



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
„GRYFICE”**

**Opracował:
Zespół pod kierunkiem
mgr. Krzysztofa WAŚKIEWICZA
i mgr Eweliny KRZYŻAK**



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Koordynator zadania:
dr Krystian WÓJCIK

Warszawa, kwiecień 2021 r.

Skład zespołu

mgr Krzysztof WAŚKIEWICZ – kierownik zespołu

mgr Ewelina KRZYŻAK – kierownik zespołu

mgr Dariusz BRZEZIŃSKI

mgr Martyna CZAPIGO-CZAPLA

mgr Joanna FABIAŃCZYK

dr Marek JASIONOWSKI

mgr Anna KALINOWSKA

dr Hubert KIERSNOWSKI

mgr inż. Sylwia KIJEWSKA

mgr Paulina KOSTRZ-SIKORA

dr Aleksandra KOZŁOWSKA

dr Olimpia KOZŁOWSKA

mgr inż. Joanna KRASUSKA

dr Marta KUBERSKA

mgr Jowita KUMEK

mgr Martyna LEŚNIAK

mgr inż. Barbara MASSALSKA

mgr inż. Rafał NASIŁOWSKI

prof. dr hab. Tadeusz PERYT

mgr Elżbieta PRZYTUŁA

dr inż. Olga ROSOWIECKA

inż. Leszek SKOWROŃSKI

mgr Marcin TYMIŃSKI

mgr Rafał WARUMZER

mgr inż. Dorota WĘGLARZ

mgr inż. Michał WOROSZKIEWICZ

dr Krystian WÓJCIK

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Gryfice” 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 2021 r. poz. 1420, 2269) obszary przeznaczone do postępowania przetargowego ustala organ koncesyjny we współpracy z państwową służbą geologiczną. Obszar przetargowy „Gryfice” 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 2021 r. (5 runda przetargowa)” z dnia 26 czerwca 2020 r. (pismo znak: DGK-IV.4750.5.2020.MW).

Dane o budowie geologicznej i potencjale złożowym obszaru przetargowego „Gryfice” 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 są dostępne do wglądu w ramach „data roomu”, zorganizowanego w Czytelnii Narodowego Archiwum Geologicznego w Warszawie w trakcie trwania 5. rundy przetargowej.

Spis treści

1. WSTĘP.....	5
1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM.....	5
<i>Krystian Wójcik</i>	
1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE	8
<i>Paulina Kostrz-Sikora, Olimpia Kozłowska, Joanna Krasuska</i>	
2. BUDOWA GEOLOGICZNA	15
2.1. OGÓLNY ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ	15
<i>Rafał Nasiłowski</i>	
2.2. TEKTONIKA.....	25
<i>Rafał Nasiłowski</i>	
2.3. STRATYGRAFIA	27
<i>Marek Jasionowski, Hubert Kiersnowski, Aleksandra Kozłowska, Ewelina Krzyżak,</i> <i>Marta Kuberska, Tadeusz Peryt, Olga Rosowiecka, Krzysztof Waśkiewicz, Krystian Wójcik</i>	
2.3.1. DEWON	27
2.3.2. KARBON	30
2.3.3. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC	39
2.3.4. PERM – CECHSZTYN.....	54
2.3.5. TRIAS.....	72
2.3.6. JURA	73
2.3.7. KREDA	74
2.3.8. KENOZOIK.....	75
2.4. HYDROGEOLOGIA	76
<i>Elżbieta Przytuła, Rafał Warumzer</i>	
3. SYSTEM NAFTOWY	84
<i>Hubert Kiersnowski, Ewelina Krzyżak, Barbara Massalska, Tadeusz Peryt, Krzysztof Waśkiewicz</i>	
3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA NAFTOWA OBSZARU PRZETARGOWEGO	84
3.2. SKAŁY MACIERZyste.....	85
3.3. SKAŁY ZBIORNIKOWE	94
3.4. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE I NADKŁADU	108
3.5. GENERACJA, MIGRACJA, AKUMULACJA I PUŁAPKI WĘGLOWODORÓW	108
4. CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻ WĘGLOWODORÓW.....	116
<i>Dariusz Brzeziński, Martyna Czapigo-Czapla, Joanna Fabiańczyk, Anna Kalinowska, Martyna Leśniak,</i> <i>Marcin Tyimiński, Michał Woroszkiewicz</i>	
4.1. ZŁOŻA WĘGLOWODORÓW W SĄSIEDZTWIE OBSZARU PRZETARGOWEGO ...	116
4.2. ZŁOŻE ROPY NAFTOWEJ REKOWO	118
4.3. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO WRZOSOWO.....	124
4.4. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO DARGOSŁAW.....	127
4.5. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO GORZYSŁAW N	130
4.6. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO GORZYSŁAW S	135
4.7. ZŁOŻE ROPY NAFTOWEJ KAMIEŃ POMORSKI.....	139
4.8. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO TRZEBUSZ	146
4.9. ZŁOŻE ROPY NAFTOWEJ WYSOKA KAMIENSKA	151

5. OTWORY WIERTNICZE.....	157
<i>Jowita Kumek, Leszek Skowroński, Krystian Wójcik</i>	
5.1. INFORMACJE OGÓLNE	157
5.2. BENICE 1	159
5.3. BENICE 2	161
5.4. BENICE 3	163
5.5. BENICE 4K.....	165
5.6. BROJCE IG-1	168
5.7. CHOMINO 1.....	173
5.8. DOBROPOLE 1	174
5.9. DUSIN 1.....	176
5.10. GOSTYŃ 2.....	179
5.11. GRYFICE 1.....	182
5.12. GRYFICE 2.....	185
5.13. GRYFICE 3.....	188
5.14. JARSZEWO 1	190
5.15. KALEŃ 1	192
5.16. KAMIEŃ POMORSKI 3	192
5.17. KAMIEŃ POMORSKI 7	195
5.18. KAMIEŃ POMORSKI 13	197
5.19. ŁASKA 2.....	199
5.20. REKOWO 1	203
5.21. REKOWO 2	205
5.22. REKOWO 3	207
5.23. REKOWO 4	209
5.24. REKOWO 6	210
5.25. SKARCHOWO 1	213
5.26. STRZEŻEWO 1	215
5.27. ŚWIERZNO 1	218
5.28. ŚWIERZNO 2	220
5.29. ŚWIERZNO 4	223
5.30. ŚWIERZNO 5	226
5.31. ŚWIERZNO 9	228
5.32. WRZOSOWO 1	230
5.33. WRZOSOWO 2	234
5.34. WRZOSOWO 3	238
5.35. WRZOSOWO 8	239
5.36. WRZOSOWO 9	244
6. SEJSMIKA.....	249
<i>Sylvia Kijewska</i>	
7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE, MAGNETYCZNE I MAGNETOTELLURYCZNE.....	255
<i>Olga Rosowiecka</i>	
7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE	255
7.2. BADANIA MAGNETYCZNE	259
7.3. BADANIA MAGNETOTELLURYCZNE	261
8. PODSUMOWANIE.....	264
<i>Krystian Wójcik</i>	
9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE.....	266

1. WSTĘP

1.1. INFORMACJE OGÓLNE

O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy „Gryfice” ma powierzchnię 747,96 km² i obejmuje część bloków koncesyjnych na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oznaczonych numerami 62, 82, 83 (Fig. 1.1). Koordynaty geograficzne punktów załamania granic obszaru przetargowego zostały zdefiniowane w Tab. 1.1, a położenie tych punktów ilustruje Fig. 1.2.

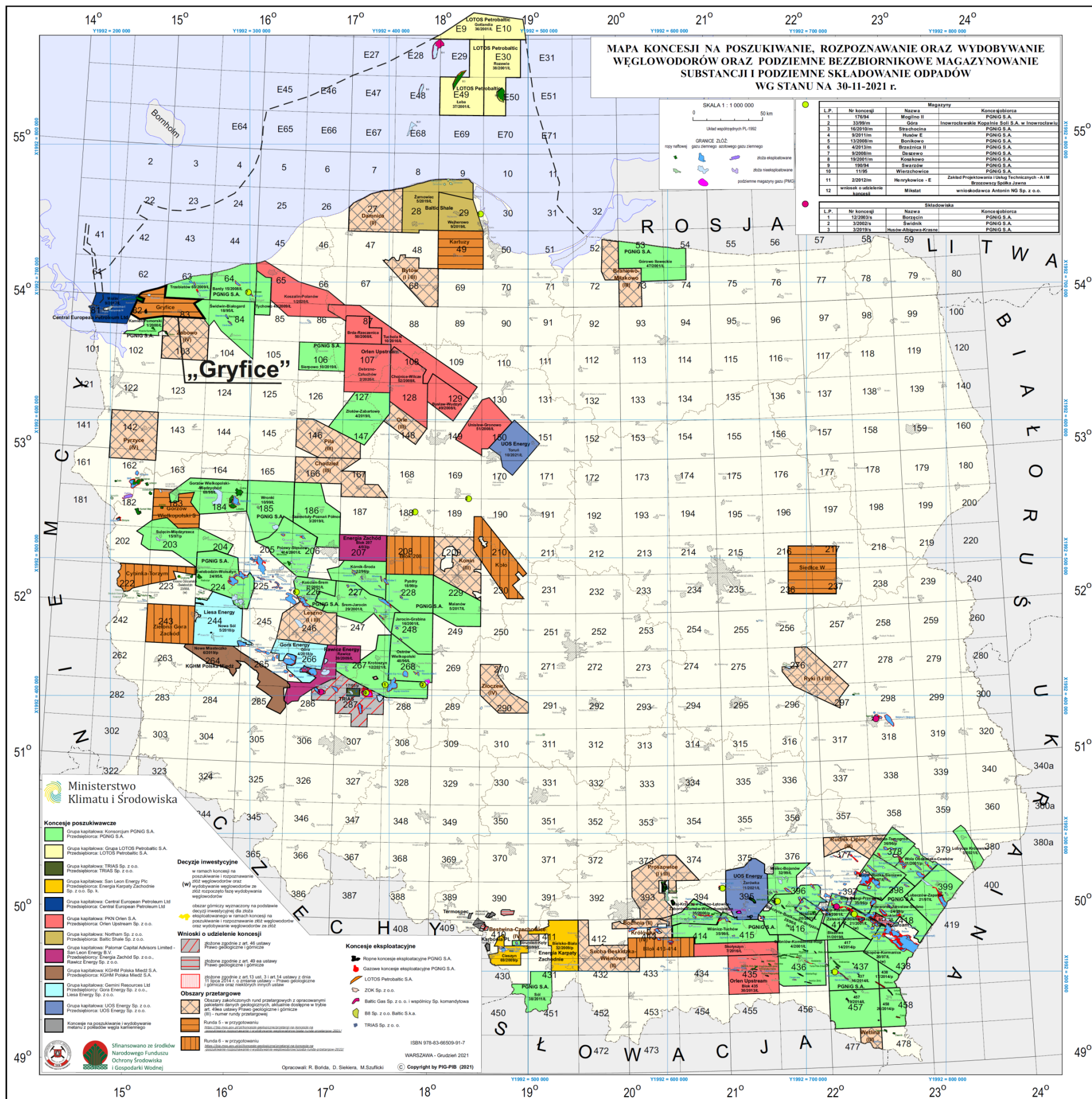
Nr punktu	Współrzędne PL-92	
	X	Y
1	691055,17	219674,19
2	692737,14	221619,12
3	693771,09	224785,26
4	695846,05	233241,52
5	697800,71	239098,78
6	689034,77	237808,88
7	688700,54	245043,47
8	687684,41	264181,99
9	684723,09	259134,45
10	673948,18	266614,09
11	675598,09	237055,20
12	673865,95	223383,30
13	673409,40	219824,29
14	677185,11	213499,78
15	687174,95	217946,87
16	685637,43	221987,20
17	688367,49	223047,42
18	689636,16	219042,50
z wyłączeniem poligonu zdefiniowanego punktami 19–23:		
19	679335,20	223870,95
20	679746,86	224268,31
21	679040,45	224478,55
22	678251,69	224485,63
23	678251,81	224056,04

Tab. 1.1. Współrzędne punktów załamania granic obszaru przetargowego „Gryfice” (Fig. 1.1 i 1.2).

W latach 1999-2014, wschodnia część obszaru przetargowego była objęta koncesją PGNiG S.A. „Gryfice” nr 12/99/p. W części zachodniej, w latach 2008–2015, ta sama firma posiadała koncesję „Kaleń” nr 28/2008/p. Z kolei północny fragment obszaru przetargowego w latach 2008-2013 był objęty koncesją „Rybice”, na której prace prowadziła firma Blue Energy.

Na obszarze przetargowym „Gryfice” i w jego bliskim sąsiedztwie znajduje się 8 złóż węglowodorów: Rekowo, Wrzosowo, Dargosław, Gorzysław N, Gorzysław S, Kamień Pomorski, Trzebusz i Wysoka Kamieńska. Obszar „Gryfice” jest perspektywiczny dla poszukiwania konwencjonalnych akumulacji ropy naftowej i gaz ziemnego w utworach karbonu i czerwonego spągowca. Dodatkowo, konwencjonalnym celem poszukiwawczym, są utwory permu – cechsztynu (dolomitu głównego).

→**Fig. 1.1.** Położenie obszaru przetargowego „Gryfice” na mapie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie węglowodorów oraz podziemne bezzbiornikowe magazynowanie substancji i podziemne składowanie odpadów według stanu na 30.11.2021 r.



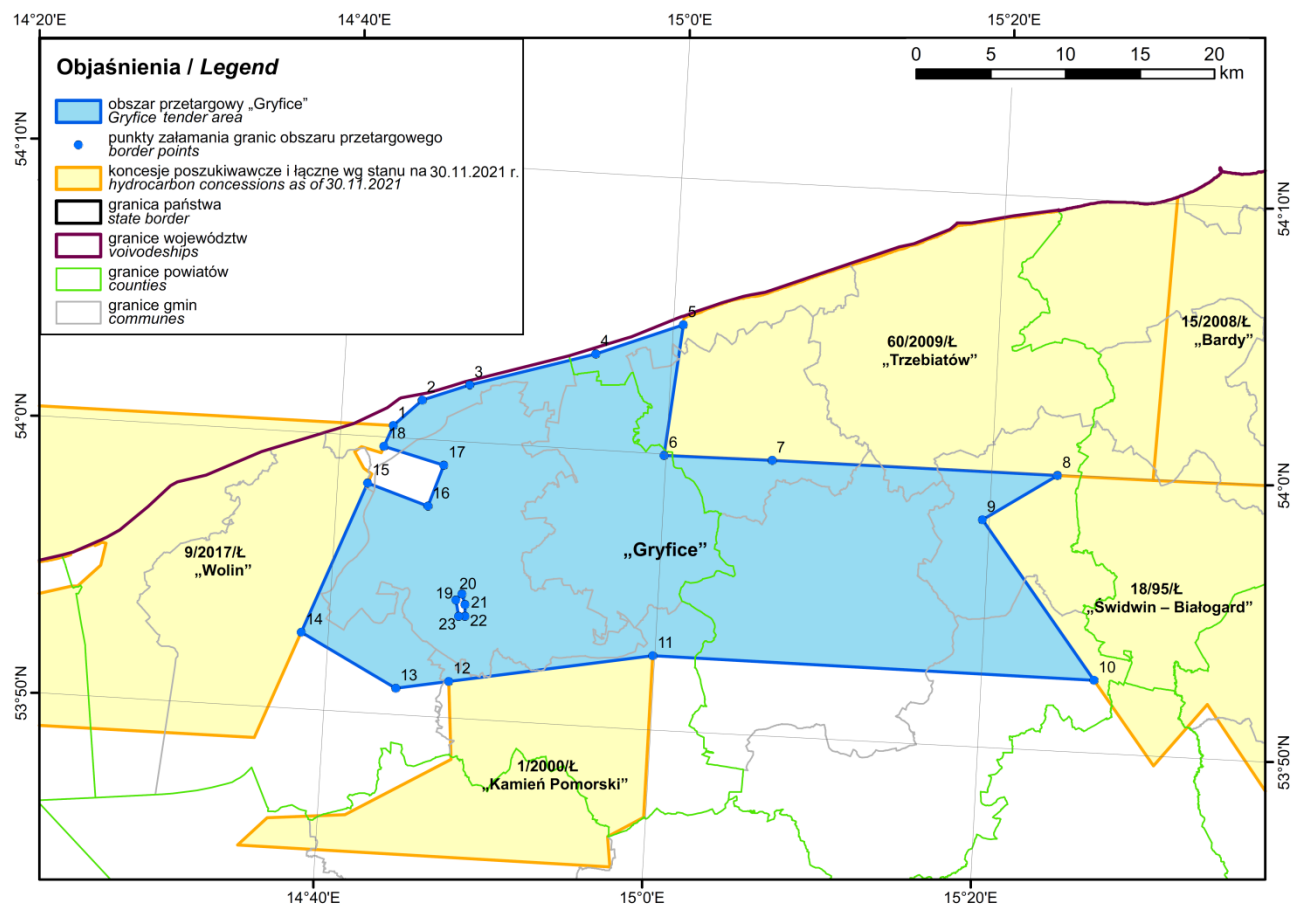


Fig. 1.2. Punkty załamania granic oraz pozycja obszaru przetargowego „Gryfice” na tle sąsiednich koncesji według stanu na 30.11.2021 r.

1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

Położenie administracyjne

Obszar przetargowy „Gryfice” jest położony w granicach administracyjnych województwa zachodniopomorskiego, na terenach należących do 11 gmin (w tym 4 wiejskich i 7 miejsko-wiejskich), przy czym największy udział w jego powierzchni mają 3 z nich: Gryfice, Świerzno i Kamień Pomorski. Będące siedzibami władz gminnych, miasta Gryfice i Kamień Pomorski są jednocześnie największymi ośrodkami urbanizacyjnymi na obszarze przetargowym. Gryfice, położone w południowo-wschodniej części terenu, pełnią funkcję lokalnego ośrodka administracyjnego, a także usługowo-przemysłowego, finansowego, oświatowego, a ponadto są istotnym węzłem komunikacyjnym, w którym przecinają się trzy drogi wojewódzkie i linia kolejowa. Miasto ma powierzchnię 12,4 km² i jest zamieszkiwane przez 16 415 osób (dane BDL GUS stan na 31.12.2019 r.). Z kolei, położony przy zachodniej granicy obszaru przetargowego, Kamień Pomorski, jest ośrodkiem o ponad 1000-letniej historii, którą dokumentują liczne zabytki architektoniczne, w tym m.in. odbudowany ratusz gotycki w centrum rynku, XVIII-wieczna budowla ryglowa, zachowane fragmenty średniowiecznych murów miejskich z Bramą i Basztą Wolińską oraz, będące pomnikiem historii, Konkatedra Najświętszej Marii Panny, św. Jana Chrzciciela i św. Faustyna wraz z osiedlem katedralnym. Kamień Pomorski ma status uzdrowiska, specjalizującego się w leczeniu chorób ortopedyczno-urazowych, neurologicznych, reumatologicznych, kardiologicznych i nadciśnienia oraz dolnych dróg oddechowych. Na terenie uzdrowiska znajdują się złoża torfu i wód leczniczych, które są wykorzystywane w zabiegach oferowanych kuracjom.

Sieć komunikacyjna

Dostępność komunikacyjną opisywanego obszaru zapewnia przebiegająca przez jego wschodnie krańce droga ekspresowa S6 (odcinek Płoty – Kiełpino), która docelowo ma być główną arterią łączącą największe miasta północnej Polski: Szczecin, Kołobrzeg, Koszalin, Słupsk, Gdynię oraz Gdańsk, a także

stanowić część międzynarodowego korytarza transportowego pomiędzy obwodem kaliningradzkim, Litwą i krajami zachodniej Europy. Poza krótkim odcinkiem S6, na obszarze przetargowym „Gryfice” znajdują się drogi skategoryzowane jako wojewódzkie, powiatowe i gminne. Drogami wojewódzkimi są: DW nr 109 relacji Płoty – Mrzeżyno (w granicach obszaru ma ona przebieg zbliżony do południkowego i łączy Brodniki, Gryfice i Górzycę), DW nr 105 (prowadząca z Kamienia Pomorskiego przez Świerzno i Gryfice do Brojca), DW nr 110 (biegnąca z Gryfic przez Przybiernówko w kierunku Cerkwicy), DW nr 107 (łącząca w granicach opisywanego obszaru miejscowości Dziwnówek, Wrzosowo, Kamień Pomorski, Rekowo, i Dobropole), biegnący wzdłuż wybrzeża odcinek DW nr 102 komunikujący Dziwnów z Rewalem, a także DW nr 103 prowadząca z Kamienia Pomorskiego przez Świerzno do Cerkwicy i dalej do Trzebiatowa oraz DW nr 106 na odcinku Rzewnowo – Niemica.

Elementem infrastruktury komunikacyjnej są również linie kolejowe. Biegnąca przez wschodnią część obszaru „Gryfice” linia nr 402 (Koszalin – Goleniów) jest linią pasażerską, niezelektryfikowaną, jednotorową, skategoryzowaną jako drugorzędna. Z kolei przez zachodnią część opisywanego terenu przebiega linia nr 407 (Wysoka Kamieńska–Kamień Pomorski), drugorzędnej kategorii, jednotorowa, zelektryfikowana. Przez obszar przetargowy przebiega także trasa Nadmorskiej Kolei Wąskotorowej.

Dostępność komunikacyjną opisywanego terenu – z racji jego położenia nad Bałtykiem – należy rozpatrywać także w kontekście możliwości wykorzystania dróg wodnych.

Infrastruktura techniczna

Jedynym elementem krajowego systemu infrastruktury techniczno-inżynierskiej, znajdującym się w zasięgu obszaru przetargowego, jest, przebiegająca przez jego południowo-wschodnie krańce, nitka magistralnego gazuociągu przesyłowego DN 700 relacji Szczecin–Gdańsk (odcinek Płoty – Karlino).

W granicach obszaru przetargowego „Gryfice” nie występują sieci elektroenergetyczne

najwyższych napięć (według danych PSE S.A.). Najbliższe tego typu elementy infrastruktury ulokowane są za południowo-zachodnią granicą charakteryzowanego terenu, w rejonie Wolina (linia 220 kV pracująca na 110 kV). Dane publikowane przez operatorów krajowych sieci przesyłowych (Gaz-System S.A. i PSE S.A.) nie wskazują, aby w najbliższej perspektywie czasu w granicach opisywanego terenu planowano prace inwestycyjne związane z budową nowych sieci przesyłowych.

Infrastruktura wodna

Przy południowej granicy opisywanego terenu znajduje się sztuczny zaporowy Zbiornik Rejowice, utworzony na rzece Rega, na którym zbudowano elektrownię wodną (MEW Rejowice). W Kamieniu Pomorskim znajduje się także port jachtowy. Marina Kamień Pomorski jest podzielona na dwie części: Marinę Sezonową, zlokalizowaną w centrum miasta przy al. Mistrzów Żeglarsstwa, oraz Marinę Techniczną, usytuowaną 300 m na południe od Mariny Sezonowej, przy ul. Wilków Morskich, gdzie mieszczą się warsztaty, hangary, place do zimowania i pozostała infrastruktura techniczna obiektu.

Położenie fizycznogeograficzne

Zgodnie z regionalizacją fizyczno-geograficzną Polski (Kondracki, 2013) obszar przetargowy „Gryfice” znajduje się w całości w zasięgu makroregionu Pobrzeże Szczecińskie. Wśród jednostek niższej rangi – mezo-regionów – największy udział w jego powierzchni ma Równina Gryficka (75%). Jest ona falistą wysoczyzną morenową, wznoszącą się do około 40–50 m n.p.m. W jej krajobrazie, dzięki żyznym glebom brunatnoziemnym, dominują pola uprawne. Towarzyszą im występujące w pradolinie, na piaszczystym podłożu, bory sosnowe.

Na północy Równina Gryficka sąsiaduje z Wybrzeżem Trzebiatowskim, które ciągnie się wąskim pasem od cieśniny Dziwny aż po Kołobrzeg i obejmuje swoim zasięgiem 24% powierzchni obszaru przetargowego. W środkowej części mezo-regionu występują podcinane przez fale kępy morenowe – w Trzęsa-

czu nad urwiskiem nadmorskim można podziwiać południową ścianę gotyckiego kościoła, który wzniesiony w odległości około 1,8–2 km od brzegu morza, pośrodku wsi, uległ zniszczeniu w wyniku procesów abrazyjnych. Wybrzeże Trzebiatowskie w sezonie letnim jest miejscem rekreacji i wypoczynku, znajduje się tu wiele miejscowości turystycznych, w tym: Dziwnów, Pobierowo, Trzęsacz i Rewal. Mezo-regiony Uznam i Wolin oraz Równina Goleniowska mają marginalny udział w powierzchni obszaru przetargowego – łącznie w ich zasięgu znajduje się mniej niż 1% opisywanego terenu.

Formy ochrony przyrody

Część terenów położonych w obrębie obszaru przetargowego podlega ochronie prawnej realizowanej na mocy przepisów Ustawy o ochronie przyrody (t.j. Dz.U. z 2020 r., poz. 55 z późn. zm.). Wśród obszarowych form chronionych na opisywanym terenie zinventaryzowano m.in. leśny rezerwat przyrody Bór Samliński im. Henryka Zięciaka, który znajduje się przy południowej granicy obszaru i zajmuje znikomą powierzchnię (<1%) w stosunku do powierzchni całkowitej obszaru przetargowego. Podobnie jest w przypadku położonego nieco bardziej na zachód, ale w dalszym ciągu przy południowej granicy opisywanego wydzielenia, zespołu przyrodniczo-krajobrazowego Dolina Stawny. Zajmuje on mniej niż 1% obszaru przetargowego i kontynuuje się poza jego granice. Relatywnie większy teren jednostki „Gryfice” jest natomiast włączony w obszary sieci Natura 2000 – na opisywanym terenie znajdują się 3 obszary specjalnej ochrony (OSO) utworzone w oparciu o tzw. „Dyrektywę Ptasią” (PLB 320001 Bagna Rozwarowskie, PLB320011 Zalew Kamieński i Dziwna oraz PLB320010 Wybrzeże Trzebiatowskie) oraz 3 specjalne obszary ochrony (SOO) wyznaczone w ramach tzw. „Dyrektywy Siedliskowej” (PLH 320018 Ujście Odry i Zalew Szczeciński, PLH320049 Dorzecze Regi i PLH320017 Trzebiatowsko-Kołobrzeski Pas Nadmorski). Łącznie zajmują one prawie 27% powierzchni obszaru przetargowego. Wśród innych form chronionych należy wymienić 4 użytki ekologiczne, 1 stanowisko dokumentacyjne oraz 50 pomników przyrody, które – z jednym

wyjątkiem (grupy drzew) – są rosnącymi pojedynczo drzewami.

Poza opisanymi powyżej formami chronionymi, za cenne przyrodniczo należy uznać zwarte areale gruntów ornych wysokich klas bonitacyjnych występujące niemal na całym obszarze przetargowym. Poza nimi, w dolinie Stuchowskiej Strugi, pomiędzy Gryficami a Świerznem, w dolinie Niemicy, pomiędzy wsią o tej samej nazwie a Gręborem, w dolinach Grzybnicy i Wołczenicy i w północnej części obszaru przetargowego: w dolinie rzeki Świniec oraz na terenach przyległych do Kanałów Strzeżewo-Radawka i Łądkowskiego, wyraźnie zaniczają się też łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego. W strukturze zagospodarowania terenu uwagę zwracają także kompleksy leśne – stanowią one część opisanych powyżej obszarów prawnie chronionych. Niewielka ich część – na mocy rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 25 sierpnia 1992 r. (Dz.U. z 1992 r., Nr 67, poz. 337) – posiada status lasów ochronnych.

Złoża kopalin

Charakteryzowany obszar jest również miejscem prowadzenia działalności wydobywczej i przetwórczej. W jego granicach znajduje się 16 złóż kopalin udokumentowanych i zesta-

wionych w bazie danych MIDAS (Tab. 1.2; z granic obszaru przetargowego wyłączone złoża ropy naftowej Rekowo). Udokumentowano przede wszystkim złoża kruszyw naturalnych (9 złóż), ale także piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej (1 złożo), torfów (2 złoża), gazu ziemnego (1 złożo) i wód leczniczych (2 złoża) oraz termalnych (1 złożo).

W ramach prac, wykonywanych na potrzeby Szczegółowej Mapy Geośrodowiskowej Polski, w granicach obszaru przetargowego wyznaczono kilkadziesiąt zróżnicowanych pod względem powierzchni obszarów perspektywicznych występowania piasków oraz piasków i żwirów, a także torfów. Obszary prognostyczne wyznaczono wyłącznie dla torfów – są one zlokalizowane m.in. na północ i na południe od Świerzna, a także pomiędzy wsiami Grądy i Otok, oraz we wschodniej części opisywanego terenu, w rejonie Przybiernowa.

Uwarunkowania środowiskowe obszaru przetargowego „Gryfice” zostały podsumowane w Tab. 1.3 i na Fig. 1.3.

ID złoża	Nazwa złoża	Typ kopaliny
2762	Wicimice	piaski kwarcowe d/p cegły wap.-piaskowej
4035	Gostyniec	kruszywa naturalne
4732	Wrzosowo	gazy ziemne
4835	Janowo	kruszywa naturalne
6340	Kamień Pomorski	torfy
7942	Kamień Pomorski	wody lecznicze
7944	Dziwnówek Józef	wody lecznicze
8957	Janowo-1	kruszywa naturalne
9341	Przybiernówko-Grądy II	torfy
16751	Trzęsacz GT-1	wody termalne
16830	Tapadły	kruszywa naturalne
18456	Wicimice I	kruszywa naturalne
19670	Jatki	kruszywa naturalne
19711	Przybiernówko I	kruszywa naturalne
19744	Ciećmierz	kruszywa naturalne
19807	Prusinowo	kruszywa naturalne

Tab. 1.2. Złoża kopalin na obszarze przetargowym „Gryfice” według bazy MIDAS, 2021.

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH OBSZARU PRZETARGOWEGO „GRYFICE”						
1.	LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE	nazwa i numer arkusza mapy w skali 1 : 50 000	Międzywodzie 75, Dziwnów (Pobierowo) 76, Wolin 114, Kamień Pomorski 115, Gryfice 116, Brojce 117			
2.	POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE	województwo	zachodniopomorskie			
		powiat	kamieński			
		gmina i % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	Świerzno (18,72%), Wolin (5,12%), Kamień Pomorski (26,39%), Dziwnów (3,11%), Golczewo (3,09%)			
		powiat	gryficki			
3.	REGIONALIZACJA FIZYCZNO- GEOGRAFICZNA (WG KONDRACKIEGO, 2013 ORAZ SOŁONA i in., 2018)	gmina	Płoty (4,78%), Karnice (5,60%), Rewal (1,67%), Brojce (6,60%), Trzebiatów (0,75%), Gryfice (24,17%)			
		makroregion	Pobrzeże Szczecińskie (313.2-3)			
4.	WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW WYZNACZAJĄCYCH GRANICE OBSZARU PRZETARGOWEGO	układ PL-1992 [X; Y]	mezoregion	Równina Goleniowska (313.25), Równina Gryficka (313.33), Wybrzeże Trzebiatow- skie (313.22), Uznam i Wolin (313.21)		
			691055,17	219674,19		
			692737,14	221619,12		
			693771,09	224785,26		
			695846,05	233241,52		
			697800,71	239098,78		
			689034,77	237808,88		
			688700,54	245043,47		
			687684,41	264181,99		
			684723,09	259134,45		
			673948,18	266614,09		
			675598,09	237055,20		
			673865,95	223383,30		
			673409,40	219824,29		
			677185,11	213499,78		
			687174,95	217946,87		
			685637,43	221987,20		
			688367,49	223047,42		
			689636,16	219042,50		
			z wyłączeniem poligonu zdefiniowanego punktami:			
			679335,20	223870,95		
			679746,86	224268,31		
			679040,45	224478,55		
			678251,69	224485,63		
			678251,81	224056,04		
			5.	POWIERZCHNIA OBSZARU PRZETARGOWEGO	[km ²]	747,96
			6.	CEL KONCESJI		poszukiwanie i rozpoznawanie złóż wę- głowodorów oraz wydobywanie węglowodórów ze złóż
7.	WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ		karbon, perm – czerwony spągowiec perm – cechsztyń/dolomit główny (dodatkowy cel poszukiwawczy)			
8.	PRZYRODNICZE OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE:	[tak/ nie]				
	parki narodowe	jeśli „tak” to: nazwa obszaru oraz % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	nie			
	rezerваты		Bór Samliński im. Henryka Zięciaka (<1%)			
	parki krajobrazowe		nie			
	obszary chronionego krajobrazu		nie			
	Natura 2000 – SOO		PLH320018 Ujście Odry i Zalew Szczeciń- ski (7%), PLH320049 Dorzecze Regi (2%),			

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH OBSZARU PRZETARGOWEGO „GRYFICE”			
			PLH320017 Trzebiatowsko-Kołobrzski Pas Nadmorski (<1%)
	Natura 2000 – OSO		PLB320001 Bagna Rozwarowskie 5%), PLB320011 Zalew Kamieński i Dziwna (9%), PLB320010 Wybrzeże Trzebiatowskie (11%)
	zespoły przyrodniczo-krajobrazowe		Dolina Stawny (<1%)
	użytki ekologiczne	[tak (ilość)/ nie]	4
	pomniki przyrody		50
	stanowiska dokumentacyjne		1
9.	GLEBY CHRONIONE	[tak/ nie]	tak
10.	KOMPLEKSY LEŚNE	[tak/ nie]	tak
11.	LASY OCHRONNE	[tak (powierzchnia,% powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego)/ nie]	29,4 km ² (3,9%)
12.	OBIEKTY DZIEDZICTWA KULTUROWEGO Zabytki archeologiczne	[tak (ilość)/ nie]	
		grodzisko	11
		osada	5
		cmentarzysko	2
		inne	4
13.	STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ	[tak/ nie]	tak
14.	TERENY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI	[tak/ nie]	nie
15.	UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (kruszywa naturalne, piaski kwarcowe d/p cegły wap.-piaskowej, wody lecznicze, wody termalne, torfy, gazy ziemne)
16.	OBSZARY PROGNOSTYCZNE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN (z wyłączeniem węglowodorów)	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (piaski, piaski i żwiry, torfy)
17.	SIECI PRZESYŁOWE GAZU	[tak/ nie]	tak
18.	PODZIEMNE MAGAZyny GAZU	[tak/ nie]	nie
19.	DATA WYPEŁNIENIA KARTY	09.03.2021 r.	
20.	ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH	Paulina Kostrz-Sikora, Joanna Krasuska	

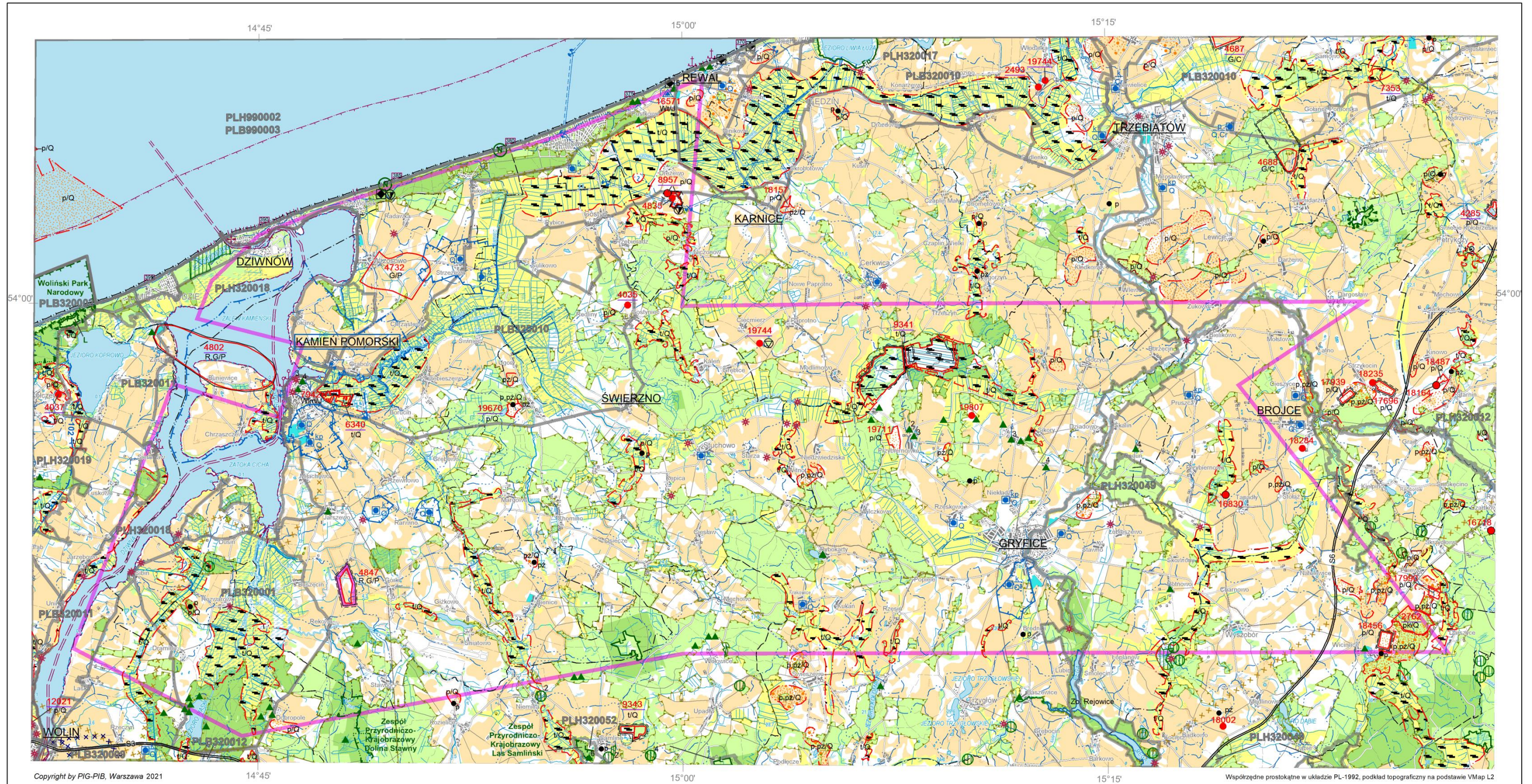
Tab. 1.3. Karta uwarunkowań środowiskowych obszaru przetargowego „Gryfice”.

→Fig. 1.3. Mapa środowiskowa obszaru „Gryfice”.

Mapa środowiskowa obszaru "GRYFICE"

Environmental map of the "GRYFICE" area

1000 m 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 km



Copyright by PIG-PIB, Warszawa 2021

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

Zestawienie danych oraz redakcja komputerowa mapy: **Joanna Krasuska**
Data compilation and map edition:
Weryfikacja: **Olimpia Kozłowska**
Verification:

Objaśnienia do mapy środowiskowej obszaru Gryfice

Legend of the environmental map of the "GRYFICE" area

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

(based on MGŚP database*)

ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA

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

	piaski i żwiry sands and gravels		piaski kwarcowe quartz sands
	piaski sands		torfy peat
4688	identyfikator z bazy Midas złoża mało-konfliktowego ID from the MIDAS database of the small environmental conflict		
2493	identyfikator z bazy Midas złoża konfliktowego ID from the MIDAS database of the small environmental conflict		
	granica złoża deposit boundary		
	granica obszaru prognostycznego prognostic area boundary		
	granica zweryfikowanego obszaru prognostycznego verified prognostic area boundary		
	granica obszaru perspektywnego perspective area boundary		
	złożo o powierzchni < 5 ha perspective area boundary		

GÓRNICZTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN

MINING AND MINERAL PROCESSING

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

Symbol kopaliny:

Mineral symbol:

G - gaz ziemny

natural gas

R - ropa naftowa

crude oil

pz - piaski i żwiry

sands and gravels

pk - piaski kwarcowe

quartz sands

p - piaski

sands

t - torfy

peat

Wm - wody lecznicze, mineralne,

curative, mineral waters

Wt - wody termalne

thermal waters

Symbol jednostki stratygraficznej:

Symbol of the stratigraphic unit:

Q - Czwartorzęd

Quaternary

Cr - Kreda

Cretaceous

J - Jura

Jurassic

P - Perm

Permian

C - Karbon

Carboniferous

WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

SURFACE AND UNDERGROUND WATERS

	granica działu wodnego pierwszego rzędu water divide of first rank
	granica działu wodnego drugiego rzędu water divide of second rank
	granica działu wodnego trzeciego rzędu water divide of third rank
	granica działu wodnego czwartego rzędu water divide of fourth rank
	granica głównego zbiornika wód podziemnych wraz z jego numerem principle boundary aquifer with ID number
	granica strefy ochronnej "C" uzdrowiska boundary of "C" protected zone within resort
	granica strefy ochrony pośredniej ujęcia wód water intake protected area boundary
	granica obszaru górniczego eksploatacji wód leczniczych, mineralnych i termalnych boundary of curative, mineral and thermal waters mining area
	granica terenu górniczego eksploatacji wód leczniczych, mineralnych i termalnych boundary of curative, mineral and thermal waters mining terrain
	zbiornik retencyjny, nazwa zbiornika 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)
	ujęcie wód leczniczych i mineralnych curative and mineral water intake
	ujęcie wód termalnych thermal water intake

KAMIEŃ POMORSKI

uzdrowisko
resort

Polożenie obszaru koncesyjnego Gryfice

na arkuszach 1:50 000

Location of tender area on maps with a scale of 1:50 000

			1077 Trzebiatów N	43 Kolobrzeg
75 Między- wodzie	76 Dziwnów Pojezierze	77 Niechorze/Trzebiatów	78 Gościno	79
114 Wolin	115 Kamień Pomorski	116 Gryfice	117 Brojce	118 Sławo- borze
152 Racimierz	153 Golczewo	154 Nowogard	155 Resko	156 Rusinów

STREFA WYBRZEŻA MORSKIEGO

SHORE ZONE

	tor wodny fairway
	granica strefy ochrony brzegu border of shore protection zone
	granica wód wewnętrznych border of internal waters
	falochron breakwater
	ostrog groyne
	370 kilometraż linii brzegowej shoreline mileages
	stacje pomiarowe IMGW hydrologic and weather monitoring stations
	porty morskie harbor
	przystań morskie marina

OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I ZABYTKÓW KULTURY

PROTECTION OF NATURE, LANDSCAPE AND CULTURAL HERITAGE

	grunty orne (klasy I-IVa użytków rolnych) arable land (class I-IVa)
	łąki na glebach pochodzenia organicznego meadows on organic soils
	las forests
	lasy ochronne protected forests
	zieleń urzędowa urban greenery
	granice terenów zarządzanych przez Generalną Dyrekcję Lasów Państwowych boundary of areas managed by General Directorate of the State Forests
	granica parku narodowego, nazwa parku boundary of national park, park name
	granica strefy ochronnej (otuliny) parku narodowego boundary of buffer zone of landscape park
	granica zespołu przyrodniczo-krajobrazowego, nazwa zespołu boundary of nature and landscape complex, complex name
	granica rezerwatu przyrody lub obszaru ochrony ścisłej (os) w obrębie parku narodowego (L - lasy, T - torfowisko, Fn - faunistyczny) boundary of natural reserve or strict nature reserve within national park (L - forests, T - peat, Fn - faunistic)
	granica strefy ochronnej (otuliny) rezerwatu przyrody boundary of buffer zone of natural reserve
	Obszary Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000; kod obszaru Natura 2000 ecological network; area code
	rezerwat przyrody o powierzchni < 5 ha (N - przyrody nieożywionej) boundary of natural reserve with area < 5 ha (N - inimate nature)
	pomnik przyrody żywej (n - liczba obiektów) animate nature monument (n - number of objects)
	użytek ekologiczny ecological area
	użytek ekologiczny o powierzchni < 5 ha (n - liczba obiektów) ecological area with area < 5 ha (n - number of objects)
	stanowisko dokumentacyjne przyrody nieożywionej documentation site of inanimate nature
	geostanowisko o znaczeniu regionalnym geosite of regional importance
	geostanowisko o znaczeniu lokalnym geosite of local importance
	stanowisko archeologiczne (n - liczba obiektów) archaeological site (n - number of objects)

INFORMACJE DODATKOWE

ADDITIONAL INFORMATIONS

	granica państwa country border
	granica powiatu district boundary
	granica gminy, miasta commune or town boundary
	oś autostrady lub drogi szybkiego ruchu highway or express route

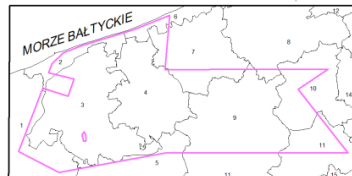
DZIWNÓW

	siedziba urzędu gminy, miasta commune or town office headquarter
	sieć gazociągów przesyłowych natural gas pipeline network
	sieć elektroenergetyczna najwyższych napięć high-voltage power network
	granica obszaru przetargowego boundary of tender area

Polożenie obszaru koncesyjnego Gryfice

na tle podziału administracyjnego

Location of tender area on administrative division map



woj. ZACHODNIOPOMORSKIE

powiat kamieński	powiat kolobrzegi
1 - gm. Wolin	12 - gm. Kolobrzeg
2 - gm. Dziwnów	13 - gm. Siemysł
3 - gm. Kamień Pomorski	14 - gm. Ryga
4 - gm. Świerżno	15 - gm. Resko
5 - gm. Golczewo	
powiat gryficki	
6 - gm. Rewal	
7 - gm. Kamice	
8 - gm. Trzebiatów	
9 - gm. Gryfice	
10 - gm. Brojce	
11 - gm. Ploty	

* 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

W budowie geologicznej obszaru przetargowego „Gryfice” można wyróżnić platformę zachodnioeuropejską (paleozoiczną; Nawrocki i Becker, 2017) oraz jej pokrywę permsko-mezozoiczną i kenozoiczną. Podłoże platformy paleozoicznej było fałdowane podczas kolejnych orogenez neoproterozoiczno-paleozoicznych, po czym ścięte erozyjnie, głównie pod koniec karbonu (z końcem wizenu lub najpóźniej w najwcześniejszym namurze; Żelaźniewicz, 1987) i na początku permu. W obrębie obszaru wyróżnia się cztery piętra strukturalne (Fig. 2.1–2.2): kaledońskie (niższy paleozoik) – pasmo fałdowe pomorsko-kujawskie, waryscyjskie (dewon – karbon) – podłoże podpermskie, laramijskie – pokrywa permsko-mezozoiczna, oraz najmłodsze piętro kenozoiczne (Żelaźniewicz i in., 2011).

Na powierzchni obszaru przetargowego „Gryfice” występują utwory kenozoiczne, które zalegają niezgodnie na skałach permu i mezozoiku, zdeformowanych w wyniku staroalpejskich (laramijskich) ruchów tektonicznych. Obszar „Gryfic” znajduje się na terenie antyklinorium środkowopolskiego (Fig. 2.1; Nawrocki i Becker, 2017). W świetle nowej regionalizacji tektonicznej Polski, ta jednostka jest określana jako antyklinorium śródpolskie, a obszar „Gryfice” znajduje się w jego pomorskim segmencie (Żelaźniewicz i in., 2011). W obrębie analizowanego obszaru wyróżnia się bloki tektoniczne „Gryfic” oraz (w jego zachodnim skraju) „Wolina”. Rozdziela je strefa uskokowa Adler–Kamień Pomorski (Dadlez, 1990). W planie podkenozoicznym dominuje antyklina Kamienia Pomorskiego, o przebiegu NW-SE, na wschodzie obszar zahacza zaś o synklinę Trzebiatowa. Rowy synsedymencyjne o zgeneralizowanym przebiegu NN-SSW są związane ze strefami rozłamowymi posiadającymi założenia w starszym podłożu (Dadlez, 1980). Piętro laramijskie obszaru „Gryfice” ilustrują:

- mapa kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego (Dadlez i in., 1998; Fig. 2.3),
- mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku (Dadlez i in., 2000; Fig. 2.4),
- mapa ścięcia na poziomie -3000 m n.p.m. (Kotąński, 1997; Fig. 2.5),

- mapa strukturalna powierzchni podcechsztyńskiej (Kudrewicz, 2008; Fig. 2.6),
- przekroje geologiczne (Fig. 2.8).

W planie podpermskim na obszarze „Gryfice” występują struktury waryscyjskie – zapadlisko przedgórskie zbudowane ze skał karbonu (Fig. 2.1; Nawrocki i Becker, 2017). Poniżej, zapewne w ciągłości sedymencyjnej, występują utwory dewonu zalegające na staropaleozoicznym podłożu kujawsko-pomorskiego pasma fałdowego (Fig. 2.2; Żelaźniewicz i in., 2011). Obszar przetargowy jest położony na zachód od TTZ, w zachodniej części strefy TESZ (Matyja, 2006). Budowę piętra waryscyjskiego ilustrują:

- mapa głównych jednostek tektonicznych Polski w planie podwaryscyjskim (Żelaźniewicz i in., 2011; Fig. 2.2),
- mapa strukturalna powierzchni podpermskiej (Kudrewicz, 2008; Fig. 2.7),
- mapa geologiczna Pomorza Zachodniego bez utworów młodszych od pensylwanu (Matyja, 2006; Fig. 2.9),
- mapa geologiczna podłoża permu Pomorza Zachodniego (Waksmundzka i Buła, 2017; Fig. 2.10.A),
- mapa geologiczno-strukturalna podłoża permu Pomorza Zachodniego (Lech, 2001; Fig. 2.10.B).

W dalszej części rozdziału przedstawiono zarys tektoniki oraz charakterystykę poszczególnych wydzieleni stratygraficznych. Do opisu stratygrafii i litologii obszaru przetargowego „Gryfice” wykorzystano dane z otworów położonych w jego granicach. Są to: Benice 1, 2, 3, 4K, Brojce IG-1, Chomino 1, Dobropole 1, Dusin 1, Gostyń 2, Gryfice 1, 2, 3, Jarszewo 1, Kaleń 1, Kamień Pomorski 3, 7, 13, Laska 2, Rekowo 1, 2, 3, 4, 6, Skarchowo 1, Strzeżewo 1, Świerżno 1, 2, 4, 5, 9, Wrzoso-wo 1, 2, 3, 8, 9. Ich lokalizację można znaleźć na Fig. 5.1.

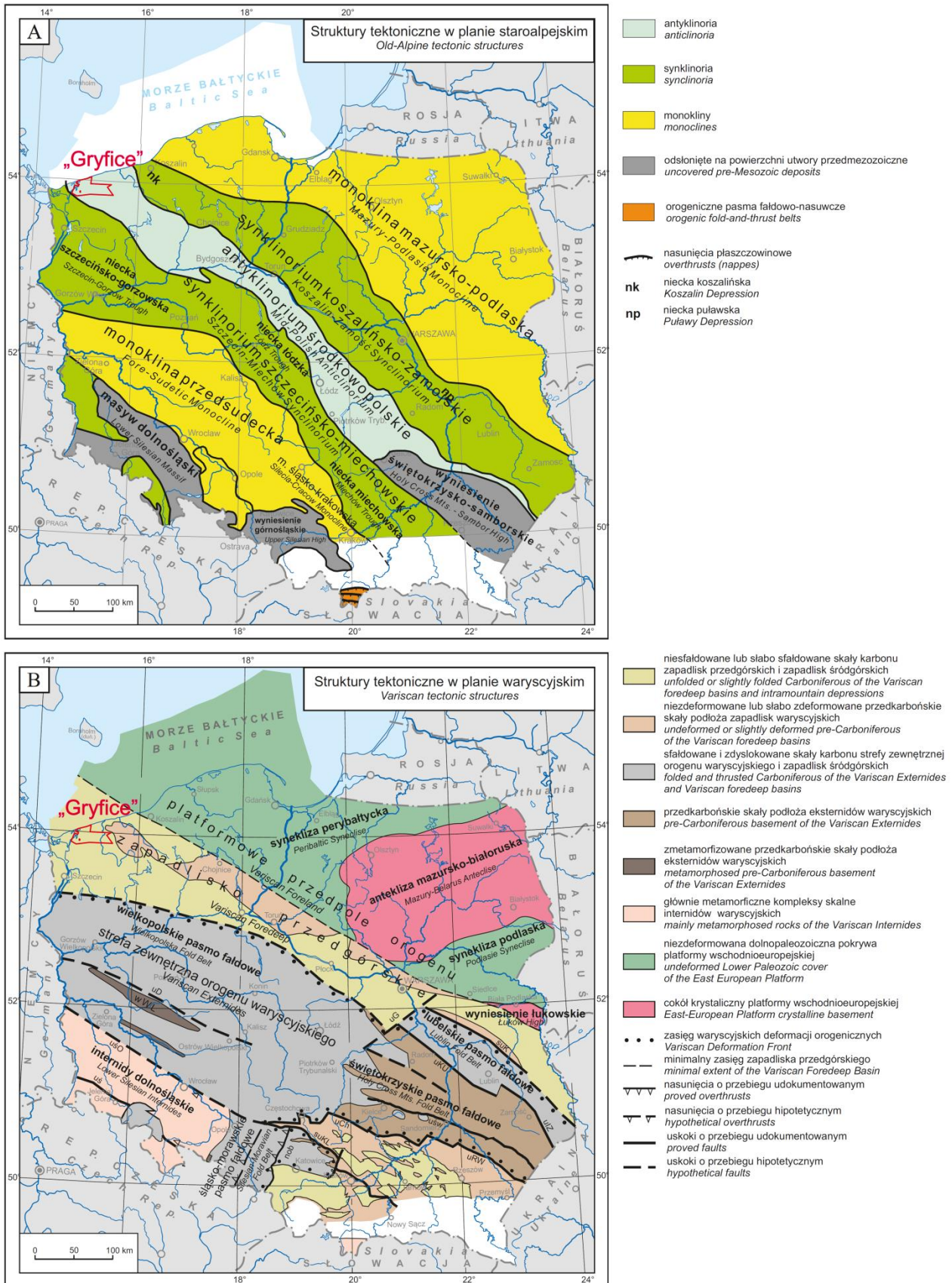


Fig. 2.1.A. Położenie obszaru przetargowego „Gryfice” na szkicu głównych jednostek tektonicznych Nizy Polskiego na powierzchni podkenozoicznej (Nawrocki i Becker, 2017). **B.** Położenie obszaru przetargowego „Gryfice” na szkicu głównych jednostek waryscyjskiego planu tektonicznego (Nawrocki i Becker,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

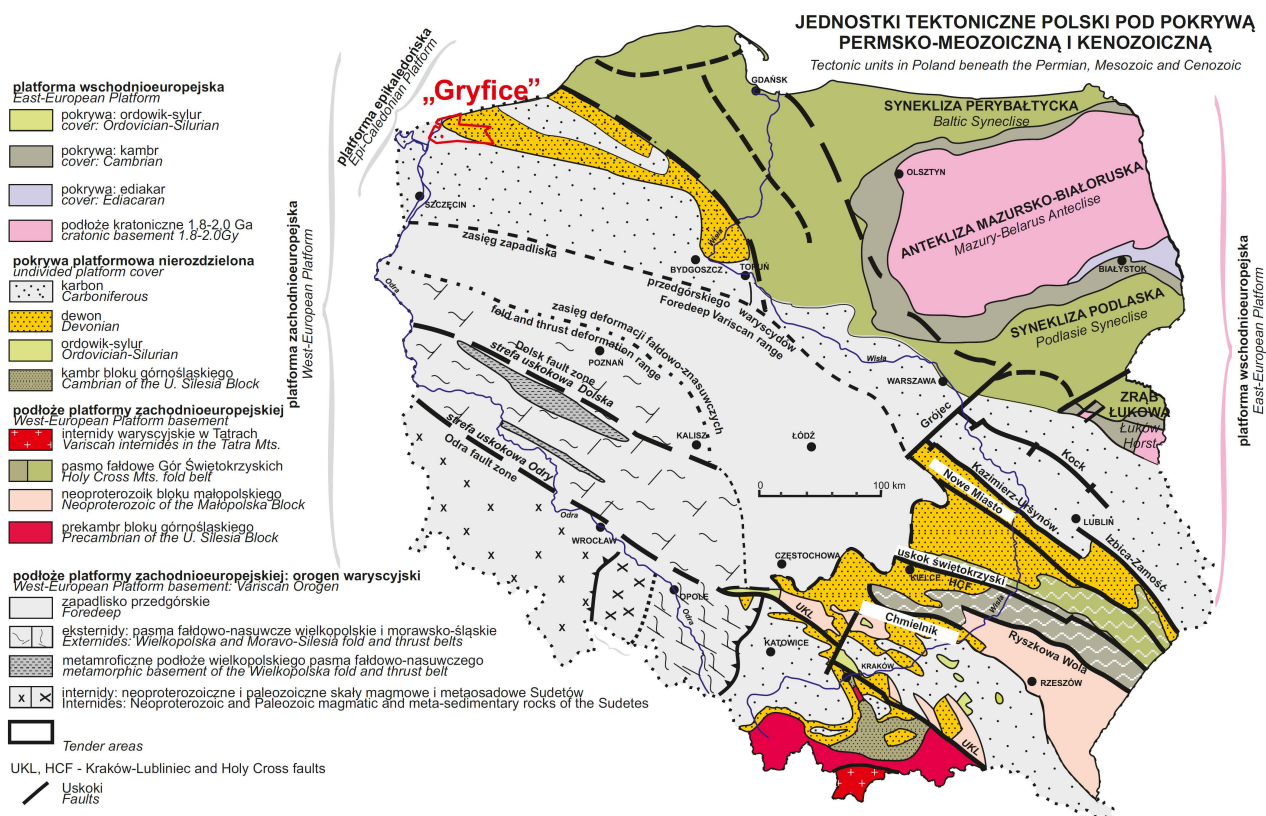


Fig. 2.2. Położenie obszaru przetargowego „Gryfice” na tle mapy głównych jednostek tektonicznych Polski pod pokrywą permsko-mezozoiczną i kenozoiczną (Żelaźniewicz i in., 2011). Czerwonym konturem zaznaczono granice obszaru przetargowego.

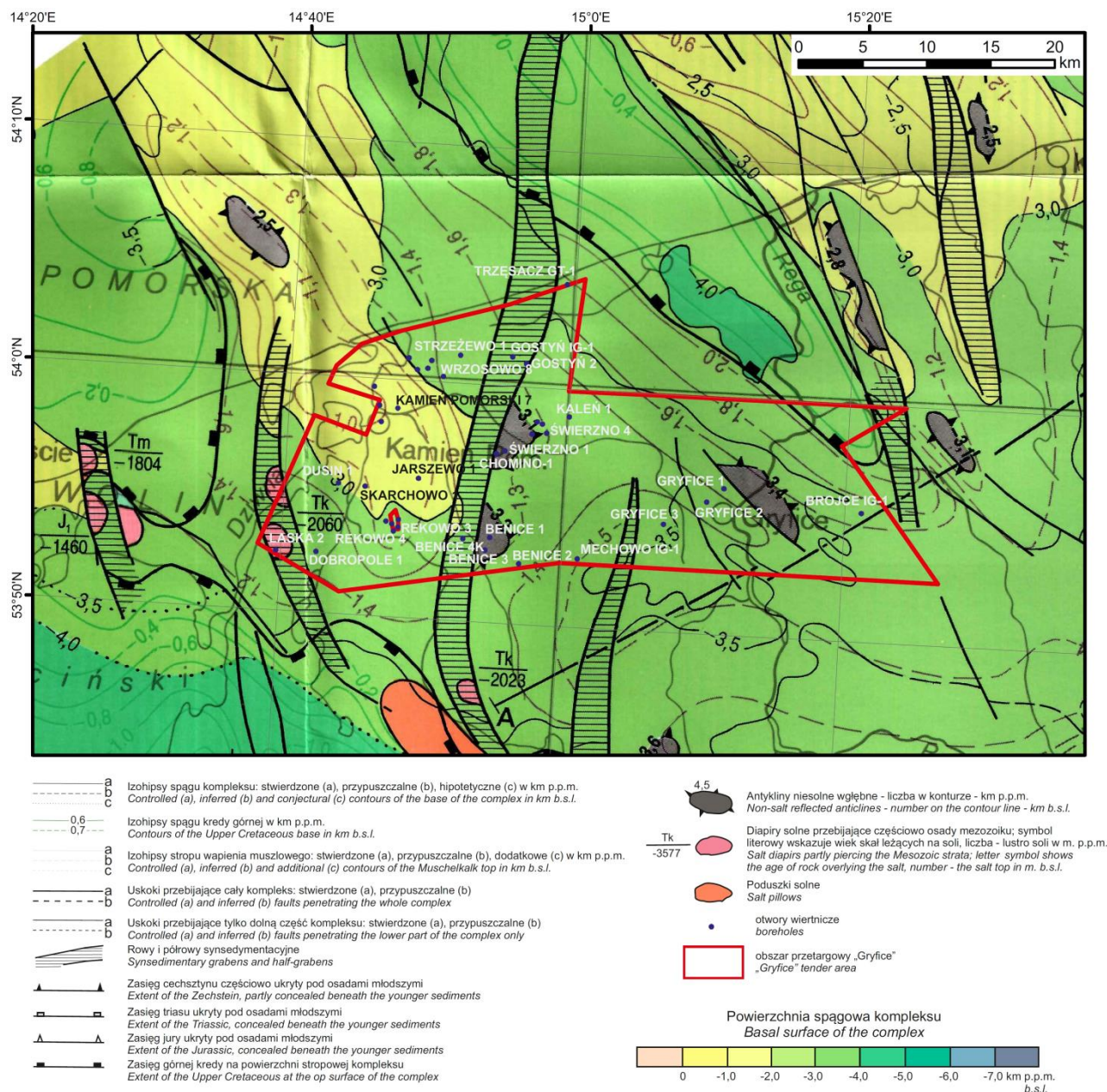


Fig. 2.3. Obszar przetargowy „Gryfice” na tle mapy tektonicznej kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego (Dadlez i in., 1998; zmodyfikowane).

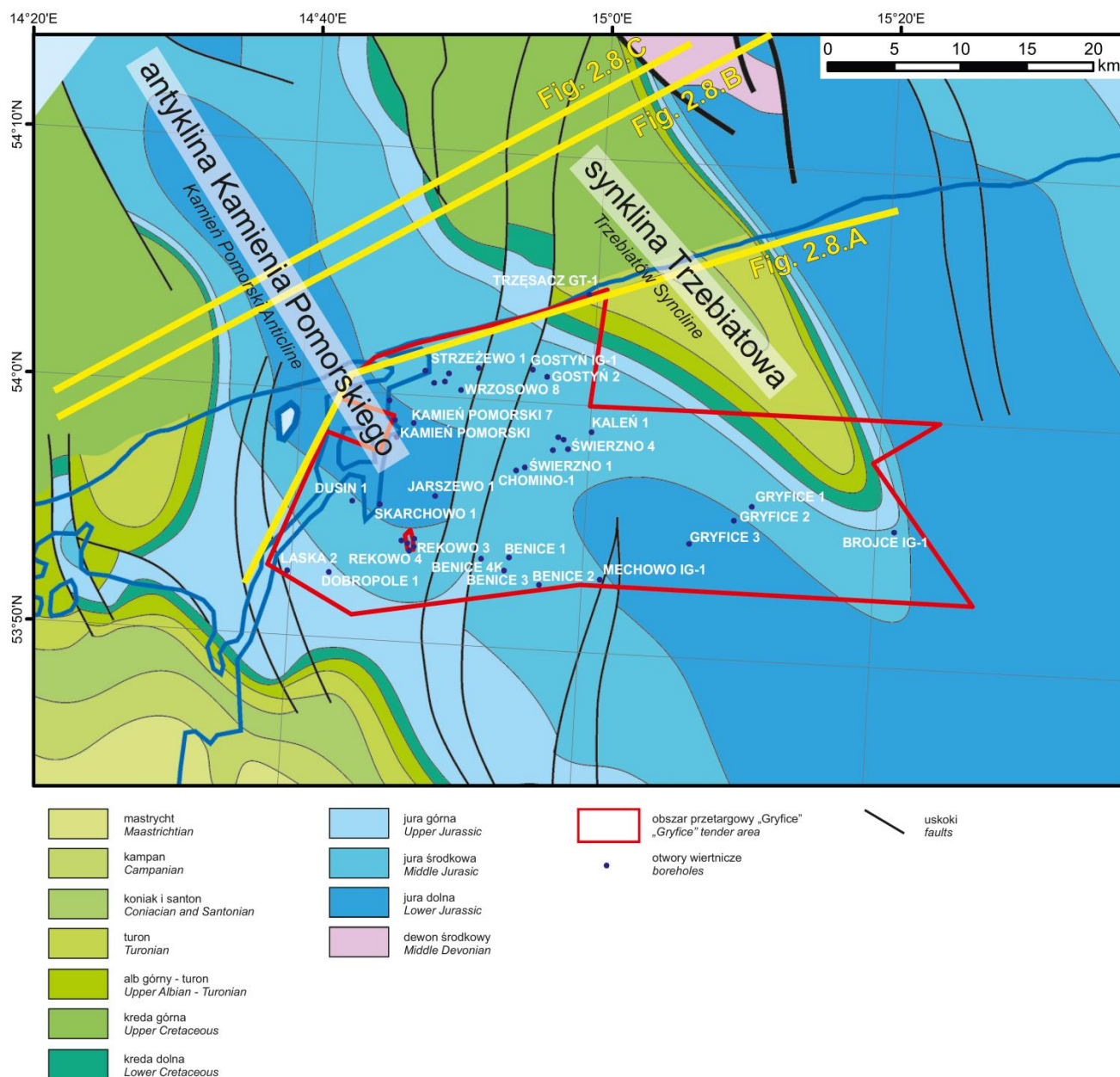


Fig. 2.4. Obszar przetargowy „Gryfice” na tle mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku (Dadlez i in., 2000; zmodyfikowane).

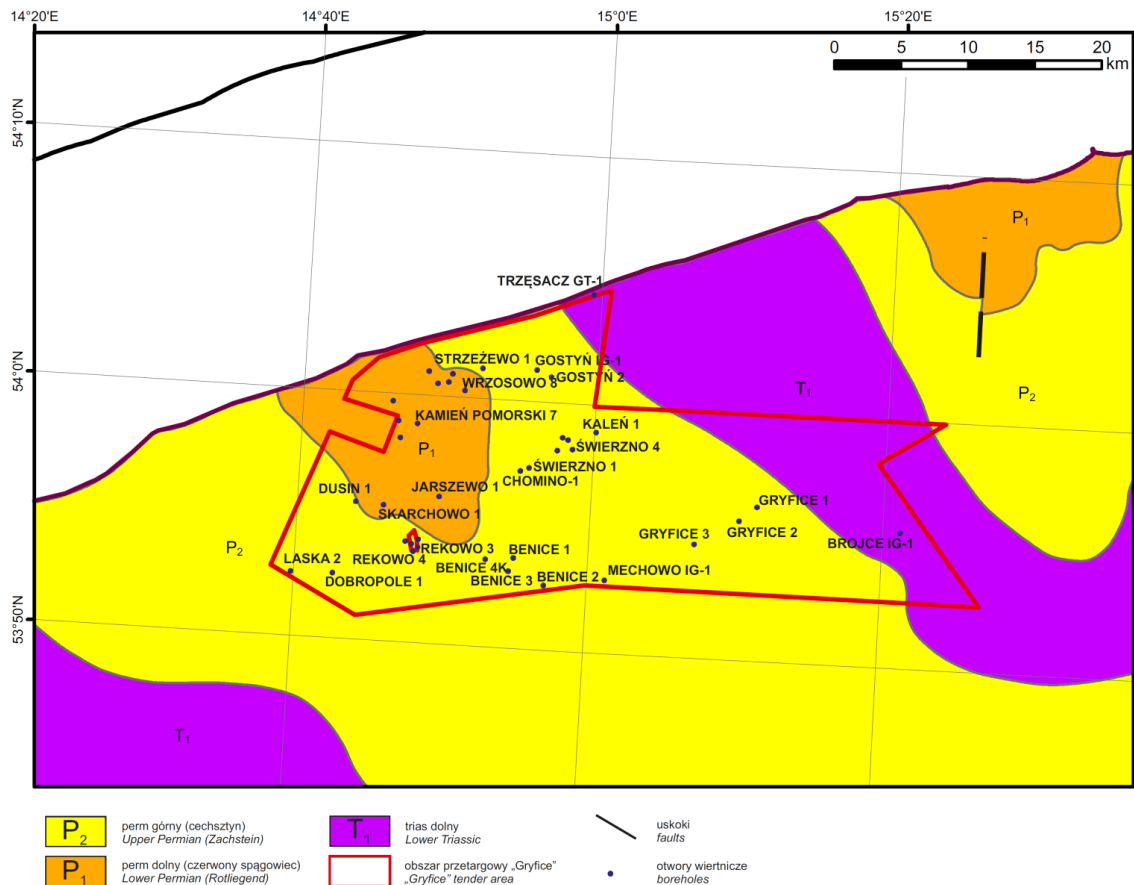


Fig. 2.5. Obszar przetargowy „Gryfice” na tle mapy ścięcia na poziomie -3000 m n.p.m. (Kotański, 1997; zmodyfikowane).

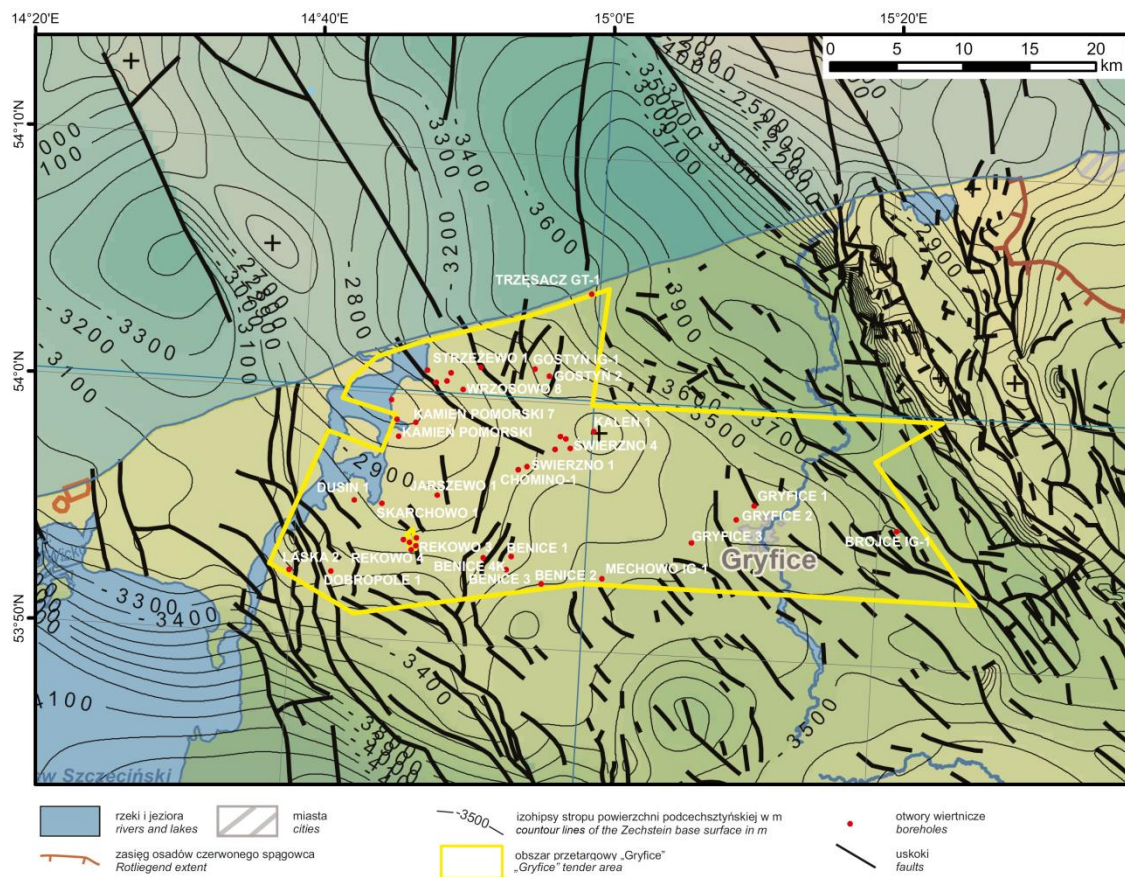


Fig. 2.6. Obszar przetargowy „Gryfice” na tle mapy powierzchni podcechsztyńskiej (Kudrewicz, 2008; zmodyfikowane).

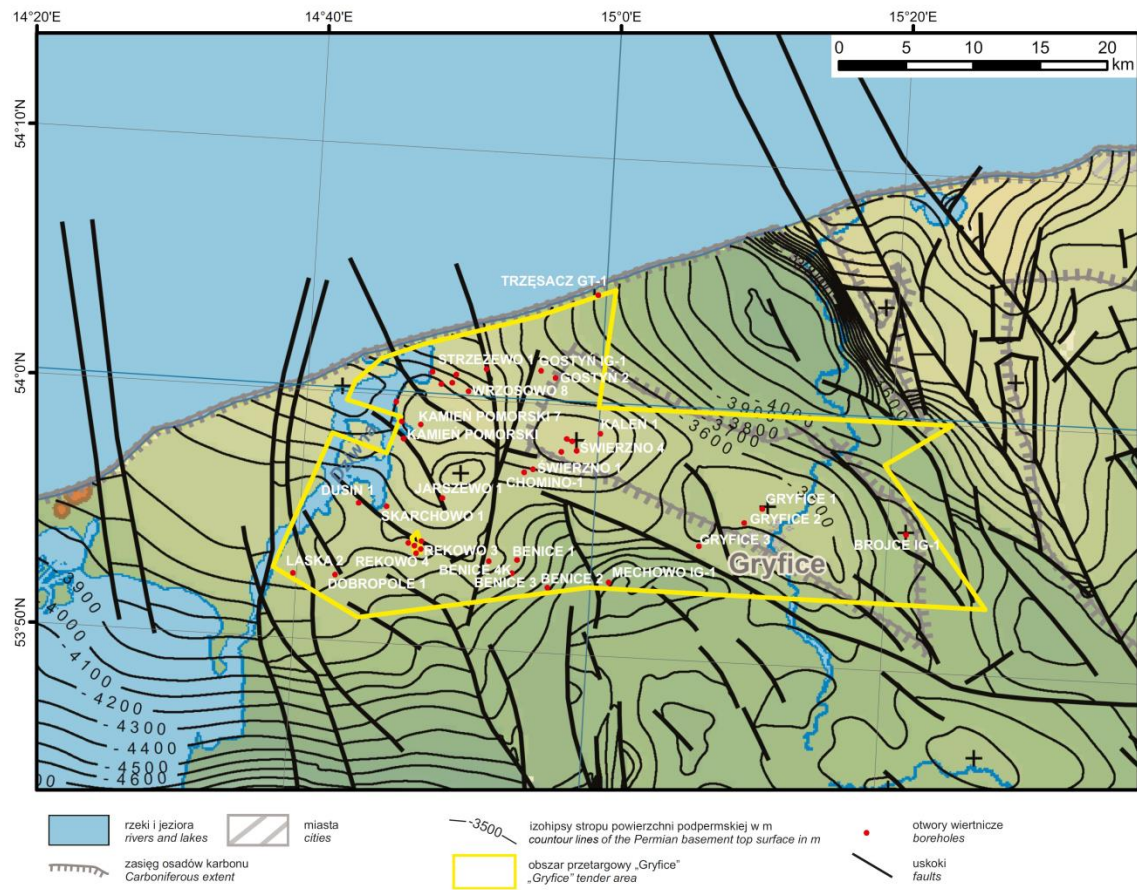


Fig. 2.7. Obszar przetargowy „Gryfice” na tle mapy powierzchni podpermskiej (Kudrewicz, 2008; zmodyfikowane).

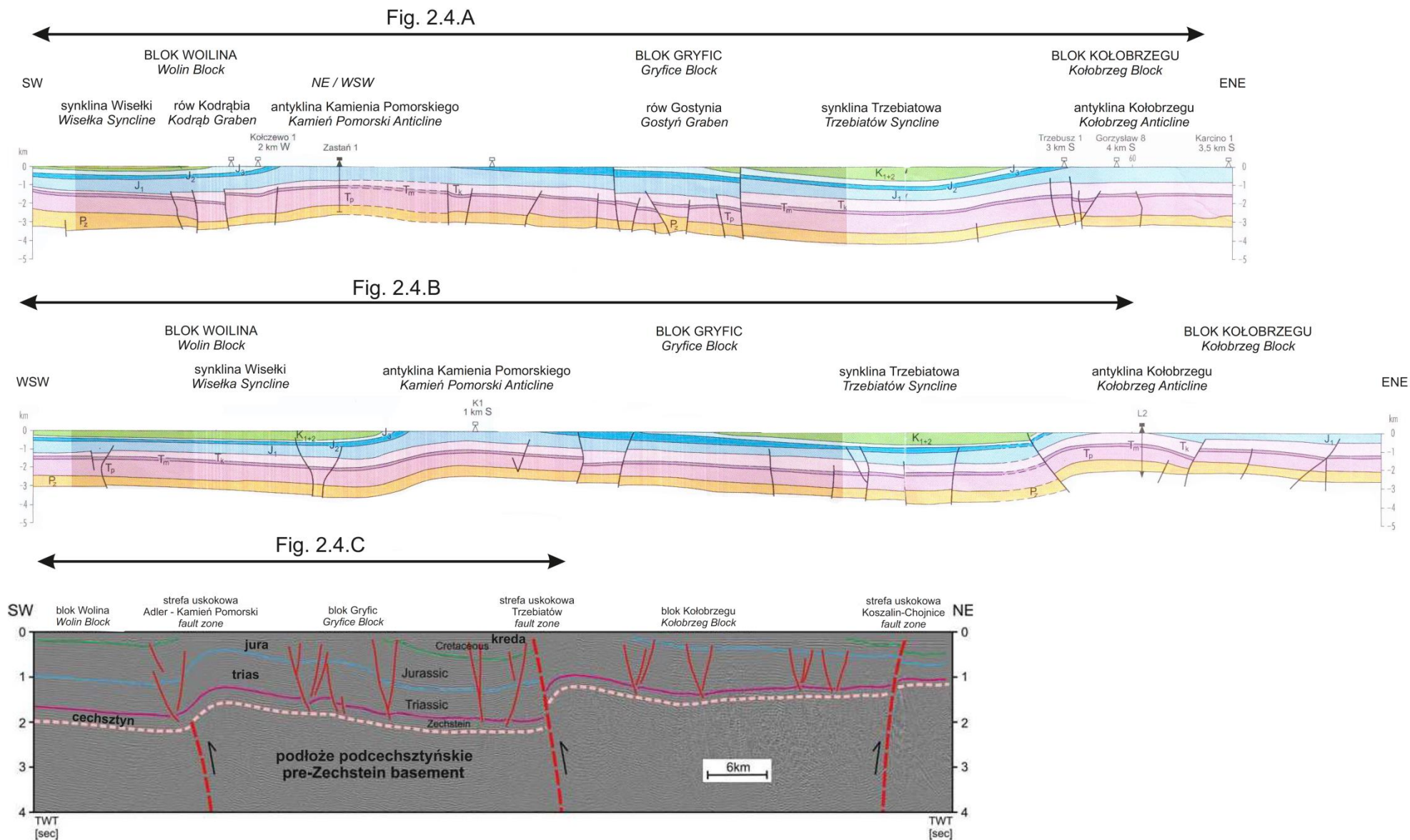
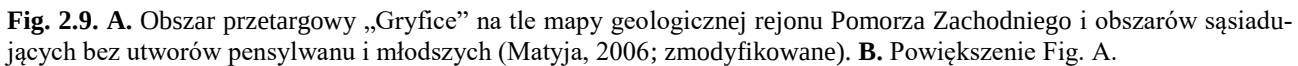


Fig. 2.8. Przekroje geologiczne ilustrujące wglębną budowę obszaru przetargowego „Gryfice” (Dadlez, 2001; Mazur i in., 2005; zmodyfikowane). Lokalizacja przekrojów na Fig. 2.4.



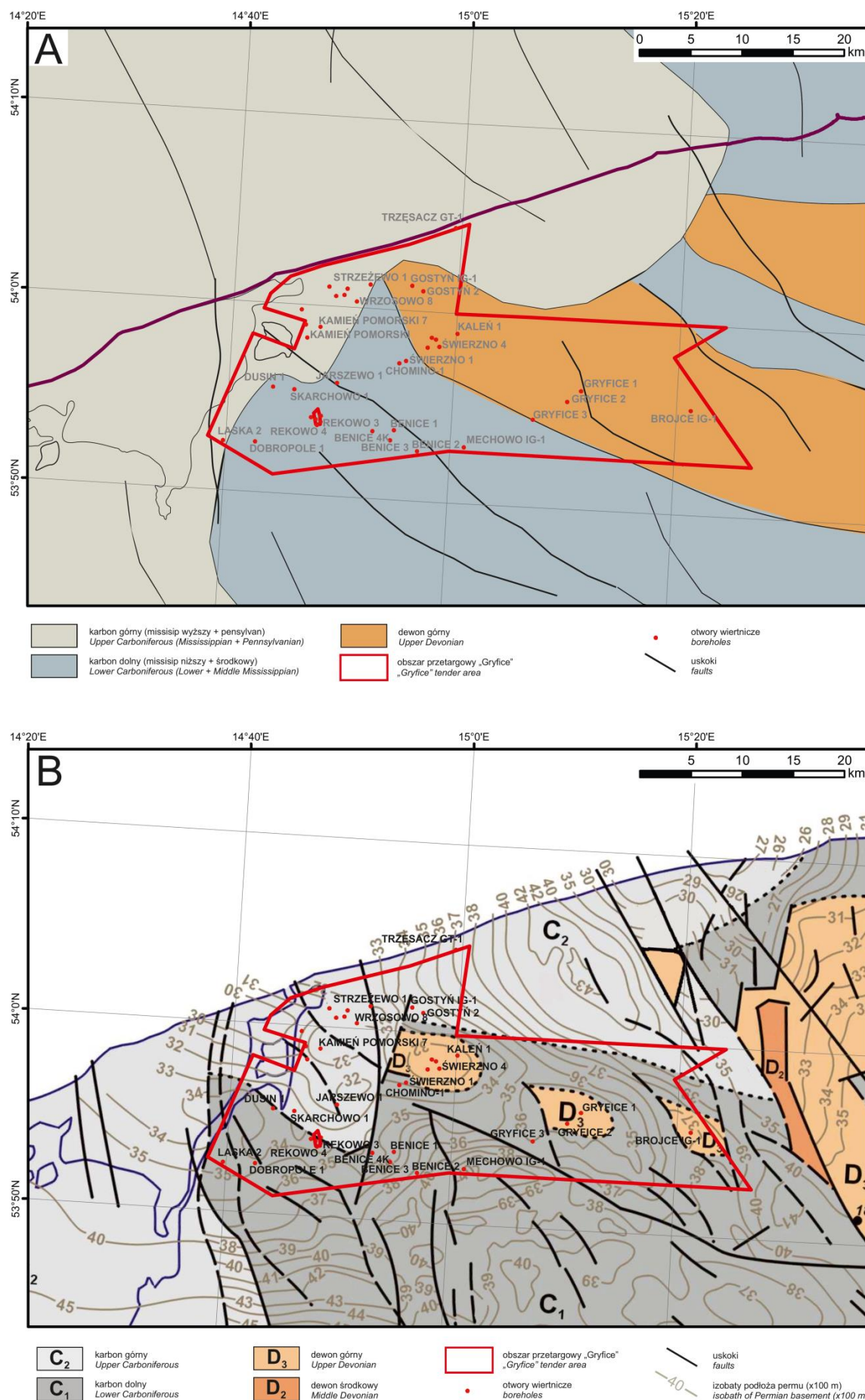


Fig. 2.10. A. Obszar przetargowy „Gryfice” na tle mapy geologicznej Polski bez utworów permu i młodszych (Waks-mundzka i Buła, 2017; zmodyfikowane). **B.** Obszar przetargowy „Gryfice” na tle mapy geologiczno-strukturalnej podłoża permu Pomorza Zachodniego (Lech, 2001; zmodyfikowane).

2.2. TEKTONIKA

W waryscyjskim planie strukturalnym, obszar przetargowy „Gryfice” jest położony na platformie zachodnioeuropejskiej (paleozoicznej; Nawrocki i Becker, 2017; Żelaźniewicz i in., 2011; Fig. 2.1–2.2). Na obszarze przetargowym można wyróżnić cztery strukturalne: kaledońskie, waryscyjskie, laramijskie i kenozoiczne. Najstarsze z nich – piętro kaledońskie, nie zostało rozpoznane wiertniczo, a informacje o nim można zaczerpnąć z otworu L2-1/87, który znajduje się tuż za jego północną granicą, w części morskiej Bałtyku. W planie poddewońskim, obszar „Gryfice” znajduje się prawdopodobnie w pomorsko-kujawskim paśmie fałdowym kaledonidów (Żelaźniewicz i in., 2011; Fig. 2.2). W planie waryscyjskim obszar „Gryfice” jest położony w północnej części karbońsko-dewońskiego zapadliska przedgórskiego waryscydów (Żelaźniewicz i in., 2011; Nawrocki i Becker, 2017; Fig. 2.1–2.2). Wyżej, niezgodnie zalega kompleks permsko-mezozoiczny (staroalpejski) antyklinorium środkowopolskiego (Nawrocki i Becker, 2017; Fig. 2.1.A). Obszar przetargowy jest zlokalizowany w jego północno-zachodniej części, w niewielkiej odległości do niecki szczecińsko-gorzowskiej, będącej częścią większej struktury – synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Nawrocki i Becker, 2017; Fig. 2.1.A). Całość niezgodnie przykrywają osady kenozoiku.

Waryscyjskie piętro strukturalne, tworzące zapadlisko przedgórskie, przykrywa najprawdopodobniej pasmo fałdowe kaledonidów (Fig. 2.2), zaś od góry jest ograniczone podpermą powierzchnią erozyjną (Fig. 2.7; Fig. 2.10.B). Głębokość omawianej powierzchni stropowej jest zróżnicowana. Najpłycej jest pogrzebana w północno-zachodniej części obszaru, osiągając do 3000 m p.p.t., zaś w kierunku jego centralnej i wschodniej części zaczyna się pogłębiać do 3700 m p.p.t. (Lech, 2001; Fig. 2.10.B). Na powierzchni podpermskiej, w granicach obszaru „Gryfice”, w jego północno-zachodniej części, odsłaniają się skały karbonu górnego, natomiast na południu i wschodzie karbonu dolnego, gdzie również wyłaniają się wychodnie dewonu górnego (Fig. 2.9; Fig. 2.10.B). W dzisiejszym obrazie strukturalnym tworzą one struktury pozytywne, układające się linijnie w kie-

runku NW-SE. Skały paleozoiku są poprzecinane uskokami o kierunkach od NW-SE (kierunek dominujący) po NNE-SSW (Fig. 2.10.B). Przyjmuje się, że kompleks dewońsko-karboński posiada budowę pochylonych bloków/półrowów, powstałych w warunkach ekstensji powaryscyjskiej (Antonowicz i in., 1993, 1994), powiązanej z założeniem sedymentacyjnego basenu niemiecko-polskiego (Kiersnowski i Buniak, 2006). Do zuskokowania i w efekcie powstania zrębów Kołobrzegu, Gryfic i Wolina dochodziło etapami, początkowo w późnym dewonie, a najintensywniej w późnym karbonie (por. Dadlez, 1978, 1990; Matyja, 2006; Fig. 2.8).

Na wychylonych utworach karbonu niezgodnie zalegają skały wulkaniczne i osadowe facji czerwonego spągowca. Miąższość poszczególnych wydzieli jest zróżnicowana i zwiększa się w kierunku południowym i południowo-zachodnim. Największa miąższość wulkanitów czerwonego spągowca, – około 500 m – występuje w południowo-zachodniej części obszaru (Wagner i in., 2008), natomiast skały górnego czerwonego spągowca najbardziej miększe są na południu obszaru, gdzie osiągają około 150 m, a na północnym-wschodzie nie występują wcale (Wagner i in., 2008). Na powierzchni spągu permu zaznaczają się elewacje w okolicach Kamienia Pomorskiego – na głębokość około 3200 m, a także w okolicach Gryfic, na głębokości około 3500 m. Spąg permu jest najbardziej pogrążony, na około -3900 m n.p.m., przy wschodniej i południowej granicy obszaru przetargowego (Kudrewicz i in., 2008; Fig. 2.7). Podcechsztyńska powierzchnia strukturalna na obszarze „Gryfice” rozciąga się między -2700 m n.p.m na północnym-zachodzie (wyniesienie Kamienia Pomorskiego) i opada w kierunkach od NE-SW osiągając -3800 m n.p.m na wschodzie obszaru (Kudrewicz, 2008; Fig. 2.6). Powierzchnia stropu czerwonego spągowca jest rozcięta uskokami o dominującym przebiegu od NW-SE do NNW-SSE, którym lokalnie towarzyszą podrzędne uskoki poprzeczne o kierunku NE-SW. Część nieciągłości, przebijających strop czerwonego spągowca, ma swoją kontynuację wyżej, przemieszczając dolną część cechsztynu, i wygasa w cechsztyńskich solach. Strefy

przyskokowe oraz antykliny towarzyszące tym dyslokacjom mogą stanowić potencjalne pułapki strukturalne węglowodorów.

Główną strukturą regionalną planu perm-sko-mezozoicznego jest antyklinorium środkowopolskie z podrzędną synkliną Trzebiatowa na wschodzie i antykliną Kamienia Pomorskiego na zachodzie, rozciągającymi się w kierunku NW-SE (Dadlez, 1980; Dadlez i in., 2000; Fig. 2.4). Na obszarze przetargowym fałdy te są łagodne, szerokopromienne i asymetryczne (Fig. 2.8). Antyklina Kamienia Pomorskiego posiada dwie elewacje: zachodnią w okolicy Kamienia Pomorskiego i centralną w okolicy Gryfic (Dadlez i in., 2000; Fig. 2.4). Główne strefy uskoku o przebiegu NW-SE ograniczają blok Gryfic od zachodu strefą Adler – Kamień Pomorski od bloku Wolina, zaś od wschodu strefą Trzebiatowa od bloku Kołobrzegu (Fig. 2.8). Wymienione fałdy są związane z propagacją uskoku odwróconych wspomnianych stref dyslokacyjnych, które posiadają przedperm-skie założenie (Fig. 2.8). Pozostałe uskoki na obszarze przetargowym przebiegają od NWW-SEE po NNE-SSW, niektóre z nich występują jedynie w części wydzieleni kompleksu perm-sko-mezozoicznego (Fig. 2.6). Związane są z nimi trzy rowy synsedymantacyjne, występujące na obszarze przetargowym. Centralny rów, w strefie Trzebieszowa – Koplina (Dadlez, 1990), oraz wschodni, w strefie Unibórz – Błotno, rozciągają się w kierunku NNE-SSW, a zachodni rów, we wspomnianej już strefie Adler – Kamień Pomorski, jest łukowato wygięty na wschód, występują w nim też diapiry solne, częściowo przebijające kompleks mezozoiczny (Dadlez i in., 2000; Fig. 2.4, Fig. 2.8).

Obszar przetargowy podlegał subsydencji termicznej od późnego permu do późnej kredy, leżąc w obrębie basenu polskiego (Dadlez i in. 1995; Mazur i in., 2005). Przez cały mezozoik regionalne trendy osiadania były zdominowane przez osiową część basenu polskiego w kierunku północno-wschodnim

z niewielkimi zaburzeniami wynikającymi z bocznych ruchów soli, zapoczątkowanych w triasie (Mazur i in., 2005). Od późnej kredy po wczesny paleogen trwał etap inwersji basenu polskiego, powodujący wypiętrzenie i erozję jego osiowej części, tworząc regionalną strukturę antyklinorium środkowopolskiego. Dzisiejszy układ strukturalny powstał w wyniku działalności procesów kompresyjnych, które spowodowały odmłodzenie uskoku w podłożu paleozoicznym i przeważnie skutkowały wyniesieniem ich wschodnich skrzydeł (Mazur i in. 2005). Pewne znaczenie miały też ruchy poślizgowe skierowane w kierunku NW-SE i SE-NE (Mazur i in. 2005). Analiza danych sejsmicznych z obszaru Bałtyku na północ od obszaru przetargowego wskazuje na aktywność głównych stref uskukowych w triasie i jurze jako elementów ekstensyjnych, a do ich reaktywacji i odwrócenia w reżimie kompresyjnym doszło w późnej kredzie (Mazur i in. 2005; Fig. 2.8). W wyniku propagacji uskoku powstały nad nimi asymetryczne fałdy. Z przytoczonych danych wynika również, że oddzielenie soli cechsztyńskich od podłoża nie miało większego wpływu na struktury inwersyjne na tym obszarze.

Stropową powierzchnią ograniczającą piętro perm-sko-mezozoiczne jest podkenozoiczna powierzchnia erozyjna. Prawie na całej powierzchni obszaru przetargowego odsłaniają się skały osadowe jury, z wyjątkiem północno-wschodniej części, gdzie, w synklinie Trzebiatowa, zachowały się skały kredy (Fig. 2.4). W północno-zachodniej (okolice Kamienia Pomorskiego) oraz południowo-wschodniej (okolice Gryfic) części odsłaniają się skały jury dolnej, otoczone przez jurę środkową. Utwory jury górnej występują jedynie w południowo-zachodniej części obszaru oraz na wschodzie przy synklinie Trzebiatowa. Strop kompleksu perm-sko-mezozoicznego przebijają uskoki związane ze wspomnianymi trzema rowami synsedymantacyjnymi (Dadlez i in., 2000; Fig. 2.4).

2.3. STRATYGRAFIA

2.3.1. DEWON

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym „Gryfice” utwory dewonu rozpoznano w 3 otworach wiertniczych (Fig. 2.9; Fig. 2.11), na głębokości:

- Brojce IG-1: 3674,5–4252,0 m,
- Strzeżewo 1: ?3890,0–4521,0 m,
- Świerżno 4: 3195–3238,5 m.

Żaden z wymienionych otworów nie przewiercił utworów dewonu, najstarsze nawiercone warstwy należą do żywetu.

Miaższości przewierconego profilu dewonu wynosi od 43,5 m do ?631,0 m. Matyja (2006) zwraca jednak uwagę, że miąższość samego tylko górnego dewonu może dochodzić do 1300 m w okolicach Brojcy i Gorzysławia.

Litologia i stratygrafia

Jak dotąd, najbardziej kompletny obraz litologii, stratygrafii oraz przestrzennych relacji facjalnych utworów dewonu Pomorza Zachodniego przedstawiła Matyja (1993, 2006, 2008, 2009; Fig. 2.11–2.12). Spośród licznych jednostek litostratygraficznych wyróżnionych przez autorkę, na obszarze „Gryfic” można zidentyfikować zaledwie trzy formacje: żywecką formację chojnicką, frańskie ogniwa unisławskie i strzeżewskie formacji człuchowskiej oraz fameńską formację krojancką (Fig. 2.11).

Formacja chojnicka

Osady formacji chojnickiej (Fig. 2.11–2.12.) występują prawdopodobnie w otworach Strzeżewo 1 (gł. 4518,0–4521,0 m) i Brojce IG-1 (gł. 4025,0–4252,0 m), choć noszą one cechy przejściowe między typowymi dla formacji chojnickiej a wyszeborskiej. W otworze Brojce IG-1 utwory te wykształcone w postaci piaskowców wapnistych, przelawionych iłowcami marglistymi i marglami z nielicznymi szczątkami organicznymi brachiopod-

ów. W otworze Strzeżewo 1, w stropie formacji dominują piaskowce. Nieliczne konodonty oraz miospory znalezione w obrębie w innych otworach w formacji chojnickiej sugerują, że należy ona do wyższej części środkowego i do górnego żywetu (Matyja, 2009).

Formacja człuchowska

W obrębie formacji człuchowskiej Matyja (1993, 2006, 2009) wydzieliła 5 ogniwi (Fig. 2.11), ale tylko dwa najniższe – ogniwa unisławskie i strzeżewskie (Fig. 2.11–2.12) wydają się występować w otworach Strzeżewo 1 (gł. ?3890,0–4518,0 m) i Brojce IG-1 (gł. 3674,5–4025,0 m). Oba ogniwa reprezentują fran i charakteryzują się obecnością cienkoławicowych osadów reprezentowanych głównie przez iłowce wapniste z wkładkami mniej lub bardziej marglistych wapieni mikrytowych, które czasem odznaczają się teksturą gruzłową i obecnością głowonogów, tentakulitów, małży, ramienionogów, konodontów i małżoraczków entomozoidowców (Matyja, 2006).

Formacja krojancka

Osady formacji krojanckiej (Fig. 2.11–2.12) na obszarze „Gryfice” zostały stwierdzone w otworze Świerżno 4 (gł. 3195,0–3238,5 m). Formacja jest tutaj wykształcona jako wapienie organogeniczne i detrytyczne, częściowo zdolomityzowane. Słabo zaznacza się również falisto-gruzłowa tekstura skały. Wśród mikroskładników organicznych dominują glony wapienne i otwornice, makroskopowo rozróżnialne są fragmenty koralowców i ramienionogów.

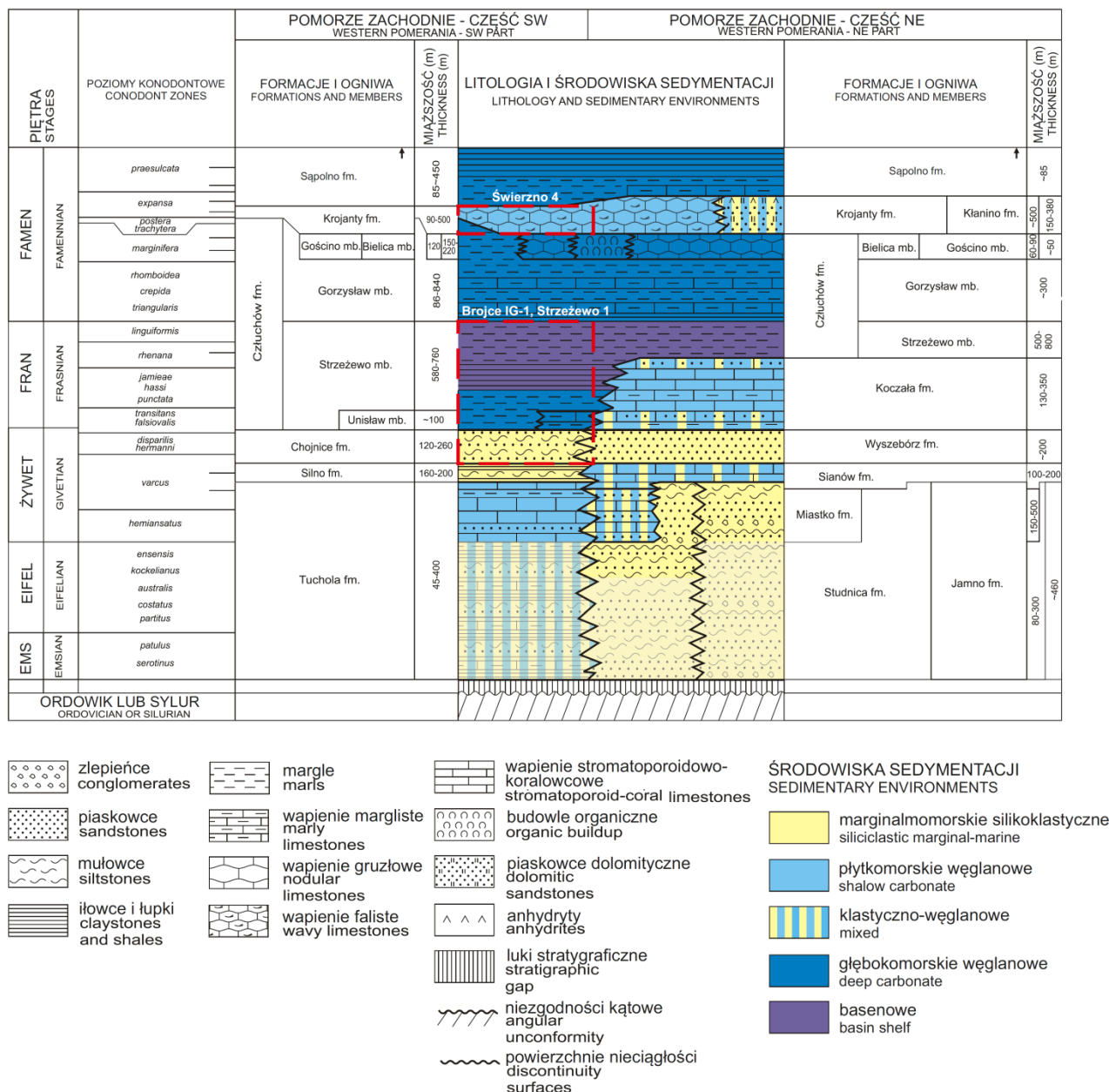
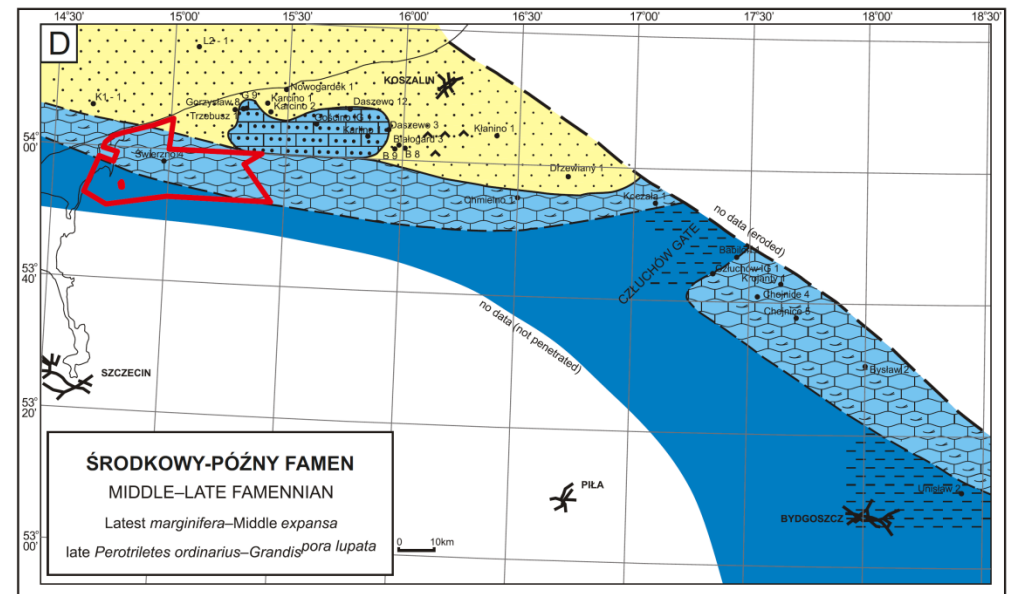
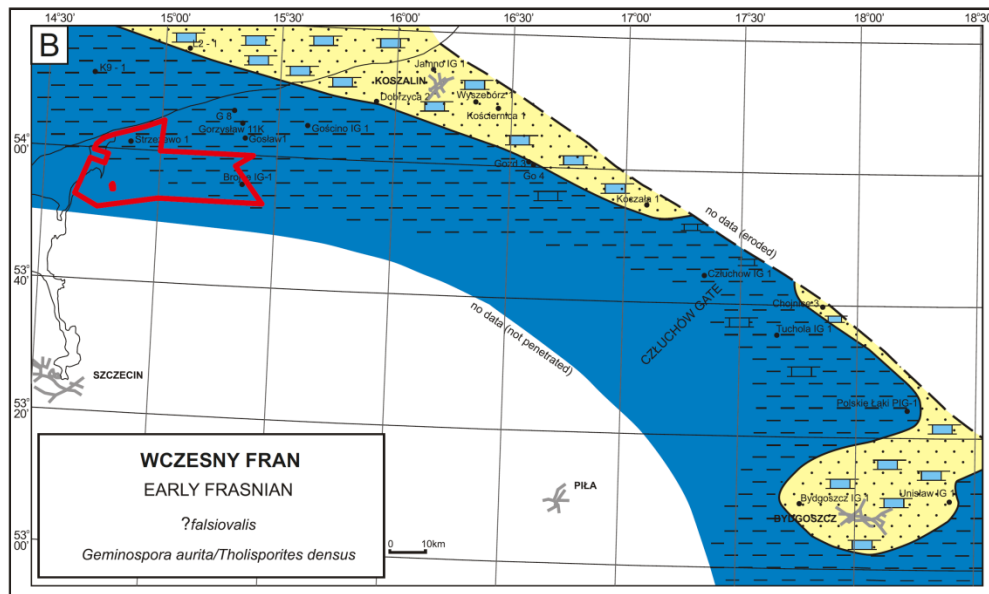
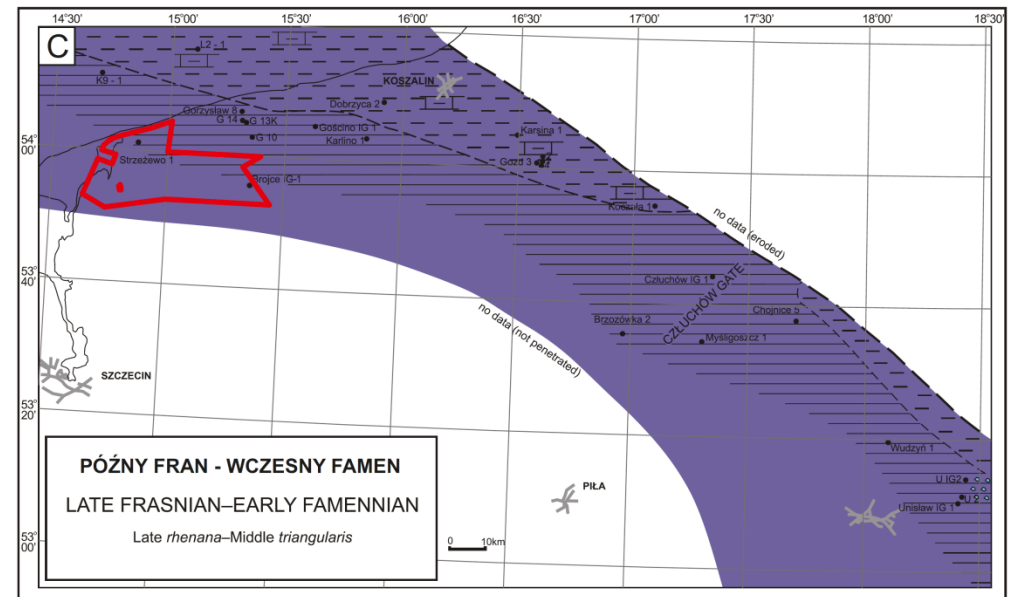
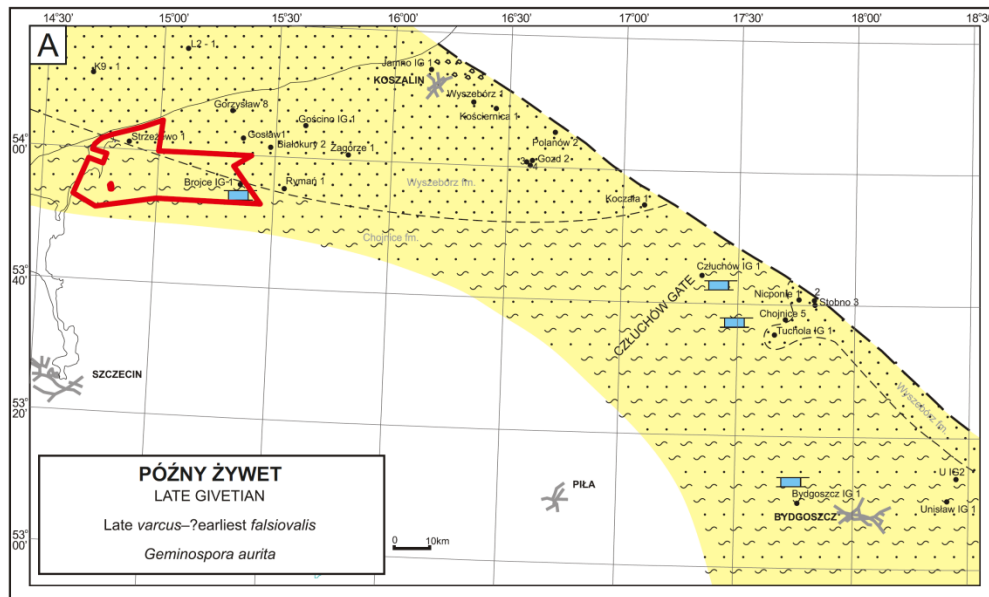


Fig. 2.11. Stratygrafia, litologia i środowiska sedymentacji dewonu Pomorza Zachodniego (Matyja, 2009; zmodyfikowane). Czerwonym konturem zaznaczono interwały przewiercone w otworach Brojece IG-1, Strzeżewo 1 i Świerżno 4.

→**Fig. 2.12.** Paleogeografia i facje dewonu na obszarze „Gryfice” (Matyja, 2009; zmodyfikowane) w (A) późnym żywiecie (sedymentacja formacji chojnickiej i wyszebońskiej), (B) wczesnym franie (sedymentacja ogniwa unisławskiego), (C) próżnym franie i wczesnym famenie (sedymentacja ogniwa strzeżowskiego), (D) środkowym i późnym famenie (sedymentacja formacji krojanckiej i kłanińskiej). Czerwonym konturem zaznaczono granice obszaru przetrzaskowego „Gryfice”. Pozostałe objaśnienia jak na Fig. 2.11.



2.3.2. KARBON

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym „Gryfice” utwory karbonu rozpoznano w 10 otworach wiertniczych (Fig. 2.9) na głębokościach:

- Gostyń 2: 3314,0–3447,0 m,
- Kaleń 1: informacja jest własnością inwestora,
- Kamień Pomorski 7: 3230–3410,0 m,
- Laska 2: 3456,0–3583,0 m,
- Strzeżewo 1: 3199,0–3890,0 m,
- Wrzosowo 1: 3081,5–3305,0 m,
- Wrzosowo 2: 3059,5–3127,3 m,
- Wrzosowo 3: 3101,0–3255,0 m,
- Wrzosowo 8: 3077,5–3310,0 m,
- Wrzosowo 9: 3084,5–3198,0 m.

Są one położone głównie w zachodniej części obszaru przetargowego. W dwóch otworach wiertniczych udało się przewiercić skały karbońskie, jednakże w jednym z nich udokumentowano dyslokację, w wyniku której, na skałach karbońskich zalegają niezgodnie skały dewońskie. Pozostałe otwory wiertnicze jedynie nawiercają utwory dolnego lub górnego karbonu (m.in. Karnkowski, 1993; Lipiec, 1997; Matyja, 2006, 2008).

Miąższości dolnego lub górnego karbonu, które zostały nawiercone bądź przewiercone na obszarze „Gryfice”, osiągają maksymalnie 691,0 m (Strzeżewo 1).

Litologia i stratygrafia

Pierwszy podział litostratygraficzny utworów dolnego karbonu północno-zachodniej części Polski zaproponował Dadlez (1978). Następnie Żelichowski (1983, 1987, 1995; Żelichowski i in., 1986) dokonał jego rewizji i wyróżnił szereg nieformalnych jednostek litostratygraficznych, zdefiniowanych jako kompleksy. Podział ten został zmodyfikowany przez Lipca (Lipiec i Matyja, 1998; Lipiec, 1999), obecnie zaś obowiązujące zmiany w rangach wyróżnionych jednostek litostratygraficznych dolnego karbonu zostały opracowane w publikacjach Matyi (2006, 2008; Matyja i in., 2000; Fig. 2.13). Dla utworów górnego karbonu Pomorza Zachodniego zostały wyróżnione trzy jednostki litostratygraficzne w randze formacji (Żelichowski 1983, 1987, 1995).

W obowiązującym schemacie litostratygraficznym dolnego i górnego karbonu Pomorza Zachodniego, poszczególne jego jednostki zostały wyodrębnione dla dwóch regionów: północno-wschodniego i południowo-zachodniego (Matyja, 2006, 2008; Fig. 2.13). Odpowiadają one bardzo ogólnym zarysom stref facyjnych oraz są zgodne z naturalnym skłonem krawędzi basenu sedimentacyjnego Pomorza (*op. cit.*).

Spośród wszystkich otworów wiertniczych, występujących na obszarze przetargowym, jedynie w dwóch dokonano formalnego podziału litostratygraficznego (Lipiec, 1997; Żelichowski, 1987; Fig. 2.13), identyfikując następujące formacje:

- formacja wapieni z Czaplinka:
Laska 2: 3456,0–3583,0 m,
- formacja Wolina:
Strzeżewo 1: 3608,0–3890,0 m,
- formacja Regi:
Strzeżewo 1: 3442,5–3608,0 m,
- formacja Dziwny:
Strzeżewo 1: 3199,0–3442,5 m.

