978. Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Niżu Polskiego. *Geological Quarterly*, 22, 511–532.
- Maliszewska A., Kuberska M., Such P., Leśniak G. 1998. Ewolucja przestrzeni porowej utworów czerwonego spągowca. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, 165, 177–194.
- Maliszewska A., Kiersnowski H., Jackowicz E. 2003. Wulkanoklastyczne osady czerwonego spągowca dolnego na obszarze Wielkopolski. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **179**, 1–59.

- Maliszewska A., Jackowicz E., Kuberska M., Kiersnowski H. 2016. Skały permu dolnego (czerwonego spągowca) zachodniej Polski – monografia petrograficzna. *Prace Państwowego Instytutu Geolo*gicznego, 204.
- Małoszewski S. 1958. Sprawozdanie grupy interpretacji grawimetrycznej temat: "Obliczenie anomalii resztkowych i regionalnych na północno-wschodnim brzegu Wału Przedsudeckiego (w rejonie Oborniki – Pyzdry) i Niecki Łódzkiej 1958 r". Inw. 40928, CAG PIG, Warszawa.
- Marcinek U., Zborowski K. 2002. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000. Arkusz Psary Polskie (474) Plansza i objaśnienia. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Marek S. 1977. Kreda dolna. W: Budowa geologiczna wschodniej części niecki mogileńsko-łódzkiej (strefa Gopło-Ponętów-Pabianice). *Prace Instytutu Geologicznego*, 80, 83–99.
- Mendakiewicz A., Wójcik-Pazera M. 2002. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Witkowo (475). Plansza i objaśnienia. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- MIDAS, 2022. System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych Polski. http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/port al/midas
- Mikołajków J., Sadurski A., red. 2017. Informator PSH Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Mikulski S. 2020. Weryfikacja próbek geologicznych pod kątem LREE i HREE i niektórych pierwiastków promieniotwórczych oraz niektórych innych pierwiastków. Inw. 1956/2021, CAG PIG, Warszawa.
- Nawrocki J., Becker A. (red.). 2017. Atlas Geologiczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Nowak I. 2002a. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Września (510). Plansza i objaśnienia. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

- Nowak I. 2002b. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Słupca (511). Plansza i objaśnienia. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Ostrowska K., Pisuła M. 1991. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych dla tematu: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza 1990 rok. Inw. 1281/91, 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., red. 2007. Hydrogeologia regionalna Polski, tom I – wody słodkie. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Peryt T.M. 1981.** Dolomityzacja osadów wapienia cechsztyńskiego w rejonie Wrześni. *Geological Quarterly*, **22**, 477–493.
- Peryt T.M, Ważny H. 1978. Skondensowane profile wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej. *Geological Quarterly*, **25**, 549–568.
- Petecki Z. 2008. Magnetic basement in the Pomeranian segment of the Trans-European Suture Zone (NW Poland) (in Polish with English summary). *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 191, 5–72.
- Petecki Z., Rosowiecka O. 2017. A new magnetic anomaly map of Poland and its contribution to the recognition of crystalline basement rocks. *Geological Quarterly*, **61**, 934–945.
- Petijohn F. J., Potter P. E., Siever R. 1972. Sand and sandstone. Springer Verlag. Berlin.
- Pieńkowski G. 2004. The epicontinental Lower Jurassic of Poland. *Polish Geological Institute Special Papers*, **12**, 1–154
- 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:]

Doornenbal i Stevenson, 2010 [red.], Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian, Basin Area. 225–253. EAGE Publications b.v., Houten.

- Podhalańska T., Adamczak-Biały T., Dyrka I., Feldman-Becker A., Olszewska A., Głuszyński A., Grotek I., **M.**, Jarmołowicz-Szulc Janas K., Jachowicz M., Karcz P., Klimuszko E., Kozłowska A., Krzyżak E., Kuberska M., Nowak G., Pachytel R., Pacześna J., Roman M., Sikorska-Jaworowska M., Skowroński L., Sobień K., Trela W., Trzepierczyńska A., Waksmundzka M. I., Wołkowicz K., Wójcicki A. 2016. Rozpoznanie stref perspektywicznych dla występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce, stałe zadanie psg, etap I, Opracowanie końcowe z realizacji projektu. Inw. 4878/2016, CAG PIG, Warszawa.
- Podhalańska T., Adamczak-Biały T., **Dyrka** I., Becker A., Feldman-Olszewska A., Głuszyński A., Grotek I., Janas M., Jarmołowicz-Szulc K., Jachowicz M., Karcz P., Klimuszko E., Kozłowska A., Krzyżak E., Kuberska M., Nowak G., Pachytel R., Pacześna J., Roman M., Sikorska-Jaworowska M., Skowroński L., Sobień K., Trela W., Trzepierczyńska A., Waksmundzka M. I., Wołkowicz K., Wójcicki A. 2018. Rozpoznanie stref perspektywicznych dla występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce, stałe zadanie psg, etap II, Opracowanie końcowe z realizacji projektu. Inw. 9051/2019, CAG PIG, Warszawa.
- **Pokorski J. 1981.** Propozycja formalnego podziału litostratygraficznego czerwonego spągowca na Niżu Polskim. *Geological Quarterly*, **25**, 41–58.
- **Pokorski J., 1988.** Rotliegendes lithostratigraphy in north-western Poland. *Bulletin* of the Polish Academy of Sciences, Earth Sciences, **36**, 99–108.
- **Pokorski J. 1997.** Perm dolny (czerwony spągowiec). Litostratygrafia i litofacje. Formalne i nieformalne jednostki litostratygraficzne. [W:]. Marek S., Pajchlowa M. [red.], Epikontynentalny perm i mezozoik

w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **153**, 35–38.