Pierwszą, najprawdopodobniej występującą (choć nienawierconą) jednostką litostratygraficzną dolnego karbonu na obszarze przetargowym „Gryfice” jest formacja iłowców z Łobżonki (Matyja, 2006; Fig. 2.13). Jej kontakt z skałami starszymi nie jest znany. Formacja iłowców z Łobżonki składa się z ciemnoszarych z iłowców i mułowców przeławianych szarymi piaskowcami kwarcowymi. Mogą one osiągać do około 550,0 m miąższości. Według Turnau i in. (2005) utwory formacji iłowców z Łobżonki należą prawdopodobnie do najwyższego górnego turneju, a z całą pewnością do dolnego wizenu (czad – niższa część arundu)

Formacja wapieni z Czaplinka może osiągać do około 400 m miąższości (Fig. 2.13; Lipiec, 1997, 1999). Jednostka ta jest reprezentowana przez kompleks szarych wapieni organodetrytycznych oraz ooidowych wieku wizeńskiego (arund – brigant). Węglany formacji wapieni z Czaplinka są reprezentowane przez zróżnicowane litofacje wapienne, zawierające greinstony szkieletowe (mikrofacje

algowe, krynoidowe, mszywiolowe), greinstony oolitowe, słabo przemyte greinstony, pakstony i wakstony szkieletowe i mikryty (Fig. 2.13). Ich depozycja następowała na rozległym szelfie węglanowym typu *rimmed shelf* (op. cit). Analiza mikrofacjalna (Lipiec, 1997, 1999) wskazuje na obecność pełnego spektrum stref facjalnych na szelfie węglanowym: od laguny (wakstony szkieletowe ze spikulami gąbek i glonami z rodzaju *Nanoropa*, wakstony peloidowe, wakstony i pakstony grudkowe) przez szeroki pas płycizn i barier (mikrofacje greinstonów grudkowych, ooidowych i szkieletowych), strefę otwartego szelfu (słabo przemyte greinstony, pakstony, bogate w składniki ziarniste szkieletowe wakstony z bardzo różnorodną fauną i florą), po stok platformy z szkieletowymi floastoami, pakstonami i wakstonami.

Najmłodszą jednostką litostratygraficzną dolnego karbonu, która najprawdopodobniej występuje na obszarze przetargowym, jest formacja iłowców z Nadarzyc (Matyja, 2006; Fig. 2.13). Składa się ona z ciemnoszarych iłowców, pośród których występują skupienia sydereytu, bioturbacje, powierzchnie z uwęglonym detrytusem roślinnym, rzadko zaś pojawiają się wkładki wapieni (Lipiec, 1999). Utwory formacji iłowców z Nadarzyc osiągają miąższość do około 250,0 m. Jednoznaczne określenie wieku formacji iłowców z Nadarzyc jest problematyczne. Na podstawie znalezionych w spągowej części otwornic (Soboń-Podgórska, 1982) i udokumentowanych w jej górnej części miospor (Górecka i in., 1980), Żelichowski (1987) sugerował, że formacja ta może być datowana na górny wizen – dolny namur.

Formacja Wolina karbonu górnego składa się z szarych i ciemnoszarych iłowców i mułowców z przewarstwieniami szarych piaskowców, tworzących ławice o miąższości od kilku do 30 cm (Fig. 2.13). Jednostka ta osiąga miąższość od 40 m do blisko 300 m (Matyja, 2006). W obrębie mułowców mogą występować cienkie pokłady lub soczewki węgla i poziomy gleb kopalnych, zawierające stigmarie oraz liczne szczątki roślinne (Waksmundzka 1997a; Waksmundzka i Żelichowski, 1997a). Na podstawie analizy karotaży geofizyki otworowej, Żelichowski (1987)

sugerował o możliwości występowania wśród utworów formacji Wolina wkładek wapieni. Na podstawie ekspertyzy biostratygraficznej wykonanej przez Waksmundzką i Żelichowskiego (1997b) przyjęto, że formacja Wolina należy do najwyższego westfalu A, westfalu B i ewentualnie westfalu C. Z takimi orzeczeniem zgadziła się Matyja (2006), dzięki czemu wprowadziła je do swojego schematu litostratygraficznego.

Formacja Regi (Fig. 2.13) została rozpoznana jedynie na obszarze pomiędzy Kamieniem Pomorskim a Trzebiatowem. Leży ona w ciągłości sedymentacyjnej z utworami formacji z Wolina, jej strop zaś ma charakter erozyjny (Fig. 2.13). Utwory formacji Regi są zdominowane przez piaskowce, które mogą osiągać miąższość ławic do 30 m (Fig. 2.13). W mniejszym stopniu występują mułowce i iłowce, w obrębie których są spotykane szczątki roślinne. Generalnie, dominującym kolorem wśród skał formacji Regi jest barwa brunatna. Utwory tej jednostki osiągają 150–170 m miąższości. Próby okruchowe i dane karotażowe wskazują na obecność pośród utworów formacji Regi wkładek skał wulkanicznych (Waksmundzka i Żelichowski, 1997a). W świetle wyników badań palinologicznych, zamieszczonych w ekspertyzie Waksmundzkiej i Żelichowskiego (1997b), utwory formacji Wolina zostały wydатовane na westfal D – stefan B–C.

Ostatnią jednostką litostratygraficzną, wydzieloną pośród utworów górnego karbonu, jest formacja Dźwiny (Fig. 2.13). Charakteryzuje się obecnością mułowców i iłowców, w obrębie których występują ławice piaskowców ze zlepieńcami. Barwa tych skał jest brunatnoczerwona. W piaskowcach stwierdzono okruchy skał wulkanicznych ryolitów i dacytów (Waksmundzka i Żelichowski, 1997a). Utwory formacji Dźwiny osiągają od 70 do 250 m miąższości. Jej wiek, na podstawie analogii z profilami Rugii, Żelichowski (Waksmundzka i Żelichowski, 1997b) zinterpretował jako stefan – autun.

Ograniczone występowanie najmłodszych formacji karbonu (Wolina, Regi i Dźwiny) uniemożliwia przeprowadzenie szeroko zakrojonej analizy facjalnej. Pomimo to, dzięki wykonanej analizie sedymentologicznej na

dostępnym materiale rdzeniowym m.in. z obszaru przetargowego „Gryfice” (Waksmundzka, 1997b), wyróżniono kilka najbardziej charakterystycznych litofacji: iłowcową, mułowcową i piaskowcową. Następujące po sobie poszczególne litofacje zostały przyporządkowane do ich szeroko zakreślonych środowisk sedymentacyjnych.

Litofacja iłowcowa została rozpoznana w obrębie formacji Wolina (szare iłowce masywne, zawierające m.in. zwęglona sieczką roślinną i horyzonty węglowe) oraz formacji Regi (iłowce pstre pozbawione roślin). Utwory te powstawały w procesie depozycji z zawiesiny w bagniskach i jeziorzyskach, występujących na równi zalewowej rzeki meandrującej (*op. cit.*)

Litofacja mułowcowa, wyróżniona w formacji Wolina, składa się z szarych mułowców z dosyć dużą ilością szczątków roślinnych; rzadko występują konkrecje hematytowe, partie zażelazone lub konkrecje syderytowe. Utwory mułowcowe formacji Regi mają barwy pstre i sporadycznie występują w nich szczątki roślinne. W obrębie litofacji mułowcowej wyróżniono dwie odmiany. Pierwszą z nich są mułowce masywne, które powstawały w procesie depozycji z zawiesiny w jeziorzyskach równi zalewowej, podobnie jak iłowce, z którymi tworzą płynne przejścia (*op. cit.*). Drugą zaś odmianą są mułowce laminowane bardzo drobnziarnistym piaskowcem. Powstawały one również na obszarze równi zalewowej, ale ich depozycja odbywała się zarówno z zawiesiny, jak i w środowisku przepływu.

Litofacja piaskowcowa także składa się dwóch odmian (Waksmundzka, 1997b). Odmiana szara (formacja Wolina) lub pstra (formacja Regi) jest zbudowana z piaskowców drobno- i średnioziarnistych warstwowych przekątnie w dużej skali i z piaskowców smużystych szarych (formacja Wolina). Dodatkowo odmiana pstra (formacja Regi) jest zbudowana z piaskowców gruboziarnistych warstwowych przekątnie w dużej skali, w których często występuje powierzchnia erozyjna w spągu warstw i towarzyszą jej klasty iłowcowe (*op. cit.*)

Waksmundzka (1997b) wyróżniła w utworach formacji Wolina i Regi szereg cykli sedymentacyjnych o ziarnie drobniejszym ku

górze. Rozpoczynają się one zwykle powierzchnią erozyjną, podkreśloną klastami ilastymi, a w ich stropie często występują paleogleby lub warstewki węgla. Omawiane cykle sedymentacyjne zostały zaobserwowane w osadach facji korytowych (piaskowce i zlepieńce) oraz pozakorytowych (iłowce, mułowce, piaskowce i czasami węgle), powstających na równi zalewowej, w jeziorzyskach, bagnach, wałach brzegowych i gładach krewasowych. Na podstawie badań fragmentarycznego materiału rdzeniowego formacji Dźwiny, zaobserwowano, że jednostka ta jest zdominowana przez utwory mułowcowo-iłowcowe, w obrębie których występują ławice piaskowców i zlepieńców. Rozpoznany szereg cech tych osadów sugeruje, że powstawały one w środowiskach fluwialnych.

Petrografia utworów karbonu

Osady karbonu są wykształcone głównie jako skały klastyczne: piaskowce (arenity i waki według Pettijohna i in., 1972), mułowce i iłowce oraz utwory węglanowe. Charakterystykę petrograficzną utworów karbonu przedstawiono na podstawie badań wykonanych przez Kozłowską (1997, 2004, 2005, 2006a, 2006b, 2008; Maliszewska i in., 2004a, 2004b; Kuberska i in., 2007) oraz Łoszewską (1983), Połońską (1991) i Lipca (1997, 1999). Ponadto wykorzystano informacje i dane zamieszczone w dokumentacjach wyników otworów zlokalizowanych na obszarze przetargowym: Gostyń 2 (Wójcik i Sabura, 1983), Kaleń 1 (Nowicka, 2000), Kamień Pomorski 7 (Ryba i Szpurgis, 1978), Laska 2 (Wójcik, 1980), Strzeżewo 1 (Ryba i Szewc, 1978a), Wrzosowo 1 (Ryba i Stefańska, 1976), Wrzosowo 2 (Ryba i Szewc, 1976), Wrzosowo 3 (Ryba i Szewc, 1979), Wrzosowo 8 (Ryba i Szewc, 1977c) i Wrzosowo 9 (Ryba i Szewc, 1978b), w opracowaniach archiwalnych (Narkiewicz, 1996) oraz w publikacjach Lipca i Matyi (1998), Lipca i in. (1998) i Matyi (2006).

Piaskowce dolnego karbonu (missisipu) należą prawdopodobnie do formacji iłowców z Łobzonki, gdzie tworzą przeławienia w obrębie skał ilasto-mułowcowych (otwór Laska 2; w spągu profilu). Piaskowce są barwy szarej i reprezentują arenity i waki kwar-

cowe, od bardzo drobno- do średnioziarnistych. Materiał detrytyczny jest przeważnie półobtoczony. Głównym składnikiem detrytycznym jest kwarc, któremu w niewielkiej ilości towarzyszą skalenie, łuszczyki (muskowit, biotyt) oraz litoklasty (łupki kwarcowe, iłowce, skały krzemionkowe, kwaśne skały wulkaniczne). Minerale ciężkie (cyrkon, turmalin, amfibol) występują rzadko. Niekiedy jako składnik skały występują bioklasty i ooidy. Spoiwo piaskowców ma najczęściej charakter porowy. Tworzy go matriks ilasto-żelazisty oraz cementy węglanowe (kalcyt, syderyt) i kwarcowy, ponadto kaolinitowy, hematytowy, siarczanowe (anhydryt, gips) i pirit. Procesy diagenetyczne, takie jak: kompaktacja i cementacja znacząco zredukowały porowatość pierwotną skały. Własności kolektorskie piaskowców są słabe; przeciętna porowatość wynosi około 1,6%, a przepuszczalność <0,01 mD.

Mułowce ciemnoszare i iłowce czarne dolnego karbonu należą prawdopodobnie do formacji iłowców z Łobżonki (otwór Laska 2). Reprezentują skały o strukturze, odpowiednio: pelitowo-aleurytowo-psamitowej i pelitowo-aleurytowej. Charakteryzują się teksturą bezładną lub kierunkową, podkreśloną ułożeniem m.in. minerałów ilastych. Głównym składnikiem ziarnistym jest kwarc, ponadto łuszczyki i fragmenty bioklastów. Masę wypełniającą lub podstawową tworzy mieszanina minerałów ilastych (illit, kaolinit), krzemionki, tlenków i wodorotlenków żelaza, materii organicznej, węglanów oraz pirytu.

Wapienie dolnego karbonu należą do formacji wapieni z Czaplinka (otwór Laska 2). Są to wapienie organodetrytyczne i ooidowe. Reprezentują mikrofacje: pakstonów i greinstonów szkieletowych, glonowych, krynoidowych, ooidowych, grudkowych oraz wakstonów szkieletowych. Wapienie zbudowane są z mikrytu i sparytu kalcytowego, które występują w różnych stosunkach ilościowych; mikryt dolomitowy i syderytowy jest nieliczny. W dużych ilościach występują bioklasty (fragmenty szkarłupni, ramienionogów, otwornic, koralii, mszywiolów oraz glony) i ooidy, często przekrystalizowane. Domiesz-

ka materiału terygenicznego, głównie kwarcu, jest niewielka; zawartość pelitu ilastego (illit), lokalnie, może być duża. Ponadto spotyka się anhydryt, rzadziej gips i kalcyt, które tworzą gniazda lub żyłki. Miejscami sparyt kalcytowy jest impregnowany substancją żelazistą, która wypełnia szczeliny międzyziarnowe. Z procesów diagenetycznych widoczne są efekty kompaktacji mechanicznej i wczesnej cementacji oraz neomorfizmu (rekrytalizacja mikrytu w grubszy mikryt lub mikrosparyt). Wapienie te nie są perspektywiczne jako skały zbiornikowe, ponieważ charakteryzują się porowatością około 0% i są nieprzepuszczalne.

Piaskowce górnego karbonu (pensylwanu) należą do formacji Wolina i Regi. Towarzyszą im iłowce i mułowce z wkładkami węgla oraz lokalnie skały węglanowe w formacji Wolina, natomiast mułowce i iłowce w formacji Regi. Piaskowce obu formacji, barwy szarej, szarowiśniowej oraz brunatnej, są podobnie wykształcone i charakteryzują się podobną historią diagenety. Piaskowce (Fig. 2.14) są reprezentowane przez arenity i waki, głównie kwarcowe, lokalnie subliptyczne i subarkozowe, o strukturze od bardzo drobno- do gruboziarnistej i teksturze bezładnej lub kierunkowej, podkreślonej ułożeniem blaszek łuszczyków i minerałów ilastych. Ziarna detrytyczne w badanych piaskowcach są najczęściej półobtoczone i na ogół dobrze wysortowane. Materiał detrytyczny przeważnie jest luźno upakowany. Kwarc jest głównym składnikiem mineralnym szkieletu ziarnowego piaskowców, a jego zawartość wynosi przeciętnie około 65,0% obj. skały. Ziarna kwarcu monokrystalicznego przeważają nad polikrystalicznym. Skalenie, reprezentowane przez skalenie potasowe, występują w niewielkiej ilości. Większe ilości, do około 4,0% obj. skały, stwierdzono w rejonie Wrzosowa. Ziarna skaleń często ulegają procesom rozpuszczania, przeobrażania w minerale ilaste i albit oraz zastępowania przez węglany. Litoklasty są w niewielkiej ilości składnikiem skały. Wśród nich dominują okruchy skał wylewnych i fragmenty szklawa wulkanicznego, rzadziej skał metamorficznych oraz sporadycznie skał osadowych. Blaszki łuszczyków (głównie muskowit, rzadziej biotyt

przeobrażany w chloryt) występują w zmieniających się ilościach. Z minerałów akcesorycznych stwierdzono obecność głównie cyrkonu, rzadziej rutylu i tytanitu. Przestrzenie międzyziarnowe w piaskowcach są wypełnione całkowicie lub częściowo matriksem i/lub cementem. Matriks jest zbudowany z detrytycznych minerałów ilastych, które miejscami tworzą mieszaninę z pyłem kwarcowym i substancją żelazistą. Głównymi składnikami cementu są: kwarc autigeniczny w formie obwódek syntaksjalnych na ziarnach kwarcu (Fig. 2.14.A, C), autigeniczne minerały ilaste (kaolinit, dickit, illit, minerały mieszanopakietyllit/smektyt; Fig. 2.14.B–D, F), węglany (kalcyt, dolomit, ankeryt i syderyt; Fig. 2.14.E) oraz hematyt (Fig. 2.14.F) i wodorotlenki żelaza. Powszechnie, lecz w niewielkiej ilości, występują siarczany: anhydryt i baryt. Miejscami obserwowano materię organiczną. W piaskowcach wyróżniono efekty działania następujących procesów diagenetycznych: kompaktacji, cementacji, zastępowania, rozpuszczania i przeobrażania. Największy wpływ na porowatość i przepuszczalność piaskowców miała kompaktacja i cementacja oraz lokalnie rozpuszczanie.

Wśród **mułowców i ilowców górnego karbonu** występują odmiany piaszczyste. Skały te charakteryzują się strukturą pelitowo-aleurytowo-psamitową i teksturą najczęściej kierunkową, wyrażoną równoległym ułożeniem blaszek minerałów ilastych i łyszczyków, którym często towarzyszą wodorotlenki żelaza, lokalnie syderyt i materia organiczna. Ze składników mineralnych, kwarc przeważa nad skaleniami czy litoklastami. Miejscami, w dużych ilościach występują łyszczyki (muskowit, biotyt). Masa podstawowa spoiwa jest złożona z minerałów ilastych i krzemionki oraz substancji żelazistej (wodorotlenki żelaza i hematyt), która często przeważa nad pozostałymi składnikami. Hematyt często tworzy formy masywne, miejscami skupienia bardzo drobnych form kulistych. Ponadto, lokalnie, występują węglany: ankeryt oraz syderyt (tylko w osadach formacji Wolina). W większości mułowców stwierdzono występowanie kaolinitu robakowatego.

Podsumowanie

1. Piaskowce górnego karbonu (pensylwan) formacji Wolina i Rygi reprezentują arenity i waki kwarcowe, lokalnie subarkozowe. Głównym składnikiem szkieletu ziarnowego jest kwarc z przewagą kwarcu monokrystalicznego nad polikrystalicznym. W znacznie mniejszych ilościach występują łyszczyki, skalenie i okruchy skał, a minerały akcesoryczne należą do nielicznych. Materiał detrytyczny najczęściej jest półobtoczony. Głównymi składnikami spoiwa piaskowców są: detrytyczne minerały ilaste oraz minerały autigeniczne, z których do najważniejszych należą: kwarc, kaolinit, kalcyt, dolomit, ankeryt, illit oraz hematyt i wodorotlenki żelaza. W niewielkiej ilości występują: anhydryt, baryt i syderyt.

2. Piaskowce górnego karbonu (pensylwan) charakteryzują się porowatością od $<1,0$ do $>12,0\%$. Dominuje w nich porowatość pierwotna, natomiast porowatość wtórna (rozpuszczanie ziarn i cementów) stanowi nieznaczny procent. Przepuszczalność tych piaskowców najczęściej wynosi kilka mD, ale są wśród nich również nieprzepuszczalne, czy słabo przepuszczalne. Najlepsze właściwości zbiornikowe mają arenity kwarcowe, których głównymi składnikami spoiwa są kwarc autigeniczny i kaolinit. Występujący w piaskowcach illit włóknisty znacznie ograniczył ich przepuszczalność (rejon Wrzosowa).

3. Piaskowce dolnego karbonu (missisip) stanowią niewielki udział w profilu osadów. Są one silnie zdiagenezowane, masywne i mają niekorzystne właściwości petrofizyczne. Charakteryzują się porowatością około $1,6\%$ i przepuszczalnością $<0,01$ mD.

4. Osady węglanowe, niezdomolizowane wapienie, nie są perspektywiczne jako skały zbiornikowe, z uwagi na wczesną cementację, powszechną neomorficzną rekrytalizację oraz brak wtórnej porowatości. Porowatość ich najczęściej jest bliska zeru, a skały są nieprzepuszczalne.

Koncepcje poszukiwawcze w utworach karbonu

Pod względem rozpoznania budowy geologicznej, karbon obszaru przetargowego „Gryfice” należy uznać za słabo rozpoznany. Ponad połowa otworów wiertniczych, dowierca-

jąca się do tych utworów, została wykonana wokół złoża Wrzosowo. Obraz budowy strukturalnej powierzchni podcechsztyńskiej (w tym karbonu) jest głównie oparty na licznych zdjęciach sejsmicznych 2D, wykonanych do końca lat 80-tych XX w., oraz późniejszych zdjęciach sejsmicznych 2D i zdjęcia sejsmicznego 3D. Pomimo reprocessingu zdjęcia sejsmicznego Świerżno 3D (2002) nie uzyskano do końca zadowalających wyników dla m.in. interpretacji horyzontów podcechsztyńskich (Chruścińska i Płatek, 2016). Jednakże, w ostatnich pracach Bajewskiego i in. (2019, 2020), zaprezentowano metodę zwiększenia jakości archiwalnych zdjęć sejsmicznych 2D dzięki reprocessingowi opartemu na sekwencji przetwarzania opracowanej przez INiG–PIB. W jej wyniku uzyskano poprawę czytelności horyzontów permsko-mezozoicznych i płaszczyzn dyslokacji. Horyzonty podcechsztyńskie również stały się bardziej widoczne, lecz nadal nie jest to obraz pozwalający na w pełni wiarygodną i szczegółową interpretację. Zdaniem Bajewskiego i in. (2020) w celu uzyskania lepszego obrazu sejsmicznego dla utworów podłoża podcechsztyńskiego należy starać się odwzorować poprawnie pola prędkości w ich obrębie.

Ze względu na bliskość odkrytych złóż gazu ziemnego (m.in. Wrzosowo, Gorzysław N, Dargosław) sugeruje się, aby wysiłek poszukiwawczy skupić wokół utworów górnego karbonu. Występują one w północno-wschodniej i północnej części obszaru przetargowego „Gryfice” (Fig. 2.10). Wraz z zastosowaniem najnowszych rozwiązań, opracowanych przez Bajewskiego i in. (2020), należy podjąć się nowej interpretacji strukturalnej podłoża podcechsztyńskiego, zwłaszcza pod kątem występowania górnego karbonu. Najbardziej perspektywiczne, stosując analogię do odkrytych złóż, wydają się być strefy wyniesione, w których występują

uskoki je obrzeżające, o kierunku NW-SE (strefa złóż Gorzysław – Trzebusz – Dargosław). Dodatkowo, podobnie jak w przypadku złoża Wrzosowo, perspektywiczne wydają się być strefy występujące w niedalekiej odległości od wychodni dewońsko-dolnokarbońskich. W pobliżu strefy krawędziowej, w utworach górnego karbonu, sugeruje się poszukiwanie półzrębów ograniczonych jedną powierzchnią dyslokacyjną. Sama zaś pułapka najprawdopodobniej będzie się składać z pakietów piaskowcowo-mułowcowych.

Utwory górnego karbonu obszaru przetargowego „Gryfice” można również potraktować jako potencjalne rezerwuary dla złóż niekonwencjonalnych typu „*tight gas*”. Spełniają one w większości kryteria zaproponowane dla złóż typu *tight* przez Podhalańską i in. (2016). Utwory górnego karbonu charakteryzują się w pewnych odcinkach mięszymi pakietami piaskowców o średniej porowatości i kiepskiej przepuszczalności. Takie horyzonty można traktować jako piaskowce typu związłego (*tight sand*). Podejście do utworów górnego karbonu jak do pułapek typu hybrydowego wynika ze zróżnicowanej miąższości interwałów piaskowcowych i mułowcowych, które były rezultatem m.in. rozwoju fluwialnego środowiska sedymentacji. W otworze Strzeżewo 1 wykonano opróbowanie próbnikiem złożowym, gdzie otrzymano przypływ zgazowanej wody złożowej (Fig. 2.15).

W przypadku potraktowania utworów górnego karbonu jako potencjalnych horyzontów dla występowania złóż typu „*tight*” modelu hybrydowego sugeruje się wykonanie otworów kierunkowych/horyzontalnych. Następnie, w interwałach piaskowcowo-mułowcowych, powinno się przewidzieć perforację interesujących interwałów oraz zabiegi szczelinowania hydraulicznego.

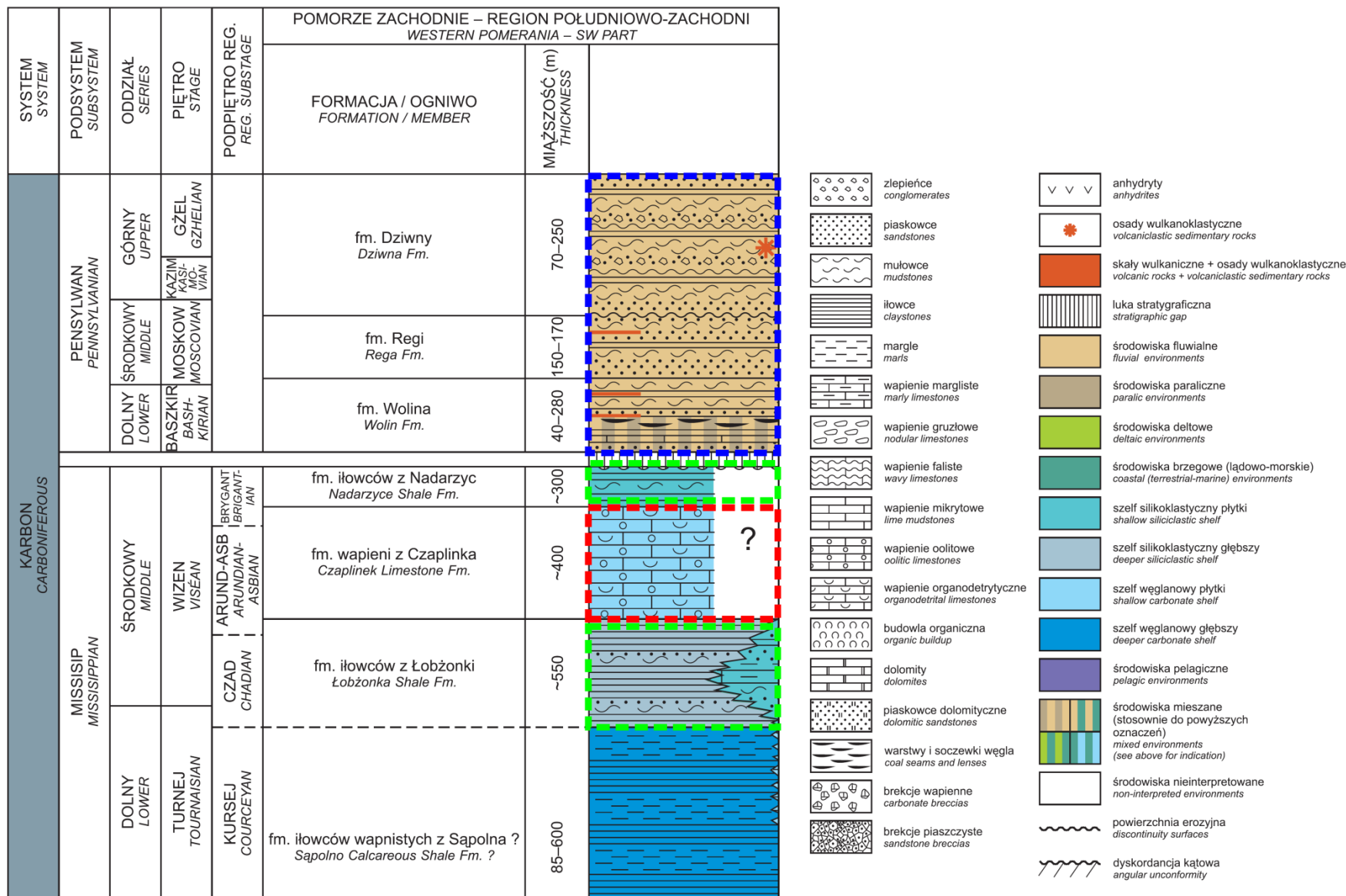


Fig. 2.13. Stratygrafia, litologia i środowiska sedymentacji karbonu Pomorza Zachodniego (Matyja, 2006, 2008; zmodyfikowane). Ramki oznaczone z przerywaną linią określają zidentyfikowane (czerwony i niebieski) i hipotetyczne (zielony) jednostki litostratygraficzne rozpoznane za pomocą otworów wiertniczych na obszarze przetargowym „Gryfice”.

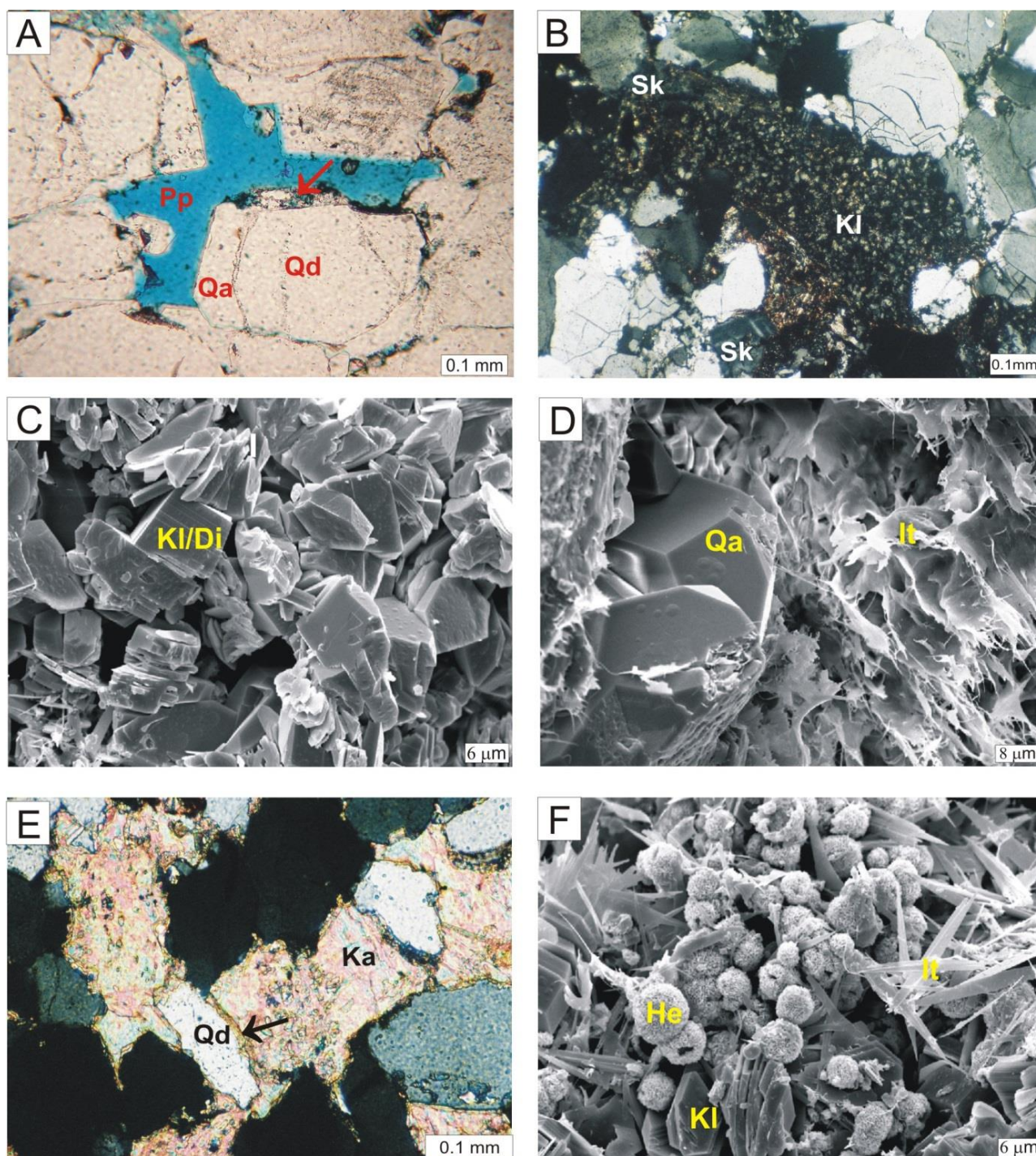


Fig. 2.14. **A.** Porowość pierwotna (Pp) i wtórna (strzałka) powstała w efekcie rozpuszczania kwarcu autigenicznego (Qa) na ziarnach kwarcu (Qd). Próbka impregnowana niebieską żywicą; otwór Wrzosowo 8, głęb. 3185,9 m; obraz PL, bez analizatora. **B.** Ziarno skalenia potasowego (Sk) przeobrażane w kaolinit (Kl); otwór Wrzosowo 3, głęb. 3158,4 m; obraz PL, nikole skrzyżowane. **C.** Kaolinit/dickit blokowy (Kl/Di); otwór Strzeżewo 1, głęb. 3821,2 m; obraz SEI. **D.** Illit włóknisty (It) i kryształy kwarcu autigenicznego (Qa); otwór Wrzosowo 3, głęb. 3129,8 m; obraz SEI. **E.** Cement kalcytowy (Ka) w piaskowcu; kalcyt (strzałka) zastępuje ziarna kwarcu (Q); otwór Wrzosowo 8, głęb. 3193,6 m; obraz PL, nikole skrzyżowane. **F.** Kuliste formy hematytu (He) pomiędzy kryształami kaolinitu (Kl), obrastane illitem włóknistym (It); otwór Strzeżewo 1, głęb. 3724,2 m; obraz SEI.

Strzeżewo 1 GR

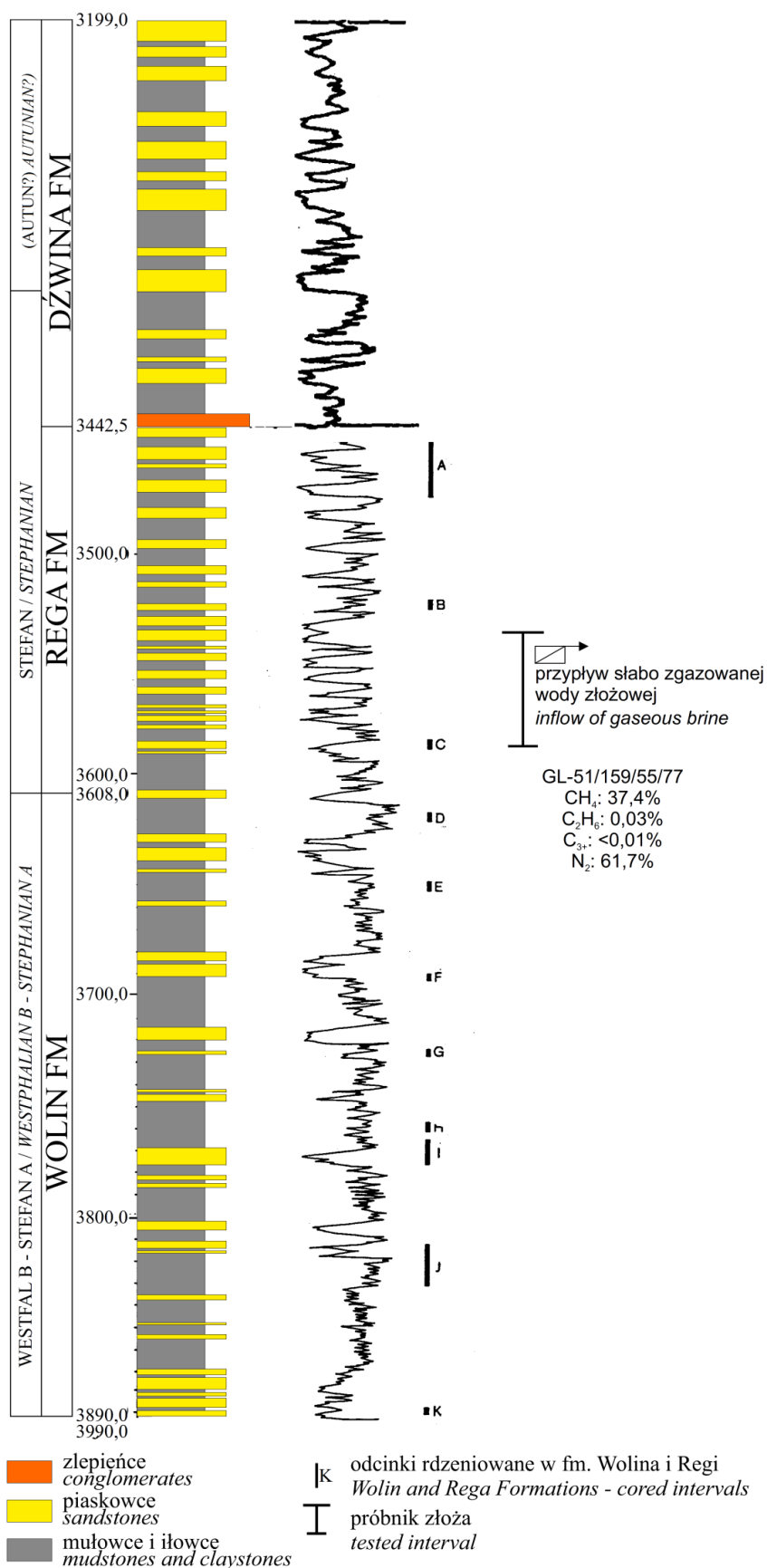


Fig. 2.15. Profil litologiczno-geofizyczny utworów górnego karbonu z otworu Strzeżewo 1 (Kombrink i in., 2010; zmodyfikowane). Z dokumentacji otworowej zestawiono jedno opróbowanie próbnikiem złożowym oraz jedną z analiz gazu (Ryba i Szewc, 1978).

2.3.3. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory czerwonego spągowca nawiercono w 19 otworach wiertniczych, na głębokościach:

- Benice 1: 3150,0–3247,0 m,
- Brojce IG-1: 3609,5–3674,5 m,
- Gostyń 2: 3262,5–3314,0 m,
- Gryfice 1: 3340,5–3367,0 m,
- Gryfice 2: 3391,0–3415,0 m,
- Jarszewo 1: 2915,0–2998,7 m,
- Kaleń 1: inf. jest własnością inwestora,
- Kamień Pomorski 7: 2707,5–3230,0 m,
- Kamień Pomorski 13: 2658,5–2672,0 m,
- Laska 2: 3091,5–3456,0 m,
- Rekowo 2: 3014,5–3141,5 m,
- Strzeżewo 1: 3109,0–3199,0 m,
- Świerżno 1: 3084,5–3103,0 m,
- Świerżno 4: 3156,0–3195,0 m,
- Wrzosowo 1: 3077,0–3081,5 m,
- Wrzosowo 2: 3055,5–3059,5 m,
- Wrzosowo 3: 3073,0–3101,0 m,
- Wrzosowo 8: 3075,0–3077,5 m,
- Wrzosowo 9: 3060,5–3084,5 m.

Spośród nich, w 12 otworach przewiercono skały czerwonego spągowca i dowiercono się, bezpośrednio pod nimi, do utworów dewonu (2 otwory) lub karbonu (10 otworów). Otwory nawiercające lub przewiercające czerwony spągowiec są rozmieszczone na całym obszarze przetargowym (Fig. 2.18, Fig. 2.21–2.22). Najwięcej otworów wiertniczych występuje w jego zachodniej części (15 otworów), we wschodniej zaś – jedynie kilka.

Sumaryczna miąższość utworów czerwonego spągowca, rozpoznana otworami wiertniczym, jest zróżnicowana i waha się od 2,5 m do 522,5 m. W większości otworów z obszaru przetargowego „Gryfice” jego miąższość mieści się w przedziale 20–100 m.

*Litologia i stratygrafia –
ogólny zarys stratygrafii*

Obecnie dla utworów czerwonego spągowca funkcjonują dwa podziały stratygraficzne, które opierają się na różnych kryteriach wyróżniania jednostek. Nieformalny podział, zaporoponowany przez Pokorskiego (1981, 1988, 1997; Fig. 2.16), noszący cechy allo-

stratygrafii i tektonostratygrafii, umożliwia korelację z osadami z basenu północnoniemieckiego (Hoffmann i in., 1997). Dodatkowo, w utworach górnego czerwonego spągowca, Kiersnowski (1997, 1998) wydzielił sekwencje depozycyjne (1–8b), na podstawie których opracowano szczegółowe następstwo cykli dla północno-zachodniej części Polski i północno-wschodniej części Niemiec (Kiersnowski i Buniak, 2006; Fig. 2.19).

Na obszarze przetargowym „Gryfice” profil czerwonego spągowca jest zredukowany do dolnej i środkowej części grupy Odry oraz górnej części grupy Warty.

*Litologia i stratygrafia –
dolny czerwony spągowiec*

Spągowa część profilu czerwonego spągowca składa się z cykli piaskowcowo-mułowcowych z przewarstwieniami zlepieńców. Dybowa-Jachowicz i Pokorski (1984) oraz Pokorski (1987) utwory te wyróżniają jako formację Świńca (Fig. 2.16). Osady formacji były deponowane w środowiskach fluwialnych i limnicznych regresywnych zbiorników śródlądowych. Przyjmuje się, że formacja Świńca jest wieku najwyższego karbonu (stefan C) i najniższego czerwonego spągowca (Pokorski, 1987; Fig. 2.16). Utwory formacji Świńca zostały rozpoznane na obszarze przetargowym „Gryfice” w następujących otworach: Strzeżewo 1, Wrzosowo 2, 3, 8, 9. Ich współczesne występowanie ogranicza się jedynie do zachodniej i północno-zachodniej części obszaru przetargowego.

Na utworach osadowych formacji Świńca zalegają utwory wulkaniczne i piroklastyczne wielkopolskiej formacji wulkanogenicznej (Fig. 2.16). Skały piroklastyczne składają się z tufów i tufitów, przewarstwiających się z piaskowcami oraz mułowcami (Dybowa-Jachowicz i Pokorski, 1984). Osiągają one nawet do 58 m miąższości – w otworze Strzeżewo 1 (*op. cit.*). Utwory wulkaniczne wielkopolskiej formacji wulkanogenicznej reprezentują kwaśne i obojętne skały wylewne, opisywane przez Rykę (1968, 1978) jako ryolity. Ich powstanie wiązało się z skorupowym wulkanizmem, który w wyniku wzrostu tem-

peratury oraz stopnia geotermicznego doprowadzał do tworzenia się intruzji oraz inicjacji cykli wulkanicznych (Ryka, 1978). Pokrywa wulkaniczna wielkopolskiej formacji wulkanogenicznej występuje na całym obszarze przetargowym „Gryfice” (Fig. 2.17–2.18). Największa jej miąższość występuje w jego południowo-zachodniej części i osiąga około 520 m w otworze Kamień Pomorski 7 (Fig. 2.18). W kierunku północnym i zachodnim grubość pokrywy wulkanicznej się zmniejsza (Fig. 2.18).

Litologia i stratygrafia – górną czerwony spągowiec

Działalność tektoniki dysjunktywnej i intensywna erozja między utworami dolnego i górnego czerwonego spągowca spowodowała peneplenizację pokrywy wulkanicznej bądź jej zderzenie, a także zapisała się w formie luki stratygraficznej, liczącej co najmniej 10 mln lat (Nawrocki, 1995) lub nawet 20 mln lat (inf. ustna: H. Kiersnowski, 2021). Depozycja utworów górnego czerwonego spągowca zapoczątkowała nowy etap w ewolucji basenów sedymentacyjnych – powstanie basenu późnopermsko-mezozoicznego. Jego powstanie było związane z silnymi impulsami subsydencji tektonicznej, ze znacznym udziałem subsydencji termicznej (Wagner, 1994; Dadlez i in., 1998)

W północno-zachodniej części Polski, trakcie trwania górnego czerwonego spągowca, zachodziła depozycja osadów formacji Drawy i Noteci (Fig. 2.16). Pod względem litologicznym nie wykazują one większego zróżnicowania (Pokorski, 1987). Utwory formacji Drawy i Noteci składają się z całej gamy osadów klastycznych, które były deponowane w różnorodnych środowiskach sedymentacji (m.in. Kiersnowski, 1997, 1998; Kiersnowski i Buniak, 2006).

W trakcie sedymentacji osadów dolnej części formacji Drawy, obszar przetargowy „Gryfice” stanowił obszar alimentacyjny dla basenu, znajdującego się na południu (Fig. 2.19). Dopiero w górnej części formacji Drawy sedymentacja ograniczała się jedynie do południowej i południowo-zachodniej części omawianego obszaru (Fig. 2.19–2.20). Deponowane były osady zlepieńców aluwialnych i piaskowców fluwialnych (cyklu AL II; Kiersnowski i Buniak, 2006; Fig. 2.19), a także

fluwialne piaskowce i drobnoziarniste zlepieńce z wkładkami mułowców, jak również w lokalnych obniżeniach mułowce plai (cykl P-L III; Fig. 2.19).

Utwory formacji Drawy i Noteci są rozdzielone regionalną powierzchnią nieciągłości, która powstała w wyniku erozji i akumulacji kolejnego cyklu depozycyjnego (Kiersnowski i Buniak, 2006). Dolna część formacji Noteci na obszarze przetargowym „Gryfice” występuje w jego południowo-zachodniej części (Fig. 2.19). Składa się ona z zlepieńców i piaskowców deponowanych w formie stożków oraz równin aluwialnych (cykl AL III; Fig. 2.19). Kolejny cykl depozycyjny zalega przekraczając na wcześniej zdeponowanych osadach oraz charakteryzuje się rozszerzeniem swojego zasięgu w kierunku północnym (Fig. 2.19). Od północno-zachodniej do południowo-wschodniej części obszaru przetargowego występują małej miąższości osady zlepieńców i piaskowców aluwialnych, które są zastępowane w kierunku południowym przez fluwialne piaskowce oraz mułowce (P-L.IV; Fig. 2.19). Osady górnej części formacji Noteci zajmują obszar, którego zasięg jest przybliżony do obecnie rozpoznanego układu facjalnego (Fig. 2.19–2.21). Jedynie w północno-wschodniej i niewielkim odcinku zachodniej części obszaru przetargowego występuje obszar źródłowy dla materiału klastycznego. W pozostałej jego części występuje pas piaskowców fluwialnych, przechodzących w kierunku południowo-zachodnim w mułowce z wkładkami piaskowców oraz utwory piaskowcowo-mułowcowe, charakteryzujące się cyklami prostymi (P-L.V; Fig. 2.19–2.21).

Najwyższe partie górnego czerwonego spągowca (w większości utworów obszaru przetargowego „Gryfice”) charakteryzują się białą lub szarą barwą. Są to osady które zostały odbarwione bądź przerobione przez wody morskie, w wyniku ingresji morza cechsztyńskiego.

Miąższość utworów górnego czerwonego spągowca na obszarze przetargowym (osiągająca do 200 m) nie wykazuje dużego zróżnicowania (Fig. 2.22). Najmniejsza miąższość występuje w północnej części omawianego

obszaru, zwiększa się zaś w kierunku południowym (Fig. 2.22). Jest to spowodowane tym, że m.in. północna część obszaru przetargowego, przez bardzo długi czas, stanowiła obszar alimentacyjny dla centralnego basenu sedimentacyjnego czerwonego spągowca (Fig. 2.19). Jedynie w najbardziej skrajnej części południowej (okolice otworu wiertniczego Benice 1) obserwuje się nagły wzrost miąższości, wywołany działalnością synsedymencyjną uskoku Adler – Kamień Pomorski, który doprowadził do powstania rowu Samlino – Resko (Fig. 2.20).

*Petrografia czerwonego spągowca –
zarys ogólny problematyki*

Wyniki badań petrograficznych, prowadzonych bezpośrednio na obszarze przetargowym „Gryfice” oraz w bezpośrednim sąsiedztwie tego obszaru, można pozyskać z licznych publikacji (m. in.: Buniak i Solarska, 2004; Jackowicz, 1997; Kuberska i in., 2007, 2008; Kuberska, 2008; Maliszewska i Kuberska, 1996, 2008, 2009; Maliszewska i in., 1998, 2016; Rusek i in., 2005) oraz z dokumentacji wyników sporządzonych dla otworów wiertniczych: Benice 1, Brojce IG-1, Gostyń 2, Gryfice 1, 2, Jarszewo 1, Kaleń 1, Kam. Pomorski 7, 13, Laska 2, Rekowo 2, Strzeżewo 1, Świerżno 1, 4, Wrzosowo 1, 2, 3, 8, 9. Poniżej przedstawiono wyniki badań skał silikoklastycznych, które występują pomiędzy formacją Regi a utworami wielkopolskiej formacji wulkanogenicznej. Niższa ich część reprezentuje (według Żelichowskiego, 1987) osady westfalu D i autunu (formacja Dziwny), a wyższa odpowiada najwyższemu stefanowi i najniższej części autunu (formacja Świńca; Pokorski, 1987). Ponadto przedstawiono wyniki badań skał permu należących do czerwonego spągowca dolnego i górnego. W badaniach skał stosowano zmodyfikowaną klasyfikację Dotta (Pettijohn i in., 1972).

*Petrografia czerwonego spągowca –
pogranicze karbonu i permu*

Osady przejściowe karbonu i permu są reprezentowane przez czerwono-brunatne iłowce i mułowce z wkładkami piaskowców, zlepieńce zaś notuje się sporadycznie (Maliszewska i in., 2016).

Litofacja zlepieńcowa. Zlepieńce są reprezentowane przez odmiany drobnookruchowe, zwarte, barwy szarej. Dostrzeżono je w profilach z otworów Strzeżewo 1 i Wrzosowo 2. Wszystkie zaliczono do mikrolitofacji rudy-tów kwarcowych, przy czym większość, to parazlepieńce o zawartości ziarn żwiru od 50,0% do 85,0%. Frakcja psefitowa jest reprezentowana głównie przez półobtoczone ziarna kwarcu polikrystalicznego. Sporadycznie występują także jasnobrunatne okruchy skał wylewnych. Frakcja psamitowa ma również skład mało urozmaicony. Występują tu ziarna kwarcu, sporadycznie odnotowuje się skalenie potasowe w ilości około 1% obj. Litoklasty, oprócz tych, zaliczanych do kwarcu polikrystalicznego, są reprezentowane przez fragmenty skał wylewnych oraz kwarcowo-łuszczykowych łupków krystalicznych. Wśród minerałów akcesorycznych zauważono obecność cyrkonu i turmalinu.

Głównymi składnikami spoiwa zlepieńców są: kwarc autigeniczny, kaolinit, chloryt, podrzędnie hematyt, illit, minerały węglanowe i anhydryt. Poza autigenicznymi minerałami ilastymi, występują również minerały alloge-niczne, pochodzące z roztrucia fragmentów skał ilastych dostarczonych do zbiornika sedimentacyjnego. Powstałe w ten sposób spoiwo pelityczne określono jako „pseudomatriks” (Dickinson, 1970). Występuje ono jednak w bardzo nieznacznych ilościach.

Litofacja piaskowcowa. Piaskowce stanowią głównie wkładki wśród czerwono-brunatnych iłowców i mułowców. Jedynie ku stropowi formacji Dziwny w ujęciu Żelichowskiego (1987) zawartość piaskowców wzrasta. Najczęściej wyróżniano arenity kwarcowe, podrzędnie waki kwarcowe. W otworze wiertniczym Wrzosowo 8 zauważono wśród wak odmiany sublityczne, ze zwiększonym udziałem (>5% obj.) okruchów skalnych, głównie pochodzenia osadowego. Głównymi składnikami ich spoiw są minerały ilaste (illit, kaolinit, dickit) i kwarc autigeniczny, natomiast węglany i siarczany występują podrzędnie. Wszystkie piaskowce poddane były procesom diagenetycznym, które zachodziły w różnych warunkach pogrzebienia osadu, w dwóch etapach – eo- i mezodiagenety. Piaskowce pogranicza karbonu i permu, na podstawie do-

stępnych danych, poddane były temperaturom przekraczającym nieco 100°C, natomiast analiza materiału organicznego wskazuje na warunki paleotermiczne w granicach 120–130°C (Kuberska, 2008). Porowatość mierzona metodą komputerowej analizy obrazu w wybranych próbkach piaskowców waha się od 4,91% do 9,26%, natomiast pomierzona planimetrycznie od 5,1% do 14,8%. W opisywanych piaskowcach zachowała się porowatość pierwotna (Fig. 2.23). Często jednak mamy do czynienia z wtórną porowatością międzykrystaliczną w kaolinicie (Fig. 2.23). We wszystkich przypadkach przepuszczalność osadów jest niska (Kuberska i in., 2007).

Litofacja mułowcowa. Mułowce najczęściej odznaczają się barwą czerwobrunatną, niekiedy brunatną. Należą one do odmian kwarcowych. Wykazują zwięzłą budowę, ich tekstura często ma charakter zaburzony lub kierunkowy podkreślony równoległym ułożeniem minerałów blaszkowych. Głównym składnikiem szkieletu ziarnowego mułowców są nieobtoczone lub półobtoczone ziarna kwarcu, podrzędnie występują skalenie, częściowo zserycytyzowane. Mułowce zawierają liczne blaszki łuszczyków, przeważnie muskowitu, rzadziej biotyту. Obserwuje się także drobne skupienia tlenków żelaza, wprysnięcia pirytu i leukoksenu. Materiał detrytyczny w mułowcach jest scementowany substancją ilasto-żelazistą. Rozróżnienie poszczególnych składników nie jest możliwe, częściowo jednak metodami mikroskopowymi udaje się zidentyfikować obecność hematytu oraz wodorotlenków żelaza impregnujących mułowce.

Litofacja iłowcowa. Iłowce to skały barwy brunatnej lub szarej. Są reprezentowane przez odmiany illitowo-chlorytowo-kwarcowe, najczęściej żelaziste. Tekstura iłowców jest świadectwem sedymentacji niespokojnej i wielokrotnie zaburzonej. Iłowce z otworu Wrzosowo 2 mają charakter zlepieńców ilastych, gdzie w brunatnych iłowcach żelazistych tkwią okruchy iłowców jasnych.

Petrografia czerwonego spągowca – seria wulkaniczna

Serię wulkaniczną reprezentują ryolity i dacyty. Występują także skały piroklastyczne, reprezentowane przez spieczone tufy, oraz skały wulkanogeniczne (piroklastyczno-epiklastyczne i epiklastyczno-piroklastyczne), których dokładną charakterystykę można znaleźć w monografii skał permu dolnego (Maliżewska i in., 2016).

Petrografia czerwonego spągowca – górnny czerwony spągowiec

Litofacja zlepieńcowa. Zlepieńce są skałami zwięzłymi, barwy szarobrunatnej, czerwobrunatnej lub szarej. Najczęściej reprezentują utwory stożków aluwialnych, wykazując strukturę psefitowo-psamitową. Bywają przewarstwione piaskowcami zlepieńcowatymi lub gruboziarnistymi. Większość zlepieńców należy do odmian drobnookruchowych. Występują tu zarówno bogate w materiał psefitowy ortozlepieńce, złożone z gęsto upakowanych okruchów żwiru, jak i parazlepieńce, uboższe w żwir, a bogatsze w masę wypełniającą. Skład materiału detrytycznego zlepieńców jest zawsze związany z obszarem sedymentacji, jego paleogeografią i tektoniką. Na obszarze przetargowym występują zlepieńce, określane jako wulkaniczne (oligomiktyczne), jak również polimiktyczne złożone częściowo z okruchów skał wulkanicznych (ryolitów, dacytów), częściowo z fragmentów skał osadowych (piaskowców, wapieni). Zawierają one także pojedyncze okruchy skał metamorficznych. W spoiwie występują minerały ilaste, wodorotlenki żelaza, węglany, kwarc autigeniczny i anhydryt (Fig. 2.24).

Zlepieńce czerwonego spągowca górnego należą do skał bardzo zwięzłych, lecz niekiedy bywają spękane. Ich porowatość (Maliżewska i in., 2016) zwykle wynosi w granicach kilku procent.

Litofacja piaskowcowa. Piaskowce są barwy czerwobrunatnej lub szaroróżowej, rzadziej – szarej. Najczęściej są one drobno- lub średniouziarnione, nieco rzadziej występują piaskowce zlepieńcowate. Materiał detrytyczny jest wysortowany w dość słabym stopniu, ponadto odznacza się słabym stopniem obto-

czenia ziaren. Z uwagi na skład mineralny detrytu wyróżniono mikrolitofacje arenitów sublitycznych i litycznych. Niektóre próbki arenitów należą do skał sublityczno-subarkozowych. Oprócz arenitów wyróżniono także waki sublityczne, lityczne i kwarcowe. Niemal wszystkie badane próbki reprezentują skały zwarte o teksturze równoległej, rzadziej – o teksturze bezładnej. Głównym składnikiem piaskowców są ziarna kwarcu, skaleni (niezbliźniaczone skalenie potasowe i polisyntetycznie zbliźniaczony mikroklin), litoklasty (głównie okruchy skał wulkanicznych: szare i brunatne ryolity i dacyty o strukturze afirowej, rzadziej – porfirowej i mikrofelsytowej lub mikropoikilitowej strukturze ich ciasta skalnego). Niektóre okruchy mogą reprezentować ignimbryty lub niespieczone tufy popiołowe. Najrzadziej obserwowano klasty trachyandezytów i trachybazaltów, ponadto drobnoziarnistych piaskowców, mułowców i wapieni. Występujące miejscami okruchy brunatnych iłowców uznano za intraklasty. Podrzednie w materiale detrytycznym piaskowców występują blaszki muskowitu i biotyty oraz ziarna minerałów ciężkich. Opisany materiał detrytyczny jest spojony mułkowo-ilasto-żelazistą masą wypełniającą oraz minerałami ortochemicznymi, określanymi jako cementy.

W grupie autigenicznych minerałów ilastych wyróżniono illit, kaolinit, chloryty oraz seladonit. Illit występuje w postaci łuseczek oraz włókien. Oznaczenie wieku K-Ar wzrostu illitu w próbce piaskowca np. z otworu Karsk 1 wykazało, że wykrył on w toarku (180,5 mln lat; Maliszewska i Kuberska, 2009). Wydaje się, że prekursorami illitu były ziarna skaleni potasowych, lecz mógł on również krystalizować z wód formacyjnych, co w osadach czerwonego spągowca Niemiec opisali Zwingmann i in. (1998). Kaolinit obserwowano w postaci pseudoheksagonalnych płytek, tworzących robakowate skupienia o strukturze książeczkowatej (Maliszewska i Kuberska, 2009). Źródłami glinu i krzemionki dla utworzenia kaolinitu mogły być ziarna skaleni i łuseczki łuszczyków. Chloryty występują w postaci blaszek, często tworzących agregaty wachlarzowe lub o strukturze komórkowej (Fig. 2.24). Utworzyły się

one głównie wskutek przeobrażenia ciasta skalnego okruców wulkanicznych.

Cementy kwarcowe najczęściej występują tu w postaci syntaksjalnych obwódek regeneracyjnych na ziarnach kwarcu lub w postaci izolowanych słupków o symetrii heksagonalnej. Badania inkluzji fluidalnych dostrzeżonych przez Jarmołowicz-Szulc (2009) w kwarcowych obwódkach regeneracyjnych na ziarnach z piaskowców (m. in. Brojce IG-1, Wysoka Kamieńska 2) wykazały temperatury homogenizacji w granicach 131–165°C oraz zasolenie eq. NaCl w granicach 2–9%.

Minerały węglanowe w badanych piaskowcach są reprezentowane głównie przez kalcyt i dolomit (Fig. 2.24), wyjątkowo przez ankeryt. Niemal wyłącznym reprezentantem grupy siarczanów w analizowanych piaskowcach jest anhydryt. Występuje on w postaci cementów porowych, złożonych z pojedynczych tabliczek i ich skupień, a niekiedy tworzy także cementy poikiloklastyczne. Autigeniczne związki żelaza w piaskowcach są reprezentowane przez hematyt i wodorotlenki Fe. W piaskowcach z otworu Brojce IG-1 (przystopowa część profilu) dostrzeżono drobne skupienia piryty.

Jak wykazały badania petrofizyczne piaskowców, najczęściej odznaczają się one niską porowatością (niekiedy tylko około 20,0%) oraz przepuszczalnością poniżej 0,1 mD, wyjątkowo około 300 mD. Procesami, które najsilniej wpłynęły na ograniczenie pierwotnej, znacznej porowatości świeżo zdeponowanych osadów były: kompaktacja mechaniczna i cementacja. Częsta obecność włóknistego illitu w badanych piaskowcach jest niewątpliwie jedną z głównych przyczyn ich niskiej lub zerowej przepuszczalności. Główną przyczyną obecnej porowatości piaskowców jest rozwój mezodiagenetycznych procesów rozpuszczania, które obejmowało zarówno ziarna detrytyczne, jak i składniki cementów.

Litofacja mułowcowa. Mułowce są skałami brunatnymi, związłymi, o teksturze równoległej. Skały te odznaczają się słabym wysortowaniem materiału detrytycznego, stąd obok mułowców właściwych obecność odmian piaszczystych i ilastych. Mułowce często zawierają laminy i soczewki piaszczyste oraz

intraklasty iłowców żelazistych. Miejscami obserwuje się w nich nodule anhydrytowe lub kalcytowe. Najpospolitszym składnikiem detrytycznym mułowców jest ostrokrawędzisty pył kwarcowy. W drobnych ilościach notuje się tu ziarna skaleni i blaszki łyszczyków (głównie muskowitu). Do głównych składników spoiwa mułowców, podobnie jak w piaskowcach, należą minerały ilaste: illit, chloryt i kaolinit. Większość z nich to minerały allo-geniczne. Można sądzić, że występują tu również autigeniczne fazy mineralne, lecz nie zostały one dostrzeżone z powodu silnej impregnacji pelitu ciemnymi wodorotlenkami żelaza. Rzadziej, niż w piaskowcach występują kalcyt i dolomit, częściej natomiast – anhydryt. Kwarc autigeniczny pojawia się rzadko.

Litofacja iłowcowa. Iłowce występują w postaci skał ciemnobrunatnych, zwięzłych, odznaczających się teksturą równoległą. Często bywają mułowcowe lub piaszczyste. Podobnie, jak mułowce są one nieporowate i nieprzepuszczalne. Iłowce są złożone głównie z drobnych łuseczek minerałów ilastych impregnowanych wodorotlenkami żelaza. Występują tu rozproszone drobne ziarna kwarcu, skaleni oraz łuseczki łyszczyków. Niekiedy widoczne są skupienia anhydrytu lub kalcytu.

Petrografia czerwonego spągowca – podsumowanie

1. Osady z pogranicza karbonu i permu oraz permu dolnego są reprezentowane przez piaskowce, mułowce i iłowce; zlepienie często występują w profilach górnego czerwonego spągowca i miejscami w utworach przygranicznych górnego karbonu i dolnego czerwonego spągowca. Piaskowce z utworów przygranicznych karbonu i permu (formacje z Dziwny i Świńca) są reprezentowane głównie przez arenity i waki kwarcowe, a więc zawierają mało litoklastów. Z kolei piaskowce górnego czerwonego spągowca w większości są osadami sublitycznymi, zawierającymi liczne okruchy skał wulkanicznych. Ostatnie z wymienionych piaskowców były skałami najbardziej podatnymi na przemiany diagenetyczne i z tego względu w ich obrębie upatruje się warstw o wyraźnych cechach kolektor-skich.

2. Piaskowce z utworów najwyższego karbonu i najniższego permu wykazały porowatość w granicach 0,7–8,0%. Porowatość pierwotna została zachowana jedynie w niewielkim stopniu. Najczęściej występuje tu międzykrystaliczna porowatość wtórna, dostrzegana w obrębie agregatów kaolinitowych. Niska przepuszczalność piaskowców jest spowodowana mikroporowym wykształceniem przestrzeni międzyziarnowych, nikłą ilością połączeń między porami oraz bardzo nierównomiernym ich rozmieszczeniem. Nie dostrzeżono warstw o dobrych własnościach zbiornikowych.

3. Piaskowce górnego czerwonego spągowca najczęściej wykazują niską porowatość, lecz dostrzegano warstwy o porowatości 16,0–21,0%, szczególnie w otworach wiertniczych położonych w pobliżu obszaru przetargowego „Gryfice”. Międzyziarnową porowatość pierwotną obserwowano rzadko. Najczęściej dostrzegano śródziarnową i międzykrystaliczną porowatość wtórna, utworzoną wskutek rozpuszczania diagenetycznego składników mineralnych, głównie ziaren skaleni i cementów węglanowych. Słaba przepuszczalność większości zbadanych piaskowców wynika z ich niskiej porowatości, a często stanowi efekt zajęcia przestrzeni porowych przez diagenetyczny illit wykształcony w postaci włókien. Krystalizacja illitu rozpoczęła się we wczesnej jurze, a mogła kontynuować się także w jurze środkowej, późnej i kredzie.

4. Osady formacji Dziwny i Świńca oraz czerwonego spągowca górnego zawierają bardzo ubogi materiał organiczny, reprezentowany przez reliktove formy macerałów witrynit (składniki witrynitopodobne) oraz inertynit. Brak materii organicznej w wymienionych osadach był spowodowany silnymi warunkami utleniającymi. Materiał organiczny z osadów formacji Dziwny i Świńca wykazuje znaczną dojrzałość termiczną, odpowiadającą późnej fazie generacji ropy naftowej (1,27–1,31% Ro), wskazując na paleotemperatury w granicach 120–130°C. Należy zaznaczyć, iż znaczny wpływ na transformację substancji organicznej w osadach formacji Dziwny i Świńca oraz górnego czerwonego spągowca miały silnie utleniające warunki sedymentacji i diagenety.

Koncepcja poszukiwawcza w utworach czerwonego spągowca

Budowa geologiczna czerwonego spągowca na obszarze przetargowym jest słabo rozpoznana. Z powodu różnej jakości danych sejsmicznych i trudności w jednoznacznej interpretacji horyzontu Z1', sugerujemy reprocessing zdjęć sejsmicznych 2D i 3D oparty na sekwencji opracowanej przez INiG-PIB (Bajewski i in., 2019, 2020). Dla zwiększenia lepszej czytelności oraz jednoznaczności horyzontów podcechsztyńskich zalecamy również odwzorowanie poprawnych pól prędkości dla podłoża cechsztynu.

Kluczowym horyzontem poszukiwawczym w utworach czerwonego spągowca jest jego górna część (górny czerwony spągowiec/formacja Noteci; Fig. 2.16). Występuje ona na

całym obszarze przetargowym z wyłączeniem rejonów północno-wschodniego oraz niewielkim stopniu w północno-zachodniego. Największych perspektyw poszukiwawczych należy doszukiwać się w południowym pasie aluwialnych piaskowców i zlepieńców. Istnieje szansa, że zostały one rozcięte przez facje fluwialne osadów korytowych, charakteryzujących się dobrymi własnościami petrofizycznymi. Dodatkowo, w południowej części obszaru przetargowego, występują liczne powierzchnie dyslokacyjne (Fig. 2.6). Część z nich mogła zostać reaktywowana w trakcie późniejszych ruchów tektonicznych, dzięki czemu istniała możliwość migracji węglowodorów i ich akumulacja w nowych pułapkach typu strukturalno-tektonicznego.

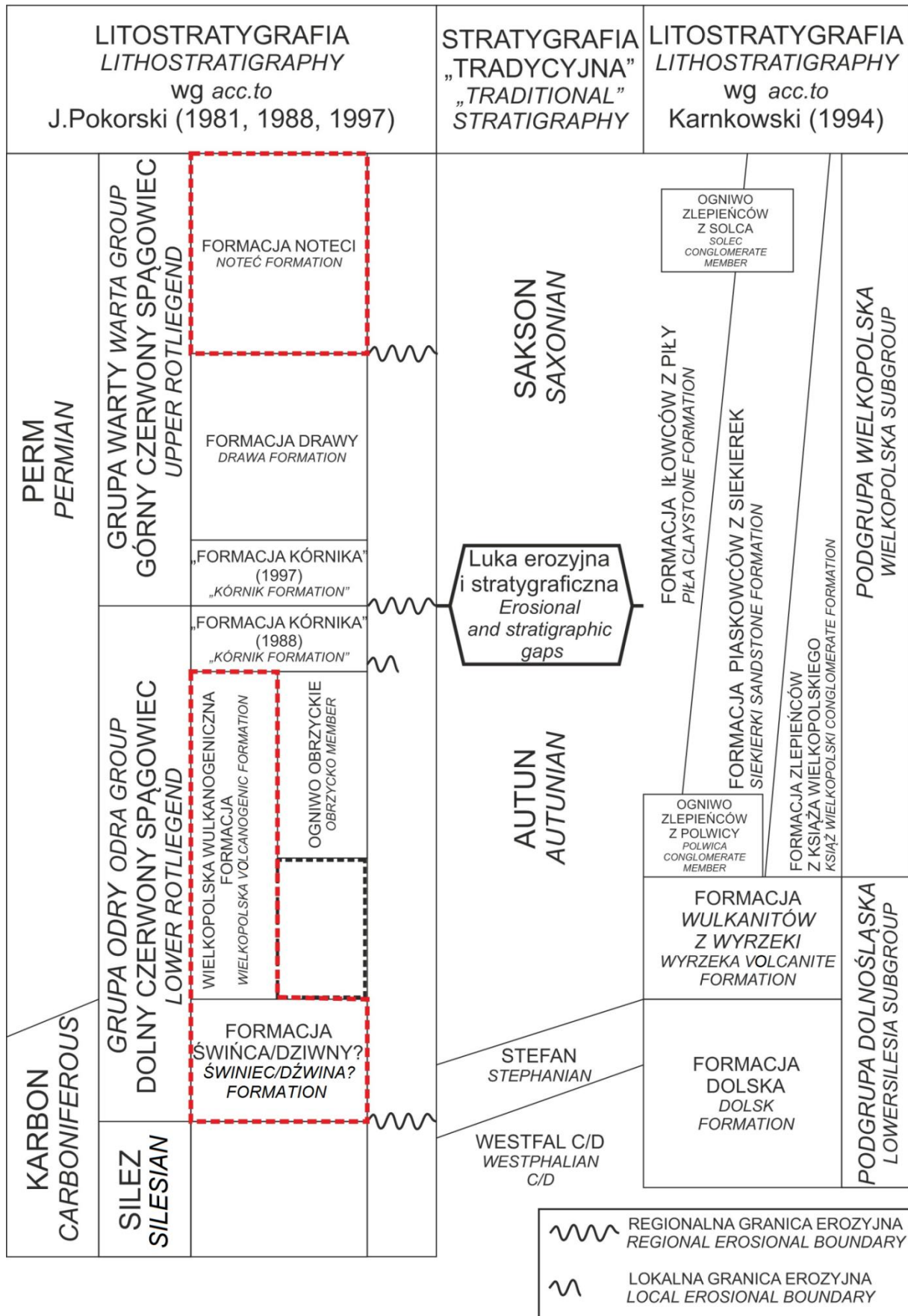


Fig. 2.16. Stratygrafia czerwonego spągowca w rejonie polskiej części basenu południowopermskiego (Kiersnowski, w: Maliszewska i in., 2003; zmodyfikowane). Czerwoną linią przerywaną zaznaczono jednostki litostratygraficzne (sensu Pokorski, 1981, 1988, 1997), które rozpoznano otworami wiertniczymi na obszarze przetargowym „Gryfice”.

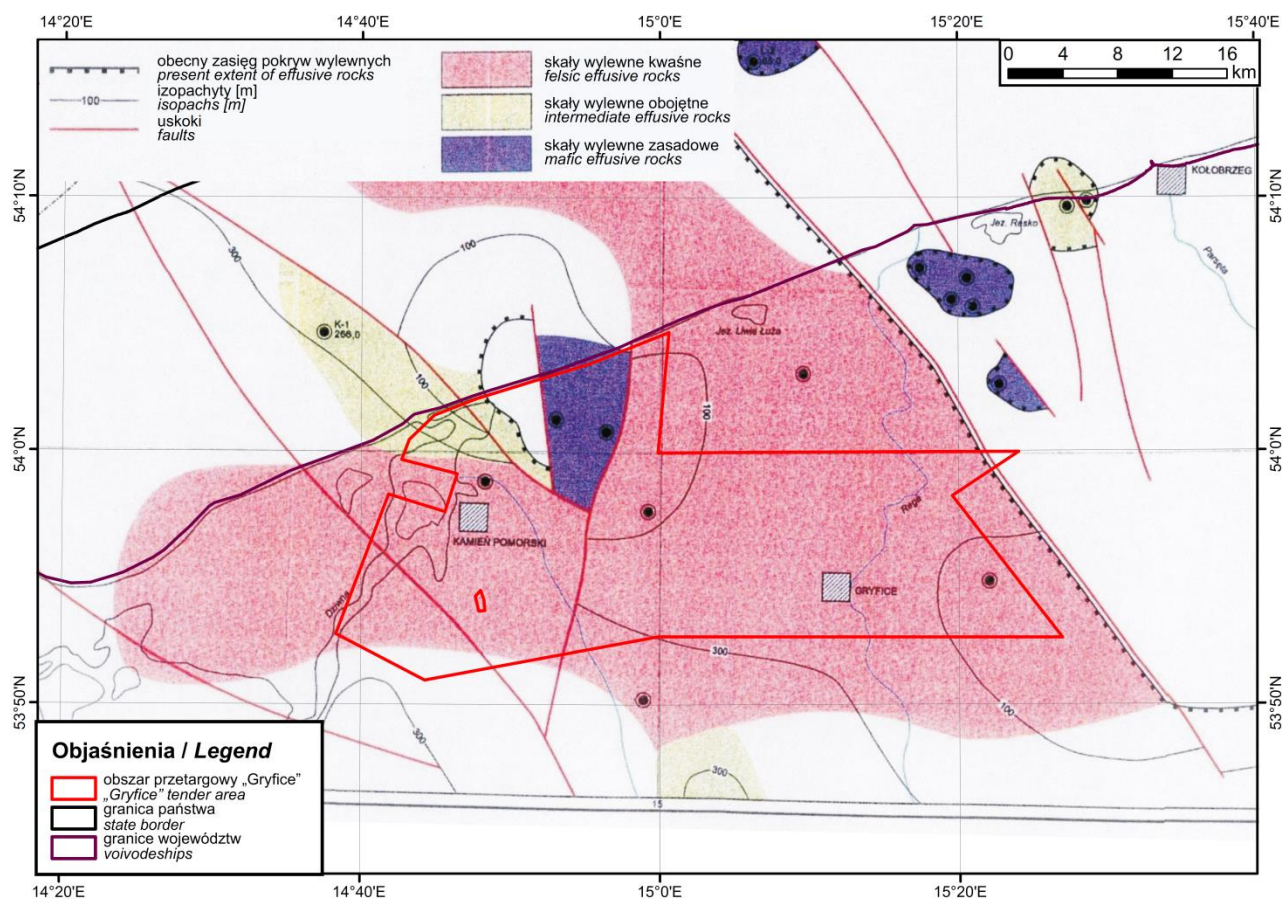


Fig. 2.17. Mapa zasięgu i miąższości wulkanitów wulkanitów formacji wielkopolskiej (Pokorski, materiały rękopiśmienne).

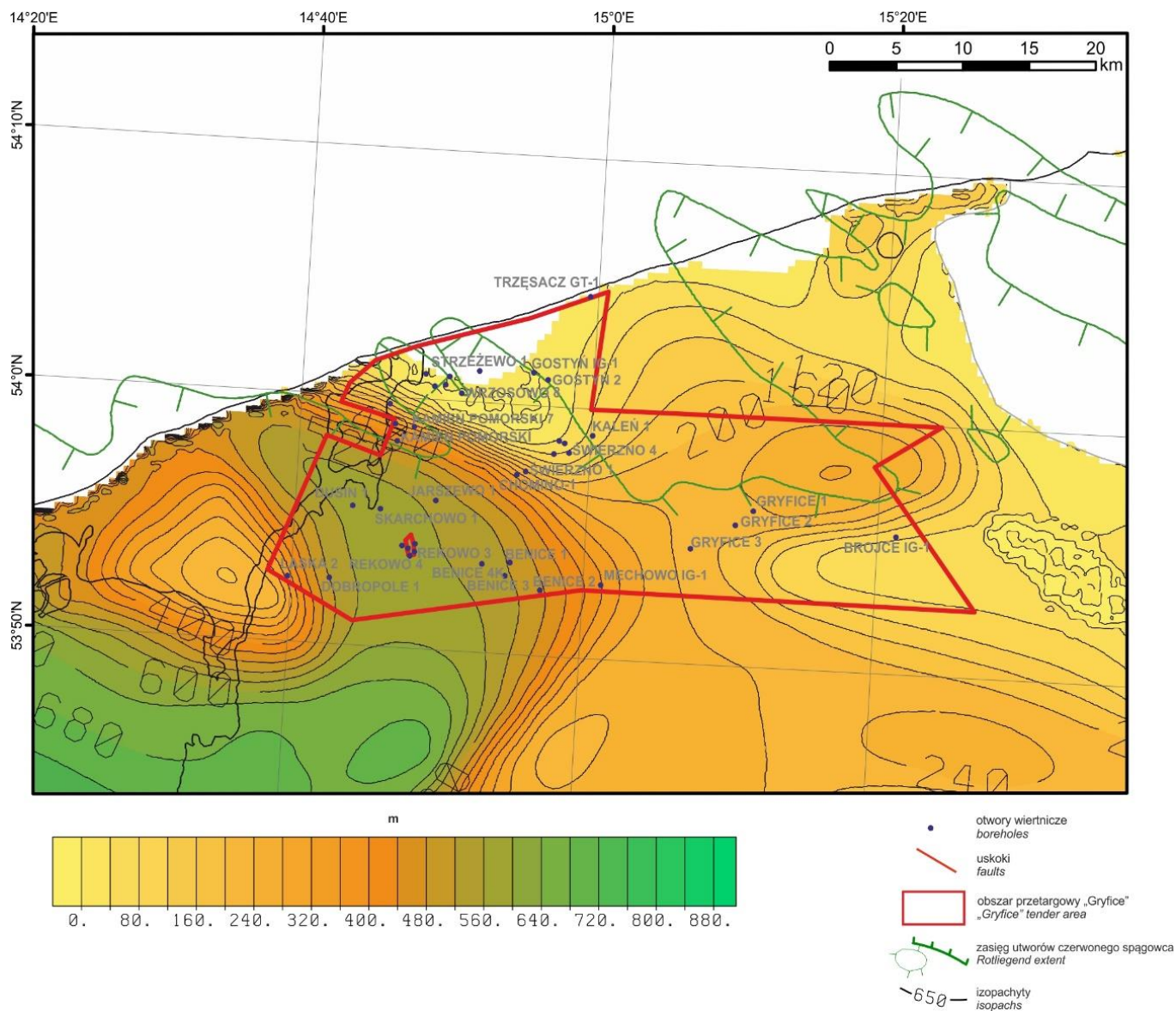


Fig. 2.18. Mapa miąższości serii wulkanicznej dolnego czerwonego spągowca wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner i in., 2008; zmodyfikowane).

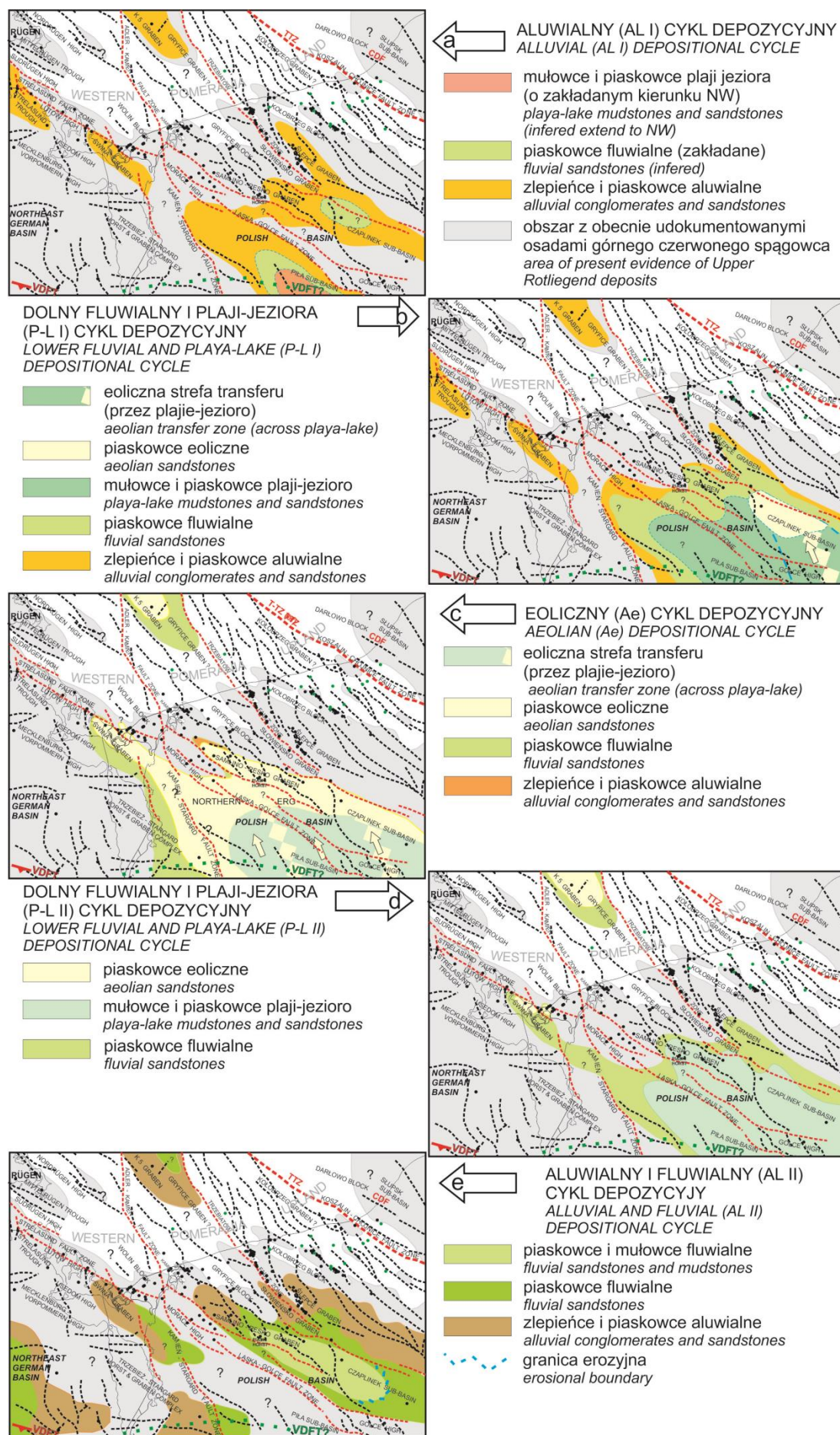


Fig. 2.19. Zasięgi litofacji następujących po sobie cykli depozycyjnych górnego czerwonego spągowca w północno-zachodniej części Polski (Kiersnowski i Buniak, 2006; zmodyfikowane). Ciąg dalszy na nastęnej stronie.

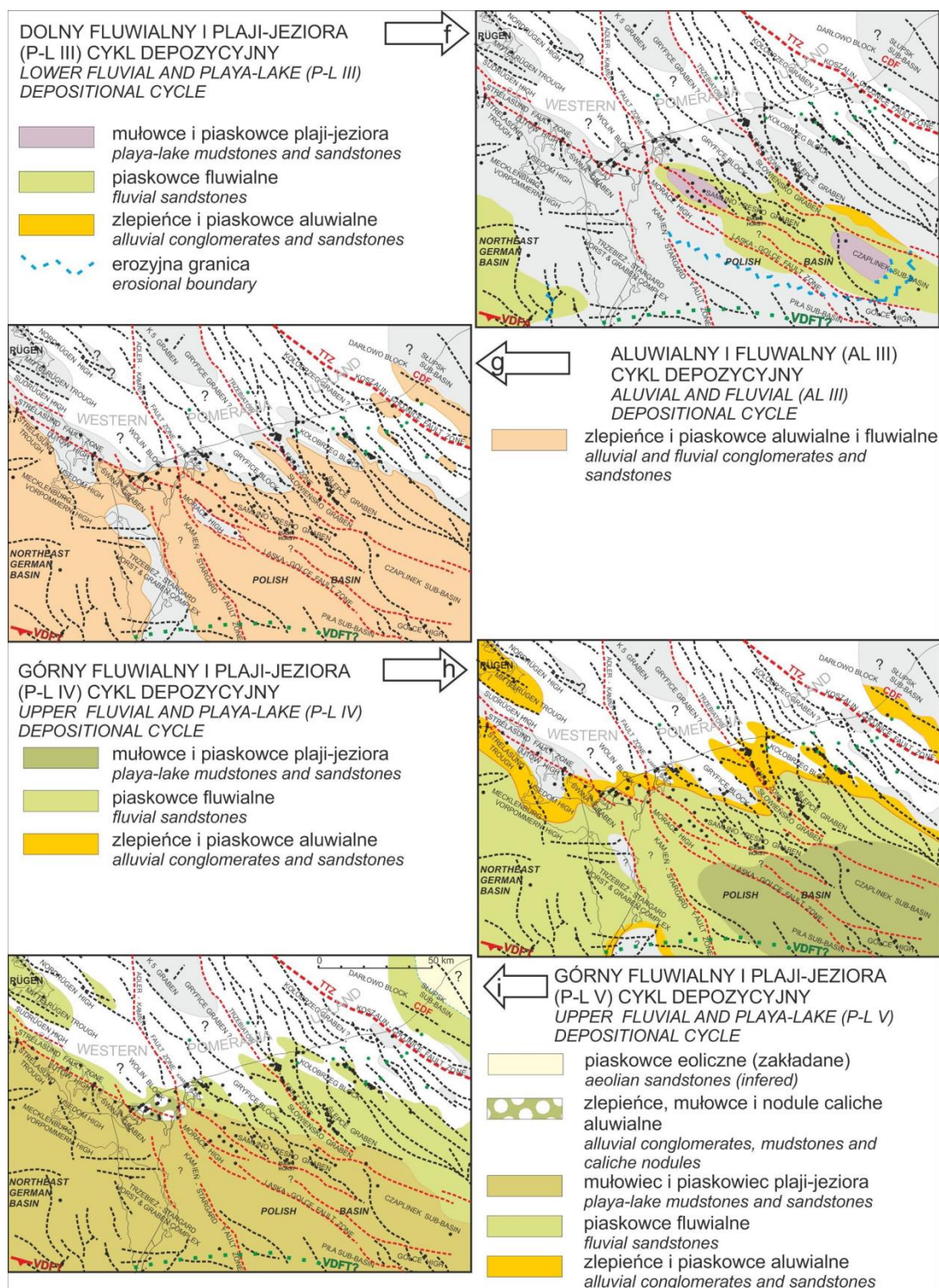


Fig. 2.19. c.d.

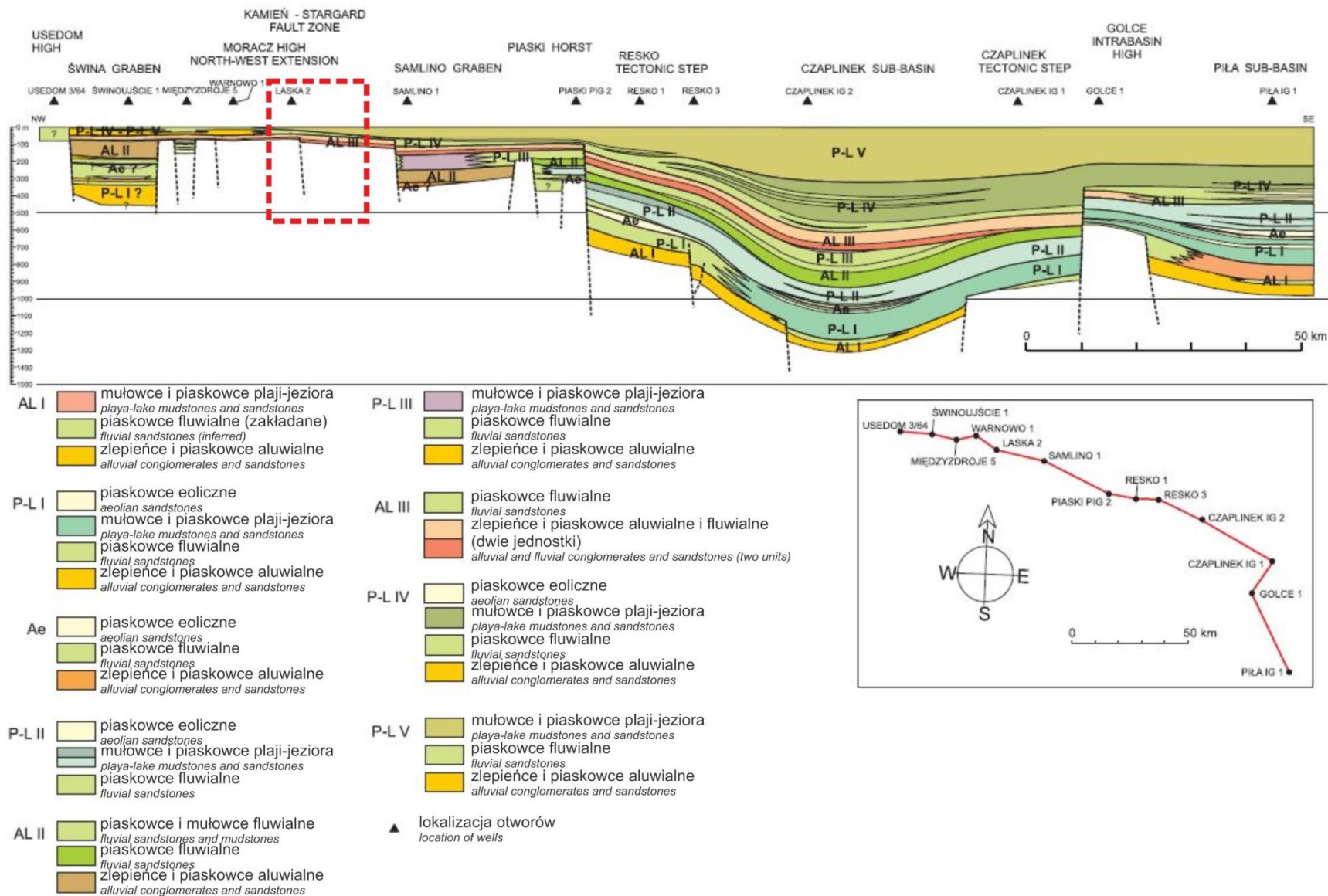


Fig. 2.20. Schematyczny przekrój litofacyjny utworów górnego czerwonego spągowca północno-zachodniej części Polski. Czerwoną przerywaną linią zaznaczono przybliżoną pozycję obszaru przetargowego „Gryfice” (Kiersnowski i Buniak, 2006; zmodyfikowane).

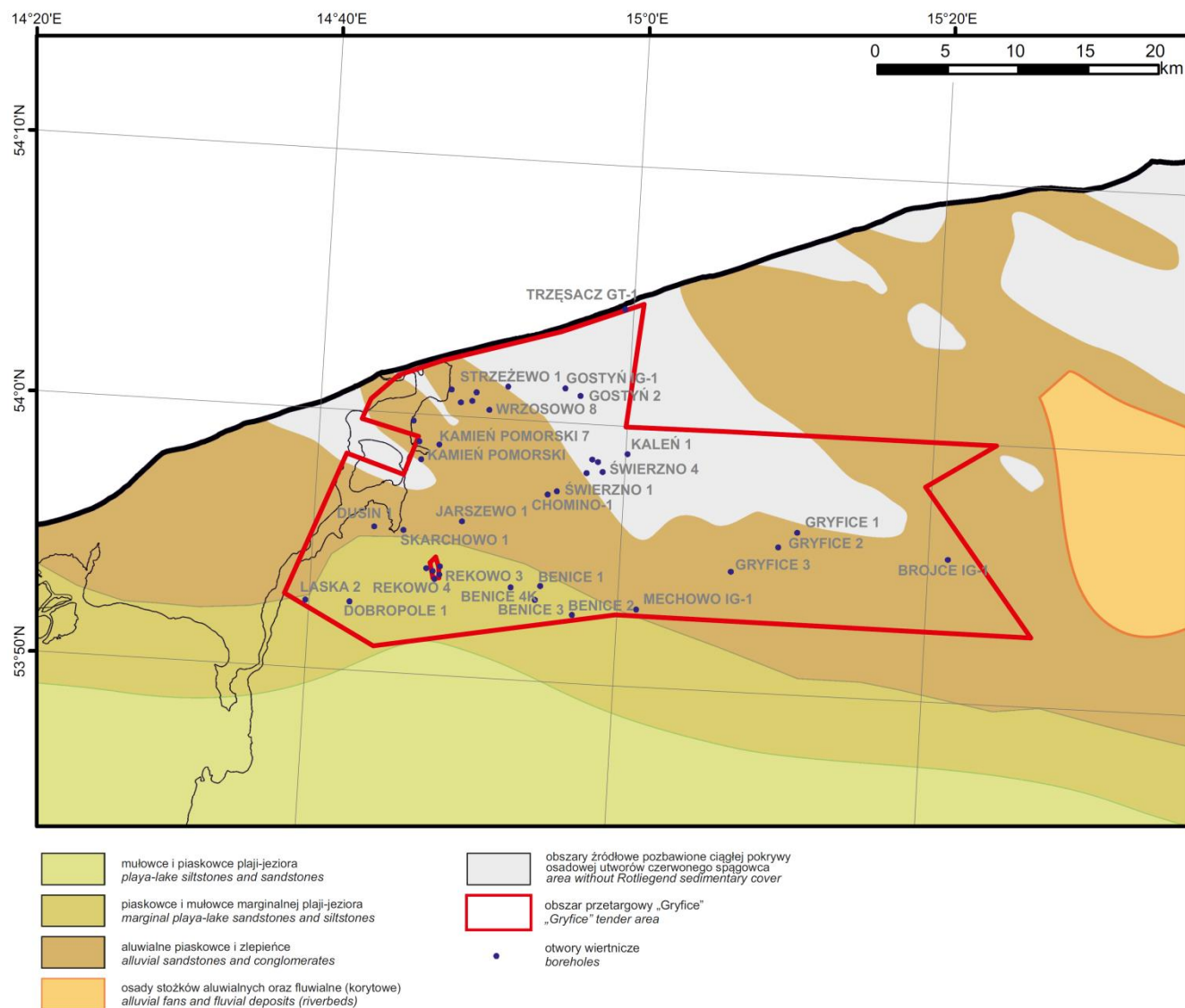


Fig. 2.21. Mapa litofacjalno-paleogeograficzna stropowej części osadów górnego czerwonego spągowca, tuż przed transgresją morza cechsztyńskiego (Kiersnowski i in., 2020; zmodyfikowane).

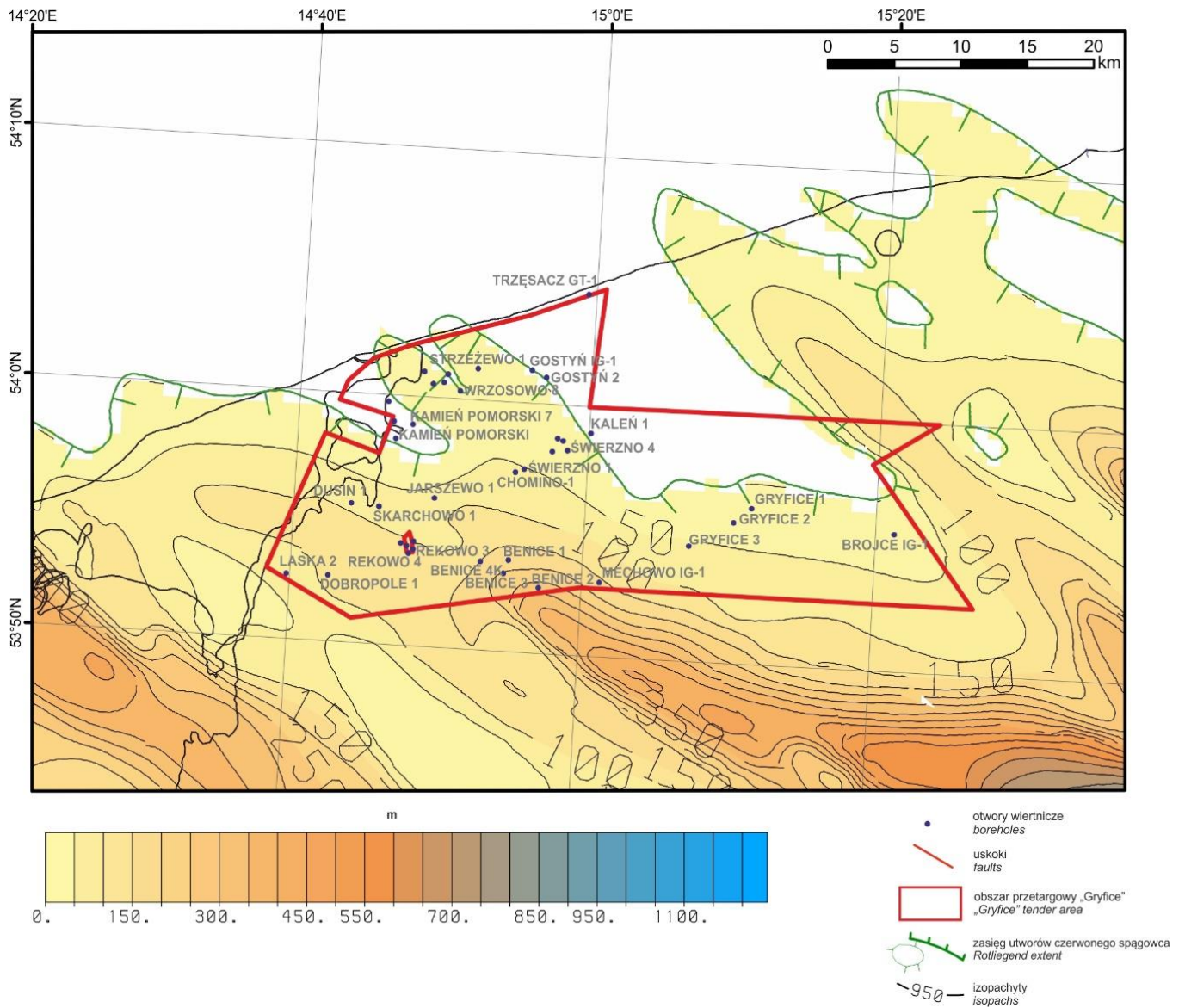


Fig. 2.22. Mapa miąższości utworów górnego czerwonego spągowca (saksonu; Wagner i in., 2008; zmodyfikowane).

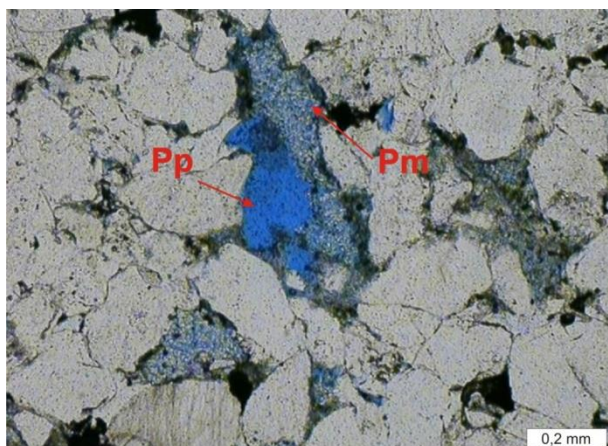


Fig. 2.23. Arenit kwarcowy. Widoczna porowatość pierwotna (Pp) i wtórna międzykrystaliczna (Pm) pomiędzy krystalitami kaolinitu. Otwór wiertniczy Wrzósowo 8, głęb. 3145,6 m; zdjęcie wykonane w mikroskopie polaryzacyjnym, bez analizatora; próbka nasączona niebiesko zabarwioną żywicą.

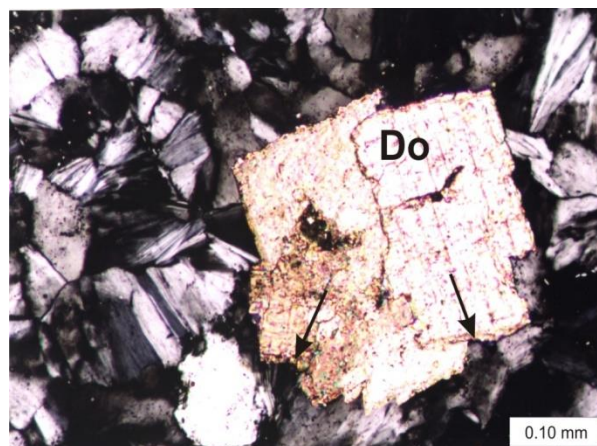


Fig. 2.26. Grubokrystaliczny chloryt i kryształ dolomitu (Do) w przestrzeni porowej piaskowca; widoczne efekty częściowego rozpuszczania dolomitu (strzałki). Otwór wiertniczy Brojce IG-1, głęb. 3608,5 m; zdjęcie wykonane w mikroskopie polaryzacyjnym, nikole skrzyżowane.

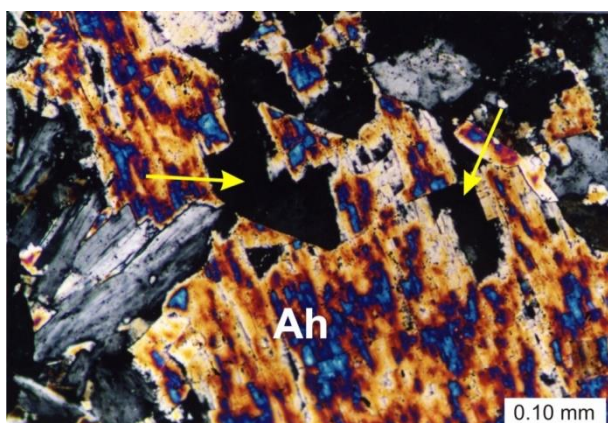


Fig. 2.24. Cement anhydrytowy (Ah) w ortozlepieńcu drobnookruchowym. Widoczna porowatość wtórna (strzałki) po częściowym rozpuszczeniu cementu. Otwór wiertniczy Brojce IG-1, głęb. 3611,8 m; zdjęcie wykonane w mikroskopie polaryzacyjnym, nikole skrzyżowane.

2.3.4. PERM – CECHSZTYN

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym „Gryfice” utwory cechsztynu zostały nawiercone w 35 otworach wiertniczych, na głębokościach:

- Benice 1: 2374,5–3150,0 m,
- Benice 2: 2504,0–2916,0 m,
- Benice 3: 2367,5–2842,0 m,
- Benice 4K: 2234,5–2752,0 m,
- Brojce IG-1: 2853,0–3609,5 m,
- Chomino 1: 2331,0–2752,0 m,
- Dobropole 1: 2316,0–2883,0 m,
- Dusin 1: 2205,0–2662,5 m,
- Gostyń 2: 2578,0–3262,0 m,
- Gryfice 1: 2611,0–3340,5 m,
- Gryfice 2: 2512,0–3391,0 m,
- Gryfice 3: 2697,0–3190,0 m,
- Jarszewo 1: 2165,0–2915,0 m,
- Kaleń 1: dane własności inwestora
- Kamień Pomorski 3: 1995,5–2405,0 m,
- Kamień Pomorski 7: 2026,0–2707,5 m,
- Kamień Pomorski 13: 2034,0–2658,5 m,
- Laska 2: 2067,0–3091,5 m,

- Rekowo 1: 2102,0–2667,0 m,
- Rekowo 2: 2126,5–3014,5 m,
- Rekowo 3: 2121,5–2697,0 m,
- Rekowo 4: 2111,5–2736,0 m,
- Rekowo 6: 2035,5–2746,0 m,
- Skarchowo 1: 2189,5–2667,0 m,
- Strzeżewo 1: 2495,0–3109,0 m,
- Świerżno 1: 2300,0–3084,5 m,
- Świerżno 2: 2354,0–2772,2 m,
- Świerżno 4: 2338,0–3156,0 m,
- Świerżno 5: 2290,0–2883,6 m,
- Świerżno 9: 2247,5–2774,7 m,
- Wrzosowo 1: 2299,0–3077,0 m,
- Wrzosowo 2: 2262,0–3055,5 m,
- Wrzosowo 3: 2239,5–3073,0 m,
- Wrzosowo 8: 2258,0–3075,0 m,
- Wrzosowo 9: 2271,0–3060,5 m.

Spośród nich, 19 otworów przewierciło skały cechsztynu, dowiercając się bezpośrednio pod nimi do utworów dewonu, karbonu, dolnego i górnego czerwonego spągowca. 31 otworów przewierciło utwory dolomitu głównego, tj. sukcesje cyklotemów PZ2, PZ3 i PZ4, dowiercając się do utworów anhydrytu górnego (Alg), a jedynie 4 je nawierciły. Znaczna większość otworów wiertniczych nawiercających bądź przewiercających utwory cechsztynu jest położona w północno-zachodniej oraz zachodniej części obszaru przetargowego, (Fig. 2.3; Fig. 2.31–2.32).

Sumaryczna miąższość cechsztynu jest mocno zróżnicowana, waha się od 409,5 m (Kamień Pomorski 3) do 1024,5 m (Laska 2 – diapir solny przebijający częściowo utwory mezozoiku). W większości otworów miąższość cechsztynu waha się od 450 do 850 m. Zgodnie z sumaryczną mapą miąższości cechsztynu Wagnera i in. (2008), na obszarze przetargowym obserwuje się pasowy układ wzrostu miąższości ku centralnej części basenu permskiego (Fig. 2.25).

Litologia i stratygrafia

Założenia schematu stratygraficznego cechsztynu zostały zaadoptowane przez Tokarskiego (1958) i Poborskiego (1960) dla polskiej części basenu permskiego. W ciągu następnych lat schemat ten był modyfikowany (Wagner i in., 1978) i uzupełniany, zwłaszcza w swej

najwyższej części (m.in. Wagner, 1987, 1988, 1994).

W obowiązującym podziale litostratygraficznym cechsztynu dolna granica została ustanowiona w spągu łupka miedzionośnego (T1), a w przypadku jego braku, w spągu wapienia cechsztyńskiego (Ca1; m.in. Wagner i in., 1978). Wśród skał górnopermskich wyróżniono 4 cyklotemy: PZ1, PZ2, PZ3 i PZ4 (Fig. 2.26). Cyklotemy PZ1–PZ3 składają się z sekwencji węglanowo–ewaporatowych. Cykliczność ich sedimentacji spowodowana była cyklami transgresywno–regresywnymi (Wagner, 1994; Wagner i Peryt, 1997, 1998). Ostatni cyklotem cechsztynu PZ4 składa się z sekwencji terygeniczo–ewaporatowych (Fig. 2.26), których powstanie wiązało się z cyklicznymi zmianami klimatu od suchego do wilgotnego (Wagner, 1994). Dla północno-zachodniej części Polski (w tym obszarze przetargowego „Gryfice”) granica między cechsztynem a pstrym piaskowcem występuje w stropie formacji rewalskiej (Szyperko-Teller, 1980; Wagner, 1994)

Cyklotem PZ1. Najstarszymi osadami cechsztynu są utwory łupka miedzionośnego T1 (Fig. 2.26; Wagner, 1987, 1994; Wagner i Peryt, 1997). Składają się one z szaroczarnych łupków wapnistych, poziomo laminowanych, bitumicznych, z występującymi szczątkami ryb. Miąższość łupka miedzionośnego waha się od 0,2 do 0,8 m, rzadko przekracza 1,0 m (np.: Benice 1 i Laska 2). Osady te były deponowane poniżej sztormowej podstawy fałowania, w warunkach anaerobowych, a w płytszych częściach zbiornika – pomiędzy normalną a sztormową podstawą fałowania, w warunkach od dysaerobowych do aerobowych (Oszczepalski i Rydzewski, 1987).

Na utworach T1 zalega poziom skał węglanowych wapienia cechsztyńskiego Ca1 (Fig. 2.26–2.27). Zasięg morza cechsztyńskiego osiągnął swoje maksimum, tworząc jednocześnie basen o urozmaiconej linii brzegowej (Wagner, 1994). W profilach wapienia cechsztyńskiego obserwuje się występowanie trzech asymetrycznych cykli (Peryt, 1984; 1986), związanych z sekwencją transgresywno–regresywną (Peryt, 1986). W morzu cechsztyńskim wyróżniono trzy główne strefy

paleogeograficzne: brzeżną platformę węglanową, stok platformy węglanowej i równię basenową. Na obszarze przetargowym „Gryfice” utwory wapienia cechsztyńskiego występują w strefie równi basenowej (Fig. 2.27). W wyniku zróżnicowanej paleogeomorfologii dna basenu, osady węglanowe były deponowane na wyniesionym obszarze, na którym powstała tzw. płycizna gryficka (Peryt i in., 1978; Wagner, 1987). W dolnej części profilu dominują mikryty ilaste, a w górnej występują skały pochodzenia glonowego, głównie onkolitowe, z dwoma poziomami stromatolitowymi. Osady węglanowe wapienia cechsztyńskiego powstawały w płytkim morzu, w zasięgu strefy fotycznej. Miąższość tych utworów wynosi od kilku do prawie 10 m (Fig. 2.27). W końcowej fazie depozycji wapienia cechsztyńskiego wody w zbiorniku morskim uległy radykalnemu obniżeniu. Proces ten doprowadził do wynurzenia obszarów platform węglanowych i równi basenowych, a zdeponowane w nich osady uległy intensywnym przemianom diagenetycznym (Peryt i Piątkowski, 1976, 1977; Peryt, 1984).

Kolejna ingresja wód morskich w trakcie trwania cyklotemu PZ1 doprowadziła do rozwoju sekwencji ewaporatowej na obszarze całego basenu sedymentacyjnego. Jej zasięg był jednak mniejszy niż zasięg wapienia cechsztyńskiego. W dolnej części sekwencji ewaporatowej występują utwory anhydrytu dolnego A1d (Fig. 2.28). Wykazują one charakterystyczne następstwo transgresywne (Peryt, 1990; Wagner, 1994). W niższych częściach profilu A1d występują skrajnie płytkowodne anhydryty gruzłowe i mozaikowe, przechodzące ku górze w bardziej głębokowodne nieregularnie warstwowane, aż do względnie głębokowodnych anhydrytów laminowanych (Kłapciński, 1991). Na obszarze przetargowym „Gryfice”, w południowej części, występuje platforma siarczanowa, która jest obrzeżona strefą pogranicza platformy. W zależności od pozycji paleogeograficznej, miąższości sukcesji A1d występują w przedziale od 30 do 70 m dla stref pozaplatformowych oraz do ponad 250 m w strefach platformowych. Wyżej, na utworach A1d, zalegają utwory najstarszej soli kamiennej Na1 (Fig. 2.26). W strefach płytszych sól kamienna wypełniała obniżenia utworzone

w wyniku sedymentacji A1d (*op. cit.*). Ograniczały je bariery anhydrytowe, które spełniały rolę pułapek chemicznych, uniemożliwiając odpływ ciężkich, nasyconych solanek. Dzięki nim powstał system izolowanych lagun i panwi solnych (Czapowski, 1983; Czapowski i Tomassi-Morawiec, 1985; Czapowski i in., 1993). We wszystkich otworach przewierczających najstarszy cyklotem cechsztynu (PZ1) występują utwory soli kamiennej. Ich miąższości są zróżnicowane, a wynoszą od kilku m do ponad 100 m. Jednakże, w przypadku północno-zachodniej części obszaru przetargowego „Gryfice” (Jarszewo – Wrzosowo – Gostyń), utwory Na1 są rozdzielone przez utwory anhydrytu środkowego A1s (Fig. 2.29). Analogiczny przypadek został rozpoznany i szczegółowo opracowany przez Dyjaczynskiego i Peryta (2014) w SW części Polski, na obszarze wyniesienia wolsztyńskiego (Fig. 2.29). Ostatnia część sekwencji cyklotemu PZ1 jest reprezentowana przez utwory anhydrytu górnego A1g (Fig. 2.26). Ich powstanie wiązało się z ponowną ingresją wód na obszar basenu. Zasięg A1g jest najprawdopodobniej nieco większy niż A1d i charakteryzuje się sekwencją transgresywną (Peryt, 1990). W strefie przejścia od basenu głębokowodnego do płytkowodnego występują często platformy A1g, których miąższości osiągają do nawet 300 m. Rozpoznano je m.in. na obszarze zatoki pomorskiej (Wagner, 1987). Część utworów A1g, znajdujących się na obszarze „Gryfice”, powstawała na obszarze platformy. Świadczyć o tym mogą duże miąższości opisywanych powyżej skał, które osiągają od poniżej 80 m (Łaska 2) do 240 m (Gryfice 2). Wraz z końcem etapu sedymentacji osadów węglanowo-siarczanowo-ewaporatowych PZ1, większa część platform węglanowych Ca1 była odsłonięta, co bezpośrednio wiązało się z ich erozją i przemianami diagenetycznymi. Na pozostałym obszarze trwała sedymentacja anhydrytu górnego, pod którymi kryły się platformy anhydrytu dolnego i liczne brzeżne izolowane baseny solne, a także płytkowodne otwarte baseny solne (Wagner, 1994).

Sumaryczna miąższość całego cyklotemu PZ1 na obszarze przetargowym „Gryfice” jest znaczna i osiąga ponad 300 m (Fig. 2.30). Jedynie w krawędziowych częściach, NW,

NE i SW, utwory PZ1 mają poniżej 300 m miąższości.

Cyklotem PZ2. Kolejna ingresja wód morza cechsztyńskiego na obszar polskiej części basenu permskiego doprowadziła do sedymentacji utworów dolomitu głównego Ca2. Osady te mają charakter transgresywno-regresywny (Wagner, 1994). Bezpośredni wpływ na układ paleogeograficzny dolomitu głównego ma morfologia podłoża anhydrytu górnego. Na obszarze przetargowym „Gryfice” dominującym elementem paleogeograficznym jest platforma węglanowa Kamienia Pomorskiego (Fig. 2.31–2.32). Składa się ona z przykrawędziowej strefy bariery, niskoenergetycznej równi platformowej oraz zasolonej laguny. W południowo-zachodniej i wschodniej części obszaru przetargowego rozpoznano systemy depozycyjne skłonu platformy oraz płytszej równi basenowej (Fig. 2.31–2.32). Zewnętrzna część platformy węglanowej Kamienia Pomorskiego składa się z osadów wysokoenergetycznych, głównie onkolitów i oolitów (Fig. 2.31–2.32). Występują również liczne struktury mikrobialne, których pojawienie było uzależnione od aktywności hydrodynamicznej wód. Osady bariery okalają prawie całą platformę węglanową Kamienia Pomorskiego, oddzielając jej wewnętrzną lagunę od otwartego zbiornika morskiego (Fig. 2.31–2.32). Na obszarze przetargowym „Gryfice” wiele otworów nawierciło lub przewierciło przykrawędziowe osady bariery platformy węglanowej (m.in. Dusin 1, Gryfice 3, Świerżno 4; Tab. 2.1). Ich miąższość osiąga zazwyczaj do około 40 m, jednakże, w przypadku rejonu Rekowo – Benice, mogą one mieć znacznie większą wartość (74,0 m – otwór Benice 3; Fig. 2.31 i Tab. 2.1). W wewnętrznej części platformy węglanowej Kamienia Pomorskiego rozwinęła się rozległa, płytka laguna o charakterze saliny (Fig. 2.31–2.32). Osady te składają się głównie z bandstonów i mat mikrobialnych z podrzędnym udziałem onkolitów. Pośród powyższych utworów pojawiają się liczne konkracje i spoiwa anhydrytowe, miejscami również przewarstwienia anhydrytów. Miąższość wewnętrznej części platformy Kamienia Pomorskiego wykazuje małe zróżnicowanie. Zazwyczaj waha się ona między 20 a 30 m (Fig.

2.31). Na obszarze przetargowym omawiane osady rozpoznano kilkoma otworami wiertniczymi (np.: Kamień Pomorski 7, Jarszewo 1; Tab. 2.1). Wokół platformy węglanowej Kamienia Pomorskiego rozwinęła się strefa stoku platformy (Tab. 2.1). Miąższość oraz typy deponowanych osadów są uzależnione od kąta nachylenia platformy, uzależnionej od morfologii oraz siły prądów morskich przemieszczających się równolegle do stoku. Osady stoku platformy węglanowej można podzielić na trzy części: górną, środkową i dolną. Górna część stoku składa się głównie z wakstonów i madstonów warstwowych nieregularnie. Pojawiają się także osady redeponowane ze środowisk wysokoenergetycznych barier m.in. greinstony ooidowe, peloidy, jak również lokalnie brekcje i debryty. Środkowy stok charakteryzuje się bardziej spokojną sedymentacją. Jego osady są reprezentowane przez madstony warstwowane regularnie i laminowane bandstony glonowe. W przypadku zwiększonego kąta nachylenia stoku pojawiają się struktury spływów grawitacyjnych, o różnej intensywności (od fałdów do lekkiego zbrekcjonowania). Osady dolnej części stoku były deponowane w środowisku niskoenergetycznym i składają się z warstwowych madstonów i lamiowanych bandstonów glonowych. Szerokość stoku platformy węglanowej Kamienia Pomorskiego na obszarze przetargowym „Gryfice” jest zmienna (Fig. 2.31). Najmniejszy jej zasięg występuje w jego południowo-zachodniej części, gdzie miąższość osiąga do ponad 20 m (otwory Rekowo 2 i Rekowo 4; Fig. 2.31; Tab. 2.1). Nieco szerszy stok platformy węglanowej występuje w wschodniej i północno-wschodniej części obszaru przetargowego. Północna jego część osiąga znacznie większą miąższość (otwór Strzeżewo 1; Tab. 2.1) w porównaniu do części wschodniej (Fig. 2.31–2.32). Najszerszy i bardziej miąższy stok platformy węglanowej znajduje się w południowej części obszaru przetargowego. Strefa ta charakteryzuje się dużą miąższością, mogącą osiągać nawet ponad 80 m (Tab. 2.1). Ostatnim elementem paleogeograficznym, rozpoznany w utworach dolomitu głównego, jest równia basenowa. Charakteryzuje się ona niskoenergetycznym środowiskiem sedymentacji, poniżej podstawy falowania. Osady równi base-

nowej można podzielić dodatkowo, w zależności od głębokości ich położenia w trakcie sedymentacji, na część płytszą i głębszą. Na obszarze przetargowym występują jedynie płytsze części równi basenowej (Fig. 2.31–2.32). Składają się one z wapiennych laminowanych mudstonów, ale w niższej części profilu mogą pojawić się przewarstwienia glonowych bandstonów. Ich miąższość wynosi od poniżej 5,0 do maksymalnie 10 m (otwory Dobropole 1 i Laska 2; Tab. 2.1).

Na utworach Ca2, na całym obszarze przetargowym „Gryfice”, zalegają utwory anhydrytu podstawowego A2 (Fig. 2.26). Granica między tymi wydzieleniami litostratygraficznymi ma charakter ciągłego przejścia (Wagner, 1987, 1994). Na platformach węglanowych dominują płytkowodne anhydryty masywne o miąższości wahającej się od kilku do 30 m (Wagner, 1994). W lokalnych przypadkach obserwuje się wzrost miąższości utworów A2 nawet do 50 m, gdy ich depozycja odbywała się w miejscach występujących przy stromych stokach platformy węglanowej Ca2. Najmniejszą miąższość A2 osiąga w głębszej części basenu. Waha się ona od 2,0 do 4,0 m; anhydryt podstawowy to anhydryty laminowane oraz warstwowane. W otworach wiertniczych przewiercających A2, ich miąższość wynosi od 3,5 m (Wrzosowo 3) do 53,0 m (Rekowo 2). Najczęściej jednakże występuje w przedziale 5–10 m.

Dla całego basenu, zasięg starszej soli kamiennej Na2 jest mniejszy niż A2. Środowisko sedymentacji było tu płytkowodne (Czapowski i in., 1991). Odtworzenie pierwotnej miąższości Na1 jest bardzo trudne z powodu silnego rozwoju późniejszej tektoniki solnej (Wagner, 1994). W przypadku obszaru przetargowego „Gryfice” utwory Na2 występują na całym jego obszarze, osiągając od 35,0 m (Kamień Pomorski 7) do 784 m (Laska 2) miąższości, najczęściej jednak waha się ona w granicach od 50 do 150 m.

W górnej części Na2 utworzyły się, w płytkowodnych salinach, szeroko rozprze-strzenione sole potasowo-magnezowe K2 (Fig. 2.26). Utwory K2 składają się z mieszaniny halitu, sylwinitu i kizerytu. Utwory K2 na obszarze przetargowym „Gryfice” występują lokalnie. Najczęściej jednak były nawiercane w zachodniej jego części. Miąższość

K2 jest zróżnicowana i wynosi od 1,5 m (Świerżno 1) do 42,0 m (Rekowo 6).

Sedymentację cyklu ewaporatowego PZ2 kończą cienkie poziomy starszych soli kamiennych kryjących Na2r (Fig. 2.26) oraz anhydrytu kryjącego A2r (Fig. 2.26). Osady te także tworzyły się w środowiskach płytkowodnych, a ich zasięgi pokrywają się z zasięgami Na2.

W większości przypadków, na obszarze przetargowym „Gryfice”, nad utworami K2 występują utwory Na2r (Fig. 2.26). Ich miąższość waha się od 3,0 m do (Jarszewo 1) do 26,5 m (Rekowo 2). Utwory A2r obszaru przetargowego „Gryfice” zostały nawiercone w większości otworów wiertniczych. W zależności od ich lokalizacji, która jest uzależniona od rozkładu paleogeograficznego starszych poziomów litostratygraficznych cechsztynu, zalegają one na utworach Na2, K2 bądź Na2r. Miąższość A2r jest niewielka, wynosi, w większości przypadków, od 1,0 m do ponad 5,0 m. Tylko w jednym otworze wiertniczym udało się udokumentować ich większe nagromadzenie (Wrzosowo 8).

Według Wagnera (1994): „W końcowym etapie rozwoju basenu cyklotemu PZ2, w całym zbiorniku panowały warunki skrajnie płytkowodne. Centralny basen sedymentacyjny został wypełniony osadami soli kamiennych i potasowych. Przybrzeżne części platform węglanowych zostały odsłonięte i trwała tu niezbyt intensywna sedymentacja terygeniczna, Erozja i sedymentacja klastyków nie były silne, ponieważ panował w tym czasie skrajnie suchy klimat”.

Miąższość sukcesji węglanowo-ewaporatowej cyklotemu PZ2 na obszarze przetargowym „Gryfice” osiąga wartość w przedziale 100–200 m. (Fig. 2.33). Jedynie w SW jego części miąższość przekracza 200 m (Fig. 2.33).

Cyklotem PZ3. Zróżnicowany paleorelief, jaki występował w poprzednich cyklach sedymentacyjnych, został ostatecznie wyrównany przez ewaporaty cyklotemu PZ2 (Wagner, 1994). Kolejna transgresja zapoczątkowała depozycję osadów trzeciego cyklotemu. Rozpoczyna się ona utworami szarego ilu solnego T3 (Fig. 2.26). Jego miąższość nie przekracza 5 m. Na utworach T3 zalegają

utwory dolomitu płytowego Ca3 (Fig. 2.26). Są one głównie reprezentowane przez ilaste dolomity mikrytowe, których miąższość nie przekracza kilku metrów (Wagner, 1990). Górna część cyklotemu PZ3 składa się z utworów anhydrytu głównego A3 (Fig. 2.26) i młodszej soli kamiennej Na3 (Fig. 2.26) z lokalnie występującą młodszą solą potasowo-magnezową K3 (Fig. 2.26). W wyniku zwilgotnienia klimatu, w utworach Na3 zaznacza się obecność materiału terygenicznego. Zmiana charakteru deponowanych osadów w górnej części cyklotemu PZ3 była związana ze zmianą klimatu w basenie cechsztyńskim, która wiązała się z tendencją do zwiększenia wilgotności (Wagner, 1994).

Na obszarze przetargowym „Gryfice” summaryczne miąższości utworów cyklotemu PZ3 wahają się w granicach od powyżej 100 m do poniżej 200 m (Fig. 2.34).

Cyklotem PZ4. Pod koniec sedymentacji Na3 rozpoczęła się regresja, która postępowała sukcesywnie w trakcie sedymentacji osadów cyklotemu PZ4 (Wagner, 1990). W następujących po sobie ogniwach cyklotemu PZ4 zasięgi ewaporatów zmniejszają się na rzecz postępującej progradacji osadów terygeniczych do basenu ewaporatowego (Wagner, 1994; Wagner i Peryt, 1997). Miąższość soli kamiennych subcyklotemu PZ4a wynosi od 10 do 20 m, natomiast soli kamiennych subcyklotemu PZ4b waha się od kilku do 10 m (Wagner, 1990). Miąższość skał terygeniczych wynosi 10–20 m (*op. cit.*).

Nad ewaporatami cechsztynu różnych subcyklotemów PZ4 leży terygeniczna formacja rewalska (Fig. 2.26). Składa się ona z czerwonych mułowców, wśród których występują liczne konkracje anhydrytowe. W stropowej części dodatkowo pojawiają się przewarstwienia piaszczyste. Utwory formacji rewalskiej osiągają do 88 m miąższości (Wagner, 1990). Zasięg deponowanych osadów omawianej formacji może być porównywalny do maksymalnego zasięgu basenu cechsztyńskiego (Wagner, 1990).

Miąższość cyklotemu PZ4 na obszarze przetargowym osiąga przeważnie do 100 m (Fig. 2.35). Jedynie w kierunku południowym i południowo-wschodnim omawianego rejo-

nu, zwiększa się ona i wynosi między 100 m a 200 m (Fig. 2.35).

Petrografia utworów dolomitu głównego

Zdecydowana większość otworów nawiercanych i przewiercanych utwory dolomitu głównego Ca2 na obszarze „Gryfice” została wykonana w latach 70-tych minionego wieku, kilka – w latach 80-tych oraz jedynie dwa później (odpowiednio Kaleń 1 w 2000 r. i Chomino 1 w 2014 r.). Wyniki badań petrograficznych z tych ostatnich dwóch otworów są całkowicie (Kaleń 1) lub częściowo (Chomino 1) niedostępne.

Opisy petrograficzne utworów dolomitu głównego, zawarte w dokumentacjach wynikowych z wierceń z lat 70-tych i 80-tych XX wieku, dalece odbiegają od współczesnych standardów, np. praktycznie brak informacji o diagenezie, a opisy wykształcenia mikrofałcjonalnego są bardzo niejasne. Z opisów zamieszczonych w powyżej wymienionych źródłach można wnosić, że utwory Ca2 na platformie Kamienia Pomorskiego to w większości zdolomityzowane utwory ziarniste – greinstony i pakstony onkoidowe/ooidowe i peloidowe. Miejscami ważnym składnikiem są także utwory mikrobialne. Porowatość i przepuszczalność jest generalnie słaba, co jest spowodowane intensywną cementacją (cementy dolomitowe i anhydrytowe). Należy podkreślić, iż w prawie wszystkich tych otworach z utworów Ca2 wykonano dużą liczbę płytek cienkich, które można by obecnie wykorzystać do badań petrograficznych. Bardziej szczegółowe dane są dostępne jedynie dla trzech otworów wiertniczych: Chomino 1, Benice 3 i Brojce IG-1.

W otworze Chomino 1, zlokalizowanym w obrębie przykrawędziowej bariery oolito-wo-onkolitowej, jak wynika z krótkiego opisu zamieszczonego w dokumentacji prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża na koncesji „Kaleń” (Chruścińska i Płatek, 2016), utwory Ca2 są wykształcone głównie jako osady ziarniste (greinstony i pakstony ooidowe i peloidowe z domieszką bikolastów, wadoidów i intraklastów). Zawierają one nieliczne laminy/przewarstwienia utworów mikrobialnych. Utwory te charakteryzują się obecnie generalnie bardzo słabą porowatością i przepuszczalnością.

Przemiany diagenetyczne oraz związany z nimi rozwój przestrzeni porowej zachodziły wieloetapowo. Procesy diagenetyczne doprowadziły miejscami do zatarcia pierwotnych cech strukturalno-teksturalnych. W poziomach utworów ziarnistych (pakstony, greinstony), które powinny charakteryzować się wysokimi porowatościami, praktycznie całość porowatości międzyziarnowej i wewnątrzziarnowej wypełnia cement anhydrytowy (Chruścińska i Płatek, 2016). Obok anhydrytu występuje tu także halit, dolomit oraz sellait. Obserwowana miejscami porowatość, dochodząca do 10,0%, to mikroporowatość (międzykrystaliczna, związana z dolomityzacją), która nie wpływa istotnie na wzrost przepuszczalności. Na poprawę przepuszczalności wpływają jedynie drożne mikroszczeliny, które stwierdzono w pojedynczych próbkach.

W otworze Benice 3, zlokalizowanym, podobnie jak otwór omówiony wyżej, w obrębie bariery, utwory Ca2 są reprezentowane również głównie przez zdolomityzowane greinstony i pakstony oolitowe (Słowakiewicz i in., 2010; Fig. 2.37). Biogeniczne bandstony są rzadkie i występują w środkowej (bindstony/laminity mikrobialne) i górnej (framstony/stromatolity) części profilu. W spągu Ca2 spotyka się floatstony zbudowane z intraklastów utworów ziarnistych i biogenicznych o rozmiarze od 4 do 60 mm. Ziarna nieszkietowe są najczęściej reprezentowane przez ooidy i wadoidy; peloidy, ziarna złożone, onkoidy i pizoidy są rzadkie. Międzyziarnowa przestrzeń porowa w omawianych osadach została wypełniona cementem dolomitowym (Fig. 2.37) i anhydrytowym (Fig. 2.38). Osady te uległy kompaktacji chemicznej, czego objawem są dobrze wykształcone stylolity (Fig. 2.37).

Badania mikrotermometryczne inkluzji fluidalnych w cemencie anhydrytowym z otworu Benice 3 wykazały, że roztwory mineralizujące były solankami $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ (Słowakiewicz i in., 2010, Słowakiewicz i Poprawa, 2010). Obliczone temperatury i ciśnienia krystalizacji wahają się odpowiednio w przedziale 94–110°C i 270–330 barów. Przeciętny skład solanki wynosi 3,9% wagowych równoważnika NaCl, co sugeruje, że anhydryt w utworach Ca2 powstał z warunkach

płytkiego i średniego pogrzebienia. Miało to miejsce w okresie wczesnej jury po dolomityzacji i migracji roztworów niosących węglowodory.

W otworze Brojce IG-1, położonym w strefie basenowej, według Piątkowskiego (1986) w osadach Ca2 (miąższość 8,5 m, prawdopodobnie tektonicznie zredukowana) można wyróżnić trzy kompleksy mikrofacjalne. W najniższej części profilu występują silnie zanhydrytyzowane laminowane dolosparyty i dolomikryty (madstony). Laminacja jest podkreślona skupieniami i smugami substancji ilasto-bitumicznej. Ponadto stwierdzono tutaj horyzontalne stylolity. Podobne osady stwierdzono także w najwyższej części profilu – silnie zanhydrytyzowane dolomikryty (madstony) o horyzontalnej laminacji, zawierające rozproszony pył kwarcowy. W środkowej części profilu występuje natomiast prawie 4-m miąższości warstwa pakstonów peloidowych i peloidowo-bikolastycznych z przewarstwieniami madstonów. Wśród bioklastów dominują fragmenty cienkoskorupowych małżów i ślimaków.

Podsumowując, można generalnie stwierdzić, iż, tak jak zauważyli to już Mikołajewski i Słowakiewicz (2008), opisując podobnie wykształcone utwory Ca2 na półwyspie Grotowa (południowe obrzeżu basenu), przeobrażenia diagenetyczne oraz rozwój przestrzeni porowej zachodziły wielostopniowo i związane były zarówno z etapem depozycyjno-diagenetycznym, jak również z etapem pogrzebienia. Niektóre z nich przyczyniły się do obniżenia potencjału zbiornikowego (kompakcja, cementacja), inne w znacznym stopniu mogły go poprawić (rozpuszczanie, szczelinowatość). Najbardziej niekorzystnie na zabudowę przestrzeni porowej wpłynęła cementacja dolomitowa i anhydrytowa. Według Słowakiewicza i in. (2010), w utworach Ca2 na platformie Kamienia Pomorskiego można wyróżnić dwa etapy diagenety, które wpłynęły na ich własności zbiornikowe, doprowadzając do ich pogorszenia. Na etapie wczesnej diagenety doszło w osadach barierowych, wśród których dominują greinstony i pakstony, do niewielkiej redukcji pierwotnie bardzo dużej porowatości. Na etapie późniejszej diagenety, w warunkach stopniowego coraz głębszego pogrzebienia, doszło do silnego

pogorszenia własności zbiornikowych. Za obniżenie potencjału zbiornikowego odpowiadają przede wszystkim zróżnicowane procesy cementacji oraz kompaktacja chemiczna. Z kolei zeszcelinowacenie i stylolityzacja, które stwierdzono w niektórych miejscach, może prowadzić do powstania potencjalnych szlaków migracji węglowodorów i roztworów mineralizujących.

*Koncepcja poszukiwawcza
w utworach dolomitu głównego*

Pod względem rozpoznania geologicznego, dolomit główny obszaru przetargowego „Gryfice” należy uznać za obszar stosunkowo średnio bądź dobrze rozpoznany. Większość otworów wiertniczych jest położona wśród przykrawędziowych barier oolitowych oraz w rowie Trzebieszowa – Koplina. Podobnie jak w przypadku opisywanych wcześniej koncepcji poszukiwawczych (górny karbon i górny czerwony spągowiec), sugerujemy ponowny reprocessing istniejących zdjęć sejsmicznych 2D i 3D oraz wykorzystanie sekwencji przetwarzania opracowanej przez INiG-PIB (Bajewski i in., 2019, 2020).

Własności petrofizyczne dla utworów dolomitu głównego są niekorzystne. Cechują się one niską wartością porowatości i bardzo słabą przepuszczalnością. Najlepszymi parametrami kolektorskimi powinny charakteryzować się strefy przykrawędziowych barier oolitowych, które jako deponowane osady posiadały pierwotnie dobre własności petrofizyczne oraz dodatkowo były poddane w trakcie depozycji Ca^{2+} subaeralnej ekspozycji (Peryt i in., 1989). Jednakże, w wyniku działalności późniejszych procesów diagenetycznych, własności kolektorskie tych osadów zostały zredukowane. Badania mikrotermicznych inkluzji fluidalnych cementów anhydrytowych i historii pogrzebania, wykonane w otworach reprezentujących osady barier oolitowych, wskazują, że początek procesów anhydrytyzacji utworów węglanowych nastąpił we

wczesnej jurze (Słowakiewicz i Poprawa, 2010; Słowakiewicz i in., 2010). Działanie powyższego procesu nastąpiło po wcześniejszej dolomityzacji osadów barier oolitowych i w trakcie migracji węglowodorów. Jednakże, dodatkowym, a zarazem kluczowym czynnikiem poprawiającym własności kolektorskie omawianych utworów, jest działalność tektoniczna, tworząca liczne systemy porowo-szcelinowe. Powstały one w wyniku ruchów transtensyjnych podłoża paleozoicznego, dzięki którym tworzyły się prostopadłe do regionalnych powierzchni dyslokacyjnych rowy mezozoiczne typu „horse-tail” (Bobek i in., 2021), a zarazem skały dolomitu głównego ulegały w pewnym stopniu dezintegracji. Wśród osadów bariery oolitej, która posiada system porowo-szcelinowy, odkryto i udokumentowano złożę Rekowo, stanowiące analog dla tej koncepcji poszukiwawczej.

W przypadku stref przykrawędziowych barier oolitowych na obszarze przetargowym „Gryfice” najmniej rozpoznany jest rejon Grądy – Rybokarty N – Gryfice. Sugerujemy wykonanie na nim, w omawianych osadach, krzywionych, horyzontalnych otworów, dzięki którym, w przypadku występowania medium złożowego, będzie możliwy większy i bardziej ekonomiczny jego uzysk.

Perspektywiczne również wydają się być obszary stoku platformy węglanowej znajdujące się w pobliżu rowów mezozoicznych. Utwory dolomitu głównego w tych strefach charakteryzują się system porowo-szcelinowym, a pułapki mają charakter strukturalno-tektoniczny. Ich powstanie i własności kolektorskie wiązały się prawdopodobnie z transtensyjnymi ruchami przesuwczymi, które doprowadziły do spękania skał dolomitu głównego oraz powstania rowów mezozoicznych. Analogiczne struktury występują na południe od obszaru przetargowego i zostały w nich odkryte ekonomiczne nagromadzenia węglowodorów: złoża Wysoka Kamieńska i Błotno.

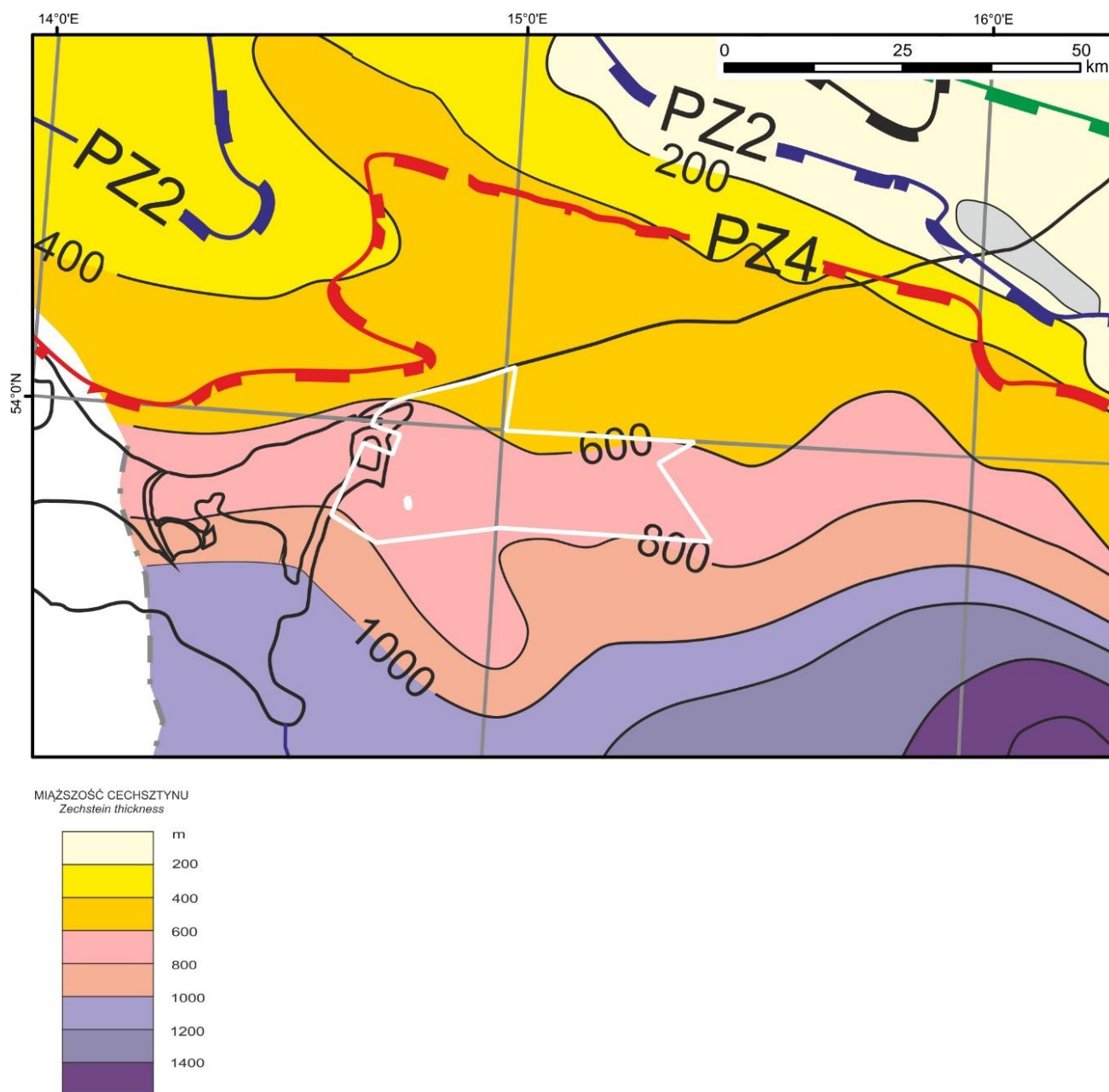


Fig. 2.25. Mapa miąższości cechsztynu wraz z likalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner, 1998; zmodyfikowane). Białym konturem zaznaczono granice obszaru przetargowego, niebieska linia – zasięg cyklotemu PZ2 (stasfurt); zielona linia – zasięg cyklotemu PZ3 (leine); czerwona linia – zasięg cyklotemu PZ4 (aller).

STRATYGRAFIA STRATIGRAPHY		POLSKI BASEN CECHSZTYŃSKI POLISH ZECHSTEIN BASIN				
OKRES STAGE	WIEK [Min] AGE [Ma]	LITOSTRATYGRAFIA LITHOSTRATIGRAPHY				
TRIAS TRIASSIC	IND INDUAN 251,0	DOLNY PSTRY PIASKOWIEC LOWER BUNTSANDSTEIN		fm. bałtycka <i>Baltic Fm.</i>		
PERM PERMIAN	CZANGSING CHANGHSINGIAN	CECHSZTYN ZECHSTEIN	CECHSZTYN PZ4 ZECHSTEIN PZ4	fm. rewalska <i>Rewal Fm.</i> stopowa seria terygeniczna (PZt) Top Terrigenous Series (PZt)		
						PZ4e
						PZ4d
						PZ4c
						PZ4b
			PZ4a			
			CECHSZTYN PZ3 ZECHSTEIN PZ3	młodsza sól kamienna (Na3) /młodsza sól potasowa (K3) <i>Younger Halite (Na3)</i> /Younger Potash (K3)		
				anhydryt główny (A3) <i>Main Anhydrite (A3)</i>		
				dolomit płytowy (Ca3) <i>Platy Dolomite (Ca3)</i>		
				szary ił solny (T3) <i>Grey Pelite (T3)</i>		
				anhydryt kryjący (A2r) <i>Screening Anhydrite (A2r)</i>		
	starsza sól kamienna kryjąca (Na2r) <i>Screening Older Halite (Na2r)</i>					
	CECHSZTYN PZ2 ZECHSTEIN PZ2		starsza sól potasowa (K2) <i>Older Potash (Na2)</i>			
			starsza sól kamienna (Na2) <i>Older Halite (Na2)</i>			
			anhydryt podstawowy (A2) <i>Basal Anhydrite (A2)</i>			
			dolomit główny (Ca2) <i>Main Dolomite (Ca2)</i>			
			CECHSZTYN PZ1 ZECHSTEIN PZ1	anhydryt górny (A1g) <i>Upper Anhydrite (A1g)</i>		
	najstarsza sól kamienna (Na1) <i>Oldest Halite (Na1)</i>					
	anhydryt dolny (A1d) <i>Lower Anhydrite (A1d)</i>					
	wapień cechsztyński (Ca1) <i>Zechstein Limestone (Ca1)</i>					
	łupek miedzionośny (T1) <i>Kupferschiefer (T1)</i>					
	258,0 lub/or 260,4 KAPITAN CAPITANIAN		GÓRNY CZERWONY SPĄGOWIEC UPPER ROTLIEGEND	fm. Noteci <i>Noteć Fm.</i>		

Fig. 2.26. Stratygrafia cechsztynu w Polsce. Podział litostratygraficzny jest oparty na pracach Wagnera (1987, 1988, 1994; za Słowakiewiczem i Mikołajewskim, 2009; zmodyfikowane).

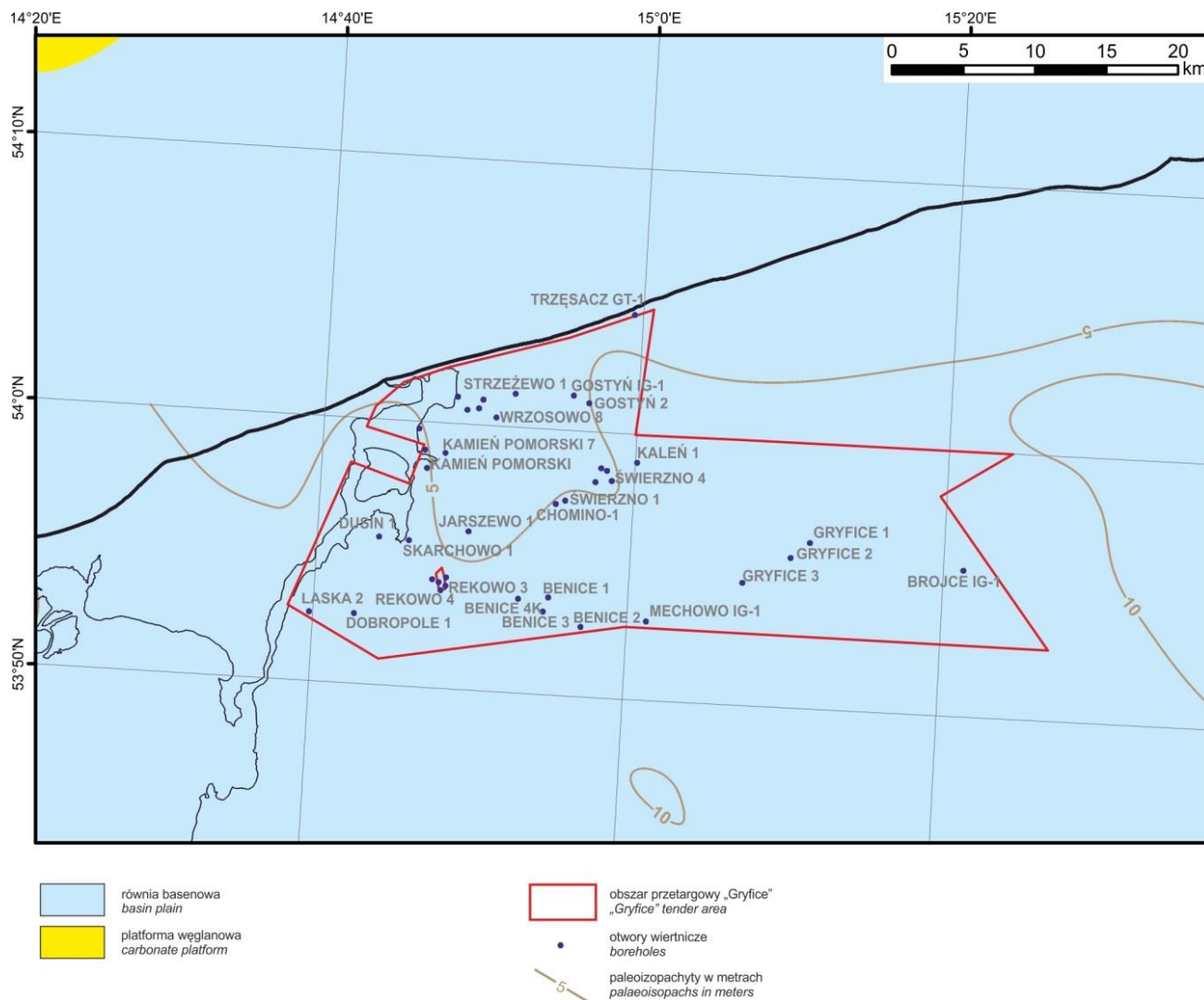


Fig. 2.27. Mapa paleogeograficzno-miąższościowa wapienia cechsztyńskiego – Ca1 wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Buniak i in., 2013a; zmodyfikowane).

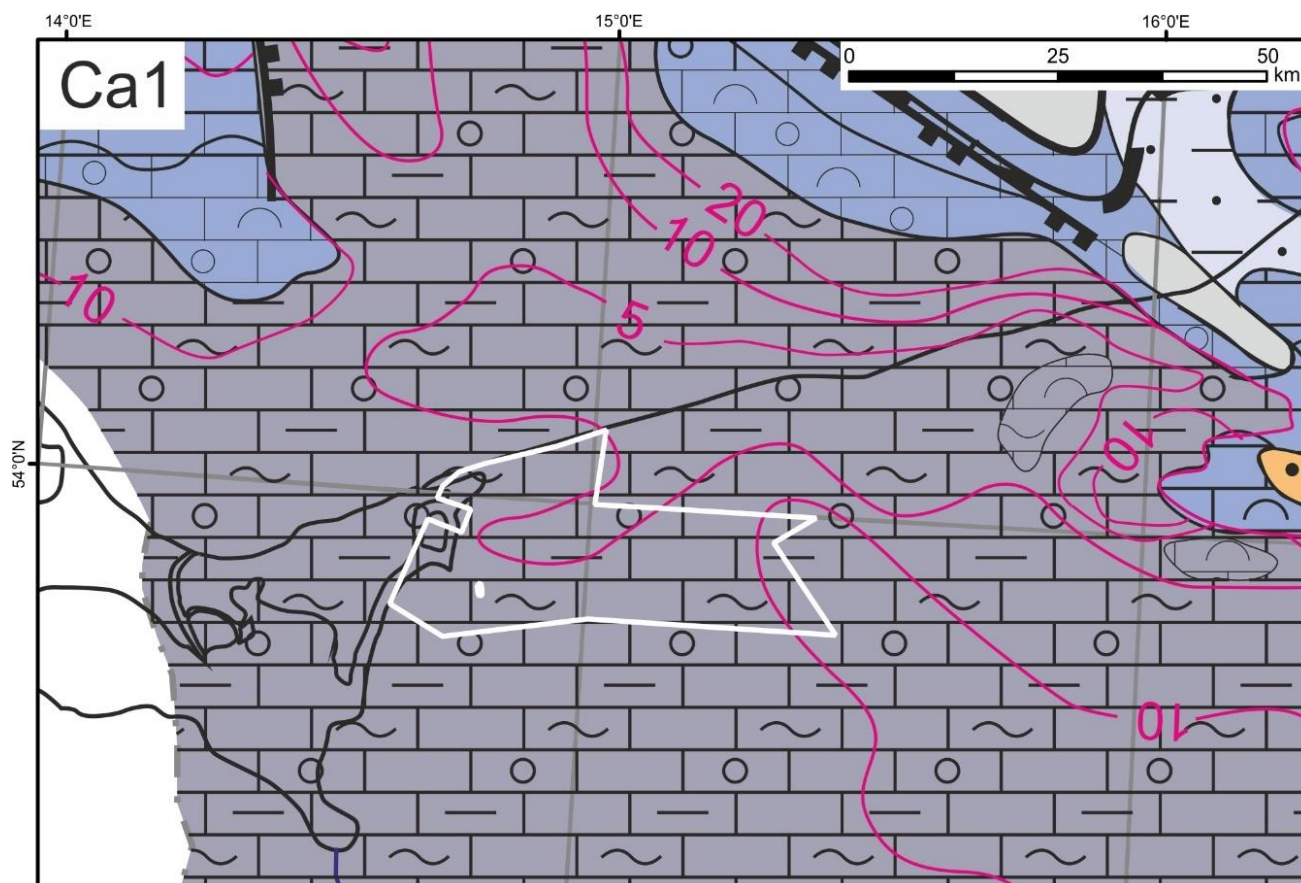
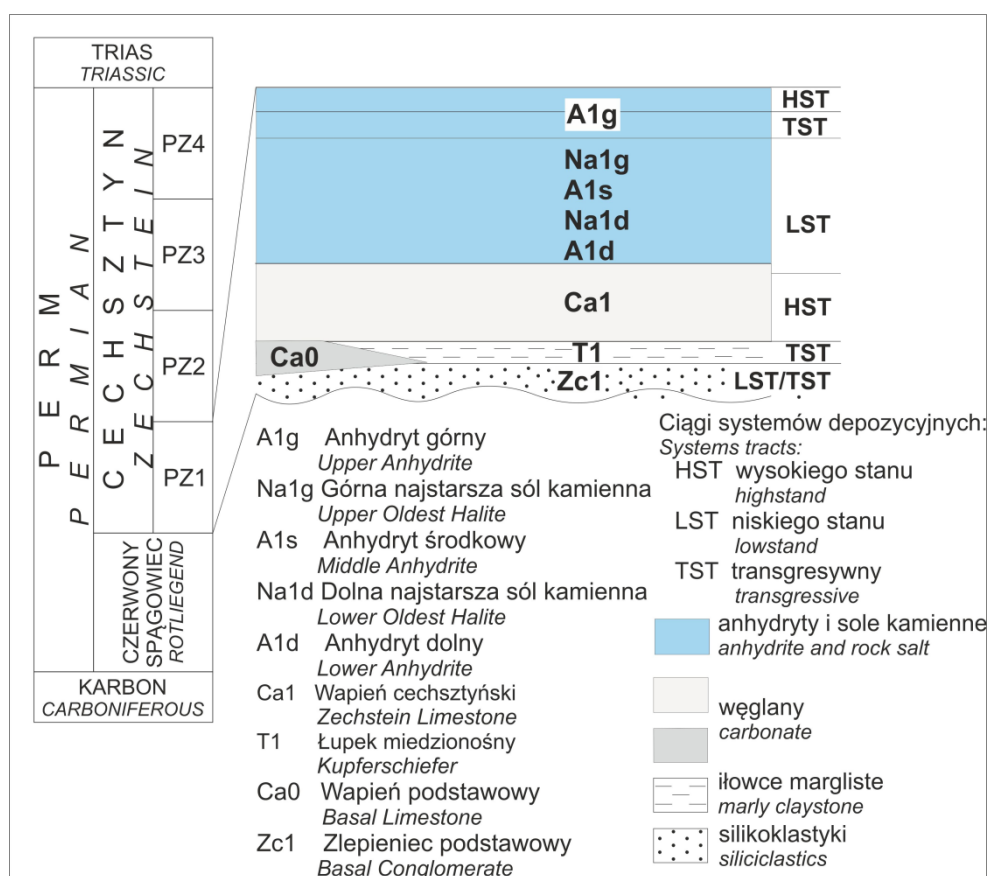


Fig. 2.28. Mapa paleogeograficzno-miąszościowa wapienia cechsztyńskiego – Ca1 wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner, 1998; zmodyfikowane).



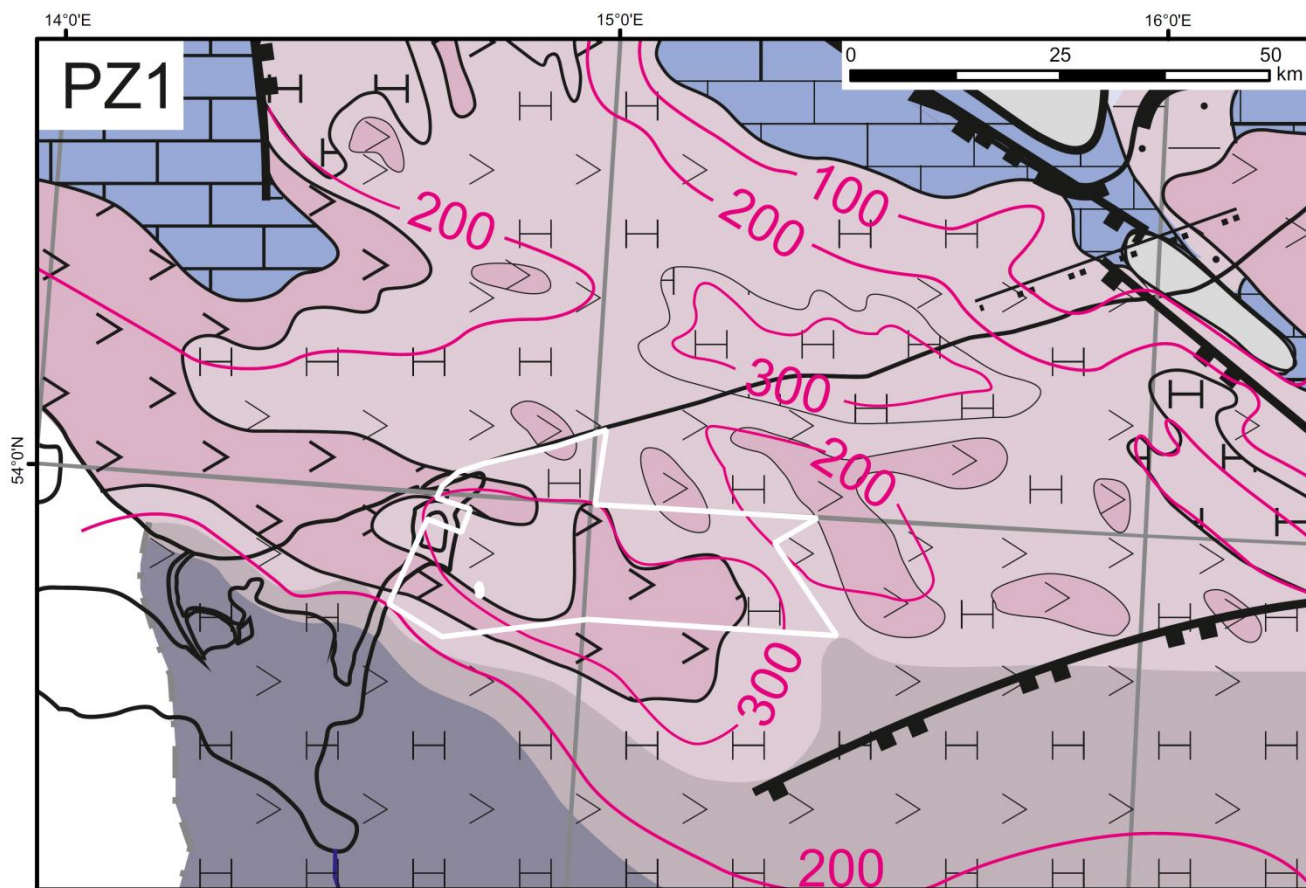


Fig. 2.30. Mapa paleogeograficzno-mięszszościowa cyklotemu PZ1 wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner, 1998; zmodyfikowane).

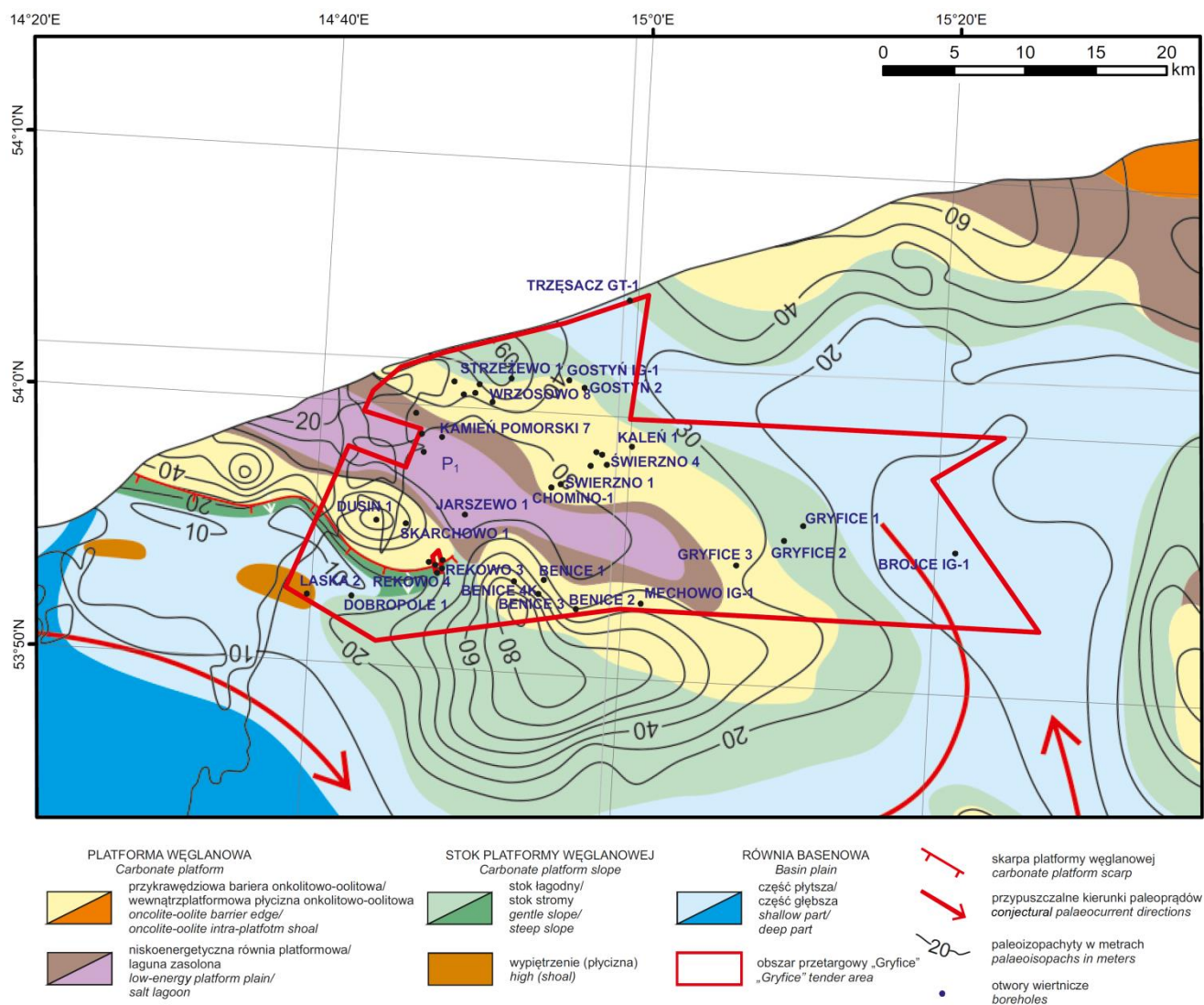


Fig. 2.31. Mapa paleogeograficzno-mięższościowa dolomitu głównego - Ca2 wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner, 2012; zmodyfikowane).

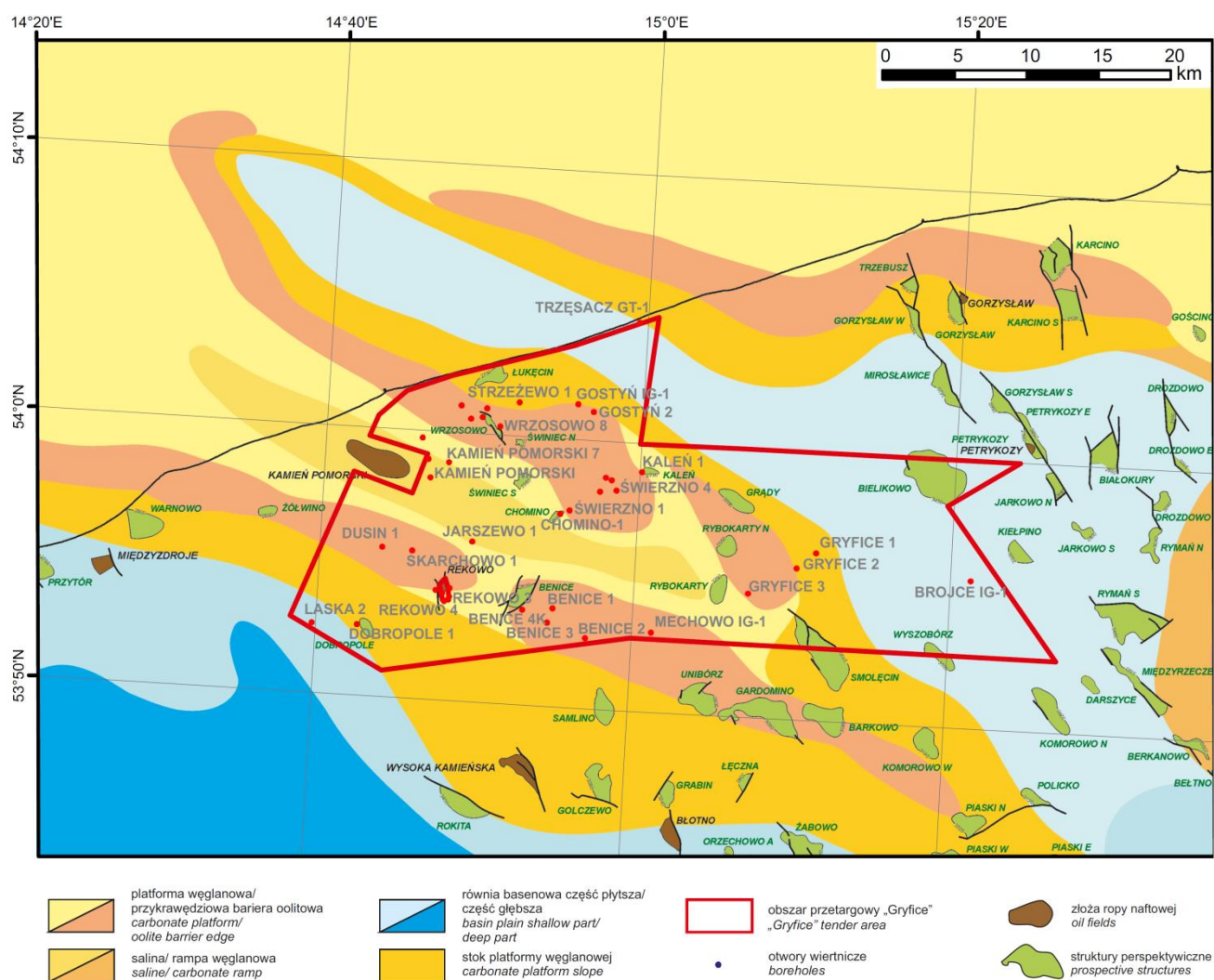


Fig. 2.32. Mapa paleogeograficzno-miękkościowa dolomitu głównego - Ca2 wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Buniak i in., 2013b; zmodyfikowane).

Nazwa otworu	Strop Ca2 [m]	Spąg Ca2 [m]	Miękkości [m]
Benice 1	2739,0	2793,0	54,0
Benice 2	2836,0	2881,0	45,0
Benice 3	2731,0	2805,0	74,0
Benice 4K	2611,5	2688,5	77,0
Brojce IG-1	3235,0	3243,5	8,5
Chomino 1	2685,5	2728,0	39,0
Dobropole 1	2850,5	2868,0	17,5
Dusin 1	2583,5	2643,0	59,5
Gostyń 2	2916,5	2945,5	29,0
Gryfice 1	2984,0	3012,5	28,5
Gryfice 2	3006,0	3035,0	29,0
Gryfice 3	3136,5	3170,0	33,5
Jarszewo 1	2525,0	2548,0	23,0
Kaleń 1	dane są własnością inwestora		
Kamień Pomorski 3	2352,0	2384,0	32,0
Kamień Pomorski 7	2360,0	2390,0	30,0
Kamień Pomorski 13	2326,5	2356,0	29,5
Laska 2	2855,0	2873,0	18,0
Rekowo 1*	2666,0	2667,0	1,0
Rekowo 2	2705,0	2727,0	22,0
Rekowo 3	2645,0	2667,0	22,0

Rekowo 4	2680,0	2710,0	30,0
Rekowo 6	2700,0	2720,0	20,0
Skarchowo 1	2590,0	2647,0	57,0
Strzeżewo 1	2768,0	2823,0	55,0
Świerzno 1	2687,5	2714,5	27,0
Świerzno 2*	2748,0	2772,2	24,2
Świerzno 4	2777,5	2811,5	34,0
Świerzno 5	2840,0	2872,0	32,0
Świerzno 9*	2769,0	2774,7	5,7
Wrzosowo 1	2742,5	2785,0	42,5
Wrzosowo 2	2675,0	2720,0	45,0
Wrzosowo 3	2696,0	2739,0	43,0
Wrzosowo 8	2735,0	2770,0	35,0
Wrzosowo 9	2714,5	2758,0	43,5

Tab. 2.1. Otwory przewiercające dolomit główny. *otwory nawiercające dolomit główny.

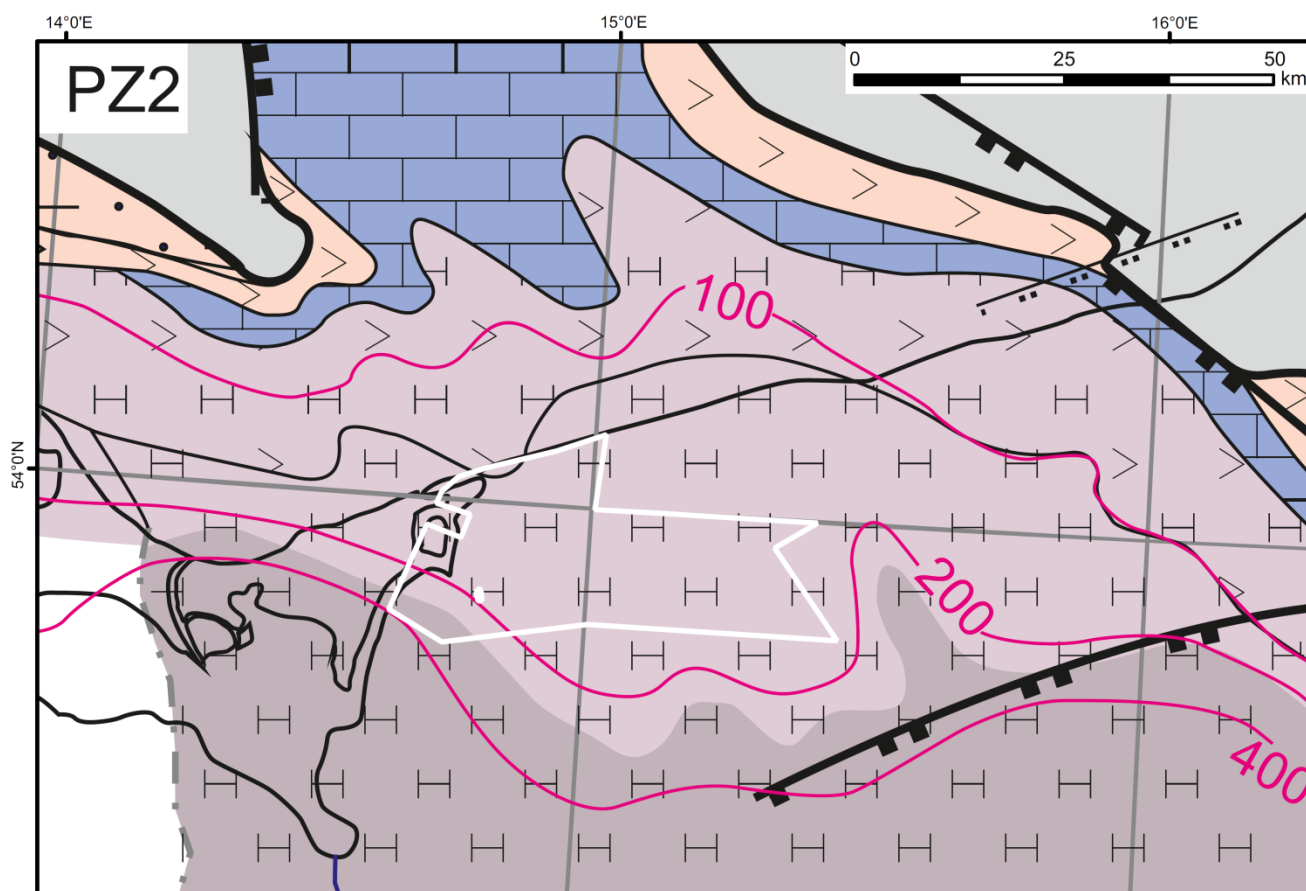


Fig. 2.33. Mapa paleogeograficzno-miąszościowa cyklotemu PZ2 wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner, 1998; zmodyfikowane).

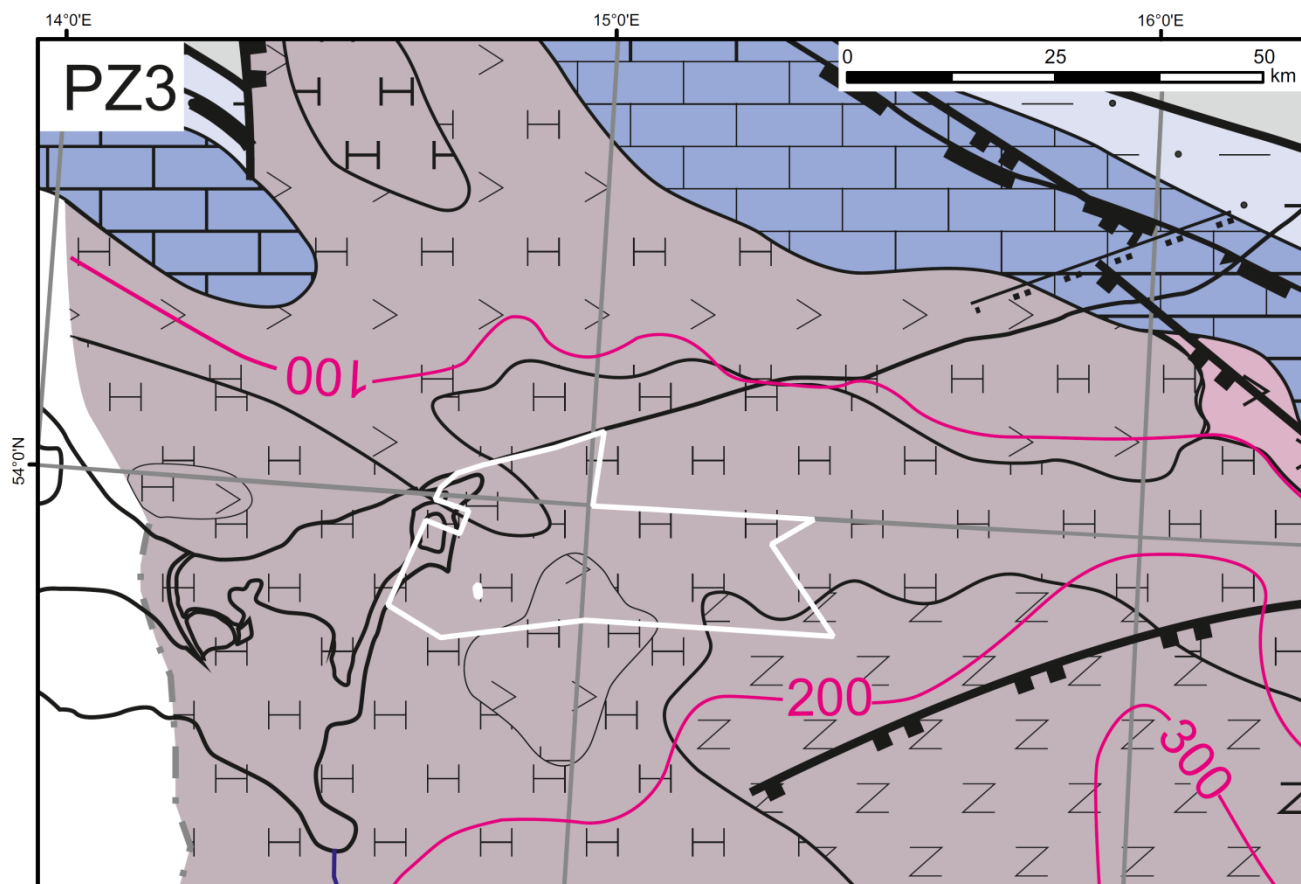


Fig. 2.34. Mapa paleogeograficzno-miąższościowa cyklotemu PZ3 wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner, 1998; zmodyfikowane)

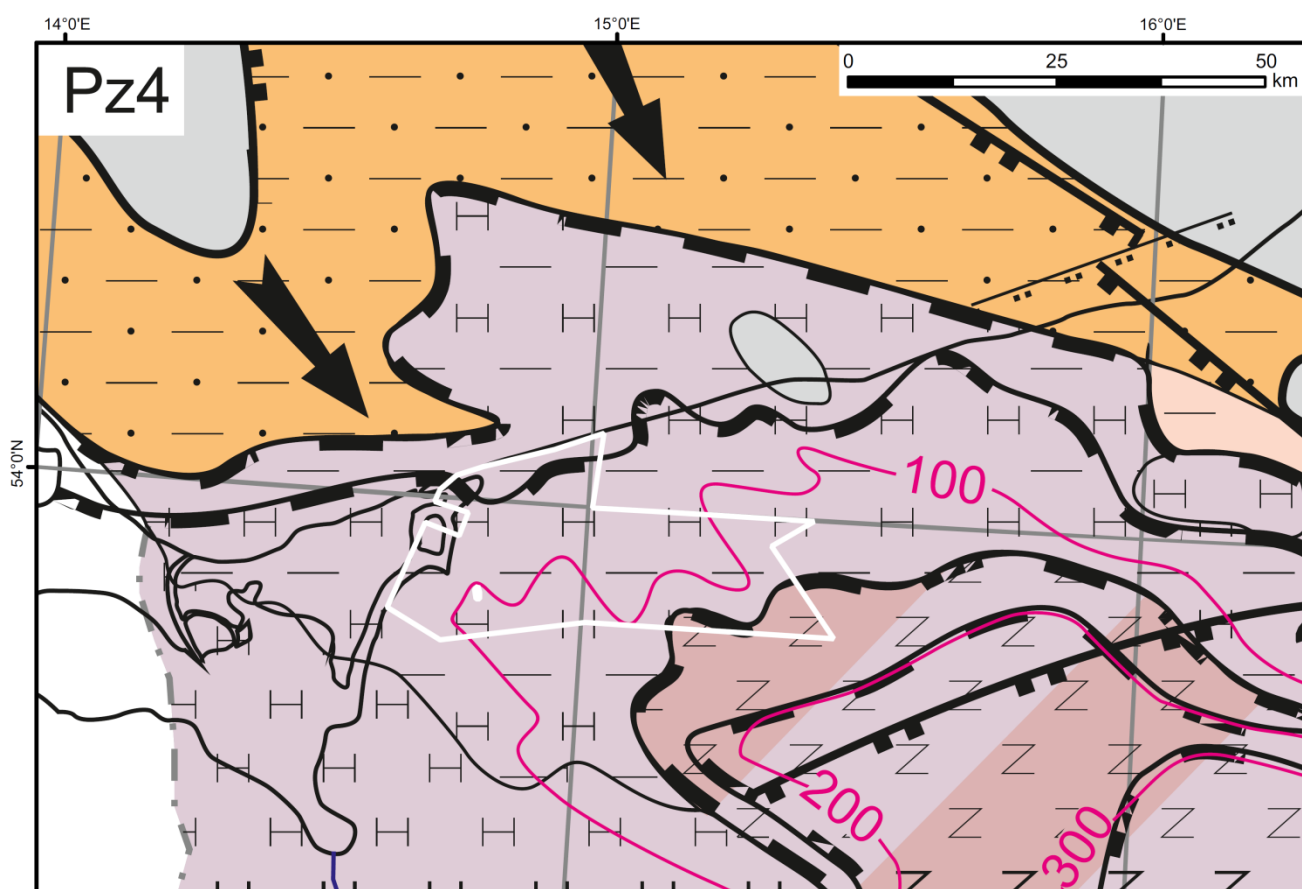


Fig. 2.35. Mapa paleogeograficzno-miąższościowa cyklotemu Pz4 wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner, 1998; zmodyfikowane)

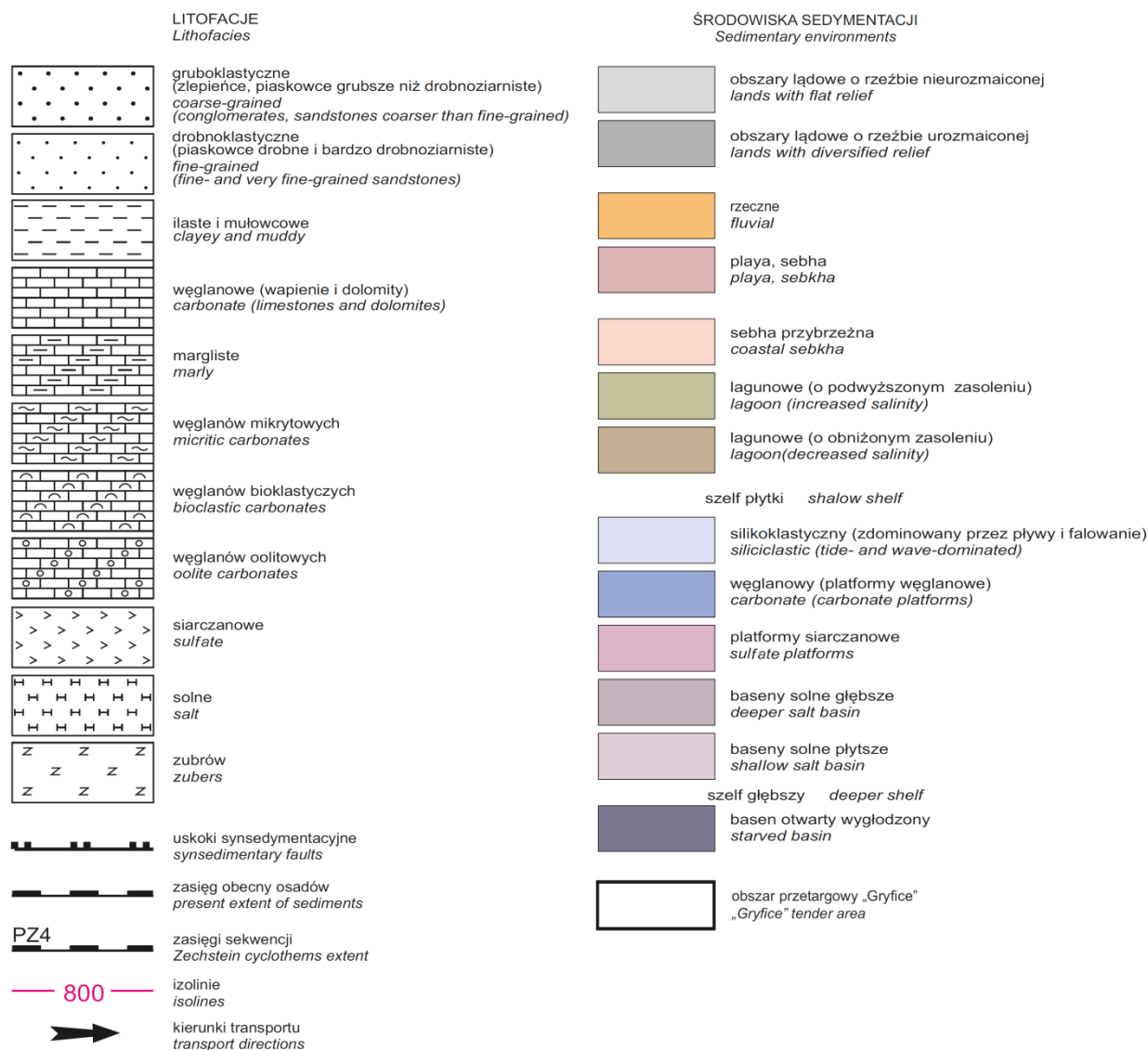


Fig. 2.37. Objasnienia do map paleogeograficznych (Wagner, 1998).

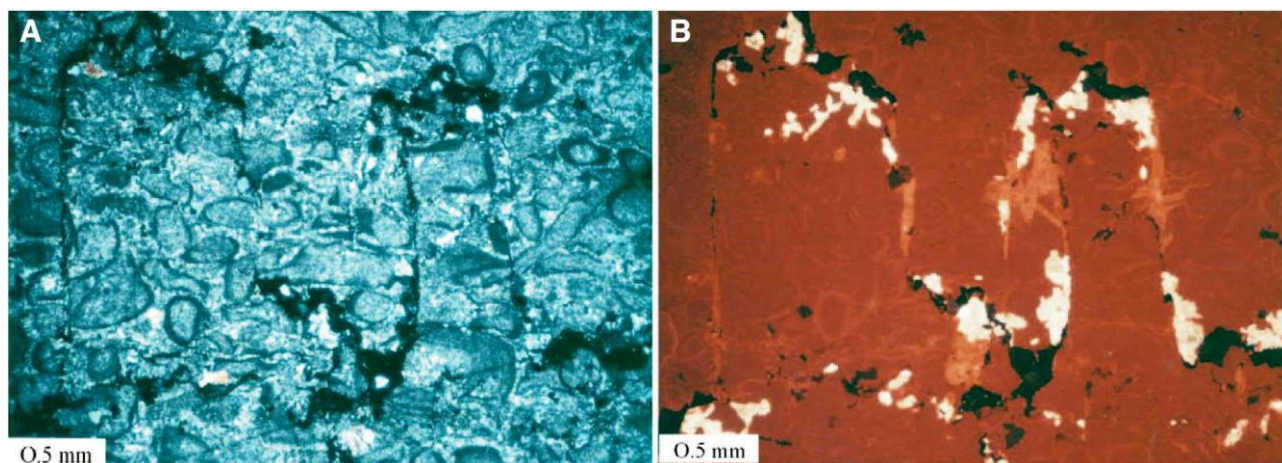


Fig. 2.38. A. Zdolomityzowany greinston oolitowy przecięty szwem stylolitowym, porowatość międzyziarnową wypełnia dolosparytowy cement; światło przechodzące, skrzyżowane nikole. B. Ten sam obraz jak A w katodoluminescencji (CL). W szwie stylolitowym widoczne: sellait (jasne świecenie), dolomit (pomarańczowy) i materia organiczna (czarna). Otwór Benice 3, próbka z głębokości 2735,5 m (Słowakiewicz i in., 2010).

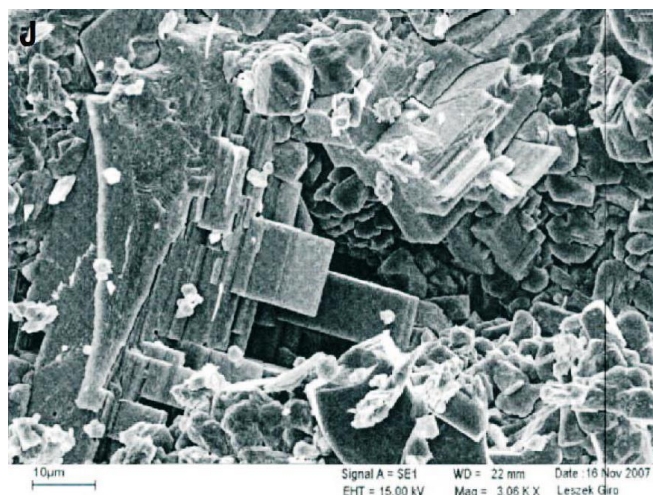


Fig. 2.39. Cement anhydrytowy, widoczna mikroporowatość międzykrystaliczna, obraz SEM. Otwór Benice 3, próbka z głębokości 2777,5 m (Słowakiewicz i in., 2010).

2.3.5. TRIAS

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory triasu na obszarze przetargowym „Gryfice” przewiercono w 36 otworach wiertniczych, w 2 zaś jedynie je nawiercono, odpowiednio na głębokościach:

- Benice 1: 1018,0–2374,0 m,
- Benice 2: 1103,0–2504,0 m,
- Benice 3: 1034,0–2367,5 m,
- Benice 4K: 1495,0–2178,0 m,
- Brojce IG-1: 1156,0–2853,0 m,
- Chomino 1: 1055,0–2331,0 m,
- Dobropole 1: 1179,0–2316,0 m,
- Dusin 1: 959,0–2205,0 m,
- Gostyń 2: 1217,0–2578,0 m,
- Gostyń IG-1: 1276,0–2133,4 m,
- Gryfice 1: 954,0–2611,0 m,
- Gryfice 2: 868,0–2512,0 m,
- Gryfice 3: 995,0–2697,0 m,
- Jarszewo 1: 856,0–2165,0 m,
- Kaleń 1: dane są własnością inwestora
- Kamień Pomorski 3: 655,0–1995,5 m,
- Kamień Pomorski 7: 686,0–2026,0 m,
- Kamień Pomorski 13: 658,0–2034,0 m,
- Laska 2: 1428,0–2067,0 m,
- Mechowo IG-1: 1130,0–1347,0 m, (nieprzewiercono)
- Rekowo 1: 917,0–2102,0 m,
- Rekowo 2: 914,0–2126,5 m,
- Rekowo 3: 936,0–2121,5 m,
- Rekowo 4: 936,0–2111,5 m,
- Rekowo 6: 957,0–2035,5 m,
- Skarchowo 1: 890,0–2189,5 m,
- Strzeżewo 1: 930,0–2495,0 m,
- Świerżno 1: 776,0–2300 m,
- Świerżno 2: 819,0–2354,0 m,
- Świerżno 4: 837,0–2338,0 m,
- Świerżno 5: 830,0–2290,0 m,
- Świerżno 9: 815,0–2247,5 m,
- Trzęsacz GT-1: 1208,0–1224,5 m, (nieprzewiercono)
- Wrzosowo 1: 840,5–2299,0 m,
- Wrzosowo 2: 820,0–2262,0 m,
- Wrzosowo 3: 817,5–2239,5 m,
- Wrzosowo 8: 852,0–2258,0 m,
- Wrzosowo 9: 811,0–2271,0 m.

Miąższość triasu jest zróżnicowana. Wynosi ona od 639,0 m (Laska 2) do 1702,0 m (Gryfice 3).

Litologia i stratygrafia

Utwory dolnego triasu na obszarze przetargowym „Gryfice” można podzielić na trzy części. Dolna część składa się z iłowców i mułowców (formacja bałtycka; Szyperko-Teller, 1979). Środkowa partia dolnego triasu jest reprezentowana przez sukcesję oolitowo-piaskowcową oraz skały bardzo drobno- i drobnoklastyczne (formacja pomorska; Szyperko-Teller, 1982), które są zastępowane przez piaskowce (formacja polczyńska). Ostatnia, górna część dolnego triasu składa

się w ponad 80% z skał klastycznych (formacja barwicka), wśród których pojawiają się dwa charakterystyczne kompleksy regionalne (ogniwa). W dolnym kompleksie występują iłowce (ogniwo iłowców z Czaplina), w górnym zaś iłowce z przewarstwieniami węglanowymi (ogniwo sicińskie).

Utwory środkowego triasu (wapień muszlowy) w większości swojego profilu składają się z typowych skał węglanowych (wapienie i dolomity), wśród których występują także margle, iłowce i przewarstwienia anhydrytowe (m.in. Gajewska, 1997a). Jedynie w jego najwyższej części dochodzi do wyraźnej zmiany litologicznej i sukcesja węglanowa zostaje zastąpiona przez sukcesję klastyczno-węglanową. Zbudowana jest ona z szarych, czerwonych i pstrych iłowców z przewarstwieniami mułowców, piaskowców, wapieni, dolomitów i margli (warstwy sulechowskie; Gajewska, 1997b). Często wśród tych skał pojawiają się zwęglone szczątki roślinne, tworzące cienkie warstewki węgla brunatnego.

W dolnej części profilu górnego triasu występują dwa mięjsze kompleksy czerwonych

skał ilasto-mułowcowych, z czego w dolnym pojawiają się przewarstwienia siarczanowo-ewaporatowe (warstwy gipsowe dolne; Gajewska, 1997b), w górnym zaś udział warstw anhydrytowych, dolomitowych i piaskowcowych jest minimalny (warstwy gipsowe górne). Powyższe kompleksy są rozdzielone sukcesją piaskowcową, z bardzo nielicznym udziałem śladów szczątków flory lub ilasto-mułowcową, charakteryzującą się bardzo licznymi szczątkami roślinnymi (piaskowiec trzcinyowy). Następnie w profilu górnego triasu występują czerwone i wiśniowe iłowce i mułowce węglanowe, a czasem pojawiają się iłowce z anhydrytem, piaskowce i zlepnieńce (warstwy zbąszyneckie i jarkowskie; Deczkowski, 1997). W najwyższej części profilu górnego triasu dochodzi do zmiany barwy skał, z czerwonej na szarą. Wśród tych skał widać ich dwudzielność. Dolna część składa się głównie z piaskowców z przewarstwieniami mułowców, górna zaś jest zdominowana przez mułowce i iłowce z licznymi szczątkami zwęglonej flory (warstwy wielichowskie).

2.3.6. JURA

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym „Gryfice” aż 38 otworów wiertniczych przewierciło utwory jury, tylko zaś w jednym przypadku są one „jedynie” nawiercone (otwór Kamień Pomorski). Sumaryczna miąższość kompleksu jurajskiego wynosi od 553,2 m (Kamień Pomorski) do 1484,5 m (Benice 4K). Poniżej zestawiono otwory nawiercające/przewiercające jurę, odpowiednio na głębokościach:

- Benice 1: 28,0–1018,0 m,
- Benice 2: 54,0–1103,0 m,
- Benice 3: 18,0–1034,0 m,
- Benice 4K: 19,5–1504,0 m,
- Brojce IG-1: 31,0–1156,0 m,
- Chomino 1: 46,5–1055,0 m,
- Dobropole 1: 44,5–1179,0 m,
- Dusin 1: 16,0–959,0 m,
- Gostyń 2: 54,0–1217,0 m,
- Gostyń IG-1: 46,0–1276,0 m,
- Gryfice 1: 70,0–954,0 m,
- Gryfice 2: 39,0–868,0 m,
- Gryfice 3: 79,0–995,0 m,
- Jarszewo 1: 35,0–856,0 m,
- Kaleń 1: dane są własnością inwestora
- Kamień Pomorski: 26,8–580,0 m,
- Kamień Pomorski 3: 40,0–655,0 m,
- Kamień Pomorski 7: 44,0–686,0 m,
- Kamień Pomorski 13: 30,0–658,0 m,
- Laska 2: 104,0–1428,0 m,
- Mechowo IG-1: 120,0–1130,0 m,
- Rekowo 1: 70,0–917,0 m,
- Rekowo 2: 64,0–914,0 m,
- Rekowo 3: 87,0–932,5 m,
- Rekowo 4: 49,5–936,0 m,
- Rekowo 6: 67,0–957,0 m,
- Skarchowo 1: 24,0–890 m,
- Strzeżewo 1: 45,0–930,0 m,
- Świerzno 1: 54,0–776,0 m,
- Świerzno 2: 70,0–819,0 m,

- Świerżno 4: 54,0–837,0 m,
- Świerżno 5: 46,0–830,0 m,
- Świerżno 9: 69,0–815,0 m,
- Trzęsacz GT-1: 94,0–1208,0 m,
- Wrzosowo 1: 55,0–840,5 m,
- Wrzosowo 2: 34,0–820,0 m,
- Wrzosowo 3: 40,0–817,5 m,
- Wrzosowo 8: 52,0–852,0 m,
- Wrzosowo 9: 42,0–811,0 m.

Pod kenozoikiem na obszarze „Gryfice” występują różne wychodnie systemu jurajskiego (Fig. 2.4). Na prawie całym obszarze przetargowym dominują głównie utwory środkowej jury (Fig. 2.4). W jego NW i SE części występują skały dolnej jury, w najbardziej zaś brzeżnych rejonach pojawiają się wychodnie górnej jury (Fig. 2.4). Powyższy układ strukturalny powstał w wyniku działalności erozyjnej, która była efektem inwersji bruzdy śródpolskiej oraz ruchów blokowych wzdłuż stref rozłamowych w jurze (m.in. Dadlez i in., 2000).

Litologia i stratygrafia

Profil dolnej jury na obszarze przetargowym „Gryfice” składa się głównie z kompleksów

iłowcowo-mułowcowych i piaskowcowych. Ich miąższość wynosi od 800 m w północnej jego części do 900 m w części południowej. Szczególnie istotny dla badań sedimentologiczno-petrologicznych (m.in. Maliszewska, 1997; Pieńkowski, 1997) utworów dolnej jury jest otwór Mechowo IG-1, charakteryzujący się bardzo dużym uzyskiem rdzenia z omawianego interwału stratygraficznego.

Utwory środkowej jury są reprezentowane przez ciemnoszare i brunatne mułowce z fauną, z przewarstwieniami jasnoszarych mułowców, drobnoziarniste piaskowce, miejscami oolitów żelaziste oraz syderyty. Ich miąższość wynosi od 300 do 500 m (Dadlez i in., 1998).

Utwory górnej jury na obszarze przetargowym „Gryfice”, ze względu na erozję przedoceńską, zachowały się jedynie w brzegowych częściach wału pomorskiego (Brochwicz-Lewiński, 1987). Zostały one przewiercone w trzech otworach wiertniczych (Dobropole 1, Laska 2 i Trzęsacz GT-1). Utwory górnej jury składają się z szarych wapieni z marglami (dolna część) oraz szarych wapieni, wapieni mułowcowych z wkładkami mułowców oraz iłowców (górna część).

2.3.7. KREDA

Rozprzestrzenienie i miąższość

W najbardziej północno-wschodniej krawędzi i wschodniej części obszaru przetargowego „Gryfice” występują utwory kredy (Fig. 2.4). Zachowały się one w formie izolowanego obniżenia, które strukturalnie występuje jako synklina Trzebiatowa. Jej północno-wschodnie skrzydło charakteryzuje się stromym zapadaniem, południowo-zachodnie zaś łagodnym (Fig. 2.4). Centralna część osi synkliny Trzebiatowa rozciąga się w kierunku NW-SE, która jest równoległa z kierunkiem centralnej osi antyklinorium śródpolskiego.

Na obszarze przetargowym „Gryfice”, tylko w jednym głębokim otworze wiertniczym przewiercono utwory dolnej i górnej kredy – Trzęsacz GT-1. Osiągają one sumarycznie 46 m miąższości.

Litologia i stratygrafia

Na obszarze przetargowym „Gryfice” utwory dolnej kredy, które zostały przewiercone otworem Trzebusz GT-1, składają się z ciemnoszarych i czarnych mułowców oraz, w mniejszej ilości, z ciemnoszarych iłowców. Na tych utworach zalegają szare piaskowce kwarcowe, różnoziarniste, o spoiwie ilastym, charakteryzujące się słabą zwięzłością. Pośród piaskowców występują wkładki ciemnoszarych mułowców ze zwęgloną substancją roślinną. Przewiercone utwory dolnej kredy na obszarze przetargowym „Gryfice” osiągają 26,0 m miąższości.

Na utworach dolnej kredy zalegają skały górnej kredy. Są one reprezentowane przez jasnoszare margle słabo piaszczyste. W ich

spągu zaznacza się niewielkiej miąższości wkładka ciemnoszarych i czarnych iłowców. Przewiercone utwory górnej kredy na obszarze „Gryfice” osiągają 20 m miąższości. Na podstawie analizy mapy strukturalnej spągu górnej kredy Jaskowiak-Schoeneichowej i Po-

żaryskiego (1979), obserwuje się zwiększenie głębokości położenia omawianej powierzchni w kierunku centralnej części synkliny Trzebiatowa. Czynniki ten bezpośrednio wpływa na zwiększenie miąższości przewierczanych skał górnej kredy.

2.3.8. KENOZOIK

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym „Gryfice” utwory miocenu występują jedynie w pobliżu miejscowości Pobierowo, w formie fragmentarycznie zachowanego płata pokrywy neogénskiej, rozwiniętej na utworach mezozoiku (Dobrcka i in., 1977). Zostały one przewiercone jednym płytkim otworem na głębokości 58,4 – 89,0 m (*op. cit.*).

Utwory czwartorzędu pokrywają całkowicie obszar przetargowy „Gryfice”. Zalegają one bezpośrednio na wychodniach dolnej, środkowej i górnej jury, jak również, w jego północno-wschodniej krawędzi i w wschodniej części, na utworach dolnej i górnej kredy. Utwory czwartorzędowe osiągają zróżnicowaną miąższość od 10,5 m do 199,0 m (Dobrcka, 2013; Dobrcka i in., 1977).

Litologia i stratygrafia

Najstarszymi udokumentowanymi utworami kenozoicznymi na obszarze przetargowym „Gryfice” są osady miocenu. Składają się one z piasków kwarcowych, pośród których występuje detrytus roślinny, a także pojawiają się przewarstwienia mułków. Ze względu na niejednoznaczne wyniki analizy palinologicznej (Dobrcka i in., 1977), brak mikroskamieniałości w osadzie, jedynym czynnikiem umożliwiającym określenie ich pozycji stratygraficznej było wykształcenie litologiczne, analogiczne do utworów miocenu występujących w okolicach Koszalina (Dobrcka i in., 1977).

Jeśli chodzi o czwartorzęd, w zachodniej części obszaru przetargowego „Gryfice” wyróżniono 8 poziomów lodowcowych (Dobrcka, 2013), we wschodniej zaś jego części – 7 (Dobrcki, 2016), które odpowiadają dwóm

lub trzem zlodowaceniom południowopolskim (nidy, sanu 1, sanu 2), trzem środkowopolskim (odry, warty – stadiał dolny i środkowy) i jednemu zlodowaceniowi północnopolskiego (wisły). W obrębie najmłodszego zlodowacenia wisły wydzielono stadiał górny z, odpowiadającymi mu, dwoma poziomami glin zwałowych, należących do faz leszczyńsko-poznańskiej i pomorskiej (Dobrcka, 2013).

Zlodowacenie południowopolskie składa się z trzech poziomów glin zwałowych, rozdzielonych osadami zastoiskowymi w zachodniej części obszaru przetargowego „Gryfice”. Występują one w najgłębszej części rowu Ciećmierza. W wschodniej części obszaru przetargowego zlodowacenie południowopolskie składa się z dwóch poziomów glin zwałowych, które również są rozdzielone osadami zastoiskowymi, zdeponowanymi w rowie Bądkowa. Następnie, w trakcie interglacjału wielkiego, zachodziły silne procesy erozji rzecznej i denudacji, które przy jednoczesnych ruchach wynoszących powodowały powstanie licznych rynien w starszych utworach i dolin, wypełnianych osadami rzecznyymi. Na nich zalegają utwory zlodowacenia środkowopolskiego. Składają się z trzech poziomów glin zwałowych, charakteryzujących się dużą miąższością. Osady te reprezentują zlodowacenie odry oraz stadiał dolny i górny zlodowacenia warty. Poziomy glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego rozdzielone są osadami zastoiskowymi i wodnolodowcowymi. Po ustąpieniu lądolodu zlodowacenia warty, na speneplenizowanym obszarze, w trakcie interglacjału eemskiego, miała miejsce akumulacja osadów fluwialnych, jak również w rowie Ciećmierza obserwuje się wpływy ingresji morskiej – osady jeziornomorskie. Kolejny etap wiązał się z erozją czę-

ści dolin z interglacjału eemskiego w wyniku nasuwającego się lądolodu zlodowacenia wiśły i wypełnienia ich wodnolodowcowymi osadami piaszczysto-żwirowymi. Transgresję lądolodu stadiału górnego (fazy leszczyńsko-poznańskiej) poprzedziła akumulacja wodnolodowcowa typu sandrowego i zastoiskowego. Na całym obszarze przetargowym lądolód fazy leszczyńsko-poznańskiej pozostawił poziomy glin zwałowych, które charakteryzują się dużymi miąższościami. Po wycofaniu się tego lądolodu w pewnych częściach obszaru

przetargowego doszło do powstania niewielkich zbiorników zastoiskowych, w rynnach zaś subglacialnych zachodziła erozja wodnolodowcowa. Najmłodszym glacialnym poziomem stratygraficznym są gliny zwałowe fazy pomorskiej, które wraz z całym zespołem syngenetycznych i postgenetycznych form reprezentuje zanik lądolodu. W okresie postglacialnym i holocenie nastąpiła depozycja osadów eolicznych, fluwialnych oraz jeziornych.

2.4. HYDROGEOLOGIA

Regionalizacja hydrogeologiczna

Obszar przetargowy „Gryfice”, o łącznej powierzchni 747,96 km², jest położony, według regionalizacji hydrogeologicznej zawartej w Atlasie hydrogeologicznym Polski (Paczyński, 1995), w regionie pomorskim (V), subregionie przymorskim (V1), rejonie gryficko-drawskim (V1B). W regionalizacji wód zwykłych (Paczyński i Sadurski, 2007) wyznaczony obszar przynależy do prowincji wybrzeża i pobraża Bałtyku, regionu zachodniopomorskiego (RZP). Regionalizacja ta została oparta o wydzielone jednostki jednolitych części wód podziemnych. Obszar należy do JCWPd nr 5, 6 i 8 (Fig. 2.40). W kolejnej regionalizacji hydrogeologicznej – według AHP, omawiany obszar jest położony w prowincji niżowej, regionie pomorskim, subregionie nadmorskim. Biorąc pod uwagę podziały związane z gospodarką wodną kraju, obszar przetargowy „Gryfice” jest położony w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego i obejmuje trzy obszary bilansowe wód podziemnych, będące w jurysdykcji RZGW w Szczecinie. Obszarami tymi są: S-XII (Rega i Przymorze) – 28% powierzchni obszaru przetargowego, S-XI (Dziwna i Przymorze) – 71% obszaru przetargowego oraz S-III (Wolin bez części zachodniej) – 1% obszaru przetargowego.

Warunki hydrogeologiczne

Wody podziemne występują w wielopiętrowym systemie wodonośnym, w obrębie trzech

pięter wodonośnych: czwartorzędowego, kredowego oraz jurajskiego. Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych zostało przedstawione na Mapie hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 (MhP) – arkusz Dziwnów (76), Wolin (114), Kamień Pomorski (115), Gryfice (116), Brójce (117).

Piętro czwartorzędowe. Najpowszechniej na omawianym obszarze występują poziomy wodonośne piętra czwartorzędowego. Wody podziemne tego piętra występują w obrębie trzech poziomów: przypowierzchniowego, międzyglinowego i podglinowego. Poziomy te są często nieciągłe, stanowią przewarstwienia i soczewki, pomimo tego piętro to stanowi istotne znaczenie użytkowe. Pokrywa wodonośnych utworów czwartorzędowych wynosi do kilku do 100 m. Utwory te stanowią głównie piaski różnej granulacji i żwiry wodnolodowcowe oraz fluwioglacjalne, związane ze strukturami takimi jak doliny rzeczne, doliny kopalne (pogrzebane) sandry, kemy. Poziom przypowierzchniowy występuje głównie w obrębie dolin rzecznych, lokalnie na wysoczyźnie, nie mając regionalnego rozprzestrzenienia. Budują go fluwioglacjalne osady zlodowacenia wiśły. Często poziom ten stanowi pierwszy poziom wodonośny (PPW), który zasilany jest opadami atmosferycznymi. Zwierciadło wód jest swobodne, lokalnie napięte. Jego miąższość na obszarze arkusza Mapy hydrogeologicznej Polski (1 : 50 000) Kamień Pomorski (Frankiewicz i Wiśniowski, 2000) wynosi od 4 do 30 m. Wydajności jed-

nostkowe studzien wierconych ujmujących ten właśnie poziom w rejonie Kamienia Pomorskiego i Dobropola wynoszą od 0,1 do 12,9 m³/h/1mS. Poziom międzyglinowy jest rozprzestrzeniony regionalnie i stanowi główny użytkowy poziom wodonośny. Często stanowi go kilka warstw połączonych hydraulicznie. Poziom ten charakteryzuje się zróżnicowaną miąższością, do kilkunastu metrów. Wydajność poziomu jest również zróżnicowana od warunków litologicznych z jakich wykształcony jest poziom wodonośny a mieści się przedziale $Q = 6,6\text{--}243\text{ m}^3/\text{h}$. Zwierciadło wód ma charakter napięty, zasilanie poziomu odbywa się na drodze przesączania międzypoziomowego. Najgłębszy poziom czwartorzędowy – podglinowy stanowią osady fluwioglacjalne zlodowaceń południowopolskich oraz osady rzeczne interglacjału mazowieckiego. Poziom ten budują piaski różnoziarniste ze żwirem i otoczaki. Co istotne poziom podglinowy bardzo często wypełnia obniżenia tektoniczne i leży bezpośrednio na utworach jurajskich, wypełniając głębokie obniżenia erozyjno-tektoniczne, powstałe na uskokach w utworach jurajskich. Zwierciadło ma również charakter napięty i stabilizuje się na wysokości do ok 20 m n.p.m. Wydajność jednostkowa waha się od 2 do 5 m³/h·1mS, a wydajność potencjalna od 30 do 120 m³/h. Poziom ten ma bezpośredni kontakt hydrauliczny z utworami jury. Zasilanie odbywa się poprzez przesączanie z poziomów nadległych. W strefach dyslokacji tektonicznych możliwa jest ascenzja wód zasolonych z podłoża (Fuszara, 2000).

Utwory budujące piętro wodonośne czwartorzędu charakteryzują się wartościami współczynnika filtracji k od kilku do około 30 m/d. Przestrzenny rozkład jego wartości jest mozaikowy. Współczynnik wodoprzewodności zmienia się od poniżej 25 m²/d do prawie 3000 m²/d. Najwyższymi wartościami a przez co najlepszymi parametrami hydrogeologicznymi charakteryzują się strefy występowania struktur kopalnych.

Piętro kredowe. Piętro wodonośne kredy występuje na południowo-zachodnim skłonie antyklinorium pomorskiego. Woda występuje głównie w utworach węglanowych. Na obszarze przetargowym poziom ten ujmowany jest

w Dobropolu, gdzie warstwę wodonośną stanowią piaskowce o miąższości 4,5 m nawiercone na głębokości 13 m, podścielone iltowcami. Zwierciadło ma charakter napięty, alimentacja odbywa się przez przesączanie wód przez 3,5–10 m warstwę gliny. Wydajność potencjalna studzien wynosi 20 m³/h.

Piętro jurajskie. Tektonika obszaru ma istotny wpływ na zróżnicowanie powierzchni podczwartorzędowej, a co za tym idzie wykształcenie piętra jurajskiego. Skałami zbiornikowymi wód podziemnych są głównie piaski i piaskowce toarku, aalenu, bajosu i keloweju. Lokalnie wody zgromadzone są w wapieniach i marglach. Parametry hydrogeologiczne poziomu jurajskiego zależą głównie od wykształcenia litologicznego. Współczynnik filtracji wynosi do 50 m/d, współczynnik wodoprzewodności do 1000 m²/d. Poziom prowadzi wody o zwierciadle napiętym, lokalnie artezyjskim. Zasilanie poziomu odbywa się na drodze przesączania międzypoziomowego z nadległego piętra czwartorzędowego. Poziomy tych pięter często mają bezpośredni kontakt hydrauliczny. Wody słodkie eksploatowane są głównie z wyższych partii utworów aalenu, bajosu i keloweju o zróżnicowanej miąższości. Na większych głębokościach (Matkowska, 1992) na terenie arkusza Mapy hydrogeologicznej Polski – Kamień Pomorski, powyżej 335,3 m, a na sąsiednich terenach już od 46,8 m, w obrębie piętra jurajskiego występują wyłącznie wody o wysokiej mineralizacji i solanki. Obecność dużej ilości chlorków w tych wodach wiąże się z ługowaniem wysadów solnych występujących w głębszym podłożu.

Poziomy wodonośne piętra czwartorzędowego zasilane są głównie przez infiltrację opadów atmosferycznych, natomiast piętro kredowe oraz jurajskie zasilane są na drodze przesączania z poziomów czwartorzędowych. Drenaż opisanych poziomów wodonośnych na analizowanym obszarze odbywa się przez liczne cieki powierzchniowe i kanały, tworząc lokalne ogniwo systemu krążenia wód podziemnych. Głębsze poziomy czwartorzędowe oraz poziomy kredowo-jurajskie, biorące udział w regionalnym systemie krążenia wód podziemnych, są drenowane przez Zatokę

Pomorską Morza Bałtyckiego oraz przez rzekę Dziwną, odwadniającą część zachodnią obszaru, i rzekę Regę, odwadniającą część wschodnią.

W obrębie obszaru przetargowego stwierdzono występowanie obszarów pozbawionych użytkowego piętra wodonośnego. Rejony te mają różną genezę. Najwięcej obszarów zidentyfikowano w granicach arkusza MhP 115 Kamień Pomorski (Frankiewicz i Wiśniowski, 2000). W części SE wspomnianego arkusza nie stwierdzono występowania użytkowego poziomu wodonośnego do głębokości 168 m, a w jego centralnej części do głębokości 43 m. Inną genezę braku poziomów użytkowych mają obszary zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie Zalewu Kamieńskiego. Wyznaczony obszar bez poziomu wodonośnego wydzielono ze względu na bardzo duże zasolenie wód w utworach czwartorzędowych (Cl^- ponad 2000 mg/dm^3) pochodzenia ascenzyjnego oraz z powodu przekroczenia granicznych wartości zawartości jonów Cl^- i NH_4^+ w wodzie z ujęcia jurajskiego i braku poziomu czwartorzędowego. Obszary te zostały wskazane i oznaczone na Fig. 2.41.

Jakość wód podziemnych

Dużą liczbę oznaczeń fizykochemicznych wód podziemnych wykonano na etapie prac nad Mapą hydrogeologiczną Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Kamień Pomorski. Pobrano wówczas 17 prób wody ze studni wierconych – 8 ze studni ujmujących piętro jurajskie i 9 ze studni ujmujących piętro czwartorzędowe, tym samym dając wiarygodny obraz jakości wód podziemnych. Jakość wody na badanych ujęciach była zróżnicowana, choć wody piętra czwartorzędowego i jurajskiego mają zbliżony skład. Najistotniejsze różnice dotyczą związków azotu, których ilość w wodach czwartorzędowych jest wyraźnie wyższa, co jest związane z wpływem antropogenicznym lub z występowaniem osadów organicznych. Wody o dobrej i bardzo dobrej jakości wystąpiły w otworach ujmujących poziom czwartorzędowy międzyglinowy i płytki poziom jurajski. Pozostałe otwory ujmowały wody średniej jakości, z przekroczoną zawartością Fe i Mn pochodzenia geogenicznego, co oznacza, że wody te nie wymagają uzdat-

niania lub wymagają prostego uzdatniania przez odżelazianie i odmanganianie. Występują również wody złej jakości z przekroczoną zawartością związków azotu NO_3 , NO_2 , HCO_3 , NH_4 , oraz K, Cl i Na. W ramach działania sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych państwowej służby hydrogeologicznej, w rejonie obszaru przetargowego są zlokalizowane 3 punkty obserwacyjne wód podziemnych, z których, w 2019 r., pobrano próbki wody do badań fizykochemicznych (Woźnicka, 2020). Wykazy analiz zestawiono w Tab. 2.2–2.4.

Jakość wód piętra czwartorzędowego zależy od wielu czynników, np. izolacji piętra czwartorzędowego oraz kontaktów z wodami głębszego krążenia (wodami słonymi). Generalnie są to wody słodkie o suchej pozostałości średnio około 490 mg/dm^3 , typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$. Lokalnie występują jednak wody o podwyższonej mineralizacji, jest to związane przede wszystkim z zasoleniem typu ascenzyjnego tych wód. Stężenie jonów chlorkowych osiągające 2970 mg/dm^3 w międzyglinowym poziomie czwartorzędowym, było przyczyną wydzielenia obszaru o braku poziomu użytkowego na północ od Kamienia Pomorskiego (Fuszara, 2009). Wody piętra jury i kredy są wodami silnie zmineralizowanymi. Jedynie poziom wód występujących w bliskim kontakcie z wodami czwartorzędowymi jest wysłodzony. Zatem poprzez procesy ascenzji mamy do czynienia z geogenicznym pochodzeniem tak wysokich stężeń jonów chlorkowych, czasami w połączeniu z jonami potasu i sodu. Występujące w wodach podziemnych składniki związków azotu takie jak NO_2 , NO_3 i NH_4 są składnikami pochodzenia antropogenicznego. Ich przekroczenia notowane są w kilku rejonach, np. w rejonie Kamienia Pomorskiego, co jest związane prawdopodobnie z odpadami komunalnymi oraz produkcją rolną dobrze rozwiniętą w tej części Polski. W rejonach, gdzie ujmowane są głębokie wody z warstw jurajskich (Świerżno), występowanie jonów amonowych towarzyszy zmineralizowanym wodom migrującym ze starszych utworów i są one produktem redukcji związków azotowych.

Jak wynika z Fig. 2.41, obszar przetargowy w większości charakteryzuje się średnim stopniem zagrożenia wód podziemnych. Jedynie w części północnej, północno-zachodniej oraz w rejonie Gryfic, stopień ten jest bardzo wysoki i wysoki, co jest związane ze słabą izolacją płytkich poziomów czwartorzędowych, a także ascencją słonych wód z niższych warstw piętra jurajskiego oraz ingresją słonych wód z Zalewu Kamieńskiego i Dziwny.

Główne zbiorniki wód podziemnych i ujęcia wód podziemnych

W obrębie analizowanego obszaru przetargowego nie występują główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP). Tuż za zachodnią jego granicą wyznaczono główny zbiornik wód podziemnych w utworach czwartorzędowych (zbiornik porowy) nr 102 Wyspa Wolin.

Zasoby i pobór wód podziemnych

Na omawianym obszarze istnieje kilkadziesiąt ujęć wód podziemnych, które eksploatują wody wszystkich użytkowych pięter wodonośnych: czwartorzędowego, kredowego oraz jurajskiego. Na podstawie bazy danych PO-BORY w Tab. 2.5 wskazano ujęcia, które zarejestrowały w 2018 r. pobór wód podziemnych $>10\,000\text{ m}^3/\text{r}$, znajdujące się w obrębie analizowanego obszaru przetargowego.

Istotną kwestią w przypadku poborów wód podziemnych jest ich duża zmienność w skali roku, zwłaszcza w strefie brzegowej – w sezonie letnim pobór wód podziemnych jest trzykrotnie większy. Na przestrzeni lat, większość ze studni istniejących w nadmorskich miejscowościach uzdrowiskowych, w których to zazwyczaj każdy ośrodek wypoczynkowy dysponował własnym ujęciem wody, została wyłączona z eksploatacji ze względu na bardzo złą jakość wody i często małą wydajność (Oficjalska i Krawczyńska, 2000).

Część obszaru przetargowego „Gryfice” znajduje się w granicach dokumentacji zasobów dyspozycyjnych pn. „Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych dla obszaru zlewni Dziwny” – obecnie dokumentacja jest w trakcie reambu-

lacji. Dokumentacja została wykonana w 1998 r., zatwierdzona w ramach decyzji DG/kdh/BJ/489-6221/2000. Zatwierdzone zasoby dyspozycyjne wyniosły $136902\text{ m}^3/24\text{h}$ – moduł $115\text{ m}^3/24\text{h}/\text{km}^2$ (obszar bilansowy S-XI). Wschodnia część obszaru przetargowego obejmuje fragment obszaru bilansowego S-XII (28%), dla którego w dokumentacji hydrogeologicznej określającej zasoby dyspozycyjne zlewni rzeki Regi i strefy przy morskiej (decyzja KDH2/013/6022/97), zasoby te oszacowano na $499\,921\text{ m}^3/24\text{h}$ – moduł $174,8\text{ m}^3/24\text{h}/\text{km}^2$. Niewielki fragment obszaru przetargowego jest położony w granicy obszaru bilansowego S-III, dla którego zasoby dyspozycyjne określono na $31\,140\text{ m}^3/24\text{h}$ (Oficjalska i Krawczyńska, 2000).

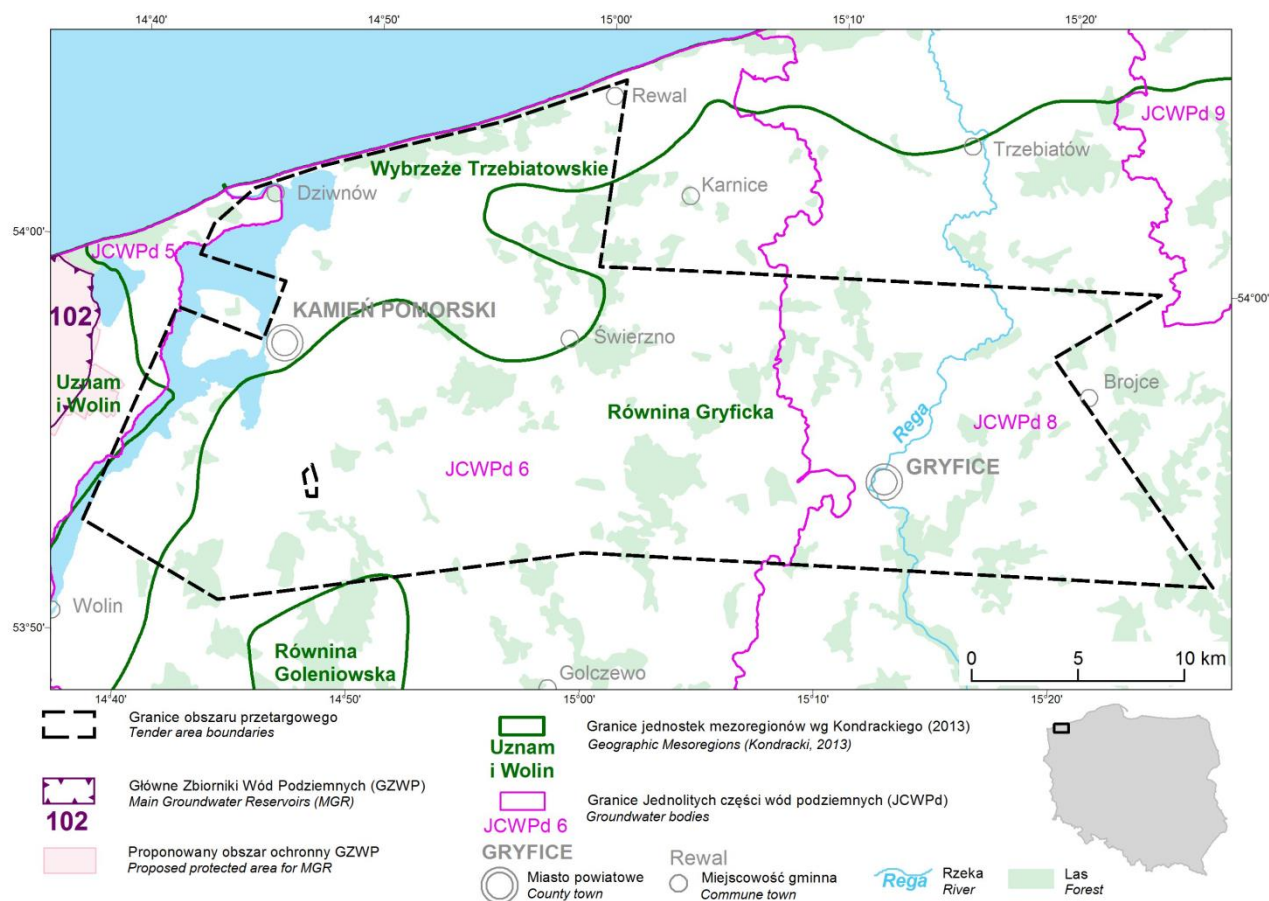


Fig. 2.40. Położenie obszaru przetargowego „Gryfice” na tle jednostek fizycznogeograficznych, GZWP i JCWPd.

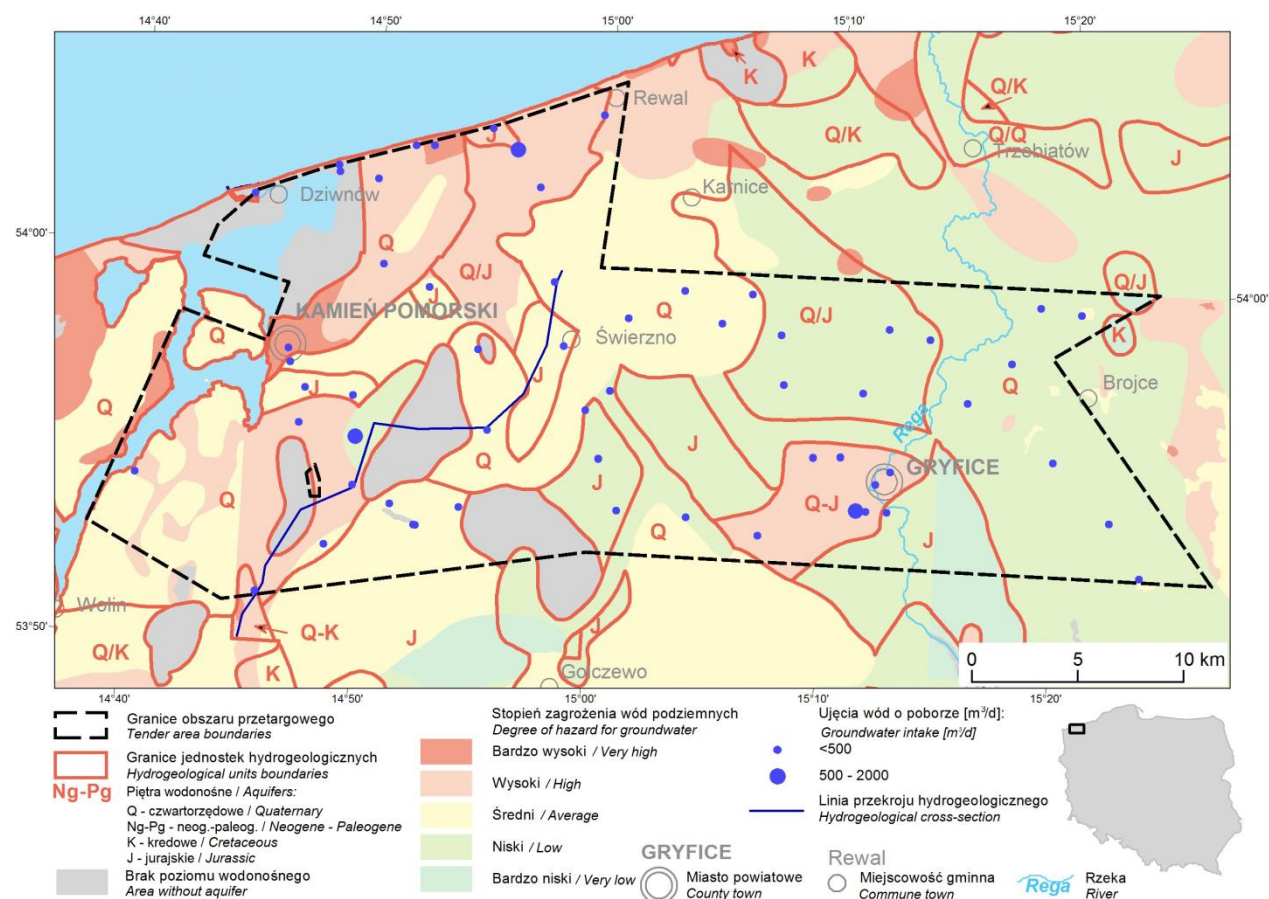


Fig. 2.41. Obszar przetargowy „Gryfice” na tle granic jednostek hydrogeologicznych.

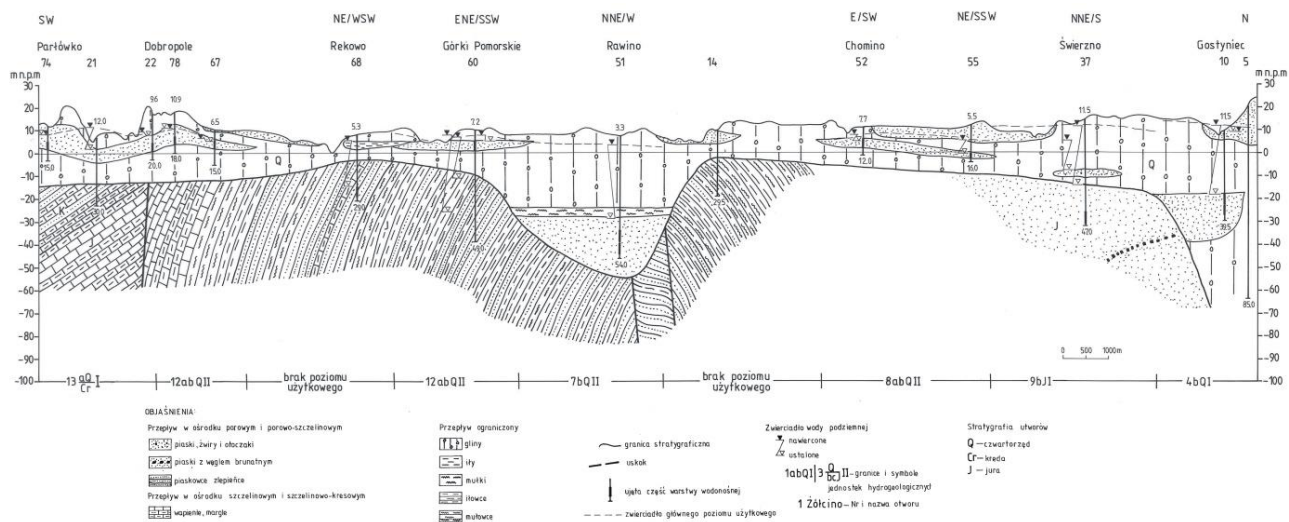


Fig. 2.42. Przekrój hydrogeologiczny prezentujący warunki hydrogeologiczne wraz z wydzielonymi jednostkami głównych użytkowych poziomów wodonośnych na obszarze arkusza MhP Kamień Pomorski (Frankiewicz i Wiśniowski, 2000). Lokalizacja przekroju na Fig. 2.41.