- **Poprawa P. 2011.** Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów Inw. 2935/2011, CAG PIG, Warszawa.
- Poprawa P., Grotek I., Żywiecki M.M. 2005. Impact of the Permian magmatic activity on the thermal maturation of the Carboniferous sediments in the outer Variscan orogen (SW Poland). *Mineralogical Society of Poland, Special Papers*, 26, 253–259.
- **Reczek J. 1958.** Półszczegółowe badania grawimetryczne w rejonie Kłecka, 1958. Inw. 12315, CAG PIG, Warszawa.
- Reczek J. 1963. Opracowanie profilowych badań grawimetrycznych, temat: Kłecko, 1962. Inw. 2093, CAG PIG, Warszawa
- **Reczek J. 1967.** Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Mogilno-Konin-Uniejów, 1965/66. Kat. G-215 PBG, CAG PIG, Warszawa.
- Richter-Bernburg, G. 1955. Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 105, 843–854.
- Rochewicz A. 1980. Wpływ procesów illityzacji i chlorytyzacji na własności kolektorskie piaskowców czerwonego spągowca SW Polski. Arch. Miner., 36, 55– 61.
- Rosowiecka O. 2014. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju Inw. 3603/2014, CAG PIG, Warszawa.
- Sikorska-Jaworowska M., Kuberska M., Kozłowska A. 2016. Petrografia i mineralogia łupków niższego paleozoiku kratonu wschodnioeuropejskiego oraz piaskowców karbonu podłoża monokliny przedsudeckiej. *Przegląd Geologiczny*, 64, 963–967.
- 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, London, Special Publications*, **376**, 523–538.

- Słowakiewicz M., Perri E., Tucker M.E. 2016. Micro- and Nanopores in Tight Zechstein 2 Carbonate Facies from the Southern Permian Basin, NW Europe. *Journal of Petroleum Geology*, **39**, 149–168.
- Soćko A. 1976. Reinterpretacja badań grawimetrycznych, temat: Synklinorium Mogileńsko-Łódzkie, 1975/76. Inw. 1897, CAG PIG, Warszawa.
- Soćko A. 1982. Dokumentacja badań grawimetrycznych na złożu solnym Mogilno, 1980 r. Kat. G-446 PBG, CAG PIG, Warszawa.
- Sokołowski J., Bojarski L., Dutkiewicz • N., Cywiński T., Deczkowski Z., Dembowska J., Fuglewicz R., Gajewska I., Gapowski G., Giżejewski J., Karnkow-**P.**, Kuhn Jaskowiakski D., Schoeinechowa N., Jakubowska L., Jasińska H., Kopik J., Latoszyńska T., Maliszewska A., Majewski Z., Nieznalski M., Osiecka H., Peryt T., Raczyńska A., Roniewicz P., Szczebło J., Sztukowski M., Żelichowski A., Zielińska H. 1977. Dokumentacja wynikowa głębokiego wiercenia Września IG-1. Inw. 123272, CAG PIG, Warszawa.
- Solon J., Borzyszkowski J., Bidłasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chabudziński Ł., Dobrowolski R., Grzegorczyk 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. Physico-geographicalmesoregions of Poland - verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, 91.
- Staszak B., Materzok W. 1977. Dokumentacja pionowego profilowania sejsmicznego odwiert Września IG-1. Inw. W129 VS, CAG PIG, Warszawa.
- Szpetnar-Skierniewska A., Łojek M., Kiersnowski H., Dusak K., 2015. Dokumentacja geologiczna z wykonania prac geologicznych na koncesji nr 5/03/p na obszarze bloku koncesyjnego nr 208 niekończących się udokumentowaniem zasobów złóż kopalin (ropy naftowej i gazu ziemne-

go). Inw. 2644/2015, CAG PIG, Warsza-wa.

- Wagner R., 1994. Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 194.
- Wagner R. 1998. Mapy paleogeograficzne cechsztynu. [W:] Dadlez i in., 1998 [red.], Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce, 1 : 2 500 000. 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.
- Wagner R., Buniak A., Dadlez R., Grotek I., Kiersnowski H., Kuberska M., Kudrewicz R., Lis P., Maliszewska A., Mikołajewski Z., Papiernik B., Pokorski J., Poprawa P., Skowroński L., Słowakiewicz M., Szewczyk J., Wolnowski T. 2008. Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce badania geologiczne. Inw. 2293/2009, CAG PIG, Warszawa.

- Wasiak J. 1990. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza – 1989 r. Kat. G-570, Arch. Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych, Warszawa.
- Wójcicki A., Kiersnowski H., Dyrka I., Adamczak-Biały T., Becker A., Głuszyński A., Janas M., Kozłowska A., Krzemiński L., Kuberska M., Pacześna J., Podhalańska T., Roman M., Skowroński L., Waksmundzka M. 2014. Prognostyczne zasoby gazu ziemnego w wybranych zwięzłych skałach zbiornikowych Polski. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa. https://www.pgi.gov.pl/docman-treeall/prasa/2995-raport-prognostycznezasoby-gazu-ziemnego-w-wybranychzwiezlych-skalach-zbiornikowychpolski/file.html
- Wróbel J., Szewc A. 1976. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Otoczna-1. Inw. 122593, CAG PIG, Warszawa.
- Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Karnkowski P.H., Konon A., Ślączka A., Żaba J., Żytko K. 2011. Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.