Nr SOH	Nr MON-MON-BADA	NH ₄	Sb	As	NO ₃	NO ₂	Ba	Barwa	Be
II/1540/1	1641	0,15	<0,00005	<0,002	0,78	<0,01	0,096	<5	<0,00005
B	Br	Cl	Cr	CN	Sn	Zn	PEW	HPO₄	Al
0,06	<0,10	20	<0,003	<0,003	<0,0005	<0,000	490	<0,3	0,003
PO₄-HPO₄	Cd	Co	SiO₂	Li	Mg	Mn	Cu	Mo	Ni
<0,2967	<0,00005	0,00044	15,5	0,0177	9,5	0,053	0,00054	0,00053	<0,0005
pH	Pb	K	Hg	Se	SO₄	Na	Ag	Sr	Tl
7,46	<0,00005	2,3	<0,0001	<0,002	96	8,5	<0,00005	0,346	<0,00005
TW_OG	Ti	U	V	Ca	TOC	HCO₃	Fe	Typ	Klasa jakości
276	<0,0020	<0,00005	<0,001	95	<1	220	0,71	HCO ₃ -Ca	II

Tab. 2.2. Wykaz wyników analizy fizykochemicznej wody podziemnej (mg/l) z punktu sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych państwowej służby hydrogeologicznej w Gryficach – ujęty czwartorzędowy poziom wodonośny.

Nr SOH	Nr MON-MON-BADA	NH ₄	Sb	As	NO ₃	NO ₂	Ba	Barwa	Be
II/1829/1	1716	0,2	<0,00005	<0,002	1,3	<0,01	0,042	<5	<0,00005
B	Br	Cl	Cr	CN	Sn	Zn	PEW	HPO₄	Al
0,02	<0,10	50,6	<0,003	<0,003	<0,0005	<0,003	712	<0,3	0,0035
PO₄-HPO₄	Cd	Co	SiO₂	Li	Mg	Mn	Cu	Mo	Ni
<0,2967	<0,000050	0,0002	18,2	0,0047	10,9	0,256	0,00083	0,00104	<0,0005
pH	Pb	K	Hg	Se	SO₄	Na	Ag	Sr	Tl
7,5	<0,00005	1,6	<0,0001	<0,002	192	13,3	<0,00005	0,221	<0,00005
TW_OG	Ti	U	V	Ca	TOC	HCO₃	Fe	Typ	Klasa jakości
404	<0,002	<0,0005	<0,001	144	<1	210	0,74	HCO ₃ -Ca	III

Tab. 2.3. Wykaz wyników analizy fizykochemicznej wody podziemnej (mg/l) z punktu sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych państwowej służby hydrogeologicznej w Karnicy – ujęty czwartorzędowy poziom wodonośny.

Nr SOH	Nr MON-BADA	NH ₄	Sb	As	NO ₃	NO ₂	Ba	Barwa	Be
II/421/1	1200	0.37	<0,00005	<0,002	0.74	<0,01	0,03	14	<0,00005
B	Br	Cl	Cr	CN	Sn	Zn	PEW	HPO₄	Al
0.25	<0,10	27,8	<0,003	<0,003	<0,0005	<0,003	421	<0,30	0,0013
PO₄-HPO₄	Cd	Co	SiO₂	Li	Mg	Mn	Cu	Mo	Ni
<0,2967	<0,00005	0,00008	13,9	0,0139	13,5	0,037	0,00036	0,00068	<0,0005
pH	Pb	K	Hg	Se	SO₄	Na	Ag	Sr	Tl
7.61	<0,00005	5	<0,0001	<0,0020	20,8	8.2	<0,00005	1,951	<0,00005
TW_OG	Ti	U	V	Ca	TOC	HCO₃	Fe	Typ	Klasa jakości
227	<0,002	<0,00005	<0,001	68,6	5,6	231	0,28	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg	II

Tab. 2.4. Wykaz wyników analizy fizykochemicznej wody podziemnej (mg/l) z punktu sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych państwowej służby hydrogeologicznej w Wysokiej Kamieńskiej – ujęty kredowy poziom wodonośny.

Nazwa ujęcia/ miejscowość	Użytkownik ujęcia	Stratygrafia ujętego poziomu wodonośnego	Pobór roczny 2018 [m ³ /r.]	Pobór dobowy 2018 [m ³ /24h]
MILACHOWO	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Kamieniu Pomorskim	J	10 275	28,15
KALEŃ	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Świerzno	Q	10 945	29,99
BIELIKOWO	Przedsiębiorstwo Usług Wodnych i Sanitarnych Sp. z o.o. Nowogard	Q	10 979	30,08
WICIMICE	Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Płoty	Q	11 928	32,68
RZEWNOWO	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Kamieniu Pomorskim	J	12 725	34,86
JATKI	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Świerzno	Q	14 404	39,46
PRZYBIERNÓWKO	Zakład Usług Komunalnych w Gryficach	Q-J	15 015	41,14
GOSTYNIEC	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Świerzno	Q	15 078	41,31
PAPROTNO	Wodociągi Zachodniopomorskie Sp. z o.o. w Goleniowie	Q	15 242	41,76
TĄPADŁY	Przedsiębiorstwo Usług Wodnych i Sanitarnych Sp. z o.o. Nowogard	Q	16 918	46,35
GÓRZYCA	Wodociągi Zachodniopomorskie Sp. z o.o. w Goleniowie	Q	18 012	49,35
BENICE	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Kamieniu Pomorskim	J	18 277	50,07
RZĘSKOWO	Wodociągi Zachodniopomorskie Sp. z o.o. w Goleniowie	Q	20 070	54,99
CIEŚLAW	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Świerzno	Q	22 392	61,35
KĘPICA	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Świerzno	Q-J	27 301	74,80
CHOMINO	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Świerzno	Q	28 228	77,34
PRUSINOWO	Zakład Usług Komunalnych w Gryficach	Q-J	30 815	84,42
WOŁCZYNO	Wodociągi Zachodniopomorskie Sp. z o.o. w Goleniowie	Q	30 894	84,64
BORZYSŁAW	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Kamieniu Pomorskim	J	33 206	90,98
JARSZEWO	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Kamieniu Pomorskim	Q-J	33 650	92,19

Nazwa ujęcia/ miejscowość	Użytkownik ujęcia	Stratygrafia ujętego poziomu wodonośnego	Pobór roczny 2018 [m ³ /r.]	Pobór dobowy 2018 [m ³ /24h]
ŚWIERZNO	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Świerzno	J	34 565	94,70
PRUSZCZ	Przedsiębiorstwo Usług Wodnych i Sanitarnych Sp. z o.o. Nowogard	Q	40 353	110,56
ŁUKĘCIN	Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Dziwnów	Q	41 590	113,95
ŚWINIEC	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Kamieniu Pomorskim	J	42 185	115,58
STUCHOWO	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Świerzno	Q	47 287	129,55
NATOLEWICE	Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Płoty	Q	48 431	132,69
GRYFICE	Samodzielny Publiczny Zespół Zakładów Opieki Zdrowotnej Gryfice	Q	54 223	148,56
GOSTYŃ	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Świerzno	Q	71 118	194,84
BOLESŁAWIEC	Wodociągi Rewal Sp. z o.o.	J	85 787	235,03
MECHOWO	Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Płoty	Q	90 300	247,4
TRZESACZ	Wodociągi Rewal Sp. z o.o.	Q	95 798	262,46
ŚNIADECKICH	Zakład Usług Komunalnych w Gryficach	Q	137 222	375,95
KAMIEŃ POMORSKI	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Kamieniu Pomorskim	Q	158 901	435,35
LEŚNICZÓWKA PO- BIEROWO	Wodociągi Rewal Sp. z o.o.	J	267 769	733,61
RARWINO	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Kamieniu Pomorskim	Q	380 375	1042,12
TRZYGŁOWSKA	Zakład Usług Komunalnych w Gryficach	Q	597 200	1636,16

Tab. 2.5. Zestawienie ujęć wód podziemnych o poborze >10 000 m³/r. (2018 r.) w obrębie obszaru przetargowego „Gryfice”. Q – czwartorzęd, J – jura.

3. SYSTEM NAFTOWY

3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA NAFTOWA OBSZARU PRZETARGOWEGO

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

Budowa geologiczna obszaru przetargowego „Gryfice” oraz parametry węglowodorowe w poszczególnych piętrach strukturalnych pozwalają rozróżnić w jego obrębie dwa odrębne systemy naftowe. Są to:

- system naftowy karbońsko-dolnopemski,
- system naftowy cechsztyński (dodatkowy cel poszukiwawczy).

W karbońsko-dolnopemskim systemie naftowym głównymi skałami macierzystymi są utwory dolnego karbonu (Fig. 3.1). Równie ważną rolę jako skały macierzyste mogą pełnić utwory górnego karbonu (Fig. 3.1), jednakże jest to uzależnione od głębokości ich pogrzebienia i podgrzania. Podstawowymi

skałami zbiornikowymi, charakteryzującymi się zróżnicowanymi parametrami petrofizycznymi, a przede wszystkim licznymi objawami węglowodorów, są piaskowce górnego karbonu i górnego czerwonego spągowca (Fig. 3.1). Najważniejsze uszczelnienie dla karbońsko-dolnopemskiego systemu naftowego stanowią ewaporaty cechsztynu, cyklotemu PZ1 (Fig. 3.1.). Dotychczas na obszarze przetargowym „Gryfice” odkryto i udokumentowano jedno złożo w utworach górnego karbonu – Wrzosowo. Wśród sąsiadujących koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż występują złoża gazu ziemnego w skałach górnego karbonu (m.in. Gorzysław, Dargosław) oraz górnego czerwonego spągowca (złoża Ciechnowo i Sławoborze).

W cechsztyńskim systemie naftowym, utwory dolomitu głównego są zarówno skałami macierzystymi, jak i skałami zbiornikowymi (Fig. 3.1). Obecnie za skały macierzyste uznaje się skały pochodzenia mikrobialnego i glonowego (Kotarba i Wagner, 2007), które mogą występować w dwóch odmianach: 1) zwartej – kompleksy związane z budowlami mikrobialno-glonowymi oraz warstwami madstonów, 2) rozproszonej – tworzące laminy cyjanobakteryjne, stabilizujące osad ziarnisty (Słowakiewicz i Gąsiewicz, 2013; Słowakiewicz i in., 2016). Podstawowymi skałami zbiornikowymi w cechsztyńskim systemie naftowym są dolomity i wapienie, reprezentowane przez greinstony i pakstony (Fig. 3.1). Odnotowuje się wśród nich liczne objawy węglowodorów. Skałami uszczelniającymi dla utworów dolomitu głównego są ewaporaty zalegające pod (cyklotem PZ1) i nad (cyklotem PZ2) tymi skałami (Fig. 3.1). Na obszarze przetargowym „Gryfice” i jego sąsiedztwie, w omawianym horyzoncie poszukiwawczym, odkryto wiele złóż ropy naftowej, m.in. Rekowo, Kamień Pomorski i Wysoka Kamieńska.

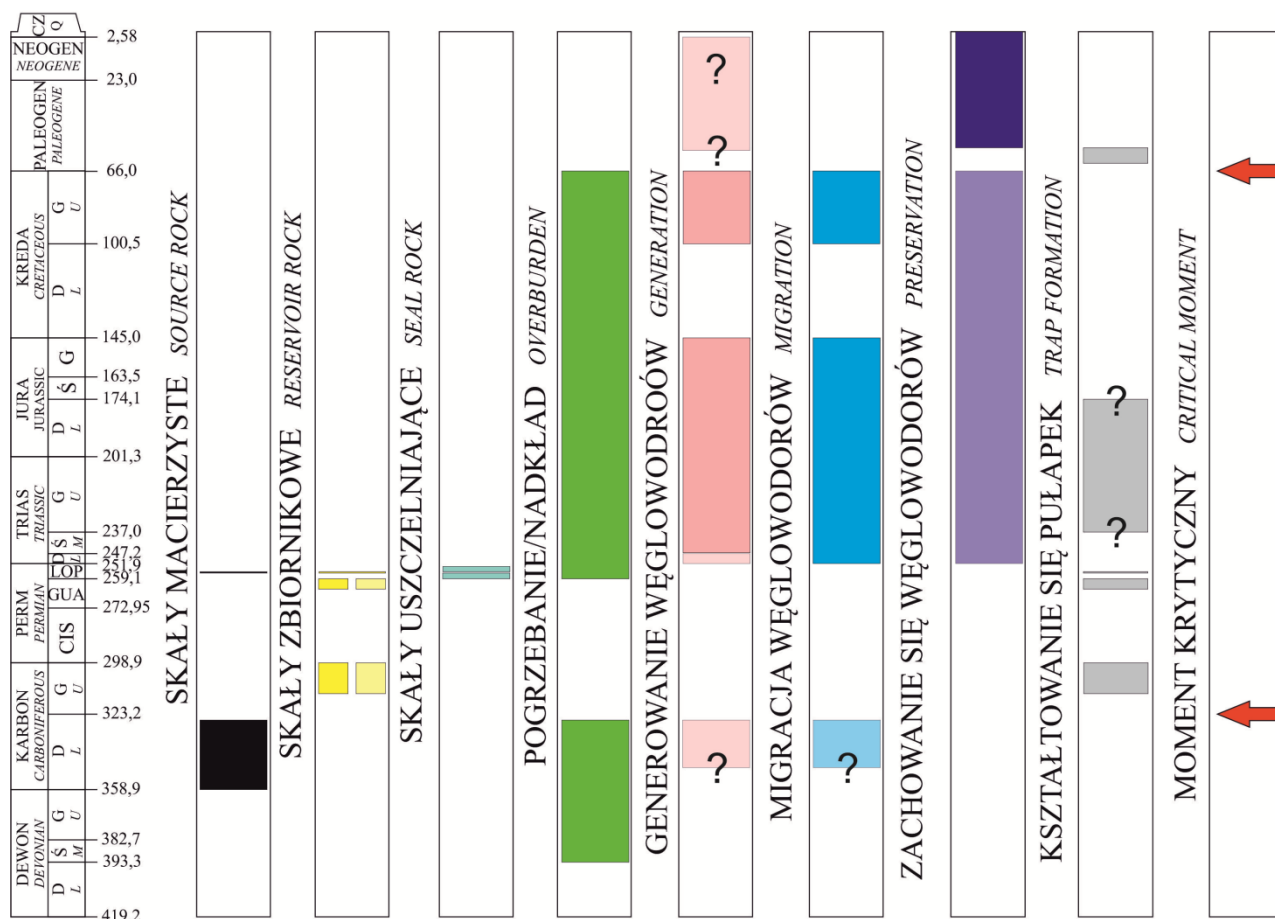


Fig. 3.1. Schemat systemu naftowego dla obszaru przetargowego „Gryfice”. Stratygrafia: D – dolny, Ś – środkowy, G – górny, CIS – cisural, GUA – gwadelup, LOP – loping, CZ Q – czwartorzęd; skały zbiornikowe: normalny kolor – konwencjonalne, rozjaśniony kolor – niekonwencjonalne; w pozostałych przypadkach: normalny kolor – pewne elementy systemu naftowego, rozjaśniony kolor – drugorzędne lub mniej prawdopodobne elementy systemu naftowego.

3.2. SKAŁY MACIERZyste

Karbon dolny i górny

Litologia: skały węglanowe, iłowce, mułowce

Obecność znacznych akumulacji węglowodórów w karbońskich i dolnopermskich skałach zbiornikowych Pomorza Zachodniego jest związana z substancją organiczną rozproszoną w węglanowo-terygenicznym poziomie karbonu. Badania składu cząsteczkowego i izotopowego gazu pozwoliły wyróżnić produkty dwóch osobnych faz generacji (Kotarba i in., 2005). Niskotemperaturowe gazy wytworzyły się ze skał macierzystych oddalonych o niewielką lub średnią (10–20 km) odległość od pułapek. Wysokotemperaturowe gazy pochodzą z tego samego typu materii organicznej, jednak zostały wygenerowane ze skał zalegających na dużo większych głębokościach, prawdopodobnie z utworów karbonu przy

strefie uskokowej Resko – Świdwin (w kierunku południowym od granicy obszaru przetargowego; Kotarba i in., 2005). W rejonie Pomorza Zachodniego, skały macierzyste najlepszej jakości są spotykane w profilach turneju i wizenu, choć pewien potencjał generatywny mogą również wykazywać niektóre horyzonty westfalu i stefanu (Grotek i in., 1998; Matyasik, 1998; Kotarba i in., 2004, 2005; Wagner i in., 2008).

W obrębie obszaru przetargowego do skał karbonu dowiercono się kilkunastoma otworami, jednak dostępne wyniki badań geochemicznych rozproszonej materii organicznej są fragmentaryczne i ograniczają się do kilku z nich (Gostyń 2, Kamień Pomorski 7, Laska 2, Strzeżewo 1, Wrzosowo 1, 2, 3, 8, 9). Z tego względu karbońskie skały macierzyste zostały opisane w ujęciu regionalnym, na

podstawie charakterystyki materii organicznej karbonu Pomorza Zachodniego opracowanej przez Wagnera i in. (2008 wraz z literaturą tam cytowaną). Zakresy parametrów macierzystości dla poszczególnych wydzieleni karbonu omawianego rejonu zestawiono w Tab. 3.1.

Pomierzona zawartość węgla organicznego (TOC) w utworach karbonu Pomorza Zachodniego waha się w szerokim zakresie (od 0,0 do 10,0%) wag. skały. Najwyższe wartości stwierdza się w utworach turneju (mediana TOC = 0,77% wag.; Tab. 3.1), gdzie ponad 65% przebadanych prób przekracza progową wartość TOC dla skał macierzystych (dla skał węglanowych TOC = 0,3% wag.; dla skał klastycznych TOC = 0,5% wag.; Hunt, 1996). W rejonie Gryfic utwory turneju nie zostały nawiercone żadnym otworem wiertniczym, a najbliższe dane geochemiczne pochodzą z rejonu bloku Kołobrzegu. Turniej jest tam wykształcony w postaci naprzemiennie zalegających węglanów i skał iłowcowo-mułowcowych. Ponadprogowe wartości TOC obserwuje się głównie w obrębie przewarstwień drobnoklastycznych. Mediana potencjału generatywnego (S2) tych skał jest bardzo niska i wynosi 0,51 mg HC/gSkały, z tego względu, mimo spełnionego kryterium ilościowego, utwory wizenu mają przeważnie słaby (S2 < 2,5 mg HC/gSkały) lub średni (S2 = 2,5–5,0 mg HC/gSkały) potencjał węglowodorowy (Dembicki, 2017). Dobry, bardzo dobry i doskonały potencjał węglowodorowy obserwuje się w pojedynczych próbkach z otworów zlokalizowanych w rejonie Koszalina.

Wartości parametru TOC w utworach wizenu oscyluje w granicach między 0,0 a 7,0% wag. (mediana TOC = 0,59% wag.; Tab. 3.1). Próbki skał, spełniające podstawowe kryterium macierzystości, pochodzą z profili otworów zlokalizowanych w obrębie bloku Kołobrzegu. Wartości TOC powyżej 2% wag. w potencjalnych skałach macierzystych obserwowane są sporadycznie. Analogicznie do turneju, w klastyczno-węglanowych utworach wizenu, wyższa zawartość substancji organicznej wiąże się z przewarstwieniami iłowców i mułowców. Zlokalizowany na obszarze przetargowym profil wizenu w otworze

Laska 2, wykształcony w formie wiśniowoceglanych wapieni oraz, podrzędnie, iłowców i mułowców (Wójcik, 1980), jest bardzo ubogi w substancję organiczną (TOC < 0,01% wag.) i nie posiada potencjału generacyjnego (Fig. 3.2). W ujęciu regionalnym, wartości parametru S2 jedynie miejscowo przekraczają 2,5 mg HC/gSkały, co wskazuje na słaby potencjał węglowodorowy tych utworów. W kilku przebadanych próbkach wartości parametrów TOC i S2 korelują się, wskazując na średni lub dobry potencjał węglowodorowy niektórych warstw w profilu wizenu.

W utworach westfalu, mediana TOC wynosi 0,53% wag. (Tab. 3.1). Wartości powyżej 2% wag. obserwuje się sporadycznie. Materia organiczna w obrębie profilu jest w znacznym stopniu rozproszona – skały bogate w materię organiczną współwystępują z uboższymi przewarstwieniami. Utwory westfalu w rejonie obszaru przetargowego to seria klastyczna, składająca się przede wszystkim z mułowców i iłowców przewarstwianych piaskowcami (Ryba i Szewc, 1978a). Pod kątem macierzystości przebadano miększy profil westfalu w otworze Strzeżewo 1, w którym pomierzone wartości TOC wahają się między 0,02 a 0,96% wag. (mediana TOC = 0,65% wag.; Fig. 3.2). Większość z przebadanych prób westfalu regionu północnego spełnia podstawowe kryterium dla klastycznych skał macierzystych, jednak w żadnej z nich potencjał generacyjny nie przekracza wartości progowej dla średnich lub lepszych jakościowo skał macierzystych.

Przebadane profile stefanu są bardzo ubogie w materię organiczną. Choć zawartość węgla organicznego tych profili mieści się w granicach od 0,0 do 3,0% wag., mediana tych wartości wynosi 0,01% wag. (Tab. 3.1). Omawiane wydzielenie przebadano kilkoma otworami wiertniczymi, zlokalizowanymi w obrębie obszaru przetargowego (Gostyń 2, Kamień Pomorski 7, Strzeżewo 1, Wrzosowo 2, 3, 8 i 9), spośród których jedynie w otworach Wrzosowo 2 i 8 stwierdzono obecność horyzontów, w których wartości TOC przekraczają 0,5% wag (Fig. 3.2). Maksymalna stwierdzona wartość TOC dla stefanu pochodzi z profilu otworu Wrzosowo 2. Mimo tego, ze

względu na niskie wartości S2 (mediana S2 = 0,41 mg HC/gSkały), utwory tego wydzielenia w żadnym przebadanym profilu na Pomorzu Zachodnim nie stanowią perspektywicznej skały macierzystej.

Typ materii organicznej rozproszonej w utworach karbonu w rejonie Pomorza Zachodniego określono na podstawie badań pirolitycznych (Tab. 3.1), pomiarów izotopowych, analizy biomarkerów oraz obserwacji petrologicznych. We wszystkich wydzieleniach dominującym typem kerogenu jest gazotwórczy kerogen typu III (mediana HI = 42–91 mg HC/gTOC; Tab. 3.1; Kotarba i in., 2004; Wagner i in., 2008). W utworach karbonu dolnego (turneju i wizenu) istotny udział w składzie ma również morska materia organiczna, więc zawarty w nim kerogen jest klasyfikowany jako mieszany, lądowo-morski, typu III/II, który był deponowany głównie w warunkach redukcyjnych (pristan/fitan <1). Przewaga macerałów grupy wityritu i niewielki udział macerałów grupy liptynitu wskazuje głównie na gazotwórczy charakter tej materii organicznej. W utworach górnego karbonu (westfal i stefan) skład maceralny wskazuje na wyłączone występowanie kerogenu typu III. Warunki depozycji były najprawdopodobniej lekko utleniające (pristan/fitan = 1; Matyasik, 1998; Kotarba i in., 2004; Wagner i in., 2008).

Skład grupowy bituminów ekstrahowanych ze skał karbonu, charakteryzuje przewaga składników niewęglowodorowych (żywice i asfalteny) nad składnikami węglowodorowymi (węglowodory nasycone i aromatyczne). Jednocześnie, w obrębie węglowodorów, w większości prób dominuje frakcja aromatyczna. Niskie wartości indeksu nasycenia ropą (OSI; Tab. 3.1) wskazują, że wspomniane bituminy są syngenetyczne z osadem, a obecność węglowodorów migracyjnych (OSI >100 mg HC/gTOC) jest lokalna i ogranicza się do niektórych próbek skał turneju.

Materia organiczna rozproszona w obrębie całego kompleksu skał karbońskich Pomorza Zachodniego znajduje się w szerokim zakresie dojrzałości termicznej między wczesnym etapem katagenezy a oknem gazowym oraz, lokalnie, metagenezą ($T_{max} = 403\text{--}490^{\circ}\text{C}$;

Tab. 3.1). W granicach obszaru przetargowego „Gryfice” stopień przeobrażenia rośnie w kierunku północnym oraz wraz z głębokością pogrzebienia (Fig. 3.3–3.4; Wagner i in., 2008). Najniższą dojrzałością, odpowiadającą wczesnemu i środkowemu etapowi okna ropnego w tym rejonie, cechują się skały wizenu ($R_o = 0,5\text{--}1,1\%$). Utwory westfalu mieszczą się w całym przedziale okna ropnego ($R_o = 0,5\text{--}1,35\%$). Dojrzałość na poziomie okna gazowego wykazuje materia organiczna karbonu z rejonu Kołobrzegu, położonego na wschód od obszaru przetargowego „Gryfice”. Najwyższą dojrzałość w profilu wykazują skały stefanu. Stopień maturacji tych skał oscyluje między środkowym a końcowym oknem ropnym ($R_o = 0,8\text{--}1,35\%$), a lokalnie, w okolicach Kamienia Pomorskiego, sięga fazy generowania metanu wysokotemperaturowego (Grotek, 1998; Kotarba i in., 2005; Wagner i in., 2008, wraz z materiałem źródłowym).

Ograniczona liczba otworów przewierczających karbon oraz niereprezentatywne opróbowania uniemożliwiają jednoznaczne wydzielenie skał macierzystych karbonu w rejonie Pomorza Zachodniego. Najlepsze parametry macierzystości wykazują tu iłowce i mułowce, które występują w formie przewarstwień w utworach dolnego karbonu i te skały są najbardziej prawdopodobnym źródłem gazu ziemnego zakumulowanego w kompleksie karbońsko-dolnopermskim. Jednak, pomimo obecności warstw o stosunkowo wysokiej zawartości substancji organicznej, ich niski potencjał generacyjny powoduje, że większość skał karbonu przejawia słaby lub średni potencjał węglowodorowy, skały macierzyste dobrej, bardzo dobrej oraz doskonałej jakości stwierdza się zaś w pojedynczych warstwach w profilach turneju i wizenu. Najlepsze skały macierzyste znajdują się w rejonie Koszalin – Wierzchowo – Kołobrzeg (Wagner i in., 2008). Dominacja kerogenu typu III powoduje, że mogą one generować przede wszystkim węglowodory gazowe, jednak, z uwagi na domieszkę kerogenu typu II, omawiane skały macierzyste mogą stanowić również źródło węglowodorów ciekłych (Kotarba i in., 2004, 2005; Wagner i in., 2008).

Parametry skal macierzystych	karbon dolny		karbon górny	
	turnej	wizen	westfal	stefan
TOC [% wag]	0,00–10,66 (~0,77)	0,00–7,05 (~0,59)	0,00–5,10 (~0,53)	0,00–3,03 (~0,01)
T _{max} [°C]	408–490 (~433)	403–453 (~431)	423–457 (~427)	425–452 (~428)
S1 [mg HC/gSkały]	0,00–2,93 (~0,07)	0,00–1,50 (~0,10)	0,00–0,27 (~0,07)	0,00–0,52 (~0,05)
S2 [mg HC/gSkały]	0,00–32,84 (~0,51)	0,09–8,14 (~0,58)	0,04–1,88 (~0,42)	0,09–5,29 (~0,41)
HI [mg HC/gTOC]	13–526 (~72)	11–464 (~91)	8–91 (~65)	24–175 (~42)
OSI [mg HC/gTOC]	0–138 (~9)	0–82 (~15)	0–23 (~2)	0–17 (~0)
PI	0,00–0,40 (~0,10)	0,00–0,58 (~0,15)	0,00–0,20 (~0,13)	0,05–0,15 (~0,13)
Typ kerogenu	III/II	III/II	III	III

Tab. 3.1. Parametry macierzystości utworów karbonu Pomorza Zachodniego (Wagner i in., 2008, wraz z materiałem źródłowym).

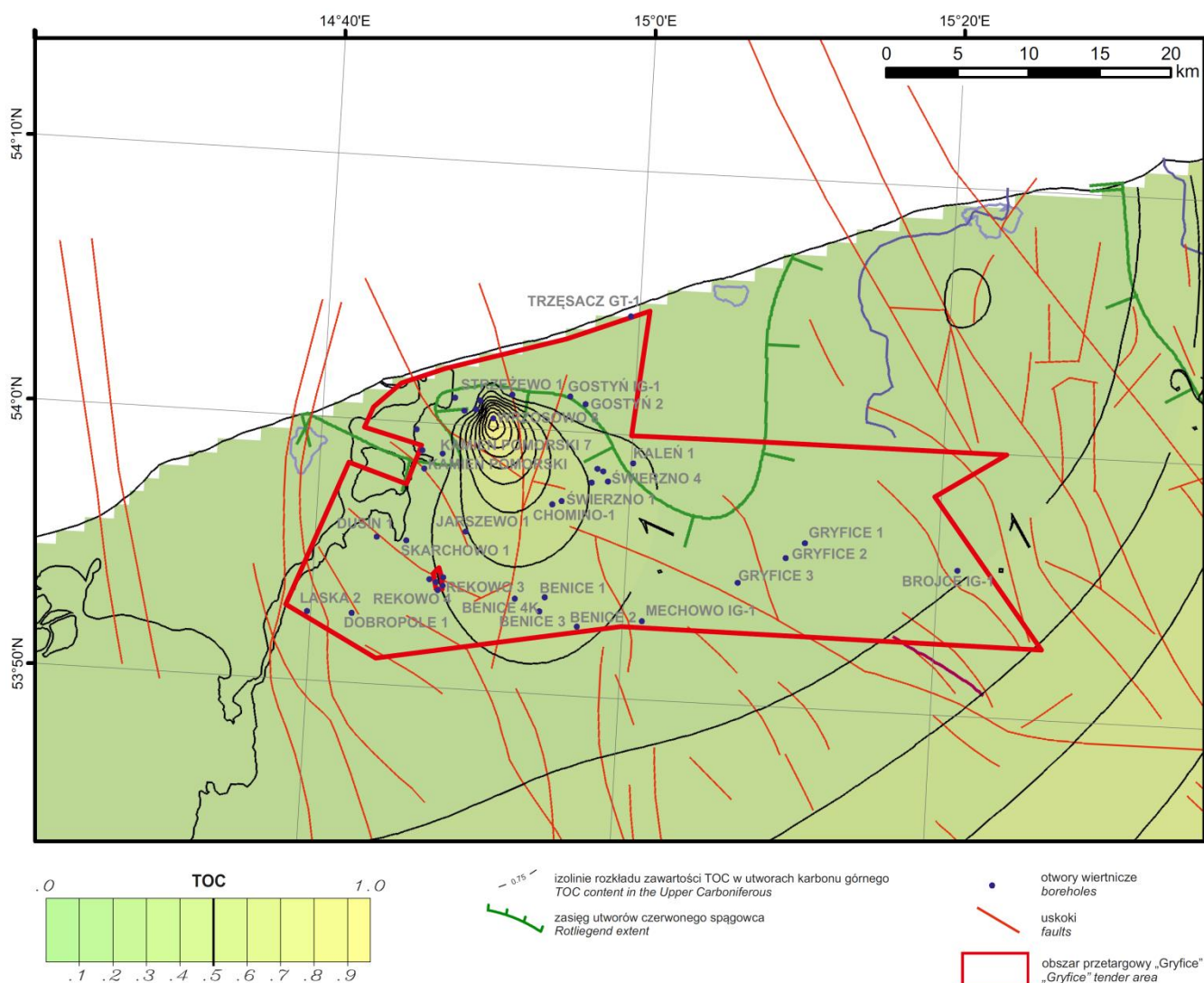


Fig. 3.2. Mapa rozkładu TOC w utworach górnego karbonu wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner i in., 2008; zmodyfikowane).

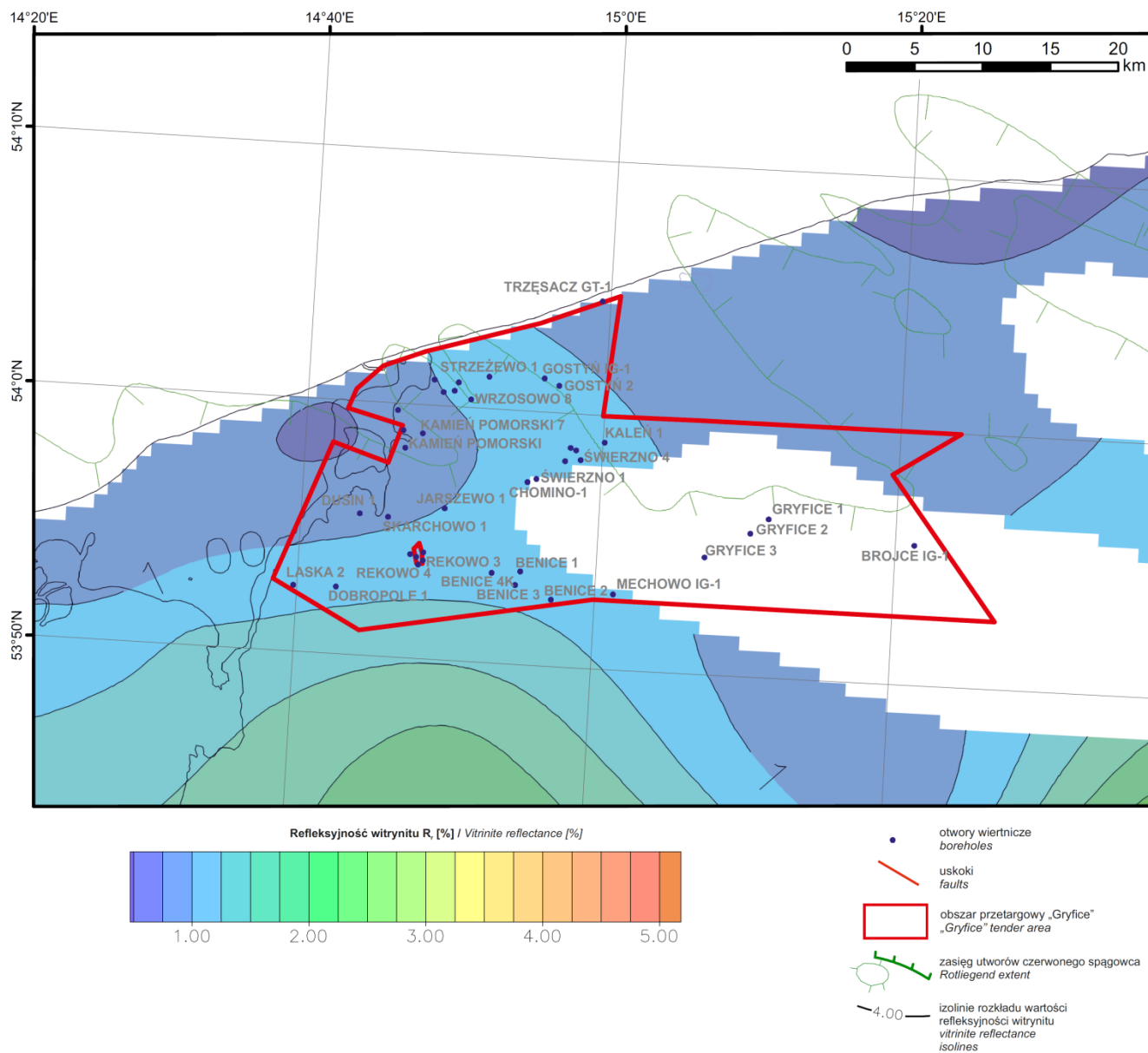


Fig. 3.3. Mapa refleksyjności wityrytu ze spągowych partii utworów karbonu wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner i in., 2008; zmodyfikowane).

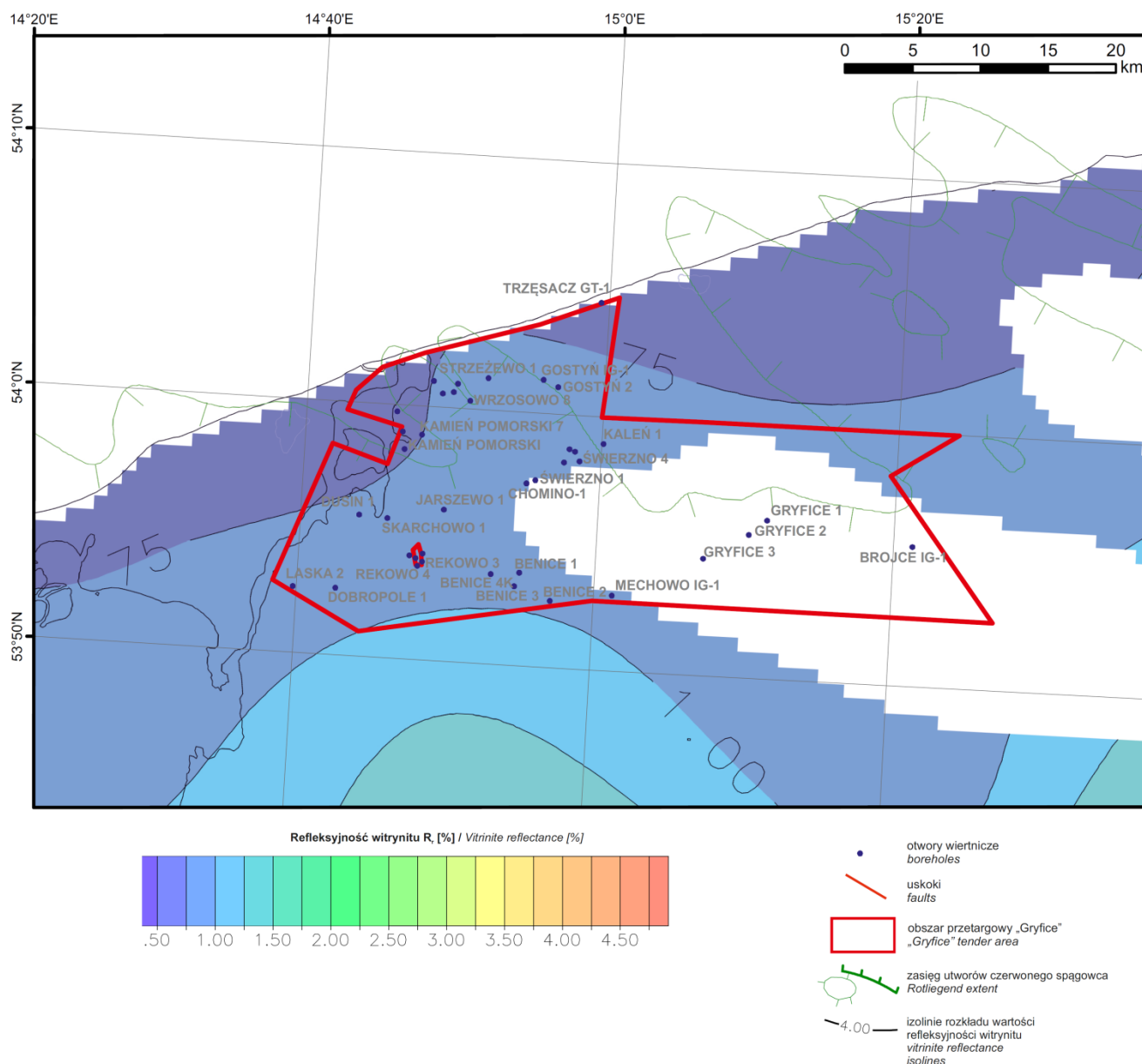


Fig. 3.4. Mapa refleksyjności wityrytu ze stropowych partii utworów karbonu wraz z lokalizacją obszaru przetargowego „Gryfice” (Wagner i in., 2008; zmodyfikowane).

Dolomit główny (Ca2)

Litologia: madstony, greinstony, bandstony

Rozmieszczenie skał macierzystych dla systemu naftowego dolomitu głównego (Ca2) jest ściśle związane z jego układem paleogeograficznym i wykształceniem mikrofacjalnym. Rolę potencjalnych skał macierzystych w dolomicie głównym najlepiej spełniają utwory płytkowodnej platformy węglanowej, jak również głębokowodne utwory skłonu platformy, zatoki równi basenowej i płytkiej równi basenowej (Kotarba i in., 2003; Kosakowski i in., 2003). Obszar przetargowy obejmuje swoim zasięgiem przede wszystkim

utwory platformy węglanowej Kamienia Pomorskiego oraz fragment zatoki Rewala (Wagner, 1990; Zych, 2005). W kierunku zachodnim (okolice Laska) wkracza również w rejon występowania płytkiej równi basenowej środkowej części basenu dolomitu głównego (Fig. 2.31–2.32).

Analiza geochemiczna materii organicznej zachowanej w 56 profilach dolomitu głównego w strefie Kamienia Pomorskiego (Kotarba i in., 2003; Tab. 3.2) pozwoliła wyróżnić madstony północnej i środkowej części zatoki równi basenowej (zatoki rewalskiej) jako skały o najkorzystniejszych parametrach macie-

rzystości. W otworach nawiercających zatokę rewalską (w tym Brojce IG-1) stwierdzono zawartość węgla organicznego (TOC) w zakresie od 0,01 do 5,8% wag. (Tab. 3.2), przy czym, ponad połowa z przebadanych prób spełnia kryteria węglanowej skały macierzystej (TOC >0,3% wag.). Utwory płytkiej równi basenowej, zbadane w obrębie obszaru przetargowego otworem Laska 2, są mało zasobne w substancję organiczną (TOC = 0,01–2% wag.; Tab. 3.2) i przeważają w nich wartości poniżej 0,3% wag. Najlepsze cechy macierzystości w omawianym rejonie paleogeograficznym posiadają madstony z okolic Międzyzdrojów i Wapnicy, położone na zachód od granicy obszaru przetargowego. Analizy mikrofakalne i geochemiczne utworów stoku platformy węglanowej (przewierconej m.in. otworami Gryfice 1, 2, Rekowo 4 i Dobropole 1) wykazały, że dominującym typem litologicznym są madstony, których zawartość węgla organicznego waha się od 0,0 do 1,36% wag. (Tab. 3.2), z przewagą próbek nieprzekraczających wartości granicznych dla skał macierzystych. Najlepsze parametry macierzystości w obrębie stoku stwierdzono w otworze Strzeżewo 1 (północna część obszaru przetargowego). W obrębie samej platformy węglanowej wydzielono trzy podstrefy: przykrawędziową barierę oolitową, salinę oraz właściwą platformę węglanową (Fig. 2.31–2.32). Wykształcenie litologiczne zarówno przykrawędziowej bariery oolitowej (przewierconej m. in. otworami Benice 1, 2, 3, 4K, Dusin 1, Gryfice 3, Skarchowo 1, Strzeżewo 1, Świerżno 4, 5, Wrzosowo 1 i 8), jak i lagun (przewierconej m. in. otworami Jarszewo 1 i Kamień Pomorski 7), to w głównej mierze greinstony i bandstony (Fig. 3.5). Wartości parametru TOC w strefie barierowej oscylują między 0,0 a 1,2% wag. (Tab. 3.2) z przewagą wartości poniżej 0,3%. Kryterium macierzystości, zarówno ilościowe, jak i jakościowe ($S_2 > 2,5$ mg HC/gSkały) spełniają m. in. niektóre horyzonty dolomitu głównego w otworach Wrzosowo 8 oraz Strzeżewo 1 (Fig. 3.5). W utworach salin zawartość substancji organicznej w żadnym miejscu nie przekracza wspomnianej wartości granicznej co najprawdopodobniej wiąże się z wyczerpaniem pierwotnego potencjału węglowodorowego kerogenu w tych skałach (Kotarba

i in., 2003). Według Kosakowskiego i in. (2003), pierwotna średnia wartość TOC salin wynosiła około 0,4% wag., a ze względu na wysoki stopień transformacji skał macierzystych, kerogen szarpał swój potencjał generacyjny w 70% (Kamień Pomorski 7). Podobny lub wyższy stopień transformacji wykazują utwory przykrawędziowej bariery oolitowej (Strzeżewo 1, Laska 2, Wrzosowo 8), których pierwotna średnia zawartość TOC mogła sięgać 1% wag. skały. Macierzystość skał właściwej części platformy węglanowej zbadano za pośrednictwem materiału rdzeniowego pochodzącego z otworu Chomino 1, w którym wydzielono około 2-metrowy interwał średniej jakości skał macierzystych, o maksymalnej zawartości TOC wynoszącej 0,64% wag. skały (Chruścińska i Płatek, 2016).

Kerogen, pochodzący ze wszystkich rejonów paleogeograficznych strefy Kamienia Pomorskiego, jest klasyfikowany do typu II ($HI = 82–386$ mg HC/gTOC). Lokalnie stwierdza się też domieszki kerogenów typu I i III (według dokumentacji wynikowej otworu Chomino 1; Kotarba i in., 2003). Na morskie pochodzenie rozproszonej materii organicznej wskazuje również analiza składu bituminów, w których przeważają krótkołańcuchowe n-alkany, a stosunek pristanu do fitanu (Pr/Ph) wykazuje wartości poniżej jedności (Chruścińska i Płatek, 2016; Kotarba i in., 2003).

W obrębie dolomitu głównego, w rejonie obszaru przetargowego „Gryfice”, spotyka się zarówno węglowodory syngenetyczne, jak i węglowodory epigenetyczne, świadczące o lokalnej migracji węglowodórów ciekłych. Skład grupowy jest stosunkowo wyrównany i poza pojedynczymi analizami, nie różni się znacząco między otworami, co sugeruje ich powinowactwo genetyczne. Wyraźny jest mniej więcej równy udział węglowodórów (węglowodory alifatyczne i aromatyczne) i heterozwiązków (żywice i asfalteny). W większości prób stosunek wagowy frakcji alifatycznej (15–39% wag. ekstraktu) oraz asfaltenów (13–49% wag. ekstraktu) jest podobny i te dwie frakcje mają największy udział w składzie. Zawartość frakcji aromatycznej jest zazwyczaj nieco niższy i waha

się od 10 do 32% wag., a zazwyczaj oscyluje wokół 20% wag. Podobnie, udział żywic waha się w granicach między 8 a 34% wag., choć zazwyczaj wynosi około 20% wag. (Chruścińska i Płatek, 2016; Kotarba i in., 2003). Dojrzałość termiczna dolomitu głównego w strefie Kamienia Pomorskiego, wyrażona wartościami parametru Tmax (412–447°C) kształtuje się na granicy końcowego etapu diagenety i niskotemperaturowego etapu katagenety. Wartości wskaźnika CPI (ang. *carbon preference index*), zbliżona do liczby 1, wskazuje na stopień przeobrażenia termicznego, umożliwiający generację węglowodorów ciekłych (Kotarba i in., 2003). Pomiary refleksyjności wityritu w otworze Chomino 1 (Ro = 0,69–0,72%; Chruścińska i Płatek, 2016) a także w otworze Brojce IG-1 (Ro = 0,92%; Kosakowski i in., 2003) odpowiadają wczesnemu i środkowemu oknu ropnego.

Skały macierzyste występują w formie mało miąższych, izolowanych warstw ściśle związanych z wykształceniem paleogeograficz-

nym i mikrofacjalnym dolomitu głównego. Większość przebadanych w obrębie obszaru przetargowego skał jest uboga w substancję organiczną (TOC <0,3%). W rejonie zatoki Rewala występują skały macierzyste w zakresie od średniej do bardzo dobrej jakości. Średnią jakość stwierdzono w pozostałych rejonach paleogeograficznych, w których obecne są skały macierzyste (Kotarba i in., 2003). Według modeli ropotwórczości dobre i bardzo dobre cechy macierzystości przejawiały pierwotnie madstony, greinstony i bandstony lagun i stref barierowych platformy węglanowej oraz jej stoku, a w rejonie równi basenowej pierwotny potencjał macierzystości był w przeważającej mierze dobry (Kosakowski i in., 2003). Miąższość efektywna skał macierzystych w tym rejonie waha się od 5 m w otworach Kamień Pomorski 7 i Wrzosowo 8 do 23,0 m w otworze Strzeżewo 1. Z uwagi na obecność ropotwórczego kerogenu typu II i stopień dojrzałości termicznej odpowiadający oknu ropnemu, generowane z tych skał mogły być przede wszystkim węglowodory płynne.

Mikrofacje <i>Microfacies</i>	TOC (% wag.)			HI (mg HC/g TOC)			PI			Tmax (°C)		
	zakres zmienności <i>range</i>	wartość średnia <i>mean</i>	n	zakres zmienności <i>range</i>	wartość średnia <i>mean</i>	n	zakres zmienności <i>range</i>	wartość średnia <i>mean</i>	n	zakres zmienności <i>range</i>	wartość średnia <i>mean</i>	n
Płytsza część równi basenowej <i>Shallow part of basinal plain (Bp)</i>												
Bandston <i>boundstone</i> (B)	0,01-0,10	0,07	9									
Greinston <i>grainstone</i> (G)	0,09-1,99	0,58	5	287-361	319	4	0,07-0,35	0,22	4	426-429	428	4
Madston <i>mudstone</i> (M)	0,01-1,36	0,27	122	169-371	366	83	0,09-0,35	0,26	83	412-434	427	83
Wakston <i>wackestone</i> (W)	0,01-0,16	0,09	3	331		1	0,38		1	422		1
Dolomit zrekrytalizowany <i>Crystalline dolomite</i> (CC)	0,01-1,29	0,35	5	300-386	349	3	0,16-0,31	0,24	3	421-428	426	3
Zatoka równi basenowej <i>Bay of basinal plain (Bz)</i>												
Madston <i>mudstone</i> (M)	0,01-5,81	0,87	55	82-300	165	36	0,03-0,38	0,30	36	426-444	437	36
Stok platformy węglanowej <i>Slope of carbonate platform (Sp)</i>												
Bandston <i>boundstone</i> (B)	0,05-0,47	0,16	16	117-191	151	4	0,29-0,38	0,32	4	427-440	434	4
Greinston <i>grainstone</i> (G)	0,06-0,81	0,27	15	165-229	200	7	0,29-0,36	0,32	7	427-431	429	7
Madston <i>mudstone</i> (M)	0,00-1,36	0,23	135	83-356	184	79	0,21-0,39	0,31	79	416-447	431	75
Pakston <i>packstone</i> (P)	0,08-0,14	0,11	6									
Wakston <i>wackestone</i> (W)	0,18-0,29	0,24	2	231		1	0,31		1	426		1
Dolomit zrekrytalizowany <i>Crystalline dolomite</i> (CC)	0,07-0,48	0,18	4	110		1	0,38		1	442		1
Przykrawędziowa bariera oolitowa <i>Barrier reef (Pb)</i>												
Bandston <i>boundstone</i> (B)	0,01-0,30	0,15	5	308-353	331	2	0,23	0,23	2	435-437	436	2
Greinston <i>grainstone</i> (G)	0,00-1,20	0,12	98	145-283	221	13	0,18-0,40	0,27	13	427-442	437	13
Salina platformy węglanowej <i>Saline of carbonate platform (Ps)</i>												
Bandston <i>boundstone</i> (B)	0,00-0,27	0,07	37	167-288	200	4	0,27-0,40	0,34	4	431-436	434	2
Greinston <i>grainstone</i> (G)	0,01-0,30	0,08	22	230-252	241	2	0,31-0,36	0,33	2	432-433	432	2
Dolomit zrekrytalizowany <i>Crystalline dolomite</i> (CC)	0,05-0,08	0,06	3									

Tab. 3.2. Parametry i wskaźniki z analizy pirolitycznej Rock Eval dla próbek dolomitu głównego ze strefy Kamienia Pomorskiego niezawierających węglowodorów epigenetycznych (Kotarba i in., 2003). TOC – całkowita zawartość węgla organicznego, HI – wskaźnik wodorowy, PI – wskaźnik produktywności, Tmax – temperatura maksimum pików S2, n – liczba próbek.



93

3.3. SKAŁY ZBIORNIKOWE

Karbon górny

*Litologia: arenity i waki kwarcowe,
najczęściej drobno- i średnioziarniste*

Głębokość stropu:

Kamień Pomorski 7: 3230,0 m,

Strzeżewo 1: 3199,0 m,

Gostyń 2: 3314,0 m.

Skały zbiornikowe górnego karbonu położone na obszarze Kamienia Pomorskiego – Trzebiatowa charakteryzują się porowatością wynoszącą ok 10%, a w niektórych przypadkach nawet do 20% (Kozłowski, 2007). W badanych próbkach dominuje porowatość pierwotna, tylko lokalnie występuje porowatość wtórna. Ta ostatnia jest efektem rozpuszczania ziaren litoklastów i skaleń potasowych oraz lokalnie łyszczyków i stanowi niewielki procent całkowitej porowatości piaskowców. W badanych próbkach utworów górnego karbonu dominującymi procesami diagenetycznymi jest kompaktacja i cementacja (Kozłowski, 2007). W przypadku piaskowców, w których dominuje wczesny cement kwarcowy, usztywniający skałę, wpływ kompaktacji był mniejszy i w efekcie została zachowana część porowatości pierwotnej (Kozłowski, 2007).

Na podstawie laboratoryjnych badań próbek z rdzeni wiertniczych określono właściwości fizyczno-chemiczne dla utworów górnego karbonu. Wykonane analizy porowatości przedstawiają zróżnicowane ich wartości w zakresie 0,1–17,29% (Tab. 3.3). Dla całego badanego interwału stratygraficznego średnia porowatość skał wynosi około 5,1%. Utwory górnego karbonu w większości przypadków charakteryzują się bardzo niskimi i niskimi przepuszczalnościami, osiągającymi do kilku mD (Tab. 3.3). Jednakże, wśród tych skał zdarzają się również przypadki występowania dobrych przepuszczalności (np. Wrzosowo 2 – 10,5 mD; Tab. 3.3). Pomierzone zawartości bituminów występują w śladowych ilościach do maksymalnie 0,03% (Tab. 3.3).

Uzyskane wyniki analiz składu cząsteczkowego i izotopowego gazów (Tab. 3.4) wskazują, że wszystkie gazy tworzyły się w procesach termogenicznych, głównie z kerogenu III typu, z niewielką składową kerogenu II typu (Kotarba i in., 1999; 2005). W pierwszym etapie termogenicznym, niskotemperaturowym (karbońsko-dolnopermski epizod termiczny), przy stopniu przeobrażenia substancji organicznej 0,6–0,8%, został wytworzony metan i wyższe węglowodory (etan, propan itd.) Podczas trwania drugiego etapu termogenicznego, wysokotemperaturowego (mezo-zoicno-kenozoiczny epizod termiczny), przy stopniu przeobrażenia 1,4–1,8%, został wygenerowany wyłącznie metan (Kotarba i in., 2005). Dwutlenek węgla występujący w niewielkich stężeniach w składzie bazowych gazów wytworzył się wyłącznie w wyniku przeobrażeń termogenicznych, natomiast azot najprawdopodobniej powstał w końcowym etapie termokatalicznych przeobrażeń karbońskiej substancji organicznej (Kotarba i in., 2005). Nie można jednak wykluczyć, że jego część jest abiogeniczna i związana z obecnością dolnopermskich skał wylewnych.

W utworach górnego karbonu wykonano jedynie 4 analizy wód złożowych (Tab. 3.5). Są to od 19,0% do 30,0% solanki chlorkowo-wapniowo-sodowe lub chlorkowo-sodowo-wapniowe.

Na obszarze przetargowym „Gryfice” i w jego sąsiedztwie, w utworach górnego karbonu oraz najwyższego karbonu i najniższego czerwonego spągowca (najprawdopodobniej formacja Świńca), udokumentowano 5 złóż gazu ziemnego. Są to: Dargosław, Gorzysław N, Gorzysław S, Trzebusz i Wrzosowo. Ich szczegółową charakterystykę przedstawiono w rozdziale 4.

Otwór wiertniczy	Interwał [m] (stratygrafia)	Ilość prób porowatość/ przepuszczalność/ bituminy	Porowatość [%] (średnia)	Przepuszczalność (średnia)	Zawartość bituminów [%] (średnia)
Gostyń 2	3342,0–3400,0 karbon górny	26/26/26	0,72–9,19 (5,91)	9,17–4800,5 [nm ²] (5,83)	0,008–0,393 (0,11)
Kamień Pomorski 7	3296,55–3363,45 karbon górny	4/4/4	0,21–7,11 (3,93)	0,01–0,83 [mD]	ślady–0,022
Strzeżewo 1	3199,0–3890,0 karbon górny	129/0/58	0,1–11,4 (3,7)	–	ślady–0,024
Wrzosowo 1	3081,75–3246,45 karbon górny	34/21/34	1,44–13,43 (5,64)	0,024–2,247 [mD] (0,345)	0,004–0,017 (0,0098)
Wrzosowo 2	3059,55–3121,55 karbon górny	73/68/44	0,49–15,41 (8,20)	nieprzepuszczalne– 10,50 [mD]	0,002–0,036 (0,0151)
Wrzosowo 3	3107,45–3242,35 karbon górny	93/79/93	0,19–10,00 (4,79)	0,01–1,87 [mD] (0,126)	ślady–0,017
Wrzosowo 8	3078,05–3239,15 karbon górny	78/35/78	0,84–17,29 (5,67)	nieprzepuszczalne– 0,68 [mD]	ślady–0,030
Wrzosowo 9	3084,5–3198,0 karbon górny	8/8/0	1,81–7,52 (3,65)	nieprzepuszczalne– 0,73 [mD]	–

Tab. 3.3. Wyniki badań własności petrofizycznych utworów górnego karbonu na obszarze przetargowym „Gryfice” na podstawie dokumentacji wynikowych otworów wiertniczych.

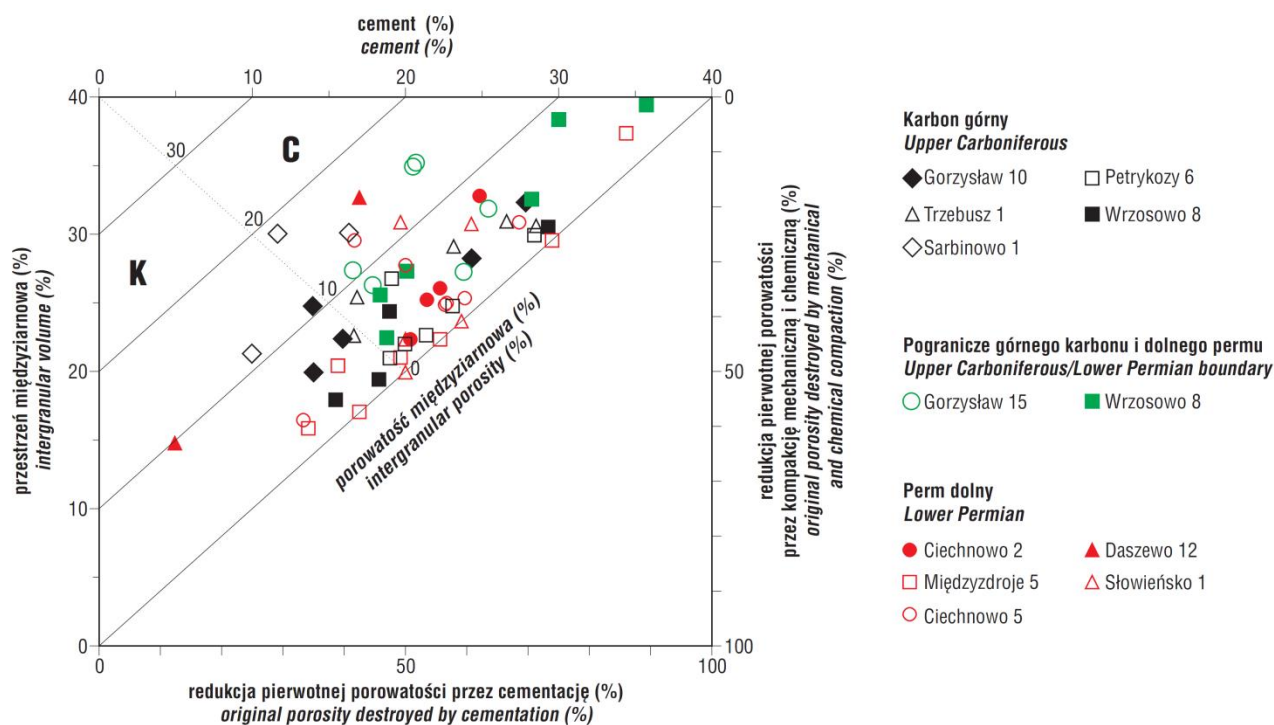


Fig. 3.6. Diagram przedstawiający wpływ kompaktacji i cementacji na porowatość piaskowców w wybranych otworach wiertniczych z Pomorza Zachodniego (według Houseknechta, 1987). C – pole o przewadze cementacji nad kompaktacją, K – pole o przewadze kompaktacji nad cementacją (Kuberska i in., 2007).

Otwór wiertniczy	Interwał [m] (stratygrafia)	Analizy gazu [% obj.]	Uwagi
Gostyń 2	3388,0–3447,0 (karbon górny)	CH ₄ –20,62 C ₂ H ₆ –0,05 C ₃ H ₈ –0,01 N ₂ –77,51 He–0,28	Gaz pobrany z przewodu po opróbowaniu
Kamień Pomorski 7	3293,0–3305,0 (karbon górny)	CH ₄ –28,78 C ₂ H ₆ –0,02 N ₂ –68,33 H ₂ –2,09	Pobrano próbnikiem złoża, analiza w czystym gazie
Strzeżewo 1	3450,0–3524,0 (karbon górny)	CH ₄ –17,41 C ₂ H ₆ –0,02 C ₃ H ₈ –0,002 N ₂ –81,27 H ₂ –0,594 He–0,701	Pobrano próbnikiem złoża, analiza w czystym gazie
Wrzosowo 1	3083,7–3085,2 (karbon)	CH ₄ –0,76 N ₂ –99,17 CO ₂ –ślady H ₂ –0,07	Po degazacji rdzenia, po przeliczeniu na sumę węglowodorów
	3142,0–3195,0 (karbon)	CH ₄ –25,59 C ₂ H ₆ –0,53 N ₂ –70,56 O ₂ –2,89 H ₂ –0,32 Ar–0,11	Pobrano próbnikiem złoża, analiza w czystym gazie
Wrzosowo 2	3044,2–3122,2 (wapień cechsztyński, czerwony spągowiec, karbon)	CH ₄ –42,65 C ₂ H ₆ –1,64 C ₃ H ₈ –0,50 N ₂ –54,72 O ₂ –brak He–0,20 Ar–0,035	Bezpośrednio z rur wydobywczych, analiza w czystym gazie
Wrzosowo 8	3226,0 (karbon)	CH ₄ –39,42 C ₂ H ₆ –0,16 C ₃ H ₈ –0,004 N ₂ –58,39 H ₂ –0,75 He–1,81 Ar–0,04	Pobrano próbnikiem złoża, analiza w czystym gazie
Wrzosowo 9	3205,5–3210,0 (karbon)	CH ₄ –8,23 C ₂ H ₆ –0,38 C ₃ H ₈ –0,47 N ₂ –90,55 O ₂ –brak H ₂ –0,35	Po degazacji rdzenia, analiza w czystym gazie

Tab. 3.4. Wybrane wyniki analiz gazu dla interwałów górnego karbonu w otworach wiertniczych z obszaru przetargowego „Gryfice” na podstawie dokumentacji wyników.

Otwór wiertniczy	Interwał [m] (stratygrafia)	Analizy wody [g/litr]	Uwagi
Gostyń 2	3388,0–3447,0 (karbon)	Cl ⁻ –152,74 Ca ⁺ –43,33 Mg ⁺ –2,01 Na ⁺ –45,40 pH–5,9	Solanka około 24,6% chlorkowo-sodowa-wapniowa
Strzeżewo 1	3535,0–3587,5 (karbon górny)	Cl ⁻ –117,89 Br ⁻ –0,85 Fe ⁺ –0,28 Ca ⁺ –34,61 Mg ⁺ –1,60 Na ⁺ –34,15 pH–5,7	Solanka około 19,1% chlorkowo-sodowa-wapniowa
Wrzosowo 1	3075,0–3149,3 (czerwony spągowiec, karbon górny)	Cl ⁻ –48,93 Br ⁻ –brak Ca ⁺ –1,91 Mg ⁺ –brak Na ⁺ –30,12 pH–6,77	
Wrzosowo 8	3180,0–3226,0 (karbon)	Cl ⁻ –155,49 Br ⁻ –0,52 Ca ⁺ –36,65 Mg ⁺ –3,13 Na/K ⁺ –52,73 pH–5,76	Solanka około 25,0% chlorkowo-sodowa-wapniowa

Tab. 3.5. Wybrane wyniki analiz wody złożowej dla interwałów górnego karbonu w otworach wiertniczych z obszaru przetargowego „Gryfice” na podstawie dokumentacji wynikowych.

Czerwony spągowiec górny
Litologia: arenity kwarcowe
sublityczne i lityczne

Miąszość:

od 50,0 m w północnej części do ponad 100,0 m w południowo-zachodniej, południowej i południowo-wschodniej części obszaru przetargowego.

Głębokość stropu:

Świerżno 1: 3084,5 m,
Rekowo 2: 3014,5 m,
Benice 1: 3150,0 m,
Gryfice 1: 3340,5 m.

Własności petrofizyczne (porowatość i przepuszczalność) skał zbiornikowych górnego czerwonego spągowca są zróżnicowane. Ich wartości są uzależnione od środowiska sedymentacji, w których osady górnego czerwonego spągowca były deponowane. Porowatości oznaczone na podstawie komputerowej analizy obrazu wahają się w granicach 2,17–17,44% (Kuberska i in., 2007). W przypadku przepuszczalności osiągają one wartości od <0,01 mD do około 30,0 mD.

Piaskowce górnego czerwonego spągowca posiadają niewielką porowatość pierwotną

(z wyjątkiem obszarów złożowych, np. Ciechnowo; Kuberska i in., 2007). Najczęściej dostrzegano śródziarnową i międzykrystaliczną porowatość wtórną, będącą efektem rozpuszczania ziaren skałeni oraz cementów węglanowych. Procesami które najsilniej zredukowały pierwotne porowatości osadów górnego czerwonego spągowca, były kompakcja mechaniczna i cementacja (Kuberska i Maliszewska, 2007). W wyniku ich działalności, w pierwszym przypadku porowatość zmniejszyła się o około 5–60%, cementacja zaś ograniczyła ją od 12% do 86%.

Próbki posiadające progową średnicę porów nieprzekraczających 4 µm charakteryzują się bardzo słabymi własnościami filtracyjnymi (Kuberska i Maliszewska, 2007). Duże różnice wartości efektu histerezy (23–80%) wskazują na chaotyczne wykształcenie przestrzeni międzyziarnowej, która w większości próbek ma formę mikroporów, o czym świadczy wielkość średniej kapilary (0,05–0,36 µm). Procentowa zawartość średnicy porów powyżej 1 µm wynosi od 9 do 79%. Na podstawie porównania wybranych wielkości porów można przypuszczać, że mają one

kształt izometryczny, a długość i szerokość w większości przypadków ma wymiar około 0,01 mm. Głównym czynnikiem ograniczającym przepuszczalność w skałach zbiornikowych górnego czerwonego spągowca była krystalizacja illitu włóknistego (Kuberska i Maliszewska, 2007). Na podstawie badań inkluzji fluidalnych wykonanych w kryształach autigenicznego kwarcu, szacuje się, że powstawały one w temperaturach 131–165°C, co odpowiada temperaturze krystalizacji illitu włóknistego. Za pomocą metody K-Ar określono, że ich powstanie nastąpiło we wczesnej jurze i na początku środkowej jury (Maliszewska i Kuberska, 2009).

Zestawione wyniki analiz właściwości fizykochemicznych, określonych na podstawie laboratoryjnych badań próbek z rdzeni wiertniczych, obejmują utwory dolnego i górnego czerwonego spągowca (*sensu* Pokorski,

1988). Porowatość tych skał waha się od 1,42% do 9,83% (Tab. 3.6). Średnia porowatość dla wszystkich zbadanych odcinków czerwonego spągowca to 3,93%. Wyniki analiz przepuszczalności w większości przypadków są bardzo niskie, nieprzekraczające 1 mD (Tab. 3.6). Zawartość bituminów waha się w przedziale od śladowych jego ilości do maksymalnie 0,034% (Tab. 3.6).

Na obszarze przetargowym wykonano analizy gazu w 7 otworach wiertniczych (Tab. 3.7) oraz wody w 2 otworach wiertniczych (Tab. 3.8). Na obszarze „Gryfice” nie udokumentowanego żadnego złoża w utworach górnego czerwonego spągowca. Najbliższymi złożami zakumulowanymi w omawianym horyzoncie są Ciechnowo i Sławoborze, które znajdują się w kierunku SE od obszaru przetargowego.

Otwór wiertniczy	Interwał [m] (stratygrafia)	Ilość prób porowatość/ przepuszczalność/ bituminy	Porowatość [%] (średnia)	Przepuszczalność [mD] (średnia)	Zawartość bituminów [%] (średnia)
Benice 1	3150,0–3166,6 (cz. spągowiec)	46/46/46	2,3–8,93 (4,39)	od b. słabej–0,730	ślady
Brojce IG-1	3609,5–3666,6 (cz. spągowiec)	12/12/0	0,74–3,33	0,1	–
Gryfice 1	3345,0–3362,5 (cz. spągowiec)	23/23/23	1,42–6,47 (2,51)	<0,01–0,06	ślady–0,034
Jarszewo 1	2928,0–2945,0 (cz. spągowiec)	18/18/18	4,09–7,07 (5,33)	0,028–0,734 (0,165)	0,0039–0,0066 (0,0052)
Świeržno 4	3156,0–3160,75 (cz. spągowiec)	11/10/11	2,09–3,34 (2,83)	0,146–0,023 (0,211)	ślady–0,005
Świeržno 1	3085,0–3102,95 (cz. spągowiec)	19/19/19	2,31–9,83 (6,33)	b. słaba–0,302	ślady–0,0078
Wrzosowo 1	3078,85–3081,25 (cz. spągowiec)	6/6/6	4,49–8,00 (6,03)	0,622–1,926 (1,393)	0,004–0,023 (0,0113)
Wrzosowo 2	3043,05–3059,25 (cz. spągowiec)	2/2/2	1,65 i 1,92	0,01 i 0,05	0,012 i 0,015
Wrzosowo 8	3075,55–3077,55 (cz. spągowiec)	5/5/0	1,05–2,04 (1,50)	0,0–0,56 (0,19)	–
Wrzosowo 9	3060,5–3084,5 (cz. spągowiec)	2/1/2	1,54 i 3,13	0,22	0,007 i 0,009

Tab. 3.6. Wybrane wyniki badań własności petrofizyczne utworów czerwonego spągowca w otworach wiertniczych z obszaru przetargowego „Gryfice” na podstawie dokumentacji wynikowych.

Otwór wiertniczy	Interwał [m] (stratygrafia)	Analizy gazu [% obj.]	Uwagi
Benice 1	3126,0–3169,1 (spąg cechsztynu, cz. spągowiec)	CH ₄ –0,86 CO ₂ –0,13 N ₂ –98,56 He –0,45	Z próbnika złożowego, po przeliczeniu na sumę węglowodorów
Brojce IG-1	3596,0–3642,0 (spąg cechsztynu)	CH ₄ –0,67 C ₂ H ₆ –0,01 C ₃ H ₈ –ślady N ₂ –85,38 H ₂ –12,59	Zbadano za pomocą próbnika złoża
Jarszewo 1	2930,3–2938,0 (cz. spągowiec)	CH ₄ –ślady N ₂ –92,90 Ar–1,05 H ₂ –4,80 He–ślady	Po degazacji rdzenia, po przeliczeniu na sumę węglowodorów
Laska 2	3078,0–3115,0 (spąg cechsztynu i strop cz. spągowca)	CH ₄ –11,36 C ₂ H ₆ –0,02 C ₃ H ₈ –0,014 N ₂ –83,96 H ₂ –2,20 He–1,19 Ar–0,04	Pobrano próbnikiem złoża, analiza w czystym gazie
Świerżno 4	3149,0–3155,0 (wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec górny)	CH ₄ –ślady CO ₂ –0,84 N ₂ –98,96 H ₂ –0,20	Po degazacji rdzenia, po przeliczeniu na sumę węglowodorów
Wrzosowo 1	3075,0–3149,3 (cz. spągowiec)	CH ₄ –44,00 C ₂ H ₆ –1,97 C ₃ H ₈ –0,61 N ₂ –53,42 He–ślady	Podczas syfonowania otworu, analiza w czystym gazie
Wrzosowo 2	3044,2–3122,2 (wapień podstawowy, cz. spągowiec, karbon)	CH ₄ –42,66 C ₂ H ₆ –1,66 C ₃ H ₈ –0,51 N ₂ –54,72 He–0,20 Ar–0,035	Bezpośrednio z rur wydobywczych, analiza w czystym gazie

Tab. 3.7. Wybrane wyniki analiz gazu dla interwałów czerwonego spągowca w otworach wiertniczych z obszaru przetargowego „Gryfice” na podstawie dokumentacji wynikowych.

Otwór wiertniczy	Interwał [m] (stratygrafia)	Analizy wody [g/litr]	Uwagi
Laska 2	3072,0–3115,0 (spąg cechsztynu, cz. spągowiec)	Cl ⁻ –164,24 Br ⁻ –0,64 Ca ⁺ –28,59 Mg ⁺ –0,47 Na ⁺ –73,29 pH–6,47	Solanka około 27,25% chlorkowo-sodowa-wapniowa
	3429,0–3475,0 (cz. spągowiec, dewon)	Cl ⁻ –161,13 Br ⁻ –0,57 Ca ⁺ –26,06 Na ⁺ –74,22 pH–6,42	Solanka około 26,50% chlorkowo-sodowa-wapniowa, mocno zanieczyszczona płuczką
Wrzosowo 1	3077,0–3082,0 (cz. spągowiec, karbon)	Cl ⁻ –48,93 Ca ⁺ –1,91 Mg ⁺ –brak Na ⁺ –30,12 pH–6,77	

Tab. 3.8. Wybrane wyniki analiz wody złożowej dla interwałów czerwonego spągowca w otworach wiertniczych z obszaru przetargowego „Gryfice” na podstawie dokumentacji wynikowych.

*Dolomit główny (Ca₂)
Litologia: dolomity i wapienie*

Miaższość:

od 10,0 m w najbardziej krawędziowej, południowo-zachodniej i wschodniej części obszaru przetargowego do 80,0 m w części południowej.

Głębokość stropu:

Kamień Pomorski 13: 2326,5 m,
Benice 4K: 2611,5 m,
Gryfice 1: 2984,0 m.

Skały zbiornikowe dolomitu głównego występują w różnych strefach facjalnych. Horyzonty, w których są zakumulowane węglowodory, rozpoznano w wewnętrznych i zewnętrznych strefach barier węglanowych oraz na skłonach platform i ich podnóżach zazębiających się z równią basenową. Te pierwsze są reprezentowane najliczniej przez piaszczyste facje węglanowe, natomiast w pozostałych strefach występują facje mułowe. Rozkład porowatości i przepuszczalności w badanych próbkach jest mało zróżnicowany, a ich podział petrofizyczny jest słabo zaznaczony (Protas, 1981; Gąsiewicz i Wichrowska, 1996; Gąsiewicz i in., 1998).

Według klasyfikacji Lucii (1995) w węglanowych facjach piaszczystych występują trzy typy próżni skalnych: 1) międzyziarnowe i międzykrystaliczne, 2) rozdzielone – głównie formowe i wewnątrzziarnowe, 3) połączone – szczelinowe, powstałe z rozpuszczania,

natomiast w facjach mułowcowych występują tylko typ pierwszy i drugi (Gąsiewicz i Wichrowska, 1996; Gąsiewicz i in., 1998). Porowatość utworów dolomitu głównego powstawała na różnych etapach diagenetyzacji i była związana przede wszystkim z wpływem wód meteorycznych, dolomitizacją i dedolomitizacją oraz szczelinowaceniem zrębu skalnego (*op. cit.*) Porowatość pierwotna w zdecydowanej większości została silnie (lub całkowicie) zredukowana wskutek wypełnienia próżni późnymi stadiami utworów siarczanowych (anhydrytu).

W profilach dolomitu głównego platformy Kamienia Pomorskiego i okolic obserwuje się duże zróżnicowanie porowatości, sięgające od 1,0 do 22,0% (Fig. 3.7). Wyraźnie większe wartości porowatości występują w węglanowych facjach ziarnistych, a występowanie znacznych porowatości wtórnych w facjach mułowych wskazuje na silny wpływ czynników diagenetycznych. Badania petrograficzne wykazały, że niskie wartości porowatości dolomitów są związane z późnodiagenetycznym wypełnianiem pierwotnych i wtórnych porów anhydrytem. W efekcie decydujące znaczenie dla porowatości mają spękania, które lokalnie występują bardzo obficie.

Próbki pobrane z obszaru m.in. platformy Kamienia Pomorskiego i okolic badane przez Gąsiewicza i in. (1998) w większości posiadają niskie przepuszczalności, nie przekraczające 10 mD (Fig. 3.7). Pośród skał nisko prze-

puszczalnych mikropory powyżej 1 μm stanowią od 3,0% do 97,0%. W większości jednak badanych próbek stanowią one 50%, wykazując częściową zależność od wykształcenia litologicznego (*op. cit.*). Większość badanych próbek w wymienionym powyżej przedziale przepuszczalności wiąże się z facjami ziarnistymi. Z analizy wielkości kryształów występujących w powyższych facjach i ich ułożenia (stopień krystaliczności) wynika, że na obserwowany rozkład przepuszczalności nie miały istotnego wpływu na oryginalne tekstury osadowe, jednakże miały wpływ na charakter przestrzeni porowej, uwarunkowanej różnymi czynnikami diagenetycznymi (*op. cit.*)

Wyniki badań petrofizycznych (porowatości, przepuszczalności i średnicy progowej) wykazały, że utwory dolomitu głównego są skałami posiadającymi lepsze własności zbiornikowe niż filtracyjne (Darłak i in., 1998). Próbkę posiadającą nawet duże wartości porowatości i średnice progowe charakteryzują się bardzo małą przepuszczalnością. Układ ten ma bezpośredni wpływ na własności hydrodynamiczne skał dolomitu głównego. Transport płynów złożowych odbywał się systemem szczelin i złoża mają charakter porowo-szczelinowy (*op. cit.*)

Podstawowe badania laboratoryjne próbek pobranych z rdzeni wiertniczych pozwoliły na określenie własności fizyczno-chemicznych dolomitu głównego. Ich porowatość wynosi od 0,07% do 19,93% (Tab. 3.9). Skały dolomitu głównego w większość przypadków charakteryzują się bardzo niską przepuszczalnością, sięgającą do kilku mD (Tab. 3.9). W pojedynczych otworach zdarza się bardzo dobra przepuszczalność, sięgająca powyżej 10 mD (Tab. 3.9). Pomierzone wartości bituminów wahają się od ich śladowych ilości do 1,13% (Tab. 3.9).

W utworach dolomitu głównego na obszarze platformy Kamienia Pomorskiego oraz w jego sąsiedztwie odkryto dotychczas kilka ekonomicznych akumulacji ropy naftowej. Analizowane ropy naftowe nie uległy wtórnym procesom biodegradacji, jak również ich skład węglowodorowy nie został zubożony

procesami wymywania wodą, utleniania lub frakcyjnego odparowania w pułapce złożowej (Mikołajewski i in., 2012). Stwierdzono także, że nie nastąpił kraking termiczny rop naftowych, co świadczy o ich zachowanym pierwotnym składzie węglowodorowym, który jest efektem procesów generowania i ekspulsji ze skały macierzystej (Kotarba i in., 1998).

W utworach dolomitu głównego na obszarze przetargowym „Gryfice”, a także w rejonach z nim sąsiadujących, oprócz ekonomicznych akumulacji ropy naftowej i jej objawów w wielu otworach wiertniczych, występują także domieszki gazu ziemnego (Tab. 3.10). Badania wskaźników geochemicznych (Kotarba i in., 1998) i izotopów trwałych na wybranych komponentach gazu ziemnego (Mikołajewski i in., 2012), potwierdzają genetyczne powiązanie z ropą naftową, co świadczy, że gaz został wygenerowany z ropotwórczego kerogenu II typu. Główna część etanu i propanu, jak również część metanu, powstała we wczesnej fazie niskotemperaturowych procesów termogenicznych, jednakże badania składu izotopów trwałych wykazały, że pewna część metanu została również wytworzona na etapie przeobrażeń mikrobialnych (Kotarba i in., 1998). Gaz takiego pochodzenia został rozpoznany m.in. w złożu Rekowo (Mikołajewski i in., 2012).

W utworach dolomitu głównego w 18 otworach wiertniczych wykonano w analizie wody złożowej (Tab. 3.11). Są to 12–33% solanki chlorkowo-sodowe, w niektórych przypadkach ze zróżnicowaną ilością magnezu lub wapnia. Większość dotychczas odkrytych złóż w północno-zachodniej części Polski występuje na obszarze platformy Kamienia Pomorskiego, jej stoku, oraz strefy sąsiadującego z nim płytkiego szelfu (Mikołajewski i in., 2012). W granicach obszaru przetargowego „Gryfice”, w jego wewnętrznym konturze, odkryto złożo Rekowo, a w jego zachodnim i południowym sąsiedztwie – złoża Kamień Pomorski i Wysoka Kamińska. Ich szczegółową charakterystykę można znaleźć w rozdziale 4.

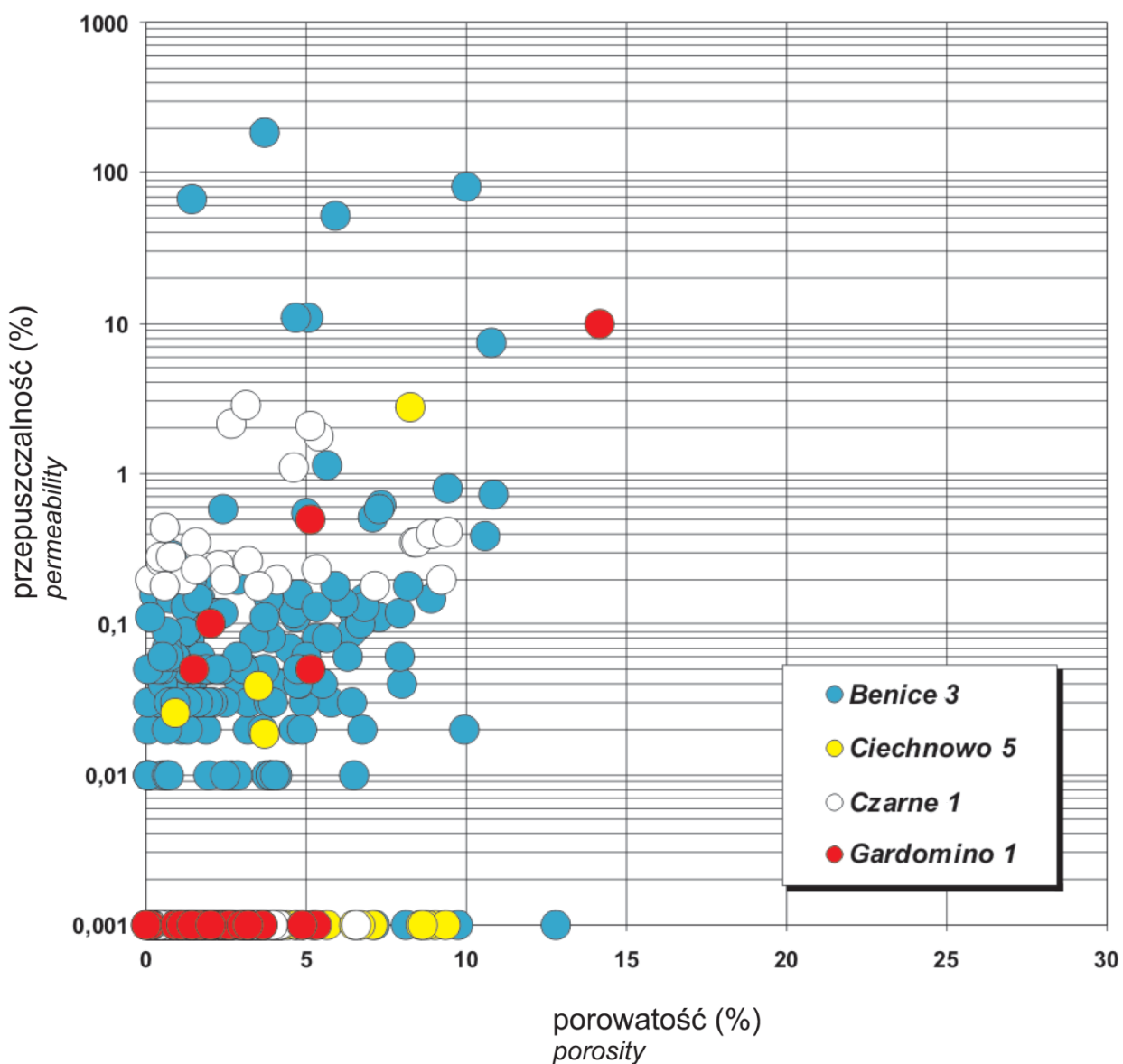


Fig. 3.7. Wykres porowatości względem przepuszczalności w wybranych utworach barierowych dolomitu głównego na Pomorzu Zachodnim (Słowakiewicz i in., 2008).

Otwór wiertniczy	Interwał [m] (stratygrafia)	Ilość prób porowatość/ przepuszczalność/ bituminy	Porowatość [%] (średnia)	Przepuszczalność (średnia)	Zawartość bituminów [%] (średnia)
Benice 1	2748,3–2792,8 (dolomit główny)	92/92/92	0,07–7,81 (2,65)	od b. słabej–0,265 [mD]	0,0055–0,0409 (0,0186)
Benice 2	2835,5–2887,3 (dolomit główny)	92/92/92	0,07–10,25 (3,0)	od b. słabej–1,786 [mD]	0,009–0,062 (0,021)
Benice 3		163/155/163	0,06–12,78 (3,3)	0,01–185,1 [mD]	brak–0,151 (0,019)
Benice 4K		154/113/154	0,07–22,52 (3,70)	1–2003 [nm ²] (83)	0,0006–0,033 (0,015)
Chomino1	2687,1–2721,8 (dolomit główny)	71/71/0	0,19–10,57 (2,43)	<0,0001–0,1020 [mD] (0,03)	–
Dobropole 1	2851,05–2860,55 (dolomit główny)	20/10/20	1,09–10,86 (3,35)	1–2182 [nm ²] (116,0)	0,038–0,139 (0,084)
Dusin 1	2584,0–2643,0 (dolomit główny)	116/116/116	0,07–19,93 (5,48)	większość prób nie wykazuje żadnych własności kolektor- skich	0,005–0,467 (0,060)

Gostyn 2	2919,0–2959,0 (dolomit główny)	69/b.d./b.d.	0,14–6,2 (1,94)	0,53–7873,23 [nm ²] (3,47)	0,008–0,110 (0,2)
Gryfice 1	2985,0–3020,0 (dolomit główny, anhydryt górny)	51/43/51	0,07–3,3 (0,884)	<0,01–2,31 [mD]	0,006–0,085 (0,024)
Gryfice 2	3013,3–3048,0 (dolomit główny, anhydryt górny)	44/b.d./b.d.	0,31–4,60 (1,38)	do 0,014 [mD]	0,0046–0,0346 (0,024)
Gryfice 3	3136,55–3169,85 (dolomit główny)	51/47/?	0,29–9,39 (2,32)	b. słaba–0,219 [mD]	ślady–0,151
Jarszewo 1	2518,5–2547,9 (a. podstawowy, dolomit główny)	53/53/53	0,14–5,73 (1,33)	b. słaba–0,200 [mD]	0,0032–0,0276 (0,0055)
Kamień Pomorski 3	2353,8–2357,4 (dolomit główny)	6/b.d./b.d.	0,35–6,16 (1,88)	b. słaba–0,225 [mD]	0,0265–0,1204 (0,0773)
Kamień Pomorski 7	2356,75–2384,25 (a. podstawowy, dolomit główny)	57/55/57	0,07–12,88 (11,24)	<0,01–0,62 [mD]	0,010–0,058 (0,025)
Kamień Pomorski 13	2327,75–2351,45 (dolomit główny)	29/29/29	0,14–4,65 (0,911)	b. słaba–0,3393 [mD]	0,0074–0,0556 (0,0253)
Rekowo 2	2705,5–2741,5 (dolomit główny, anhydryt górny)	39/b.d./b.d.	0,14–7,59 (1,22)	b. słaba–0,405 [mD]	0,003–0,087 (0,023)
Rekowo 3	2650,55–2669,05 (dolomit główny, anhydryt górny)	53/b.d./b.d.	0,07–5,94 (1,85)	b. słaba–0,333 [mD]	0,007–0,466 (0,077)
Rekowo 4	2681,95–2705,65 (dolomit główny)	58/b.d./b.d.	0,07–10,38 (1,39)	b. słaba–55,74	0,020–0,488 (0,097)
Rekowo 6	2701,75–2721,55 (dolomit główny)	39/b.d./b.d.	1,09–28,80 (10,15)	0,013–2,147 [mD] (0,451)	0,01–1,131 (0,478)
Skarchowo 1	(a. podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny)	118/102/117	0,21–17,37 (3,614)	0,0–0,20 [mD] (w tym 93 próbki = 0)	0,002–0,160 (0,038)
Świeržno 2	2748,55–2766,85 (dolomit główny)	20/b.d./b.d.	0,07–1,1 (0,34)	b. słaba–0,980 [mD]	0,0152–0,0323 (0,0226)
Świeržno 4	2778,3–2811,6 (dolomit główny, anhydryt górny)	47/45/46	0,07–6,22 (1,35)	b. słaba–0,138 [mD]	0,003–0,066 (0,0138)
Świeržno 5	2845,0–2872,0 (dolomit główny)	72/72/72	0,22–11,05 (2,48)	b. słaba–7,502 [mD]	0,006–0,037 (0,023)
Świeržno 9	2769,1–2774,7 (a. podstawowy, dolomit główny)	11/11/11	1,23–4,5 (2,96)	b. słaba–0,049 [mD]	0,014–0,041 (0,023)
Laska 2	2859,55–2872,55 (dolomit główny)	21/14/b.d.	0,27–5,17 (2,35)	0,22–1,29 [mD] (0,24)	0,043–0,416 (0,138)
Strzeżewo 1	2768,0–2823,0 (dolomit główny)	98/-/30	0,054–6,164 (1,040)	–	0,015–0,249 (0,074)
Wrzosowo 1	2741,75–2787,63 (dolomit główny, anhydryt górny)	94/74/94	0,36–11,75 (3,16)	b. słaba–1,169 [mD]	0,015–0,059 (0,0296)
Wrzosowo 2	2676,05–2715,25 (dolomit główny)	75/65/75	0,28–13,03 (3,51)	0,0–0,26 [mD] 44 próby = 0	0,011–0,058 (0,0264)
Wrzosowo 8	2737,73–2771,05 (dolomit główny, anhydryt górny)	68/59/68	0,21–14,60 (5,39)	nieprzepuszczalne– 0,81 [mD]	0,05–0,040 (0,019)
Wrzosowo 9	2714,5–2758,0 (dolomit główny)	91/89/91	0,07–9,92 (3,82)	nieprzepuszczalne– 1,30 [mD]	0,008–0,074 (0,22)

Tab. 3.9. Wybrane wyniki badań własności petrofizycznych utworów dolomitu głównego w otworach wiertniczych z obszaru przetargowego „Gryfice” na podstawie dokumentacji wynikowych.

Otwór wiertniczy	Interwał [m] (stratygrafia)	Analizy gazu [%]obj.	Uwagi
Benice 1	2775,0–2784,0 (dolomit główny)	CH ₄ –0,83 C ₂ H ₆ –0,27 N ₂ –98,49 H ₂ –0,41	Po degazacji, w przeliczeniu na sumę węglowodorów
Benice 2	2833,5–2838,5 (a. podstawowy, dolomit główny)	CH ₄ –ślady CO ₂ –ślady O ₂ –20,30 N ₂ –79,61	Gaz z rdzeniu
	2867,8–2870,8 (dolomit główny)	CH ₄ –8,06 C ₂ H ₆ –0,61 C ₃ H ₈ –ślady CO ₂ –1,54 N ₂ –89,79	Po degazacji rdzenia, węglowodory i inne
Benice 3	2731,5–2804,5 (dolomit główny)	CH ₄ –39,08 C ₂ H ₆ –0,94 C ₃ H ₈ –0,20 N ₂ –13,10 H ₂ S–44,85	W czystym gazie, gaz bezgazolinowo-siarkowodorowy
	2730,5–2750,0 (dolomit główny)	CH ₄ –24,51 C ₂ H ₆ –4,80 C ₃ H ₈ –2,41 N ₂ –66,09 H ₂ S–brak	Po degazacji rdzenia
Benice 4K	2658,5–2696,0 (dolomit główny, anhydryt górny)	CH ₄ –73,74 C ₂ H ₆ –3,68 C ₃ H ₈ –1,98 N ₂ –17,88 H ₂ S–brak	W czystym gazie
Dusin 1	2613,6–2622,3 (dolomit główny)	CH ₄ –19,58 C ₂ H ₆ –7,83 C ₃ H ₈ –11,09 N ₂ –50,04 He–ślady	Po degazacji, w czystym gazie
Gryfice 1	2897,0–3014,0 (dolomit główny, anhydryt górny)	CH ₄ –76,69 C ₂ H ₆ –7,03 C ₃ H ₈ –2,71 N ₂ –10,72 H ₂ –0,81 He–0,06	Zbadano za pomocą próbnika złoża, w czystym gazie
Gryfice 2	3015,0–3018,3 (dolomit główny)	CH ₄ –15,70 C ₂ H ₆ –2,67 C ₃ H ₈ –0,87 N ₂ –56,33 H ₂ –21,01 He–0,12	Po degazacji rdzenia, w przeliczeniu na sumę węglowodorów
	3029,8–3030,3 (dolomit główny)	CH ₄ –67,86 C ₂ H ₆ –9,25 C ₃ H ₈ –2,67 N ₂ –18,99 H ₂ –0,48 He–ślady Ar–0,25	Po degazacji rdzenia, w przeliczeniu na sumę węglowodorów
Gryfice 3	3139,5–3143,3 (a. podstawowy, dolomit główny)	CH ₄ –1,01 CO ₂ –0,06 N ₂ –97,65 H ₂ –1,28	Po degazacji, w przeliczeniu na sumę węglowodorów
Kamień Pomorski 3	2357,4 (dolomit główny)	CO ₂ –5,05 N ₂ –94,95 nie stwierdzono obecności węglowodorów	Po degazacji płuczki, po przeliczeniu na sumę węglowodorów

	2353,8–2357,4 (dolomit główny)	CH ₄ –13,31 C ₂ H ₆ –1,93 C ₃ H ₈ –0,77 N ₂ –66,81 H ₂ –9,38 H ₂ S–brak	Po degazacji rdzenia, węglowodory i inne
	2353,5–2405,0 (dolomit główny, anhydrit górny)	CH ₄ –69,25 C ₂ H ₆ –2,34 C ₃ H ₈ –0,02 N ₂ –16,25 H ₂ –11,38 H ₂ S–brak	Gaz pobrano z przestrzeni obciążnika w czasie wyciągania próbnika złożowego, gaz bezgazolinowy z dużą zawartością wodoru –11,38%
Kamień Pomorski 13	2329,0–2332,7 (dolomit główny)	CH ₄ –2,96 N ₂ –92,86 H ₂ –2,66 Ar–1,18	Po degazacji rdzenia, po przeliczeniu na sumę węglowodorów
Rekowo 2	2714,5–2723,5 (dolomit główny)	CH ₄ –26,15 C ₂ H ₆ –2,67 C ₃ H ₈ –1,44 N ₂ –69,05 H ₂ –0,27	Gaz z rdzenia, w przeliczeniu na sumę węglowodorów
Rekowo 4	2676,4–2695,6 (a. podstawowy, dolomit główny)	CH ₄ –8,61 C ₂ H ₆ –0,88 C ₃ H ₈ –0,56 N ₂ –88,91 H ₂ –0,69	Gaz z próbnika złożowego?
Rekowo 6	2697,0–2707,4 (a. podstawowy, dolomit główny)	CH ₄ –67,26 C ₂ H ₆ –11,29 C ₃ H ₈ –7,70 N ₂ –10,99 H ₂ –0,29	Gaz z próbnika złożowego, gaz bezgazolinowy, w czystym gazie
	2697,0–2721,8 (a. podstawowy, dolomit główny)	CH ₄ –74,83 C ₂ H ₆ –5,07 C ₃ H ₈ –2,13 N ₂ –16,84 H ₂ –0,20	Gaz pobrany z przewodu
Świeržno 2	2767,8 (dolomit główny)	CH ₄ –74,05 C ₂ H ₆ –9,54 C ₃ H ₈ –6,21 N ₂ –7,58	Gaz z próbnika złożowego
	2770,2 (dolomit główny)	CH ₄ –37,51 C ₂ H ₆ –9,48 C ₃ H ₈ –14,46 N ₂ –9,99 H ₂ S–12,73	Analiza gazu pobranego z głowicy eks- ploatacyjnej; duża ilość siarkowodoru
Świeržno 4	2790,6–2792,4 (dolomit główny)	CH ₄ –0,48 C ₂ H ₆ –0,03 C ₃ H ₈ –0,03 N ₂ –99,20 H ₂ –0,10	Po degazacji rdzenia, po przeliczeniu na sumę węglowodorów
Świeržno 9	2766,5–2774,7 (a. podstawowy, dolomit główny)	CH ₄ –4,48 C ₂ H ₆ –0,76 C ₃ H ₈ –0,41 N ₂ –93,56 H ₂ –0,25	Po degazacji rdzenia, po przeliczeniu na sumę węglowodorów
	2774,7 (dolomit główny)	CH ₄ –49,71 C ₂ H ₆ –11,73 C ₃ H ₈ –10,62 N ₂ –2,68 Ar–0,26 H ₂ –brak H ₂ S–15,92	Próba pobrana podczas odpuszczania, w czystym gazie, pojawił się argon, dużo siarkowodoru

Wrzosowo 1	2743,4–2746,4 (dolomit główny)	CH ₄ –7,80 C ₂ H ₆ –0,41 N ₂ –91,27 CO ₂ –0,23 H ₂ –0,29	Po degazacji rdzenia, po przeliczeniu na sumę węglowodorów
Wrzosowo 8	2757,0–2770,0 (dolomit główny)	CH ₄ –18,66 C ₂ H ₆ –3,28 C ₃ H ₈ –2,04 N ₂ –73,92 H ₂ –0,27 CO ₂ –1,09	Po degazacji rdzenia, analiza w czystym gazie
Wrzosowo 9	2757,1–2774,5 (dolomit główny)	CH ₄ –24,10 C ₂ H ₆ –6,16 C ₃ H ₈ –1,93 N ₂ –59,58 O ₂ –brak H ₂ –0,32 He–ślady	Po degazacji rdzenia, po przeliczeniu na sumę węglowodorów

Tab. 3.10. Wybrane wyniki analiz gazu dla interwałów dolomitu głównego w otworach wiertniczych z obszaru przetargowego „Gryfice” na podstawie dokumentacji wynikowych.

Otwór wiertniczy	Interwał [m] (stratygrafia)	Analizy wody [g/litr]	Uwagi
Benice 3	2731,5–2804,5 (dolomit główny)	Silny zapach H ₂ S Cl ⁻ –195,39 Br ⁻ –2,12 HCO ₃ ⁻ –1,54 NH ₄ ⁺ –0,57 Ca ⁺ –5,19 Mg ⁺ –11,50 Na/K ⁺ –100,19 pH–6,0	Solanka około 32,0% chlorkowo-sodowa
Benice 4K	2658,5–2696,0 (dolomit główny)	Silny zapach H ₂ S Cl ⁻ –198,01 Br ⁻ –1,28 HCO ₃ ⁻ –2,87 SO ₄ ⁻ –0,80 NH ₄ ⁺ –0,97 Al/Fe ⁺ –0,07 Ca ⁺ –5,44 Mg ⁺ –11,13 Na/K ⁺ –101,62 pH–6,3	Solanka około 32,2% chlorkowo-sodowa
Chomino1	2686,0–2722,0 (dolomit główny)	Cl ⁻ –190,0 Ca ⁺ –1,77 Mg ⁺ –0,02 pH–7,7	Próbka z autoklawu
	2686,0–2722,0 (dolomit główny)	Cl ⁻ –187,0 Ca ⁺ –0,9 Mg ⁺ –0,39 pH–7,9	Próbka z autoklawu
Gryfice 1	2897,0–3014,0 (dolomit główny)	Cl ⁻ –193,86 Br ⁻ –1,04 NH ₄ ⁺ –1,91 Ca ⁺ –5,19 Mg ⁺ –11,57 Na/K ⁺ –96,09 pH–5,5	Solanka około 31,18% chlorkowo-sodowa, lekko skażona
Gryfice 3	3136,4–3172,3 (a. podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny)	Cl ⁻ –142,23 Br ⁻ –0,31 HCO ₃ ⁻ –1,00 SO ₄ ⁻ –3,18	Solanka około 24,1% chlorkowo-sodowa z niewielką ilością magnezu

		NH_4^+ –0,26 Ca^+ –2,87 Mg^+ –3,27 Na/K^+ –84,44 pH –6,7	
Kamień Pomorski 13	2355,1 (dolomit główny)	Cl^- –190,26 Br^- –1,22 HCO_3^- –1,43 SO_4^- –1,20 NH_4^+ –0,39 Ca^+ –4,29 Mg^+ –15,87 Na/K^+ –89,41 pH –5,75	Solanka około 30,8% chlorkowo-sodowa, próba pobrana podczas płukania
Rekowo 6	2721,8 (a. podstawowy, dolomit główny)	Cl^- –70,57 Ca^+ –7,56 Na^+ –35,75 pH –6,5	Solanka około 12% chlorkowo-sodowa
Świeržno 2	2770,2 (dolomit główny)	Cl^- –99,27 HCO_3^- –0,85 SO_4^- –4,03 Ca^+ –0,72 Mg^+ –0,15 Na^+ – 62,53 pH –8,2	Solanka około 17,4% chlorkowo-sodowa
Świeržno 4	2832,0 (dolomit główny)	Cl^- –189,71 Br^- –1,07 HCO_3^- –0,85 SO_4^- –1,29 NH_4^+ –0,81 Ca^+ –5,58 Mg^+ –12,91 Na/K^+ –93,39 pH –8,0	Solanka około 30,9% chlorkowo-sodowa, z dużą ilością magnezu; próba pobrana podczas płukania otworu, silny zapach siarkowodoru
Świeržno 9	2774,7 (dolomit główny)	Cl^- –197,22 Br^- –1,00 SO_4^- –1,84 Ca^+ –4,68 Mg^+ –11,06 Na^+ –104,48 pH –6,15	Solanka około 32,4% chlorkowo-sodowa
Wrzosowo 8	2725,0–2793,0 (sól starsza, a. podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny)	Cl^- –192,21 Br^- –1,40 Ca^+ –6,51 Mg^+ –15,94 Na/K^+ –87,08 pH –6,55	Solanka około 33,0% chlorkowo-sodowa-magnezowa

Tab. 3.11. Wybrane wyniki analiz wody złożowej dla interwałów dolomitu głównego w otworach wiertniczych z obszaru przetargowego „Gryfice” na podstawie dokumentacji wynikowych.

3.4. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE I NADKŁADU

Najważniejszymi skałami uszczelniającymi dla karbońsko-dolnopermского i cechsztyńskiego systemu naftowego są ewaporaty cechsztynu (rozdział 2.3.4). W przypadku pierwszego systemu naftowego, główne uszczelnienie stanowią poziomy anhydrytowe (A1d, A1s i A1g) i sól kamienna (Na1), należące do cyklotemu PZ1. Dla cechsztyńskiego systemu naftowego skałami uszczelniającymi są anhydryty (A2, A2r), sole kamienne (Na2, w niektórych przypadkach Na2r) i miejscami sole potasowo-magnezowe (K2) cyklotemu PZ2. Dodatkowo, jako skały uszczelniające

mniejszej rangi, można zakwalifikować utwory triasu, charakteryzujące się w niektórych poziomach większą miąższością iłowców i mułowców.

Skały nadkładu horyzontów zbiornikowych na obszarze „Gryfic” budują utwory cechsztynu trzeciego i czwartego cyklotemu, a następnie triasu, jury, kredy i kenozoiku. Składają się one na klastyczno-węglanowo-ewaporatową sukcesję o miąższości (stwierdzonej w otworach wiertniczych) 2067,0–3112,5 m.

3.5. GENERACJA, MIGRACJA, AKUMULACJA I PUŁAPKI WĘGLOWODORÓW

Karbońsko-dolnopermский system naftowy

Skały macierzyste: iłowce i mułowce turnaju i wizenu. Minimalny potencjał wykazują także iłowce i mułowce westfalu i stefanu.

Skały zbiornikowe: piaskowce fluwialne górnego karbonu (arenity i waki kwarcowe, najczęściej drobno- i średnioziarniste) oraz piaskowce fluwialne górnego czerwonego spągowca (arenity, sporadycznie waki kwarcowe, sublityczne i lityczne).

Skały uszczelniające: nie licząc północnej części obszaru (rejon Wrzosowo – Strzeżewo), skały zbiornikowe górnego karbonu są izolowane od stropu sukcesją skał wulkanicznych dolnego czerwonego spągowca lub ewaporatami cyklotemu PZ1. Wśród tej sukcesji mogą także występować litologiczne uszczelnienia związane z miąższymi kompleksami skał drobnoklastycznych (iłowce i mułowce). Skały zbiornikowe górnego karbonu również charakteryzują się wewnętrznym uszczelnieniem (cementy).

W przypadku skał zbiornikowych górnego czerwonego spągowca podstawowym uszczelnieniem są zalegające na nim ewaporaty cyklotemu PZ1. Pośród kompleksów piaskowców pojawiają się również uszczelnienia litologiczne (poziomy zlepieńców), jak również wewnętrzne diagenetyczne uszczelnienia.

Kształt i wielkość pułapek: w świetle rozpoznania horyzontu spągu cechsztynu (Kudrewicz, 2008) i odkrytych złóż w utworach górnego karbonu, stwierdzono, że głównym typem pułapek złożowych są pułapki typu mieszanego, strukturalno-litologiczno-tektonicznego. Wraz z reprocessingiem istniejących zdjęć sejsmicznych 2D i 3D można spodziewać się wykartowania pułapek typowo strukturalnych. Na podstawie analiz petrologicznych (Kuberska i in., 2007), w miąższych kompleksach piaskowców występują (najprawdopodobniej) pułapki złóż niekonwencjonalnych typu *tight gas*.

Na podstawie mapy strukturalnej spągu cechsztynu (Kudrewicz, 2008), w stropie utworów czerwonego spągowca należy spodziewać się występowania konwencjonalnych pułapek typu kombinowanego (strukturalno-tektonicznych). Mając na uwadze wykonany reprocessing zdjęć sejsmicznych 2D i 3D należy się spodziewać pojawienia się kolejnych pułapek strukturalnych. Dodatkowo, biorąc pod uwagę rozkład facjalny utworów górnego czerwonego spągowca, istnieje możliwość występowania pułapek śródformacyjnych w facjach aluwialno-fluwialnych.

Wiek i mechanizm utworzenia pułapek: znaczna część pułapek w skałach górnego karbonu ma charakter syngedymencyjny. Wśród nich można się spodziewać szeregu

pułapek litologicznych i litologiczno-strukturalnych. W wyniku późniejszych procesów diagenetycznych należy przypuszczać, że w miąższych pakietach piaskowcowych występują złoża niekonwencjonalne, typu *tight gas*. Pułapki w utworach górnego karbonu powstały również w wyniku późniejszej przebudowy strukturalnej podłoża i jego nadkładu (ruchy kimeryjskie i laramijskie). Większość występujących pułapek w utworach górnego czerwonego spągowca na obszarze przetargowym „Gryfice” powstawała w trakcie depozycji tych osadów, stąd mają one charakter syndementacyjny. Ponadto w trakcie sedymentacji osadów czerwonego spągowca mogło powstać szereg pułapek litologicznych, których należy się spodziewać w pobliżu wyniesionych bloków. W wyniku późniejszej przebudowy strukturalnej omawianego obszaru (ruchy kimeryjskie i laramijskie) mogło dość do powstania szeregu pułapek o założeniach strukturalno-tektonicznych (pozytywna struktura ograniczona uskokami).

Wiek i mechanizm generacji, ekspulsji, migracji i akumulacji węglowodorów: na obszarze Pomorza Zachodniego dla karbońsko-dolnopermskiego systemu naftowego przeprowadzono modelowanie historii pogrzebienia, historii termicznej oraz historii generowania węglowodorów (Kotarba i in., 2004; Pletsch i in., 2010; Botor i in., 2013). Do analizy przyjęto, za Dadlezem i in. (1995), że wielkość strumienia cieplnego w basenie polskim była najwyższa w późnym permie i wczesnym triasie. Przez resztę mezozoiku ulegał on ochłodzeniu, aż do osiągnięcia pod koniec kredy temperatury zbliżonej do współczesnej.

Na podstawie wygenerowanych map refleksyjności wityritu (Wagner i in., 2008), pomierzonych w spągu i stropie utworów karbonu, wynika, że skały macierzyste występujące na obszarze przetargowym „Gryfice” w momencie największego pogrzebienia osiągnęły maksymalnie późną fazę dojrzałości skały, wchodząc w tzw. górne „okno ropne”. Wartości refleksyjności wityritu stropowych partii karbonu na omawianym obszarze nie przekraczają 1,0% Ro, jednakże osiągają one tzw. fazę dojrzałą „okna ropnego”.

We wczesnym karbonie, zarówno na obszarze przetargowym „Gryfice”, jak i w rejonach z nim sąsiadujących, obserwuje się zróżnicowany poziom subsydencji. Został on zahamowany w środkowym wizenie w wyniku wypiętrzenia i erozji basenu (Fig. 3.8; Matyja, 2006, 2008). Część skał macierzystych dolnego karbonu przed etapem wynoszenia przeszła fazę niskotemperaturowej generacji węglowodorów (Fig. 3.8–3.9; Kotarba i in., 2005; Kosakowski i in., 2006).

W północno-zachodniej części basenu polskiego, (w tym obszar „Gryfice”), począwszy od permu, obserwuje się wzmożoną subsydencję (Fig. 3.8), zainicjowaną przez procesy ryftowe (Dadlez i in., 1995). Następnie, od cechsztynu, rozwój basenu polskiego był kontrolowany przez regionalną subsydencję termiczną, której działanie postulowane było także w triasie oraz wczesnej i środkowej jurze (Fig. 3.8; Dadlez i in., 1995). Postępująca subsydencja osiągnęła swoje maksimum w późnej kredzie (Fig. 3.8), gdzie głębokość pogrzebienia utworów na Pomorzu Zachodnim mogła wynosić ponad 5000 m (Fig. 3.8; m.in. otwór Strzeżewo 1).

Na obszarze Pomorza Zachodniego główna faza generowania węglowodorów występowała w dwóch etapach. Pierwszy z nich obserwuje się w niektórych miejscach już od wczesnego triasu, gdzie skały macierzyste osiągnęły od 0,5 do 0,7% Ro (wstępna faza dojrzałości; Fig. 3.9; Kotarba i in., 2004). Jednak, w większości przypadków, właściwa faza generacji węglowodorów trwała od środkowego triasu do późnej jury (Fig. 3.8; Kotarba i in., 2004; Botor i in., 2013; Krzywiec i in., 2017). Podczas jej trwania skały macierzyste wykorzystały od 25,0 do 65,0% swojego potencjału generacyjnego (Fig. 3.9; *op. cit.*). Druga faza generowania węglowodorów trwała w trakcie późnej kredy (Pletsch i in., 2010; Botor i in., 2013). Charakteryzowała się ona mniejszą intensywnością niż poprzednia faza. W wyniku późnokredowej fazy generacji skały macierzyste wykorzystały od 65 do 90% swojego potencjału generacyjnego (Fig. 3.9; Kotarba i in., 2004).

Migracja węglowodorów na obszarze przetargowym „Gryfice” i w rejonach z nim sąsiadujących była równoczesna z ich generacją

ze skał macierzystych. Główny okres migracji trwał w triasie i jurze (Pletsch i in., 2010). Migracja późnokredowa, podobnie jak generacja węglowodorów z tego okresu, charakteryzuje się zdecydowanie mniejszą intensywnością.

Według Kotarby i in. (2005), wygenerowane węglowodory w fazie wysokotemperaturowej (środkowy trias – późna jura) powstały prawdopodobnie z tego samego typu genetycznego skał macierzystych, co węglowodory wygenerowane w fazie niskotemperaturowej (wczesny karbon). Postuluje jednak, że późniejsza generacja węglowodorów następowała w obszarze głębiej pogrzebanym, głównie na południe od obszaru przetargowego, tj. za strefą uskoku Resko – Świdwin.

Cechsztyński system naftowy

Skały macierzyste: madstony, greinstony, bandstony.

Skały zbiornikowe: dolomity, dolomity częściowo skalcytyzowane i wapienie reprezentowane przez greinstony i pakstony.

Skały uszczelniające: skały zbiornikowe dolomitu głównego stanowią zamknięty system hydrodynamiczny. Od spągu są izolowane przez utwory ewaporatowe cyklotemu PZ1, natomiast od stropu tą samą sukcesją litologiczną cyklotemu PZ2.

Kształt i wielkość pułapek: występują pułapki typowo strukturalne, strukturalno-tektoniczne, jak również facjalne.

Wiek i mechanizm utworzenia pułapek: większość pułapek w utworach dolomitu głównego występujących na obszarze przetargowym ma charakter synsedymenacyjny (Semyrka, 1985). Może o tym świadczyć m.in. występowanie w ich akumulacjach metanu mikrobialnego, który powstawał na bardzo wczesnym etapie generowania węglowodorów (Kotarba i in., 1998). Pozostałe pozytywne struktury mają swoje założenia tektoniczne w dolnym pstrym piaskowcu oraz wapieniu muszlowym. Mają one charakter struktur przyuskokowych i są związane ze strefami rozłamów wgłębnych.

Nieliczne struktury o założeniach wczesnojurajskich lub późniejszych są rezultatem wypadkowej faz tektonicznych orogenezy alpejskiej (Kotarba i in., 1998).

Wiek i mechanizm generacji, ekspulsji, migracji i akumulacji węglowodorów: charakter paleoreliefu basenu sedymenacyjnego dolomitu głównego był uwarunkowany czynnikami paleogeograficznymi. W zależności od miejsca depozycji utworów dolomitu głównego, (głębokość pograżenia oraz wielkość strumienia cieplnego), poszczególne obszary wchodziły w różnym czasie w tzw. „okno generacyjne” węglowodorów. Przyjęto za Dadlezem i in. (1995), że wielkość strumienia cieplnego była najwyższa w późnym permie i wczesnym triasie. Przez resztę mezozoiku ulegał on ochłodzeniu, aż do osiągnięcia pod koniec kredy temperatury zbliżonej do współczesnej.

Pierwszy etap generacji węglowodorów z utworów dolomitu głównego następował najprawdopodobniej pod koniec cechsztynu, biorąc pod uwagę procesy bakteryjnego generowania węglowodorów. Właściwa faza generacyjna dla osadów równi basenowej rozpoczęła się w środkowym triasie, natomiast w przypadku facji platformowych i jego skłonów w późnym triasie (Fig. 3.10; Kosakowski i in., 2009). Wartość strumienia cieplnego w tym czasie wynosiła od 20 do 40 mW/m². Jednocześnie, pod koniec triasu, utwory dolomitu głównego uległy pogrzebaniu na ponad 2000 m, wchodząc w tzw. „okno ropne”. Współczynnik transformacji kerogenu (TR), jaki osiągnęły osady równi basenowej w środkowym triasie oraz facje platformowe skłonów w późnym triasie, wynosił powyżej 10% (Fig. 3.11; Kosakowski i in., 2009; Pletsch i in., 2010).

Dalsza subsydencja utworów dolomitu głównego, trwająca od późnego triasu, przez wczesną, środkową i późną jurę, spowodowała że skały te weszły w główną fazę „okna ropnego” (Fig. 3.10; Kosakowski i in., 2003). Potencjał generacyjny węglowodorów dla osadów równi basenowej został zakończony w późnej jurze (Fig. 3.11; Kosakowski i in., 2009), osiągając maksymalną wartość współczynnika transformacji kerogenu (TR; Fig. 3.11). W przeciwieństwie do facji base-

nowych dolomitu głównego, facje platform węglanowych i ich skłonów generowały węglowodory do kredy (Kosakowski i in., 2009), bądź nawet mogą być generowane współcześnie (Karnkowski i Matyasik, 2016), przy pogrzebaniu powyżej 2700 m (Pletsch i in., 2010). Współczesny współczynnik transformacji kerogenu dla platformy Kamienia Pomorskiego i innych platform węglanowych Pomorza jest niski i nie przekracza 70% (Fig. 3.11; Kosakowski i in., 2009). Z przeprowadzonej przez Mikołajewskiego i in. (2012) analizy historii pogrążenia wynika, że północna część platformy Kamienia Pomorskiego wygenerowała mniej węglowodorów ropnych niż jego część południowa. Południowy skłon charakteryzuje się wyższym (około 70%) wskaźnikiem transformacji kerogenu i większą miąższością węglanowych skał macierzystych, osiagającą 30,0 m (Wagner i in., 2008).

Modelowania 2D wykonane w programie BasinModTM (*op. cit.*) pokazują, że migracja i akumulacja węglowodorów następowała w tym samym czasie co procesy generacji i ekspulsji. Dla osadów równi basenowej rozpoczęły się w środkowym triasie i trwały do późnej jury, w facjach platform węglanowych i ich skłonów migracja oraz akumulacja trwała od jury do kredy. Zaznaczyć należy, że same ścieżki migracyjne węglowodorów w utworach dolomitu głównego są bardzo krótkie, w związku z czym ich akumulacja następowała w przypadku bliskości występowania skał zbiornikowych (Kotarba i Wagner, 2007).

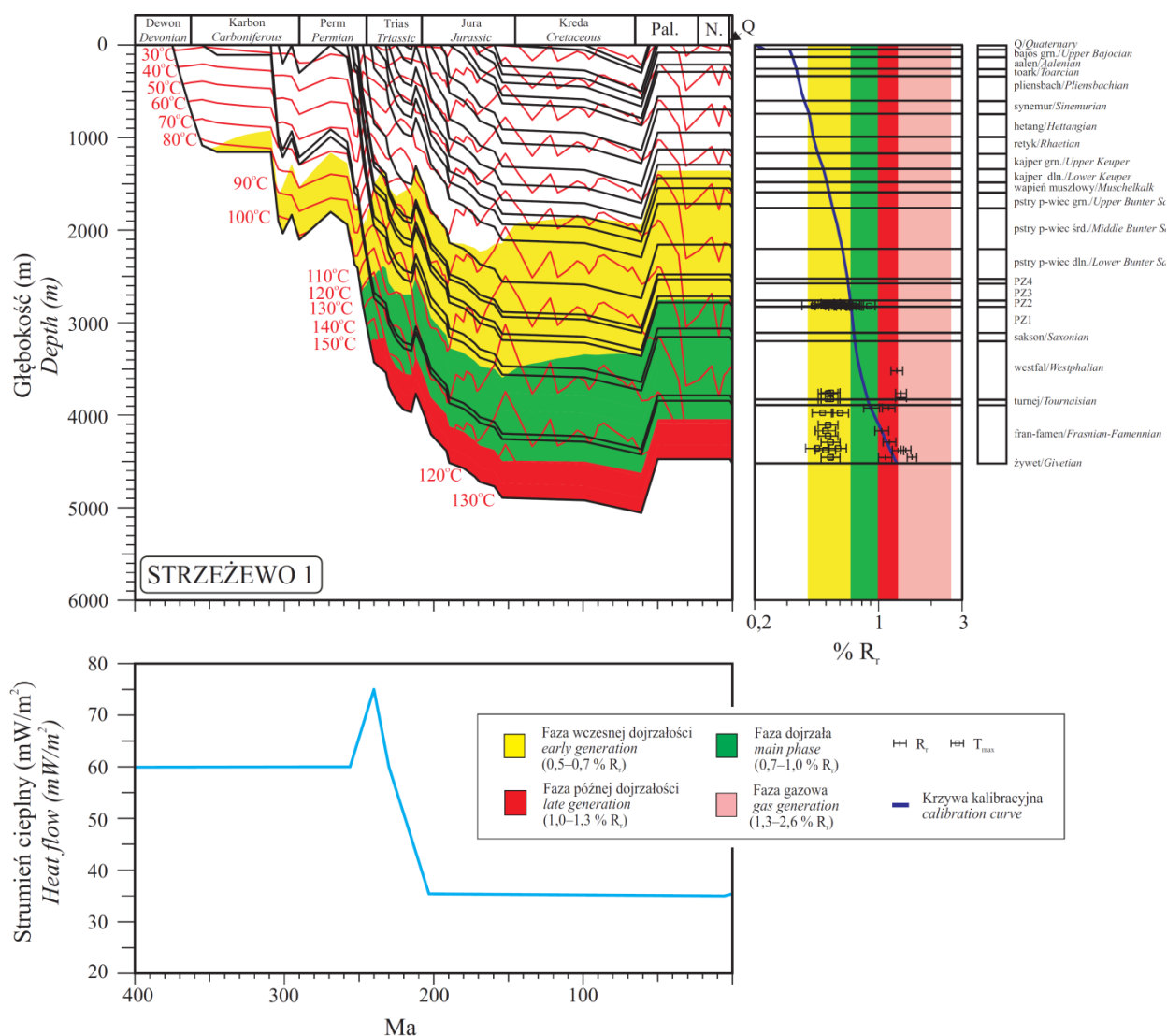


Fig. 3.8. Krzywa pograżania wydzielonych kompleksów litostratygraficznych z przedziałami dojrzałości termicznej dla otworu Strzeżewo 1, krzywa kalibracyjna modelu termiczno-erozyjnego oraz krzywa ewolucji strumienia ciepłego dla obszaru zlokalizowanego wokół otworu Strzeżewo 1 (Wagner i in., 2008); Pal. – paleogen, N. – neogen, Q – czwartorzęd.

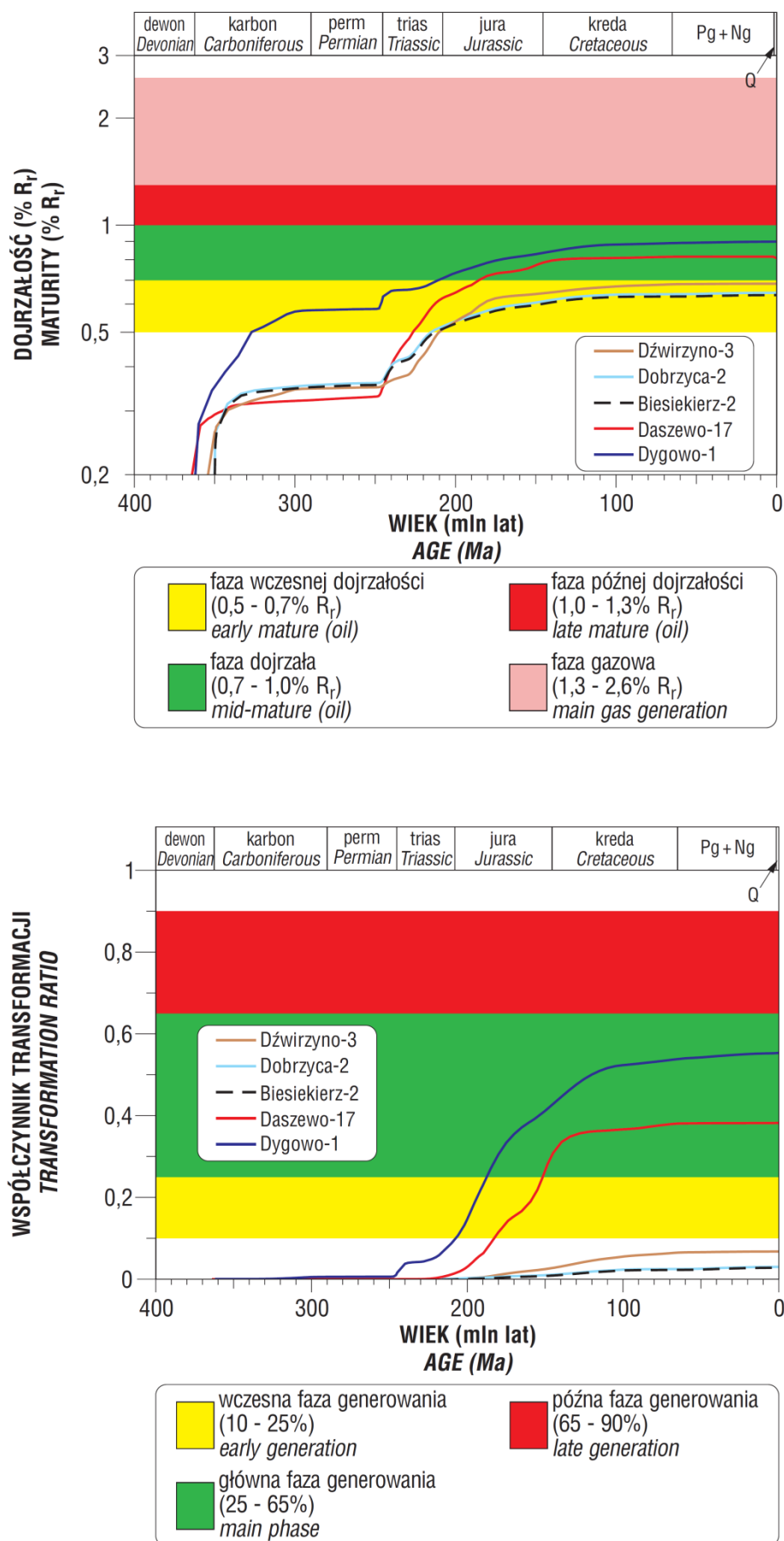


Fig. 3.9. Krzywe ewolucji dojrzałości oraz stopień transformacji kerogenu w utworach karbonu w wybranych otworach wiertniczych (Kotarba i in., 2004). Pg+Ng – paleogen i neogen.

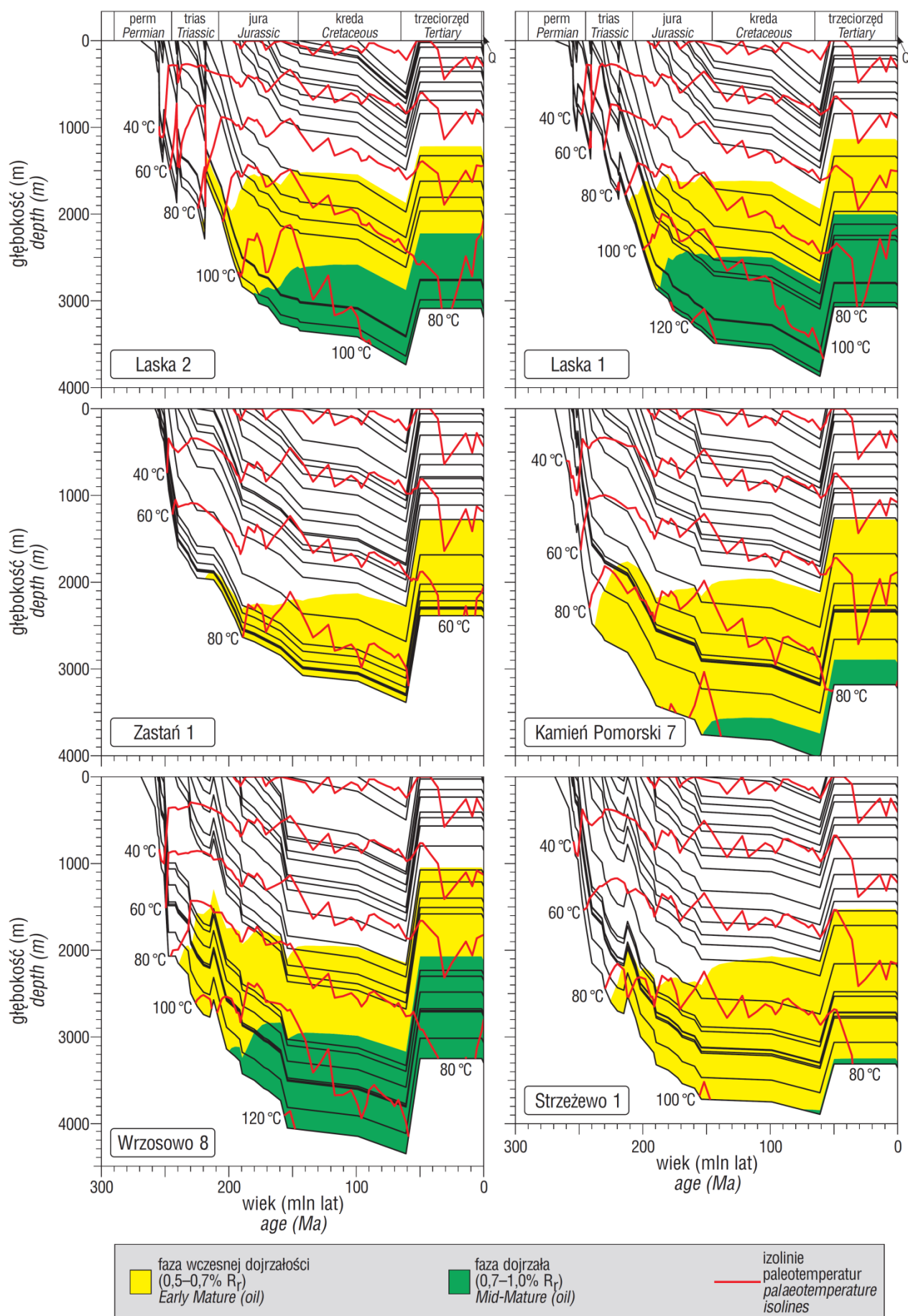


Fig. 3.10. Krzywe pograżania wydzielonych kompleksów litostratygraficznych z przedziałami dojrzałości termicznej kerogenu. Zestawione otwory znajdują się na obszarze przetargowym „Gryfice” i jego sąsiedztwie; Q – czwartorzęd (Kosakowski i in., 2003).

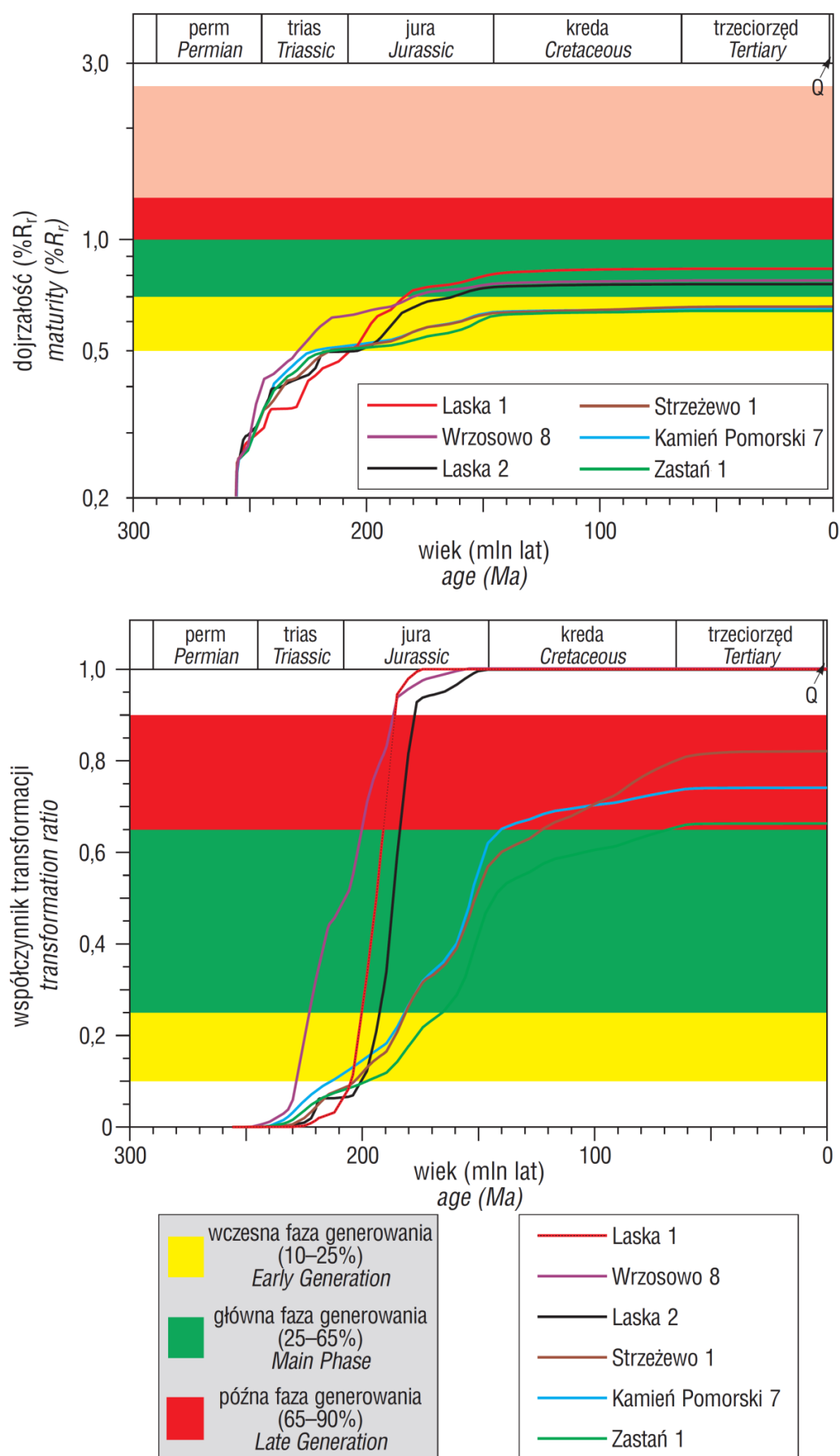


Fig. 3.11. Krzywe ewolucji dojrzałości materii organicznej w analizowanych odwiertach strefy Kamienia Pomorskiego oraz stopień transformacji kerogenu w utworach dolomitu głównego strefy Kamienia Pomorskiego (Kosakowski i in., 2003).

4. CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW

4.1. ZŁOŻA WĘGLOWODORÓW W SĄSIEDZTWIE OBSZARU PRZETARGOWEGO

W granicach obszaru przetargowego „Gryfice” udokumentowano dwa złoża węglowodorów (MIDAS, 2021; Fig. 4.1). Są to:

- złożo ropy naftowej Rekowo (NR 4847; Fig. 4.2–4.4);
- złożo gazu ziemnego Wrzosowo (GZ 4732; Fig. 4.5).

W bliskim sąsiedztwie obszaru znajduje się również sześć złóż gazu ziemnego i ropy naftowej (MIDAS, 2021; Fig. 4.1):

- złożo gazu ziemnego Dargosław (GZ 20146; Fig. 4.6);
- złożo gazu ziemnego Gorzysław N (GZ 4687; Fig. 4.7–4.8);

- złożo gazu ziemnego Gorzysław S (GZ 4688; Fig. 4.9–4.10);
- złożo ropy naftowej Kamień Pomorski (NR 4802; Fig. 4.11–4.13);
- złożo gazu ziemnego Trzebusz (GZ 4686; Fig. 4.14–4.15);
- złożo ropy naftowej Wys. Kamieńska (NR 4804; Fig. 4.16–4.18).

W dalszej części rozdziału przedstawiono charakterystykę w/w złóż. Mogą one być traktowane jako analogi dla poszukiwań akumulacji węglowodorów na obszarze przetargowym „Gryfice”.

→ **Fig. 4.1.** Złoża węglowodorów na i w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Gryfice”. Złoża eksploatowane są obramowane czerwonym konturem obszarów górniczych (MIDAS, 2021).

**Obszary wytypowane
do postępowania przetargowego na koncesje
na poszukiwanie i rozpoznawanie
złóż węglowodorów oraz wydobywanie
węglowodorów ze złóż w 2021 r.**

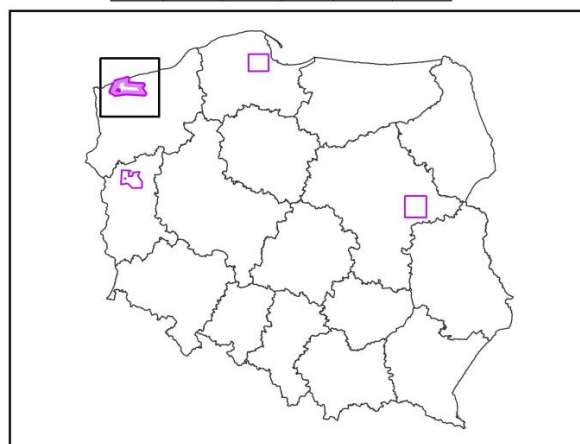
**Areas selected to the tender procedure for concessions
for hydrocarbon exploration and production in 2021**

**Objaśnienia
Legend**

- obszary wytypowane do przetargu
areas selected to the tender procedure
- złoża węglowodorów
hydrocarbon fields
- obszary górnicze
mining areas
- granice gmin
municipalities
- granice powiatów
counties
- granice województw
voivodeships

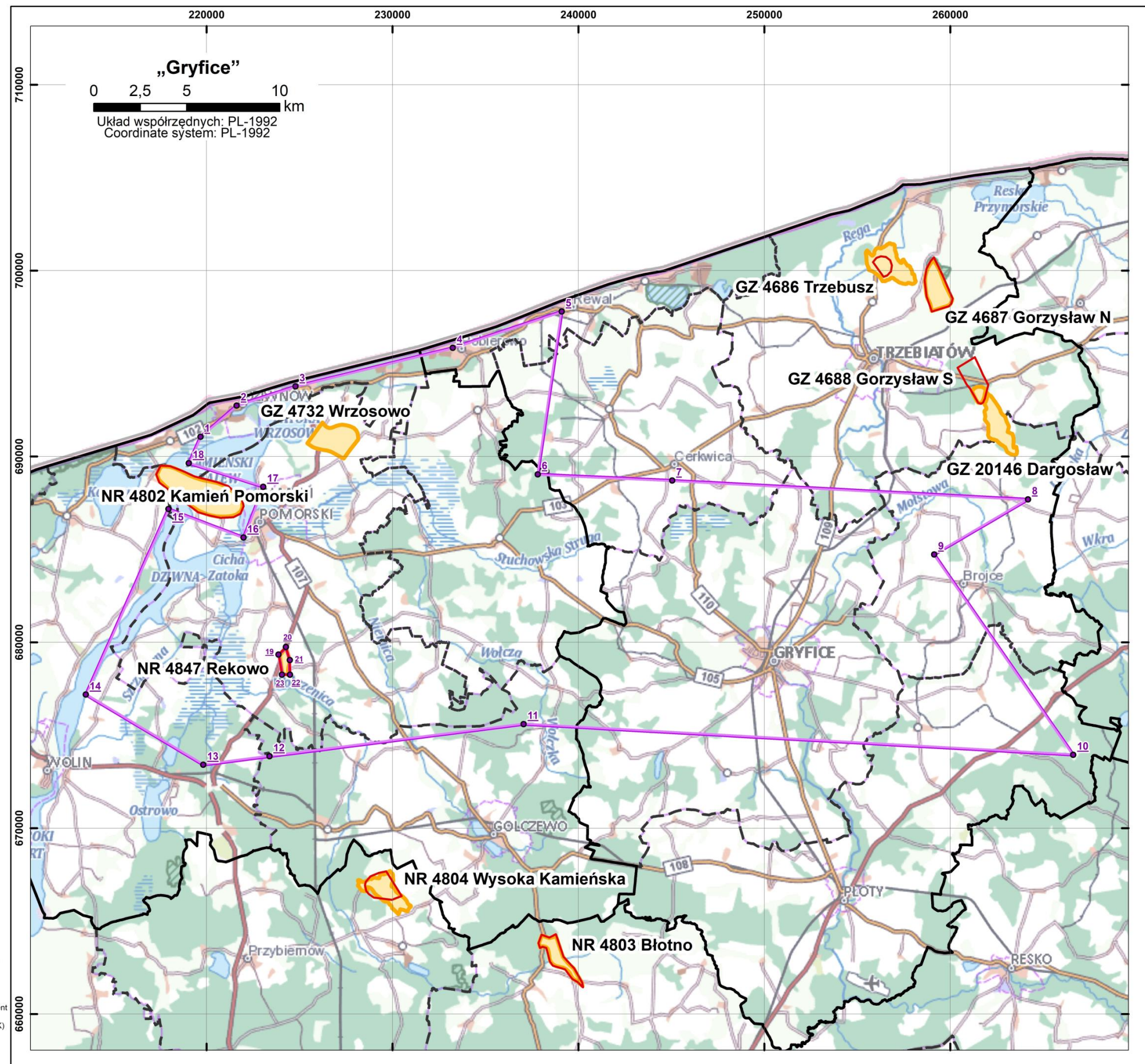
Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru
Gryfice, układ współrzędnych PL-1992
Coordinates determining the borders of Gryfice
tender area, coordinate system PL-1992

Nr punktu Point No.	x	y	Nr punktu Point No.	x	y
1	691 055,17	219 674,19	14	677 185,11	213 499,78
2	692 737,14	221 619,12	15	687 174,95	217 946,87
3	693 771,09	224 785,26	16	685 637,43	221 987,20
4	695 846,05	233 241,52	17	688 367,49	223 047,42
5	697 800,71	239 098,78	18	689 636,16	219 042,50
6	689 034,77	237 808,88	z wyłączeniem poligonu zdefiniowanego punktami 19-23: excluding the polygon defined by points No 19-23:		
7	688 700,54	245 043,47			
8	687 684,41	264 181,99			
9	684 723,09	259 134,45	19	679 335,20	223 870,95
10	673 948,18	266 614,09	20	679 746,86	224 268,31
11	675 598,09	237 055,20	21	679 040,45	224 478,55
12	673 865,95	223 383,30	22	678 251,69	224 485,63
13	673 409,40	219 824,29	23	678 251,81	224 056,04



Udokumentowane złoża kopalin, obszary i tereny górnicze: PIB-PIB
System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych Polski MIDAS
Podkład topograficzny: GUGIK
Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO)
Documented field, mining areas and mining counties: the System of management
and protection of mineral resources in Poland MIDAS (PGI-NRI)
Topographic background: the Head Office of Geodesy and Cartography (GUGIK)
General-geographical Database (BDOO)

PIB-PIB
Warszawa 2021



4.2. ZŁOŻE ROPY NAFTOWEJ REKOWO

Położenie administracyjne

województwo – zachodniopomorskie
powiat – kamieński
gmina – Kamień Pomorski

Powierzchnia całkowita złoża

53,12 ha

Głębokość zalegania

od -2658,05 do -2665,00 m n.p.m.

Stratygrafia:

perm/cechsztyn (dolomit główny)

Koncesja na wydobywanie

45/95 z dnia 12 grudnia 1995 roku wydana przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża

PGNiG S.A. w Warszawie

Data rozpoczęcia eksploatacji

17 kwietnia 1975 roku

Nadzór górniczy

Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 4847

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

1. Binder, I. 1994. Dokumentacja geologiczna w kat. B¹ złoża ropy naftowej Rekowo. Inw. 710/95, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 22.03.1995 r., zn.: KZK/2/6453/ 94/95.

2. Mularczyk, A. 1996. Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej Rekowo. Dodatek nr 1. Inw. 331/97, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 30.12.1996 r., zn.: KZK/2/6690/ 96/K.

3. Pawłowski, A. 2005. Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej Rekowo. Dodatek nr 2. Inw. 569/2007, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z 20.03.2007 r., zn.: DGkzk-479-10/7708/2424/07/EZD.

Zasoby

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 2006):

- 32,00 tys. t ropy naftowej w kat. B
- 3,63 mln m³ gazu ziemnego w kat. B

Wydobywalne zasoby bilansowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 1,37 tys. t ropy naftowej w kat. B
- 0,27 mln m³ gazu ziemnego w kat. B

Zasoby przemysłowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 1,46 tys. t zasobów przemysłowych ropy naftowej w kat. B oraz 61,41 tys. t zasobów nieprzemysłowych ropy naftowej w kat. B
- brak zasobów przemysłowych gazu ziemnego, 6,95 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemnego w kat. B

Wydobycie w 2019 roku:

- brak

Budowa złoża

Złoże ropy naftowej Rekowo (Fig. 4.4.A) zostało odkryte w 1975 roku odwiertem Rekowo 1. Złoże jest zlokalizowane w obrębie zrębu Rekowa, ograniczonego od wschodu i zachodu dwiema dyslokacjami, z największą elewacją w jego północnej części. Pułapka ma charakter strukturalno-tektoniczny. Poziom roponośny występuje w utworach dolomitu głównego (Fig. 4.4.B). Pierwotne ciśnienie złożowe wynosiło 49,11 MPa przy samoczynnym wypływie ropy w ilości 160 t/d.

Otwory zlokalizowane na złożu

(Fig. 4.4.A; stan na 2021 r.)

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
REKOWO 1	2667,0	perm

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

Historia produkcji: dane zestawiono na Fig. 4.2–4.3 i w Tab. 4.2–4.3.

Według informacji w „Dodatku nr 2...” (Pawłowski, 2005) od dnia 17.04.1975 r. do dnia 01.12.2006 r. ze złoża wydobyto ogółem 26,48 tys. t ropy naftowej i 3,1041 mln m³ gazu ziemnego. Do 31.12.1994 r. eksploatowane były zasoby szacunkowe.

¹ Na stronie tytułowej dokumentacji błędnie wpisano „w kat. C”.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	-----	-----	-----	MPa	nie mierzono (zapuszczona pompa węglna)
ciśnienie nasycenia	-----	-----	18,428	MPa	określone z korelacji
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	49,911	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-----	m	nieznana
miąższość efektywna złoża	-----	-----	-----	m	nieznana
porowatość	0,500	3,100	-----	%	
przepuszczalność	0,016	1,163	-----	mD	oraz przepuszczalność szczelinowa
stopień mineralizacji wody złożowej	117,000	-----	-----	g/l	
temperatura złoża	-----	-----	347,000	°K	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	–	solanka Cl-Na
warunki produkowania	-----	-----	-----	–	pompowanie
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,700	–	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,330	–	
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	-----	t/d	nie wyliczono
wydajność dozwolona V_{dozw}	7,000	12,000	-----	t/d	według prognozy wydobywania
wykładnik gazowy	-----	-----	104,000	m ³ /t	
parametry jakościowe ropy naftowej (kopalina główna)					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciężar właściwy ropy	0,856	0,878	0,861	g/cm ³	
lepkość	10,750	29,910	20,720	MPa/s	lepkość przy 20°C (dynamiczna)
zawartość asfaltenów	4,700	9,500	7,130	% wag.	asfalteny twarde
zawartość asfaltenów	2,500	6,150	4,180	% wag.	
zawartość parafiny	4,130	11,940	5,600	% wag.	pozostałość podestylacyjna
parametry jakościowe gazu ziemnego (kopalina współwystępująca)					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
wartość opałowa	37,230	50,290	43,760	MJ/m ³	
zawartość C ₂ H ₆	8,080	12,260	10,170	% obj.	
zawartość CH ₄	53,220	73,650	63,430	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,140	0,530	0,330	% obj.	
zawartość He	0	0,060	0,030	% obj.	
zawartość N ₂	5,000	9,920	7,460	% obj.	
zawartość siarkowodoru	3,040	6,320	4,680	% obj.	
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃₊	4,970	20,080	12,480	% obj.	

Tab. 4.1. Parametry złoża ropy naftowej Rekowo i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2021; według Pawłowskiego, 2005).

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie ropy naftowej z wydobywalnych zasobów bilansowych w tys. t	Wydobycie ropy naftowej z wydobywalnych zasobów pozabilansowych w tys. t	Wydobycie ropy naftowej z zasobów szacunkowych w tys. t
	kat. A+B	kat. A+B	
2019/12/31	–	–	–
2018/12/31	–	–	–
2017/12/31	0,08	–	–
2016/12/31	0,37	–	–
2015/12/31	0,45	–	–
2014/12/31	0,54	–	–
2013/12/31	0,60	–	–
2012/12/31	0,62	–	–
2011/12/31	0,67	–	–
2010/12/31	0,76	–	–
2009/12/31	1,05	–	–
2008/12/31	1,40	–	–
2007/12/31	0,14	–	–
2006/12/31	–	–	–
2005/12/31	2,25	–	–
2004/12/31	–	0,11	–
2003/12/31	–	0,05	–
2002/12/31	–	0,69	–
2001/12/31	–	0,53	–
2000/12/31	–	0,86	–
1999/12/31	–	1,05	–
1998/12/31	–	0,89	–
1997/12/31	–	0,74	–
1996/12/31	–	0,47	–
1995/12/31	–	–	–
1994/12/31	–	–	0,29
1993/12/31	–	–	0,22
1992/12/31	–	–	0,48
1991/12/31	–	–	0,27
1990/12/31	–	–	0,84
1989/12/31	–	–	–
1988/12/31	–	–	0,09
1987/12/31	–	–	0,36
1986/12/31	–	–	0,72
1985/12/31	–	–	0,62
1984/12/31	–	–	1,31
1983/12/31	–	–	1,04
1982/12/31	–	–	0,67
1981/12/31	–	–	1,84
1980/12/31	–	–	–
1979/12/31	–	–	–
1978/12/31	–	–	–
1977/12/31	–	–	–
1976/12/31	–	–	1,06
1976/01/01	–	–	7,35

Tab. 4.2. Historia wydobycia ropy naftowej (kopalina główna) w złożu Rekowo (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1995-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według „Dodatku nr 2...” – Pawłowski, 2005; danych z lat 1975-1994 brak w bilansach złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów bilansowych w mln m ³	Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów pozabilansowych w mln m ³	Wydobycie gazu ziemnego z zasobów szacunkowych w mln m ³
	kat. A+B	kat. A+B	
2019/12/31	–	–	–
2018/12/31	–	–	–
2017/12/31	0,01	–	–
2016/12/31	0,04	–	–
2015/12/31	0,05	–	–
2014/12/31	0,06	–	–
2013/12/31	0,07	–	–
2012/12/31	0,10	–	–
2011/12/31	0,13	–	–
2010/12/31	0,13	–	–
2009/12/31	0,13	–	–
2008/12/31	0,18	–	–
2007/12/31	0,02	–	–
2006/12/31	–	–	–
2005/12/31	–	0,19	–
2004/12/31	–	0,25	–
2003/12/31	–	0,01	–
2002/12/31	–	0,07	–
2001/12/31	–	0,05	–
2000/12/31	–	0,09	–
1999/12/31	–	0,10	–
1998/12/31	–	0,09	–
1997/12/31	–	0,07	–
1996/12/31	–	0,05	–
1995/12/31	–	–	–
1994/12/31	–	–	0,04
1993/12/31	–	–	0,02
1992/12/31	–	–	0,04
1991/12/31	–	–	0,03
1990/12/31	–	–	0,09
1989/12/31	–	–	–
1988/12/31	–	–	0,02
1987/12/31	–	–	0,06
1986/12/31	–	–	0,11
1985/12/31	–	–	0,09
1984/12/31	–	–	0,08
1983/12/31	–	–	0,09
1982/12/31	–	–	0,04
1981/12/31	–	–	0,19
1980/12/31	–	–	–
1979/12/31	–	–	–
1978/12/31	–	–	–
1977/12/31	–	–	–
1976/12/31	–	–	0,11
1976/01/01	–	–	1,12

Tab. 4.3. Historia wydobycia gazu ziemnego (kopalina współwystępująca) w złożu Rekowo (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1995-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według „Dodatku nr 2...” – Pawłowski, 2005; danych z lat 1975-1994 brak w bilansach złóż kopalin w Polsce w wersji papierowej).

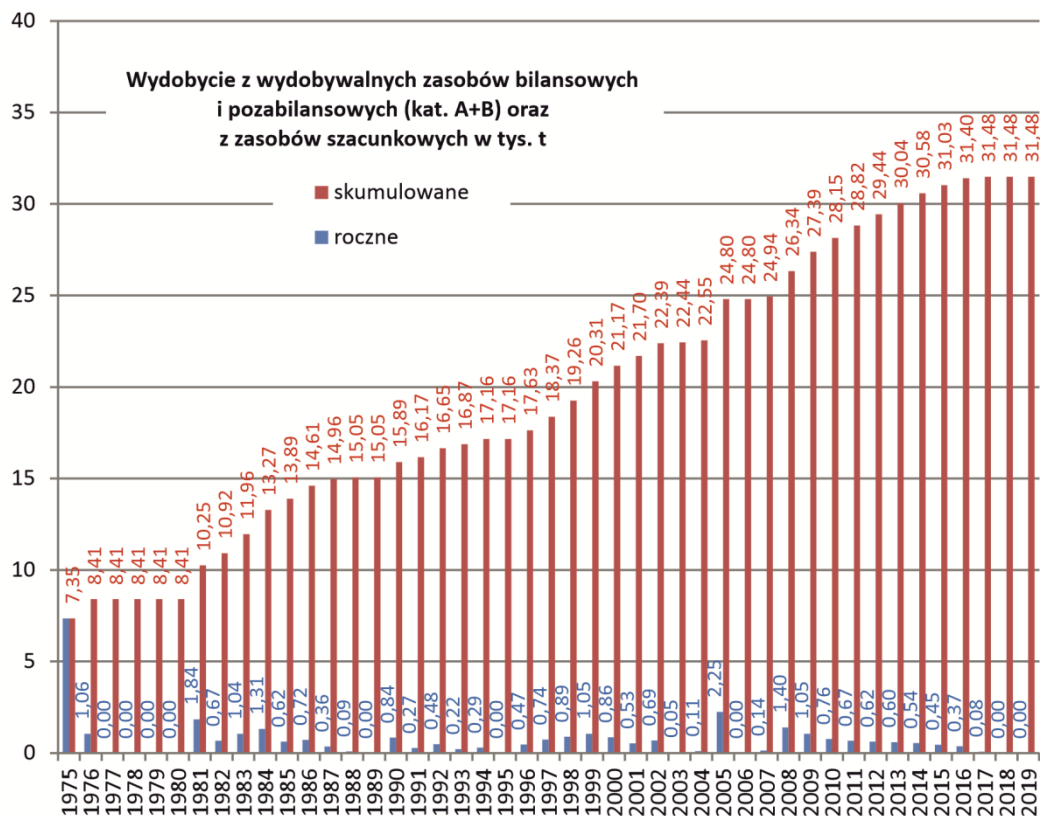


Fig. 4.2. Wykres wydobycia ropy naftowej (kopalina główna) w złóżu Rekowo (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1995-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według „Dodatku nr 2...” – Pawłowski, 2005; danych z lat 1975-1994 brak w bilansach złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

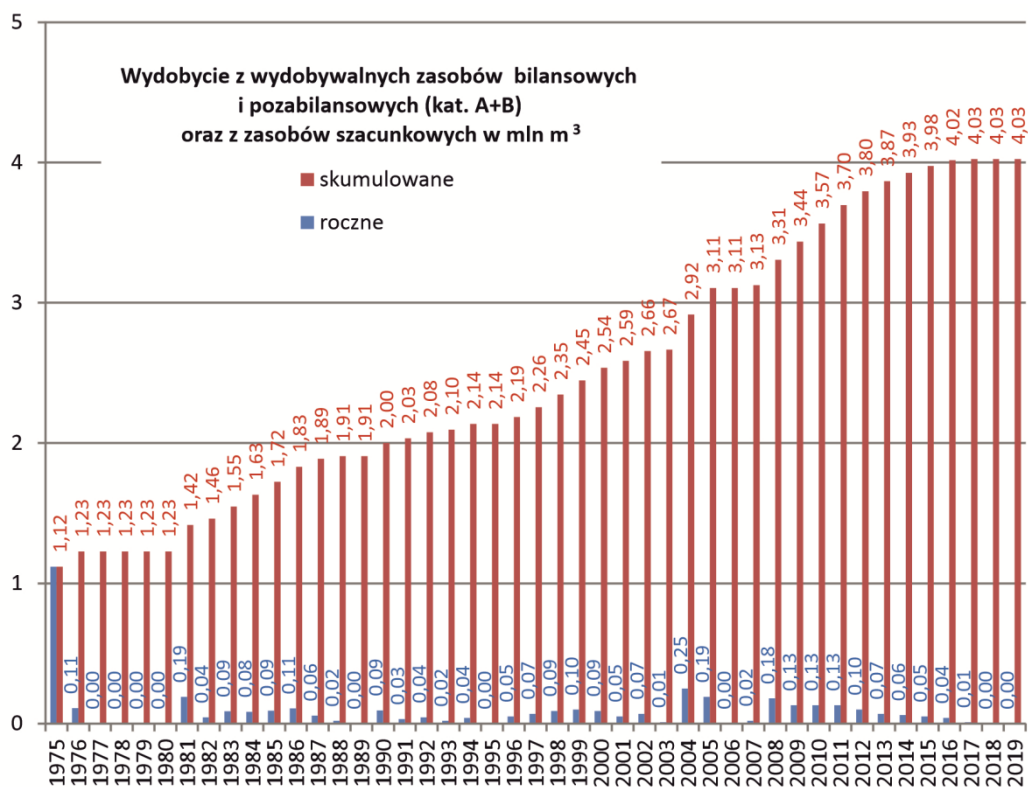


Fig. 4.3. Wykres wydobycia gazu ziemnego (kopalina współwystępująca) w złóżu Rekowo (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1995-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według „Dodatku nr 2...” – Pawłowski, 2005; danych z lat 1975-1994 brak w bilansach złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

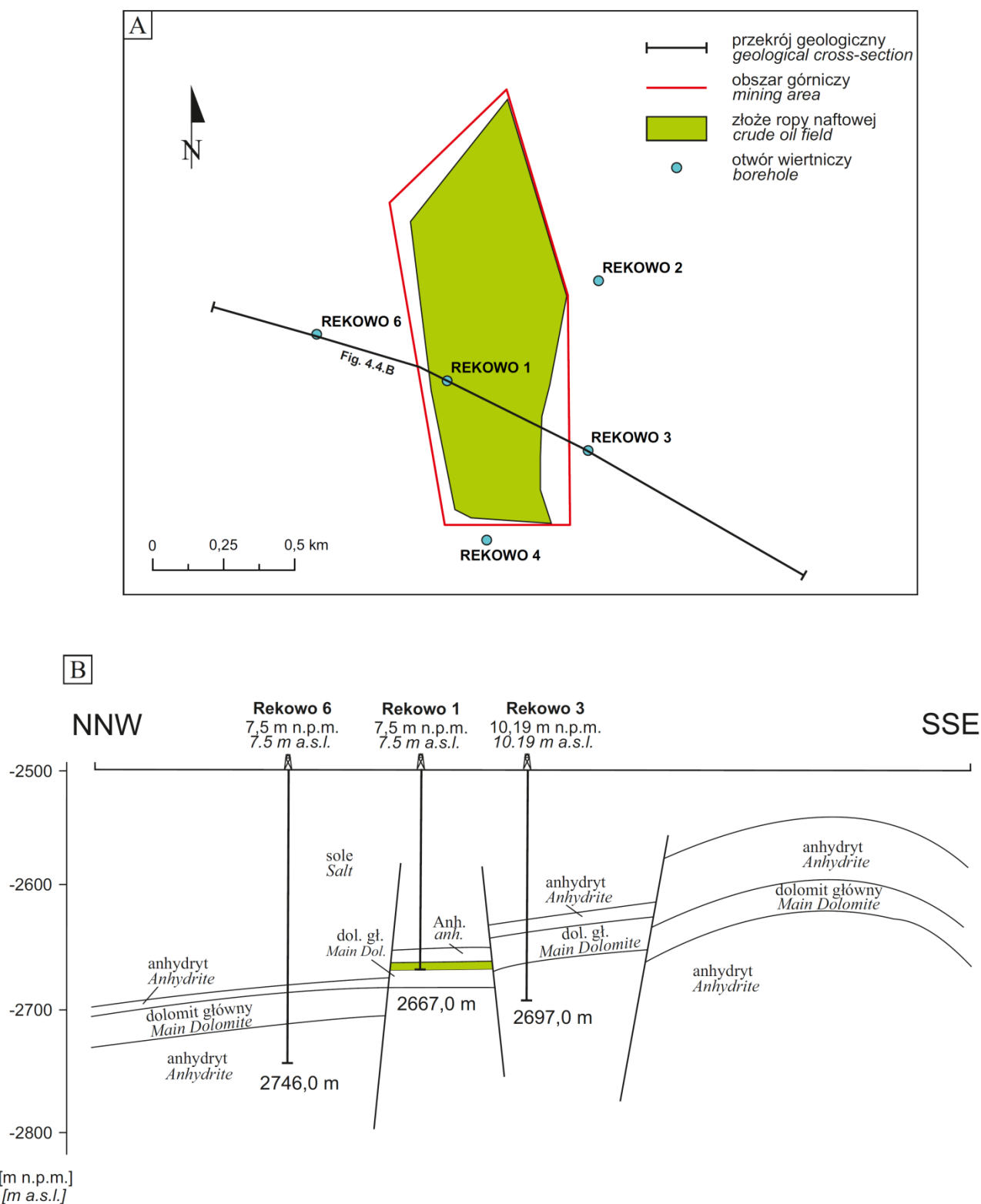


Fig. 4.4. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu ropy naftowej Rekowo i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2021). **B.** Przekrój przez złożo ropy naftowej Rekowo (na podstawie Pawłowskiego, 2005).

4.3. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO WRZOSOWO

Położenie administracyjne

województwo – zachodniopomorskie
powiat – kamieński
gmina – Kamień Pomorski

Powierzchnia całkowita złoża

320 ha

Głębokość zalegania

od -2910,00 m do -3140,00 m n.p.m.

Stratygrafia:

perm/czerwony spągowiec, karbon

Koncesja na wydobywanie

brak

Użytkownik złoża

brak

Data rozpoczęcia eksploatacji

złożo nieeksploatowane

Nadzór górniczy

Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 4732

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

1. Binder, I., Sikorski, B. 1975. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Wrzosowo w rejonie Kamienia Pomorskiego. Inw. 11409 CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 17.04.1976 r., znak: KZK/012/S/3320/76.

Zasoby

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 1975):

- nie wyznaczono

Wydobywalne zasoby bilansowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 600,00 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Zasoby przemysłowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- brak

Wydobycie w 2019 roku:

- brak

Budowa złoża

Złożo gazu ziemnego Wrzosowo (Fig. 4.5.A) odkryto w 1975 roku odwiertem Wrzosowo 1. Znajduje się ono w NW części antyklinorium pomorskiego, w NE skrzydle struktury Kamienia Pomorskiego. Horyzont gazowy występuje w utworach czerwonego spągowca i karbonu (Fig. 4.5.B). Od góry ekran dla złoża stanowią utwory cechsztynu i wapienia podstawowego. Od SW i E złożo jest ograniczone dwiema strefami dyslokacyjnymi. Przypuszczalnie strefa dyslokacyjna biegnąca wzdłuż SW granicy złoża gazu Wrzosowo stanowi dla niego pułapkę tektoniczną. Pierwotne ciśnienie złożowe wynosiło 275,55 atm.

Otwory zlokalizowane na złożu

(Fig. 4.5.A; stan na 2021 r.)

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
WRZOSOWO 1	3305,0	karbon (westfal)
WRZOSOWO 2	3127,3	karbon (westfal)
WRZOSOWO 3	3255,0	karbon (westfal)

Parametry złoża i parametry jakościowe kopaliny: dane zestawiono w Tab. 4.4.

Historia produkcji

Złożo Wrzosowo obecnie nie jest zagospodarowane. Brak jest informacji o wydobywaniu prowadzonym na etapie poszukiwania i rozpoznawania złoża.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	275,550	atm	
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	284,660	ata	
głębokość położenia wody pod- ścielającej	-----	-----	-3188,00	m	wyznaczony na podstawie badań geofizycznych
głębokość położenia wody pod- ścielającej	-----	-----	-3140,00	m	poziom umowny przyjęty do obliczeń
miąższość efektywna złoża	-----	43,000	-----	m	
porowatość	-----	-----	7,000	%	
przepuszczalność	0,075	1,037	-----	mD	karbon
przepuszczalność	0,622	1,926	-----	mD	czerwony spągowiec
temperatura złoża	-----	-----	80,000	°C	
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,800	–	
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	16,500	Nm ³ /min	otwór Wrzosowo 1
parametry jakościowe gazu ziemnego					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
gęstość	-----	-----	0,803	–	względem powietrza
wartość opałowa	3995,000	-----	-----	Kcal/Nm ³	
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	2,240	% obj.	
zawartość CH ₄	-----	-----	40,360	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	-----	-----	-----	% obj.	ślady
zawartość H ₂	-----	-----	0,020	% obj.	
zawartość He	-----	-----	0,220	% obj.	
zawartość N ₂	-----	-----	56,590	% obj.	
zawartość siarkowodoru	-----	-----	-----	% obj.	nie stwierdzono

Tab. 4.4. Parametry złoża gazu ziemnego Wrzosowo i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2021; według Binder i Sikorskiego, 1975).

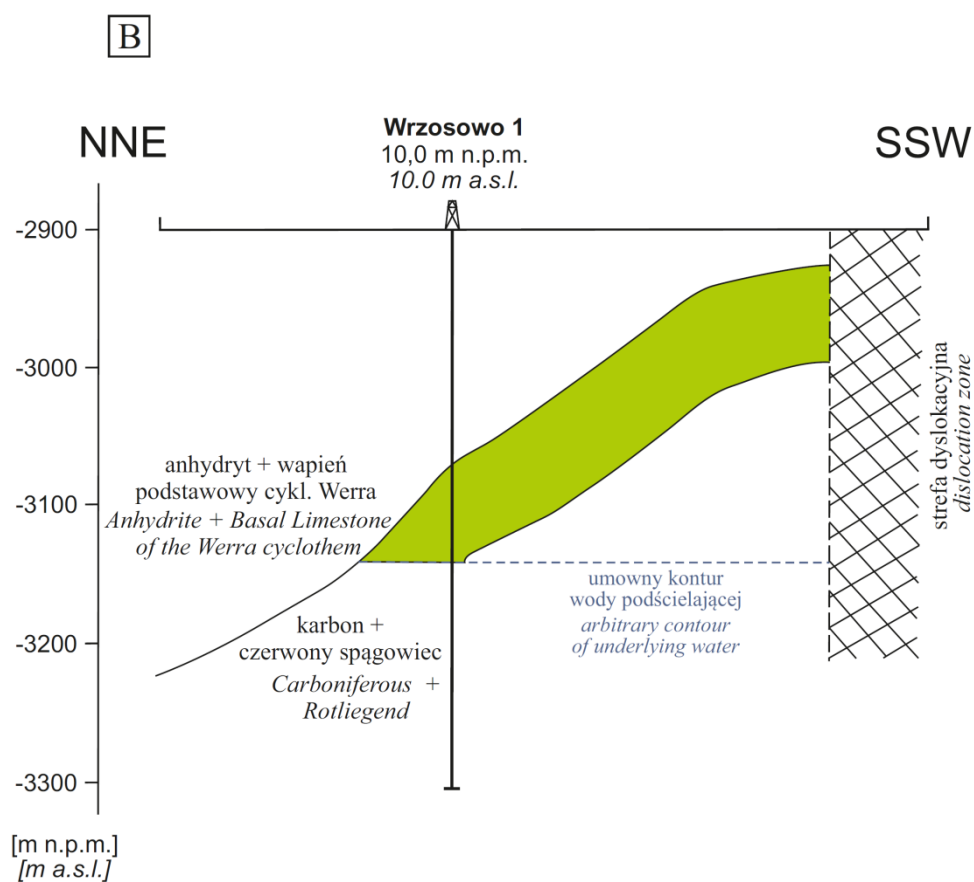
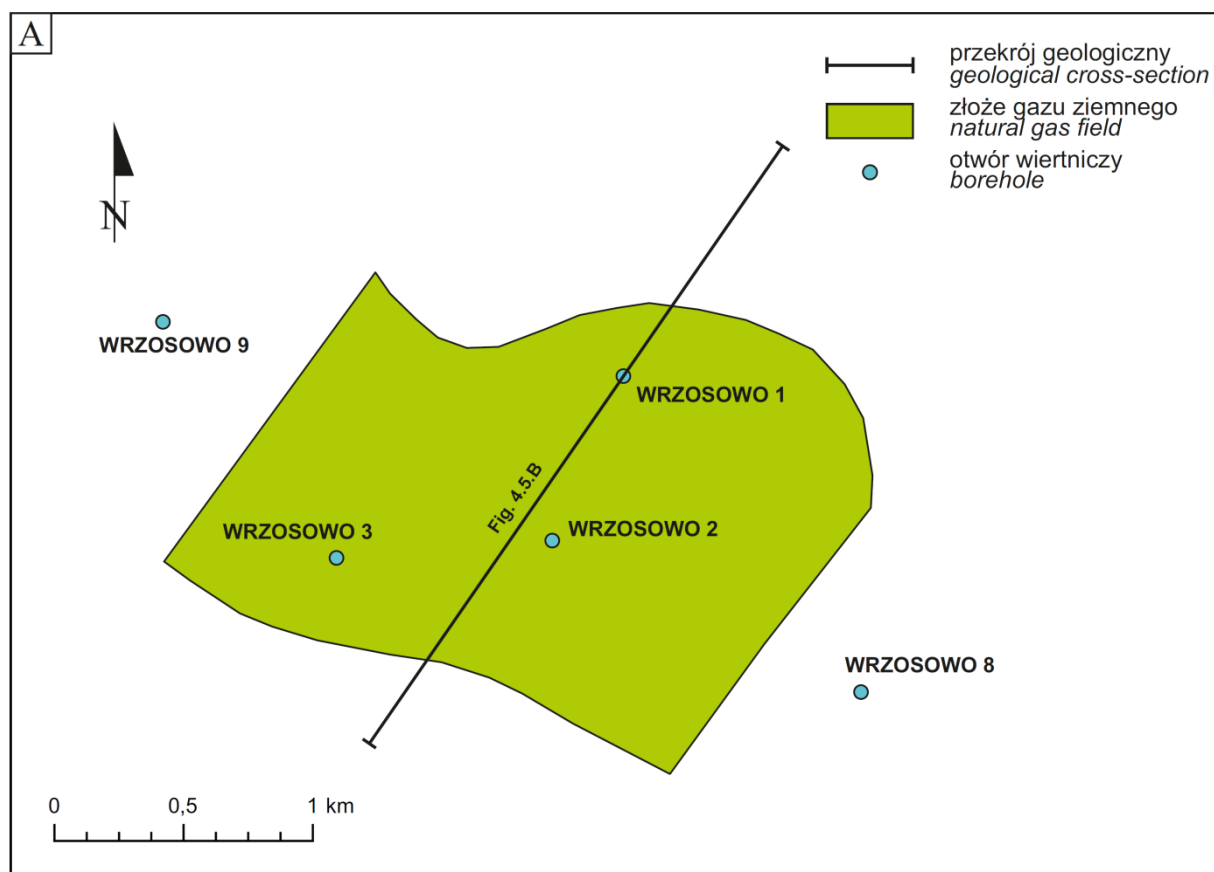


Fig. 4.5. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Wrzosowo i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2021). **B.** Przekrój przez złożo gazu ziemnego Wrzosowo (na podstawie Binder i Sikorskiego, 1975).

4.4. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO DARGOSŁAW

Położenie administracyjne

województwo – zachodniopomorskie
powiat – gryficki
gmina – Brojce, Trzebiatów

Powierzchnia całkowita złoża

266,07 ha

Głębokość zalegania

od -2674,24 do -2851,61 m n.p.m.

Stratygrafia

karbon górny

Koncesja na wydobywanie

brak

Użytkownik złoża

brak

Data rozpoczęcia eksploatacji

29 maja 2018 roku (test produkcyjny)

Nadzór górniczy

Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 20146

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

1. Gamrot, J. 2019. Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna złoża gazu ziemnego Dargosław. Inw. 1245/2021, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Klimatu i Środowiska z 2.02.2021 roku, znak: DGK-IV.4742.2.2020.7.GJ.

Zasoby

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 2018):

- 555,0 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Wydobywalne zasoby bilansowe stan na 31.12.2018 roku:

- 536,26 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Zasoby przemysłowe według stanu na 31.12.2018 roku:

- 536,26 mln m³ zasobów przemysłowych gazu ziemnego w kat. C oraz 185,00 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemnego w kat. C

Wydobycie w 2019 roku:

- brak danych

Budowa złoża

Złoże gazu ziemnego Dargosław (Fig. 4.6.A) zostało odkryte w 2016 roku otworem Dargosław-1. Znajduje się ono w północnej części antyklinorium pomorskiego, na SE od ciągu złóż gazu ziemnego Trzebusz – Gorzysław N

– Gorzysław S. Gaz jest zakumulowany w piaskowcach karbonu górnego, w pułapce strukturalno-tektonicznej (Fig. 4.6.B); jest to złożo typu masywowego. Rejon występowania złoża odznacza się skomplikowaną budową geologiczną. Samo złożo ma formę dwukulminacyjnej struktury, silnie zaangażowanej tektonicznie, o stosunkowo regularnym kształcie, wydłużonej wzdłuż osi NNW-SSE. Kulminacje rozdziela uskoki odwrócony o zrzucie około 50 m. Za górną granicę złoża przyjęto strop utworów karbonu górnego, jako dolną – poziom odpowiadający spodowi otworu Dargosław 1, ponieważ na podstawie dostępnych danych ustalenie głębokości występowania konturu gaz-woda nie jest możliwe. Od wschodu złożo ogranicza regionalna dyslokacja, wzdłuż której struktura Dargosławia została wydźwignięta. Od strony zachodniej obiekt zanurza się pod utwory czerwonego spągowca. Granicę północną stanowi uskoki przebiegający poprzecznie do głównych stref nieciągłości, oddzielający złożo Dargosław od złoża Gorzysław S. Na południu granicę złoża wyznacza zamknięcie strukturalne.

Otwory zlokalizowane na złożu

(Fig. 4.6.A; stan na 2021 r.)

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
DARGOSŁAW 1	2879,5	karbon

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

Historia produkcji:

Złożo Dargosław udostępnione jest odwiertem Dargosław 1, który został odwiercony i opróbowany w lutym 2016 roku. Od 29 maja 2018 roku do momentu sporządzenia dokumentacji geologiczno-inwestycyjnej w otworze tym przeprowadzony był długotrwały test produkcyjny. Do końca listopada 2019 roku ze złoża wydobyto 39,53722 mln m³ gazu oraz 54,51 m³ wody kondensacyjnej o ciężarze ok. 0,99 g/cm³, przy czym nie odnotowano wody złożowej.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	-----	-----	23,890	MPa	maj 2019
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	29,280	MPa	na głębokości -2798,92 m TVDSS
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-----	m	nie dotyczy, niemożliwa do ustalenia
miąższość efektywna złoża	-----	-----	17,920	m	średnia z mapy miąższości efektywnej
porowatość	-----	-----	9,330	%	średnia dla serii efektywnej wyznaczona z otworu Dargosław 1
przepuszczalność	-----	-----	2,960	mD	średnia dla serii efektywnej wyznaczona z otworu Dargosław 1
temperatura złoża	-----	-----	72,300	°C	na głębokości -2798,92 m TVDSS
warunki produkowania	-----	-----	-----	—	wolumetryczne
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	77,370	%	na podstawie otworu Dargosław 1
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,750	—	
wydajność absolutna V_{abs}	132,000	581,000	358,000	m ³ /min	
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	100,000	-----	m ³ /min	proponowana, na podstawie pomiaru wydajności w otworze Dargosław 1
wykładnik ropny/kondensatowy	-----	-----	-----	g/m ³	nie dotyczy
wykładnik wodny	-----	-----	-----	g/m ³	nie dotyczy
parametry jakościowe gazu ziemnego					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciepło spalania	17,450	19,470	18,300	MJ/m ³	
wartość opałowa	15,720	17,510	16,480	MJ/m ³	
zawartość C ₂ H ₆	0,630	0,680	0,650	% obj.	
zawartość CH ₄	44,210	47,080	45,480	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,040	0,160	0,140	% obj.	
zawartość He	0,080	0,230	0,190	% obj.	
zawartość Hg	5,014	5,978	5,492	µg/m ³	
zawartość N ₂	51,850	54,740	53,410	% obj.	
zawartość siarkowodoru	0,000	0,000	0,000	% obj.	
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃₊	0,100	0,230	0,160	% obj.	

Tab. 4.5. Parametry złoża gazu ziemnego Dargosław i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2021; według Gamrot, 2019).

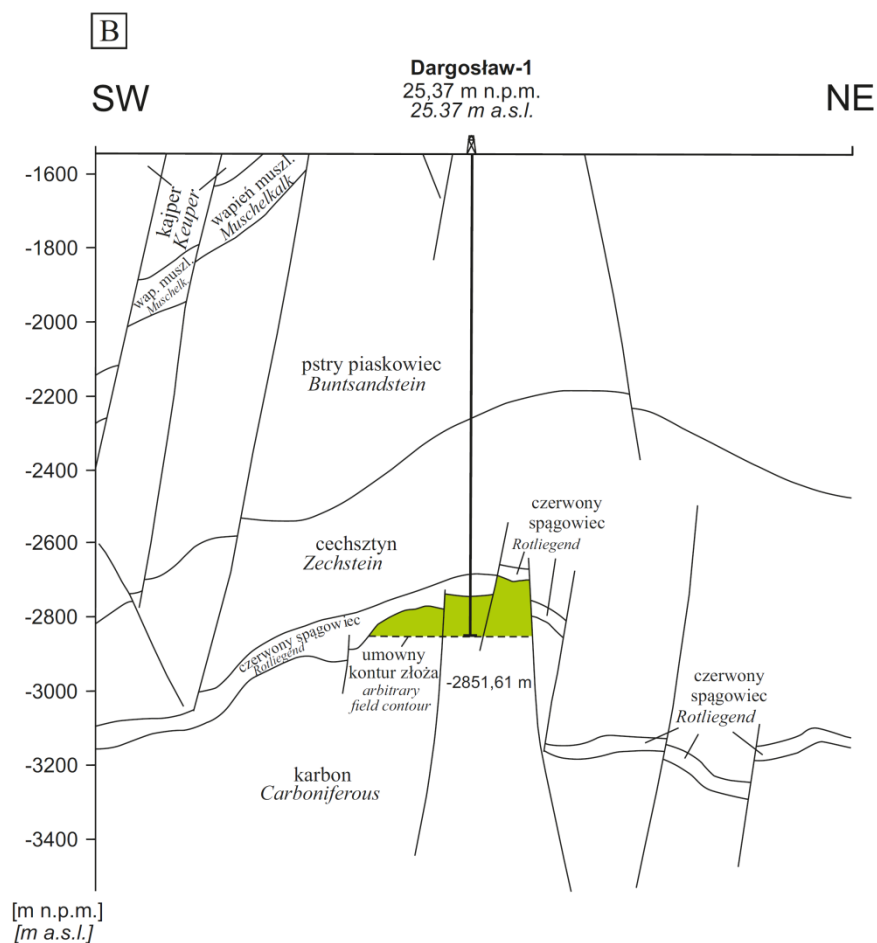
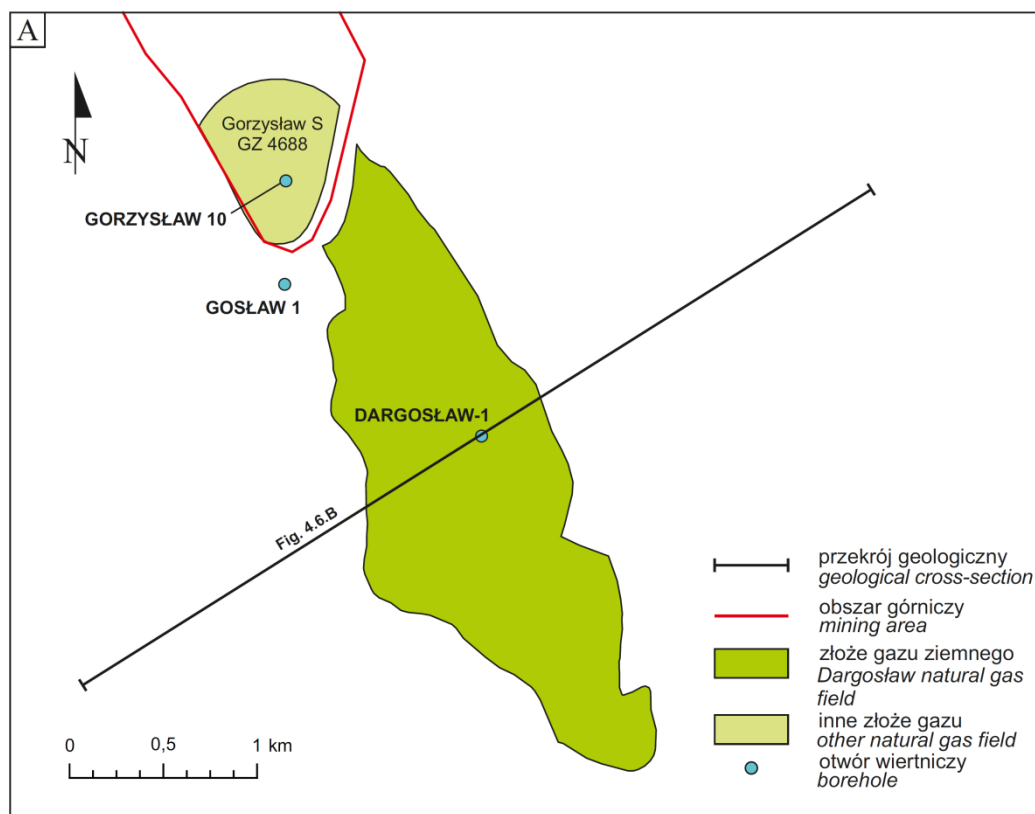


Fig. 4.6. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Dargosław i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2021). **B.** Przekrój przez złożo gazu ziemnego Dargosław (na podstawie Gamrot, 2019).

4.5. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO GORZYSŁAW N

Położenie administracyjne

województwo – zachodniopomorskie
powiat – gryficki
gmina – Trzebiatów

Powierzchnia całkowita złoża

233,00 ha

Głębokość zalegania

od -2692,8 m do -2819,3 m n.p.m.

Stratygrafia

karbon górny – westfal

Koncesja na wydobywanie

108/93 z dnia 21 czerwca 1993 roku wydana przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża

PGNiG S.A w Warszawie

Data rozpoczęcia eksploatacji

Pierwsze dane o wydobywaniu pochodzą z 1979 roku (na podstawie bilansów złóż kopalin w Polsce)

Nadzór górniczy

Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 4687

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

1. Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1976. Dokumentacja złoża gazu ziemnego Gorzysław w rejonie Trzebiatowa. Inw. 11780a CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 21.03.1977 r., zn.: KZK/012/S/3544/77.

2. Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1978. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Gorzysław-Trzebusz. Dodatek nr 1. Inw. 11780b CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 13.04.1979 r., zn.: KZK/012/S/3947/79.

3. Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1980. Dokumentacja geologiczna złóż gazu ziemnego Gorzysław-Trzebusz. Dodatek nr 2². Inw. 11780c CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego

Urzędu Geologii z 14.04.1981 r., zn.: KZK/012/M/4278/81.

Zasoby

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe:

- brak danych

Wydobywalne zasoby bilansowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 109,99 mln m³ gazu ziemnego w kat. B i 160,00 mln m³ w kat. C

Zasoby przemysłowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 67,99 mln m³ zasobów przemysłowych gazu ziemnego w kat. B,
- 324,00 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemnego w kat. B oraz 200,00 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemnego w kat. C

Wydobycie w 2019 roku:

- 19,62 mln m³ gazu ziemnego w kat. B

Budowa złoża

Złoże Gorzysław N (Fig. 4.8.A) odkryto odwiertem Gorzysław 2 w 1976 roku. Znajduje się ono w NE część antyklinorium pomorskiego, we wschodnim obrzeżeniu niecki trzebiatowskiej, w obrębie struktury Gorzysławia. W tym rejonie stwierdzono występowanie deformacji nieciągłych, związanych głównie z tektoniką waryscyjską, w mniejszym stopniu z alpejską. Strukturę Gorzysławia od NE i SW ograniczają dyslokacje regionalne, a biegnący prostopadle do nich rów tektoniczny rozdziela samą strukturę i zarazem złoża gazu Gorzysław N i Gorzysław S. Złoże Gorzysław N występuje w pułapce złożowej w piaskowcach karbonu górnego (westfal) przedzielonych utworami mułowcowo-illastymi (Fig. 4.8B). Górna granica złoża odpowiada stropowi górnokarbońskich utworów piaskowcowych o odpowiednich parametrach kolektorskich (pozostałe utwory karbonu górnego mają słabe właściwości kolektorskie lub nie mają ich w ogóle). Ponieważ w przypadku złóż występujących w obrębie struktury Gorzysławia granica woda-gaz jest trudna do wyznaczenia, jako dolną granicę przyjęto spąg najniższej udostępnionej do eksploatacji warstwy gazonośnej. Pozostałe granice złoża

² Tekst dodatku odnosi się wyłącznie do złoża Gorzysław S, którego zasoby zaktualizowano w związku z przeprowadzeniem nowych prac geologiczno-rozpoznawczych. Decyzja zatwierdza zasoby złóż Gorzysław S, Gorzysław N, Trzebusz.

stanowią umowne płaszczyzny pionowe. W tak określonej bryle utworów karbonu górnego znajdują się piaszczyste kolektory tworzące właściwe złoża gazu (stanowią tylko pewien procent ogólnej kubatury utworów „złożowych”).

Parametry złoża i parametry jakościowe kopaliny: dane zestawiono w Tab. 4.6.

Historia produkcji: dane zestawiono na Fig. 4.7 i w Tab. 4.7.

Otworki zlokalizowane na złożu

(Fig. 4.8.A; stan na 2021 r.)

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
GORZYŚLAW 2	2861,7	westfal
GORZYŚLAW 6	2820,0	westfal
GORZYŚLAW 7	2849,5	westfal
GORZYŚLAW 31	2798,0	karbon
GORZYŚLAW 32	2772,0	karbon

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe pierwotne	299,840	303,070	301,070	ata	
głębokość wody podścielającej	-----	-----	-2813,30	m	przyjęta umownie
miąższość złoża	-----	64,300	-----	m	
porowatość	0,210	21,520	10,000	%	
temperatura złoża	341,000	343,000	342,000	°K	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	—	solanka Cl-Na-Ca
wsp. nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,840	—	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,800	—	
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	135,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 2
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	321,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 6
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	37,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 7
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	4,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 7
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	25,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 2
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	68,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 6
parametry jakościowe gazu ziemnego					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
gęstość	0,748	0,784	0,771	—	względem powietrza
wartość opałowa	4158,000	4851,000	4443,000	Kcal/Nm ³	
zawartość C ₂ H ₆	1,110	1,250	1,180	% obj.	
zawartość CH ₄	44,700	52,930	47,600	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,050	-----	-----	% obj.	ślady
zawartość He	0,240	0,260	0,250	% obj.	
zawartość N ₂	45,380	53,650	50,720	% obj.	
zawartość węglowodorów	-----	-----	43,620	% obj.	
zawartość węgl. ciężkich C ₃₊	-----	-----	0,250	% obj.	

Tab. 4.6. Parametry złoża gazu ziemnego Gorzysław N i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2021; według Binder i in., 1978).

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów bilansowych w mln m ³	
	kat. A+B	kat. C
2019/12/31	19,62	—
2018/12/31	24,28	—
2017/12/31	38,18	—
2016/12/31	36,78	—
2015/12/31	24,19	—
2014/12/31	21,89	—
2013/12/31	17,82	—
2012/12/31	19,32	—
2011/12/31	19,37	—
2010/12/31	21,91	—
2009/12/31	23,34	—
2008/12/31	19,92	—
2007/12/31	24,50	—
2006/12/31	20,22	—
2005/12/31	20,68	—
2004/12/31	18,62	—
2003/12/31	26,91	—
2002/12/31	22,61	—
2001/12/31	24,25	—
2000/12/31	20,40	—
1999/12/31	24,23	—
1998/12/31	23,61	—
1997/12/31	22,22	—
1996/12/31	21,08	—
1995/12/31	19,55	—
1994/12/31	21,38	—
1993/12/31	23,49	—
1992/12/31	33,62	—
1991/12/31	33,95	—
1990/12/31	46,30	—
1989/12/31	39,09	—
1988/12/31	38,00	—
1987/12/31	34,00	—
1986/12/31	38,32	—
1985/12/31	44,63	—
1984/12/31	39,81	—
1983/12/31	34,88	—
1982/12/31	28,48	—
1981/12/31	21,02	—
1980/12/31	17,33	—
1979/12/31	0,23	—

Tab. 4.7. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Gorzysław N (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalin w Polsce w wersji papierowej).

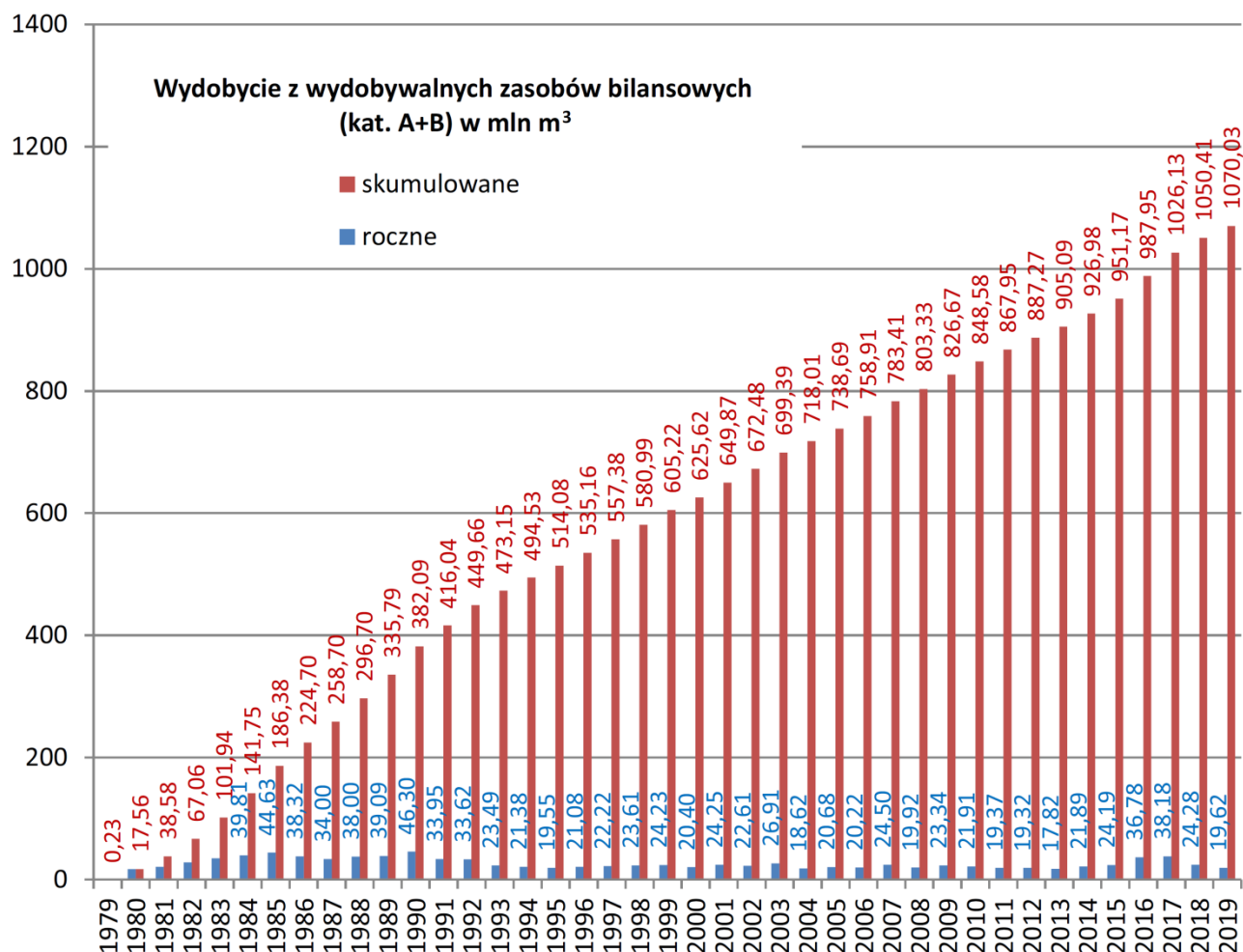


Fig. 4.7. Wykres wydobywania gazu ziemnego w złożu Gorzysław N (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

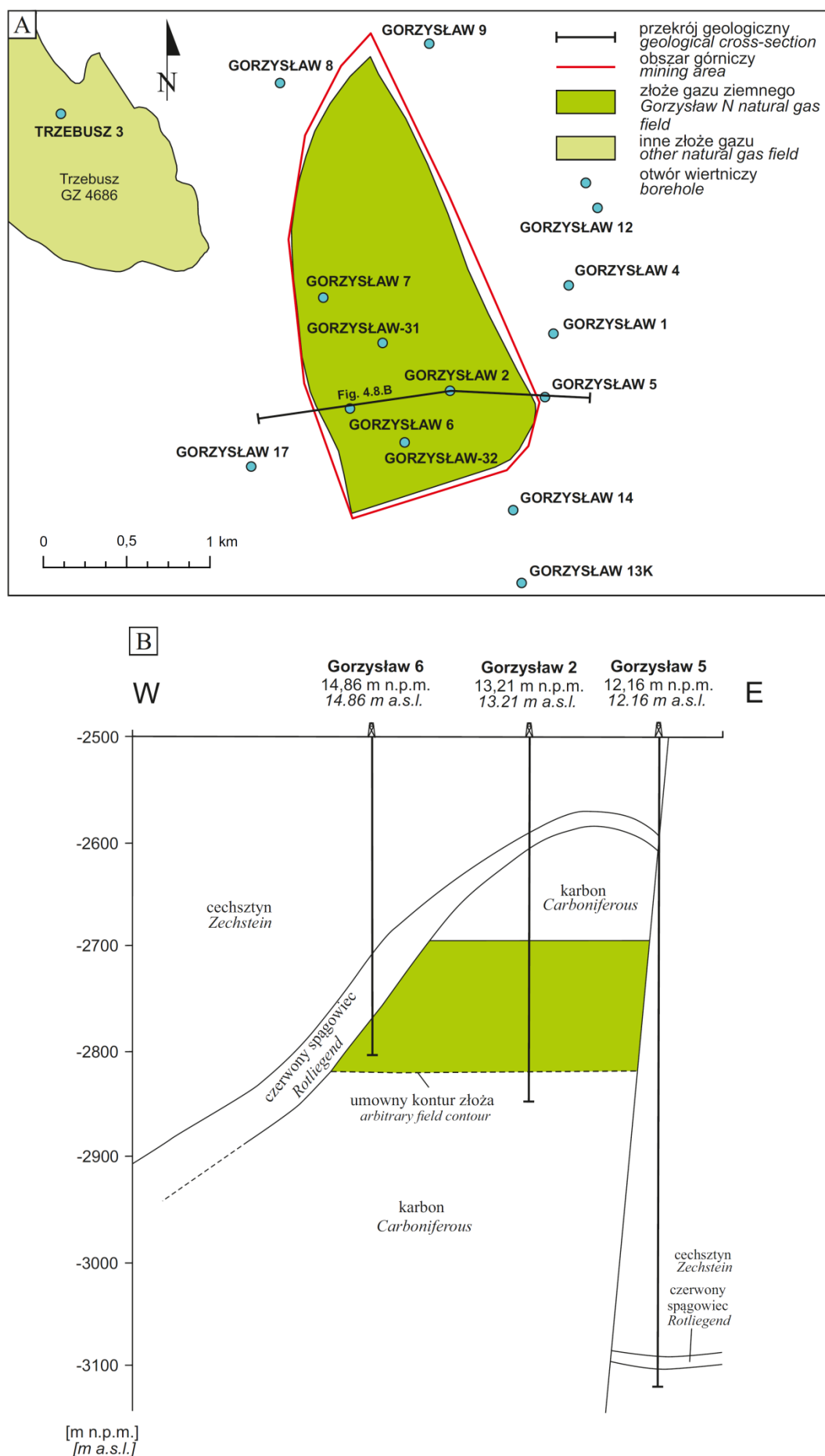


Fig. 4.8. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Gorzysław N i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2021). **B.** Przekrój przez złożo gazu ziemnego Gorzysław N (na podstawie Binder i in., 1978).

4.6. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO GORZYSŁAW S

Położenie administracyjne

województwo – zachodniopomorskie
powiat – gryficki
gmina – Trzebiatów

Powierzchnia całkowita złoża

44,24 ha

Głębokość zalegania

od -2743,5 m do -2832,5 m n.p.m.

Stratygrafia

karbon górny – westfal

Koncesja na wydobywanie

146/93 z dnia 21 czerwca 1993 roku wydana przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża

PGNiG S.A. w Warszawie

Data rozpoczęcia eksploatacji

Pierwsze dane o wydobywaniu pochodzą z 1982 roku (na podstawie bilansów złóż kopalin w Polsce)

Nadzór górniczy

Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 4688

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

1. Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1978. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Gorzysław-Trzebusz. Dodatek nr 1. Inw. 11780b CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 13.04.1979 r., zn.: KZK/012/S/3947/79.

2. Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1980. Dokumentacja geologiczna złóż gazu ziemnego Gorzysław-Trzebusz. Dodatek nr 2. Inw. 11780c CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 14.04.1981 r., zn.: KZK/012/M/4278/81.

Zasoby:

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe:

- brak danych

Wydobywalne zasoby bilansowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 417,88 mln m³ gazu ziemnego w kat. B

Zasoby przemysłowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 4,68 mln m³ zasobów przemysłowych gazu ziemnego w kat. B,

- 533,21 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemnego w kat. B

Wydobycie w 2019 roku:

- brak

Budowa złoża

Złoże Gorzysław S (Fig. 4.10.A) zostało odkryte w 1978 roku. Ponieważ jest ono częścią tej samej struktury co złożo Gorzysław N, jego lokalizacja i budowa są niemal tożsame. Od NE i SW strukturę Gorzysławia ograniczają dyslokacje regionalne, a biegnący prostopadle do nich rów tektoniczny rozdziela tę strukturę i znajdujące się w jej obrębie złożo gazu Gorzysław N i Gorzysław S. Złoże Gorzysław S występuje w pułapce złożowej, w górnokarbońskich (westfal) piaskowcach przedzielonych utworami mułowcowo-ilaistymi (Fig. 4.10.B). Górna granica złoża tylko częściowo odpowiada stropowi karbonu górnego. Dolną granicę stanowi spąg najniższego udostępnionego otworem Gorzysław 10 horyzontu gazowego, przy czym jest to granica umowna, woda złożowa występuje w rzeczywistości znacznie głębiej. Pozostałe granice złoża wyznaczają umowne płaszczyzny pionowe, które oddzielają rozpoznaną część złoża od pozostałej części struktury Gorzysławia. W tak określonej bryle utworów karbonu górnego występują piaszczyste kolektory będące właściwym złożem gazu (stanowią tylko pewien procent ogólnej kubatury utworów „złożowych”).

Otwory zlokalizowane na złożu

(Fig. 4.10A; stan na 2021 r.)

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m]	Stratygrafia na dnie
GORZYSŁAW 10	3086,5	fran

Parametry złoża i parametry jakościowe kopaliny: dane zestawiono w Tab. 4.8.

Historia produkcji: dane zestawiono na Fig. 4.9 i w Tab. 4.9.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie denne Pds	-----	-----	29,071	MPa	otwór Gorzysław 15
ciśnienie denne Pds	-----	-----	29,230	MPa	otwór Gorzysław 10
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	29,150	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-2832,50	m	umowna
miąższość złoża	-----	24,000	-----	m	
porowatość	6,000	15,000	10,850	%	
temperatura złoża	345,000	346,000	345,500	°K	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	–	solanka Cl-Na-Ca
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,800	–	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,800	–	
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	59,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 10
wydajność absolutna V_{abs}	-----	-----	219,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 15
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	13,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 10
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	31,000	Nm ³ /min	otwór Gorzysław 15
parametry jakościowe gazu ziemnego					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
gęstość	-----	-----	0,781	–	względem powietrza
wartość opałowa	-----	-----	17,580	MJ	
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	0,920	% obj.	
zawartość CH ₄	-----	-----	45,950	% obj.	
zawartość He	-----	-----	0,220	% obj.	
zawartość N ₂	-----	-----	52,760	% obj.	
zawartość węglowodorów	-----	-----	47,010	% obj.	
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃₊	-----	-----	3,200	g/Nm ³	

Tab. 4.8. Parametry złoża gazu ziemnego Gorzysław S i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2021; według Binder i in., 1980).

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów bilansowych w mln m ³	
	kat. A+B	kat. C
2019/12/31	–	–
2018/12/31	0,23	–
2017/12/31	1,13	–
2016/12/31	0,23	–
2015/12/31	–	–
2014/12/31	0,85	–
2013/12/31	0,57	–
2012/12/31	0,49	–
2011/12/31	0,68	–
2010/12/31	0,48	–
2009/12/31	0,75	–
2008/12/31	0,43	–
2007/12/31	0,56	–
2006/12/31	0,71	–

2005/12/31	0,91	—
2004/12/31	0,80	—
2003/12/31	—	—
2002/12/31	—	—
2001/12/31	—	—
2000/12/31	0,58	—
1999/12/31	2,05	—
1998/12/31	1,97	—
1997/12/31	2,34	—
1996/12/31	3,08	—
1995/12/31	1,39	—
1994/12/31	0,35	—
1993/12/31	2,25	—
1992/12/31	0,85	—
1991/12/31	0,33	
1990/12/31	1,30	
1989/12/31	1,00	
1988/12/31	1,88	
1987/12/31	2,52	
1986/12/31	2,77	
1985/12/31	3,41	
1984/12/31	5,43	
1983/12/31	7,40	
1982/12/31	2,39	

Tab. 4.9. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Gorzysław S (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalin w Polsce w wersji papierowej).

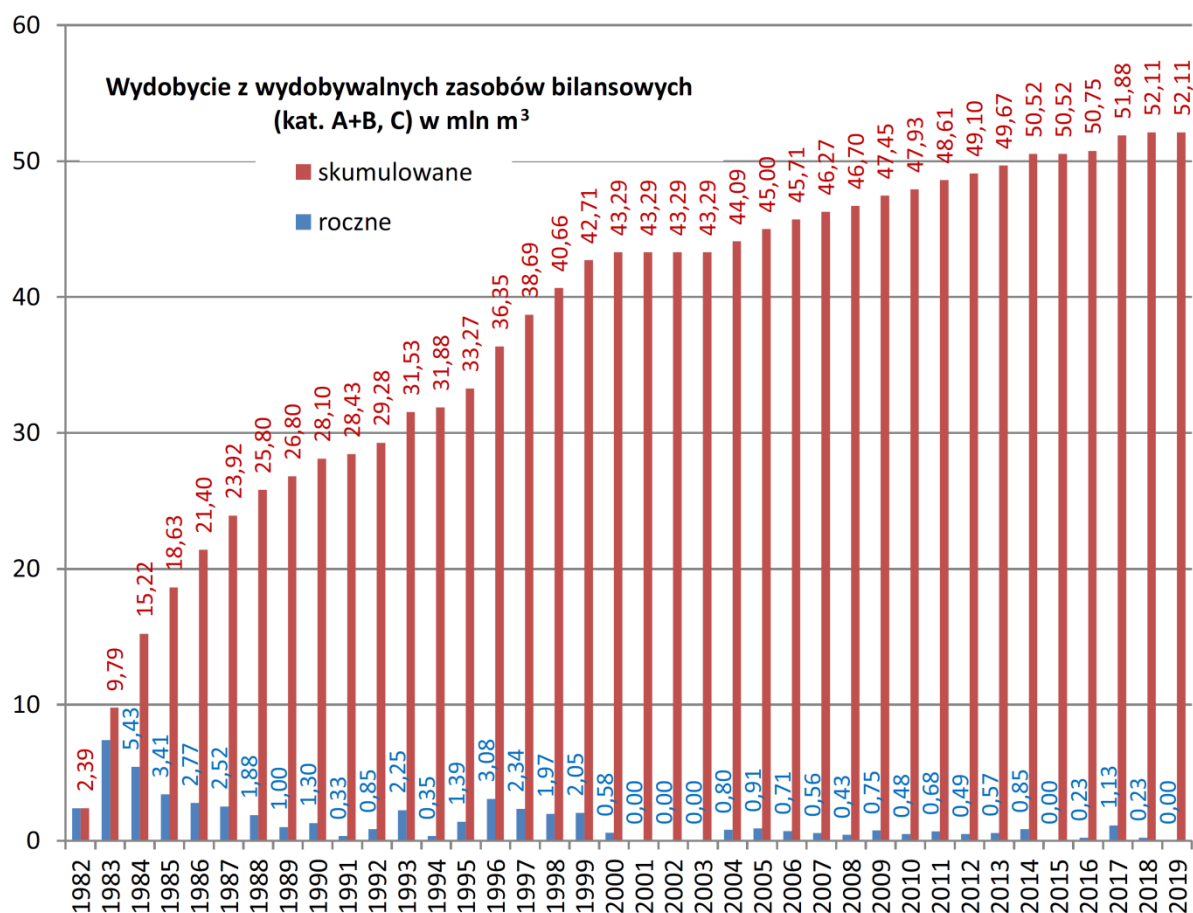


Fig. 4.9. Wykres wydobycia gazu ziemnego w złożu Gorzysław S (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalin w Polsce w wersji papierowej).

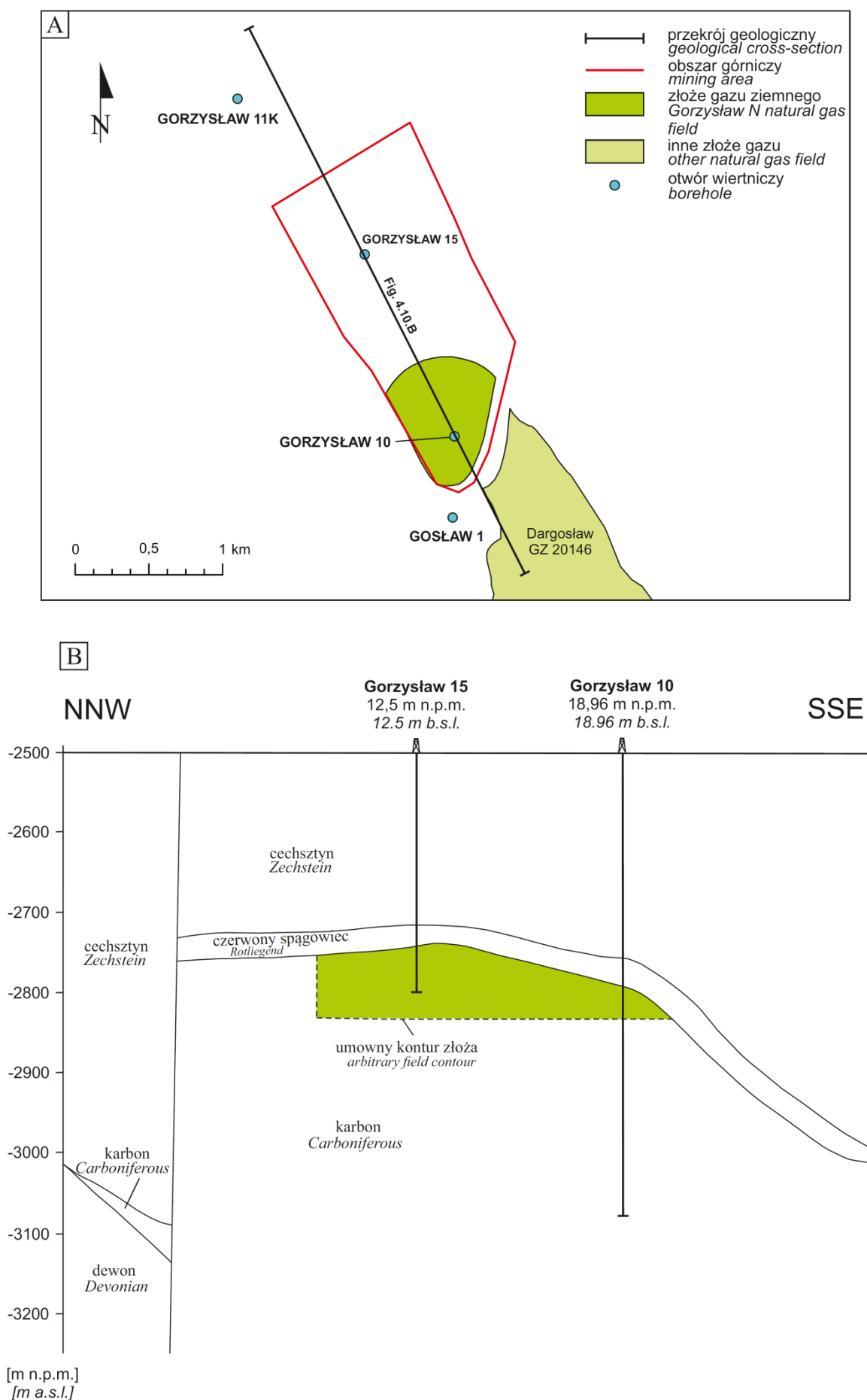


Fig. 4.10. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Gorzysław S i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2021). **B.** Przekrój przez złożę gazu ziemnego Gorzysław S (na podstawie Binder i in., 1980).

4.7. ZŁOŻE ROPY NAFTOWEJ KAMIEŃ POMORSKI

Położenie administracyjne

województwo – zachodniopomorskie
powiat – kamieński
gmina – Kam. Pomorski, Wolin, Dziwnów

Powierzchnia całkowita złoża

620,00 ha

Głębokość zalegania

od -2227,40 m do -2315,00 m n.p.m.

Stratygrafia

Perm/cechsztyń (dolomit główny)

Koncesja na wydobywanie

99/93 z dnia 21 czerwca 1993 roku wydana
przez Ministra Ochrony Środowiska, Za-
sobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża

PGNiG S.A. w Warszawie

Data rozpoczęcia eksploatacji

listopad 1972 roku

Nadzór górniczy

Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 4802

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

1. Oświęcimska, A., Sikorski, B. 1972. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Kamień Pomorski. Inw. 9777 CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 28.02.1973 r., zn.: KZK/012/S/2781/73.

2. Hannes, A., Sikorski, B. 1973. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Kamień Pomorski. Dodatek nr 1. Inw. 10535a CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 23.04.1974 r., zn.: KZK/012/S/2949/74.

3. Mularczyk, A., Pyzik, M. 1981. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Kamień Pomorski. Dodatek nr 2. Inw. 10535b CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 25.03.1982 r., zn.: KZK/012/M/4393/81/82.

4. Nowak, J. 2008. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Kamień Pomorski w kat. B. Dodatek nr 3. Inw. 557/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z 9.02.2009 r., zn.: DGiKGkzk-4791-88/7859/626/09/AW.

Zasoby

Pierwotne bilansowe zasoby wydobywalne (stan na rok 2007):

- 1925,00 tys. t ropy naftowej w kat. B
- 270,40 mln m³ gazu ziemnego w kat. B

Wydobywalne zasoby bilansowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 4,24 tys. t ropy naftowej w kat. B
- 8,93 mln m³ gazu ziemnego w kat. B

Zasoby przemysłowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 6,34 tys. t zasobów przemysłowych ropy naftowej w kat. B
- 2117,90 tys. t zasobów nieprzemysłowych ropy naftowej w kat. B
- brak zasobów przemysłowych gazu ziemnego w kat. B,
- 373,52 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemnego w kat. B

Wydobycie w 2019 roku:

- 1,25 tys. t ropy naftowej w kat. B
- 0,21 mln m³ gazu ziemnego w kat. B

Budowa złoża

Złoże ropy naftowej Kamień Pomorski (Fig. 4.13A) zostało odkryte w 1972 roku. Jest ono usytuowane w osiowej części kamieńskiego odgałęzienia antyklinorium pomorskiego. Ma formę płaskiej, szerokopromiennej brachyantykliny o elipsoidalnym kształcie, płaskim wierzchołku i przebiegu NW-SE, co odpowiada regionalnym kierunkom tektonicznym. Horyzont produktywny występuje w utworach dolomitu głównego (Fig. 4.13B). Dolna granica odpowiada pierwotnemu poziomowi wody podścielającej, górną wyznaczono po stropie utworów dolomitu głównego. Jest to typowe złożo warstwowe związane ze strukturalnym podniesieniem w obrębie dolomitu głównego. Wraz z ropą w złożu występuje rozpuszczony w niej gaz ziemny gazolinowy. Główne znaczenie dla przemieszczania się płynów w złożu ma szczelinowość.

Otwory zlokalizowane na złożu
 (Fig. 4.13.A; stan na 2021 r.)

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
KAM. POM. 2	2299,6	perm górny
KAM. POM. 4	2248,1	perm górny
KAM. POM. 5	2246,4	perm górny
KAM. POM. 8K	2480,6	perm
KAM. POM. 9	2270,0	perm górny
KAM. POM. 10	2260,7	perm górny
KAM. POM. 11	2305,6	perm
KAM. POM. 16	2375,4	perm
KAM. POM. 17	2317,3	perm górny
KAM. POM. 18	2355,9	perm
KAM. POM. 19	2670,4	perm
KAM. POM. 19K	2670,4	perm
KAM. POM. 21	2268,3	perm
KAM. POM. 22	2371,0	perm
KAM. POM. 23/23K	2382,1	perm
KAM. POM. 25K	2328,5	perm
KAM. POM. 26K	2327,5	perm
KAM. POM. Z1	2550,0	perm
KAM. POM. Z2	2356,0	perm
ZASTAŃ 1	2418,0	perm górny

Parametry złoża i parametry jakościowe kopalin: dane zestawiono w Tab. 4.10.

Historia produkcji: dane zestawiono na Fig. 4.11–4.12 i w Tab. 4.11–4.12.

Od początku eksploatacji do dnia 31 grudnia 2007 r. ze złoża wydobyto 1891,564 tys. t ropy i 265,150 mln m³ gazu. Do złoża zatłoczono 787 064 m³ wody i wód złożowych oraz 8 820 550 m³ gazu. Średni roczny wykładnik gazowy zmieniał się w zakresie od 114 do 177 m³/t.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	-----	-----	20,700	MPa	30.08.2007 r.
ciśnienie nasycenia	-----	-----	17,260	MPa	obliczone
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	44,160	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-2315,00	m	pierwotna
miąższość efektywna złoża	-----	-----	18,500	m	
porowatość	-----	-----	6,000	%	
przepuszczalność	0,010	0,440	-----	mD	
stopień mineralizacji wody złożowej	-----	-----	314,000	g/l	
temperatura złoża	-----	-----	72,000	°C	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	–	Cl-Ca (wg Bojarskiego); Na-Cl (wg Cimaszewskiego)
warunki produkowania	-----	-----	-----	–	eksploatacja samoczynna okresowa
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,900	–	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,480	–	
wydajność dozwolona V _{dozw}	-----	-----	560,000	t/miesiąc	
wykładnik gazowy	-----	-----	157,000	m ³ /t	średni roczny z 24 lat eksploatacji
parametry jakościowe ropy naftowej (kopalina główna)					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciężar właściwy ropy	0,855	0,861	0,859	g/cm ³	
gęstość	-----	-----	0,859	g/cm ³	w temperaturze 15°C

lepkość	-----	-----	11,970	cSt	w temperaturze 30°C
lepkość	-----	-----	22,230	cSt	w temperaturze 20°C
temperatura płynięcia	-----	-----	6,750	°C	
zawartość parafiny	3,000	4,300	3,700	% wag.	
zawartość siarki	-----	-----	-----	% wag.	>1,0
zawartość siarkowodoru	-----	-----	961,000	mg/dm ³	
zawartość wody	-----	-----	0,190	% wag.	
parametry jakościowe gazu ziemnego (kopalina towarzysząca)					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
liczba Wobbego	-----	-----	54,290	MJ/Nm ³	
wartość opałowa	49,140	50,370	49,755	MJ/Nm ³	
zawartość C ₂ H ₆	10,940	11,220	11,080	% obj.	
zawartość CH ₄	46,530	47,640	47,085	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,049	0,059	0,054	% obj.	
zawartość He	0,0198	0,020	0,0199	% obj.	
zawartość Hg	0,966	2,893	1,787	µg/Nm ³	
zawartość N ₂	7,181	7,614	7,398	% obj.	
zawartość siarkowodoru	15,000	15,640	15,320	% obj.	
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃₊	18,450	19,685	19,067	% obj.	

Tab. 4.10. Parametry złoża ropy naftowej Kamień Pomorski i parametry jakościowe kopalin (MIDAS, 2021; według Nowaka, 2008).

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie ropy naftowej z wydobywalnych zasobów bilansowych w tys. t	
	kat. A+B	kat. C
2019/12/31	1,25	–
2018/12/31	1,58	–
2017/12/31	1,69	–
2016/12/31	2,06	–
2015/12/31	1,87	–
2014/12/31	2,13	–
2013/12/31	2,36	–
2012/12/31	2,86	–
2011/12/31	3,00	–
2010/12/31	3,27	–
2009/12/31	3,45	–
2008/12/31	3,66	–
2007/12/31	4,06	–
2006/12/31	4,71	–
2005/12/31	4,84	–
2004/12/31	4,42	–
2003/12/31	6,28	–
2002/12/31	6,38	–
2001/12/31	5,18	–
2000/12/31	5,79	–
1999/12/31	6,21	–
1998/12/31	6,40	–
1997/12/31	9,37	–
1996/12/31	7,61	–
1995/12/31	8,88	–

1994/12/31	9,14	—
1993/12/31	6,71	—
1992/12/31	13,72	—
1991/12/31	10,49	—
1990/12/31	12,29	—
1989/12/31	12,31	—
1988/12/31	11,18	—
1987/12/31	13,02	—
1986/12/31	21,40	—
1985/12/31	31,32	—
1984/12/31	32,80	—
1983/12/31	40,74	—
1982/12/31	43,96	—
1981/12/31	86,40	
1980/12/31	119,80	
1979/12/31	137,30	—
1978/12/31	173,34	—
1977/12/31	b.d.	—
1976/12/31	b.d.	—
1976/01/01	266,66	—
1975/01/01	273,03	—
1974/01/01	107,01	—
1973/01/01	—	1,83

Tab. 4.11. Historia wydobycia ropy naftowej (kopalina główna) w złożu Kamień Pomorski (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów bilanso- wych w mln m ³		Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów pozabi- lansowych w mln m ³
	kat. A+B	kat. C	kat. A+B
2019/12/31	0,21	—	—
2018/12/31	0,27	—	—
2017/12/31	0,29	—	—
2016/12/31	0,36	—	—
2015/12/31	0,33	—	—
2014/12/31	0,38	—	—
2013/12/31	0,43	—	—
2012/12/31	0,53	—	—
2011/12/31	0,52	—	—
2010/12/31	0,55	—	—
2009/12/31	0,62	—	—
2008/12/31	0,64	—	—
2007/12/31	0,63	—	—
2006/12/31	0,71	—	—
2005/12/31	0,77	—	—
2004/12/31	0,73	—	—
2003/12/31	—	—	—
2002/12/31	—	—	1,02
2001/12/31	—	—	0,81
2000/12/31	—	—	0,88
1999/12/31	—	—	0,98
1998/12/31	—	—	0,92
1997/12/31	—	—	1,37
1996/12/31	—	—	1,37
1995/12/31	—	—	1,26
1994/12/31	—	—	—
1993/12/31	—	—	—
1992/12/31	1,41	—	—

1991/12/31	1,61	—	—
1990/12/31	2,14	—	—
1989/12/31	2,18	—	—
1988/12/31	1,97	—	—
1987/12/31	2,29	—	—
1986/12/31	3,66	—	—
1985/12/31	5,00	—	—
1984/12/31	4,57	—	—
1983/12/31	5,15	—	—
1982/12/31	5,21	—	—
1981/12/31	9,70	—	—
1980/12/31	14,02	—	—
1979/12/31	15,77	—	—
1978/12/31	19,81	—	—
1977/12/31	b.d.	—	—
1976/12/31	b.d.	—	—
1976/01/01	44,87	—	—
1975/01/01	37,92	—	—
1974/01/01	15,36	—	—
1973/01/01	—	—	—

Tab. 4.12. Historia wydobywania gazu ziemnego (kopalina towarzysząca) w złożu Kamień Pomorski (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

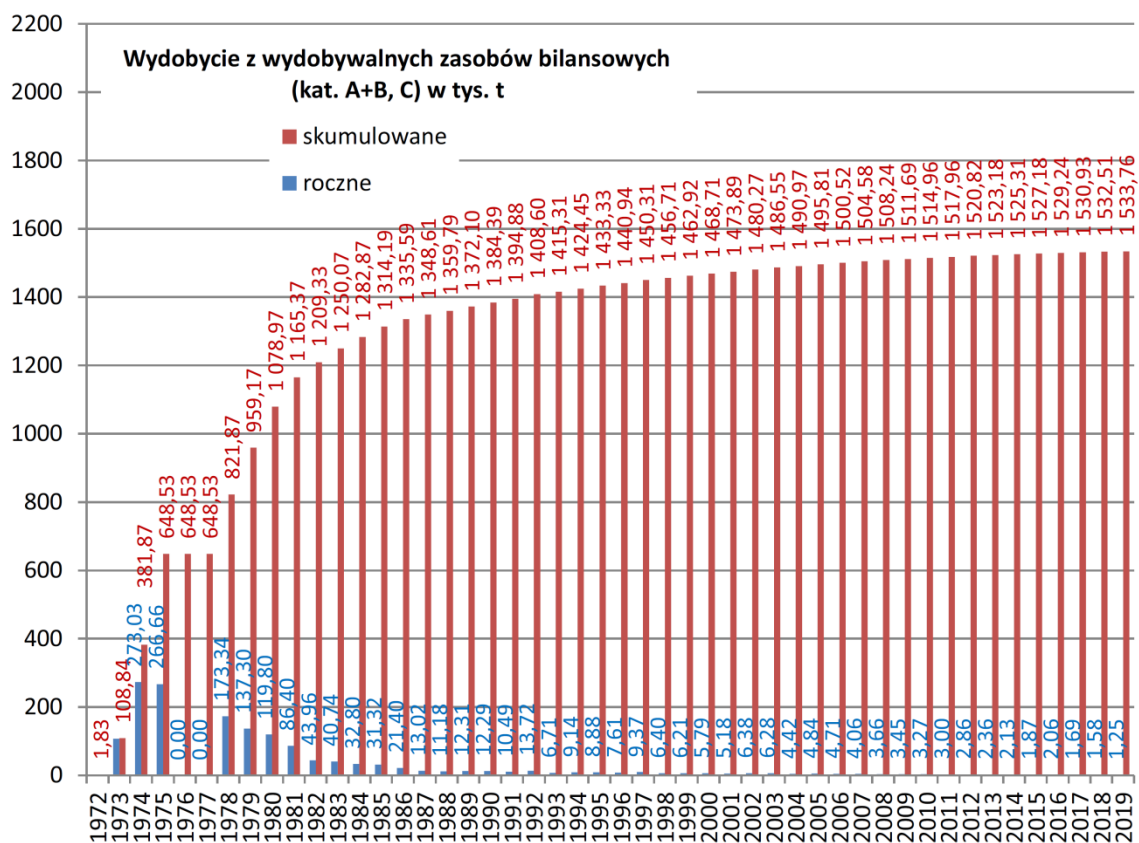


Fig. 4.11. Wykres wydobycia ropy naftowej (kopalina główna) w złożu Kamień Pomorski (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

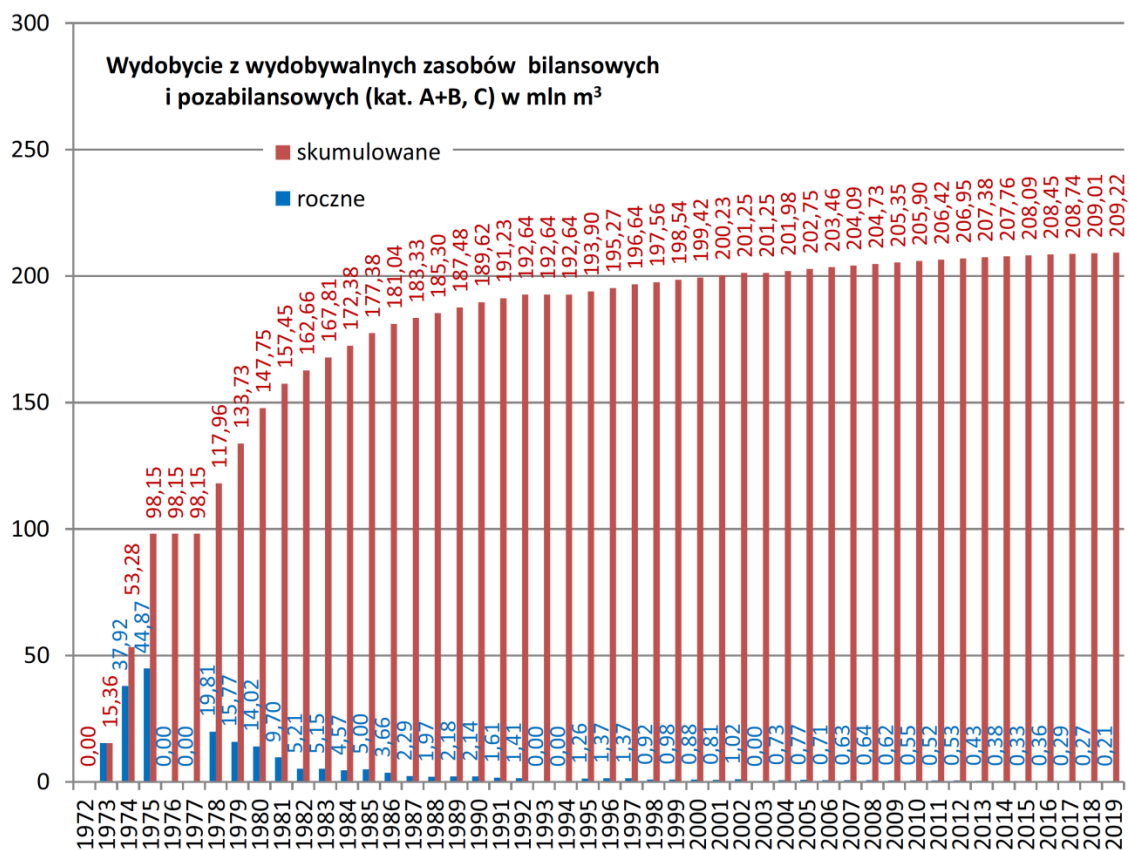


Fig. 4.12. Wykres wydobywania gazu ziemnego (kopalina towarzysząca) w złożu Kamień Pomorski (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992–2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

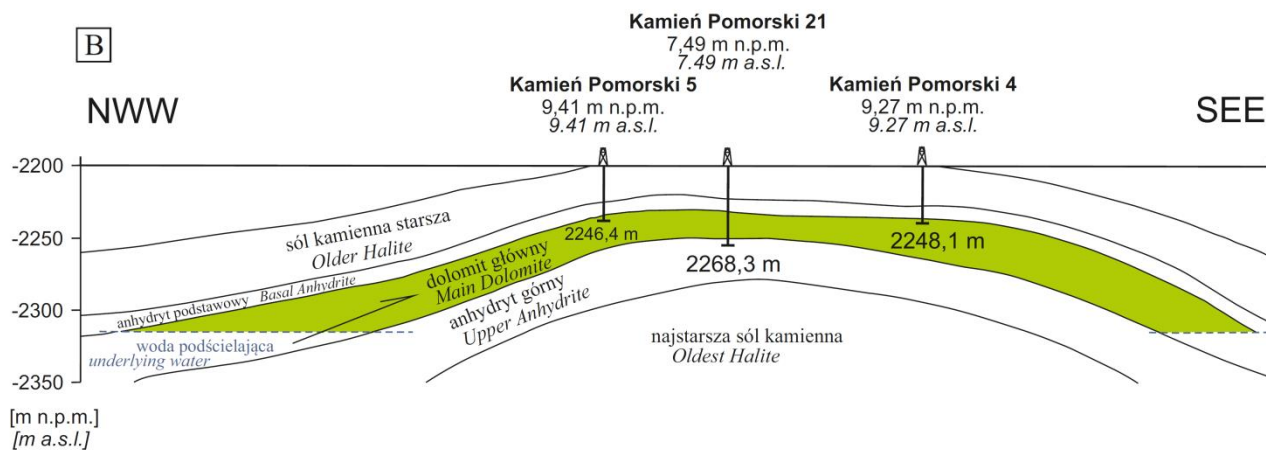
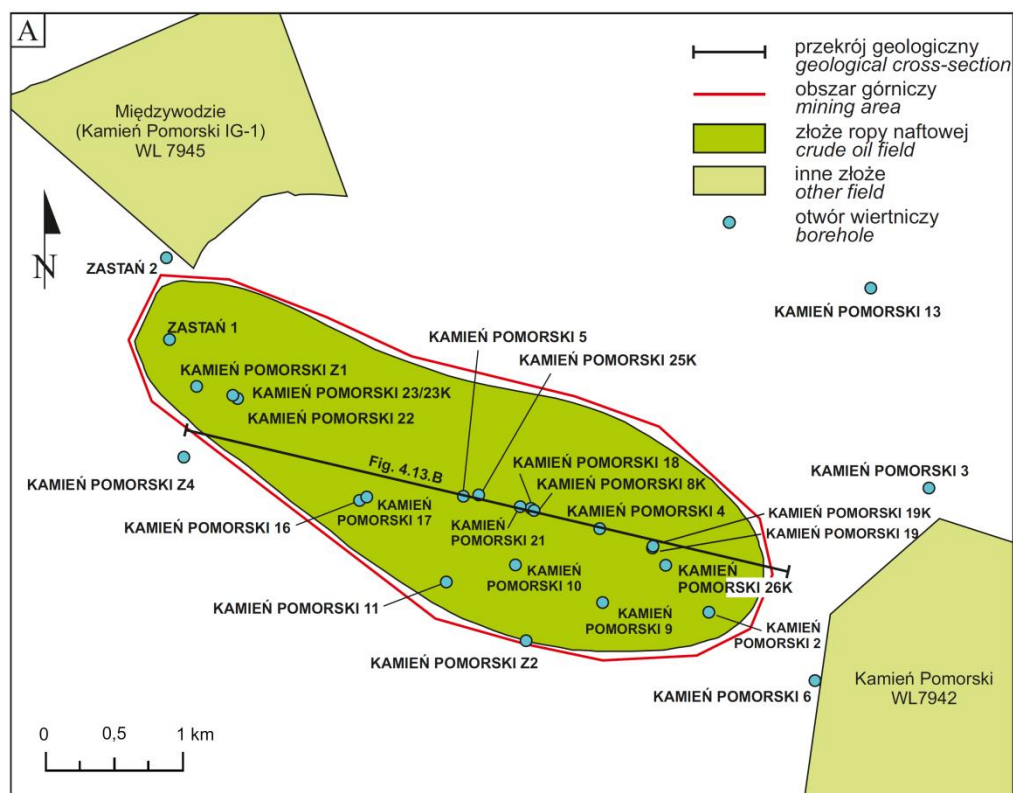


Fig. 4.13. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu ropy naftowej Kamień Pomorski i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2021). **B.** Przekrój przez złożo ropy naftowej Kamień Pomorski (na podstawie Nowaka, 2008, szczegółowa litostratygrafia na podstawie Sikorskiego i Hannes, 1973).

4.8. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO TRZEBUSZ

Położenie administracyjne:

województwo – zachodniopomorskie
powiat – gryficki
gmina – Trzebiatów

Powierzchnia całkowita złoża

336,48 ha

Głębokość zalegania

od -2732,6 m do -2906,0 m n.p.m.

Stratygrafia

karbon górny – westfal

Koncesja na wydobywanie

109/93 z dnia 21 czerwca 1993 roku wydana przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża

PGNiG S.A. w Warszawie

Data rozpoczęcia eksploatacji

listopad 1982 roku

Nadzór górniczy

Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 4686

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

1. Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1978. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Gorzysław-Trzebusz. Dodatek nr 1. Inw. 11780b CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 13.04.1979 r., zn.: KZK/012/S/3947/79.

2. Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1980. Dokumentacja geologiczna złóż gazu ziemnego Gorzysław-Trzebusz. Dodatek nr 2³. Inw. 11780c CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z 14.04.1981 r., zn.: KZK/012/M/4278/81.

3. Czajka, D. 2019. Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna w kat. C złoża gazu ziemnego Trzebusz. Inw. 9379/2020, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Klimatu i Środowiska z 9.12.2020 r., zn.: DGK-IV.4742.21.2019.GJ.

Zasoby

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 2018):

- 710,00 mln m³ gazu ziemnego w kat. C, w tym 1,78 mln m³ helu

Wydobywalne zasoby bilansowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 596,79 mln m³ gazu ziemnego w kat. C, w tym 1,49 mln m³ helu

Zasoby przemysłowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 587,24 mln m³ zasobów przemysłowych gazu ziemnego w kat. C, w tym 1,46 mln m³ helu oraz 299,55 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemnego w kat. C, w tym 0,75 mln m³ helu

Wydobycie w 2019 roku:

- 5,75 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Główną kopaliną złoża jest gaz ziemny zaazotowany, domieszkę towarzyszącą w złożu stanowi hel, którego uśredniona zawartość wynosi 0,25% obj. W trakcie eksploatacji, w wyniku procesu technologicznego, towarzyszącego wydobywaniu gazu ze złoża, odbierany jest również kondensat węglowodorowy.

Budowa złoża

Złoże Trzebusz (Fig. 4.15.A) odkryto odwiertem Trzebusz 1 (1977/1978 rok). Jest ono zlokalizowane w antyklinorium pomorskim, w rejonie strefy uskokowej Trzebiatowa. Akumulacja gazu występuje w piaskowcach górnego karbonu (westfal), w pułapce strukturalno-tektonicznej (Fig. 4.15.B). Górną granicę złoża stanowi strop karbonu, natomiast dolną – zamknięcie strukturalne, przy czym na głębokości 2906,0 m prawdopodobnie występuje też kontur gaz-woda. Struktura złożowa rozciąga się w kierunku NW-SE. Od południowego zachodu i północnego wschodu ograniczają ją strefy uskokowe, a od północy i północnego wschodu granicę wyznacza wyraźne obniżenie powierzchni podcechsztyńskiej. Domieszkę towarzyszącą w złożu stanowi hel.

³ Tekst dodatku odnosi się wyłącznie do złoża Gorzysław S, którego zasoby zaktualizowano w związku z przeprowadzeniem nowych prac geologiczno-rozpoznawczych. Decyzja zatwierdza zasoby złóż Gorzysław S, Gorzysław N, Trzebusz.

Otwory zlokalizowane na złożu
(Fig. 4.15.A; stan na 2021 r.)

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
TRZEBUSZ 1	3186,0	famen
TRZEBUSZ 2K	3315,0	karbon
TRZEBUSZ 3	3200,0	westfal

Parametry złoża i parametry jakościowe kopaliny: dane zestawiono w Tab. 4.13.

Historia produkcji: dane zestawiono na Fig. 4.14 i w Tab. 4.14.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów	-----	-----	6,000	%	
ciśnienie głowicowe aktualne	-----	-----	24,800	MPa	-2819,3 m TVDSS
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	30,140	MPa	-2819,3 m TVDSS
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-2906,00	m	TVDSS
miąższość efektywna złoża	-----	-----	15,480	m	
porowatość	-----	-----	8,680	%	z otworu Trzebusz 1
przepuszczalność	-----	-----	4,480	mD	z otworu Trzebusz 1
stopień mineralizacji wody złożowej	-----	-----	227,800	g/l	
temperatura złoża	-----	-----	70,200	°C	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	–	Cl-Na-Ca
warunki produkowania	-----	-----	-----	–	wolumetryczne
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,800	–	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,710	–	
wydajność absolutna V_{abs}	9,000	141,000	72,000	m ³ /min	
wydajność dozwolona V_{dozw}	3,000	25,000	16,200	m ³ /min	
wykładnik ropny/kondensatowy	0,000	12,570	7,000	g/m ³	
wykładnik wodny	0,000	2,120	1,130	g/m ³	
parametry jakościowe gazu ziemnego					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
wartość opałowa	14,230	21,470	18,150	MJ/m ³	
zawartość C ₂ H ₆	0,950	2,590	1,460	% obj.	
zawartość CH ₄	35,110	53,560	45,220	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,130	0,230	0,150	% obj.	
zawartość He	0,190	0,390	0,250	% obj.	
zawartość Hg	1,466	3,981	2,724	µg/m ³	
zawartość N ₂	43,940	62,960	52,190	% obj.	
zawartość siarkowodoru	0,000	0,000	0,000	% obj.	
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃₊	0,190	1,350	0,730	% obj.	

Tab. 4.13. Parametry złoża gazu ziemnego Trzebusz i parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2021 według Czajki, 2019).

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów bilansowych w mln m ³
	kat. C
2019/12/31	5,75
2018/12/31	3,86
2017/12/31	5,18
2016/12/31	3,72
2015/12/31	2,78
2014/12/31	3,92
2013/12/31	5,15
2012/12/31	3,64
2011/12/31	4,38
2010/12/31	2,69
2009/12/31	3,63
2008/12/31	2,63
2007/12/31	1,07
2006/12/31	3,67
2005/12/31	4,88
2004/12/31	2,95
2003/12/31	3,31
2002/12/31	4,02
2001/12/31	5,56
2000/12/31	4,98
1999/12/31	4,30
1998/12/31	4,48
1997/12/31	4,45
1996/12/31	1,40
1995/12/31	0,84
1994/12/31	0,89
1993/12/31	0,89
1992/12/31	1,38
1991/12/31	1,41
1990/12/31	2,58
1989/12/31	3,23
1988/12/31	2,53
1987/12/31	2,14
1986/12/31	1,00
1985/12/31	0,02
1984/12/31	1,32
1983/12/31	2,30
1982/12/31	0,26

Tab. 4.14. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Trzebusz (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalin w Polsce w wersji papierowej).

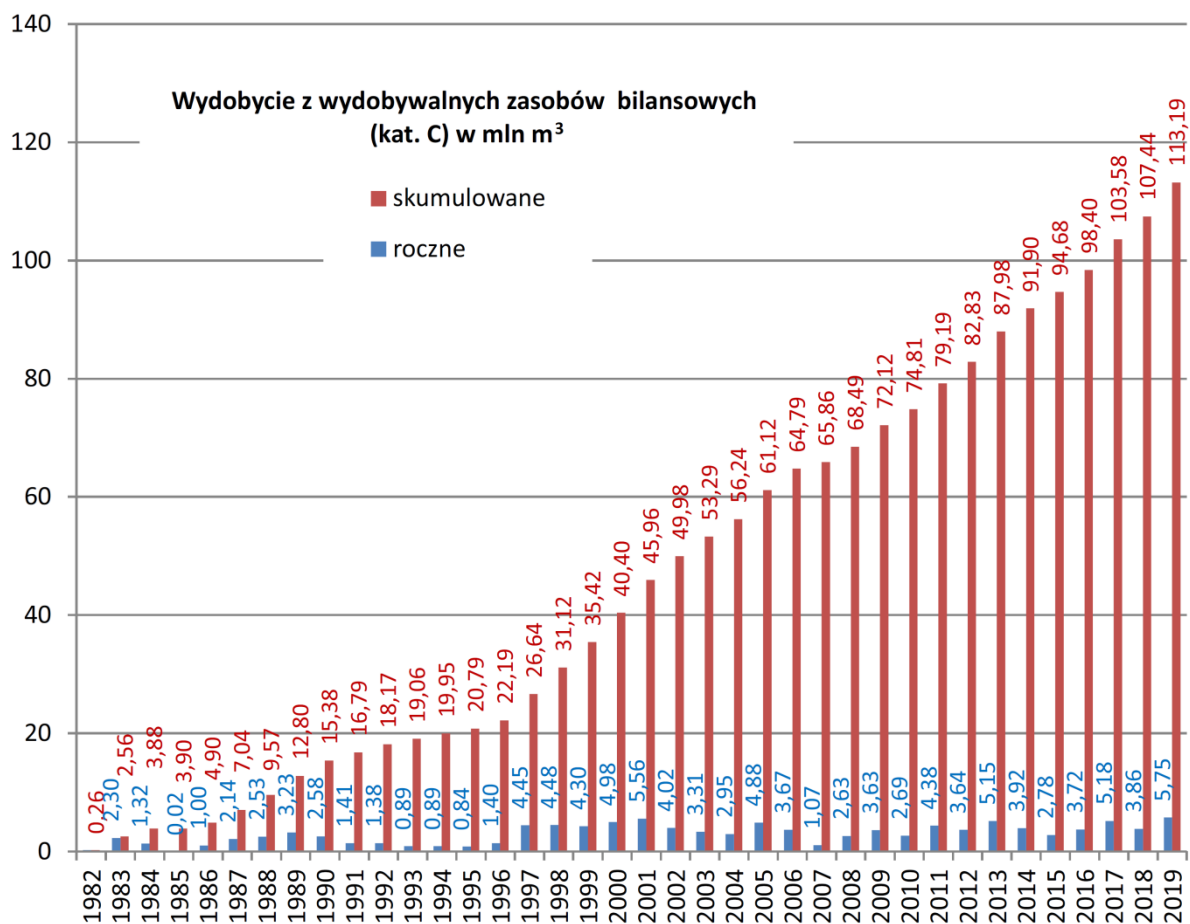


Fig. 4.14. Wykres wydobywania gazu ziemnego w złożu Trzebusz (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

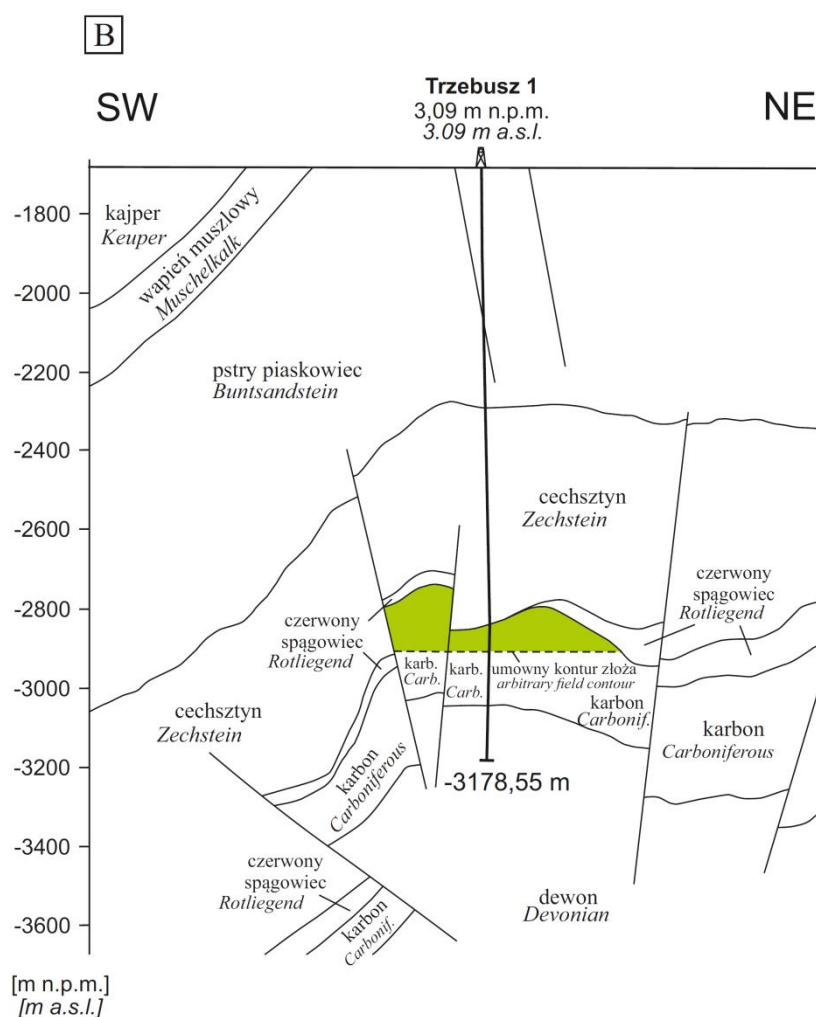
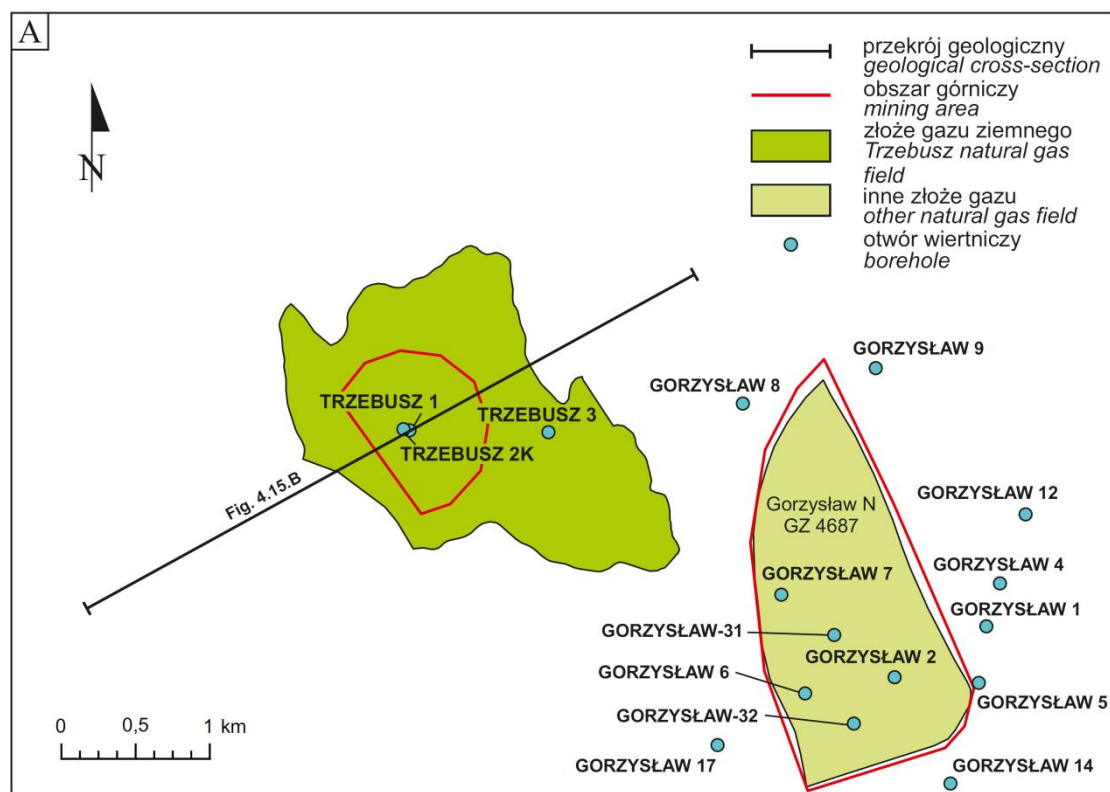


Fig. 4.15. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu gazu ziemnego Trzebusz i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2021). **B.** Przekrój przez złożo gazu ziemnego Trzebusz (na podstawie Czajki, 2019).

4.9. ZŁOŻE ROPY NAFTOWEJ WYSOKA KAMIEŃSKA

Położenie administracyjne

województwo – zachodniopomorskie
powiat – goleniowski
gmina – Przybiernów

Powierzchnia całkowita złoża

256,20 ha

Głębokość zalegania

od -3010,30 m do -3060,70 m n.p.m.

Stratygrafia

perm/cechsztyń (dolomit główny)

Koncesja na wydobywanie

100/93 z dnia 21 czerwca 1993 roku wydana przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża

PGNiG S.A. w Warszawie

Data rozpoczęcia eksploatacji

sierpień 1979 roku

Nadzór górniczy

Okręgowy Urząd Górniczy – Poznań

Nr MIDAS: 4804

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

1. Ryba, J., Sikorski, B. 1980. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Wysoka Kamieńska. Inw. 13095 CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centr. Urzędu Geologii z 10.04.1980 r., zn.: KZK/012/S/4101/80.

2. Zoła, K. 1996. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Wysoka Kamieńska. Dodatek nr 1. Inw. 739/97, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 11.03.1997 r., zn.: KZK/2/6652/96/97.

3. Nowak, J. 2004. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Wysoka Kamieńska. Dodatek nr 2 w kat. A. Inw. 1969/2004, Arch. CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z 10.11.2004 r., zn.: DG/kzk/EZD/489-7554/2004.

Zasoby:

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 2003):

- 450,00 tys. t ropy naftowej w kat. A
- 32,92 mln m³ gazu ziemnego w kat. A

Wydobywalne zasoby bilansowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 8,39 tys. t ropy naftowej w kat. A

- 2,19 mln m³ gazu ziemnego w kat. A

Zasoby przemysłowe według stanu na 31.12.2019 roku:

- 8,90 tys. t zasobów przemysłowych ropy naftowej w kat. A oraz 899,48 tys. t zasobów nieprzemysłowych ropy naftowej w kat. A

- brak zasobów przemysłowych gazu ziemnego, 67,81 mln m³ zasobów nieprzemysłowych gazu ziemn. w kat. A

Wydobycie w 2019 roku:

- 3,90 tys. t ropy naftowej w kat. A

- 0,28 mln m³ gazu ziemnego w kat. A

Budowa złoża:

Złoże ropy naftowej Wysoka Kamieńska (Fig. 4.18A) zostało odkryte w 1978 roku. Złoże występuje w centralnej części zrębu Wysokiej Kamieńskiej, ograniczonego uskokiemi o przebiegu NW-SE. Struktura Wysokiej Kamieńskiej ma amplitudę od kilkudziesięciu do ponad 100 m. Akumulacja ropy naftowej występuje na głębokości przekraczającej 3000 m w utworach dolomitu głównego (Fig. 4.18B). Złoże ma skomplikowaną budowę geologiczną: krzyżują się tutaj dwa regionalne kierunki tektoniczne, ujawnia się też skomplikowany układ facji dolomitu głównego.

Otwory zlokalizowane na złożu

(Fig. 4.18.A; stan na 2021 r.)

Nazwa otworu	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
W. KAMIEŃSKA 1	3069,0	perm górny
W. KAMIEŃSKA 4	3075,0	perm górny
W. KAMIEŃSKA 7	3039,0	perm górny
W. KAMIEŃSKA 8	3364,0	perm
W. KAMIEŃSKA 21	3063,0	perm
W. KAMIEŃSKA 22	3052,0	perm

Parametry złoża i parametry jakościowe

kopalin: dane zestawiono w Tab. 4.15.

Historia produkcji: dane zestawiono na

Fig. 4.16–4.17 i w Tab. 4.16–4.17.

Według informacji zawartych w dodatku nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża (Nowak, 2004) od sierpnia 1979 roku do dnia 31.12.2004 roku ze złoża wydobyto ogółem 366,624 tys. t ropy naftowej i 25,2853 mln m³ gazu ziemnego.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	-----	-----	18,130	MPa	pomiar z dnia 05.05.2001 r.
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	54,600	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-3060,70	m	
miąższość efektywna złoża	-----	-----	21,430	m	
nasycenie ropą	-----	-----	75,000	%	
porowatość	3,710	5,440	4,580	%	
przepuszczalność	0,010	298,350	10,210	mD	
stopień mineralizacji wody złożowej	-----	-----	332,000	g/l	
temperatura złoża	-----	-----	81,000	°C	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	—	Cl-Ca typ genetyczny wg Sulina; I Na-I Cl typ wody wg Cima- szewskiego
warunki produkowania	-----	-----	-----	—	mieszane: gaz rozpuszczony w ropie i częściowy napór wody z ograniczonej warstwy wodo- nośnej
współczynnik nasycenia wodą	-----	-----	0,250	—	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,330	—	
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	8,000	t/miesiąc	otwór Wysoka Kamieńska 21: 8 t na cykl, 30 cykli/mies.
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	8,000	t/miesiąc	otwór Wysoka Kamieńska 1: 8 t na cykl, 16 cykli/mies.
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	8,000	t/miesiąc	otwór Wysoka Kamieńska 7: 8 t na cykl, 30 cykli/mies.
wydajność dozwolona V_{dozw}	-----	-----	608,000	t/miesiąc	dla całego złoża
wykładnik gazowy	-----	-----	73,000	m ³ /t	
parametry jakościowe ropy naftowej (kopalina główna)					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
gęstość	-----	-----	0,856	g/cm ³	gęstość w temperaturze 20°C
lepkość	-----	-----	4,240	°E	lepkość w temperaturze 30°C
lepkość	-----	-----	30,330	cSt	lepkość w temperaturze 30°C
lepkość	-----	-----	27,160	cP	lepkość w temperaturze 30°C
temperatura płynięcia	-----	-----	24,000	°C	
zawartość chlorków	-----	-----	5,100	mg/dm ³	
zawartość parafiny	-----	-----	6,180	% wag.	wg PN-71/C-04105
zawartość siarki	-----	-----	0,330	% wag.	zawartość siarki całkowitej
zawartość wody	-----	-----	0,030	% wag.	
parametry jakościowe gazu ziemnego (kopalina towarzysząca)					
Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
gęstość	-----	-----	0,887	—	względem powietrza
liczba Wobbego	-----	-----	57,240	MJ/Nm ³	

wartość opałowa	-----	-----	49,160	MJ/Nm ³	wartość opałowa dolna czystego gazu
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	12,433	% obj.	
zawartość CH ₄	-----	-----	62,280	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	-----	-----	2,719	% obj.	
zawartość He	-----	-----	0,020	% obj.	
zawartość N ₂	-----	-----	5,470	% obj.	
zawartość siarkowodoru	-----	-----	0,050	% obj.	
zawartość węglowodorów	-----	-----	91,730	% obj.	
zawartość węgl. ciężkich C ₃₊	-----	-----	17,020	% obj.	
zawartość węgl. ciężkich C ₃₊	-----	-----	411,460	g/Nm ³	

Tab. 4.15. Parametry złoża ropy naftowej Wysoka Kamieńska i parametry jakościowe kopalin (MIDAS, 2021; według Nowaka, 2004).

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie ropy naftowej z wydobywalnych zasobów bilansowych w tys. t	
	kat. A+B	kat. C
2019/12/31	3,90	—
2018/12/31	3,81	—
2017/12/31	3,73	—
2016/12/31	3,83	—
2015/12/31	4,09	—
2014/12/31	4,13	—
2013/12/31	4,98	—
2012/12/31	5,13	—
2011/12/31	4,28	—
2010/12/31	5,38	—
2009/12/31	5,26	—
2008/12/31	5,30	—
2007/12/31	4,73	—
2006/12/31	5,37	—
2005/12/31	5,55	—
2004/12/31	5,53	—
2003/12/31	6,01	—
2002/12/31	6,66	—
2001/12/31	6,04	—
2000/12/31	6,30	—
1999/12/31	7,04	—
1998/12/31	6,92	—
1997/12/31	7,40	—
1996/12/31	7,76	—
1995/12/31	7,65	—
1994/12/31	—	8,22
1993/12/31	—	9,07
1992/12/31	—	14,41
1991/12/31	13,47	
1990/12/31	11,73	
1989/12/31	11,91	
1988/12/31	12,68	
1987/12/31	13,11	
1986/12/31	16,96	
1985/12/31	21,20	
1984/12/31	24,13	
1983/12/31	20,64	
1982/12/31	23,94	
1981/12/31	37,23	

1980/12/31	47,25
1979/12/31	18,89

Tab. 4.16. Historia wydobycia ropy naftowej (kopalina główna) w złożu Wysoka Kamińska (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalin w Polsce w wersji papierowej).

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z wydobywalnych zasobów bilansowych w mln m ³	
	kat. A+B	kat. C
2019/12/31	0,28	–
2018/12/31	0,28	–
2017/12/31	0,27	–
2016/12/31	0,28	–
2015/12/31	0,30	–
2014/12/31	0,31	–
2013/12/31	0,35	–
2012/12/31	0,36	–
2011/12/31	0,31	–
2010/12/31	0,39	–
2009/12/31	0,39	–
2008/12/31	0,39	–
2007/12/31	0,34	–
2006/12/31	–	–
2005/12/31	0,40	–
2004/12/31	0,42	–
2003/12/31	0,41	–
2002/12/31	0,52	–
2001/12/31	0,50	–
2000/12/31	0,51	–
1999/12/31	0,52	–
1998/12/31	0,52	–
1997/12/31	0,57	–
1996/12/31	0,61	–
1995/12/31	0,59	–
1994/12/31	–	0,61
1993/12/31	–	0,67
1992/12/31	–	1,14
1991/12/31	0,95	
1990/12/31	0,78	
1989/12/31	0,84	
1988/12/31	0,92	
1987/12/31	0,93	
1986/12/31	1,17	
1985/12/31	1,47	
1984/12/31	1,67	
1983/12/31	1,41	
1982/12/31	1,53	
1981/12/31	2,13	
1980/12/31	2,88	
1979/12/31	1,38	

Tab. 4.17. Historia wydobycia gazu ziemnego (kopalina towarzysząca) w złożu Wysoka Kamińska (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalin w Polsce w wersji papierowej).

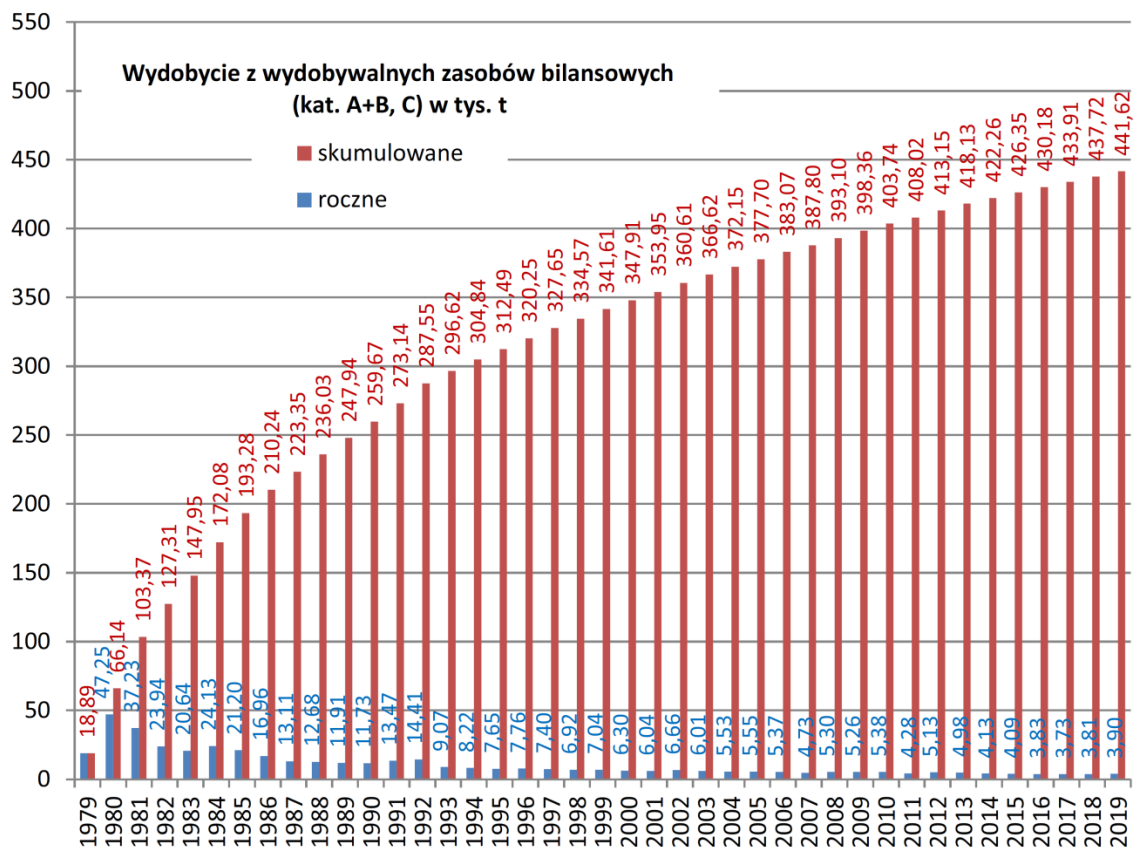


Fig. 4.16. Wykres wydobycia ropy naftowej (kopalina główna) w złożu Wysoka Kamińska (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

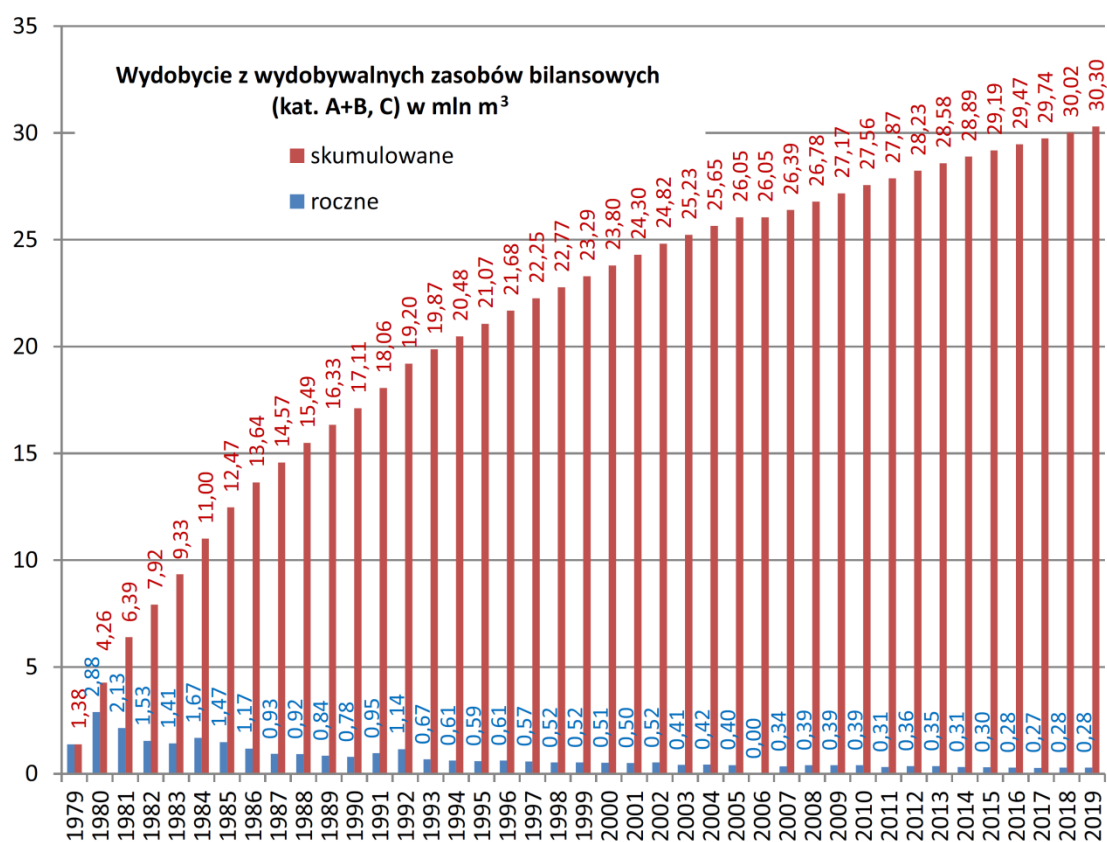


Fig. 4.17. Wykres wydobycia gazu ziemnego (kopalina towarzysząca) w złożu Wysoka Kamińska (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę; lata 1992-2019 według bazy MIDAS, 2021, wcześniejsze lata według bilansów złóż kopalni w Polsce w wersji papierowej).

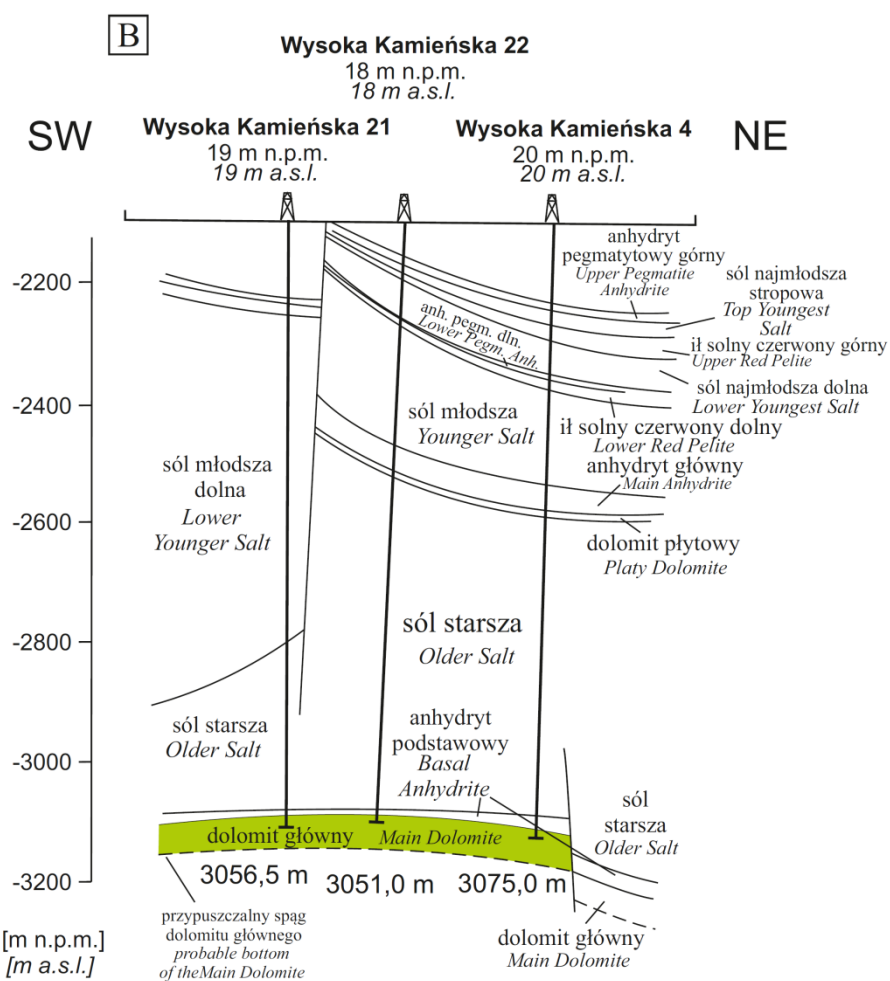
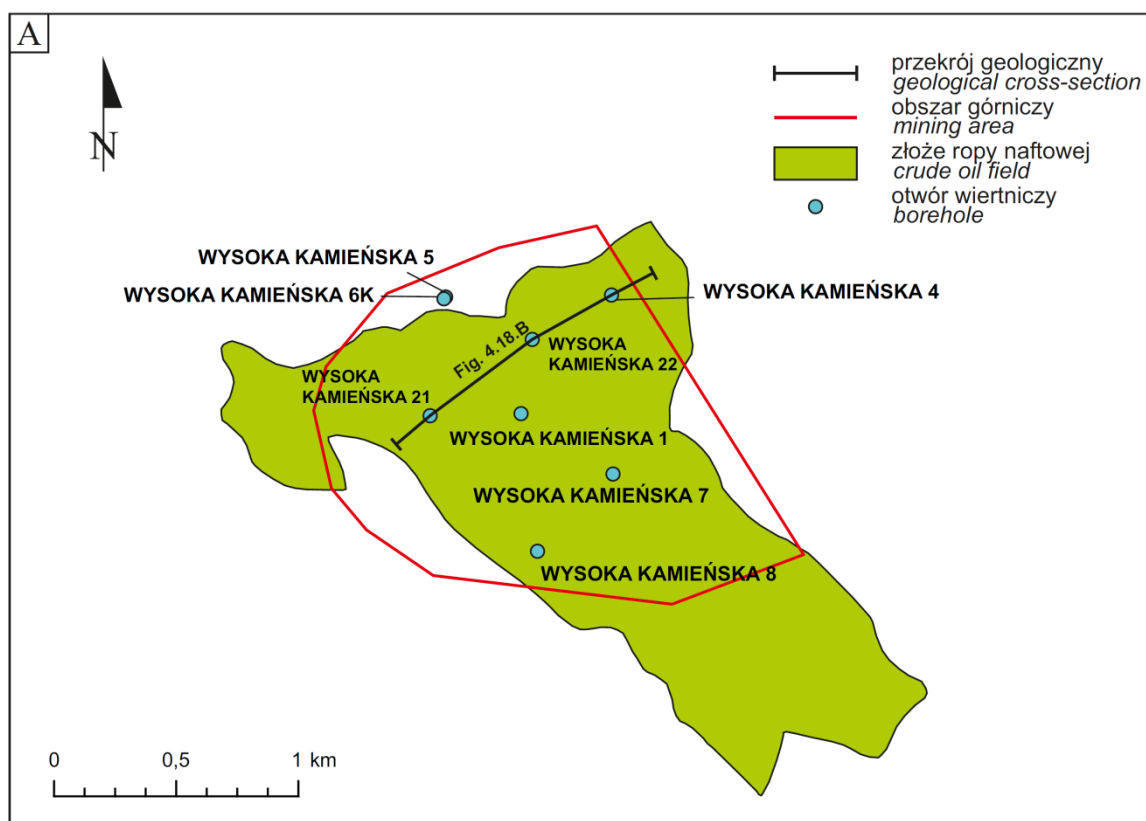


Fig. 4.18. A. Lokalizacja otworów wiertniczych na złożu ropy naftowej Wysoka Kamińska i w jego sąsiedztwie (na podstawie CBDG, 2021). **B.** Przekrój przez złożo ropy naftowej Wysoka Kamińska (na podstawie Zoły, 1996).

5. OTWORY WIERTNICZE

5.1. INFORMACJE OGÓLNE

Na obszarze przetargowym „Gryfice” znajduje się 40 głębokich otworów wiertniczych (Fig. 5.1), z których 35 nawierciło lub przewierciło horyzonty perspektywiczne (Tab. 5.1). Przykładowe profile dwóch z nich – otworów Laska 2 i Wrzosowo 1 – zilustrowano na Fig. 5.2. Z kolei otwory Dziwnów Józef, Gostyń IG-1, Kamień Pomorski, Mechowo IG-1 i Trzęsacz GT-1 nie przewierciły utworów triasu i, nie wnosząc nic do określenia perspektywiczności naftowej obszaru przetargowego „Gryfice”, nie zostaną tutaj uwzględnione.

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

Nazwa otworu	Rok wykonania	Właściciel informacji geologicznej	Koncesja (dla otworów wykonanych po 1994 r.)	Głębokość [m]	Stratygrafia na dnie
BENICE 1	1973	Skarb Państwa		3247,0	perm
BENICE 2	1974	Skarb Państwa		2916,0	perm
BENICE 3	1979	Skarb Państwa		2842,0	perm
BENICE 4K	1986	Skarb Państwa		2732,5	perm
BROJCE IG-1	1986	Skarb Państwa		4252,0	żywet
CHOMINO-1	2014	Skarb Państwa	Kaleń 28/2008/p	2750,0	perm górny
DOBROPOLE 1	1987	Skarb Państwa		2883,0	perm
DUSIN 1	1977	Skarb Państwa		2662,5	perm
GOSTYŃ 2	1982	Skarb Państwa		3447,0	westfal
GRYFICE 1	1979	Skarb Państwa		3367,0	perm
GRYFICE 2	1974	Skarb Państwa		3415,0	perm dolny
GRYFICE 3	1975	Skarb Państwa		3190,0	perm
JARSZEWO 1	1974	Skarb Państwa		2998,7	perm
KALEŃ 1	2000	PGNiG S.A.	Świerżno-Rybokarty 3/97/p	3232,0	karbon
KAMIEN POMORSKI 13	1973	Skarb Państwa		2672,0	perm
KAMIEN POMORSKI 3	1978	Skarb Państwa		2405,0	perm górny
KAMIEN POMORSKI 7	1974	Skarb Państwa		3410,0	westfal
LASKA 2	1980	Skarb Państwa		3583,0	wizen
REKOWO 1	1974	Skarb Państwa		2667,0	perm
REKOWO 2	1975	Skarb Państwa		3141,5	perm
REKOWO 3	1976	Skarb Państwa		2697,0	perm
REKOWO 4	1975	Skarb Państwa		2736,0	perm
REKOWO 6	1976	Skarb Państwa		2746,0	perm
SKARCHOWO 1	1976	Skarb Państwa		2667,0	perm
STRZEŻEWO 1	1978	Skarb Państwa		4521,0	żywet
ŚWIERŻNO 1	1973	Skarb Państwa		3103,0	perm
ŚWIERŻNO 2	1975	Skarb Państwa		2772,2	perm
ŚWIERŻNO 4	1975	Skarb Państwa		3238,5	famen
ŚWIERŻNO 5	1975	Skarb Państwa		2883,6	perm
ŚWIERŻNO 9	1975	Skarb Państwa		2774,7	perm
WRZOSOWO 1	1975	Skarb Państwa		3305,0	westfal
WRZOSOWO 2	1976	Skarb Państwa		3127,3	westfal
WRZOSOWO 3	1979	Skarb Państwa		3255,0	westfal
WRZOSOWO 8	1977	Skarb Państwa		3310,0	westfal
WRZOSOWO 9	1977	Skarb Państwa		3198,0	westfal

Tab. 5.1. Otwory wiertnicze o głębokości >500 m MD osiągające interwały perspektywiczne na obszarze przetargowym „Gryfice” wraz z wskazaniem roku wykonania, właściciela informacji geologicznej, koncesji, na której zostały wykonane (dotyczy otworów wykonanych po 1989 r.), głębokości końcowej i stratygrafii na dnie.

158

5.2. BENICE 1

Głębokość otworu: 3247,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1973

Rdzenie: 2635,0–3247,0 m, 107 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	28,0	kenozoik
28,0	120,0	jura środkowa
120,0	1018,0	jura dolna
1018,0	2374,0	trias
1018,0	1092,0	→formacja zagajska
1092,0	1235,0	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1235,0	1421,0	→wapień muszlowy
1421,0	1598,5	→formacja barwicka
1598,5	1867,5	→formacja polczyńska
1867,5	2055,5	→formacja pomorska
2055,5	2374,0	→formacja bałtycka
2374,0	3247,0	perm
2374,0	2428,5	→formacja rewalska
2428,5	2437,5	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2437,5	2449,5	→il solny czerwony górny T4b2
2449,5	2452,0	→sól rozdzielająca Na4b1
2452,0	2457,5	→il solny czerwony górny T4b1
2457,5	2475,5	→sól kam. najml. ilasta Na4ast
2475,5	2488,0	→sól kam. najml. górna Na4a2
2488,0	2490,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2490,0	2522,0	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2522,0	2522,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2522,5	2550,0	→il solny czerwony dolny T4a
2550,0	2584,5	→sól kam. młodsza górna Na3g
2584,5	2644,5	→anhydryt główny A3
2644,5	2652,5	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2652,5	2653,5	→anhydryt kryjący A2r
2653,5	2728,0	→sól kamienna starsza Na2
2728,0	2739,0	→anhydryt podstawowy A2
2739,0	2793,0	→dolomit główny Ca2
2793,0	3000,0	→anhydryt górny A1g
3000,0	3091,5	→sól kamienna najstarsza Na1
3091,5	3142,0	→anhydryt dolny A1d
3142,0	3150,0	→wapień cechsztyński Ca →łupek miedzionośny T1
3150,0	3247,0	→czerwony spągowiec

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Benice 1 (Wójcik i Burbulis, 1973) znajdują się wyniki analiz fizyko-chemicznych 92 próbek dolomitu głównego z interwału 2748,3–2792,8 m oraz 49 próbek czerwonego spągowca z interwału 3147,5–3166,6 m (Wójcik i Burbulis, 1973) wraz

z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności i zawartości bituminów (Tab. 5.2.) Ponadto wykonano 2 analizy gazu – z utworów dolomitu głównego oraz spągu cechsztynu i czerwonego spągowca (Tab. 5.3).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Benice 1 (Wójcik i Burbulis, 1973) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie krzywizny otworu (PK): 250–3240 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 15–3246 m,
- profilowanie potencjałów samoistnych (PS): 26–3246 m,
- standardowe profilowanie oporności (PO): 25–3246 m,
- sterowane profilowanie oporności (POst): 2290–3246 m,
- profilowanie oporności EL28 (PO): 25–3245 m,
- profilowanie gamma (PG): 11–3246 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 13–3246 m,
- profilowanie akustyczne amplitudy (PAa): 250–3245 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 235–3245 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (Pat1): 2617–3245 m.

Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości i pomiarów pionowego profilowania sejsmicznego w otworze Benice 1 (Nowak i Klecan, 1990) zawiera wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwójony Tx2: 20–3180 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–3180 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 126–3176 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 136–3191 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 96–3191 m,

- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 96–3191 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–3180 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płucze oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.4–5.5.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Nowak, E., Klecan, A. 1973. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w otworze Benice 1. B36 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wójcik, Z., Burbulis, H. 1973. Dokumentacja wynikowa otworu Benice 1. Inw. 118360, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Żurawek, E., Muszyński, M., Głowacki, E., Roman, S., Rydzewska, K. 1990. Korelacja i charakterystyka petrograficzno-zbiornikowa piaskowców śródsaksońskich na obszarze wału pomorskiego. Inw. 5108/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mD]	[%]
dolomit główny	92	0,07–7,81 (2,65)	b. słaba–0,265	0,0055–0,0409 (0,0186)
czerwony spągowiec	46	2,30–8,93 (4,39)	b. słaba–0,730	ślady

Tab. 5.2. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwału 2748,3–2792,8 m (dolomit główny) oraz 3147,5–3166,6 m (spąg cechsztynu, czerwony spągowiec) w otworze Benice 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Burbulis, 1973).

Stratygrafia	Interwał [m]	Metoda	Składniki	% obj.
dolomit główny	2775,0–2784,0	degazacja próby rdzeniowej	CH ₄	0,83
			C ₂ H ₆	0,27
			N ₂	98,49
			H ₂	0,41
spąg cechsztynu, czerwony spągowiec	3126,0–3169,1	pr. rurowy złoża	CH ₄	0,86
			CO ₂	0,13
			N ₂	98,56
			H ₂	0,45

Tab. 5.3. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Benice 1 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Burbulis, 1973).

Głębokość [m]		Stratygrafia	Objawy
od	do		
2739,5	2748,0	dolomit główny	punktowe ślady odgazowania oraz zapach H ₂ S
2748,0	2757,3		martwa ropa
2766,3	2775,0		kropłowe wycieki żywej żółtobrunatnej ropy

Tab. 5.4. Objawy węglowodorów w rdzeniach w otworze Benice 1 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Burbulis, 1973).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2738,0	anhydryt podstawowy, dolomit główny	pr. rurowy złoża	brak przypływu	–
2739,0		pr. rurowy złoża	brak przypływu	–
3126,0	anhydryt dolny	pr. rurowy złoża	słaby przyp. gazu niepalnego	–
3154,0	czerwony spągowiec	pr. rurowy złoża	brak przypływu	–

Tab. 5.5. Rezultaty prób złożowych w otworze Benice 1 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Burbulis, 1973).

5.3. BENICE 2

Głębokość otworu: 2916,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974

Rdzenie: 2833,0–2887,3 m, 19 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	54,0	kenozoik
54,0	189,0	jura środkowa
189,0	1103,0	jura dolna
1103,0	2504,0	trias
1103,0	1212,0	retyk
1212,0	1335,0	noryk
1335,0	1398,0	karnik
1335,0	1398,0	kajper
1389,0	1543,0	→wapień muszlowy
1543,0	1706,0	→formacja barwicka
1706,0	1997,0	→formacja polczyńska
1997,0	2180,0	→formacja pomorska
2180,0	2504,0	→formacja bałtycka
2504,0	2916,0	perm
2504,0	2554,0	→formacja rewalska
2554,0	2565,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2565,0	2595,5	→il solny czerwony górny
2595,5	2620,5	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2620,5	2621,5	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2621,5	2652,5	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2652,5	2654,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2654,0	2677,5	→il solny czerwony dolny T4a
2677,5	2731,0	→sól kam. młodsza górna Na3g
2731,0	2763,0	→anhydryt główny A3
2763,0	2767,5	→dolomit płytowy Ca3
2767,5	2770,0	→szary il solny T3
2767,5	2770,0	→anhydryt kryjący A2r
2770,0	2829,0	→sól kamienna starsza Na2
2770,0	2829,0	→sól potasowa starsza K2
2829,0	2836,0	→anhydryt podstawowy A2
2836,0	2881,0	→dolomit główny Ca2
2881,0	2916,0	→anhydryt górny A1g

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Benice 2 (Wójcik i Knitter, 1975a) znajdują się wyniki analiz mikrofaunistycznych 15 próbek z interwału 50,0–190,0 m, analiz petrograficzno-

chemiczna 31 próbek dolomitu głównego z interwału 2837,5–2882,0 m oraz analizy fizykochemiczne dla interwału 2835,5–2887,3 m (Tab. 5.6). Ponadto wykonano 4 analizy gazu (Tab. 5.7).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Benice 2 (Wójcik i Knitter, 1974a) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- profilowanie krzywizny otworu (PK): 100–2900 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 106–2907 m,
- profilowanie potencjałów samoistnych (PS): 106–2907 m,
- standardowe profilowanie oporności (PO): 106–2907 m,
- sterowane profilowanie oporności (POst): 2486–2907 m,
- profilowanie gamma (PG): 10–2907 m,
- profilowanie neutron–gamma (PNG): 10–2907 m,
- profilowanie akustyczne amplitudy (PAa): 108–2907 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 108–2907 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (Pat1): 108–2907 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.8–5.9.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Wójcik, Z., Knitter, K. 1975a. Dokumentacja wynikowa otworu Benice 2. Inw. 120905, Arch. CAG PIG, Warszawa

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mD]	[%]
dolomit główny	92	0,07–10,25 (3,00)	b. słaba–1,786	0,009–0,062 (0,021)

Tab. 5.6. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwału 2835,5–2887,3 m w otworze Benice 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975a).

Stratygrafia	Interwał [m]	Metoda	Składniki	% obj.
trias	2168,0–2198,0	gaz rozpuszczony w solance	CH ₄	0,07
			O ₂	0,07
			N ₂	92,95
			H ₂	6,98
anhydryt podstawowy, dolomit główny	2833,5–2838,5	degazacja rdzenia	CH ₄	ślady
			CO ₂	ślady
			N ₂	79,61
			O ₂	20,3
dolomit główny	2852,0–2854,6	degazacja rdzenia	CH ₄	11,61
			C ₂ H ₆	3,12
			C ₃ H ₈	1,9
			C ₄ H ₁₀	0,09
			n-C ₄ H ₁₀	0,48
			CO ₂	0,37
			N ₂	81,85
			H ₂	0,58
dolomit główny	2867,8–2870,8	degazacja rdzenia	CH ₄	8,06
			C ₂ H ₆	0,61
			C ₃ H ₈	ślady
			CO ₂	1,54
			N ₂	89,79

Tab. 5.7. Rezultaty analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Benice 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975a).

Głębokość [m]		Stratygrafia	Objawy
od	do		
2844,6	2847,6	dolomit główny	punktowe ślady gazu
2852,0	2854,6		punktowe ślady gazu
2870,8	2875,8		punktowe ślady gazu

Tab. 5.8. Objawy węglowodorów w otworze Benice 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1974).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2835,0–2916,0	anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	brak przypływu	–

Tab. 5.9. Rezultaty prób złożowych w otworze Benice 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975a).

5.4. BENICE 3

Głębokość otworu: 2842,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1979

Rdzenie: 2730,5–2842,0 m, 20 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	18,0	kenozoik
18,0	130,0	jura środkowa
130,0	1034,0	jura dolna
1034,0	2367,5	trias
1034,0	1264,0	→ <i>kajper</i>
1264,0	1413,0	→ <i>wapień muszlowy</i>
1413,0	1579,0	→ <i>formacja barwicka</i>
1579,0	1864,0	→ <i>formacja polczyńska</i>
1864,0	2045,0	→ <i>formacja pomorska</i>
2045,0	2367,5	→ <i>formacja bałtycka</i>
2367,5	2842,0	perm
2367,5	2413,5	→ <i>formacja rewalska</i>
2413,5	2422,5	→ <i>sól kam. najml. stropowa Na4b2</i>
2422,5	2436,0	→ <i>il solny czerwony górny T4b1</i>
2436,0	2469,5	→ <i>sól kam. najml. grn. ilasta Na4a2t</i>
2469,5	2470,5	→ <i>anh. pegmatytowy górny A4a2</i>
2470,5	2500,5	→ <i>sól kam. najmłodsza dolna Na4a1</i>
2500,5	2501,5	→ <i>anh. pegmatytowy dolny A4a1</i>
2501,5	2503,5	→ <i>sól kamienna najmłodsza Na4a</i>
2503,5	2532,0	→ <i>il solny czerwony dolny T4a</i>
2532,0	2620,0	→ <i>sól kamienna młodsza Na3</i>
2620,0	2642,0	→ <i>anhydryt główny A3</i>
2642,0	2649,0	→ <i>dolomit płytowy Ca3</i>
2649,0	2650,5	→ <i>szary il solny T3</i>
2650,5	2655,0	→ <i>anhydryt kryjący A2r</i>
2655,0	2664,5	→ <i>sól kam. starsza kryjąca Na2r</i>
2664,5	2726,0	→ <i>sól potasowa starsza K2</i>
2726,0	2731,0	→ <i>sól kamienna starsza Na2</i>
2731,0	2805,0	→ <i>anhydryt podstawowy A2</i>
2805,0	2842,0	→ <i>dolomit główny Ca2</i>
2805,0	2842,0	→ <i>anhydryt górny A1g</i>

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Benice 3 (Ryba i Szewc, 1980) znajdują się wyniki analiz petrograficznych 71 próbek dolomitu głównego, 32 sześciokładnikowe analizy chemiczne oraz 49 analiz rentgenowskich z interwału 2730,8–2816,2 m. Ponadto przeprowadzono badania porowatości, przepuszczalności i zawartości bituminów 163 próbek rdzeni z interwału 2730,5–2824,0 m (dla 8 próbek wykonano rozdział grupowo-węglowodorowy) oraz wykonano 3 analizy gazu i 2 analizy wód złożowych (Tab. 5.10–5.12).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Benice 3 (Janusz i Szewc, 1980) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- profilowanie krzywizny otworu (PK): 5–2815 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 155–2815 m,
- profilowanie potencjałów samoistnych (PS): 155–2340 m,
- standardowe profilowanie oporności (PO): 155–2815 m,
- sterowane profilowanie oporności (POst): 2335–2815 m,
- sterowane profilowanie oporności (log-POst): 2335–2815 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2730–2815 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (logmPOst): 2730–2815 m,
- profilowanie gamma (PG): 15–1810 m,
- profilowanie neutron–gamma (PNG): 15–2810 m,
- profilowanie neutron–gamma (logPNG): 2300–2815 m,
- profilowanie akustyczne amplitudy (PAa): 250–3245 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 1250–2820 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (Pat1): 1250–2820 m,
- profilowanie czasu akustycznego T2 (Pat2): 1250–2820 m,
- profilowanie gazowe (PGaz): 161–2842 m.

Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Benice 3 (Nowak i Walasek, 1979) zawiera wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2400 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2400 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 915–2415 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 1170–2415 m,

- o profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 810–2400 m,
- o profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 810–2415 m,
- o profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20– 2400 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.13–5.14.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Nowak, E., Walasek, B. 1985. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Benice 3. 1979. B37 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Ryba, J., Szewc, A. 1980. Dokumentacja wynikowa otworu Benice-3. Inw. 125368, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mD]	[%]
anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	163	0,06–12,78 (3,30)	0,01–185,1	0–0,151 (0,019)

Tab. 5.10. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwału 2730,5–2824,0 m w otworze Benice 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975).

Stratygrafia	Interwał [m]	Metoda	Składniki	% obj.
dolomit główny	2731,5–2804,5	pr. rurowy złoża	CH ₄	31,9581
			C ₂ H ₆	1,2414
			C ₃ H ₈	0,2564
			C ₄ H ₁₀	0,1139
			C ₅ H ₁₂	0,0686
			C ₆ H ₁₄	0,0289
			He	ślady
			N ₂	12,4205
			H ₂ S	46,6693
			H ₂	1,2426
dolomit główny	2731,5–2804,5	pr. rurowy złoża	CH ₄	39,0811
			C ₂ H ₆	0,9385
			C ₃ H ₈	0,2036
			C ₄ H ₁₀	0,1051
			C ₅ H ₁₂	0,0524
			C ₆ H ₁₄	0,0329
			He	ślady
			N ₂	13,1038
			H ₂ S	44,8514
			H ₂	1,6308
anhydryt podstawowy, dolomit główny	2730,5– 2750,0	degazacja rdzenia	CH ₄	24,5139
			C ₂ H ₆	4,7957
			C ₃ H ₈	2,4133
			C ₄ H ₁₀	1,5074
			C ₅ H ₁₂	0,4111
			C ₆ H ₁₄	0,1355
			N ₂	66,0898
			H ₂	0,1332

Tab. 5.11. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Benice 3 według dokumentacji wynikowej (Janusz i Szewc, 1980).

Stratygrafia	Interwał [m]	Metoda	Składniki	g/l
dolomit główny	2731,5– 2804,5	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	195,3917
			Br ⁻	2,1205
			HCO ₃ ⁻	1,5372
			SiO ₃ ²⁻	brak
			SiO ₄ ²⁻	1,5269
			NH ₄ ⁺	0,575
			Ca ²⁺	5,1896
			Mg ²⁺	11,5054
			Na/K ⁺	100,1947

Tab. 5.12. Rezultaty analiz wód złożowych w otworze Benice 3 według dokumentacji wynikowej (Janusz i Szewc, 1980).

Głębokość [m]		Stratygrafia	Objawy
od	do		
2251,5	2280,0	trias górny	0,2–2,1% węglowodorów w płuczce
2340,0	2374,0	trias dolny	ślady węglowodorów w płuczce
2770,0		dolomit główny	wypływ płuczki z siarkowodorem

Tab. 5.13. Objawy węglowodorów w płuczce w otworze Benice 3 według dokumentacji wynikowej (Janusz i Szewc, 1980).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2731,5–2804,5	dolomit główny	pr. rurowy złoża	przypływ zgazowanej wody złożowej z dużą ilością siarkowodoru	0,69

Tab. 5.14. Rezultaty prób złożowych w otworze Benice 3 według dokumentacji wynikowej (Janusz i Szewc, 1980).

5.5. BENICE 4K

Głębokość otworu: 2752,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1986

Rdzenie: 2541,0–2714,0 m, 95 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	19,5	kenozoik
19,5	397,0	jura środkowa
397,0	1504,0	jura dolna
1504,0	2234,5	trias
2234,5	2752,0	perm
2334,5	2244,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2244,0	2263,5	→il solny czerwony górny T4b2
2263,5	2324,5	→sól kam. najml. grn. ilasta Na4a1
2324,5	2325,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2325,5	2364,5	→il solny czerwony dolny T4a
2364,5	2424,0	→sól kamienna młodsza Na3
2424,0	2540,5	→anhydryt główny A3
2540,5	2543,0	→dolomit płytowy Ca3
2543,0	2546,5	→szary il solny T3
2546,5	2550,5	→anhydryt kryjący A2r
2550,5	2606,0	→sól potasowa starsza K2

		→sól kamienna starsza Na2
2606,0	2611,5	→anhydryt podstawowy A2
2611,5	2688,5	→dolomit główny Ca2
2688,5	2752,0	→anhydryt górny A1g

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Benice 4K (Lech i Sikorska-Piekut, 1987) znajdują się wyniki analiz petrolitologicznych dolomitu głównego. Ponadto wykonano analizy fizykochemiczne 6 prób rdzeni dolomitu płytowego oraz 154 prób rdzeni dolomitu głównego (dla 7 próbek wykonano rozdział grupowo-węglowodorowy; Tab. 5.15). Zamieszczono także 3 analizy gazu i 1 analizę wód złożowych (Tab. 5.16–5.17).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Benice 4K (Lech i Sikorska-Piekut, 1987) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie krzywizny otworu (PK): 0–2725 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 170–2735 m,
- profilowanie potencjałów samoistnych (PS): 177–2731 m,
- standardowe profilowanie oporności (PO): 177–2731 m,
- sterowane profilowanie oporności (POst): 1696–2400 m,
- sterowane profilowanie oporności (log-POst): 1696–2731 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2395–2731 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (logmPOst): 2395–2731 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 175–2731 m,
- profilowanie gamma (PG): 3–2733 m,
- profilowanie gamma–gamma gęstościowe (GGDN): 1682–2732 m,
- profilowanie neutron–gamma (PNG): 3–2733 m,
- profilowanie neutron–gamma (logPNG): 1682–2732 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 1682–2745 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (Pat1): 1682–2732 m,
- profilowanie czasu akustycznego T2 (Pat2): 2370–2732 m,
- profilowanie gazowe (PGaz): 260–2752 m,
- profilowanie temperatury (TEMP): 2570–2731 m.

Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Benice 4K (Brzeżański, 1986a) zawiera wyniki pomiarów wykonanych w na-

stępującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2700 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2700 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 65–2712 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 35–2712 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 35–2712 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 35–2712 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–2700 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.18–5.19.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Brzeżański, A. 1986a. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Benice 4K. B38 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Klecan, A. 1986. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie reinterpretacja z uwzględnieniem krzywizny otworu Benice-4K. B39 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Lech, I., Sikorska-Piekut, W. 1987. Dokumentacja wynikowa otworu Benice 4K. Inw. 129796, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[nm ²]	[%]
dolomit płytowy	6	0,40–12,93 (8,22)	11	0,008–0,023 (0,014)
dolomit główny	154	0,07–22,52 (3,70)	1–2003 (83)	0,0006–0,033 (0,015)

Tab. 5.15. Wyniki badań petrofizycznych próbek z otworu Benice 4K na podstawie dokumentacji wynikowej (Lech i Sikorska-Piekut, 1987).

Stratygrafia	Interwał [m]	Metoda	Składniki	% obj.
dolomit główny		z aparatury gazowej	CH ₄	83,75
			C ₂ H ₆	2,80
			C ₃ H ₈	–
			N ₂	8,66
			H ₂ S	brak
			He	brak
			H ₂	4,79
dolomit główny		gaz rozpuszczony w płuczce	CH ₄	48,75
			C ₂ H ₆	6,44
			C ₃ H ₈	2,67
			N ₂	37,51
			H ₂	4,63
dolomit główny, anhydryt górny	2658,5–2696,0	pr. rurowy złoża	CH ₄	73,74
			C ₂ H ₆	3,68
			C ₃ H ₈	1,98
			C ₄ H ₁₀	0,015
			N ₂	17,88
			H ₂ S	brak
			He	0,30
			H ₂	2,41

Tab. 5.16. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Benice 4K według dokumentacji wynikowej (Lech i Sikorska-Piekut, 1987).

Stratygrafia	Interwał [m]	Metoda	Składniki	g/l
dolomit główny	2658,5–2696,0		Cl ⁻	198,0065
			Br ⁻	1,2787
			HCO ₃ ⁻	2,8670
			SiO ₄ ²⁻	0,7984
			NH ₄ ⁺	0,9750
			Al/Fe ³⁺	0,0727
			Ca ²⁺	5,4355
			Mg ²⁺	11,1309
			Na/K ⁺	101,6261

Tab. 5.17. Wyniki analiz wód złożowych w otworze Benice 4K według dokumentacji wynikowej (Lech i Sikorska-Piekut, 1987).

Głębokość [m]		Stratygrafia	Objawy
od	do		
2630,7	2696,0	dolomit główny, anhydryt górny	punktowe ślady ropy naftowej w rdzeniach

Tab. 5.18. Objawy węglowodorów w rdzeniach w otworze Benice 4K według dokumentacji wynikowej (Lech i Sikorska-Piekut, 1987).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
1856,0–1863,0	kajper	pr. rurowy złoża	brak przypływu	–
2630,9–2660,0	dolomit główny	pr. rurowy złoża	brak przypływu	–
2658,5–2696,0	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	solanka zgazowana gazem palnym/ siarkowodorem	0,41

Tab. 5.19. Rezultaty prób złożowych w otworze Benice 4K według dokumentacji wynikowej (Lech i Sikorska-Piekut, 1987).

5.6. BROJCE IG-1

Głębokość otworu: 4252,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1986

Rdzenie: 400,0–2926,0 m, 481 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Leszczach.

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	31,0	kenozoik
31,0	350,0	jura środkowa
350,0	1156,0	jura dolna
1156,0	2853,0	trias
1156,0	1248,0	→warstwy wielichowskie
1248,0	1444,0	→warstwy zbąszynieckie →warstwy jarkowskie
1440,0	1460,0	→warstwy gipsowe górne
1460,0	1522,0	→piaskowiec trzciny
1522,0	1675,0	→warstwy gipsowe dolne
1675,0	1784,0	→kajper dolny
1784,0	1921,0	→wapień muszlowy
1421,0	2076,5	→formacja barwicka
1598,5	2357,0	→formacja polczyńska
1867,5	2550,0	→formacja pomorska
2055,5	2853,0	→formacja bałtycka
2853,0	3674,5	perm
2853,0	2912,5	→formacja rewalska
2912,5	2917,5	→podcyklotem PZ4c
2917,5	2932,5	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2932,5	2945,0	→il solny czerwony górny T4b2
2945,0	2950,5	→sól rozdzielająca Na4b1
2950,5	2955,0	→il solny czerwony górny T4b1
2955,0	2978,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2978,0	2978,5	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2978,5	3007,5	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
3007,5	3008,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
3008,5	3010,0	→sól podścielająca Na4a0
3010,0	3028,5	→il solny czerwony dolny T4a
3028,5	3080,0	→sól kamienna młodsza Na3
3080,0	3106,0	→anhidryt główny A3
3106,0	3109,0	→dolomit płytowy Ca3
3109,0	3112,5	→il solny szary T3
3112,5	3114,0	→anhidryt kryjący A2r
3114,0	3120,0	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
3120,0	3141,0	→sól potasowa starsza K2
3141,0	3235,0	→sól kamienna starsza Na2 →sól potasowa starsza K2
3235,0	3243,5	→dolomit główny Ca2
3243,5	3460,0	→anhidryt górny A1g
3460,0	3542,5	→sól kamienna najstarsza Na1
3542,5	3601,0	→anhidryt dolny A1d
3601,0	3609,5	→łupek miedzionośny T1 →wapień cechstyński Ca1
3609,5	3674,5	→czerwony spągowiec
3674,5	4025,0	fran
4025,0	4252,0	żywet

Wyniki badań skał:

Dokumentacja wynikowa otworu Brojce IG-1 (Żelichowski, 1986) zawiera wyniki badań własności fizykochemicznych 809 próbek skał z całego profilu, przy czym dla 145 próbek wykonano pomiary gęstości, porowatości i przepuszczalności (ich podsumowanie zamieszczono w Tab. 5.20), a także wyniki badań refleksyjności wityritu 10 próbek (Tab. 5.21). Wykonano także 6 analiz gazu i 4 analizy wody złożowej (Tab. 5.22). W dokumentacji znajdują się także opracowania petrograficzne skał dewonu (36 płytek cienkich), skał wulkanicznych czerwonego spągowca (15 płytek cienkich), skał klastycznych czerwonego spągowca, a także analiza petrograficzna skał węglanowych cechsztynu (71 płytek cienkich) i wyniki badań paleontologicznych. W dodatku o dokumentacji wynikowej (Rzepkowska, 1988) znajdują się ponadto wyniki analiz geochemicznych bituminów i materii organicznej 47 próbek z interwału 409,0–4252,0 m.

Ponadto, w dokumentacjach Grotek i Klimuszko (1995) oraz Kiersnowskiego i Poprawy (2010) znajdują się wyniki badań materii organicznej skał dewonu i jury, podsumowane w Tab. 5.23.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Brojce IG-1 (Żelichowski, 1986) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wszystkich profilowań w CBDG są dostępne pliki LAS):

- profilowanie krzywizny otworu (PK): 0–4225 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 0–4234,5 m,
- profilowanie potencjałów samoistnych (PS): 8–4232 m,
- standardowe profilowanie oporności (PO): 8–4230 m,
- profilowanie oporności sonda gradientową (POg): 8–3562 m,
- profilowanie oporności sonda potencjałową (POp): 8–3562 m,
- profilowanie oporności płuczki (POpl): 2425–2920 m,

- sterowane profilowanie oporności (POst): 2917–4229,5 m,
- sterowane profilowanie oporności (logPOst): 2917–4230 m,
- profilowanie oporności EL02 (PO): 2–2921 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 4–4230 m,
- profilowanie oporności EL09 (PO): 5–4232 m,
- profilowanie oporności EL18 (PO): 9–4230 m,
- profilowanie oporności EL26(PO): 10–4230 m,
- profilowanie oporności E10 (PO): 7–4232 m,
- profilowanie oporności EN16 (PO): 1–2917 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (logmPOst): 3000–4230 m,
- profilowanie gamma (PG): 0–4232 m,
- profilowanie gamma–gamma gęstościowe (GGDN): 290–4232 m,
- profilowanie neutron–gamma (PNG): 0–4232 m,
- profilowanie neutron–gamma (logPNG): 268–4232 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwału (PAst): 250–4232 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (Pat1): 250–3960 m,
- pomiar akustyczny stanu zacementowania rur okładzinowych (Pac): 90–3562 m,
- profilowanie ekscentryczności (PEksc): 3564–4130 m,
- profilowanie temperatury (TEMP): 2570–2731 m,
- profilowanie temperatury przy nieust. równowadze term, (PTn): 1800–1900 m,
- profilowanie temperatury przy ustalonej równowadze term, (PTn): 1–4153 m.

Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Brojce IG-1” (Brzeżański, 1986b), zawiera z kolei wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (również dla nich w CBDG dostępne są pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–4180 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–4180 m,

- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 56–4196 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 11–4196 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 56–4196 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 11–4196 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–4180 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.24–5.25.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Brzeżański, A. 1986b. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Brojce IG-1. B215 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Grotek, I., Klimuszko, E. 1995. Komputeryzacja i podsumowanie wyników badań geochemicznych, substancji organicznej, bituminów i węglowodorów na Niżu Polskim. Inw. 1497/96, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Kiersnowski, H., Poprawa, P. 2010. Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego - etap I. Inw. 2439/2011, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Nawrocki, J., Grabowski, J. 1988. Analiza litofacjalnych i paleogeograficznych podstaw poszukiwań nagromadzeń węglowodorów w utworach permu. Wyniki badań paleomagnetycznych utworów permu i najniższego triasu z otworów wiertniczych Brojce IG-1, Mszczonów IG-1 i Piła IG-1. Inw. 308/92, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Rzepkowska, Z. 1988. Dodatek nr 2 do dokumentacji wynikowej otworu badawczego Brojce IG-1. Inw. 4273/2016, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Żelichowski, A. (red.). 1986. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Brojce IG-1. Inw. 129772, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Porowatość [%]		Przepuszczalność [mD]	
		całkowita	efektywna	horyzontalna	wertykalna
2864,1	formacja rewalska	4,15	1,12	0,1	0,1
2869,0		3,38	1,11	0,1	0,1
2872,5		4,89	2,21	0,1	0,1
2876,1		2,23	0,86	0,15	0,1
2880,0		3,39	1,6	0,1	0,1
2883,7		1,85	0,45	0,1	0,1
2888,2		4,15	1,76	0,1	0,1
2891,9		4,53	2,41	0,1	0,1
2894,4		4,89	2,7	0,1	0,1
2898,8		2,99	0,66	0,1	0,1
2901,7		4,53	1,72	0,1	0,1
2906,4		3,39	1,18	0,1	0,1
2907,9		4,89	3,37		0,1
2910,8		7,41	6,66		
3107,6	dolomit płytowy	1,34	0,49	0,1	0,1
3113,6	sól kamienna starsza kryjąca	1,02	0,5	0,1	0,1
3114,6		0,68	0,49	0,1	0,1
3115,4		2,62	1,36	0,1	0,1
3116,0		3,77	2,05	2,3	2,1
3116,5		7,01	6,49	0,25	0,2
3117,0		3,7	1,43	0,1	0,1
3117,5		1,49	0,67	0,1	0,1
3119,1		5,94	5,62		
3119,6		7,83	7,02		
3120,2	sól potasowa starsza	0,67	0,25	0,1	0,1
3120,9		1,75	0,24	0,25	0,1
3247,4	anhydryt górny	1,07	0,71	0,1	0,1
3248,0		1,8	0,7	0,1	0,1
3248,5		1,43	0,58	0,1	0,1
3249,1		2,16	0,91	0,1	0,1
3251,5		0,69	0,26	0,1	0,1
3252,6		0,69	0,45	0,1	0,1
3255,3		1,01	0,26	0,1	0,1
3258,1		0,67	0,27	0,1	0,1
3265,8	sól kamienna najstarsza	0,67	0,14	0,1	0,1
3270,8		0,34	0,14	0,1	0,1
3273,8		0,67	0,27	0,1	0,1
3587,5	anhydryt dolny	1,04	0,41	0,1	0,1
3588,2		0,69	0,2	0,1	0,1
3590,4		0,67	0,35	0,1	0,1
3603,0	wapień cechsztyński/łupek miedzionośny	0,73	0,13	0,1	0,1
3608,6		1,49	0,74	0,1	0,1
3609,5	czerwony spągowiec	1,11	0,47	0,1	0,1
3611,5		1,49	0,54	0,1	0,1
3612,3		1,48	0,54	0,1	0,1
3615,4		1,49	0,67	0,1	0,1
3619,5		1,5	0,61	0,1	0,1
3623,4		3,33	1,57	0,1	0,1
3628,1		0,74	0,6	0,1	0,1
3635,1		3,3	2,43	0,1	0,1
3637,5		2,6	1,49	0,1	0,1
3640,6		1,15	0,59	0,1	0,1
3641,3		2,98	2,61	0,1	0,1
3666,6		1,11	0,6	0,1	0,1
3723,3	fran	1,8	1,32		
3724,4		1,1	0,71		
3756,1		1,84	1,02		
3787,3		1,08	0,3		

3790,3		0,79	0,22		
3823,4		1,08	0,37		
3828,0		1,4	0,78		
3879,5		1,45	0,27	0,1	0,1
3881,5		1,81	0,27	0,1	0,1
3913,5		1,81	0,68		
3917,5		2,19	0,69	0,1	0,1
3961,3		1,79	0,54		
3966,0		1,08	0,34		0,1
3993,2		1,08	0,44		
3996,2		1,78	0,38	0,1	0,1
4034,1	żywet	2,17	0,82	0,1	0,1
4035,8		1,08	0,56		
4085,8		1,83	0,44	0,1	
4089,5		1,78	0,14	0,1	0,1
4092,5		1,07	0,35		
4096,6		1,8	0,21	0,1	0,1
4098,5		1,08	0,37	0,1	
4136,1		1,06	0,39	0,1	0,1
4143,4		1,08	0,51		
4179,4		1,45	0,42	0,1	0,1
4188,4		1,8	0,55		
4195,0		1,46	0,42	0,1	0,1
4219,5		1,09	0,31	0,1	0,1
4225,5		1,44	0,8		
4233,4		1,8	0,31		
4235,5		1,8	0,6		

Tab. 5.20. Wyniki badań petrofizycznych próbek paleozoicznych z otworu Brojce IG-1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Żelichowski, 1986).

Głębokość [m]	Stratygrafia	VRo [%]		
		min	max	średnia
3756,7	dewon	1,5	1,85	1,8
3828,5		1,6	1,9	1,8
4034,1		1,75	2,0	1,8
4035,7		1,3	1,85	1,65

Tab. 5.21. Wyniki badań refleksyjności witrynu próbek paleozoicznych z otworu Brojce IG-1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Żelichowski, 1986).

Interwał [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
858,0–890,0	jura	z przewodu nad próbnikiem	CH ₄	11,67
			C ₂ H ₆	0,01
			CO ₂	11,26
			N ₂	76,51
			He	0,03
			Ar	0,08
1459,0–1481,0	trias	z przewodu nad próbnikiem	CH ₄	0,27
			C ₂ H ₆	0,01
			CO ₂	17,36
			N ₂	81,07
			He	0,03
			H ₂	1,14
1938,0–1960,0	trias	z przewodu nad próbnikiem	Ar	0,07
			CH ₄	0,44
			C ₂ H ₆	0,01
			CO ₂	2,76
			N ₂	96,64
			H ₂ S	-
			He	0,04
			H ₂	-

			Ar	0,05
2542,0–2526,0	trias	z przewodu nad próbnikiem	CH ₄	5,06
			C ₂ H ₆	0,08
			C ₃ H ₈	0,02
			CO ₂	0,46
			N ₂	73,94
			H ₂ S	-
			He	0,9
			H ₂	4,02
			Ar	0,02
3248,0–3274,0	anhydrit górny	gaz z płuczki	CH ₄	0,1
			C ₂ H ₆	0,04
			C ₃ H ₈	ślady
			CO ₂	10
			N ₂	73,94
			H ₂	14,87
3596,0–3642,0	spąg cechsztynu	gaz z płuczki	CH ₄	0,67
			C ₂ H ₆	0,1
			C ₃ H ₈	ślady
			CO ₂	0,24
			N ₂	85,38
			H ₂	12,59
			Ar	0,95

Tab. 5.22. Wyniki analiz gazu w otworze Brojce IG-1 według dokumentacji wynikowej (Żelichowski, 1986).

Stratygrafia	Ilość pomiarów	S1 min-max	S3 min-max	Tmax min-max	HI min-max	OI min-max	PI min-max	TOC min-max
		[mgHC/ gSkaly]	[mgCO ₂ / gSkaly]	[°C]	[mgHC/ gTOC]	[mgCO ₂ / gTOC]	[mgHC/ gSkaly]	[% wag.]
jura	4							0,2–1,8
dewon	3	0,02–0,57	0,04–0,63	450–471	27–48	10–87	0,17–0,62	0,27–0,72

Tab. 5.23. Podsumowanie wyników badań pirolitycznych przeprowadzonych w otworze Brojce IG-1 w utworach dewonu i jury (Grotek i Klimuszko, 1995; Kiersnowski i Poprawa, 2010).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
3247,4–3255,0	anhydrit górny	nieliczne plamy ropy i pęcherzyki gazu

Tab. 5.24. Objawy węglowodorów w otworze Brojce IG-1 według dokumentacji wynikowej (Żelichowski, 1986).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
858,0–890,0	jura	pr. rurowy złoża (po zakończeniu)	solanka	23,6
1459,0–1481,0	kajper	pr. rurowy złoża (po zakończeniu)	solanka	1,93
1938,0–1960,0	ret	pr. rurowy złoża (po zakończeniu)	solanka	12,7
2526,0–2542,0	pstry piaskowiec	pr. rurowy złoża (po zakończeniu)	solanka słabo zgazowana gazem niepalnym	5,69
3248,0–3274	anhydrit górny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	–
3596,0–3642,0	czerwony spągowiec	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	–

Tab. 5.25. Rezultaty prób złożowych wykonanych w otworze Brojce IG-1 według dokumentacji wynikowej (Żelichowski, 1986).

5.7. CHOMINO 1

Głębokość otworu: 2752,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 2014

Rdzenie: 2606,0–2722,0 m, 54 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	46,5	kenozoik
46,5	1055,0	jura
1055,0	2331,0	trias
1055,0	1100,0	→retyk
1100,0	1230,0	→kajper
1230,0	1391,5	→wapień muszlowy
1391,5	1529,5	→ret
1529,5	2331,0	→pstry piaskowiec
2331,0	2752,0	perm
2331,0	2335,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2335,0	2347,0	→il solny czerwony górny T4b1
2347,0	2392,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2392,0	2393,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2393,0	2407,0	→il solny czerwony dolny T4a
2407,0	2557,5	→sól kamienna młodsza grn. Na3g
2557,5	2592,5	→anhydryt środkowy
2592,5	2605,5	→sól kamienna młodsza dolna Na3d
2605,5	2619,0	→anhydryt główny A3
2619,0	2622,0	→dolomit płytowy Ca3
2622,0	2623,0	→il solny szary T3
2623,0	2624,5	→anhydryt kryjący A2r
2624,5	2682,5	→sól starsza Na2
2682,5	2688,5	→anhydryt podstawowy A2
2688,5	2728,0	→dolomit główny Ca2
2728,0	2752,0	→anhydryt górny A1g

Wyniki badań skał:

Dokumentacja geologiczna likwidacji odwiertu poszukiwawczego Chomino 1 (Sikorska-Piekut i Chruścińska, 2014) oraz dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w rejonie Kaleń nr 28/2008/p (Chruścińska i Płatek, 2016) nie zawierają danych źródłowych z wykonanych badań skał, a jedynie ich krótkie podsumowanie.

Badania własności petrofizycznych objęły 6 próbek dolomitu płytowego i 71 próbek dolomitu głównego. Wykonano też 2 analizy płynów z interwału 2686,0–2722,0 m. Analiza geochemiczna objęła 4 próbki dolomitu płytowego i 21 próbek dolomitu głównego. Wykonano również analizę petrolitologiczną, przeobrażeń diagenetycznych i własności zbiornikowych dolomitu głównego i dolomitu płytowego.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacje Sikorskiej-Piekut i Chruścińskiej (2014) i Chruścińskiej i Płatek (2016) zawierają jedynie połączone wyniki pomiarów geofizyki otworowej w formie plików LAS i DLIS. Zgodnie z drugą dokumentacją jest to 27 krzywych profilowań elektrycznego, radiometrycznego, akustycznego, technicznego, upadu warstw, prędkości średnich i pionowego profilowania sejsmicznego.

Objawy węglowodorów i próby złożowe:

Dane te są dostępne wyłącznie do wglądu w ramach „DATA ROOMu” zorganizowanego w Czytelni NAG w trakcie trwania piątej rundy przetargów na koncesje węglowodorowe w Polsce.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Sikorska-Piekut, W., Chruścińska, J. 2014. Dokumentacja geologiczna likwidacji odwiertu poszukiwawczego Chomino 1. Inw. 3287/2015, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Chruścińska, J., Płatek, K. 2016. Dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w rejonie Kaleń nr 28/2008/p. Inw. 3326/2018, Arch. CAG PIG, Warszawa.

5.8. DOBROPOLE 1

Głębokość otworu: 2883,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1987

Rdzenie: 1581,0–2878,0 m, 36 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	44,5	kenozoik
44,5	131,0	jura górna
131,0	394,0	jura środkowa
394,0	1179,0	jura dolna
1179,0	2316,0	trias
1179,0	1319,0	→kajper
1319,0	1468,0	→wapień muszlowy dolny
1468,0	1628,0	→formacja barwicka
1628,0	1865,0	→formacja polczyńska
1865,0	2023,0	→formacja pomorska
2023,0	2316,0	→formacja bałtycka
2316,0	2883,0	perm
2316,0	2347,5	→formacja rewalska
2347,5	2356,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2356,0	2366,0	→il solny czerwony górny T4b
2366,0	2418,0	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2418,0	2430,0	→il solny czerwony dolny T4a
2430,0	2454,0	→sól kam. młodsza górna Na3g
2454,0	2563,5	→sól kamienna młodsza dolna Na3d
2563,5	2584,5	→anhydryt główny A3
2584,5	2588,5	→dolomit płytowy Ca3
2588,5	2591,5	→anhydryt kryjący A2r
2591,5	2847,0	→sól potasowa starsza K2
2847,0	2850,5	→anhydryt podstawowy A2
2850,5	2868,0	→dolomit główny Ca2
2868,0	2883,0	→anhydryt górny A1g

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Dobropole 1 (Zasławski i Sabura, 1987) znajdują się wyniki badań petrograficznych 14 próbek dolomitu głównego z interwału 2850,0–2861 m oraz 20 analiz petrofizycznych próbek dolomitu głównego z interwału 2851,05–2860,55 m (Tab. 5.26), w tym parametry porowatości i przepuszczalności (dla 14 próbek wykonano ponadto rozdział grupowo-węglowodorowy). Wykonano także analizę wody złożowej (Tab. 5.27).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Dobropole 1 (Zasławski i Sabura, 1987) zawiera wyniki geofizyki wiertniczej wykonanej w następują-

cym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie krzywizny otworu (PK): 25–2880 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 0–2883 m,
- nominalna średnica wiercenia (BS): 0–2883 m,
- profilowanie potencjałów samoistnych (PS): 10–2883 m,
- standardowe profilowanie oporności (PO): 10–2883 m,
- mikroprofilowanie oporności (mPO): 224–2350 m,
- sterowane profilowanie oporności (POst): 2357–2883 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (logmPOst): 2357–2883 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 2–2883 m,
- profilowanie gamma (PG): 0–2872 m,
- profilowanie gamma–gamma gęstościowe (GGDN): 220–2883 m,
- profilowanie neutron–gamma (PNG): 0–2880 m,
- profilowanie neutron–gamma (logPNG): 193–2878 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 171–2883 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (Pat1): 171–2883 m,
- profilowanie czasu akustycznego T2 (Pat2): 171–2883 m,
- profilowanie temperatury (TEMP): 1770–2880 m.

Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Dobropole 1 (Klecan, 1987), w którym znajdują się wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2860 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2860 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_{PW1}: 22–2872 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_{PW2}: 22–2872 m,

- o profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 22–2872 m,
- o profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 22–2872 m,
- o profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–2860 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.28–5.29.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Klecan, A. 1987. Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Dobropole 1. D57 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Zasławski, S., Sabura, M. 1987. Dokumentacja wynikowa odwiertu poszukiwawczego Dobropole 1. Inw. 130677, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Porowatość [%]	Przepuszczalność [mD]
2851,05	dolomit główny	2,11	584
2851,55		1,9	151
2852,05		1,97	
2852,55		1,16	
2853,05		3,21	
2853,55		5,45	3
2854,05		2,09	
2854,55		2,38	2
2855,05		3,08	10
2855,55		2,18	1
2856,05		5,8	
2856,55		5,6	
2857,05		1,09	2
2857,55		2,72	3
2858,05		2,72	2
2858,55		10,14	408
2859,05		6,8	124
2859,55		7,85	143
2860,05		4,19	
2860,55		10,86	2182

Tab. 5.26. Wyniki badań petrofizycznych próbek z otworu Dobropole 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Zasławski i Sabura, 1987).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2849,0	anhydryt podstawowy	pr.rurowy złoża	Cl ⁻	196,5689
			Br ⁻	0,5887
			HCO ₃ ⁻	1,1956
			SiO ₄ ²⁻	1,2716
			NH ₄ ⁺	0,275
			Ca ²⁺	3,6222
			Mg ²⁺	1,26
			Na/K ⁺	121,2238
			Al/ Fe ³⁺	0,4881

Tab. 5.27. Rezultaty analiz wody w otworze Dobropole 1 według dokumentacji wynikowej (Zasławski i Sabura, 1987).

Głębokość [m]		Stratygrafia	Objawy
od	do		
330,0	1120,0	jura	punktowe ślady ropne
1120,0	1140,0	kajper	zapach bituminów
2847,0	2860,0	anhydryt podstawowy	objawy bituminów

Tab. 5.28. Objawy węglowodorów w rdzeniu w otworze Dobropole 1 według dokumentacji wynikowej (Zasławski i Sabura, 1987).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2849,0–2860,5	anhydryt podstawowy, dolomit główny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	490 l solanki minimalnie zgazowanej, bez zapachu H ₂ S	–

Tab. 5.29. Rezultaty prób złożowych w otworze Dobropole 1 według dokumentacji wynikowej (Zasławski i Sabura, 1987).

5.9. DUSIN 1

Głębokość otworu: 2662,5 m

Rok zakończenia wiercenia: 1977

Rdzenie: 586,0–2662,0 m, 73 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	16,0	kenozoik
16,0	223,0	jura środkowa
223,0	959,0	jura dolna
959,0	2205,0	trias
959,0	993,0	→warstwy wielichowskie
993,0	1071,0	→warstwy zbąszynieckie →warstwy jarkowskie
1071,0	1180,0	→kajper
1180,0	1302,0	→wapień muszlowy
1302,0	1475,0	→formacja barwicka
1475,0	1720,0	→formacja polczyńska
1720,0	1895,0	→formacja pomorska
1895,0	2205,0	→formacja bałtycka
2205,0	2662,5	perm
2205,0	2245,0	→formacja rewalska
2245,0	2255,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2255,0	2271,0	→il solny czerwony górny T4b
2271,0	2289,5	→sól kam. najml. górna Na4a2
2289,5	2290,5	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2290,5	2315,0	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2315,0	2316,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2316,5	2331,0	→il solny czerwony dolny T4a
2331,0	2401,0	→sól kamienna młodsza Na3
2401,0	2492,5	→anhydryt główny A3
2492,5	2498,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2498,0	2502,0	→anhydryt kryjący A2r
2502,0	2580,0	→sól kamienna starsza Na2 →sól potasowa starsza K2
2580,0	2583,5	→anhydryt podstawowy A2

2583,5	2643,0	→dolomit główny Ca2
2643,0	2662,5	→anhydryt górny Alg

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Dusin 1 (Ryba i Szewc, 1977a) znajdują się wyniki badań mikropaleontologicznych 30 próbek okruchowych z interwału 34,0–222,0 m. Ponadto załączono wyniki analiz petrograficznych 47 prób dolomitu głównego oraz 45 sześcioskładnikowych analiz chemicznych. Zamieszczono również analizy fizykochemiczne 116 prób dolomitu głównego i anhydrytu górnego, w tym parametry porowatości, przepuszczalności i zawartości bituminów (Tab. 5.30). Dodatkowo wykonano 5 analiz gazu oraz 1 analizę wody złożowej (Tab. 5.31–5.32).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Dusin 1 (Ryba i Szewc, 1977a) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie krzywizny otworu (PK): 25–2650 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 10–2658 m,
- profilowanie potencjałów samoistnych (PS): 18–2658 m,
- standardowe profilowanie oporności (PO): 18–2658 m,
- sterowane profilowanie oporności (POst): 2175–2658 m,

- sterowane profilowanie oporności (log-POst): 2175–2658 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 15–2657,5 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2583–2658 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (logmPOst): 2583–2658 m,
- profilowanie gamma (PG): 10–2658 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 10–2662 m,
- profilowanie neutron-gamma (logPNG): 2100–2658 m,
- profilowanie akustyczne amplitudy (PA): 1100–2000 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 1100–2658 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (Pat1): 1100–2658 m,
- profilowanie gazowe (PGaz): 1333–2586 mm

Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, w odwiercie Dusin 1 (Klecan, 1977) zawiera wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2560 m,

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2560 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 70–2365 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 55–2560 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 55–2560 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 55–2560 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–2560 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.33–5.34.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Klecan, A. 1977. Opracowanie pomiarów średnich prędkości, odwiert Dusin 1. D83 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Ryba, J., Szewc. A. 1977a. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Dusin 1. Inw. 123559, Arch. CAG PIG, Warszawa

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność pionowa	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mD]	[%]
dolomit główny, anhydryt górny	116	0,07–19,93 (5,48)	60 prób – brak 34 próby – 0,18–20,59 12 prób – przep. szczelinowa 0,19–126,77	0,005–0,467 (0,060)

Tab. 5.30. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwału 2587,05–2646,05 m w otworze Dusin 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
1481,0–1459,0	trias	pr. rurowy złoża	CH ₄	31,25
			C ₂ H ₆	10,22
			C ₃ H ₈	9,55
			C ₄ H ₁₀	2,31
			C ₅ H ₁₂	1,44
			CO ₂	–
			N ₂	25,47
			H ₂ S	11,69
			He	0,1
			H ₂	0,24
2583,5–2643,0	dolomit główny	pr. rurowy złoża	CH ₄	14
			C ₂ H ₆	19,37

			C ₃ H ₈	22,3
			C ₄ H ₁₀	5,14
			C ₅ H ₁₂	3,31
			CO ₂	–
			N ₂	18,87
			H ₂ S	–
			He	0,04
			H ₂	1,6
2583,0–2643,0	dolomit główny	pr. rurowy złoża	CH ₄	56,07
			C ₂ H ₆	11,41
			C ₃ H ₈	6,03
			C ₄ H ₁₀	1,27
			C ₅ H ₁₂	1,46
			CO ₂	–
			N ₂	9,39
			H ₂ S	7,35
			He	0,17
			H ₂	0,3
2613,6–2622,3	dolomit główny	pr. rurowy złoża	CH ₄	19,58
			C ₂ H ₆	7,83
			C ₃ H ₈	11,09
			C ₄ H ₁₀	2,54
			C ₅ H ₁₂	5,53
			CO ₂	ślady
			N ₂	50,04
			H ₂ S	–
			He	ślady
			H ₂	0,11
2646,5–2662,5 m	anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	26,73
			C ₂ H ₆	1,72
			C ₃ H ₈	0,81
			C ₄ H ₁₀	0,1
			C ₅ H ₁₂	0,16
			CO ₂	–
			N ₂	63,9
			H ₂ S	–
			He	ślady
			H ₂	6,49

Tab. 5.31. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Dusin 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2646,5–2662,5 m	anhydryt górny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	154,8991
			Br ⁻	0,4156
			HCO ₃ ⁻	1,342
			SiO ₄ ²⁻	3,6298
			NH ₄ ⁺	0,305
			Ca ²⁺	8,3046
			Mg ²⁺	1,8896
			Na/K ⁺	89,3328

Tab. 5.32. Wyniki analiz wody w otworze Dusin 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977a).

Głębokość [m]		Stratygrafia	Objawy
od	do		
2586,0	2595,6	dolomit główny	pojedyncze punktowe ślady ropy na kontaktach spękań, zapach siarkowodoru
2586,0	2595,6		ślady ropy i gazu w izolowanych porach, zapach siarkowodoru
2595,6	2613,6		pojedyncze punktowe wykropliny w mikrospekaniach, zapach H ₂ S
2613,6	2622,3		ślady ropy i gazu w mikrospekaniach, zapach siarkowodoru
2622,3	2626,5		punktowe ślady degazacji (banieczki gazu), kroplowe wycieki ropy na mikrospekaniach, zapach H ₂ S
2626,5	2644,5	dolomit główny, anhydryt górny	ślady ropy w mikrospekaniach
2626,5	2644,5		pojedyncze wykropliny ropy oraz banieczki gazu, zapach H ₂ S

Tab. 5.33. Objawy węglowodorów w rdzeniach w otworze Dusiń 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2584,0–2613,6	dolomit główny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	–
paker 2574,0		pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	woda złożowa zgazowana gazem palnym ze śladami ropy i zapachem siarkowodoru	0,33

Tab. 5.34. Rezultaty prób złożowych wykonanych w otworze Dusiń 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977a).

5.10. GOSTYŃ 2

Głębokość otworu: 3447,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1982

Rdzenie: 1505,0–3447,0 m, 184 skrzynki; NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	54,0	kenozoik
54,0	313,0	jura środkowa
313,0	1217,0	jura dolna
1217,0	2578,0	trias
1521,0	1640,0	→ <i>kajper</i>
1640,0	1881,0	→ <i>wapień muszlowy</i>
1881,0	1985,0	→ <i>formacja barwicka</i>
1985,0	2132,0	→ <i>formacja polczyńska</i>
2132,0	2310,0	→ <i>formacja pomorska</i>
2310,0	2578,0	→ <i>formacja bałtycka</i>
2578,0	3314,0	perm
2578,0	2636,0	→ <i>formacja rewalska</i>
2636,0	2662,5	→ <i>sól kam. najmłodsza dolna Na4a1</i>
2662,5	2663,5	→ <i>anh. pegmatytowy dolny A4a1</i>
2663,5	2670,5	→ <i>il solny czerwony dolny T4a</i>
2670,5	2808,0	→ <i>sól kamienna młodsza Na3</i>
2808,0	2822,5	→ <i>anhydryt główny A3</i>
2822,5	2834,5	→ <i>dolomit płytowy Ca3</i>
2834,5	2836,0	→ <i>szary il solny T3</i>
2836,0	2907,0	→ <i>anhydryt kryjący A2r</i>
2836,0	2907,0	→ <i>sól potasowa starsza K2</i>

2836,0	2907,0	→ <i>sól kamienna starsza Na2</i>
2907,0	2916,5	→ <i>anhydryt podstawowy A2</i>
2916,5	2945,5	→ <i>dolomit główny Ca2</i>
2945,5	3108,0	→ <i>anhydryt górny A1g</i>
3108,0	3186,5	→ <i>sól kam. najstarsza górna Na1g</i>
3186,5	3212,5	→ <i>anhydryt środkowy A1s</i>
3212,5	3218,5	→ <i>sól kam. najstarsza dolna Na1d</i>
3218,5	3257,0	→ <i>anhydryt dolny A1d</i>
3257,0	3262,0	→ <i>wapień cechsztyński Ca1</i>
3262,0	3262,5	→ <i>zlepieniec podstawowy Zp1</i>
3262,5	3314,0	→ <i>autun</i>
3314,0	3447,0	karbon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Gostyń 2 (Wójcik i Sabura, 1983) znajdują się wyniki analiz petrograficznych dolomitu głównego i anhydrytu górnego z interwału 2931,0–2959,0 m. Ponadto dostępne są wyniki analiz fizykochemicznych 95 próbek skalnych, w tym oznaczenia porowatości, przepuszczalności i zawartości bituminów (podsumowane w Tab. 5.35). W dokumentacji znajdują się również wyniki 3 analiz gazu i 1 analizy wody (Tab. 5.36–5.37).

Wyniki geofizyki otworowej:

W NAG PIG-PIB znajduje się dokumentacja wynikowa otworu Gostyń 2 (Wójcik i Sabura, 1983), która zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie krzywizny otworu (PK): 25–3425 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 110–3438 m,
- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 3249–3376 m,
- profilowanie potencjałów samoistnych (PS): 117–3436 m,
- standardowe profilowanie oporności (PO): 117–3436 m,
- sterowane profilowanie oporności (POst): 2775–3436 m,
- sterowane profilowanie oporności (log-POst): 25–2438 m,
- profilowanie oporności EL28 (PO): 120–3435 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2775–3436 m
- mikroprofilowanie oporności sterowane (logmPOst): 1491–3436 m,
- profilowanie gamma (PG): 13–3468 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 18–3468 m,
- profilowanie neutron-gamma (logPNG): 25–3468 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałuwego (PAdt): 1491–3438 m,
- profilowanie czasu akustycznego T (Pat): 10–2753 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (Pat1): 1491–3438 m,
- profilowanie czasu akustycznego T2 (Pat2): 1491–3438 m,
- profilowanie gazowe (PGaz): 0–3400 m.

Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Gostyń 2 (Nowak, 1982) zawiera natomiast wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–3340 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–3340 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 40–3355 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 40–3355 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 40–3355 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 40–3355 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–3340 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.38–5.39.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Kłapciński, J., Juroszek, C., Sachanbiński, M. 1983. Petrografia, geochemia i występowanie skał wulkanicznych w wybranych otworach wiertniczych antyklinorium pomorskiego. Inw. 5699/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Nowak, E. 1982. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Gostyń 2. G79 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wójcik, Z., Sabura, M. 1982. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Gostyń 2. Inw. 128219, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[nm ²]	[%]
2919,0–2959,0	dolomit główny, anhydryt górny	69	0,14–6,20 (1,94)	0,53–7873,23 (3,47)	0,008–0,110 (0,20)
3342,0–3400,0	karbon	26	0,72–9,19 (5,91)	9,17–4800,50 (5,83)	0,008–0,393 (0,11)

Tab. 5.35. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwału 2919,0–3400,0 m w otworze Gostyń 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Sabura, 1983).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
3388,0–3447,0	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	20,62
			C ₂ H ₆	0,05
			C ₃ H ₈	0,01
			i-C ₄ H ₁₀	ślady
			n-C ₄ H ₁₀	0,005
			CO ₂	ślady
			N ₂	77,51
			He	0,28
			H ₂	1,52
3388,0–3447,0	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	20,60
			C ₂ H ₆	0,062
			C ₃ H ₈	0,01
			i-C ₄ H ₁₀	0,002
			n-C ₄ H ₁₀	0,005
			CO ₂	ślady
			N ₂	77,36
			He	0,30
			H ₂	1,67
3388,0–3447,0	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	20,43
			C ₂ H ₆	0,05
			C ₃ H ₈	0,01
			i-C ₄ H ₁₀	0,0019
			n-C ₄ H ₁₀	0,0048
			N ₂	77,88
			He	0,27
			H ₂	1,22

Tab. 5.36. Analiz gazu wykonane w otworze Gostyn 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Sabura, 1983).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
3388,0–3447,0	karbon	z przewodu	Cl ⁻	152,7450
			Br ⁻	0,4422
			HCO ₃ ⁻	0,2135
			SO ₄ ²⁻	0,4939
			NH ₄ ⁺	0,0125
			Ca ²⁺	43,3347
			Mg ²⁺	2,0107
			Na/K ⁺	45,4037
			Al/Fe ³⁺	0,4490

Tab. 5.37. Skrócone wyniki analiz wody w otworze Gostyn 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Sabura, 1983).

Głębokość [m]		Stratygrafia	Objawy
od	do		
1910,0	1970,0	fm barwicka	ślady martwej ropy w szczelinach i mikrospękaniach, zapach H ₂ S
2919,0	2931,0	dolomit główny	ślady martwej ropy w szczelinach i mikrospękaniach, zapach H ₂ S

Tab. 5.38. Objawy węglowodorów w rdzeniach w otworze Gostyn 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Sabura, 1983).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2919,0–2949,0	dolomit główny	pr. rurowy złoża	70 l płuczki	–
3300,0–3364,0	karbon	pr. rurowy złoża	brak przypływu	–
3375,0–3286,0		pr. rurowy złoża	100 l filtratu	–
3388,0–3447,0		pr. rurowy złoża	2600 l solanki zgazowanej	–

Tab. 5.39. Rezultaty prób złożowych w otworze Gostyn 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Sabura, 1983).

5.11. GRYFICE 1

Głębokość otworu: 3367,0 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1979**Rdzenie:** 2981,0–3367,0 m, 55 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku**Stratygrafia (CBDG, 2021):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	70,0	kenozoik
70,0	120,0	jura dolna
954,0	2611,0	trias
954,0	1083,0	→warstwy zbąszynieckie →warstwy jarkowskie
1083,0	1506,0	→kajper
1506,0	1562,0	→wapień muszlowy
1562,0	1648,0	→wapień muszlowy dolny
1648,0	1813,0	→formacja barwicka
1813,0	2115,0	→formacja polczyńska
2115,0	2308,0	→formacja pomorska
2308,0	2611,0	→formacja bałtycka
2611,0	3367,0	perm
2611,0	2666,0	→formacja rewalska
2666,0	2667,5	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2667,5	2692,5	→il solny czerwony górny T4b
2692,5	2715,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2715,0	2716,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2716,0	2745,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2745,0	2746,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2746,0	2747,5	→sól podścielająca Na4a0
2747,5	2769,5	→il solny czerwony dolny T4a
2769,5	2869,5	→sól kamienna młodsza Na3
2869,5	2886,0	→anhydryt główny A3
2886,0	2891,5	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2891,5	2894,0	→anhydryt kryjący A2r
2894,0	2903,5	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2903,5	2923,5	→sól potasowa starsza K2
2923,5	2971,0	→sól kamienna starsza Na2
2971,0	2984,0	→anhydryt podstawowy A2
2984,0	3012,5	→dolomit główny Ca2
3012,5	3243,5	→anhydryt górny A1g
3243,5	3280,0	→sól kamienna najstarsza Na1
3280,0	3334,0	→anhydryt dolny A1d →wapień cechsztyński Ca1 →łupek miedzionośny T1
3334,0	3340,5	
3340,5	3362,5	→czerwony spągowiec
3362,5	3367,0	→autun

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Gryfice 1 (Binder i Szewc, 1979) znajdują się wyniki badań chemicznych 27 próbek z interwału 2985,0–3020,0 m, zamieszczono również rezultaty analiz fizykochemicznych 51 próbek z interwału 2985,0–3020,0 m (dolomit głów-

ny i anhydryt górny) oraz 23 próby czerwonego spągowca z interwału 3345,0–3362,5 m, uwzględniając parametry porowatości, przepuszczalności i zawartości bituminów (Tab. 5.40), badano również rozdział grupowy węglowodorów w 4 próbach. Dodatkowo wykonano 4 analizy gazu oraz 1 analizę wody złożowej (Tab. 5.41–5.42).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Gryfice 1 (Wójcik i Sabura, 1983) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- mikroprof. oporności sterowane zlogarytmowane (logmPOst): 2978–3334 m,
- profilowanie neutron-gamma zlogarytmowane (logPNG): 2597–3342 m,
- prof. oporności ster. zlogarytmowane (logPOst): 2662–3334 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2978–3334 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 30–3355 m,
- profilowanie gazowe (PGaz): 250–3367 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3335 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 30–3342m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 13–3334 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 2662–3354 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 13–2620 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 13–3334 m,
- profilowanie temperatury (PT): 3300–3355 m,
- profilowanie temperatury po cementowaniu (PTc): 3–2896 m.

Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Gryfice 1 (Walasek, 1979) zawiera natomiast wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–3320 m,

- o profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–3320 m,
- o profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 55–2590 m,
- o profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 55–3325 m,
- o profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 70–3325 m,
- o profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 55–3325 m,
- o profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–3320 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.43–5.44.

- Binder, I., Szewc, A. 1979. Dokumentacja wynikowa otworu Gryfice 1. Inw. 125095, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Łobza, A., Zamojski, J. 1971. Projekt badań geologicznych na antyklinorium pomorskim otwór badawczy Gryfice 1. Inw. 9534a, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Merta, H. 1985. Ocena utworów dolomitu głównego w obszarze Pomorza Zachodniego na podstawie wyników analiz geochemicznych skał. Inw. 5107/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Walasek, B. 1979. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Gryfice 1. G142 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność wertykalna min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2985,0–3020,0	dolomit główny, anhydryt górny	51	0,07–3,30 (0,884)	<0,01–0,29	0,006–0,085 (0,024)
3345,0–3362,5	czerwony spągowiec	23	1,42–6,47 (2,51)	<0,01–0,06	ślady–0,04

Tab. 5.40. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwałów 2985,0–3020,0 m i 3345,0–3362,5 m w otworze Gryfice 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Binder i Szewc, 1979).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2897,0–3014,0	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	72,83
			C ₂ H ₆	8,61
			C ₃ H ₈	3,03
			i-C ₄ H ₁₀	0,62
			n-C ₄ H ₁₀	0,96
			neo-C ₅ H ₁₂	0,01
			i-C ₅ H ₁₂	0,32
			n-C ₅ H ₁₂	0,22
			C ₆ H ₁₄	0,19
			CO ₂	ślady
			N ₂	12,76
			H ₂	0,39
			He	0,06
2897,0–3014,0	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	76,69
			C ₂ H ₆	7,03
			C ₃ H ₈	2,71
			i-C ₄ H ₁₀	0,58
			n-C ₄ H ₁₀	0,78
			neo-C ₅ H ₁₂	0,01
			i-C ₅ H ₁₂	0,21
			n-C ₅ H ₁₂	0,19
			C ₆ H ₁₄	0,15
			CO ₂	ślady
			N ₂	10,72
			H ₂	0,81

			He	0,06
2897,0–3014,0	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	36,73
			C ₂ H ₆	4,34
			C ₃ H ₈	1,53
			i-C ₄ H ₁₀	0,31
			n- C ₄ H ₁₀	0,48
			neo-C ₅ H ₁₂	0,01
			i- C ₅ H ₁₂	0,16
			n- C ₅ H ₁₂	0,11
			C ₆ H ₁₄	0,10
			N ₂	12,76
			H ₂	0,39
			He	0,06
			H ₂ S	43,02
2897,0–3014,0	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	36,48
			C ₂ H ₆	3,34
			C ₃ H ₈	1,29
			i-C ₄ H ₁₀	0,27
			n-C ₄ H ₁₀	0,37
			neo-C ₅ H ₁₂	0,00
			i-C ₅ H ₁₂	0,13
			n-C ₅ H ₁₂	0,09
			C ₆ H ₁₄	0,07
			N ₂	10,72
			H ₂	0,81
			He	0,06
			H ₂ S	46,36

Tab. 5.41. Wyniki analiz gazu w otworze Gryfice 1 według dokumentacji wynikowej (Binder i Szewc, 1979).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2897,0–3014,0	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	191,8635
			Br ⁻	1,0389
			HCO ₃ ⁻	0,6588
			SO ₄ ²⁻	2,889
			NH ₄ ⁺	1,9125
			Ca ²⁺	5,1895
			Mg ²⁺	11,5659
			Na/K ⁺	96,0936
			pH	5,5
			mineralizacja	311,8

Tab. 5.42. Wyniki analiz wody w otworze Gryfice 1 według dokumentacji wynikowej (Binder i Szewc, 1979).

Głębokość [m]		Stratygrafia	Objawy
od	do		
2987,9	2996,3	dolomit główny	intensywna luminescencja w promieniach lampy Wooda, punktowe ślady żółtobrunatnej ropy, silny zapach H ₂ S
3011,6	3014,0	dolomit główny, anhydryt górny	pojedyncze ślady brunatnej ropy, silny zapach H ₂ S
3014,0	3020,0	anhydryt górny	pojedyncze punktowe ślady brunatnej ropy, silny zapach H ₂ S
3014,0		anhydryt górny	płuczka silnie zgazowana H ₂ S
3020,0		anhydryt górny	płuczka z H ₂ S

Tab. 5.43. Rezultaty prób złożowych w otworze Gryfice 1 według dokumentacji wynikowej (Binder i Szewc, 1979).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo prz. [m ³ /h]
2984,0–3009,0	dolomit główny	pr. rurowy złoża	2000 l wody złożowej słabo zgazowanej H ₂ S	1,0
3310,0	anhydryt dolny	pr. rurowy złoża	brak przypływu	

Tab. 5.44. Rezultaty prób złożowych przeprowadzonych w otworze Gryfice 1 według dokumentacji wynikowej (Binder i Szewc, 1979).

5.12. GRYFICE 2

Głębokość otworu: 3415,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974

Rdzenie: 903,0–3415,0 m, 67 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	39,0	kenozoik
39,0	868,0	jura dolna
868,0	2512,0	trias
868,0	995,0	→warst. zbąszynieckie i jarkowskie
995,0	1386,0	→kajper
1386,0	1520,0	→wapień muszlowy
1520,0	1690,0	→formacja barwicka
1690,0	1991,0	→formacja polczyńska
1991,0	2185,0	→formacja pomorska
2185,0	2512,0	→formacja bałtycka
2512,0	3415,0	perm
2512,0	2575,0	→formacja rewalska
2575,0	2585,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2585,0	2621,5	→il solny czerwony górny T4b
2621,5	2651,5	→sól kam. najml. górna Na4a2
2651,5	2652,5	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2652,5	2694,5	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2694,5	2695,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2695,5	2697,0	→sól podścielająca Na4a0
2697,0	2721,5	→il solny czerwony dolny T4a
2721,5	2859,0	→sól kamienna młodsza Na3
2859,0	2885,0	→anhydryt główny A3
2885,0	2887,5	→dolomit płytowy Ca3
2887,5	2889,5	→il solny szary T3
2889,5	2892,5	→anhydryt kryjący A2r
2892,5	2896,0	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2896,0	2921,5	→sól potasowa starsza K2
2921,5	2991,0	→sól kamienna starsza Na2
2991,0	3006,0	→anhydryt podstawowy A2
3006,0	3035,0	→dolomit główny Ca2
3035,0	3275,0	→anhydryt górny A1g
3275,0	3349,0	→sól kamienna najstarsza Na1
3349,0	3384,0	→anhydryt dolny A1d
3384,0	3390,6	→wapień cechsztyński Ca1
3390,6	3391,0	→łupek miedzionośny T1
3391,0	3415,0	→czerwony spągowiec

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Gryfice 2 (Ryba i Jasiecka, 1974a) znajdują się opracowania mikropaleontologiczne 13 prób liasu z interwału 22,0–140,0 m, a także wyniki 1 analizy na zawartość bituminów w rdzeniu próbki z głębokości 1222,55 m. W dokumentacji wynikowej zamieszczono również wyniki analiz petrofizycznych – porowatości, przepuszczalności i zawartości bituminów 76 próbek (w tym rozkład grupowy węglowodorów dla 5 próbek) z interwału 3013,3–3415,0 m (Tab. 5.45). Wykonano także 7 analiz gazu i 2 analizy wód złożowych (Tab. 5.46–5.47).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Gryfice 2 (Ryba i Jasiecka, 1974a) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 3336–3407 m,
- profilowanie akustyczne (PA): 1355–3407 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 3–3410 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3415 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 3–3410 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 18–3406 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 2100–3405 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 18–3406 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 18–3406 m.

**Objawy węglowodorów w trakcie wierce-
nia i próby złożowe:** obserwacje obecności
węglowodorów w płucze oraz w rdzeniu
oraz wyniki przeprowadzonych prób złożo-
wych zestawiono w Tab. 5.48–5.49.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Ryba, J., Jasiecka, B. 1974a. Dokumenta-
cja wynikowa otworu Gryfice 2. Inw.
119589, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność wertykalna min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
3013,3–3048,0	dolomit główny, anhydryt górny	44	0,31–4,60 (1,38)	<0,014	0,0046–0,0346 (0,024)
3386,8–3398,5	wapień cechsztyń- ski, łupek mie- dzionośny, czer- wony spagowiec	9	0,34–1,11 (0,63)	<0,055	0,0047–0,0434
3398,5–3415,0	czerwony spagowiec	23	1,37–4,81 (1,63)	0,009–0,366 (0,091)	ślady–0,0355

Tab. 5.45. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwału 3013,3–3415,0 m w otworze Gryfice 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Jasiecka, 1974a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
903,0–909,0	trias	degazacja rdzenia	CH ₄	ślady
			CO ₂	0,01
			N ₂	99,36
			H ₂	0,63
1540,0–1546,0	trias	degazacja rdzenia	CH ₄	0,06
			CO ₂	0,59
			N ₂	98,03
			H ₂	1,32
3015,0–3018,3	dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	15,7
			C ₂ H ₆	2,67
			C ₃ H ₈	0,87
			N ₂	56,33
			CO ₂	2,67
			H ₂	21,01
			He	0,12
			Ar	0,63
3029,8–3030,3	dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	67,86
			C ₂ H ₆	9,25
			C ₃ H ₈	2,67
			in-H ₄ H ₁₀	ślady
			N ₂	18,99
			CO ₂	0,48
			H ₂	0,5
			He	ślady
			Ar	0,25
3038,7	anhydryt górny	aparatura gazowa	CH ₄	ślady
			O ₂	20,13
			N ₂	78,69
			H ₂	1,18
3386,8–3393,0	wapień cechsztyń- ski, łupek mie- dzionośny, czer- wony spagowiec	degazacja rdzenia	CH ₄	7,78
			C ₂ H ₆	0,07
			N ₂	90,98
			H ₂	0,21
			Ar	0,96
3407,0–3410,0	czerwony spagowiec	degazacja rdzenia	CH ₄	2,52
			C ₂ H ₆	0,49
			N ₂	96,06

			H ₂	0,33
			Ar	0,49
			CO ₂	0,11

Tab. 5.46. Wyniki analiz gazu w otworze Gryfice 2 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Jasiocka, 1974a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2994,0–3067,0	anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	189,2798
			Br ⁻	0,7758
			HCO ₃ ⁻	1,2078
			SO ₄ ²⁻	1,5145
			NH ₄ ⁺	0,575
			Ca ²⁺	4,6966
			Mg ²⁺	14,596
			Na/K ⁺	90,432
			pH	6,65
			mineralizacja	304,08
3038,7–3043,0	anhydryt górny	podczas płukania po wykonaniu marszu aparatem rdzeniowym	Cl ⁻	128,6082
			Br ⁻	0,4662
			SO ₄ ²⁻	4,86
			Ca ²⁺	4,8531
			Mg ²⁺	6,6176
			Na/K ⁺	66,271
			Al/Fe ³⁺	1,2309
			pH	6,8
			mineralizacja	215,3

Tab. 5.47. Wyniki analiz wody w otworze Gryfice 2 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Jasiocka, 1974a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2577,0–2630,0	PZ4	ślady węglowodorów w płuczce
2991,0–3035,0	anhydryt podstawowy, dolomit główny	zapach H ₂ S
3039,0	anhydryt górny	samowypływ zgazowanej wody złożowej 1,5–2,0 l/min z silnym zapachem H ₂ S

Tab. 5.48. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Gryfice 2 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Jasiocka, 1974a).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2980,0–3067,0	anhydryt główny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	woda złożowa słabo zgazowana z H ₂ S	0,3–1,0
3389,0–3415,0	wapień cechsztyński	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	

Tab. 5.49. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Gryfice 2 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Jasiocka, 1974a).

5.13. GRYFICE 3

Głębokość otworu: 3190,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1975

Rdzenie: 3127,0–3190,0 m, 39 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	79,0	kenozoik
79,0	995,0	jura dolna
995,0	2697,0	trias
995,0	1106,0	→warstwy zbąszynieckie →warstwy jarkowskie
1106,0	1500,0	→kajper
1500,0	1645,0	→wapień muszlowy
1645,0	1821,0	→formacja barwicka
1821,0	2160,0	→formacja polczyńska
2160,0	2372,0	→formacja pomorska
2372,0	2697,0	→formacja bałtycka
2697,0	3190,0	perm
2697,0	2759,0	→formacja rewalska
2759,0	2767,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2767,0	2778,0	→il solny czerwony górny T4b
2778,0	2795,5	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2795,5	2796,5	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2796,5	2819,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2819,0	2820,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2820,0	2831,5	→il solny czerwony dolny T4a
2831,5	3000,0	→sól kamienna młodsza Na3
3000,0	3023,0	→anhydryt główny A3
3023,0	3027,0	→dolomit płytowy Ca3
3027,0	3030,0	→il solny szary T3
3030,0	3032,5	→anhydryt kryjący A2r
3032,5	3048,0	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
3048,0	3055,0	→sól potasowa starsza K2
3055,0	3127,0	→sól kamienna starsza Na2
3127,0	3136,5	→anhydryt podstawowy A2
3136,5	3170,0	→dolomit główny Ca2
3170,0	3190,0	→anhydryt górny A1g

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Gryfice 3 (Binder i Sieradzka, 1975) znajdują się wyniki badań petrograficzno-chemicznych 30 próbek z interwału 3136,5–3172,6 m. Zamieszczono również wyniki analiz fizykochemicznych 51 prób skał z interwału 3136,55–

3169,85 m – porowatości, przepuszczalności i zawartości biruminów (w tym rozdział grupowy węglowodorów 5 próbek) oraz 2 analizy gazu i 1 analizę wód złożowych (Tab. 5.50–5.52).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Gryfice 3 (Binder i Sieradzka, 1975) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- profilowanie akustyczne amplitudy (PAa1): 104–3170 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 104–3170 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (PAt1): 104–3170 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 22–3170 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3175 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 22–3170 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 15–3174 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 2 658–3174 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 15–2658 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 15–3174 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.53–5.54.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Binder, I., Sieradzka, B. 1975. Dokumentacja wynikowa otworu Gryfice 3. Inw. 121158, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max
			[%]	[mD]	[%]
3136,55–3169,85	dolomit główny	51	00,29–9,39 (2,32)	b. słaba–0,219	ślady–0,151

Tab. 5.50. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek pobranych z interwału 3136,55–3169,85 m w otworze Gryfice 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Binder i Sieradzka, 1975).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
3139,5–3143,3	anhydryt podstawowy, dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	1,01
			N ₂	97,65
			CO ₂	0,06
			H ₂	1,28
3152,6–3158,4	dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	4,07
			N ₂	95,02
			CO ₂	0,02
			H ₂	0,89

Tab. 5.51. Wyniki analiz gazu w otworze Gryfice 3 według dokumentacji wynikowej (Binder i Sieradzka, 1975).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
3136,4–3172,3	anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	przewód nad próbnikiem	Cl ⁻	142,2349
			Br ⁻	0,3143
			HCO ₃ ⁻	1,0004
			SO ₄ ²⁻	3,1833
			NH ₄ ⁺	0,26
			Ca ²⁺	2,8671
			Mg ²⁺	3,2656
			Na/K ⁺	84,442
			pH	6,7
			mineralizacja	241,4

Tab. 5.52. Wyniki analiz wody w otworze Gryfice 3 według dokumentacji wynikowej (Binder i Sieradzka, 1975).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
3143,3–3145,7	dolomit główny	punktowe ślady ropy
3158,4–3166,3	dolomit główny	punktowe ślady degazacji
3167,3	dolomit główny	krótkotrwały przypływ płuczki zabarwionej na czarno

Tab. 5.53. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Gryfice 3 według dokumentacji wynikowej (Binder i Sieradzka, 1975).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
3136,0–3182,0	anhydryt podstawowy	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	śladowy przypływ gazu palnego z H ₂ S	–

Tab. 5.54. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Gryfice 3 według dokumentacji wynikowej (Binder i Sieradzka, 1975).

5.14. JARSZEWO 1

Głębokość otworu: 2998,7 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974

Rdzenie: 1384,0–2998,7 m, 39 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	35,0	kenozoik
313,0	856,0	jura dolna
856,0	2165,0	trias
856,0	985,0	→warstwy zbąsznieckie →warstwy jarkowskie
985,0	1097,0	→kajper
1097,0	1237,0	→wapień muszlowy
1237,0	1405,0	→formacja barwicka
1405,0	1668,0	→formacja polczyńska
1668,0	1848,0	→formacja pomorska
1848,0	2165,0	→formacja bałtycka
2165,0	2998,7	perm
2165,0	2205,0	→formacja rewalska
2205,0	2214,5	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2214,5	2236,0	→il solny czerwony górny T4b
2236,0	2254,5	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2254,5	2255,5	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2255,5	2278,5	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2278,5	2280,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2280,0	2298,0	→il solny czerwony dolny T4a
2298,0	2420,0	→sól kamienna młodsza Na3
2420,0	2435,0	→anhydryt główny A3
2435,0	2440,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2440,0	2442,5	→anhydryt kryjący A2r
2442,5	2445,5	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2445,5	2447,5	→sól potasowa starsza K2
2447,5	2515,0	→sól kamienna starsza Na2
2515,0	2525,0	→anhydryt podstawowy A2
2525,0	2548,0	→dolomit główny Ca2
2548,0	2758,5	→anhydryt górny A1g
2758,5	2844,0	→anhydryt środkowy A1s
2844,0	2865,0	→sól kamienna najstarsza Na1
2865,0	2909,0	→anhydryt dolny A1d
2909,0	2915,0	→łupek miedzionośny T1 →wapień cechsztyński Ca1
2915,0	2994,5	→czerwony spągowiec
2994,5	2998,7	→autun

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Jarszewo 1 (Binder i Jasiecka, 1974) znajdują się wyniki badań mikrofaunistycznych 43 próbek z interwału 36,0–792,0 m. Ponadto dostępne są analizy fizyko-chemiczne 2 próbek pstrego piaskowca z interwału 1804,0–180,05 m, 53 próbek anhydrytu podstawowego i dolomi-

tu głównego z interwału 2518,5–2547,9 m, 18 próbek czerwonego spągowca z interwału 2928,0–2945,0 m wraz parametrami porowatości i przepuszczalności (wraz z rozdziałem grupowym węglowodorów 5 próbek), a także 2 analizy gazu i jedną analizę wód złożowych (Tab. 5.55–5.57).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Jarszewo 1 (Binder i Jasiecka, 1974) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- profilowanie akustyczne (PA): 150–2420 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 5–2980 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–2980 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 5–2980 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 149–2982 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 1124–2892 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 149–2982 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 149–2982 m.

Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, w odwiercie Jarszewo 1 (Klecan, 1974) zawiera wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2900 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2900 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 65–2900 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 65–2900 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 65–2900 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 65–2900 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–2900 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płucze oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.58–5.59.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Binder, I., Jasiecka, B. 1974. Dokumentacja wyników otworu badawczego Jarszewo 1. Inw. 119558, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Fuliński, M. 1982. Dokumentacja pomiarów gęstości objętościowej i porowatości otwartej skał, rok 1981. Inw. 45709, ObO/1823, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Klecan, A. 1974. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości. J50 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
1804,0–1805,0	trias	2			0,0120–0,0057
2518,5–2547,9	anhydryt podstawowy, dolomit główny	53	0,14–5,73 (1,33)	b. słaba–0,2	0,0032–0,0276 (0,0055)
2928,0–2945,0	czerwony spągowiec	18	4,09–7,07 (5,33)	0,028–0,734 (0,165)	0,0039–0,0066 (0,0052)

Tab. 5.55. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 1804,0–2945,0 m w otworze Jarszewo 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Binder i Jasiecka, 1974).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2432,6–2441,6	anhydryt główny, dolomit płytowy, szary ił solny, anhydryt kryjący	degazacja rdzenia	CH ₄	9,75
			C ₂ H ₆	0,97
			C ₃ H ₈	0,22
			N ₂	87,71
			H ₂	0,35
			Ar	1
2930,3–2938,0	czerwony spągowiec	degazacja rdzenia	CH ₄	ślady
			N ₂	92,9
			H ₂	4,8
			Ar	1,05
			CO ₂	1,25
			He	ślady

Tab. 5.56. Wyniki analiz gazu w otworze Jarszewo 1 według dokumentacji wynikowej (Binder i Jasiecka, 1974).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2428,0–2541,3	spąg PZ3, PZ2	solanka pobrana ze spodu otworu podczas odpuszczania	Cl ⁻	189,3564
			Ca ²⁺	4,1672
			Mg ²⁺	2,3654
			pH	7,55
2428,0–2541,3		solanka pobrana ze spodu otworu podczas odpuszczania	Cl ⁻	189,3564
			Ca ²⁺	5,4288
			Mg ²⁺	7,4978
			pH	6,7

Tab. 5.57. Wyniki analiz wody w otworze Jarszewo 1 według dokumentacji wynikowej (Binder i Jasiecka, 1974).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2518,5–2535,5	anhydryt podstawowy, dolomit główny	na kontaktach lamin zaobserwowano nikiłe ślady odgazowania i objawy luminescencji
2541,3	dolomit główny	samowypływ płynu z otworu w ilości około 300 l/min
2544,6	dolomit główny	płuczka o czarnej barwie i zapachu H ₂ S 100 l/min

2544,6–2547,9	dolomit główny	zanik płuczki 5200 l/10 min
2930,0–2938,0	czerwony spągowiec	punktowe ślady gazu w rdzeniu
2939,0	czerwony spągowiec	nagły zanik płuczki 3,5 m ³

Tab. 5.58. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Jarszewo 1 według dokumentacji wynikowej (Binder i Jasiecka, 1974).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2907,0–2989,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	–

Tab. 5.59. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Jarszewo 1 według dokumentacji wynikowej (Binder i Jasiecka, 1974).

5.15. KALEŃ 1

Głębokość otworu: 3232,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 2000

Rdzenie: 2749,0–3232,0 m, 123 skrzynki, PGNiG S.A., Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku.

Stratygrafia na spodzie: karbon

Geofizyka otworowa, wyniki badań skał, objawy węglowodorów i wyniki prób złożowych: Dane geologiczne z otworu Kaleń 1, zgromadzone w dokumentacji wynikowej (Nowicka, 2000) i w opracowaniu średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego (Nussbeutel i Czaja, 2000), są

własnością inwestora (PGNiG S.A.) i nie mogą zostać zaprezentowane w niniejszym opracowaniu.

Dokumentacje:

- Nowicka, A. 2000. Dokumentacja wynikowa otworu Kaleń 1. Inw. 134704, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Nussbeutel, D., Czaja, E. 2000. Opracowanie pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Kaleń 1. K2 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.

5.16. KAMIEŃ POMORSKI 3

Głębokość otworu: 2405,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1973

Rdzenie: 1177,0–2390,5 m, 42 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	40,0	kenozoik
40,0	655,0	jura dolna
655,0	1995,5	trias
655,0	695,0	→warstwy wielichowskie
695,0	789,0	→warstwy zbąszynieckie →warstwy jarkowskie
789,0	969,0	→kajper
969,0	1105,0	→wapień muszlowy

1105,0	1269,0	→formacja barwicka
1269,0	1510,0	→formacja polczyńska
1510,0	1681,5	→formacja pomorska
1681,5	1995,5	→formacja bałtycka
1995,5	2405,0	perm
1995,5	2038,0	→formacja rewalska
2038,0	2047,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2047,0	2068,5	→il solny czerwony górny T4b
2068,5	2086,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2086,0	2087,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2087,0	2113,5	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2113,5	2114,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2114,5	2131,0	→il solny czerwony dolny T4a
2131,0	2178,0	→sól kamienna młodsza Na3
2178,0	2276,0	→anhydryt główny A3
2276,0	2282,5	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2282,5	2287,0	→anhydryt kryjący A2r
2287,0	2344,0	→sól kamienna starsza Na2

		→sól potasowa starsza K2
2344,0	2352,0	→anhydryt podstawowy A2
2352,0	2384,0	→dolomit główny Ca2
2384,0	2405,0	→anhydryt górny Alg

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Kamień Pomorski 3 (Ryba i Szewc, 1974) znajdują się wyniki analiz chemicznych i petrograficznych 44 próbek dolomitu głównego. Zamieszczono też wyniki analiz fizykochemicznych 45 prób z interwału 2352,0–2390,5 m wraz z parametrami porowatości, przepuszczalności i zawartości bituminów, a także 4 analizy gazu i 2 analizy wody złożowej (Tab. 5.60–5.62).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Kamień Pomorski 3 (Ryba i Szewc, 1974) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- profilowanie akustyczne (PA): 1950–2258 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 135–2404 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 600–2400 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 135–2404 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 148–2405 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 1096–2405 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 148–2405 m,

- profilowanie średnicy otworu (PSr): 148–2405 m.

Dokumentacja pomiarów średnich prędkości w odwiercie Kamień Pomorski 3 (Bukowicki, 1974) zawiera wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2240 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2240 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 63–2253 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 63–2253 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–2240 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.63–5.64.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Bukowicki, J. 1974. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości i pionowe profilowanie sejsmiczne w odwiercie Kamień Pomorski 3. K19 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Ryba, J., Szewc, A. 1974. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Kamień Pomorski 3. Inw. 118973, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2352,5–2353,8	dolomit główny	1	1,60	0,169	0,0242
2353,8–2357,4		6	0,35–6,16 (1,88)	b. słaba–0,225	0,0265–0,1204 (0,0773)
2357,4–2361,3		8	0,62–1,03 (0,76)	b. słaba–0,333	0,090–0,0452 (0,0292)
2361,8–2365,4		4	0,62–1,10 (0,76)	b. słaba	0,0124–0,0179 (0,0148)
2365,4–2369,8		5	0,14–0,34 (0,29)	b. słaba–0,015	0,0122–0,0184 (0,0146)
2369,8–2373,9		8	0,07–0,90 (0,40)	brak–0,007	0,0135–0,0339 (0,0435)
2373,9–2378,9		6	0,21–3,33 (1,12)	b. słaba–0,270	0,010–0,0182 (0,0144)

2378,9–2383,5		3	0,21–0,42 (0,38)	b. słaba	0,009–0,0146 (0,0112)
2383,5–2390,5	dolomit główny, anhydryt górny		0,3,5–0,48 (0,40)	b. słaba	0,011–0,0136 (0,0075)

Tab. 5.60. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2352,5–2390,5 m w otworze Kamień Pomorski 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1974).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2357,4	dolomit główny	degazacja płuczki	N ₂	94,95
			CO ₂	5,05
2353,8–2357,4	dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	13,31
			C ₂ H ₆	1,93
			C ₃ H ₈	0,77
			N ₂	66,81
			H ₂	9,38
			CO ₂	1,08
2353,5–2405,0	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	69,25
			C ₂ H ₆	2,34
			C ₃ H ₈	0,02
			N ₂	16,25
			H ₂	11,38
			He	0,4
			CO ₂	0,36

Tab. 5.61. Wyniki analiz gazu w otworze Kamień Pomorski 3 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1974).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2374,5	dolomit główny	podczas płukania otworu	Cl ⁻	153,7499
			Br ⁻	0,1456
			SO ₄ ⁻	3,6792
			Ca ²⁺	3,0061
			Mg ²⁺	1,5199
			Na/K ⁺	93,611
			Al/Fe ³⁺	1,284
			pH	4,5
			mineralizacja	261,4
2405,0	anhydryt górny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	192,0654
			Br ⁻	0,1278
			HCO ₃ ⁻	1,7202
			SO ₄ ²⁻	1,2963
			NH ₄ ⁺	0,9
			Ca ²⁺	3,5071
			Mg ²⁺	13,557
			Na/K ⁺	95,056
			pH	6,5
			mineralizacja	308,2

Tab. 5.62. Wyniki analiz wody w otworze Kamień Pomorski 3 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1974).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
1698,–1752,50	pstry piaskowiec	zwiększona zawartość węglowodorów w płuczce
2352,0–2405,0	dolomit główny, anhydryt górny	słaba luminescencja w próbkach rdzeni
2352,0–2384,0	dolomit główny	samowypływ płuczkiz solanką 10-24 l/h, żółto-brunatna luminescencja, silny zapach H ₂ S, słaby zapach bituminów
2352,0–2370,0	dolomit główny	punktowe ślady brunatnej ropy w rdzeniach
2352,0–2384,0	dolomit główny	nieliczne ślady degazacji
2405,0	anhydryt górny	samowypływ płuczki 20–24 l/h

Tab. 5.63. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Kamień Pomorski 3 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1974).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2353,5–2405,0	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	słaby przypływ powietrza	
2353,5–2405,0		pr. rurowy złoża	420 l płynu ze śladami gazu palnego, silny zapach węglowodorów	

Tab. 5.64. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Kamień Pomorski 3 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1974).

5.17. KAMIEŃ POMORSKI 7

Głębokość otworu: 3410,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1978

Rdzenie: 2355,7–3109,0 m, 36 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	44,0	kenozoik
44,0	686,0	jura dolna
686,0	2026,0	trias
829,0	1016,0	→kajper
1016,0	1148,0	→wapień muszlowy
1148,0	1305,0	→formacja barwicka
1305,0	1550,0	→formacja polczyńska
1550,0	1718,0	→formacja pomorska
1718,0	2026,0	→formacja bałtycka
2026,0	3230,0	perm
2026,0	2060,0	→formacja rewalska
2060,0	2069,5	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2069,5	2087,5	→ił solny czerwony górny T4b
2087,5	2103,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2103,0	2104,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2104,0	2132,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2132,0	2133,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2133,0	2148,0	→ił solny czerwony dolny T4a
2148,0	2191,5	→sól kamienna młodsza Na3
2191,5	2306,5	→anhydryt główny A3
2306,5	2313,0	→dolomit płytowy Ca3
2313,0	2316,0	→szary il solny T3
2316,0	2351,0	→anhydryt kryjący A2r
2351,0	2360,0	→sól kamienna starsza Na2
2360,0	2390,0	→sól potasowa starsza K2
2390,0	2520,0	→anhydryt podstawowy A2
2520,0	2659,0	→dolomit główny Ca2
2659,0	2702,0	→anhydryt górny A1g
2702,0	2706,0	→sól kamienna najstarsza Na1
2706,0	2707,5	→anhydryt dolny A1d
2707,5	2709,0	→wapień cechstyński Ca1
2709,0	3230,0	→łupek miedzionośny T1
3230,0	3410,0	→czerwony spągowiec
3410,0		→autun
3410,0		karbon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Kamień Pomorski 7 (Ryba i Szpurgis, 1978) znajdują się wyniki analiz petrograficznych 20 prób dolomitu głównego i wstępne opracowanie paleontologiczne utworów karbonu. Ponadto wykonano 66 analiz fizykochemicznych prób rdzeni z interwału 2356,75–3363,45 m, uwzględniając porowatość, przepuszczalność i zawartość bituminów, a także 2 analizy gazu (Tab. 5.65–5.66).

Wyniki geofizyki otworowej:

W NAG PIG-PIB znajduje się dokumentacja wynikowa otworu Kamień Pomorski 7 (Ryba i Szpurgis, 1978), która zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- o mikroprof. oporności sterowane zlogarytm. (logmPOst): 2355–3201 m,
- o profilowanie neutron-gamma zlogarytm. (logPNG): 3200–3402 m,
- o prof. oporności ster. odwrócone zlogarytm. logPOst odwr.): 2705–2755 m,
- o prof. oporności ster. zlogarytm. (logPOst): 2355–3201 m,
- o mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2355–3402 m,
- o profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 2140–3400 m,
- o profilowanie czasu akustycznego T1 (PAT1): 2140–3400 m,
- o profilowanie czasu akustycznego T2(PAt2): 2303–3400 m,
- o profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–3403 m,
- o profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3400 m,
- o profilowanie neutron-gamma (PNG): 0–3403 m,

- profilowania oporności standardowe (PO): 127–3402 m,
- profilowanie oporności EL03(PO): 125–3402 m,
- prof. oporności ster. odwrócone (POst odwr.): 2705–2755 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 1960–3402 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 127–1987 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 125–3395 m.

Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Kamień Pomorski 7 (Klecan, 1978a) zawiera natomiast wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–3260 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–3260 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 95–3275 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 95–3300 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 95–2765 m,

- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 95–3275 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–3260 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.67–5.68.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Juroszek, C., Kłapciński, J., Sachanbiński, M. 1981. Petrografia, geochemia i występowanie skał wulkanicznych w wybranych otworach wiertniczych północnej części monokliny przedsudeckiej, synklinorium szczecińskiego i zachodniej części antyklinorium pomorskiego, woj. lubuskie, wielkopolskie, zachodniopomorskie. Inw. 5389/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Klecan, A. 1978a. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Kamień Pomorski 7. K20 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Ryba, J., Szpurgis, Z. 1978. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Kamień Pomorski 7. Inw. 124475, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2356,75–2384,25	anhydryt podstawowy, dolomit główny	57	0,07–12,88 (11,24)	<0,01–0,62 (0,067)	0,010–0,058 (0,025)
2701,05–2704,05	anhydryt dolny, wapień cechsztyński	5	0,09–2,72 (0,70)	<0,01–0,01	ślady–0,011
3296,55–3363,45	karbon	4	0,21–7,11 (3,93)	0,01–0,83	ślady–0,022

Tab. 5.65. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2356,75–3363,45 m w otworze Kamień Pomorski 7 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Szpurgis, 1978).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
3293,0–3305,0	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	15,87
			C ₂ H ₆	0,01
			C ₃ H ₈	ślady
			N ₂	80,10
			H ₂	3,19
			He	0,83
3293,0–3305,0	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	28,78
			C ₂ H ₆	0,022
			C ₃ H ₈	ślady
			N ₂	68,33
			H ₂	2,09

Tab. 5.66. Wyniki analiz gazu w otworze Kamień Pomorski 7 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szpurgis, 1978).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2351,0–2360,0	anhydryt podstawowy	intensywny zapach H ₂ S
2360,0–2390,0	dolomit główny	punktowe ślady ropy, intensywny zapach H ₂ S
2390,0–2520,0	anhydryt górny	zapach H ₂ S
2744,7–2983,0	autun	ucieczki płuczki do 25 m ³ /20 min
2825,0–3402,0	autun, karbon	zawartość bituminów 0,1–1,9% w profilowaniu ciągłym

Tab. 5.67. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Kamień Pomorski 7 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szpurgis, 1978).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2330,0–2399,2	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	płuczka	0,176
3293,0–3305,0	karbon	pr. rurowy złoża	płyn ze śladami gazu palnego	0,13

Tab. 5.68. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Kamień Pomorski 7 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szpurgis, 1978).

5.18. KAMIENŃ POMORSKI 13

Głębokość otworu: 2672,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974

Rdzenie: 1218,0–2672,0 m, 40 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	30,0	kenozoik
30,0	658,0	jura dolna
658,0	2034,0	trias
686,0	742,0	→warstwy wielichowskie
716,5	811,0	→warstwy zbąsznieckie →warstwy jarkowskie
811,0	1012,0	→kajper
1012,0	1143,0	→wapień muszlowy
1143,0	1301,0	→formacja barwicka

1301,0	1543,0	→formacja polczyńska
1543,0	1713,0	→formacja pomorska
1713,0	2034,0	→formacja bałtycka
2034,0	2672,0	perm
2034,0	2060,0	→formacja rewalska
2060,0	2066,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2066,0	2077,5	→il solny czerwony górny T4b
2077,5	2092,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2092,0	2093,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2093,0	2112,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2112,0	2113,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2113,0	2128,0	→il solny czerwony dolny T4a
2128,0	2221,0	→sól kamienna młodsza Na3
2221,0	2237,0	→anhydryt główny A3
2237,0	2243,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2243,0	2244,5	→anhydryt kryjący A2r
2244,5	2321,5	→sól kamienna starsza Na2 →sól potasowa starsza K2
2321,5	2326,5	→anhydryt podstawowy A2

2326,5	2356,0	→dolomit główny Ca2
2356,0	2531,0	→anhydryt górny Alg
2531,0	2576,5	→sól kamienna najstarsza Na1
2576,5	2652,0	→anhydryt dolny Al _d
2652,0	2658,5	→wapień cechsztyński Ca1 →łupek miedzionośny T1
2658,5	2662,5	→czerwony spągowiec
2662,5	2672,0	→autun

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Kamień Pomorski 13 (Ryba i Jasiecka, 1974b) znajdują się wyniki analiz petrofizycznych 29 prób dolomitu głównego z interwału 2327,75–2351,45 m wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności i zawartości bituminów (oraz skład grupowy węglowodorów w 3 próbkach), a także 2 analizy gazu i 1 analiza wód złożowych (Tab. 5.69–5.71).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Kamień Pomorski 13 (Ryba i Jasiecka, 1974b) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–2670 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 5–2670 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 0–2670 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 18–2671 m,

- profilowanie oporności sterowane (POst): 1078–2322 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 18–2671 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 18–2671 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu zestawiono w Tab. 5.72. Prób złożowych nie przeprowadzono.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Juroszek, C., Kłapciński, J., Sachanbiński, M. 1981. Petrografia, geochemia i występowanie skał wulkanicznych w wybranych otworach wiertniczych północnej części monokliny przedsudeckiej, synklinorium szczecińskiego i zachodniej części antyklinorium pomorskiego, woj. lubuskie, wielkopolskie, zachodniopomorskie. Inw. 5389/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Pyzik, M., Mularczyk, A. 1981. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej "Kamień Pomorski" Dodatek nr 2. Inw. 45619, 3319/211, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Ryba, J., Jasiecka, B. 1974b. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Kamień Pomorski 13. Inw. 119469, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2327,75–2351,45	dolomit główny	29	0,14–4,65 (0,91)	b. słaba–0,393	0,0074–0,0556 (0,0253)

Tab. 5.69. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2327,75–2351,45 m w otworze Kamień Pomorski 13 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Jasiecka, 1974b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2329,0–2332,0	dolomit główny	z aparatu rdzeniowego	CH ₄	2,96
			N ₂	92,86
			H ₂	2,66
			Ar	1,18
			CO ₂	0,34
2666,0–2672,0	autun	z aparatu rdzeniowego	CH ₄	ślady
			N ₂	82,77
			H ₂	0,23
			He	0,16
			O ₂	16,84

Tab. 5.70. Wyniki analiz gazu (w mieszaninie z powietrzem) w otworze Kamień Pomorski 13 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Jasiecka, 1974b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2355,1	dolomit główny	podczas płukania otworu	Cl ⁻	190,2586
			Br ⁻	1,2254
			HCO ₃ ⁻	1,4274
			SO ₄ ⁻	1,1976
			Ca ²⁺	0,395
			Mg ²⁺	4,2913
			Na/K ⁺	15,874
			Al/Fe ³⁺	89,406
			pH	5,75
			mineralizacja	308,5

Tab. 5.71. Wyniki analiz wody w otworze Kamień Pomorski 13 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Jasiecka, 1974b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2325,0–2347,6	anhydrit podstawowy, dolomit główny	punktowe ślady „martwej” ropy i gazu na powierzchniach spękań, luminescencja w promieniach lampy Wooda, intensywny zapach H ₂ S
2347,6–2355,6	dolomit główny	intensywny przypływ płuczki około 44–300 l/h
2350,6	dolomit główny	punktowe ślady zgazowanej ropy i zapach H ₂ S
2660,1–2666,0	czerwony spągowiec, autun	ślady odgazowania

Tab. 5.72. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Kamień Pomorski 13 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Jasiecka, 1974b).

5.19. LASKA 2

Głębokość otworu: 3583,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1980

Rdzenie: 1592,0–3551,0 m, 89 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	104,0	kenozoik
104,0	176,5	jura górna
176,5	1428,0	jura środkowa
1428,0	2067,0	trias

1428,0	1506,0	→warstwy wielichowskie
1506,0	1722,5	→warstwy zbąszyńskie
		→warstwy jarkowskie
1722,5	2067,0	→kajper
2067,0	3456,0	perm
2067,0	2851,0	→sól potasowa starsza K2
		→sól kamienna starsza Na2
2851,0	2855,0	→anhydrit podstawowy A2
2855,0	2873,0	→dolomit główny Ca2
2873,0	2957,0	→anhydrit górny A1g
2957,0	3033,0	→sól kamienna najstarsza Na1
3033,0	3084,0	→anhydrit dolny A1d
3084,0	3089,9	→wapień cechsztyński Ca1
3089,9	3091,5	→łupek miedzionośny T1

3091,5	3190,0	→czerwony spągowiec górny
3190,0	3456,0	→czerwony spągowiec dolny
3456,0	3583,0	karbon/wizen
3456,0	3583,0	→fm wapieni z Czaplinka

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Laska 2 (Wójcik, 1980) znajdują się wyniki analiz fizykochemicznych 42 prób rdzeni z interwału 2859,55–3549,25 m wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności i zawartości bituminów (w tym 3 analizy rozdziału grupowego węglowodorów), a także 7 analiz gazu, 2 analizy wód złożowych i 1 analiza filtratu płuczkowego (Tab. 5.73–5.75). W dokumentacji zamieszczono również charakterystykę petrograficzną czerwonego spągowca, a także charakterystykę geochemiczną dolomitu głównego.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Laska 2 (Wójcik, 1980) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie neutron-gamma zlogarytm. (logPNG): 1720–3473 m,
- prof. oporności ster. zlogarytm. (logPOst): 1763–3103 m,
- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 3035–3111 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 20–3473 m,
- profilowanie gazowe (PGaz): 1054–3565 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3100 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 35–3473 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 8–3471 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 5–3470 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 1 763–3109 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 8–3471 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 5–3471 m,
- profilowanie temperatury po cementowaniu (PTc): 5–2780 m.

Opracowanie wyników średnich prędkości w odwiercie Laska 2 (Walasek, 1981) zawiera natomiast wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2820 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2820 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 728–2813 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 728–2828 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 728–2828 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 728–2828 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–2820 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.76–5.77.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Fuliński, M. 1982. Dokumentacja pomiarów gęstości objętościowej i porowatości otwartej skał, rok 1981. Inw. 45709, ObO/1823, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Juroszek, C., Kłapciński, J., Sachanbiński, M. 1981. Petrografia, geochemia i występowanie skał wulkanicznych w wybranych otworach wiertniczych północnej części monokliny przedsudeckiej, synklinorium szczecińskiego i zachodniej części antyklinorium pomorskiego, woj. lubuskie, wielkopolskie, zachodniopomorskie. Inw. 5389/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Walasek, B. 1981. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Laska 2. L7 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wójcik, Z. 1980. Dokumentacja wynikowa otworu Laska 2. Inw. 126414, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność pozioma min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[μD]	[%]
2859,55–2872,55	dolomit główny	21	0,27–5,17 (2,35)	22,88–1318,23	0,043–0,416 (0,137)
3084,55–3091,15	wapień cechsztyński, łupkę miedzionośny	6	0,36–0,99 (0,60)	2,21–50,84	0,008–0,024 (0,0125)
3092,05–3134,25	czerwony spągowiec	11	2,18–3,64 (3,01)	3,91–84,74	0,004–0,018 (0,007)
3466,0–3549,25	karbon	4	1,4–1,89	4,24–5,65	ślady

Tab. 5.73. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2859,55–3549,25 m w otworze Laska 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1980).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
3078,0–3115,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec górny	z zalewki w obciążnikach w czasie wyciągania przewodu	CH ₄	4,96
			C ₂ H ₆	0,01
			C ₃ H ₈	0,01
			i-C ₄ H ₁₀	0,01
			n-C ₄ H ₁₀	0,04
			i-C ₅ H ₁₂	0,04
			n-C ₅ H ₁₂	0,04
			C ₆ H ₁₄	0,07
			N ₂	91,55
			He	1,18
			H ₂	2,02
			Ar	0,06
3078,0–3115,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec górny	zalewki w obciążnikach w czasie wyciągania przewodu	CH ₄	11,36
			C ₂ H ₆	0,02
			C ₃ H ₈	0,01
			i-C ₄ H ₁₀	0,04
			n-C ₄ H ₁₀	0,09
			i-C ₅ H ₁₂	0,11
			n-C ₅ H ₁₂	0,12
			C ₆ H ₁₄	0,87
			N ₂	83,96
			He	1,19
			H ₂	2,20
			Ar	0,04
3083,0–3097,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec górny	degazacja rdzenia	CH ₄	9,93
			C ₂ H ₆	0,03
			C ₃ H ₈	0,04
			i-C ₄ H ₁₀	0,01
			n-C ₄ H ₁₀	0,02
			N ₂	89,91
3429,0–3475,0	czerwony spągowiec dolny, karbon	z przewodu	H ₂	0,05
			CH ₄	9,13
			C ₂ H ₆	0,02
			C ₃ H ₈	0,01
			i-C ₄ H ₁₀	0,01
			n-C ₄ H ₁₀	0,02
			N ₂	79,52
			He	0,74
3429,0–3475,0	czerwony spągowiec dolny, karbon	z przewodu	H ₂	10,25
			Ar	0,10
			CH ₄	6,72
3429,0–3475,0	czerwony spągowiec dolny, karbon	z przewodu	C ₂ H ₆	0,01
			C ₃ H ₈	0,01

			i-C ₄ H ₁₀	<0,01
			n- C ₄ H ₁₀	0,01
			N ₂	80,71
			He	0,69
			H ₂	11,60
			Ar	0,17
3469,0	karbon	degazacja płuczki	CH ₄	23,17
			C ₂ H ₆	1,10
			C ₃ H ₈	0,40
			i-C ₄ H ₁₀	0,32
			n- C ₄ H ₁₀	0,77
			i-C ₅ H ₁₂	0,63
			n-C ₅ H ₁₂	0,39
			N ₂	70,78
			He	1,12
3469,0	karbon	degazacja płuczki	H ₂	1,33
			CH ₄	2,38
			C ₂ H ₆	0,01
			C ₃ H ₈	0,01
			i-C ₄ H ₁₀	0,01
			n- C ₄ H ₁₀	0,03
			i-C ₅ H ₁₂	0,05
			n-C ₅ H ₁₂	0,04
			N ₂	96,65
			H ₂	0,82

Tab. 5.74. Wyniki analiz gazu w otworze Laska 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1980).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
3072,0–3115,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec górny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	164,2496
			Br ⁻	0,6394
			Ca ²⁺	28,5325
			Mg ²⁺	0,4658
			Na/K ⁺	73,287
			pH	6,47
			mineralizacja	272,5
3429,0–3475,0	czerwony spągowiec dolny, karbon	autoklaw	Cl ⁻	161,1315
			Br ⁻	0,5661
			Ca ²⁺	26,0622
			Na/K ⁺	74,2249
			pH	6,42
3429,0–3475,0	czerwony spągowiec dolny, karbon	filtart płuczki	mineralizacja	265,0
			Cl ⁻	171,6264
			Ca ²⁺	2,3886
			pH	7,25

Tab. 5.75. Wyniki analiz wody w otworze Laska 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1980).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2859,5–2865,5	dolomit główny	punktowe ślady zgazowanej ropy na kontaktach lamin i w mikrospękaniach
3110,0–3110,0	czerwony spągowiec górny	profilowanie aparaturą gazową wykazało 0,1% obj. bituminów
3112,0–3115,0	czerwony spągowiec górny	zanik 20 m ³ płuczki

Tab. 5.76. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Laska 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1980).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2856,0–2895,5	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	
3078,0–3115,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec górny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	solanka zgazowana gazem palnym	0,12
3429,0–3475,0	karbon	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	solanka zmieszana z płuczką	b. słabe

Tab. 5.77. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Laska 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1980).

5.20. REKOWO 1

Głębokość otworu: 2667,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1974

Rdzenie: 994,0–2667,0 m, 13 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	70,0	kenozoik
70,0	917,0	jura
917,0	2 102,0	trias
917,0	967,5	→ warstwy wielichowskie
967,5	1 026,0	→ warstwy jarkowskie
1 026,0	1 067,0	→ kajper
1 067,0	1 208,0	→ wapień muszlowy górny
1 208,0	1 377,0	→ formacja barwicka
1 377,0	1 624,0	→ formacja półczyńska
1 624,0	1 798,0	→ formacja pomorska
1 798,0	2 102,0	→ formacja bałtycka
2 102,0	2 667,0	perm
2 102,0	2 135,0	→ formacja rewalska
2 135,0	2 146,0	→ sól kam. najml. stropowa Na4b2
2 146,0	2 159,0	→ il solny czerwony górny T4b
2 159,0	2 212,5	→ sól kam. najml. górna Na4a1
2 212,5	2 255,0	→ il solny czerwony dolny T4a
2 255,0	2 278,0	→ sól kam. młodsza górna Na3g
2 278,0	2 397,5	→ sól kam. młodsza dolna Na3d
2 397,5	2 420,0	→ anhydryt główny A3
2 420,0	2 426,5	→ dolomit płytowy Ca3
2 426,5	2 428,5	→ szary il solny T3
2 428,5	2 658,5	→ anhydryt kryjący A2r
2 428,5	2 658,5	→ sól potasowa starsza K2
2 658,5	2 666,0	→ sól kamienna starsza Na2
2 666,0	2 667,0	→ anhydryt podstawowy A2
2 666,0	2 667,0	→ dolomit główny Ca2

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Rekowo 1 (Wójcik i Knitter, 1975b) znajdują się wyniki analizy mikropaleontologicznej 8 próbek z interwału 68,0–130,0 m, a także wyniki

analiz fizykochemicznych (porowatości, przepuszczalności, zawartości bituminów i skład grupowy) 4 próbek rdzeni dolomitu głównego z interwału 2666,9–2667,6 m oraz 1 analiza gazu i 2 analizy ropy (Tab. 5.78–5.79).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Rekowo 2 (Wójcik i Knitter, 1975b) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- o profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–2660 m,
- o profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–2660 m,
- o profilowanie neutron-gamma (PNG): 0–2660 m,
- o profilowania oporności standardowe (PO): 90–2658 m,
- o profilowanie oporności EL03 (PO): 90–2658 m,
- o profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 93–2005 m,
- o profilowanie średnicy otworu (PSr): 90–2642 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.80–5.81. Otwór przekazano do eksploatacji.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Binder, I. 1994. Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej „Rekowo”, gm. Kamień Pomorski, woj. Szczec-

cińskie. Inw. 710/95, Arch. CAG PIG,
Warszawa.

kowo 1. Inw. 121160, Arch. CAG PIG,
Warszawa.

- Wójcik, Z., Knitter, K. 1975b. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Re-

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max
			[%]	[mD]	[%]
2666,9–2667,6	dolomit główny	4	0,50–3,10	b. słaba–1,163	0,0234–0,4735

Tab. 5.78. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2666,9–2667,6 m w otworze Rekowo 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	
2667,0	dolomit główny	w czasie próbnej eksploatacji	CH ₄	53,22% obj.
			C ₂ H ₆	12,26% obj.
			C ₃ H ₈	12,01% obj.
			iC ₄ H ₁₀	2,37% obj.
			nC ₄ H ₁₀	5,10% obj.
			CO ₂	0,53% obj.
			CO	2,59% obj.
			N ₂	5,00% obj.
			H ₂	ślady
			H ₂ S	6,32% obj.
2667,0	dolomit główny	w czasie próbnej eksploatacji	gęstość	0,872 g/ml
			węglow. nasycone	67,2%
			w. aromatyczne	20,8%
			w. heterogeniczne	9,5%
			asfalteny	2,5%
2667,0	dolomit główny	w czasie próbnej eksploatacji	zaw. siarki	brak
			gęstość	0,878
			w. nasycone	72,7%
			w. aromatyczne	18,7%
			w. heterogeniczne	4,7%
2667,0	dolomit główny	w czasie próbnej eksploatacji	asfalteny	3,9%
			zaw. siarki	–

Tab. 5.79. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) i ropy w otworze Rekowo 1 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2665,0–2667,0	anhydryt podstawowy, dolomit główny	zapach ropy i H ₂ S; ropa z obiegu 5000 l i 12 000 l płuczki zgazowanej i zaropionej; zanik płuczki 7700 l
2666,0	dolomit główny	przyływ płuczki 2800 l/3 min.

Tab. 5.80. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Rekowo 1 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975b).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przyływ	Tempo przyływu [t/doba]
2666,0–2667,0 (paker 2645,5)	dolomit główny	paker eksploatacyjny	przemysłowy przyływ ropy	50–80 (do 11.06.1975 r. wydobyto 3580 t ropy i 458,9 tys. Nm ³ gazu)

Tab. 5.81. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Rekowo 1 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975b).

5.21. REKOWO 2

Głębokość otworu: 3141,5 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1975**Rdzenie:** 2705,5–3121,8 m, 67 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku**Stratygrafia (CBDG, 2021):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	64,0	kenozoik
64,0	250,0	jura środkowa
250,0	914,0	jura dolna
914,0	2126,5	trias
914,0	965,0	→ warstwy wielichowskie
965,0	1014,0	→ warstwy zbąszyńskie → warstwy jarkowskie
1014,0	1077,0	→ kajper
1077,0	1218,5	→ wapień muszlowy górny
1218,5	1395,0	→ formacja barwicka
1395,0	1640,5	→ formacja polczyńska
1640,5	1816,0	→ formacja pomorska
1816,0	2126,5	→ formacja bałtycka
2126,5	3141,5	perm
2126,5	2158,5	→ formacja rewalska
2158,5	2168,0	→ sól kam. najml. stropowa Na4b2
2168,0	2186,0	→ il solny czerwony górny T4b
2186,0	2207,5	→ sól kam. najml. górna Na4a2
2207,5	2209,0	→ anh. pegmatytowy górny A4a2
2209,0	2235,5	→ anh. pegmatytowy górny A4a2
2235,5	2237,5	→ anh. pegmatytowy dolny A4a1
2237,5	2262,0	→ il solny czerwony dolny T4a
2262,0	2458,5	→ sól kamienna młodsza Na3
2458,5	2507,0	→ anhydryt główny A3
2507,0	2522,5	→ dolomit płytowy Ca3
2522,5	2526,0	→ il solny szary T3
2526,0	2532,5	→ anhydryt kryjący A2r
2532,5	2559,0	→ sól kam. starsza kryjąca Na2r
2559,0	2588,0	→ sól potasowa starsza K2
2588,0	2652,0	→ sól kamienna starsza Na2
2652,0	2705,0	→ anhydryt podstawowy A2
2705,0	2727,0	→ dolomit główny Ca2
2727,0	2948,0	→ anhydryt górny A1g
2948,0	2962,0	→ sól kamienna najstarsza Na1
2962,0	3014,5	→ wapień cechsztyński Ca1 → łupek miedzionośny T1
3014,5	3106,0	→ czerwony spągowiec górny
3106,0	3141,5	→ czerwony spągowiec dolny

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Rekowo 2 (Wójcik i Knitter, 1975c) znajdują się wyniki analizy petrograficzno-chemicznej 24 próbek dolomitu głównego i anhydrytu górnego. Dokumentacja zawiera również wyniki analiz fizykochemicznych 39 próbek

rdzeni z interwału 2705,5–2741,5 m wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności, zasolenia i zawartości bituminów (dla 5 próbek pomierzono skład grupowo-węglowodorowy), a także wyniki analiz fizykochemicznych 39 próbek rdzeni z interwału 3020,25–3052,35 m wraz z oznaczeniem porowatości, przepuszczalności, zawartości siarki i bituminów (dla 3 próbek pomierzono skład grupowo-węglowodorowy) oraz 4 analizy gazu (Tab. 5.82–5.83).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Rekowo 2 (Wójcik i Knitter, 1975c) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2700–3125 m,
- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 2862–3062 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 1094–2655 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (PAT1): 1094–2655 m,
- profilowanie czasu akustycznego T2 (PAT2): 1094–2655 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 1–3128 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 5–3125 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 6–3128 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 4–3125 m,
- profilowanie oporności EL03(PO): 5–3125 m,
- prof. oporności ster. odwrócone (POst odwr.): 2656–3125 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 2656–2727 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 4–2006 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 0–3125 m.

Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Rekowo 2 (Klecan, 1975a) zawiera wyniki pomiarów wykonanych w na-

stępującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–3100 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–3100 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 90–3110 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 90–3090 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 90–3110 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–3100 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.84–5.85.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Binder, I. 1994. Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej „Rekowo”, gm. Kamień Pomorski, woj. Szczecińskie. Inw. 710/95, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Fuliński, M. 1982. Dokumentacja pomiarów gęstości objętościowej i porowatości otwartej skał, rok 1981. Inw. 45709, ObO/1823, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Karwowski, L., Kłapciński, J. 1975. Fauna z osadów cechsztyńskich z wybranych otworów wiertniczych w zachodniej i północnej Polsce. Inw. 5266/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Klecan, A. 1975a. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w otworze Rekowo-2. CAG PIG, Warszawa.
- Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wójcik, Z., Knitter, K. 1975c. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Rekowo 2. Inw. 121785, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2705,5–2741,5	dolomit główny, anhydryt górny	39	0,14–7,59 (1,22)	b. słaba–0,405	0,003–0,087 (0,023)
3020,25–3052,35	czerwony spągowiec górny	39	0,36–7,16 (4,34)	0,01–0,26 (0,07)	ślady–0,0054

Tab. 5.82. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2705,5–3052,35 m w otworze Rekowo 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975c).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2714,5–2723,5	dolomit główny	aparaturdzeniowy	CH ₄	26,15
			C ₂ H ₆	2,67
			C ₃ H ₈	1,44
			N ₂	69,05
			CO ₂	0,42
2723,5–2732,5	dolomit główny, anhydryt górny	aparaturdzeniowy	CH ₄	13,12
			C ₂ H ₆	1,3
			C ₃ H ₈	0,83
			N ₂	83,45
			CO ₂	0,4
3020,2–3038,2	czerwony spągowiec górny	aparaturdzeniowy	N ₂	16,2
			O ₂	83,8
3020,2–3038,2	czerwony spągowiec górny	aparaturdzeniowy	N ₂	87,45
			O ₂	12,06
			CO ₂	0,49

Tab. 5.83. Wyniki analiz gazu w otworze Rekowo 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975c).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2705,0–2727,0	dolomit główny	punktowe ślady odgazowania, zapach bituminów i H ₂ S; w środkowej partii kropłowe wycieki ropy

Tab. 5.84. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Rekowo 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975c).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2710,0–2766,0	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	brak przypływu	–
3018,0–3068,0	czerwony spągowiec górny	pr. rurowy złoża	brak przypływu	–

Tab. 5.85. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Rekowo 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975c).

5.22. REKOWO 3

Głębokość otworu: 2697,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1976

Rdzenie: 2646,0–2691,0 m, 39 skrzynek,
NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	49,5	kenozoik
49,5	224,0	jura środkowa
224,0	936,0	jura dolna
936,0	2121,5	trias
936,0	992,0	→warstwy wielichowskie
992,0	1042,5	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1042,5	1072,0	→kajper
1077,0	1218,5	→wapień muszlowy
1223,0	1393,0	→formacja barwicka
1393,0	1639,0	→formacja polczyńska
1639,0	1810,0	→formacja pomorska
1810,0	2121,5	→formacja bałtycka
2121,5	2697,0	perm
2121,5	2153,5	→formacja rewalska
2153,5	2163,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2163,0	2179,0	→ił solny czerwony górny T4b
2179,0	2200,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2200,0	2201,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2201,0	2228,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2228,0	2230,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2230,0	2231,0	→sól podścielająca Na4a0
2231,0	2267,0	→ił solny czerwony dolny T4a
2267,0	2425,0	→sól kamienna młodsza Na3
2425,0	2454,0	→anhydryt główny A3
2454,0	2463,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary ił solny T3
2463,0	2465,5	→anhydryt kryjący A2r
2465,5	2477,5	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2477,5	2519,0	→sól potasowa starsza K2
2519,0	2638,0	→sól kamienna starsza Na2

2519,0	2638,0	→sól potasowa starsza K2
2638,0	2645,0	→anhydryt podstawowy A2
2645,0	2667,0	→dolomit główny Ca2
2667,0	2697,0	→anhydryt górny A1g

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Rekowo 3 (Wójcik i Stefańska, 1976a) znajdują się wyniki analiz mikrofaunistycznych 17 prób okruchowych z interwału 100,0–270,0 m. Zamieszczono także wyniki analiz petrograficzno-chemicznych oraz fizykochemicznych 53 próbek z interwału 2650,55–2669,05 m wraz z wynikami porowatości, przepuszczalności, zawartości siarki i bituminów (w tym rozdział grupowy 4 próbek), wykonano również jedną analizę gazu (Tab. 5.86–5.87).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Rekowo 3 (Wójcik i Stefańska, 1976a) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- o mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2640–2690 m,
- o profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 2590–2690 m,
- o profilowanie czasu akustycznego T1 (PA_{t1}): 2590–2690 m,
- o profilowanie czasu akustycznego T2 (PA_{t2}): 2590–2690 m,
- o profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–2690 m,
- o profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 125–2690 m,

- profilowanie neutron-gamma (PNG): 0–2690 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 138–2690 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 0–2690 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 2640–2690 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 138–2690 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 5–2690 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płucze oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.88–5.89.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Binder, I. 1994. Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej „Rekowo”, gm. Kamień Pomorski, woj. Szczecińskie. Inw. 710/95, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wójcik, Z., Stefańska, K. 1976a. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Rekowo 3. Inw. 122329, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2650,55–2669,05	dolomit główny, anhydryt górny	53	0,07–5,94 (1,85)	b. słaba–0,333	0,007–0,466 (0,077)

Tab. 5.86. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2650,55–2669,05 m w otworze Rekowo 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2630,0–2673,0	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny	aparatur rdzeniowy	CH ₄	36,03
			C ₂ H ₆	19,74
			C ₃ H ₈	19,91
			C ₄ H ₁₀	3,92
			C ₅ H ₁₂	8,19
			CO	4,91
			CO ₂	0,14
			N ₂	6,92
			H ₂	0,22

Tab. 5.87. Wyniki analiz gazu w otworze Rekowo 3 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2646,0–2670,0	dolomit główny	punktowe ślady ropy oraz ślady odgazowania na powierzchni rdzeni

Tab. 5.88. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Rekowo 3 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2630,0–2673,0	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	–

Tab. 5.89. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Rekowo 3 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976a).

5.23. REKOWO 4

Głębokość otworu: 2736,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1975

Rdzenie: 2676,4–2718,4 m, 40 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	49,5	kenozoik
49,5	224,0	jura środkowa
224,0	936,0	jura dolna
936,0	2111,5	trias
936,0	992,0	→warstwy wielichowskie
992,0	1042,5	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1042,5	1072,0	→kajper
1072,0	1214,0	→wapień muszlowy
1214,0	1380,5	→formacja barwicka
1380,5	1630,0	→formacja polczyńska
1630,0	1802,0	→formacja pomorska
1802,0	2111,5	→formacja bałtycka
2111,5	2736,0	perm
2111,5	2145,5	→formacja rewalska
2145,5	2155,5	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2155,5	2172,5	→il solny czerwony górny T4b
2172,5	2192,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2192,0	2193,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2193,0	2224,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2224,0	2225,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2225,0	2248,0	→il solny czerwony dolny T4a
2248,0	2417,5	→sól kamienna młodsza Na3
2417,5	2465,0	→anhydryt główny A3
2465,0	2473,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2473,0	2474,5	→anhydryt kryjący A2r
2474,5	2478,0	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2478,0	2510,0	→sól potasowa starsza K2
2510,0	2672,0	→sól kamienna strasza Na2
2672,0	2680,0	→anhydryt podstawowy A2
2680,0	2710,0	→dolomit główny Ca2
2710,0	2736,0	→anhydryt górny A1g

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Rekowo 4 (Wójcik i Knitter, 1975d) znajduje się opis mikroskopowy 34 próbek skalnych anhydrytu podstawowego, dolomitu głównego i anhydrytu górnego z interwału 2676,4–2718,4 m. W dokumentacji zamieszczono również wyniki analiz fizykochemicznych 58 próbek dolomitu głównego z interwału 2681,95–2705,65 m wraz z oznaczeniami porowatości,

przepuszczalności, zawartości siarki i bituminiów (wraz z rozdziałem grupowym 5 próbek), a także 1 analizę gazu (Tab. 5.90–5.91).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Rekowo 4 (Wójcik i Knitter, 1975d) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (Adt): 140–2730 m,
- profilowanie czasu akustycznego T1 (PA1): 143–2730 m,
- profilowanie czasu akustycznego T2(PA2): 143–1 081 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–2733 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 5–2725 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 0–2733 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 6–2733 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 5–2730 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 2040–2733 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 6–2733 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 5–2733 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.92–5.93.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Binder, I. 1994. Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej „Rekowo”, gm. Kamień Pomorski, woj. Szczecińskie. Inw. 710/95, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wójcik, Z., Knitter, K. 1975d. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Rekowo 4. Inw. 121786, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2681,95–2705,65	dolomit główny	58	0,07–10,38 (1,39)	b. słaba–55,742 (<1,0)	0,020–0,488 (0,097)

Tab. 5.90. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2681,95–2705,65 m w otworze Rekowo 4 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975d).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2676,4–2695,6	anhydrit podstawowy, dolomit główny	aparaturdzeniowy	CH ₄	8,61
			C ₂ H ₆	0,88
			C ₃ H ₈	0,56
			CO ₂	0,35
			N ₂	88,91
			H ₂	0,69

Tab. 5.91. Wyniki analiz gazu w otworze Rekowo 4 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975d).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2679,5–2710,0	dolomit główny	punktowe ślady odgazowania oraz ślady martwej ropy na powierzchni rdzeni, na świeżych przełamach silny zapach bituminów

Tab. 5.92. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Rekowo 4 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975d).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2660,0–2736,0	anhydrit podstawowy, dolomit główny, anhydrit górny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	–
2657,0–2709,6	dolomit główny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	–

Tab. 5.93. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Rekowo 4 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975d).

5.24. REKOWO 6

Głębokość otworu: 2746,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1976

Rdzenie: 2698,5–2721,8 m, 26 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	67,0	kenozoik
67,0	245,0	jura środkowa
245,0	957,0	jura dolna
957,0	2035,5	trias
957,0	1012,0	→warstwy wielichowskie
1012,0	1059,0	→warstwy zbąszyńskie
1059,0	1100,0	→warstwy jarkowskie
1100,0	1243,0	→kajper
1243,0	1410,0	→wapień muszlowy
1410,0	2746,0	→formacja barwicka

1410,0	1622,0	→formacja polczyńska
1622,0	1790,0	→formacja pomorska
1790,0	2035,5	→formacja bałtycka
2035,5	2746,0	perm
2035,5	2123,5	→formacja rewalska
2123,5	2132,5	→sól kam. najmlodsza stropowa Na4b2
2132,5	2147,5	→il solny czerwony górny T4b
2147,5	2167,0	→sól kam. najmlodsza górna Na4a2
2167,0	2168,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2168,0	2196,5	→sól kam. najmlodsza dolna Na4a1
2196,5	2197,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2197,5	2225,0	→il solny czerwony dolny T4a
2225,0	2383,5	→sól kamienna mlodsza Na3
2383,5	2407,0	→anhydrit główny A3
2407,0	2412,0	→dolomit płytowy Ca3
2412,0	2415,0	→szary il solny T3
2415,0	2419,5	→anhydrit kryjący A2r
2419,5	2461,5	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2461,5	2690,0	→sól potasowa starsza K2
2690,0	2746,0	→sól kamienna starsza Na2

2690,0	2700,0	→anhydryt podstawowy A2
2700,0	2720,0	→dolomit główny Ca2
2720,0	2746,0	→anhydryt górny Alg

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Rekowo 6 (Wójcik, 1976) znajdują się wyniki analiz mikrofaunistycznych 16 próbek z interwału 28,0–200,0 m oraz petrograficzno-chemicznych 15 próbek z interwału 2697,0–2721,8 m. Ponadto załączono wyniki analiz fizykochemicznych 39 prób dolomitu głównego i anhydrytu górnego z interwału 2701,75–2721,55 m wraz z oznaczeniami porowatości, przepuszczalności, zawartości siarki i bituminów (w tym skład grupowy 5 próbek), oraz 7 analiz gazu i 1 analizę wód złożowych (Tab. 5.94–5.96).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Rekowo 6 (Wójcik, 1976) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- o mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2696–2718 m,
- o profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 2646–2719 m,
- o profilowanie czasu akustycznego T1 (PA_{t1}): 2646–2719 m,
- o profilowanie czasu akustycznego T2(PA_{t2}): 2646–2719 m,

- o profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 5–2738 m,
- o profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–2675 m,
- o profilowanie neutron-gamma (PNG): 5–2738 m,
- o profilowania oporności standardowe (PO): 10–2718 m,
- o profilowanie oporności EL03 (PO): 10–2736 m,
- o prof. oporności ster. odwrócone (POst odwr.): 2696–2718 m,
- o profilowanie oporności sterowane (POst): 2696–2718 m,
- o profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 10–2119 m,
- o profilowanie średnicy otworu (PSr): 0–2737 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.97–5.98.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Binder, I. 1994. Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej „Rekowo”, gm. Kamień Pomorski, woj. Szczecińskie. Inw. 710/95, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wójcik, Z. 1976. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Rekowo 6. Inw. 122664, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2701,75–2721,55	dolomit główny, anhydryt górny	39	1,09–28,80 (10,15)	0,13–2,147 (0,451)	0,01–1,131 (0,478)

Tab. 5.94. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2701,75–2721,55 m w otworze Rekowo 6 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2697,0–2707,4	anhydryt podstawowy, dolomit główny	pr. rurowy złoża	CH ₄	67,26
			C ₂ H ₆	11,29
			C ₃ H ₈	7,7
			C ₄ H ₁₀	0,75
			C ₅ H ₁₂	1,64
			CO ₂	–
			N ₂	10,99
			H ₂	0,29
2697,0–2721,8	anhydryt	przewód	Ar	0,08
			CH ₄	74,83

	podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny		C ₂ H ₆	5,07
			C ₃ H ₈	2,13
			C ₄ H ₁₀	0,17
			C ₅ H ₁₂	0,36
			CO ₂	–
			N ₂	16,84
			H ₂	0,4
			He	0,2
2697,0–2721,8	anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	przewód	CH ₄	74,19
			C ₂ H ₆	5,12
			C ₃ H ₈	2,49
			C ₄ H ₁₀	0,21
			C ₅ H ₁₂	0,35
			CO ₂	–
			N ₂	16,99
			H ₂	0,45
2703,2–2705,3	dolomit główny	degazacja rdzenia	He	0,2
			CH ₄	23,47
			C ₂ H ₆	6,9
			C ₃ H ₈	10,37
			C ₄ H ₁₀	4,18
			C ₅ H ₁₂	6,34
			CO ₂	4,64
			N ₂	37,51
2705,3–2707,4	dolomit główny	degazacja rdzenia	H ₂	6,59
			He	–
			CH ₄	31,95
			C ₂ H ₆	7,44
			C ₃ H ₈	7,7
			C ₄ H ₁₀	1,72
			C ₅ H ₁₂	3,23
			CO ₂	1,08
2707,4	dolomit główny	przewód nad próbniem	N ₂	46,88
			H ₂	ślady
			He	–
			CH ₄	68,95
			C ₂ H ₆	11,3
			C ₃ H ₈	7,66
			C ₄ H ₁₀	0,83
			C ₅ H ₁₂	1,43
2721,8	anhydryt górny	przewód	CO ₂	–
			N ₂	9,29
			H ₂	0,51
			Ar	0,03
			CH ₄	74,72
			C ₂ H ₆	4,91
			C ₃ H ₈	1,98
			C ₄ H ₁₀	ślady
			C ₅ H ₁₂	–
			CO ₂	–
			N ₂	17,68
			H ₂	0,5
			He	0,2

Tab. 5.95. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Rekowo 6 według dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2697,0–2707,4	anhydryt podstawowy, dolomit główny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	70,5737
			Br ⁻	0,3463
			HCO ₃ ⁻	1,0736
			SO ₄ ⁻	1,0333
			Ca ²⁺	0,1925
			NH ₄ ⁺	0,0706
			Al/Fe ³⁺	7,5589
			Ca ²⁺	1,0655
			Mg ²⁺	35,7477
			Na/K ⁺	70,5737
			pH	6,5
			mineralizacja	117,7

Tab. 5.96. Wyniki analiz wody w otworze Rekowo 6 według dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2701,0–2721,0	dolomit główny, anhydryt górny	punktowe ślady, niekiedy martwej ropy oraz ślady odgazowania
2703,6	dolomit główny	samowypływ płuczki zgazowanej ze śladami ropy 150 l/min

Tab. 5.97. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Rekowo 6 według dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1976).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2670,0–2707,4	sól kamienna starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny	pr. rurowy złoża	760 l płynu złożowego zgazowanego gazem palnym, silny zapach H ₂ S	bardzo słabe
2670,0–2721,0	sól kamienna starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	1500 l płynu złożowego zgazowanego gazem palnym, silny zapach H ₂ S	–

Tab. 5.98. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Rekowo 6 według dokumentacji wynikowej (Wójcik, 1976).

5.25. SKARCHOWO 1

Głębokość otworu: 2667,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1976

Rdzenie: 2585,3–2667,0 m; 85 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	24,0	kenozoik
24,0	175,0	jura środkowa
175,0	890,0	jura dolna
890,0	2189,5	trias
890,0	932,5	→warstwy wielichowskie
932,5	1035,0	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1035,0	1123,0	→kajper
1123,0	1267,0	→wapień muszlowy

1267,0	1435,0	→formacja barwicka
1435,0	1695,0	→formacja polczyńska
1695,0	1870,0	→formacja pomorska
1870,0	2189,5	→formacja bałtycka
2189,5	2667,0	perm
2189,5	2225,5	→formacja rewalska
2225,5	2235,5	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2235,5	2252,5	→il solny czerwony górny T4b
2252,5	2273,5	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2273,5	2274,5	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2274,5	2299,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2299,0	2300,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2300,0	2320,0	→il solny czerwony dolny T4a
2320,0	2432,0	→sól kamienna młodsza Na3
2432,0	2453,5	→anhydryt główny A3
2453,5	2460,5	→dolomit płytowy →szary il solny
2460,5	2462,5	→anhydryt kryjący A2r
2462,5	2584,0	→sól kamienna starsza Na2 →sól potasowa starsza K2

2584,0	2590,0	→anhydryt podstawowy A2
2590,0	2647,0	→dolomit główny Ca2
2647,0	2667,0	→anhydryt górny Alg

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Skarchowo 1 (Ryba i Szewc, 1977b) znajdują się wyniki analiz mikropaleontologicznych 24 próbek z interwału 26,0–567,0 m oraz opracowanie petrograficzno-chemiczne anhydrytu podstawowego, dolomitu głównego i anhydrytu górnego na podstawie 60 próbek z interwału 2588,5–2651,5 m. Ponadto załączono wyniki analiz fizykochemicznych 118 próbek rdzeni z interwału 2589,25–2647,85 m, w tym oznaczenia porowatości, przepuszczalności, zawartości siarki i bituminów (włączając 9 analiz rozkładu grupowego), a także 2 analizy wód złożowych (Tab. 5.99–5.100).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Skarchowo 1 (Ryba i Szewc, 1977b) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- o profilowanie akustyczne (PA): 2589–2666 m,

- o profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 2581–2666 m,
- o profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–2666 m,
- o profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 5–2650 m,
- o profilowanie neutron-gamma (PNG): 0–2666 m,
- o profilowania oporności standardowe (PO): 19–2664 m,
- o profilowanie oporności EL03 (PO): 15–2664 m,
- o profilowanie oporności sterowane (PO_{st}): 2589–2665 m,
- o profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 19–2193 m,
- o profilowanie średnicy otworu (PS_r): 15–2666 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.101–5.102.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Ryba, J., Szewc, A. 1977b. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Skarchowo 1. Inw. 123097, Arch. CAG-PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2589,25–2647,85	anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	118	0,21–17,37 (3,614)	0,0–0,20 (93 próbki nieprzepuszczalne)	0,002–0,160 (0,038)

Tab. 5.99. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2589,25–2647,85 m w otworze Skarchowo 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2588,0–2667,0	anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	129,67
			Br ⁻	0,4662
			HCO ₃ ⁻	1,9520
			SO ₄ ⁻	3,9179
			NH ₄ ⁺	1,0375
			Al/Fe ³⁺	0,6066
			Ca ²⁺	7,6224
			Mg ²⁺	3,0937
			Na/K ⁺	70,11750
			pH	7,38
2588,0–2667,0	anhydryt	pr. rurowy złoża	mineralizacja	223,34
			Cl ⁻	141,2140

	podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	Br ⁻	0,6260
		HCO ₃ ⁻	1,6470
		SO ₄ ⁻	3,1236
		NH ₄ ⁺	1,1925
		Al/Fe ³⁺	0,0979
		Ca ²⁺	8,0859
		Mg ²⁺	4,9375
		Na/K ⁺	73,6210
		pH	7,02
		mineralizacja	238,8

Tab. 5.100. Wyniki analiz wody w otworze Skarchowo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2589,5–2594,9	anhydryt podstawowy, dolomit główny	punktowe wykropliny ropy na spękaniach rdzeni, wyraźna luminescencja, intensywny zapach węglowodorów i H ₂ S
2589,5–2594,9	anhydryt podstawowy, dolomit główny	żółtobrunatna luminescencja oraz zapach H ₂ S, niekiedy bituminów w rdzeniach

Tab. 5.101. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Skarchowo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977b).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2590,0–2648,5	dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	2700 l płuczki z solanką	0,04
2588,0	anhydryt podstawowy	pr. rurowy złoża	32 l wody złożowej	0,04

Tab. 5.102. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Skarchowo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977b).

5.26. STRZEŻEWO 1

Głębokość otworu: 4521,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1978

Rdzenie: 3764,0–4233,0 m, 1 skrzynka, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Halinowie; 1226,0–4521,0 m, 362 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	45,0	kenozoik
45,0	256,0	jura środkowa
256,0	930,0	jura dolna
930,0	2495,0	trias
930,0	997,5	→warstwy wielichowskie
997,0	1173,0	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1173,0	1338,0	→kajper
1338,0	1482,5	→warstwy sulechowskie
1482,5	1591,0	→wapień muszlowy
1591,0	1760,0	→formacja barwicka
1760,0	2025,0	→formacja polczyńska

2025,0	2202,0	→formacja pomorska
2202,0	2495,0	→formacja bałtycka
2495,0	3199,0	perm
2495,0	2529,0	→formacja rewalska
2529,0	2530,0	→anhydryt graniczny A4a
2530,0	2537,0	→sól kam. najml. górna Na4a2
2537,0	2538,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2538,0	2569,0	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2569,0	2570,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2570,0	2576,0	→il solny czerwony dolny T4a
2576,0	2670,0	→sól kamienna młodsza Na3
2670,0	2676,5	→sól potasowa starsza K2
2676,5	2760,0	→sól kamienna starsza Na2
2760,0	2768,0	→anhydryt podstawowy A2
2768,0	2823,0	→dolomit główny Ca2
2823,0	3105,0	→anhydryt dolny A1d
3105,0	3109,0	→wapień cechsztyński Ca1 →łupek miedzionośny T1
3109,0	3199,0	→czerwony spągowiec dolny
3199,0	3890,0	karbon górny
3890,0	4518,0	fran
4518,0	4521,0	żywet

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Strzeżewo 1 (Ryba i Szewc, 1978a) znajdują się wyniki analiz petrograficzno-chemicznych 23 prób z dolomitu głównego z interwału 2768,0–2823,0 m, mikroskopowy opis 12 próbek z interwału 3464,0–4521,0 m, wyniki 21 analiz mikropaleontologicznych osadów jury z interwału 48,0–170,0 m, wstępne opracowanie paleontologiczne osadów z interwałów 3756,0–3830,0 m i 4165,0–4459,0 m oraz opracowanie mikropaleontologiczne 11 próbek z interwału 3922,0–4453,0 m. Wykonano także oznaczenia zawartości bituminów 161 próbek z interwału 2876,05–3373,0 m oraz 54 próbek z interwału 3464,0–4521,25 m, w tym 5 analiz składu grupowego. Niestety, w dokumentacji znajduje się jedynie podsumowanie pomiarów firzykochemicznych, bez danych źródłowych (Tab. 5.103). Zamieszczono też 4 analizy gazu i jedną analizę wód złożowych (Tab. 5.104–5.105).

Ponadto, w dokumentacjach Poprawy (2010) oraz Kiersnowskiego i Poprawy (2010) znajdują się wyniki badań materii organicznej skał karbonu, które zostały podsumowane w Tab. 5.106.

Wyniki geofizyki otworowej:

W NAG PIG-PIB znajduje się dokumentacja wynikowa otworu Strzeżewo 1 (Ryba i Szewc, 1978a), która zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 3000–3643 m,
- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 3453–3837 m,
- profilowanie akustyczne (PA): 171–3454 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 2519–3324 m,
- profilowanie czasu akustycznego T₁ (PA_{t1}): 2519–3324 m,
- profilowanie ekscentryczności (PE_{ksc}): 2520–3167 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–4510 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–4510 m,

- profilowanie neutron-gamma (PNG): 35–4510 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 171–4512 m,
- profilowanie oporności sterowane (PO_{st}): 2519–4505 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 171–4512 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 170–4512 m.

Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Strzeżewo 1 (Klecan, 1978b) zawiera natomiast wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2600 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2600 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_{PW1}: 105–2610 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_{PW2}: 105–2610 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_{PW3}: 105–2610 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_{PO}: 105–2610 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_{VSP}: 20–2600 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.107–5.108.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Dybowa-Jachowicz, S., Pokorski, J. 1984. Stratygrafia karbonu i dolnego permu w otworze wiertniczym Strzeżewo 1. *Geological Quarterly*, **28**, 589–616.
- Kiersnowski, H., Poprawa, P. 2010. Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego - etap I. Inw. 2439/2011, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Klecan, A. 1978b. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Strze-

żewo 1. S127 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.

- Matyja, H. 1993. Upper Devonian of Western Pomerania. *Acta Geologica Polonica*, **43**, 27–94.
- Poprawa, P. 2010. Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu - ich znaczenie

dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów. Inw. 2935/2011, Arch. CAG PIG, Warszawa.

- Ryba, J., Szewc, A. 1978a. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Strzeżewo 1. Inw. 124334, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2768,0–2823,0	dolomit główny	98	0,054–6,164 (1,040)	0,0–4,45 (88 próbek – brak przepuszczalności)	0,015–0,249 (0,074)
3199,0–3890,0	karbon	129	0,1–11,4 (3,7)	0,0–6,3 (17 próbek – brak przepuszczalności)	ślady–0,024 (0,014)
3890,0–4521,0	dewon	29	–	–	0,002–0,017 (0,007)

Tab. 5.103. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2768,0–4521,0 m w otworze Strzeżewo 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
3450,0–3524,0	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	17,41
			C ₂ H ₆	0,02
			C ₃ H ₈	0,002
			i-C ₄ H ₁₀	0,0004
			In-C ₄ H ₁₀	0,0007
			N ₂	81,27
			H ₂	0,594
			He	0,701
3302,0–3320,5	karbon	degazacja próby rdzeniowej	CH ₄	13,62
			C ₂ H ₆	0,018
			C ₃ H ₈	0,014
			In-C ₄ H ₁₀	0,0157
			N ₂	86,237
			H ₂	0,092
3535,0–3587,5	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	16,589
			C ₂ H ₆	0,013
			C ₃ H ₈	0,0004
			N ₂	81,932
			H ₂	0,351
			He	0,967
			Ar	0,448
3535,0–3587,5	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	24,906
			O ₂	6,31
			N ₂	68,784

Tab. 5.104. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Strzeżewo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
3535,0–3587,5	karbon	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	117,889
			Br ⁻	0,8258
			HCO ₃ ⁻	0,2562
			SO ₄ ⁻	1,1111
			NH ₄ ⁺	0,0375

			Al/Fe ³⁺	0,2825
			Ca ²⁺	34,6198
			Mg ²⁺	1,6061
			Na/K ⁺	34,1597
			pH	5,7
			mineralizacja	191,0

Tab. 5.105. Wyniki analiz wody w otworze Strzeżewo według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978a).

Źródło	Ilość pomiarów	S1 min-max [mgHC/ gSkały]	S3 min-max [mgCO ₂ / gSkały]	Tmax min-max [°C]	HI min-max [mgHC/ gTOC]	OI min-max [mgCO ₂ / gTOC]	PI min-max [mgHC/ gSkały]	TOC min-max [% wag.]
Poprawa, 2010	3	0,05–0,06	0,34–1,89	426	56–63	45–410	0,1–0,18	0,02–0,96
Kiersnowski i Poprawa, 2010	14							0,00,7

Tab. 5.106. Podsumowanie wyników badań pirolitycznych przeprowadzonych w otworze Strzeżewo 1 w utworach karbonu (Kiersnowski i Poprawa, 2010; Poprawa, 2010).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2786,0–2822,0	dolomit główny	zapach bituminów oraz punktowe wycieki ropy naftowej z mikroszczelin, pojedyncze ślady degazacji w rdzeniach
3510,0–3520,0	karbon	zanik płuczki

Tab. 5.107. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Strzeżewo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978a).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo prz. [m ³ /h]
2768,0–2890,0	dolomit główny, anhydrit górny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	
3295,0–3329,0	karbon	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	brak przypływu	
3444,0–3518,0	karbon	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	płuczka ze śladami gazu	0,127
3535,0–3587,5	karbon	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	1,9 m ³ słabo zgazowanej wody złożowej	0,74
3190,0–3304,0	czerwony spągowiec, karbon	pr. rurowy złoża (po zakończeniu wiercenia)	brak przypływu	
3180,0–3304,0	czerwony spągowiec, karbon	pr. rurowy złoża (po zakończeniu wiercenia)	brak przypływu	

Tab. 5.108. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Strzeżewo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978a).

5.27. ŚWIERZNO 1

Głębokość otworu: 3103,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1973

Rdzenie: 1478,5–3103,0 m, 74 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	20,0	kenozoik
20,0	54,0	paleogen – neogen
54,0	104,0	jura środkowa
104,0	776,0	jura dolna

776,0	2300,0	trias
776,0	852,5	→ warstwy wielichowskie
852,5	963,0	→ warstwy zbąszyńskie → warstwy jarkowskie
963,0	1234,0	→ kajper
1234,0	1367,5	→ wapień muszlowy
1367,5	1547,5	→ formacja barwicka
1547,5	1811,0	→ formacja półczyńska
1811,0	1992,5	→ formacja pomorska
1992,5	2300,0	→ formacja bałtycka
2300,0	3103,0	perm
2300,0	2333,5	→ formacja rewalska
2333,5	2334,0	→ sól kam. najml. stropowa Na4b2
2334,0	2352,5	→ il solny czerwony górny T4b

2352,5	2370,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2370,0	2371,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2371,0	2400,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2400,0	2401,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2401,0	2422,0	→il solny czerwony dolny T4a
2422,0	2571,0	→sól kamienna młodsza Na3
2571,0	2595,0	→anhydryt główny A3
2595,0	2601,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2601,0	2602,5	→anhydryt kryjący A2r
2602,5	2609,5	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2609,5	2611,0	→sól potasowa starsza K2
2611,0	2682,0	→sól kamienna starsza Na2
2682,0	2687,5	→anhydryt podstawowy A2
2687,5	2714,5	→dolomit główny Ca2
2714,5	2919,0	→anhydryt górny A1g
2919,0	3018,0	→sól kamienna najstarsza Na1
3018,0	3072,5	→anhydryt dolny A1d
3072,5	3084,0	→wapień cechstyński Ca1
3084,0	3084,5	→łupek miedzionośny T1
3084,5	3103,0	→czerwony spągowiec

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Świerżno 1 (Wójcik i in., 1973) znajdują się jedynie wyniki analiz fizykochemicznych 27 próbek rdzenia z interwału 2595,55–3102,95 m, w tym analizy porowatości, przepuszczalności, zasolenia i zawartości bituminów z rozdziałem grupowym 2 próbek (Tab. 109).

Wyniki geofizyki otworowej:

W NAG PIG-PIB znajduje się dokumentacja wynikowa otworu Świerżno 1 (Wójcik i in., 1973), która zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG są dostępne pliki LAS):

- profilowanie akustyczne (PA): 800–3095 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 2292–3086 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 2–3099 m,
- profilowanie gazowe (PGaz): 27–3075 m,
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe (PGG): 10–165 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3095 m,
- karotaż magnetyczny (PM): 300–1300 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 4–3099 m,

- profilowania oporności standardowe (PO): 27–3095 m,
 - profilowanie oporności EL03 (PO): 25–3095 m,
 - profilowanie oporności sterowane (PO_{st}): 2275–3095 m,
 - profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 27–3095 m,
 - profilowanie średnicy otworu (PSr): 0–3095 m,
 - profilowanie temperatury (PT): 5–2490 m.
- Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Świerżno 1 (Burchat, 1973) zawiera natomiast wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–3000 m,
 - profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–3000 m,
 - profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 119–3014 m,
 - profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 149–3014 m,
 - profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 119–3014 m,
 - profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 119–3014 m,
 - profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–3000 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w rdzeniu zestawiono w Tab. 5.110. Nie przeprowadzono prób złożowych ze względu na brak poziomów o wyraźnych własnościach kolektorskich. Zanotowane objawy bituminów są zbyt słabe, by można było oczekiwać pozytywnych wyników.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Burchat, B. 1973. Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Świerżno 1. Ś24 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wójcik, Z., Sielmużycka, A., Szewc, A. 1973. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Świerżno 1. Inw. 117479, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2595,55–2609,9	dolomit płytowy, szary ił solny, sól starsza,	8	2,72–8,21 (5,89)	b. słaba–0,392	0,0089–0,0474 (0,0192)
3085,0–3102,95	czerwony spągowiec	19	2,31–9,83 (6,33)	b. słaba–0,302	śladowe–0,0078

Tab. 5.109. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2595,55–2609,9 m w otworze Świerżno 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i in., 1973).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2536,3–2542,3	sól kamienna młodsza	żółto-brunatna luminescencja na kontakcie lamin substancji ilastej w rdzeniach
2589,7–2593,3	anhdyryt główny	rozproszona mleczno-biała luminescencja w tle skalnym w rdzeniach
2593,3–2596,9	anhdyryt główny	rozproszona mleczno-biała luminescencja w tle skalnym w rdzeniach
2687,5–2714,5	dolomit główny	punktowe ślady odgazowania, zapach bituminów oraz silny zapach H ₂ S w rdzeniach
2687,5–2714,5	dolomit główny	prof. obiegowe wykazało obecność 1% węglowodorów w płuczce

Tab. 5.110. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Świerżno 1 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i in., 1973).

5.28. ŚWIERŻNO 2

Głębokość otworu: 2772,2 m

Rok zakończenia wiercenia: 1975

Rdzenie: 672,0–2770,2 m, 34 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	24,0	kenozoik
24,0	70,0	paleogen – neogen
24,0	70,0	jura środkowa
70,0	819,0	jura dolna
819,0	2354,0	trias
819,0	906,0	→warstwy wielichowskie
906,0	1043,0	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1100,0	1320,0	→kajper dolny
1320,0	1448,0	→wapień muszlowy
1448,0	1613,0	→formacja barwicka
1613,0	1877,0	→formacja półczyńska
1877,0	2057,0	→formacja pomorska
2057,0	2354,0	→formacja bałtycka
2354,0	2772,2	perm
2354,0	2398,0	→formacja rewalska
2398,0	2407,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2407,0	2432,5	→ił solny czerwony górny T4b
2432,5	2436,5	→sól kam. najml. grn. ilasta Na4a2t
2436,5	2450,5	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2450,5	2452,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2452,0	2479,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1

2479,0	2480,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2480,0	2503,0	→ił solny czerwony dolny T4a
2503,0	2661,0	→sól kamienna młodsza Na3
2661,0	2741,5	→sól kamienna starsza Na2 →sól potasowa starsza K2
2741,5	2748,0	→anhdyryt podstawowy A2
2748,0	2772,2	→dolomit główny Ca2

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Świerżno 2 (Wójcik i Stefańska, 1976b) znajduje się opracowanie petrograficzno-geochemiczne dolomitu głównego na podstawie 8 płytek i 14 analiz składu mineralnego w interwale 2748,0–2767,8 m. Zamieszczono również wyniki analiz fizykochemicznych 20 próbek z interwału 2748,55–2766,85 m – porowatości, przepuszczalności, zawartości siarki i bituminów z rozdziałem grupowym 2 próbek, a także 7 analiz gazu, 3 analizy ropy naftowej oraz 1 analizę wody złożowej (Tab. 5.111–5.114).

Wyniki geofizyki otworowej:

W NAG PIG-PIB znajduje się dokumentacja wynikowa otworu Świerżno 2 (Wójcik i Stefańska, 1976b), która zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG są dostępne pliki LAS):

- profilowanie akustyczne (PA): 1345–2480 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 1322–2480 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 15–1888 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 1–2650 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 15–1888 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 17–2744 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 15–2744 m,
- profilowanie oporności sterowane (PO_{st}): 2 275–2744 m,

- profilowanie średnicy otworu (PSr): 15–2480 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.115–5.116.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Wójcik, Z., Stefańska, J. 1976b. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Świerżno 2. Inw. 122328, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2748,55–2766,85	dolomit główny	20	0,07–1,10 (0,34)	b. słaba–0,980	0,0152–0,0323 (0,0226)

Tab. 5.111. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2748,55–2766,85 m w otworze Świerżno 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
672,0–674,0	jura dolna	z rdzenia	N ₂	96,77
			O ₂	2,09
			Ar	1,14
2752,4–2755,1	dolomit główny	degazacja próby rdzeniowej	CH ₄	6,57
			C ₂ H ₆	0,63
			C ₃ H ₈	0,08
			N ₂	90,36
			H ₂	2,36
			CH ₄	74,05
2767,8	dolomit główny	pr. rurowy złoża	C ₂ H ₆	9,54
			C ₃ H ₈	6,21
			C ₄ H ₁₀	0,89
			C ₅ H ₁₂	1,73
			CO ₂	ślady
			N ₂	7,58
			CH ₄	74,23
2770,2	dolomit główny	manifold	C ₂ H ₆	8,94
			C ₃ H ₈	6,04
			C ₄ H ₁₀	0,13
			C ₅ H ₁₂	0,55
			CO ₂	0,57
			N ₂	6,92
			H ₂	0,57
			He	0,05
			H ₂ S	2
			CH ₄	37,51
2770,2	dolomit główny	głowica eksploatacyjna	C ₂ H ₆	9,48
			C ₃ H ₈	14,46
			C ₄ H ₁₀	3,55
			C ₅ H ₁₂	9,63
			CO	3,48

			CO ₂	0,17
			N ₂	9,99
			H ₂ S	12,73
2752,4–2755,1	dolomit główny	rdzeń	CH ₄	6,57
			C ₂ H ₆	0,63
			C ₃ H ₈	0,08
			N ₂	90,36
			H ₂	2,36
2772,2	dolomit główny	głowica eksploatacyjna	CH ₄	69,16
			C ₂ H ₆	10,71
			C ₃ H ₈	6,21
			C ₄ H ₁₀	0,33
			C ₅ H ₁₂	0,78
			CO ₂	0,93
			N ₂	4,93
			H ₂	0,5
			Ar	0,12
			H ₂ S	6,33

Tab. 5.112. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Świerżno 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda:	Parametr	
2770,2	dolomit główny	spod manifoldu	Gęstość [g/ml]	0,834
			Zawartość siarki [%]	–
			Zawartość asfaltów [%]	brak
			Zawartość parafiny [%]	2,1
			Węglowodory [%]	
			nasycone	65,5
			aromatyczne	26,9
			heterogeniczne	17,6
2770,2	dolomit główny	ropa pobrana ze zbiornika	Gęstość [g/ml]	0,842
			Zawartość siarki [%]	–
			Zawartość asfaltów [%]	ślady
			Zawartość parafiny [%]	6,26
			Węglowodory [%]	
			nasycone	80,6
			aromatyczne	14,2
			heterogeniczne	3,8
2770,2	dolomit główny	z otworu w czasie obiegowego odpuszczania	asfalteny [%]	1,4
			Gęstość [g/ml]	0,843
			Zawartość siarki [%]	–
			Zawartość asfaltów [%]	ślady
			Zawartość parafiny [%]	1,38
			Węglowodory:	
			nasycone	67,6
			aromatyczne	21
			heterogeniczne	10,1

Tab. 5.113. Wyniki analiz ropy w otworze Świerżno 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
		płyn z koryt w trakcie za-tłaczania wody	Cl ⁻	107,6706
			HCO ₃ ⁻	4,087
			SO ₄ ²⁻	3,3335
			Ca ²⁺	6,3126
			Na ⁺	62,554
			pH	7,5
			mineralizacja	189,0
2770,2	dolomit główny	filtrat z górnej warstwy zbiornika	Cl ⁻	99,2667
			HCO ₃ ⁻	0,854

			SO ₄ ²⁻	4,0331
			Ca ²⁺	0,7164
			Mg ²⁺	0,1489
			Na ⁺	65,537
			pH	8,2
			mineralizacja	174,2

Tab. 5.114. Wyniki analiz wody w otworze Świerżno 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976b).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2746,0–2767,8	anh. podstawowy, dolomit główny	punktowe ślady gazu
2763,3–2770,2	dolomit główny	zgazowanie płuczki i objawy ropy, samowypływ do 80 l/min
2772,2	dolomit główny	samowypływ płuczki do 400 l/min

Tab. 5.115. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Świerżno 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976b).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m³/h]
2723,0–2770,2	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny	paker eksploatacyjny na gł. 2723,0 m, wielokrotne syfonowanie	próbna eksploatacja– 8 miesięcy: 125 tys. ton ropy, i 15,743 Nm³ gazu	
2615,0–2772,2	sól młodsza, sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny	przegłębienie otworu 2 m; paker eksploatacyjny na gł. 2615,0 m, łyżkowanie, syfonowanie	nieszczelność, próba nieudana – brak możliwości wyciągnięcia pake-ra eksploatacyjnego	

Tab. 5.116. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Świerżno 2 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Stefańska, 1976b).

5.29. ŚWIERŻNO 4

Głębokość otworu: 3238,5m

Rok zakończenia wiercenia: 1975

Rdzenie: 2678,0–3238,5 m; 68 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	54,0	kenozoik
54,0	120,5	jura środkowa
120,5	837,0	jura dolna
837,0	2338,0	trias
837,0	907,0	→ warstwy wielichowskie
907,0	1031,0	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1031,0	1087,5	→kajper
1087,5	1436,0	→wapień muszlowy
1436,0	1596,5	→formacja barwicka
1596,5	1863,0	→formacja półczyńska
1863,0	2044,0	→formacja pomorska
2044,0	2338,0	→formacja bałtycka
2338,0	3195,0	perm
2338,0	2390,0	→formacja rewalska
2390,0	2400,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2400,0	2426,5	→il solny czerwony górny T4b

2426,5	2446,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2446,0	2447,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2447,0	2475,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2475,0	2476,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2476,5	2492,0	→il solny czerwony dolny T4a
2492,0	2645,0	→sól kamienna młodsza Na3
2645,0	2667,5	→anhydryt główny A3
2667,5	2675,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2675,0	2678,0	→anhydryt kryjący A2r
2678,0	2769,0	→sól kamienna starsza Na2
2769,0	2777,5	→anhydryt podstawowy A2
2777,5	2811,5	→dolomit główny Ca2
2811,5	3012,5	→anhydryt górny A1g
3012,5	3045,0	→sól kam. najstarsza górna Na1g
3045,0	3087,0	→anhydryt środkowy A1s
3087,0	3095,0	→sól kam. najstarsza dolna Na1d
3095,0	3148,5	→anhydryt dolny A1d
3148,5	3155,3	→wapień cechstyński Ca1
3155,3	3156,0	→łupek miedzionośny T1
3156,0	3195,0	→czerwony spągowiec górny
3195,0	3238,5	famen
3195,0	3238,5	→formacja krojanicka

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Świerżno 4 (Ryba i Knitter, 1975) znajduje się opraco-

wanie petrograficzne i skład mineralny 36 próbek skalnych anhydrytu podstawowego, dolomitu głównego i anhydrytu górnego z interwału 2776,0–2819,4 m. Zamieszczono również wyniki badań fizykochemicznych 85 próbek rdzeni z interwału 2778,3–3237,75 m, w tym wyniki pomiarów porowatości, przepuszczalności zawartości siarki i bituminiów z rozdziałem grupowym 7 próbek, a także 7 analiz gazu, 2 analizy wód złożowych oraz 2 analizy płuczki i 2 analizy filtratu (Tab. 5.117–5.119).

Wyniki geofizyki otworowej:

W NAG PIG-PIB znajduje się dokumentacja wynikowa otworu Świerżno 4 (Ryba i Knitter, 1975), która zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG dostępne są pliki LAS):

- profilowanie akustyczne (PA): 2776–3186 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 2757–3188 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–3235 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3235 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 0–3235 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 89–3235 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 85–3188 m,
- profilowanie oporności sterowane (PO_{st}): 2325–3235 m,

- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 89–2348 m,
- profilowanie średnicy otworu (PS_r): 85–3235 m.

Dokumentacja pomiarów średnich prędkości w odwiercie Świerżno 4 (Klecan, 1975b) zawiera wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–3180 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–3180 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_{PW1}: 79–3199 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_{PW2}: 879–3019 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_{PO}: 79–3199 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_{VSP}: 20–3180 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.120–5.121.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Klecan, A. 1975b. Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Świerżno 4. Ś25 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa,
- Ryba, J., Knitter, K. 1974. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Świerżno 4. Inw. 121159, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2778,3–2811,6	dolomit główny, anhydryt górny	47	0,07–6,22 (1,35)	b. słaba–0,138	0,003–0,066 (0,0138)
3149,25–3155,25	wapień cechsztyński	10	0,07–0,52 (0,24)	0,011–0,561	ślady–0,010
3156,0–3160,75	czerwony spągowiec	11	2,09–3,34 (2,83)	0,146–0,23	ślady–0,005

Tab. 5.117. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2778,3–3160,75 m w otworze Świerżno 4 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Knitter, 1975).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	
2764,8–2797,4	sól starsza anhydryt podstawowy, dolomit główny	degazacja próby rdzeniowej	CH ₄	3,08
			C ₂ H ₆	0,26
			C ₃ H ₈	0,17
			CO ₂	0,19
			N ₂	95,72
			H ₂	0,58
2776,0–2832,0	anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	78,79
			C ₂ H ₆	5,19
			C ₃ H ₈	3,57
			izo-C ₄ H ₁₀	0,22
			n-C ₄ H ₁₀	0,49
			CO	0,3
			CO ₂	0,1
			N ₂	7,08
			H ₂	4,16
			He	0,1
2776,0–2832,0	anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	59,09
			C ₂ H ₆	4,16
			C ₃ H ₈	3,03
			izo-C ₄ H ₁₀	0,15
			n-C ₄ H ₁₀	0,58
			CO	0,5
			CO ₂	0,6
			N ₂	10,83
			H ₂	2,1
			He	ślady
			H ₂ S	18,36
2790,6–2792,4	dolomit główny	degazacja próby rdzeniowej	CH ₄	0,48
			C ₂ H ₆	0,03
			C ₃ H ₈	0,03
			CO ₂	0,16
			N ₂	99,2
			H ₂	0,1
2776,0–3200,0	anhydryt podstawowy – famen	pr. rurowy złoża	CH ₄	83,73
			C ₂ H ₆	5,06
			C ₃ H ₈	0,81
			CO ₂	ślady
			N ₂	9,43
			H ₂	0,97
3149,0–3155,0	wapień cechsztyński, łupek miedzionośny, czerwony spągowiec górny	degazacja próby rdzeniowej	CH ₄	0,2
			C ₂ H ₆	ślady
			CO ₂	0,13
			N ₂	99,3
			H ₂	0,37

Tab. 5.118. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Świerżno 4 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Knitter, 1975).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2832,0	anhydryt górny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	193,0032
			CO ₃ ²⁻	0,3
			HCO ₃ ⁻	1,1626
			Ca ²⁺	5,0803
			Mg ²⁺	0,7019
			pH	8,5
2832,0	anhydryt górny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	189,7092
			Br ⁻	1,0656
			CO ₃ ²⁻	0,96
			HCO ₃ ⁻	0,854

			SO ₄ ²⁻	1,2881
			NH ₄ ⁺	0,8125
			Ca ²⁺	5,5833
			Mg ²⁺	12,909
			Na/K ⁺	93,388
			pH	8
			mineralizacja	309,4
3200,0	famen	filtrat, pr. rurowy złoża	Ca ²⁺	4,025
			Mg ²⁺	2,045
			zasolenie	286,65
			pH	286.65
3200,0	famen	płuczka pobrana z koryt podczas płukania otworu	Ca ²⁺	0,704
			Mg ²⁺	0,794
			zasolenie	297,13
			pH	7,6

Tab. 5.119. Wyniki analiz wód i filtratu płuczki w otworze Świerżno 4 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Knitter, 1975).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2778,2–2781,3	dolomit główny	punktowe ślady degazacji w rdzeniach
2795,8	dolomit główny	wypływ płuczki silnie zgazowanej i skażonej H ₂ S
2777,5–2811,5	dolomit główny	żółta luminescencja i zapach H ₂ S

Tab. 5.120. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Świerżno 4 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Knitter, 1975).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2763,0–2832,0	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	300 l wody złożowej ze śladami gazu	b.d.
2765,0–3200,0	sól starsza – famen	pr. rurowy złoża (w trakcie wiercenia)	1,73 m ³ płynu słabo zgazowanego gazem palnym z zapachem H ₂ S	0,03

Tab. 5.121. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Świerżno 4 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Knitter, 1975).

5.30. ŚWIERŻNO 5

Głębokość otworu: 2883,6 m

Rok zakończenia wiercenia: 1975

Rdzenie: 1035,0–2883,6 m, 85 skrzynek NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	46,0	kenozoik
46,0	108,5	jura środkowa
108,5	830,0	jura dolna
830,0	2290,0	trias
830,0	882,0	→warstwy wielichowskie
882,0	992,5	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie

992,5	1266,0	→kajper
1266,0	1397,0	→wapień muszlowy
1397,0	1558,5	→formacja barwicka
1558,5	1822,0	→formacja polczyńska
1822,0	1996,0	→formacja pomorska
1996,0	2290,0	→formacja bałtycka
2290,0	3195,0	perm
2290,0	2330,0	→formacja rewalska
2330,0	2337,5	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2337,5	2354,0	→il solny czerwony górny T4b
2354,0	2373,0	→sól kam. najmłodsza górna Na4a2
2373,0	2374,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2374,0	2404,0	→sól kam. najmłodsza dolna Na4a1
2404,0	2405,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2405,0	2421,0	→il solny czerwony dolny T4a
2421,0	2652,5	→sól kamienna młodsza Na3
2652,5	2673,0	→anhydryt główny A3
2673,0	2694,0	→dolomit płytowy Ca3

2694,0	2703,0	→ <i>il solny szary T3</i>
2703,0	2708,0	→ <i>anhydryt kryjący A2r</i>
2708,0	2716,0	→ <i>sól kam. starsza kryjąca Na2r</i>
2716,0	2734,0	→ <i>sól potasowa starsza K2</i>
2734,0	2832,5	→ <i>sól kamienna starsza Na2</i>
2832,5	2840,0	→ <i>anhydryt podstawowy A2</i>
2840,0	2872,0	→ <i>dolomit główny Ca2</i>
2872,0	2883,6	→ <i>anhydryt górny Alg</i>

Wyniki badań skal:

W dokumentacji otworu Świerżno 5 (Wójcik i Knitter, 1975e) znajdują się wyniki analiz petrograficzno-chemicznych prób dolomitu głównego z interwału 2845,0–2872,0 m. Zamieszczono również wyniki badań własności fizykochemicznych 72 próbek z interwału 2845,55–2878,45 m oraz 22 próbek z interwału 2674,6–2709,5 m, a także 4 analiz gazu ziemnego (Tab. 5.122–5.123).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Świerżno 5 (Wójcik i Knitter, 1975e) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie akustyczne (PA): 2655–2875 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 2655–2875 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–2875 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–2875 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 0–2875 m,

- profilowania oporności standardowe (PO): 119–2872 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 115–2872 m,
- profilowanie oporności sterowane (PO_{st}): 2656–2872 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 890–2872 m,
- profilowanie średnicy otworu (PS_r): 115–2872 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.124–5.125.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Wójcik, Z., Knitter, K. 1975e. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Świerżno 5. Inw. 121163, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2674,6–2709,5	dolomit płytowy, il solny szary, anhydryt kryjący, sól starsza	22	–	–	0,008–0,032 (0,018)
2845,0–2872,0	dolomit główny	72	0,22–11,05 (2,48)	b. słaba–7,502	0,006–0,037 (0,023)

Tab. 5.122. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2674,6–2872,0 m w otworze Świerżno 5 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975e).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2658,3–2659,8	anhydryt główny	degazacja rdzenia	CH ₄	25,26
			C ₂ H ₆	9,05
			C ₃ H ₈	5,1
			H ₂	0,69
			N ₂	0,69
2660,0–2662,7	anhydryt główny	degazacja rdzenia	CH ₄	30,04

			C ₂ H ₆	11,65
			C ₃ H ₈	9,36
			i- C ₄ H ₁₀	0,61
			n-C ₄ H ₁₀	1,27
			CO ₂	0,3
			H ₂	46,44
2674,6–2680,5	dolomit płytowy	degazacja rdzenia	CH ₄	11,44
			C ₂ H ₆	1,93
			C ₃ H ₈	0,73
			C ₄ H ₁₀	ślady
			N ₂	85,55
			CO ₂	0,1
			H ₂	0,24
2693,7–2703,0	dolomit płytowy, szary ił solny	degazacja rdzenia	He	0,01
			CH ₄	21,89
			C ₂ H ₆	6,67
			C ₃ H ₈	13,04
			N ₂	65,98
			CO ₂	2,21
			H ₂	0,2
			He	0,01

Tab. 5.123. Wyniki analiz gazu w otworze Świerżno 5 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975e).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
26805–2684,4	dolomit płytowy	punktowe ślady degazacji
2844,0–2878,6	dolomit główny, anhydryt górny	ślady odgazowania, zapach H ₂ S, miejscami tłuste plamy

Tab. 5.124. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Świerżno 5 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975e).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [m ³ /h]
2648,0–2657,0	sól kamienna młodsza, anhydryt główny	pr. rurowy złoża	brak przypływu	–

Tab. 5.125. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Świerżno 5 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1975e).

5.31. ŚWIERŻNO 9

Głębokość otworu: 2883,6 m

Rok zakończenia wiercenia: 1975

Rdzenie: 2030,0–2774,7 m, 10 skrzynek,
NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertni-
czych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	24,0	kenozoik
24,0	69,0	paleogen, neogen
69,0	136,0	jura środkowa
136,0	815,0	jura dolna
815,0	2247,5	trias
815,0	902,0	→ warstwy wielichowskie
902,0	1036,0	→warstwy zbąszyńskie

		→warstwy jarkowskie
1036,0	1262,5	→kajper
1262,5	1443,0	→wapień muszlowy
1443,0	1605,0	→formacja barwicka
1605,0	1871,0	→formacja polczyńska
1871,0	2052,0	→formacja pomorska
2052,0	2247,5	→formacja bałtycka
2247,5	2774,7	perm
2247,5	2389,5	→formacja rewalska
2389,5	2399,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2399,0	2420,0	→ił solny czerwony górny T4b
2420,0	2438,5	→sól kam. najml. górna Na4a2
2438,5	2439,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2439,0	2467,5	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2467,5	2469,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2469,0	2488,5	→ił solny czerwony dolny T4a
2488,5	2611,0	→sól kamienna młodsza Na3

2611,0	2637,0	→anhydryt główny A3
2637,0	2647,5	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2647,5	2653,0	→anhydryt kryjący A2r
2653,0	2763,5	→sól kamienna starsza Na2
2653,0	2763,5	→sól potasowa starsza K2
2763,5	2769,0	→anhydryt podstawowy A2
2769,0	2774,7	→dolomit główny Ca2

Wyniki badań skal:

W dokumentacji wynikowej otworu Świerżno 9 (Wójcik i Knitter, 1976) znajdują się wyniki analiz fizyczno-chemicznych i petrofizycznych 11 próbek dolomitu głównego z interwału 2769,1–2774,5 m (Tab. 5.126). Ponadto zamieszczono 3 analizy gazu ziemnego, 1 analizę ropy naftowej i 1 analizę wód złożowych (Tab. 5.127–5.129).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Świerżno 9 (Wójcik i Knitter, 1976) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- profilowanie akustyczne (PA): 1280–2748 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 1268–2748 m,

- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 2–2763 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–2750 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 2–2763 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 5–2763 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 0–2763 m,
- profilowanie oporności sterowane (PO_{st}): 2225–2763 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 5–2252 m,
- profilowanie średnicy otworu (PS_r): 0–2757 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.130–5.131.

Dokumentacje NAG PIB-PIB:

- Wójcik, Z., Knitter, K. 1976. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Świerżno 9. Inw. 122096, Arch. CAG PIB, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2769,1–2774,5	dolomit główny	11	1,23–4,5 (2,96)	b. słaba–0,049	0,014–0,041 (0,023)

Tab. 5.126. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2769,1–2774,5 m w otworze Świerżno 9 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2766,5–2774,7	anhydryt podstawowy, dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	4,48
			C ₂ H ₆	0,76
			C ₃ H ₈	0,41
			N ₂	93,56
			CO ₂	0,54
			H ₂	0,25
2774,7	dolomit główny	gaz pobrany w trakcie odpuszczania	CH ₄	49,71
			C ₂ H ₆	11,73
			C ₃ H ₈	10,62
			C ₄ H ₁₀	1,52
			C ₅ H ₁₂	4,07
			CO	2,73
			CO ₂	0,76
			N ₂	2,68
			H ₂ S	15,92
2774,7	dolomit główny	podczas prof. gazowego	CH ₄	25,98
			C ₂ H ₆	2,98

			C ₃ H ₈	0,01
			CO ₂	0,03
			O ₂	71

Tab. 5.127. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Świerżno 9 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda:	Parametr	
2774,7	dolomit główny	ropa pobrana z manifoldu	Gęstość [g/ml]:	0,855
			Zawartość siarki [%]:	–
			Zawartość parafiny w ropie [%]:	1,20
			Węglowodory [%]:	
			nasycone	70,6
			aromatyczne	13,9
			heterogeniczne	11,4
			asfalteny	4,1

Tab. 5.128. Wyniki analiz ropy w otworze Świerżno 9 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2774,7	dolomit główny	w czasie odpuszczania	Cl ⁻	197,2224
			Br ⁻	0,999
			SO ₄ ²⁻	1,8437
			NH ₄ ⁺	–
			Ca ²⁺	4,6829
			Mg ²⁺	11,0569
			Na/K ⁺	104,48
			pH	6,15
			mineralizacja	324,0

Tab. 5.129. Wyniki analiz wody w otworze Świerżno 9 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2766,5–2774,7	dolomit główny	punktowe ślady gazu i ropy, luminescencja wykazała jaskrawe, żółte świecenie
2769,0–2774,7	anhydryt podstawowy, dolomit główny	samowypływ płuczki 250 l/min; po zatłoczeniu ołuczki galenowej otrzymano 100 l ropy i niezmierną ilość płuczki zgazowanej, skażonej H ₂ S; zanik około 27 m ³ płuczki

Tab. 5.130. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Świerżno 9 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo prz. [m ³ /h]
2729,0–2774,7	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny	paker eksploatacyjny na głębokości 2729,0 m	ropa z gazem, solanka zgazowana	

Tab. 5.131. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Świerżno 9 według dokumentacji wynikowej (Wójcik i Knitter, 1976).

5.32. WRZOSOWO 1

Głębokość otworu: 3305,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1975

Rdzenie: 1328,0–3141,3 m, 91 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	55,0	kenozoik
55,0	232,0	jura środkowa
232,0	840,5	jura dolna

840,5	2299,0	trias
840,5	911,5	→warstwy wielichowskie
911,5	1025,0	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1025,0	1295,0	→kajper
1295,0	1423,0	→wapień muszlowy
1423,0	1585,0	→formacja barwicka
1585,0	1836,0	→formacja polczyńska
1836,0	2006,0	→formacja pomorska
2006,0	2299,0	→formacja bałtycka
2299,0	3081,5	perm
2299,0	2335,0	→formacja rewalska
2335,0	2337,0	→sól kam. najml. górna Na4a2
2337,0	2338,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2338,0	2363,5	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2363,5	2365,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2365,0	2370,0	→ił solny czerwony dolny T4a
2370,0	2536,0	→sól kamienna młodsza Na3
2536,0	2584,0	→anhydryt główny A3
2584,0	2595,0	→dolomit płytowy Ca3
2595,0	2631,0	→anhydryt główny A3
2631,0	2640,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary ił solny T3
2640,0	2643,0	→anhydryt kryjący A2r
2643,0	2730,0	→sól kamienna starsza Na2
2730,0	2742,5	→anhydryt podstawowy A2
2742,5	2785,0	→dolomit główny Ca2
2785,0	2988,5	→anhydryt górny A1g
2988,5	2992,5	→sól kamienna najstarsza Na1
2992,5	3072,0	→anhydryt dolny A1d
3072,0	3077,0	→wapień cechstyński Ca1 →łupek miedzionośny T1
3077,0	3081,5	→czerwony spągowiec górny
3081,5	3305,0	karbon – westfal

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Wrzosowo 1 (Ryba i Stefańska, 1976) znajdują się wyniki opracowań mikropaleontologicznych 11 prób okruszowych z interwału 60,0–340,0 m. Zamieszczono także opracowania petrograficzno-chemiczne 36 prób dolomitu głównego z interwału 2742,5–2785,0 m oraz opracowania petrograficzne 3 prób ze stropowych partii karbonu. W dokumentacji wynikowej otworu zawarto również wyniki analiz fizykochemicznych (porowatości, przepuszczalności, zawartości siarki i biruminów) 134 próbek z interwału 2741,75–3246,45 m, a także 9 analiz gazu i 2 analizy wód złożowych (Tab. 5.132–5.134).

Wyniki geofizyki otworowej:

W NAG PIG-PIB znajduje się dokumentacja wynikowa otworu Wrzosowo 1 (Ryba i Stefańska, 1976), która zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następu-

jącym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- średnica nominalna wiercenia (BS): 0–3304 m,
- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 2731–3304 m,
- profilowanie akustyczne (PA): 1352–3303 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 1351–3304 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 0–3303 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3300 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 0–3303 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 5–3302 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 0–3302 m,
- prof. oporności ster. odwrócone kosa (PO_{st} odwr. kosa): 3075–3304 m,
- profilowanie oporności sterowane (PO_{st}): 2295–3303 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 5–3302 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 0–3304 m.

Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Wrzosowo 1 (Klecan, 1975c) zawiera natomiast wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (w CBDG dostępne są dla nich pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2980 m,
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2980 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 130–2990 m,
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 130–2650 m,
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 130–2990 m,
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–2980 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.135–5.136.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Binder, I., Sikorski, B. 1975. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Wrzosowo w rejonie Kamienia Pomorskiego. Inw. 11409 CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Klecan, A. 1975c. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w otworze Wrzo-

sowo 1. W130 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa

- Ryba, J., Stefańska, J. 1976. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Wrzosowo 1. Inw. 122097, Arch. CAG PIG, Warszawa

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2741,75–2787,63	dolomit główny, anhydryt górny	94	0,36–11,75 (3,158)	b. słaba–1,169	0,015–0,059 (0,0296)
3078,85–3081,25	czerwony spągowiec	6	4,49–8,0 (6,03)	0,622–1,926 (1,393)	0,004–0,023 (0,0113)
3081,75–3246,45	karbon	34	1,44–13,43 (5,639)	0,024–2,247 (0,345)	0,004–0,017 (0,0098)

Tab. 5.132. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2741,75–3246,45 m w otworze Wrzosowo 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Stefańska, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
1590,0–1597,0	pstry piaskowiec	degazacja rdzenia	CH ₄	0,15
			N ₂	91,97
			CO ₂	ślady
			H ₂	1,36
2743,4–2746,4	dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	7,8
			C ₂ H ₆	0,41
			N ₂	91,27
			CO ₂	0,23
			H ₂	0,29
2753,4–2755,8	dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	2,02
			N ₂	97,68
			CO ₂	0,27
			H ₂	0,03
3083,7–3085,2	karbon	degazacja rdzenia	CH ₄	0,76
			N ₂	99,17
			CO ₂	ślady
			H ₂	0,07
3083,0–3149,0	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	43,67
			C ₂ H ₆	2,04
			C ₃ H ₈	0,58
			Ar	0,1
			CO ₂	–
			N ₂	53,28
			He	0,3
3075,0–3149,3	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec, karbon	podczas syfonowania otworu	CH ₄	46,64
			C ₂ H ₆	2,61
			C ₃ H ₈	0,35
			Ar	ślady
			CO ₂	ślady
			N ₂	56,09
			He	0,31
3075,0–3149,3	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec, karbon	podczas syfonowania otworu	CH ₄	44
			C ₂ H ₆	1,97
			C ₃ H ₈	0,61
			Ar	brak

			CO ₂	ślady
			N ₂	53,42
			He	ślady
3141,5	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	36,77
			C ₂ H ₆	2,06
			C ₃ H ₈	0,69
			N ₂	60,42
			CO ₂	ślady
			H ₂	0,06
3142,0–3195,0	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	25,59
			C ₂ H ₆	0,53
			C ₃ H ₈	ślady
			Ar	0,11
			CO ₂	ślady
			N ₂	70,56
			He	0,32

Tab. 5.133. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Wrzosowo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Stefańska, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
3077,0–3082,0	czerwony spągowiec, karbon	woda, pr. rurowy złoża	Cl ⁻	48,9348
			Br ⁻	brak
			HCO ₃ ⁻	2,745
			SO ₄ ²⁻	0,2963
			NH ₄ ⁺	–
			Al/Fe ³⁺	0,4839
			Ca ²⁺	1,9139
			Mg ²⁺	brak
			Na/K ⁺	30,1200
			pH	6,77
			mineralizacja	85,2
3077,0–3149,3	czerwony spągowiec, karbon	filtrat płuczki	Cl ⁻	25,1766
			Ca ²⁺	1,2114
			Mg ²⁺	brak
			SO ₄ ²⁻	6,9305
			Al/Fe ³⁺	1,2589
			Na/K ⁺	30
			pH	11,3
			mineralizacja	68,0

Tab. 5.134. Wyniki analiz wody i filtratu w otworze Wrzosowo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Stefańska, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2730,0–2742,0	anhydryt podstawowy	zapach H ₂ S
2742,0–2785,0	dolomit główny	zapach H ₂ S i bituminów, punktowe wykropliny ropy
3150,0	westfal	wzrost wskazań w prof. obiegowym do 0,6%, w prof. ciągłym do 0,5% bituminów

Tab. 5.135. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Wrzosowo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Stefańska, 1976).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [Nm ³ /min]
2705,0–2794,6	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	zapięcie nieudane	–
2710,0–2809,0	sól starsza, anhydryt podstawowy,	pr. rurowy złoża	zapięcie nieudane	–

	dolomit główny, anhydryt górny			
3070,0–3141,5	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec, karbon	pr. rurowy złoża	suchy gaz	–
3142,0–3195,0	karbon	pr. rurowy złoża	śladowy przyływ gazu palnego, 280 l płuczki spod pakera	–
3060,0–3150,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec, karbon	pr. Halliburton 3” po zak	gaz palny	16,5

Tab. 5.136. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Wrzosowo 1 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Stefańska, 1976).

5.33. WRZOSOWO 2

Głębokość otworu: 3127,3 m

Rok zakończenia wiercenia: 1976

Rdzenie: 2674,0–3122,2 m, 109 skrzynek,
NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertni-
czych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	34,0	kenozoik
34,0	180,5	jura środkowa
180,5	820,0	jura dolna
820,0	895,0	trias
820,0	895,0	→warstwy wielichowskie
895,0	1001,0	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1001,0	1252,0	→kajper
1252,0	1383,0	→wapień muszlowy
1383,0	1547,0	→formacja barwicka
1547,0	1798,0	→formacja polczyńska
1798,0	1969,0	→formacja pomorska
1969,0	2262,0	→formacja bałtycka
2262,0	3059,5	perm
2262,0	2305,0	→formacja rewalska
2305,0	2307,5	→sól kam. najml. górna Na4a2
2307,5	2308,5	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2308,5	2331,5	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2331,5	2332,0	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2332,0	2339,5	→il solny czerwony dolny T4a
2339,5	2416,0	→sól kamienna młodsza Na3
2416,0	2525,0	→anhydryt główny A3
2525,0	2551,5	→sól kamienna młodsza Na3
2551,5	2609,5	→anhydryt główny A3
2609,5	2616,5	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2616,5	2619,0	→anhydryt kryjący A2r
2619,0	2667,0	→sól kamienna starsza Na2
2667,0	2675,0	→anhydryt podstawowy A2
2675,0	2720,0	→dolomit główny Ca2

2720,0	2931,5	→anhydryt górny A1g
2931,5	2951,0	→sól kam. najstarsza górna Na1g
2951,0	2976,0	→anhydryt środkowy A1s
2976,0	2981,0	→sól kam. najstarsza dolna Na1d
2981,0	3051,0	→anhydryt dolny A1d
3051,0	3055,0	→wapień cechsztyński Ca1
3055,0	3055,5	→łupek miedzionośny T1
3055,5	3059,5	→czerwony spągowiec górny
3059,5	3127,3	karbon

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Wrzosowo 2 (Ryba i Szewc, 1976) znajdują się wyniki opracowań mikropaleontologicznych 17 prób okruszowych z interwału 50,0–500,0 m. Zamieszczono także opracowania petrograficzno-chemiczne 36 prób dolomitu głównego z interwału 2675,0–2720,0 m, opracowania petrograficzne 7 prób utworów podcechsztyńskich oraz orzeczenie dotyczące wieku skał z interwału 3059,5–3127,3 m. W dokumentacji wynikowej otworu zawarto również wyniki analiz fizyczno-chemicznych 167 próbek z interwału 2676,05–3121,55 oraz 11 analiz gazu (Tab. 5.137–5.138). Dodatkowo laboratorium Geoservices wykonało 14 analiz utworów karbońskich oznaczając ich porowatości i przepuszczalności. Ponadto, w dokumentacjach Poprawy (2010) oraz Kiersnowskiego i Poprawy (2010) znajdują się wyniki badań materii organicznej skał karbonu, podsumowane w Tab. 5.139.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Wrzosowo 2 (Ryba i Szewc, 1976) zawiera wyniki badań

geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- średnica nominalna wiercenia (BS): 0–3125 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 3040–3123 m,
- profilowanie akustyczne (PA): 1275–3123 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 1269–2665 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 13–3124 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 5–3125 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 15–3125 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 4–3123 m,
- profilowanie oporności EL03(PO): 4–3123 m,
- profilowanie oporności płuczki (POpl): 1324–2288 m,
- prof. oporności ster. odwrócone kosa (POst odwr. kosa): 2671–3092 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 2263–3123 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 4–3123 m,

- profilowanie średnicy otworu (PSr): 0–3125 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.140–5.141.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Poprawa, P. 2010. Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu - ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów. Inw. 2935/2011, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Kiersnowski, H., Poprawa, P. 2010. Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego - etap I. Inw. 2439/2011, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Ryba, J., Szewc, A. 1976. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Wrzosowo 2. Inw. 122905, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2676,05–2715,25	dolomit główny	75	0,28–13,03 (3,51)	0,0–0,26 (44 próby nieprzepuszczalne)	0,011–0,058 (0,0264)
3043,05–3059,25	anhydryt dolny, wapień cechsztyński, czerwony spagowiec	19	0,36–6,94 (1,75)	0,0–0,56	–
3059,55–3121,55	karbon	73	0,49–15,41 (8,205)	0,0–10,50	0,002–0,036 (0,0151)

Tab. 5.137. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2676,0–3121,55 m w otworze Wrzosowo 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1976).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2686,8–2704,0		degazacja rdzenia	CH ₄	9,258
			C ₂ H ₆	1,411
			C ₃ H ₈	1,246
			i-nin-C ₄ H ₁₀	ślady
			n-C ₅ H ₁₂	87,52
			C ₇ H ₁₆	0,461
			H ₂	0,104
			powietrze	ślady
3040,0–3091,0		pr. rurowy złoża	CH ₄	39,246
			C ₂ H ₆	2,339
			C ₃ H ₈	0,536
			i-C ₄ H ₁₀	ślady
			CO ₂	0,046
			CO	0,189
			N ₂	57,21
			He	0,374
			Ar	–
3040,0–3091,0		pr. rurowy złoża	CH ₄	38,938
			C ₂ H ₆	2,072
			C ₃ H ₈	0,554
			i-C ₄ H ₁₀	ślady
			CO ₂	0,075
			CO	0,197
			N ₂	57,796
			He	0,368
			Ar	–
3040,0–3091,0		pr. rurowy złoża	CH ₄	37,169
			C ₂ H ₆	1,567
			C ₃ H ₈	0,557
			i-C ₄ H ₁₀	ślady
			CO ₂	1,115
			CO	ślady
			N ₂	60,406
			He	ślady
			Ar	0,186
3044,2–3122,2		rury wydobywcze	CH ₄	42,656
			C ₂ H ₆	1,656
			C ₃ H ₈	0,507
			i-C ₄ H ₁₀	ślady
			CO ₂	0,237
			N ₂	54,718
			He	0,2
			Ar	0,035
		gaz pobrany z przestrzeni pomiędzy rurkami syfonowymi a rurami 6 5/8"	CH ₄	47,329
			C ₂ H ₆	2,116
			C ₃ H ₈	0,352
			CO ₂	0,106
			CO	ślady
			N ₂	49,842
			He	0,278
			Ar	0,017
		gaz pobrany z przestrzeni pomiędzy rurkami syfonowymi a rurami 6 5/8"	CH ₄	44,999
			C ₂ H ₆	2,319
			C ₃ H ₈	0,533
			CO ₂	0,191
			CO	ślady
			N ₂	51,733
			He	0,225
			Ar	brak

		gaz pobrany z przestrzeni pomiędzy rurkami syfonowymi a rurami 6 5/8"	CH ₄	48,325
			C ₂ H ₆	1,798
			C ₃ H ₈	0,349
			CO ₂	3,499
			CO	ślady
			N ₂	0,213
			He	0,213
			Ar	0,036
		gaz pobrany z przestrzeni pomiędzy rurkami syfonowymi a rurami 6 5/8"	CH ₄	43,705
			C ₂ H ₆	1,972
			C ₃ H ₈	0,676
			i-C ₄ H ₁₀	ślady
			CO ₂	0,062
			N ₂	53,347
			He	0,203
			Ar	0,035
		gaz pobrany z przestrzeni pomiędzy rurkami syfonowymi a rurami 6 5/8"	CH ₄	42,514
			C ₂ H ₆	1,917
			C ₃ H ₈	0,567
			i-C ₄ H ₁₀	ślady
			CO ₂	0,089
			N ₂	54,701
			He	0,183
			Ar	0,029
3044,2–3122,2		rury wydobywcze w czasie próbnej eksploatacji	CH ₄	42,796
			C ₂ H ₆	2,063
			C ₃ H ₈	0,594
			i-C ₄ H ₁₀	0,146
			CO ₂	0,146
			N ₂	54,198
			He	0,172
			Ar	0,031

Tab. 5.138. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Wrzosowo 2 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1976).

Źródło	Głębokość [m]	Ilość pomiarów VRo/TOC	VRo	TOC min-max
			[%]	[% wag.]
Poprawa, 2010	3111,0–3116,1	0/3		0–0,07
Kiersnowski i Poprawa, 2010	3059,8–3121,2	1/6	1,28	0,1

Tab. 5.139. Podsumowanie wyników badań pirolitycznych przeprowadzonych w otworze Wrzosowo 2 w utworach karbonu (Kiersnowski i Poprawa, 2010; Poprawa, 2010).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
2667,0–2675,0	anhydryt podstawowy	zapach H ₂ S
2675,0–2720,0	dolomit główny	zapach H ₂ S i bituminów, punktowe wykropliny ropy
3051,0–3127,3	wapień cechsztyński, łupki miedzionośny, czerwony spągowiec, karbon	3,5–4,0% węglowodorów w profilowaniu ciągłym i obiegowym w płuczce

Tab. 5.140. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Wrzosowo 2 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1976).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [Nm ³ /min]
2649,0–2728,5	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	słaby przypływ wody złożowej bez śladów bituminów	0,677
3040,0–3091,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec, karbon	pr. rurowy złoża	gaz	
3084,0–3122,2	karbon	pr. rurowy złoża	brak przypływu	b.d.
2998,57–3115,1	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec, karbon	rukry syfonowe z pakierem eksploatacyjnym	gaz z płynem nadpakerowym	1500

Tab. 5.141. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Wrzosowo 2 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1976).

5.34. WRZOSOWO 3

Głębokość otworu: 3255,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1979

Rdzenie: 2609,0–3242,5 m, 124 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	40,0	kenozoik
40,0	173,0	jura środkowa
173,0	817,5	jura dolna
817,5	2239,5	trias
817,5	879,0	→warstwy wielichowskie
879,0	975,0	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
975,0	1233,0	→kajper
1233,0	1361,5	→wapień muszlowy
1361,5	1522,0	→formacja barwicka
1522,0	1772,5	→formacja poleczyńska
1772,5	1944,5	→formacja pomorska
1944,5	2239,5	→formacja bałtycka
2239,5	3101,0	perm
2239,5	2279,5	→formacja rewalska
2279,5	2286,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2286,0	2296,0	→il solny czerwony górny T4b
2296,0	2312,5	→sól kam. najml. górna Na4a2
2312,5	2314,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2314,0	2390,0	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2390,0	2391,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2391,5	2395,0	→sól podścielająca Na4a0
2395,0	2426,5	→il solny czerwony dolny T4a
2426,5	2510,5	→sól kamienna młodsza Na3
2510,5	2610,5	→anhydryt główny A3
2610,5	2617,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2617,0	2621,0	→anhydryt kryjący A2r
2621,0	2626,0	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2626,0	2633,0	→sól potasowa starsza K2

2633,0	2692,5	→sól kamienna starsza Na2
2692,5	2696,0	→anhydryt podstawowy A2
2696,0	2739,0	→dolomit główny Ca2
2739,0	2914,0	→anhydryt górny A1g
2914,0	2980,0	→sól kamienna najstarsza Na1
2980,0	3068,5	→anhydryt dolny A1d
3068,5	3072,4	→wapień cechsztyński Ca1
3072,4	3073,0	→łupek miedzionośny T1
3073,0	3101,0	→czerwony spągowiec górny
3101,0	3255,0	karbon – westfal

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Wrzosowo 3 (Ryba i Szewc, 1979) znajdują się wyniki opracowań mikropaleontologicznych 9 prób okruchowych z interwału 45,0–292,0 m. Zamieszczono także analizy fizykochemiczne 93 próbek karbonu górnego z interwału 3107,45–3242,35 m (Tab. 5.142).

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Wrzosowo 3 (Ryba i Szewc, 1979) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- średnica nominalna wiercenia (BS): 136–3255 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2237 m, 3255 m,
- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 3030–3257 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PAdt): 2969–3255 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 15–3255 m,

- profilowanie gazowe (PGaz): 2613–3035 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 125–3250 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 17–3255 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 135–3255 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 130–3255 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 2237–3255 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 135–3255 m,

- profilowanie średnicy otworu (PSr): 135–3255 m,
- profilowanie temperatury (PT): 3000–3258 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.143–5.144.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Ryba, J., Szewc, A. 1979. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Wrzosowo 3. Inw. 125096, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max
			[%]	[mD]	[%]
3107,45–3242,35	karbon	93	0,19–1030 (4,79)	0,001–1,87 (0,126)	ślady–0,017

Tab. 5.142. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 3107,45–3242,35 m w otworze Wrzosowo 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1979).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
66,0–67,0	jura środkowa	ucieczka 17 m ³ płuczki ilowej w czasie 20 min.
138,0	jura środkowa	ucieczka 18,4 m ³
2714,0–2734,0	dolomit główny	intensywny zapach H ₂ S

Tab. 5.143. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Wrzosowo 3 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1979).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [Nm ³ /min]
3068,0–3139,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec, karbon	pr. rurowy złoża	brak przypływu	
3005,0–3159,0		pr. rurowy złoża	brak przypływu	
3005,0–3203,0		pr. rurowy złoża	150 l płuczki spod pakera w czasie 501 min	
3017,0–3255,0		pr. rurowy złoża	1100 l płuczki spod pakera w czasie 1743 min	

Tab. 5.144. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Wrzosowo 3 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1979).

5.35. WRZOSOWO 8

Głębokość otworu: 3310,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1977

Rdzenie: 2738,5–2339,5 m, 170 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2021):

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	52,0	kenozoik
52,0	201,0	jura środkowa
201,0	852,0	jura dolna
852,0	2258,0	trias
852,0	956,0	→warstwy wielichowskie
956,0	1129,0	→warstwy zbąszyńskie

		→warstwy jarkowskie
1129,0	1456,0	→kajper
1456,0	1564,0	→wapień muszlowy
1564,0	1797,5	→formacja półczyńska
1797,5	1962,5	→formacja pomorska
1962,5	2258,0	→formacja bałtycka
2258,0	3077,5	perm
2258,0	2290,0	→formacja rewalska
2290,0	2291,0	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2291,0	2300,5	→il solny czerwony górny T4b
2300,5	2316,0	→sól kam. najml. górna Na4a2
2316,0	2317,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2317,0	2319,5	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2319,5	2350,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2350,5	2357,5	→il solny czerwony dolny T4a
2357,5	2508,0	→sól kamienna młodsza Na3
2508,0	2516,0	→anhydryt główny A3
2516,0	2541,0	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2541,0	2556,0	→anhydryt kryjący A2r
2556,0	2573,5	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2573,5	2598,0	→sól potasowa starsza K2
2598,0	2729,0	→sól kamienna starsza Na2
2729,0	2735,0	→anhydryt podstawowy A2
2735,0	2770,0	→dolomit główny Ca2
2770,0	2945,0	→anhydryt górny A1g
2945,0	2972,5	→sól kam. najstarsza górna Na1g
2972,5	2997,0	→anhydryt środkowy A1s
2997,0	3004,0	→sól kam. najstarsza dolna Na1d
3004,0	3070,0	→anhydryt dolny A1d
3070,0	3074,3	→wapień cechsztyński Ca1
3074,3	3075,0	→łupek miedzionośny T1
3075,0	3077,5	→czerwony spągowiec górny
3077,5	3310,0	karbon – westfal

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Wrzoso-wo 8 (Ryba i Szewc, 1977c) znajdują się wyniki opracowań mikropaleontologicznych 21 prób okruchowych z interwału 184,0–438,0 m oraz orzeczenie petrograficzne dolomitu głównego i anhydrytu górnego na podstawie 44 płytek cienkich, a także orzeczenie paleontologiczne w sprawie wieku utworów z interwału 3077,5–3310,0 m i mikroskopowa charakterystyka utworów karbonu (9 płytek cienkich). Zamieszczono także opracowania fizykochemiczne (porowatości, przepuszczalności, zawartości siarki i bituminów wraz z rozdziałem grupowym wybranych próbek) 68 prób dolomitu głównego i anhydrytu górnego, 7 próbek wapienia cechsztyńskiego i łupka miedzionośnego, 5 próbek czerwonego spągowca i 78 próbek karbonu, a także wyniki 15 analiz gazu oraz 2 analiz wód złożowych (Tab. 5.145–5.147). Ponadto, w dokumentacjach Poprawy (2010) oraz Kier-

snowskiego i Poprawy (2010) znajdują się wyniki badań materii organicznej skał karbonu, które zostały podsumowane w Tab. 5.148.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Wrzoso-wo 8 (Ryba i Szewc, 1977c) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG znajdują się pliki LAS):

- średnica nominalna wiercenia (BS): 84–3301 m,
- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2737–3300 m,
- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 3124–3296 m,
- profilowanie akustyczne (PA): 2715–3300 m,
- profilowanie akustyczne czasu interwałowego (PA_{dt}): 2722–3299 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 15–3301 m,
- profilowanie gazowe (PGaz): 1484–3192 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 0–3300 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 15–3301 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 90–3300 m,
- profilowanie oporności EL03 (PO): 89–3300 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 1480–3300 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 90–2740 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 84–3301 m,
- profilowanie temperatury (PT): 2737–3300 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w płuczce oraz w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.149–5.150.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Ryba, J., Szewc, A. 1977c. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Wrzoso-wo 8. Inw. 123574, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność min-max (średnia)	Bituminy min-max (średnia)
			[%]	[mD]	[%]
2737,73–2771,05	dolomit główny, anhydryt górny	68	0,21–14,60 (5,93)	0,0–0,81	0,005–0,040 (0,019)
3072,05–3075,0	wapień cechsztyński, łupek miedzionośny	7	0,98–1,98 (1,29)	0,0–0,15	–
3075,55–3077,55	czerwony spągowiec	5	1,05–2,04 (1,50)	0,0–0,56 (0,19)	–
3078,05–3239,15	karbon	78	0,84–17,29 (5,67)	0,0–0,68	ślady–0,030

Tab. 5.145. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w interwale 2737,73–3239,15 m w otworze Wrzosowo 8 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977c).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2733,8–2740,0	anhydryt podstawowy, dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	1,796
			C ₂ H ₆	0,381
			C ₃ H ₈	0,358
			N ₂	97,269
			H ₂	0,15
			CO ₂	0,043
2740,0–2757,3	dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	7,756
			C ₂ H ₆	2,095
			C ₃ H ₈	2,67
			i-C ₄ H ₁₀	0,315
			n-C ₄ H ₁₀	0,561
			N ₂	86,235
			H ₂	0,13
2740,0–2757,0	dolomit główny	degazacja rdzenia	CO ₂	0,208
			CH ₄	7,667
			C ₂ H ₆	1,421
			C ₃ H ₈	1,314
			in-C ₄ H ₁₀	0,263
			N ₂	87,765
2740,0–2757,3	dolomit główny	degazacja rdzenia	H ₂	1,059
			CO ₂	0,511
			CH ₄	11,717
			C ₂ H ₆	1,721
			C ₃ H ₈	3,028
			i-C ₄ H ₁₀	0,342
			n-C ₄ H ₁₀	0,479
2740,0–2757,3	dolomit główny	degazacja rdzenia	N ₂	80,515
			H ₂	0,654
			CO ₂	0,544
2757,0–2770,0	dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	18,656
			C ₂ H ₆	3,281
			C ₃ H ₈	2,044
			in-C ₄ H ₁₀	0,735
			N ₂	73,919
			H ₂	0,276
			CO ₂	1,089
2770,0–2788,0	anhydryt górny	degazacja rdzenia	CH ₄	11,464
			C ₂ H ₆	1,396
			C ₃ H ₈	1,102
			i-C ₄ H ₁₀	0,094
			n-C ₄ H ₁₀	0,385
			N ₂	83,629
			H ₂	0,61

			CO ₂	0,518
2793,0	anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	58,629
			C ₂ H ₆	2,087
			C ₃ H ₈	0,147
			N ₂	34,931
			H ₂	3,424
			He	0,545
			Ar	0,237
2793,0	anhydryt górny	pr. rurowy złoża	CH ₄	67,26
			C ₂ H ₆	2,087
			C ₃ H ₈	0,245
			N ₂	27,742
			H ₂	1,261
			He	0,378
			Ar	0,168
3055,0–3073,0	anhydryt dolny, wapień cechsztyński	degazacja rdzenia	CH ₄	ślady
			N ₂	96,419
			H ₂	0,904
			CO ₂	2,677
3073,0–3089,0	spąg cechsztynu, czerwony spąg- wiec, karbon	degazacja rdzenia	CH ₄	ślady
			N ₂	99,2
			H ₂	0,28
			CO ₂	0,52
3125,0–3131,3	karbon	degazacja rdzenia	CH ₄	3,735
			C ₂ H ₆	0,024
			N ₂	95,065
			H ₂	0,667
			CO ₂	0,509
3131,3–3135,0	karbon	degazacja rdzenia	CH ₄	1,69
			N ₂	95,72
			H ₂	0,09
			CO ₂	2,5
3135,8–3153,0	karbon	degazacja rdzenia	CH ₄	0,633
			N ₂	94,82
			H ₂	0,197
			CO ₂	4,35
3153,5–3161,5	karbon	degazacja rdzenia	CH ₄	0,256
			N ₂	99,084
			H ₂	0,187
			CO ₂	0,473
3226,0	karbon	próby z obciążnika pobrane przy wyciąganiu próbnika	CH ₄	37,609
			CO ₂	0,709
			N ₂	61,682
3226,0	karbon	próby z obciążnika pobrane przy wyciąganiu próbnika	CH ₄	46,587
			CO ₂	1,023
			N ₂	52,39
3226,0	karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	39,4248
			C ₂ H ₆	0,1641
			C ₃ H ₈	0,0044
			in-C ₄ H ₁₀	ślady
			N ₂	58,3943
			H ₂	0,7542
			He	1,8107
			Ar	0,0475

Tab. 5.146. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Wrzosowo 8 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977c).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
2725,0–2793,0	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	192,2124
			Br ⁻	1,3984
			HCO ₃ ⁻	2,4705
			SO ₄ ²⁻	2,5886
			NH ₄ ⁺	1,6625
			Al/Fe ³⁺	0,335
			Ca ²⁺	6,5154
			Mg ²⁺	15,9367
			Na/K ⁺	87,079
			pH	6,55
			mineralizacja	330,6
3180,0–3226,0	karbon	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	155,4966
			Br ⁻	0,5274
			HCO ₃ ⁻	0,1159
			SO ₄ ²⁻	0,7901
			NH ₄ ⁺	0,0925
			Ca ²⁺	36,6492
			Mg ²⁺	3,1302
			Na/K ⁺	52,7327
			Al/Fe ³⁺	0,449
			pH	7,6
			mineralizacja	250,0

Tab. 5.147. Wyniki analiz wody i filtratu w otworze Wrzosowo 8 (Ryba i Szewc, 1977c).

Źródło	Głębokość [m]	S1 min-max [mgHC/ gSkaly]	S3 min-max [mgCO ₂ / gSkaly]	Tmax min-max [°C]	HI min-max [mgHC/ gTOC]	Ilość po- miarów VRo/TOC	VRo [%]	TOC min-max [% wag.]
Poprawa, 2010	3079,9–3126,3	0,04–0,07	0,32–0,35	425–428	25,7–45,5	0/5		0,0–1,36
Kiersnowski i Poprawa, 2010	3073,5–3239,0					1/19	1,3	0,01– 0,02

Tab. 5.148. Podsumowanie wyników badań pirolitycznych przeprowadzonych w otworze Wrzosowo 8 w utworach karbonu (Kiersnowski i Poprawa, 2010; Poprawa, 2010).

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
90,0–97,0	jura środkowa	gwałtowna ucieczka płuczki wiertniczej
2729,0–2735,0	anh. podstawowy	zapach H ₂ S
2735,0–2770,0	dolomit główny	zapach H ₂ S, miejscami bituminów, luminescencja, wykropliny ropy
2850,0	anhydryt górny	wzrost zawartości węglowodorów w płuczce do 0,5% w prof. gazowym
3131,5	karbon	samowypływ płuczki 24 l/h
3175,0	karbon	wzrost zawartości węglowodorów w płuczce do 0,6% w prof. gazowym

Tab. 5.149. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Wrzosowo 8 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977c).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [Nm ³ /min]
2725,0–2793,0	sól starsza, anhydryt podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	760 l wody złożowej zgazowanej gazem palnym i H ₂ S	0,159
3070,0–3107,0	spąg cechsztynu, czerwony spągowiec, karbon	pr. rurowy złoża	brak przypływu	
3138,0–3161,5	karbon	pr. rurowy złoża	brak przypływu	
3180,0–3226,0	karbon	pr. rurowy złoża	2000 l wody złożowej zgazowana gazem palnym	1,35

Tab. 5.150. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Wrzosowo 8 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1977c).

5.36. WRZOSOWO 9

Głębokość otworu: 3198,0 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1977**Rdzenie:** 2738,4–3210,0 m, 104 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Chmielniku**Stratygrafia (CBDG, 2021):**

Głębokość [m]		Stratygrafia
od	do	
0,0	42,0	kenozoik
42,0	257,5	jura środkowa
257,5	811,0	jura dolna
811,0	2271,0	trias
811,0	880,0	→warstwy wielichowskie
880,0	1005,0	→warstwy zbąszyńskie →warstwy jarkowskie
1005,0	1266,0	→kajper
1266,0	1396,0	→wapień muszlowy
1396,0	1552,0	→formacja barwicka
1552,5	1807,0	→formacja polczyńska
1807,0	1977,0	→formacja pomorska
1977,0	2271,0	→formacja bałtycka
2271,0	3084,5	perm
2271,0	2304,0	→formacja rewalska
2304,0	2309,5	→sól kam. najml. stropowa Na4b2
2309,5	2316,0	→il solny czerwony górny T4b
2316,0	2335,0	→sól kam. najml. górna Na4a2
2335,0	2336,0	→anh. pegmatytowy górny A4a2
2336,0	2405,5	→sól kam. najml. dolna Na4a1
2405,5	2406,5	→anh. pegmatytowy dolny A4a1
2406,5	2433,0	→il solny czerwony dolny T4a
2433,0	2592,0	→sól kamienna młodsza Na3
2592,0	2605,5	→anhydryt główny A3
2605,5	2612,5	→dolomit płytowy Ca3 →szary il solny T3
2612,5	2615,5	→anhydryt kryjący A2r
2615,5	2624,0	→sól kam. starsza kryjąca Na2r
2624,0	2636,0	→sól potasowa starsza K2
2636,0	2708,0	→sól kamienna starsza Na2 →sól potasowa starsza K2
2708,0	2714,5	→anhydryt podstawowy A2
2714,5	2758,0	→dolomit główny Ca2
2758,0	2917,5	→anhydryt górny A1g
2917,5	2960,5	→sól kam. najstarsza górna Na1g
2960,5	2987,5	→anhydryt środkowy A1s
2987,5	2992,5	→sól kam. najstarsza dolna Na1d
2992,5	3055,0	→anhydryt dolny A1d
3055,0	3059,9	→wapień cechsztyński Ca1
3059,0	3060,5	→łupek miedzionośny T1
3060,5	3084,5	→autun
3084,5	3198,0	karbon – westfal

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Wrzosowo 9 (Ryba i Szewc, 1978b) znajdują się wyniki opracowań mikropaleontologicznych

15 prób okruchowych z interwału 42,0–152,0 m, opracowanie petrograficzne dolomitu głównego na podstawie 18 płytek cienkich i 37 analiz chemicznych oraz charakterystyka geochemiczna i hydrochemiczna dolomitu głównego. Zamieszczono także wyniki analiz fizyczno-chemicznych (porowatości, przepuszczalności, zawartości siarki i bituminów z rozkładem grupowym wybranych próbek) 126 próbek, w tym 91 dolomitu głównego; 10 prób wapienia podstawowego; 1 próby łupka miedzionośnego; 2 prób czerwonego spągowca oraz 22 prób z karbonu, a także wyniki 11 analiz gazu i 2 analiz wód złożowych (Tab. 5.151–5.153). Dołączono także wyniki analiz porowatości i przepuszczalności 8 próbek piaskowców karbonu, wykonanych w laboratorium Geoservices.

Wyniki geofizyki otworowej:

Dokumentacja wynikowa otworu Wrzosowo 9 (Ryba i Szewc, 1978b) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej wykonanych w następującym zakresie (dla wymienionych profilowań w CBDG brak plików LAS):

- mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst): 2714–2801 m,
- mikroprofilowanie średnicy otworu (mPSr): 2976–3076 m,
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG): 18–3198 m,
- profilowanie gazowe (PGaz): 1570–3210 m,
- profilowanie krzywizny odwiertu (PK): 25–3175 m,
- profilowanie neutron-gamma (PNG): 18–3198 m,
- profilowania oporności standardowe (PO): 135–2801 m,
- profilowanie oporności sterowane (POst): 2285–2801 m,
- profilowanie potencjałów naturalnych (PS): 135–2311 m,
- profilowanie średnicy otworu (PSr): 135–3076 m,
- profilowanie temperatury (PT): 25–2638 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe: obserwacje obecności węglowodorów w rdzeniu oraz wyniki przeprowadzonych prób złożowych zestawiono w Tab. 5.154–5.155.

Dokumentacje NAG PIG-PIB:

- Ryba, J., Szewc, A. 1978b. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Wrzosowo 9. Inw. 123973, Arch. CAG PIG, Warszawa.

Stratygrafia	Liczba pomiarów	Porowatość min-max (średnia)	Przepuszczalność pionowa min-max	Bituminy min-max (średnia)
		[%]	[mD]	[%]
dolomit główny	91	0,07–9,92 (3,82)	0,0–1,30	0,008–0,074 (0,022)
wapień cechsztyński	10	0,07–0,79 (0,25)	0,0–0,23	0,003–0,010 (0,007)
łupek miedzionośny	1	1,04	0,0	0,005
autun	2	1,54–3,13	0,22	0,007–0,009
karbon	22	2,11–8,78 (5,39)	0,45–12,51	ślady–0,006
piaskowce karbonu*	8	1,81–7,52 (3,65)	0,0–0,73	

Tab. 5.151. Podsumowanie wyników badań fizyczno-chemicznych próbek skalnych w otworze Wrzosowo 9 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978b). Ze względu na znaczne rozbieżności miary geofizycznej i wiertniczej i brak ich korelacji względem odcinków rdzeniowanych, w powyższej tabeli nie podano interwałów głębokości. *–lab. Geoservices

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	% obj.
2738,4–2757,1 ^{MD}	dolomit główny	degazacja rdzenia	CH ₄	6,2036
			C ₂ H ₆	1,009
			C ₃ H ₈	0,6203
			in-C ₄ H ₁₀	0,0744+0,1489
			C ₅ H ₁₂	0,0404+0,0265
			N ₂	91,7814
			H ₂	0,0955
			He	–
2757,1–2774,5 ^{MD}	dolomit główny	degazacja rdzenia	CO ₂	–
			CH ₄	24,1052
			C ₂ H ₆	6,163
			C ₃ H ₈	1,938
			in-C ₄ H ₁₀	1,5916+2,6603
			C ₅ H ₁₂	0,3706+0,02628
			N ₂	59,5827
			H ₂	0,322
3054,0–3087,5 ^{GD}	spąg cechsztynu, autun, karbon	pr. rurowy złoża	He	ślady
			CO ₂	–
			CH ₄	19,3415
			C ₂ H ₆	0,0489
			C ₃ H ₈	0,0018
			i-C ₄ H ₁₀	0,0016
			n-C ₄ H ₁₀	0,0006
			CO	ślady
			N ₂	78,877
			He	1,2543
3054,0–3087,5 ^{GD}	spąg cechsztynu, autun, karbon	pr. rurowy złoża	Ar	0,0521
			O ₂	0,4222
			CH ₄	21,9068
			C ₂ H ₆	0,0388
			C ₃ H ₈	0,0025

			i-C ₄ H ₁₀	0,0025
			n-C ₄ H ₁₀	0,0003
			CO ₂	–
			CO	brak
			N ₂	76,374
			He	1,1907
			Ar	0,0476
			O ₂	0,4366
3054,0–3087,5 ^{GD}	spąg cechsztynu, autun, karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	14,0241
			N ₂	79,1537
			O ₂	6,8222
3054,0–3087,5 ^{GD}	spąg cechsztynu, autun, karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	13,9312
			C ₂ H ₆	0,0187
			C ₃ H ₈	0,0007
			CO ₂	–
			N ₂	84,3648
			CO	brak
			H ₂	0,3278
			He	1,3026
3084,0–3108,5 ^{GD}	spąg autunu, karbon	pr. rurowy złoża	Ar	0,0641
			CH ₄	6,7502
			C ₂ H ₆	0,0126
			C ₃ H ₈	0,0009
			CO ₂	–
			N ₂	91,6278
			CO	brak
			H ₂	0,5185
3084,0–3108,5 ^{GD}	spąg autunu, karbon	pr. rurowy złoża	He	1,0027
			Ar	0,0873
			CH ₄	5,9866
			C ₂ H ₆	0,0117
			C ₃ H ₈	0,0007
			CO ₂	–
			N ₂	92,0843
			CO	brak
3084,0–3108,5 ^{GD}	spąg autunu, karbon	pr. rurowy złoża	H ₂	0,7532
			He	1,0682
			Ar	0,0952
3084,0–3108,5 ^{GD}	spąg autunu, karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	21,1906
			N ₂	77,3763
			O ₂	1,4331
3084,0–3108,5 ^{GD}	spąg autunu, karbon	pr. rurowy złoża	CH ₄	21,7838
			N ₂	75,4881
			O ₂	2,728
3205,5–3210,0 ^{MD}	karbon	degazacja rdzenia	CH ₄	8,231
			C ₂ H ₆	0,383
			C ₃ H ₈	0,4746
			N ₂	90,5592
			H ₂	0,3522
			CO ₂	–

Tab. 5.152. Wyniki analiz gazu (w czystym gazie) w otworze Wrzosowo 9 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978b); ^{GD} – głębokość według miary geofizycznej, ^{MD} – głębokość według miary wiertniczej.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Metoda	Składniki	g/l
3054,0–3087,5 ^{GD}	spąg cechsztynu, autun, karbon	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	154,5988
			Br ⁻	1,4252
			HCO ₃ ⁻	0,1706
			SO ₄ ²⁻	0,4156
			NH ₄ ⁺	0,03
			Ca ²⁺	52,5266
			Mg ²⁺	0,8818
			Na/K ⁺	38,6132
			Al/Fe ³⁺	0,2755
			pH	6,3
			mineralizacja	256,2
3084,0–3108,5 ^{GD}	spąg autunu, karbon	pr. rurowy złoża	Cl ⁻	158,4245
			Br ⁻	1,1455
			HCO ₃ ⁻	0,0915
			SO ₄ ²⁻	0,4238
			NH ₄ ⁺	0,0363
			Ca ²⁺	47,0332
			Mg ²⁺	1,42
			Na/K ⁺	46,4778
			Al/Fe ³⁺	0,1035
			pH	6,0
			mineralizacja	261,15

Tab. 5.153. Wyniki analiz wody i filtratu w otworze Wrzosowo 9 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978b). ^{GD} – głębokość według miary geofizycznej.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Objawy
75,0–80,0	bajos dolny	ucieczka płuczki wiertniczej ok 3m ³ w czasie 10 min.
2738,4–2758,0	dolomit główny	zapach H ₂ S, miejscami bituminów, punktowe wykropliny ropy, mlecznobiała i żółta luminescencja w promieniach lampy Wooda

Tab. 5.154. Objawy węglowodorów zaobserwowane w otworze Wrzosowo 9 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978b).

Głębokość[m]	Stratygrafia	Metoda	Przypływ	Tempo przypływu [Nm ³ /min]
2712,0–2766,0	anh. podstawowy, dolomit główny, anhydryt górny	pr. rurowy złoża	brak przypływu	
3054,0–3087,5	spąg cechsztynu, autun, karbon	pr. rurowy złoża	silnie zgazowana woda złożowa	1,075
3084,0–3108,5	spąg autunu, karbon	pr. rurowy złoża	zgazowana woda złożowa	0,72

Tab. 5.155. Wyniki prób złożowych przeprowadzonych w otworze Wrzosowo 9 według dokumentacji wynikowej (Ryba i Szewc, 1978b).

248

6. SEJSMIKA

Obszar przetargowy „Gryfice” jest rozpoznany gęstą siecią danych sejsmicznych 2D, a także zdjęciami 3D (Fig. 6.1–6.2). Badania sejsmiczne na tym terenie wykonywano już od początku lat 60-tych ubiegłego wieku. Możliwości techniczne pierwszych wykonywanych pomiarów sprawiają, że obecnie nie są one wykorzystywane do analizy budowy geologicznej i mają wartość historyczną. Większość cyfrowych danych sejsmicznych 2D została pomierzona w latach 70-tych i na początku lat 80-tych ubiegłego wieku (Tab. 6.1). Nowsze pomiary zrealizowano dopiero w okolicy Gryfic w latach 1996–1997, ale w granice obszaru przetargowego sięgają tylko kilkukilometrowe końce profili zlokalizowane w jego wschodniej części (Fig. 6.1–6.2). W obrębie obszaru znalazło się również 5 profili wykonanych na przełomie 1999 i 2000 roku (z których 2 lokalizacje pokrywają się), a także fragmenty profili wykonanych w 2006 roku, zlokalizowanych głównie w południowo-zachodniej części obszaru (Tab. 6.1; Fig. 6.1–6.2).

Obszar „Gryfice” jest również rozpoznany zdjęciami 3D (Tab. 6.2; Fig. 6.1–6.2). Dwa z nich – Moracz 3D i Jarkowo 3D – zostały wykonane w 2014 i 2018 roku, ale pokrywają obszar jedynie niewielkimi fragmentami. Co więcej, dane sejsmiczne są objęte aktualnie zakazem udostępniania i wglądu, jako, że informacja pochodzi z bieżącego dokumentowania przebiegu robót geologicznych na koncesjach „Kamień Pomorski” nr 1/2000/Ł, „Świdwin-Białogard” nr 18/95/Ł i „Trzebiatów” nr 60/2009/Ł (PGNiG S.A.). Znaczna część obszaru przetargowego „Gryfice” – około 200 km² – jest rozpoznana zdjęciem Świerzno 3D, wykonanym w 1997 roku dla PGNiG S.A.

Badania sejsmiczne wykonane na obszarze przetargowym „Gryfice” umożliwiły identyfikację licznych struktur perspektywicznych w horyzontach sejsmicznych P1 (spąg czerwonego spągowca), Z1' (spąg cechsztynu) i Z2 (strop anhydrytu podstawowego):

Struktury	Horyzont sejsmiczny
Struktura Rybokart	Z2, Z1'
Struktura Rybokart N	Z2
Struktura Gryfic	Z2, Z1'
Podniesienie Smolęcina W	Z2
Struktura Smolęcina	Z2, Z1'
Podniesienie Wyszobora	Z2
Struktura Pruszcz	Z1'
Podniesienie Modlimowa	Z1'
Podniesienie Wrzosowa	Z2
Podniesienie Strzeżewa	Z2
Podniesienie Świńca	Z2
Podniesienie Świńca E	Z2
Podniesienie Świńca S	Z2
Podniesienie Świerzna	Z2
Podniesienie Świerzna S	Z2
Podniesienie Świerzna N	Z2
Podniesienie Brojcy S	
Struktura Brojcy	Z2, Z1', P1
Podniesienie Strzeżewa	Z2, Z1'
Podniesienie Wrzosowa	Z2
Podniesienie Łukęcina	Z2, Z1'
Struktura Benic	Z2
Podniesienie Gostynia	Z1'
Struktura Świerzna	Z1'

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

Nazwa	Rok wykonania	Temat	Koncesje (dla badań wykonanych po 2001 r.)	Właściciel	Długość [km]
T0010574	1974	Świnoujście – Kamień Pomorski – Gryfice		Skarb Państwa	22,2
T0020574	1974			Skarb Państwa	7,19
T0030574	1974			Skarb Państwa	19,31
T0040574	1974			Skarb Państwa	19,67
T0050574	1974			Skarb Państwa	25,56
T0060574	1974			Skarb Państwa	8,42
T0090574	1974			Skarb Państwa	14,8
T0100574	1974			Skarb Państwa	6,21
T0120574	1974			Skarb Państwa	8,18
T0130574	1974			Skarb Państwa	19,09
T0140574	1974			Skarb Państwa	17,9
T0150574	1974			Skarb Państwa	11,36
T0170574	1974			Skarb Państwa	2,34
T0180574	1974			Skarb Państwa	15,15
T0200574	1974			Skarb Państwa	10,08
T0210574	1974			Skarb Państwa	21,73
T0280574	1974			Skarb Państwa	7,67
T0290574	1974			Skarb Państwa	13,92
T0300574	1974			Skarb Państwa	5,8
T0430574	1974			Skarb Państwa	18,72
T0480574	1974			Skarb Państwa	6,12
T0510574	1974			Skarb Państwa	19,97
T0520574	1974			Skarb Państwa	16,13
T0070575	1975			Skarb Państwa	5,37
T0080575	1975			Skarb Państwa	7,33
T0100575	1975			Skarb Państwa	17,21
T0110575	1975			Skarb Państwa	7,84
T0180575	1975			Skarb Państwa	13,48
T0190575	1975			Skarb Państwa	4,93
T0200575	1975			Skarb Państwa	12,1
T0220575	1975			Skarb Państwa	15,19
T0270575	1975			Skarb Państwa	9,86
T0280575	1975			Skarb Państwa	2,05
T0320575	1975			Skarb Państwa	11,78
T0340575	1975			Skarb Państwa	10,66
T0360575	1975			Skarb Państwa	4,79
T0420575	1975			Skarb Państwa	2,87
T0450575	1975			Skarb Państwa	4,54
T0510575	1975			Skarb Państwa	5
T0530575	1975			Skarb Państwa	18,82
T0680575	1975			Skarb Państwa	2,77
T0030576	1976	Gorzysław – Petrykozy		Skarb Państwa	15,08
T0180576	1976			Skarb Państwa	5,22
T0230576	1976			Skarb Państwa	21,52
T0300576	1976			Skarb Państwa	5,38
TA030576	1976			Skarb Państwa	8,69
T0280576	1976	Wysoka Kamieńska		Skarb Państwa	3,12
T0010279	1979	Wysoka Kamieńska – Białogard		Skarb Państwa	2,75
T0020279	1979			Skarb Państwa	5,4
T0030279	1979			Skarb Państwa	7,69
T0050279	1979			Skarb Państwa	13,37
T0710579	1979			Skarb Państwa	18,48
T0720579	1979			Skarb Państwa	24,35
T0730579	1979			Skarb Państwa	23,07
T0750579	1979			Skarb Państwa	19,79
T0760579	1979			Skarb Państwa	23,43
TA750579	1979			Skarb Państwa	3,27

T0060280	1980			Skarb Państwa	3,22
T0270280	1980			Skarb Państwa	7,57
T0740580	1980			Skarb Państwa	17,5
T0860580	1980			Skarb Państwa	3,96
T0870580	1980			Skarb Państwa	16,9
T0900580	1980			Skarb Państwa	2,12
T0910580	1980			Skarb Państwa	20,92
T0970580	1980			Skarb Państwa	14,76
T0980580	1980			Skarb Państwa	11,83
TA280280	1980			Skarb Państwa	8,64
TA740580	1980			Skarb Państwa	3,54
TA900580	1980			Skarb Państwa	13,66
T0020581	1981			Skarb Państwa	20,12
T0270281	1981			Skarb Państwa	2,75
T0290281	1981			Skarb Państwa	2,44
T0300281	1981			Skarb Państwa	6,09
T0640581	1981			Skarb Państwa	13,53
T0780581	1981			Skarb Państwa	7,06
T0790581	1981			Skarb Państwa	4,98
T0880581	1981			Skarb Państwa	16,85
T0890581	1981			Skarb Państwa	16,25
T0920581	1981			Skarb Państwa	26,87
T0930281	1981			Skarb Państwa	3,67
T0930581	1981			Skarb Państwa	25,08
T0940281	1981			Skarb Państwa	10,32
T0950281	1981			Skarb Państwa	4,63
TA010581	1981			Skarb Państwa	16,71
TA120281	1981			Skarb Państwa	2,76
TA500281	1981			Skarb Państwa	2,42
TA510281	1981			Skarb Państwa	4,18
TA780581	1981			Skarb Państwa	13,96
TA790581	1981			Skarb Państwa	10,04
T0040582	1982			Skarb Państwa	16,16
T0070582	1982			Skarb Państwa	10,17
T0080582	1982			Skarb Państwa	3,62
T0090582	1982			Skarb Państwa	5,2
T0100582	1982			Skarb Państwa	13,47
T0110582	1982			Skarb Państwa	5,88
T0120582	1982			Skarb Państwa	9,67
T0150582	1982			Skarb Państwa	6,82
T0170582	1982			Skarb Państwa	12,53
T0470282	1982			Skarb Państwa	9,01
T0690582	1982			Skarb Państwa	12,95
T0700582	1982			Skarb Państwa	9,88
T0770582	1982			Skarb Państwa	23,81
T0810582	1982			Skarb Państwa	9,84
T0940582	1982			Skarb Państwa	18,18
T0950582	1982			Skarb Państwa	19,14
T0960582	1982			Skarb Państwa	14,89
T0030583	1983			Skarb Państwa	2,81
T0060583	1983			Skarb Państwa	16,32
T0130583	1983			Skarb Państwa	6,73
T0140583	1983			Skarb Państwa	6,27
T0180583	1983			Skarb Państwa	5,57
T0190583	1983			Skarb Państwa	11,27
T0200583	1983			Skarb Państwa	8,64
T0210583	1983			Skarb Państwa	14,83
TA080583	1983			Skarb Państwa	16,41
TA220583	1983			Skarb Państwa	7,07
T0020796	1996	Jarkowo – Piaski		PGNiG S.A.	5,33

T0050796	1996			PGNiG S.A.	2,66
T2020496	1996			PGNiG S.A.	5,48
T0150797	1997			PGNiG S.A.	2,64
T2010599	1999	Kamień Pomorski – Gryfice – Trzebiatów		PGNiG S.A.	11,04
TA010599	1999			PGNiG S.A.	11,04
T0010500	2000			PGNiG S.A.	12,15
T0040500	2000			PGNiG S.A.	26,01
T0050500	2000			PGNiG S.A.	11,61
T0270402	2002	Piaski – Resko	Gryfice 12/99/p, Łobez 21/2000/p	Skarb Państwa	7,65
T0013106	2006	Rybokarty – Komorowo	Gryfice 12/99/p, Kamień Pomorski 01/2000/p, Nowogard 20/2000/p	Skarb Państwa	17,48
T0023106	2006			Skarb Państwa	14,03
T0033106	2006			Skarb Państwa	10,36
T0043106	2006			Skarb Państwa	7,78
T0053106	2006			Skarb Państwa	6,71
T0063106	2006			Skarb Państwa	2,48
T0073106	2006			Skarb Państwa	10,97
T0083106	2006			Skarb Państwa	2,75
T0113106	2006			Skarb Państwa	3,14
T0123106	2006			Skarb Państwa	3,25
T0133106	2006			Skarb Państwa	3,01
T0143106	2006			Skarb Państwa	2,9
				SUMA	
				Skarb Państwa:	1399,7
				Inwestor:	87,96

Tab. 6.1. Lista linii sejsmicznych 2D zlokalizowanych na obszarze przetargowym „Gryfice” (lista zawiera linie sejsmiczne dłuższe niż 2 km).

Nazwa	Rok wyk.	Temat	Koncesje (dla badań wykonanych po 2001 r.)	Właściciel	Powier- zchnia [km ²]
Świerżno 3D	1997	Świerżno		PGNiG S.A.	200,11
Moracz 3D	2014	Moracz	Kamień Pomorski 1/2000/Ł	Skarb Państwa	22,63
Jarkowo 3D	2018	Jarkowo	Trzebiatów 60/2009/Ł, Bardy 15/2008/Ł, Świdwin-Białogard 18/95/Ł	Skarb Państwa	90,38
				SUMA	
				Skarb Państwa:	113,01
				Inwestor:	200,11

Tab. 6.2. Sejsmika 3D na obszarze przetargowym „Gryfice”.

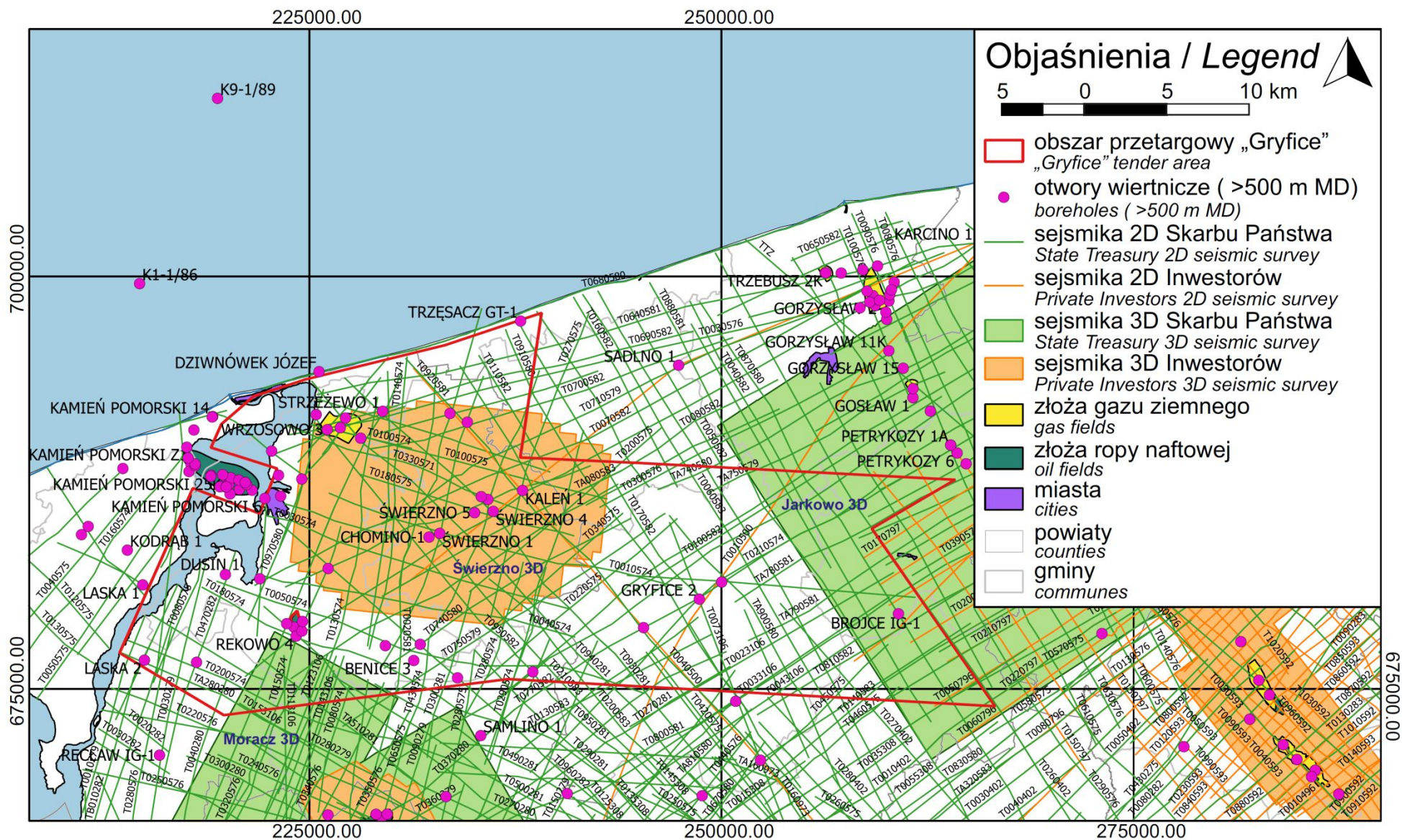


Fig. 6.1. Badania sejsmiczne wykonane na przetargowym „Gryfice” i w jego sąsiedztwie wraz z lokalizacją głębokich otworów wiertniczych i złóż węglowodorów.

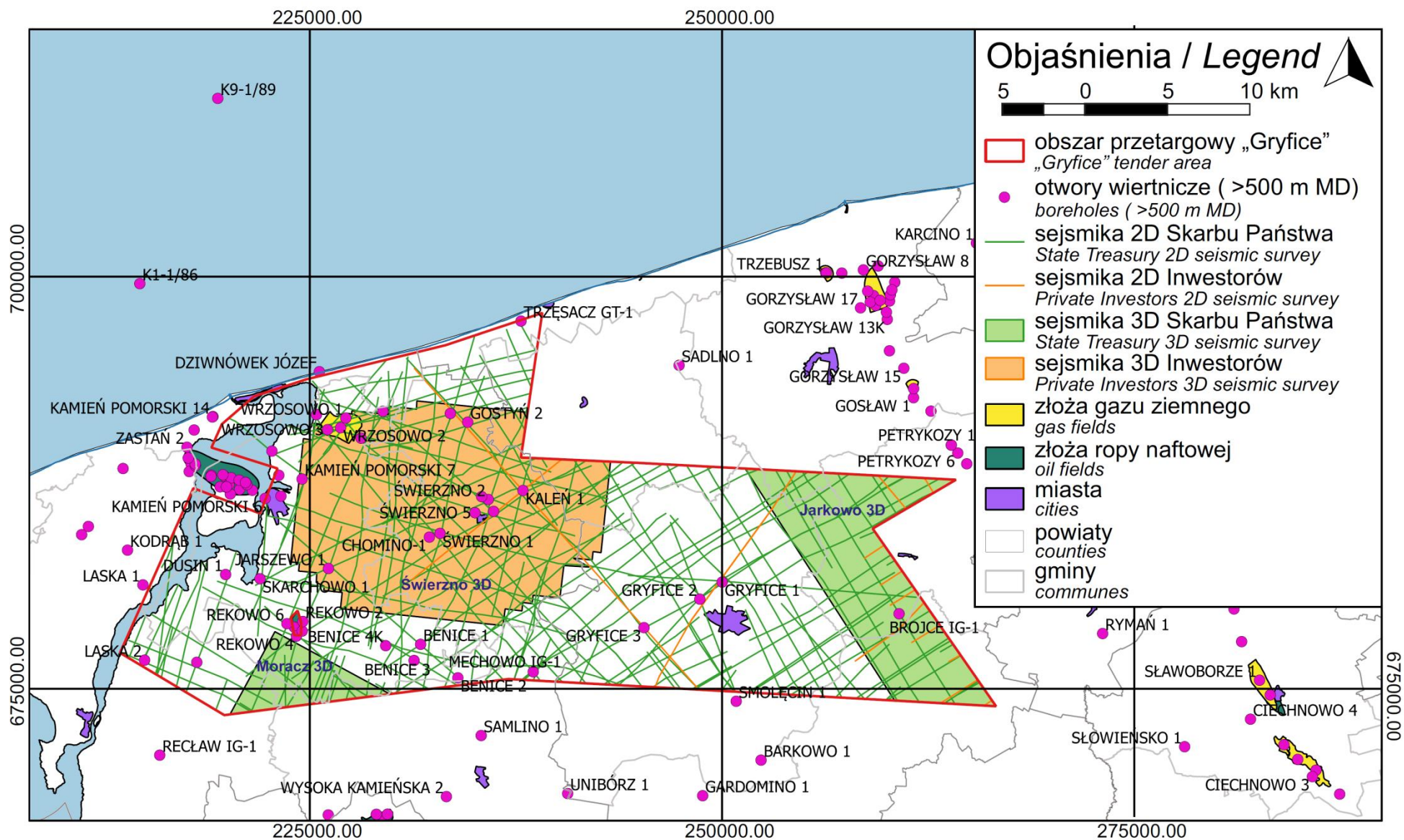


Fig. 6.2. Badania sejsmiczne wykonane na przetargowym „Gryfice” (przycięte do granicy obszaru) wraz z lokalizacją głębokich otworów wiertniczych i złóż węglowodorów.

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE, MAGNETYCZNE I MAGNETOTELLURYCZNE

7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE

Badania grawimetryczne w rejonie obszaru przetargowego „Gryfice” rozpoczęto w latach 50-tych XX w. Wykonano wówczas zdjęcie o charakterze regionalnym (Reczek, 1957), a także interpretację zdjęcia w rejonie Świdwin – Trzebiatów (Fajklewicz, 1960), która to interpretacja objęła zasięgiem wschodnią połowę analizowanego obszaru. Wkrótce potem opracowane zostały pierwsze mapy w skali 1 : 200 000 (Kaczowska i Bronowska, 1969).

Obszar przetargowy „Gryfice” został pokryty grawimetrycznym zdjęciem o charakterze półszczegółowym w ramach tematu „Antyklinorium Pomorskie” (Wasiak i in., 1973; Fig. 7.1), o średnim zagęszczeniu 1,9 pkt/km². Od południa opisywany obszar to sąsiaduje ze zdjęciem „Synklinorium szczecińskie” (Bochnia i Duda, 1963). Zachodnia część Fig. 7.1 jest pokryta dwoma zdjęciami wykonanymi na Zalewie Szczecińskim. Pierwsze z nich (Kruk, 1975) zostało wykonane grawimetrem Sharpe ze średnim zagęszczeniem 7 pkt/km², a drugie (Lisowski i Łyszkowska, 1983), zostało wykonane grawimetrem denym GAK, w równomiernej siatce 1x1 km. Północno-wschodnia część obszaru przetargowego „Gryfice” jest pokryta szczegółowym zdjęciem „Kamień Pomorski” (Duda i Kruk, 1973), które zostało wykonane grawimetrem Sharpe, z zagęszczeniem 16 pkt/km². Współrzędne punktów pomiarowych zostały wyznaczone w układzie Borowa Góra, a wartości anomalii Bouguera obliczone w systemie poczdamskim z przyspieszeniem normalnym według wzoru Helmerta z 1901 r.

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

rowe zdjęcia poszczegółowego są dostępne w CBDG (2021) w postaci cyfrowego banku danych. Współrzędne stacji (punktów) zostały przeliczone na układ 1992 przez Instytut Geodezji i Kartografii (Kryński, 2007). Należy jednak pamiętać, że tak przeliczone lokalizacje charakteryzują się błędem przekraczającym w niektórych przypadkach 100 m. Problem ten zostanie wyeliminowany w ciągu najbliższych lat, ponieważ, w 2021 r. jest planowane rozpoczęcie I etapu projektu na zlecenie Ministerstwa Klimatu i Środowiska, a finansowanego przez NFOŚiGW, którego celem jest m.in. korekta błędów lokalizacji stanowisk grawimetrycznych, błędów wyrównania osnowy grawimetrycznej, wykonanie nowej redukcji danych z uwzględnieniem współcześnie obowiązujących systemów odniesienia. W efekcie (który ma zostać osiągnięty przez zespół PIG-PIB w połowie 2024 r.), danym grawimetrycznym, m.in. pokrywającym obszar przetargowy „Gryfice”, zostaną przypisane poprawne lokalizacje określone w państwowym układzie współrzędnych geodezyjnych PUWG 1992.

Wyżej opisane problemy z układem Borowa Góra nie dotyczą zdjęcia szczegółowego Kamień Pomorski (Duda i Kruk, 1973), ani dwóch najnowszych zdjęć, które w niewielkim stopniu wchodzi swoimi zasięgami na obszar przetargowy „Gryfice”. W 2000 r. zrealizowano zdjęcie Trzebiatów – Dobrzyca – Koszalin (Ostrowska i Piśula, 2000) o średnim zagęszczeniu punktów pomiarowych 5 pkt/km², o dokładności 0,025 mGal. Zdjęcie to pozwoliło na rozpoznanie anomalii związanych ze zmiennością budowy utworów przypowierzchniowych oraz ich bezpośredniego podłoża jak i z budową strukturalną, a także tektoniką permo-mezozoiku i paleozoiku podpermskiego. W 2002 r. zostało wykonane profilowe zdjęcie Piaski – Resko (Ostrowski, 2002). Celem zdjęcia było odwzorowanie budowy geologicznej, elementów strukturalnych i tektonicznych utworów permo-mezozoicznych i stropowej partii podłoża permu (karbon, dewon).

Dokumentacje z obu wymienionych powyżej, najnowszych zdjęć, w wersji przekazanej

do NAG, nie zawierają danych pomiarowych w wersji cyfrowej – stąd na Fig. 7.1 przedstawiono jedynie zasięgi dokumentacji. Dane zdjęcia Trzebiatów – Dobrzyń – Koszalin (Ostrowska i Pisula, 2000) są jedynym zbiorem spośród wymienionych w rozdziale nie należącym do Skarbu Państwa.

Opisany w tym rozdziale materiał pomiarowy stał się podstawą do wielu opracowań, interpretujących obraz grawitacyjny obszaru obecnego zainteresowania (Chowańska-Otyś i Dąbrowski, 1977; Gaczyński i in., 1986; Grobelny i Królikowski, 1988; Kozera i Wronicz, 1976; Królikowski i Petecki, 2002; Królikowski i in., 1985, 1986; Narkiewicz i Petecki, 2017; Wronicz, 1988a i b;).

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 „Gryfice” znajduje się na północnym krańcu Wyżu Pomorskiego – dodatkowo anomalii, którą w rejonie omawianego obszaru rozdziela się na dwa człony ujemna anomalia niecki trzebiatowskiej (na północny wschód od obszaru „Gryfice”). Dominujący udział w tworzeniu dodatkowo anomalii zdaje się mieć podłoże podpermskie (Grobelny i Królikowski, 1988). Potwierdza to korelacja z mapą geologiczno-strukturalną podłoża permu (Lech, 2001), z której wynika, że dodatnia anomalia grawimetryczna występuje ponad wychodnią dewonu na powierzchni podpermskiej.

Pasmowa lokalna anomalia, ujawniająca się na mapie anomalii Bouguera jako ugięcie izolinii w pasie od otworów Gostyń IG-1 i IG-2 do grupy otworów Benice, jest związana z obecnością rowu synsedymencyjnego (Dadlez i in., 1998), który może mieć głębsze założenie – podpermskie (porównaj: Lech, 2001).

Dokumentacje grawimetryczne

- Bochnia, N., Duda, W. 1963. Sprawozdanie z półszeregów pomiarów grawimetrycznych w synklinorium szczecińskim, 1962 r. Inw. 966, Kat. 3319/52, Arch. CAG PIG, Warszawa.

- Duda, W., Kruk, B. 1973. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych na lądzie i wodach płytkich. Temat: Kamień Pomorski, 1973 r. Inw. 1788, Kat. 3219/51, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Fajkiewicz, Z. 1960. Interpretacja zdjęcia grawimetrycznego Świdwin – Trzebiatów, 1960. Kat. 32/190, Arch. 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, Kat. 32/205, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Kaczkowska, Z., Bronowska, E. 1969. Zestawienie, analiza i interpretacja mapy grawimetrycznej 1:200 000 oraz historia badań i charakterystyka grawimetryczna antyklinorium i synklinorium pomorskiego, 1969. Inw. 42438, Kat. 32/144, Arch. 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, Kat. ON/501, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Królikowski, C., zespół 1985. Zastosowanie metody odejmowania efektów grawitacyjnych do wyznaczania anomalii od podłoża podpermskiego północno-zachodniej Polski, etap I – Model strukturalno-gęstościowy. Inw. 33910, Arch. CAG PIG, 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, Kat. 32/203, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Kruk, B. 1975. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych na lądzie i wodach płytkich. Temat: Zalew Szczeciński, 1974 r. Inw. 1851, Kat. 3318/42, Arch. CAG PIG, Warszawa.

- Lisowski, K., Łyszkowska, J. 1983. Dokumentacja badań grawimetrycznych; temat: Zalew Szczeciński, 1982 r. Inw. 2185, Kat. 3319/212, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Ostrowska, K., Piśula, M. 2000. Sprawozdanie z realizacji zdjęcia grawimetrycznego temat: Trzebiatów – Dobrzyca – Koszalin, 1998-1999. Inw. 4509/2013, Kat. G-619 PBG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Ostrowski, C. 2002. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych wzdłuż profili sejsmicznych w rejonie Piaski – Resko, 2002. Inw. 4511/2013, Kat. G-625 PBG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Reczek, J. 1957. Sprawozdanie: Regionalne badania grawimetryczne na obszarze Niecki Szczecińskiej i Wału Kujawsko-Pomorskiego, 1956. Inw. 40834, Kat. 42/109, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wasiak, I., Zdziarska, B., Duda, W. 1973. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Antyklinorium Pomorskie. Inw. 1761, Kat. 32/158, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wronicz, S. 1988a. Paleogeodynamika, warunki występowania złóż i prognozy surowcowe strukturalnego kompleksu perm-sko - mezozoicznego. Zadanie: Mapa grawimetryczno - sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńsko - mezozoicznego na obszarze Wału Pomorsko - Kujawskiego i obszarów przyległych Etap II - arkusze: Kołobrzeg i Świdwin. Kat. 3321/181, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Wronicz, S. 1988b. Paleogeodynamika, warunki występowania złóż i prognozy surowcowe strukturalnego kompleksu perm-sko - mezozoicznego. Zadanie: Mapa grawimetryczno - sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńsko - mezozoicznego na obszarze wału pomorsko - kujawskiego i obszarów przyległych, etap III - arkusze: Dziwnów i Szczecin. Inw. 5293/2010, Arch. CAG PIG, Warszawa.

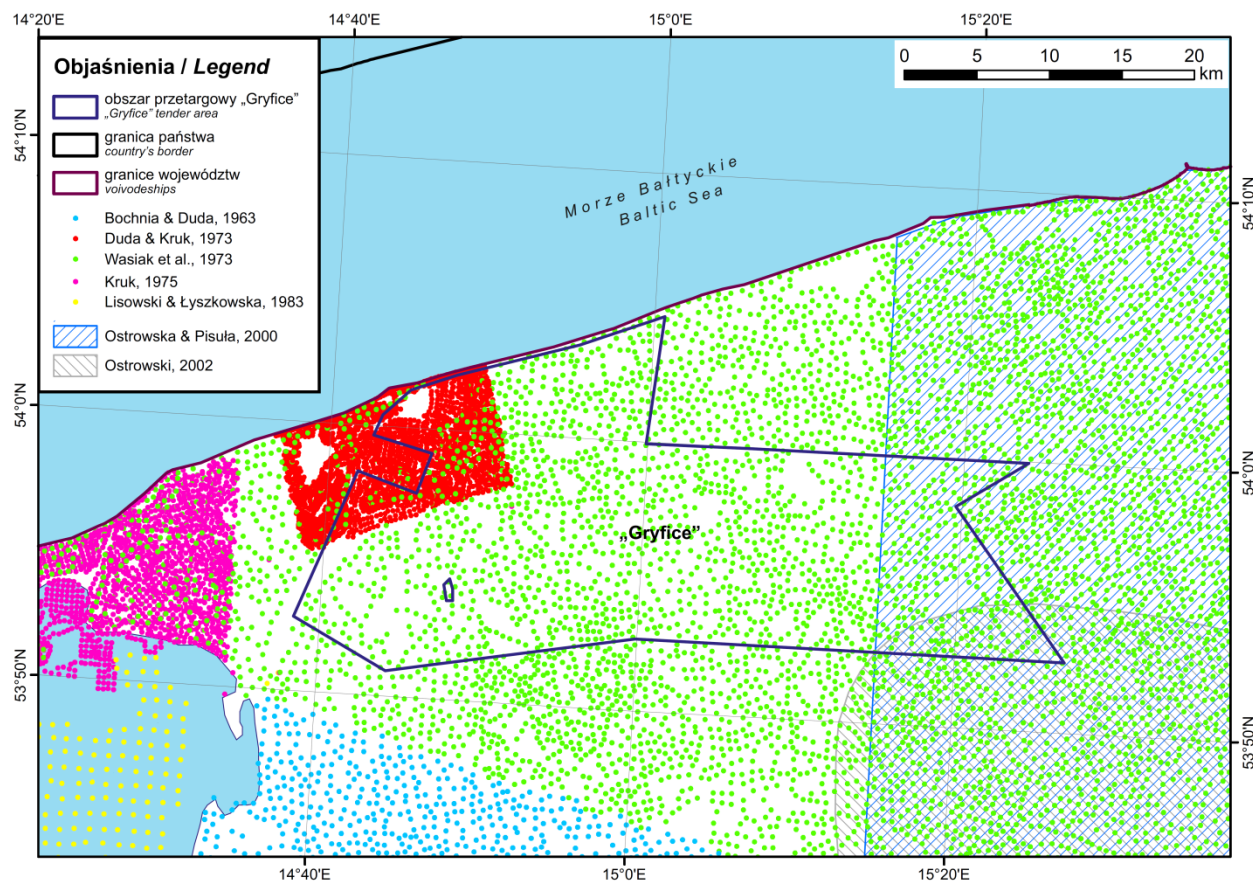


Fig. 7.1. Lokalizacja stanowisk grawimetrycznych z pomiarów półszczegółowych i szczegółowych (profile grawimetryczne) na obszarze przetargowym „Gryfice” (na podstawie danych CBDG, 2021).

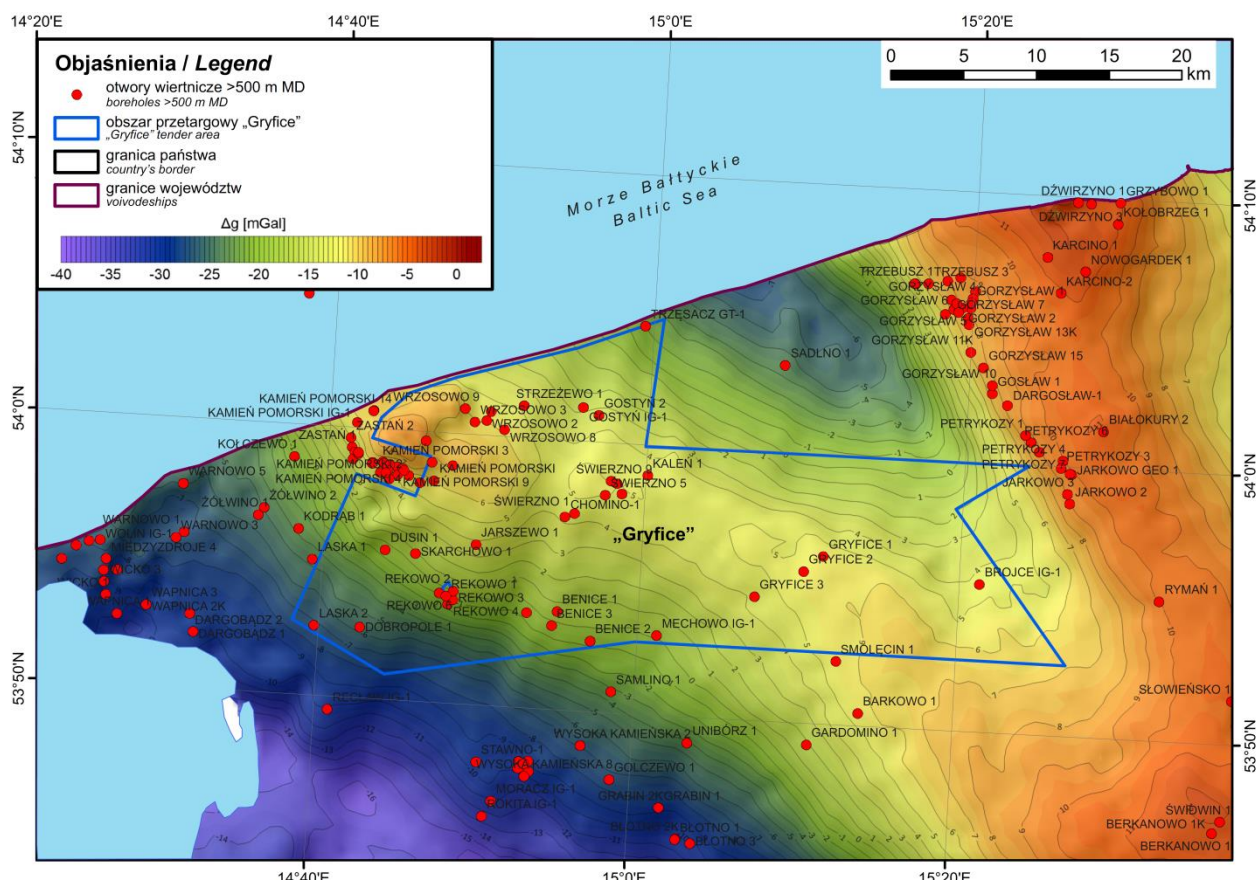


Fig. 7.2. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera w rejonie obszaru przetargowego „Gryfice” (Królowski i Petecki, 1995).

7.2. BADANIA MAGNETYCZNE

Obszar przetargowy „Gryfice” jest pokryty rozproszonym zdjęciem magnetycznym o charakterze półszczegółowym, wykonanym w latach 90-tych XX w. (Cieśla i Wybraniec, 1995, włączone do: Kosobudzka i Paprocki, 1997, Fig. 7.3). Zdjęcie to zostało wykonane ze średnim zagęszczeniem 2 pkt/km². Obecność zelektryfikowanej linii kolejowej Kamień Pomorski – Wysoka Kamieńska (zachodnia część obszaru przetargowego „Gryfice”) spowodowała konieczność zastosowania tzw. różnicowej metody pomiarów (Kosobudzka, 1998), co przejawia się charakterystycznym, pasmowym układem punktów pomiarowych. Od północnego wschodu obszar przetargowy sąsiaduje z wcześniejszym zdjęciem, o podobnym zagęszczeniu a obejmującym swoim zasięgiem Polskę zachodnią, centralną i południowo-wschodnią (Kosobudzka, 1988).

Nawodne zdjęcia magnetyczne T, obejmujące obszar południowego Bałtyku, były realizowane przez kilka firm, ale największe pod względem powierzchni obszaru i ilości wykonanych pomiarów magnetyczne zdjęcie morskie wykonane zostało w latach 1976–1982 przez Ogólnozwiązkowy Instytut Naukowo-Badawczy Morski Geologii i Geofizyki WNIMORGEО (ZSRR) na zlecenie ówczesnego międzynarodowego konsorcjum PETRO-BALTIC w Gdańsku. Wyniki w/w badań zostały w latach 1993–1994 ujednolicone i opracowane w postaci komputerowego zbioru danych przez PBG (Kosobudzka i Paprocki, 1994).

Mapa anomalii magnetycznych ΔT została przedstawiona na Fig. 7.4. Według podziału zaproponowanego przez Peteckiego i Rosowiecką (2017), obszar przetargowy „Gryfice”

znajduje się w obrębie domeny zachodniego Pomorza (WPd – *Western Pomerania domain*). Obszar ten charakteryzuje się nisko-amplitudowymi anomaliami o rozciągłości NW-SE. Analiza spektralna wykazała, że strop podłoża czynnego magnetycznie znajduje się w tym rejonie na głębokości około 18,5 km (Petecki, 2001).

Dokumentacje magnetyczne

- Cieśla, E., Wybraniec, S. 1995. Sprawozdanie techniczne z półszczegółowych badań magnetycznych T w rejonie NW Polski wykonanych w ramach projektu badawczego „Zastosowanie nowych metod interpretacji pól potencjalnych do rozpoznania budowy Polski północno-zachodniej”. Inw. 2137/95, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Kosobudzka, I. 1988. Dokumentacja częściowa półszczegółowych badań magnetycznych temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1988 r. w rejonie „Kołobrzegu – Ustki”. Inw. 1257/91, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1994. Sprawozdanie z prac tematu: Mapa magnetyczna Bałtyku Południowego w skali 1 : 200 000 wraz z komputerowym bankiem danych, anomalie modułu T całkowitego natężenia ziemskiego pola magnetycznego Ziemi. Inw. 820/95, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1997. Wykonanie półszczegółowych badań magnetycznych T w Polsce zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej w latach 1995-1997. Inw. 812/98, 338/98, Arch. CAG PIG, Warszawa.

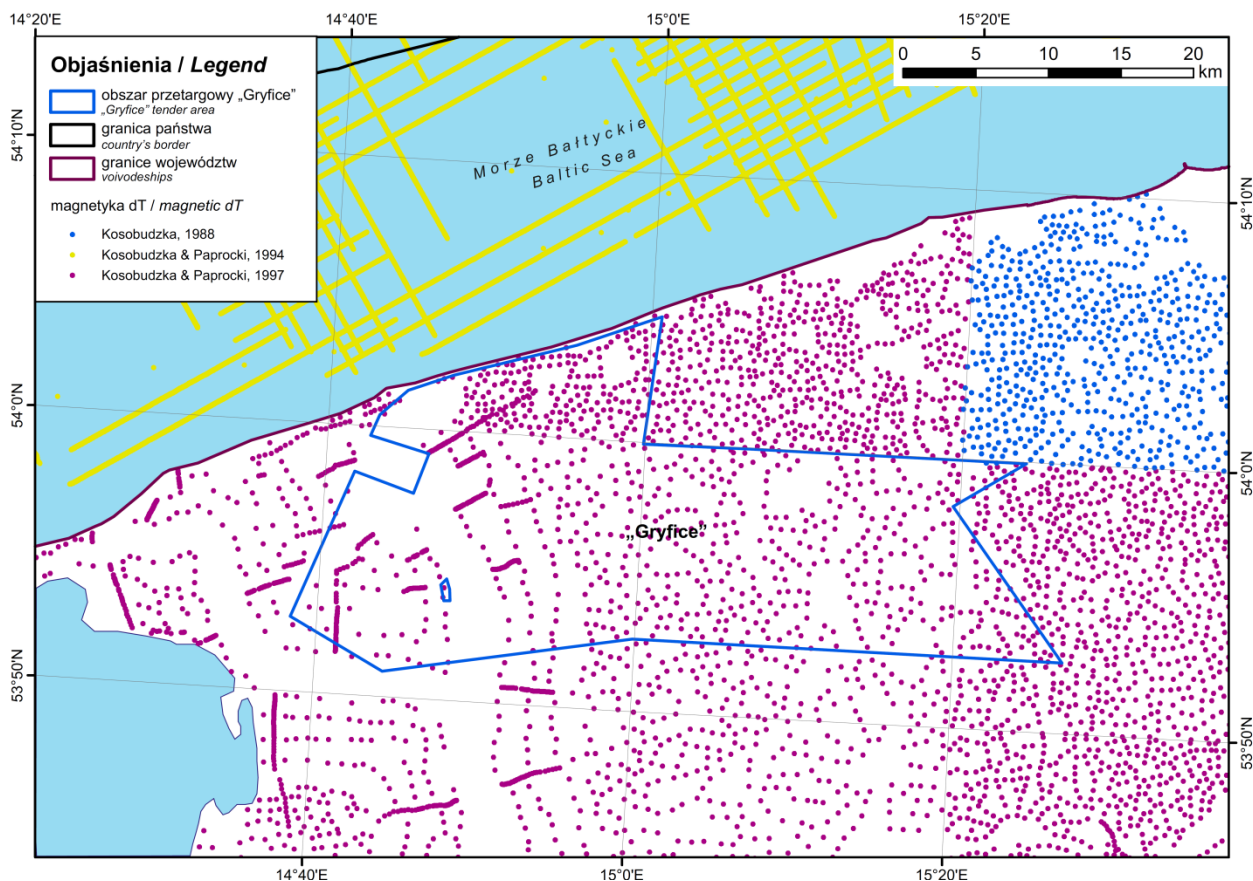


Fig. 7.3. Lokalizacja stanowisk pomiarowych modułu całkowitego wektora pola geomagnetycznego T na obszarze przetargowym „Gryfice” (na podstawie danych CBDG, 2021).

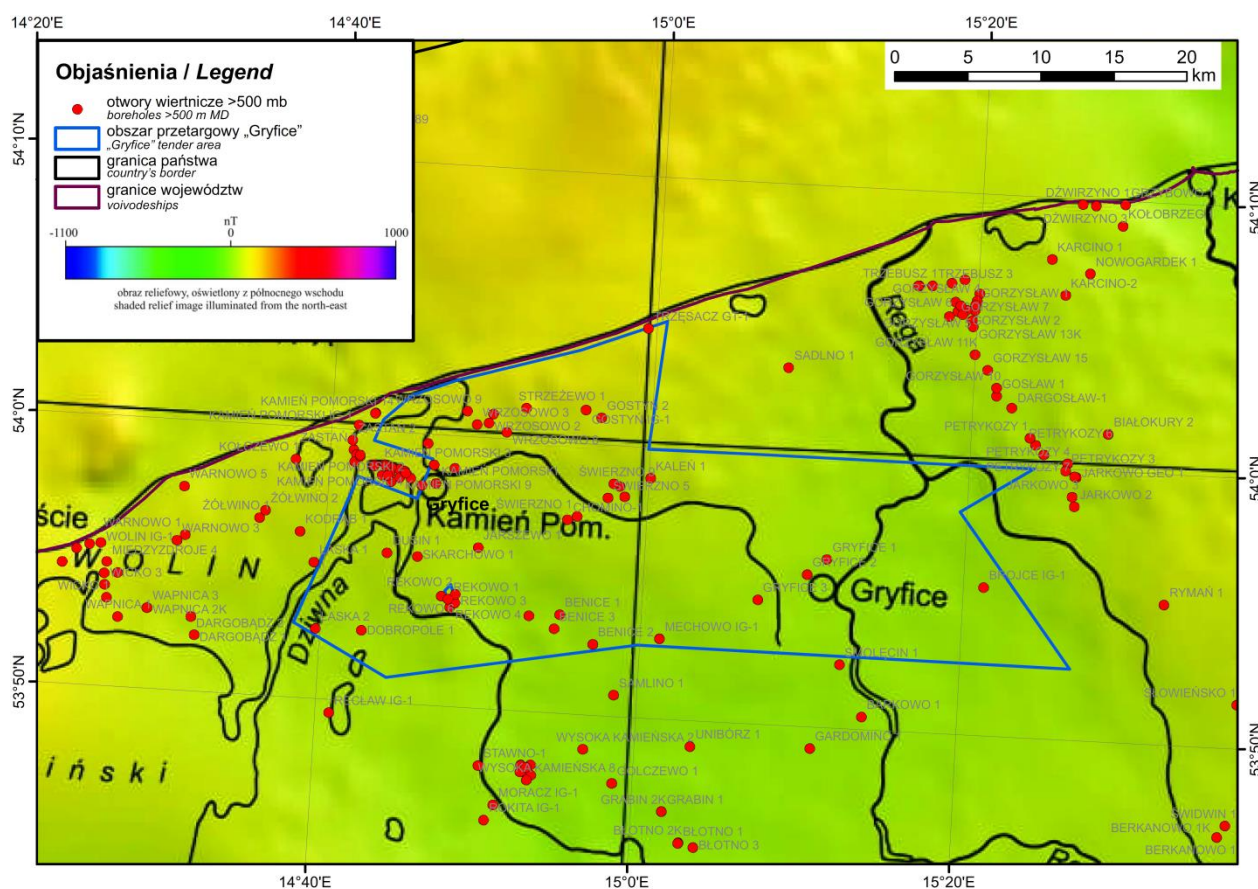


Fig. 7.4. Mapa anomalii modułu całkowitego pola geomagnetycznego T w rejonie obszaru przetargowego „Gryfice” (Petecki i Rosowiecka, 2017).

7.3. BADANIA MAGNETOTELLURYCZNE

W latach 2007–2008 wykonano pierwszy etap realizacji projektu prac magnetotellurycznych w rejonie segmentu pomorskiego bruzdy śródpolskiej (Stefaniuk i in., 2008). Etap ten obejmował wykonanie pomiarów na dwóch profilach BMT-5 (300km i D-PL (230 km). Drugi z profili, przecina obszar przetargowy „Gryfice” (Fig. 7.5). Pomiary wykonano w wersji pojedynczych sondowań odległych od siebie o około 4,5 km. Ogólnym celem badań było rozpoznanie wgłębnej struktury strefy pomorskiego segmentu bruzdy śródpolskiej i obszarów sąsiednich, w szczególności określenie charakteru kontaktu kratonu wschodnioeuropejskiego i struktur północnoeuropejskiej platformy paleozoicznej. W wyniku inwersji 2D otrzymano przekrój geoelektryczny w którym widoczne są wszystkie główne struktury geologiczne występujące wzdłuż profilu (Fig. 7.6). Wyniki te były podstawą interpretacji budowy geologicznej. Rozkład oporności do głębokości 5 km potwierdza budowę geologiczną, rozpoznaną za pomocą wierceń i sejsmiki refleksyjnej, w szczególności najmłodszej cechsztyńsko-mezozoicznej pokrywy osadowej oraz ważniejszych elementów strukturalnych zbudowanych ze skał młodszego paleozoiku, tj. czerwonego spągowca, karbonu oraz dewonu (Stefaniuk i in., 2008).

Dokumentacje magnetotelluryczne

- Jóźwiak, W. 2007. Sondowania magneto-wariacyjne na profilu Rugia – Bornholm. Arch. IGF PAN.
- Stefaniuk, M., Wojdyła, M., Petecki, Z., Pokorski, J., 2008. Dokumentacja badań geofizycznych. Temat: Budowa geologiczna pokrywy osadowej i podłoża krystalicznego segmentu pomorskiego bruzdy śródpolskiej na podstawie kompleksowych badań geofizycznych (profilowań magnetotellurycznych) Etap I: 2007 – 2008. Inw. 1277/2009, 3090/2014, 4547/2015, 4548/2015, Arch. CAG PIG, Warszawa.

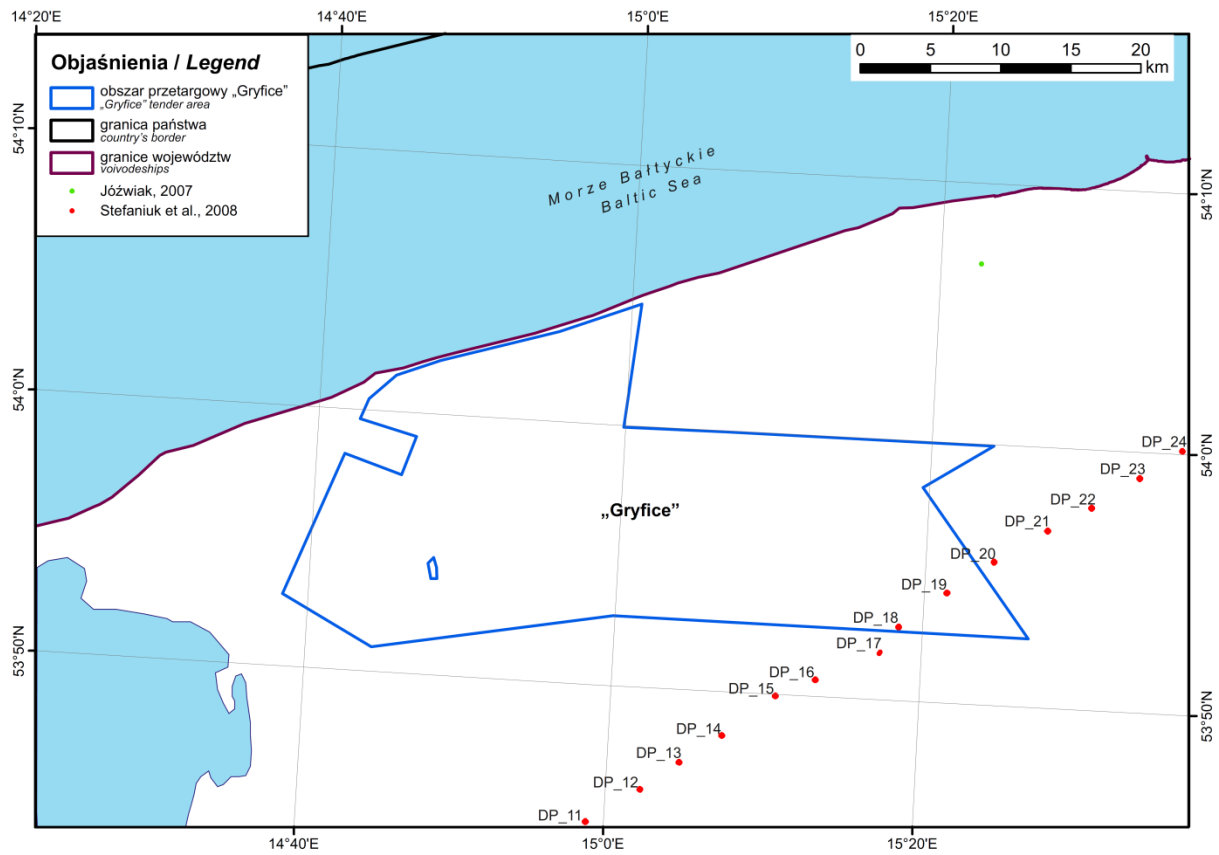


Fig. 7.5. Lokalizacja sondowań magnetotellurycznych na obszarze przetargowym „Gryfice” (na podstawie danych CBDG, 2021).

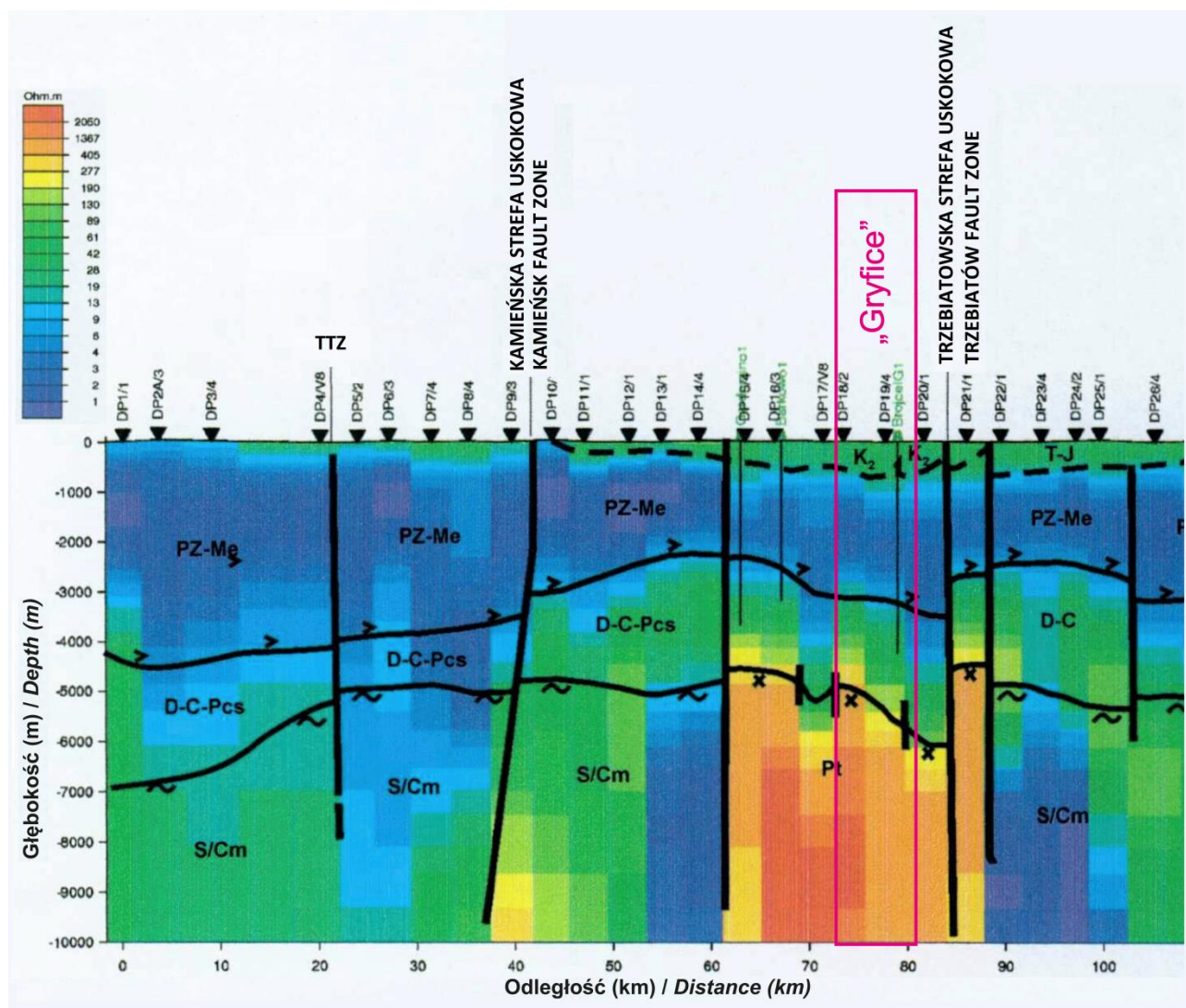


Fig. 7.6. Geologiczna interpretacja przekroju DP-L do głębokości 10 km (Stefaniuk i in., 2008). Różowy poligon oznacza fragment profilu przechodzący przez obszar przetargowy „Gryfice”. K_2 – kreda górna, T-J – trias i jura, PZ – Me – cechoszyńsko-mezozoiczna pokrywa platformowa wraz z kenozoikiem, D-C-Pcs – pokrywa platformowa paleozoiku górnego (dewon, karbon, czerwony spągowiec), S/Cm – kaledonidy (sfałdowany niższy paleozoik allochtoniczny), Pt – paleoproterozoik (podłoże krystaliczne). Lokalizację przekroju można znaleźć na Fig. 7.5.

8. PODSUMOWANIE

Perspektywy naftowe poszczególnych horyzontów stratygraficznych oraz związane z nimi koncepcje poszukiwawcze na obszarze przetargowym „Gryfice” 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, magnetyki i magnetoteluryki (rozdziały 3–7).

Poniżej zestawiono najważniejsze informacje o obszarze przetargowym „Gryfice” w formie karty informacyjnej, a także zaproponowano minimalny program fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej przyszłej koncesji, której zakres umożliwi odkrycie złóża.

Karta informacyjna obszaru przetargowego „Gryfice”

Dane ogólne	Nazwa obszaru:	„GRYFICE”
	Lokalizacja:	<u>Na lądzie</u> Arkusze mapy topograficznej w skali 1 : 50 000: Międzywodzie 75, Dziwnów (Pobierowo) 76, Wolin 114, Kamień Pomorski 115, Gryfice 116, Brojce 117 Fragmenty bloków koncesyjnych nr: 62, 82 i 83 <u>Położenie administracyjne:</u> województwo zachodniopomorskie, powiat kamieński, gminy: Świerżno (18,72%), Wolin (5,12%), Kamień Pomorski (26,39%), Dziwnów (3,11%), Golezewo (3,09%); powiat gryficki, gminy: Płoty (4,78%), Karnice (5,60%), Rewal (1,67%), Brojce (6,60%), Trzebiatów (0,75%), Gryfice (24,17%)
	Typ:	poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż
	Czas obowiązywania:	koncesja na 30 lat w tym: faza poszukiwawczo-rozpoznawcza (5 lat), faza wydobywcza – po uzyskaniu decyzji inwestycyjnej
Udziały		zwycięzca przetargu 100%
Powierzchnia [km ²]		747,96
Rodzaj złóża		konwencjonalne złóża gazu ziemnego i ropy naftowej niekonwencjonalne złóża gazu ziemnego (<i>tight gas</i>)
Piętra strukturalne		kenozoiczne laramijskie waryscyjskie kaledońskie
Systemy naftowe		I. karbońsko-dolnopermski system naftowy II. cechsztyński system naftowy dolomitu głównego (dodatkowy cel poszukiwawczy)
Skały zbiornikowe		I. piaskowce fluwialne górnego karbonu (arenity i waki kwarcowe, najczęściej drobno- i średnioziarniste) oraz piaskowce fluwialne górnego czerwonego spągowca (arenity, sporadycznie waki kwarcowe, sublityczne i lityczne) II. dolomity, dolomity częściowo skalcytyzowane i wapienie reprezentowane przez greinstony i pakstony w dolomicie głównym
Skały macierzyste		I. iłowce i mułowce turnaju i wizenu, podrzędnie iłowce i mułowce westfalu i stefanu II. madstony, greinstony, bandstony dolomitu głównego
Skały uszczelniające		I. od stropu sukcesja skał wulkanicznych dolnego czerwonego spągowca i/lub ewaporaty cyklotemu PZ1 II. od spągu utwory ewaporatowe cyklotemu PZ1, od stropu utwory ewaporatowe cyklotemu PZ2
Typ pułapki		I. mieszane, strukturalno-litologiczno-tektoniczne, pułapki niekonwencjonalne typu ciągłego (<i>tight</i>) II. strukturalne, strukturalno-tektoniczne, facjalne
Złóża rozpoznane w pobliżu		Rekowo (NR 4847), Wrzosowo (GZ 4732), Dargosław (GZ 20146), Gorzysław N (GZ 4687), Gorzysław S (GZ 4688), Kamień Pomorski (NR 4802), Trzebusz (GZ 4686), Wysoka Kamieńska (NR 4804)

Zrealizowane zdjęcia sejsmiczne, temat (właściciel)	1974-1975 Świnoujście – Kamień Pomorski – Gryfice 2D, 41 profili (Skarb Państwa) 1976 Gorzysław – Petrykozy 2D, 5 profili (Skarb Państwa) 1976 Wysoka Kamieńska 2D, 1 profil (Skarb Państwa) 1979-1983 Wysoka Kamieńska – Białogard 2D, 69 profili (Skarb Państwa) 1996-1997 Jarkowo – Piaski 2D, 4 profile (PGNiG S.A.) 1999-2000 Kamień Pomorski – Gryfice – Trzebiatów 2D, 5 profili (PGNiG S.A.) 2002 Piaski – Resko 2D, 1 profil (Skarb Państwa) 2006 Rybokarty – Komorowo 2D, 12 profili (Skarb Państwa) 1997 Świerzno 3D (PGNiG S.A.) 2014 Moracz 3D (Skarb Państwa) 2018 Jarkowo 3D (Skarb Państwa)
Otwory reperowe (głębokość)	Benice 1 (3247,0 m), Benice 2 (2916,0 m), Benice 3 (2842,0 m), Benice 4K (2732,5 m), Brojce IG-1 (4252,0 m), Chomino 1 (2750,0 m), Dobropole 1 (2883,0 m), Dusiń 1 (2662,5 m), Gostyń 2 (3447,0 m), Gryfice 1 (3367,0 m), Gryfice 2 (3415,0 m), Gryfice 3 (3190,0 m), Jarszewo 1 (2998,7 m), Kaleń 1 (3232,0 m), Kamień Pomorski 13 (2672,0 m), Kamień Pomorski 3 (2405,0 m), Kamień Pomorski 7 (3410,0 m), Laska 2 (3583,0 m), Rekowo 1 (2667,0 m), Rekowo 2 (3141,5 m), Rekowo 3 (2697,0 m), Rekowo 4 (2736,0 m), Rekowo 6 (2746,0 m), Skarchowo 1 (2667,0 m), Strzeżewo 1 (4521,0 m), Świerzno 1 (3103,0 m), Świerzno 2 (2772,2 m), Świerzno 4 (3238,5 m), Świerzno 5 (2883,6 m), Świerzno 9 (2774,7 m), Wrzosowo 1 (3305,0 m), Wrzosowo 2 (3127,3 m), Wrzosowo 3 (3255,0 m), Wrzosowo 8 (3310,0 m), Wrzosowo 9 (3198,0 m)

Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej

- interpretacja i analiza archiwalnych danych geologicznych
 - reprocessing profili sejsmicznych 2D (60 km)
lub
wykonanie badań sejsmicznych 2D (50 km PW) albo 3D (25 km²)
- wykonanie jednego odwiertu wiertniczego sięgającego utworów karbonu o maksymalnej głębokości 5000 m TVD wraz z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- **Antonowicz, L., Iwanowska, E., Jamrozik, J., Nowicka, A. 1993.** Pochylone bloki/półrowy podłoża permu na obszarze antyklinorium i synklinorium pomorskiego – implikacje dla poszukiwań naftowych. *Przegląd Geologiczny*, **41**, 71–74.
- **Antonowicz, L., Iwanowska, E., Rendak, A. 1994.** Tensional tectonics in the Pomeranian section of the T-T Zone and the implications for hydrocarbon exploration. *Geological Quarterly*, **38**, 289–306.
- **Bajewski, Ł., Wilk, A., Urbaniec, A., Bartoń, R. 2019.** Poprawa obrazowania struktur podcechsztyńskich na podstawowe reprocessingu sejsmiki 2D w rejonie Pomorza Zachodniego. *Nafta-Gaz*, **4**, 195–204
- **Bajewski, Ł., Wilk, A., Urbaniec, A., Bartoń, R. 2020.** Reinterpretacja tektoniki w obszarze Pomorza Zachodniego w oparciu o nową wersję profilu sejsmicznego 2D po reprocessingu. *Nafta-Gaz*, **6**, 363–376.
- **Binder, I. 1994.** Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej Rekowo. Inw. 710/95, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Binder, I., Jasięcka, B. 1974.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Jarzewo 1. Inw. 119558, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Binder, I., Sieradzka, B. 1975.** Dokumentacja wynikowa otworu Gryfice 3. Inw. 121158, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Binder, I., Sikorski, B. 1975.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Wrzosowo w rejonie Kamienia Pomorskiego. Inw. 11409 CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Binder, I., Szewc, A. 1979.** Dokumentacja wynikowa otworu Gryfice 1. Inw. 125095, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1976.** Dokumentacja złoża gazu ziemnego Gorzysław w rejonie Trzebiatowa. Inw. 11780a CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1978.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Gorzysław-Trzebusz. Dodatek nr 1. Inw. 11780b CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Binder, I., Lech, I., Sikorski, B. 1980.** Dokumentacja geologiczna złóż gazu ziemnego Gorzysław-Trzebusz. Dodatek nr 2. Inw. 11780c CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Bobek, K., Konieczńska, M., Jarosiński, M. 2021.** Tectonics of the Wysoka Kamieńska Graben (NW Poland) and implications for fault sealing potential. *Geological Quarterly*, (w recenzji).
- **Bochnia, N., Duda, W. 1963.** Sprawozdanie z póluszczółowych pomiarów grawimetrycznych w synklinorium szczecińskim, 1962 r. Inw. 966, Kat. 3319/52, 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.
- **Brochwicz-Lewiński, W. 1987.** Jura górna. [W:] Raczyńska, 1987 [red.], Budowa Geologiczna Wału pomorskiego i jego podłoża. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **119**, 123–130.
- **Brzeżański, A. 1986a.** Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Benice 4K. B38 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Brzeżański, A. 1986b.** Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Brojce IG-1. B215 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Bukowicki, J. 1974.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości i pionowe profilowanie sejsmiczne w odwiercie Kamień Pomorski 3. K19 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Buniak, A., Solarska, A. 2004.** Występowanie złóż węglowodorów a wykształcenie litologiczno-facjalne utworów górnego czerwonego spągowca na obszarze Pomorza Zachodniego (na przykładzie złóż Ciechnowo i Sławoborze). [W:] Konferencja naukowo-techniczna: Basen Permski Niżu Polskiego – Czerwony Spągowiec. Budowa i potencjał zasobowy, Piła,

23.04.2004: 113–118.

- **Buniak, A., Mikołajewski, Z., Wagner, R. 2013a.** Mapa paleogeograficzna wapienia cechsztyńskiego (Ca1), 1 : 500 000. PGNiG, Departament Poszukiwania Złóż, Ośrodek Północ w Pile; Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Buniak, A., Kwolek, K., Nowicka, A., Dyjaczynski, K., Papiernik, B., Peryt, T., Protas, A., Wagner, R. 2013b.** Mapa perspektyw poszukiwawczych w utworach dolomitu głównego. PGNiG, Oddział w Zielonej Górze; Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Burchat, B. 1973.** Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Świerżno 1. Ś24 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **CBDG, 2021.** Centralna Baza Danych Geologicznych. <http://geoportal.pgi.gov.pl>
- **Chowańska-Otyś, D., Dąbrowski, A. 1977.** Wgłębna budowa geologiczna podłoża południowego Bałtyku w świetle zdjęcia grawimetrycznego z lat 1970–1972. *Kwartalnik Geologiczny*, **21**, 335–344.
- **Chruścińska, J., Płatek, K. 2016.** Dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny wykonanych na obszarze koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w rejonie Kaleń nr 28/2008/p. Inw. 3326/2018, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Cieśla, E., Wybraniec, S. 1995.** Sprawozdanie techniczne z półszeregówowych badań magnetycznych T w rejonie NW Polski wykonanych w ramach projektu badawczego „Zastosowanie nowych metod interpretacji pól potencjalnych do rozpoznania budowy Polski północno-zachodniej”. Inw. 2137/95, CAG PIG, Warszawa.
- **Czajka, D. 2019.** Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna w kat. C złoża gazu ziemnego Trzebusz. Inw. 9379/2020, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Czapowski, G. 1983.** Zagadnienia sedymentacji soli kamiennej cyklotemu PZ1 we wschodnim skłonie wyniesienia Łeby. *Przegląd Geologiczny*, **31**, 278–284.
- **Czapowski, G., Tomassi-Morawiec, H. 1985.** Sedymentacja i geochemia najstarszej soli kamiennej w rejonie Zatoki Puckiej. *Przegląd Geologiczny*, **33**, 663–670.
- **Czapowski, G., Gąsiewicz, A., Peryt, T.M. 1991.** The commencement of the PZ3 deposition in the Puck Bay region, northern Poland. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil I*, **H.4**, 873–882.
- **Dadlez, R. 1978.** Podpermskie kompleksy skalne w strefie Koszalin–Chojnice. *Kwartalnik Geologiczny*, **22**, 269–301.
- **Dadlez, R. 1980.** Tektonika wału pomorskiego. *Kwartalnik Geologiczny*, **24**, 741–767.
- **Dadlez, R. 1990.** Tektonika Południowego Bałtyku. *Geological Quarterly*, **34**, 1–20.
- **Dadlez, R. 2001.** Przekroje geologiczne przez bruzdę śródpolską. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Dadlez, R., Narkiewicz, M., Stephenson, R. A., Visser, M. T. M., Van Wess, J.-D. 1995.** Tectonic evolution of the Mid-Polish Trough: modelling implications and significance for central European geology. *Tectonophysics*, **252**, 179–195.
- **Dadlez, R., Iwanow, A., Leszczyński, K., Marek, S. 1998.** Mapa tektoniczna kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego. 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., Kobylecka, A., Leśniak, G., Such, P. 1998.** Przegląd wyników badań właściwości zbiornikowych i filtracyjnych wybranych skał zbiornikowych z basenów młodopaleozoicznych Niżu Polskiego. [W:] Narkiewicz, 1998 [red.], Analiza basenów sedymentacyjnych. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **165**, 147–153.
- **Deczkowski, Z. 1997.** Trias górny. Noryk i retyk. Formalne i nieformalne jednostki litostratygraficzne [W:] Marek i Pajchłowa, 1997 [red.], Epikontynentalne perm i mezozoik w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **153**, 184–186.

- **Dembicki, H. 2017.** Practical Petroleum Geochemistry for Exploration and Production. 1st Edition, Elsevier.
- **Dickinson, W.R. 1970.** Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. *Journal of Sedimentary Petrology*, **40**, 695–707.
- **Dobracka, E. 2013.** Objąsnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000. Arkusz Gryfice (116). Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Dobracka, E., Dobracki, R., Matkowska, Z. 1977.** Objąsnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000. Arkusz Dziwnów (76) i (115). Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Dobracki, R. 2016.** Objąsnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000. Arkusz Brojce (111). Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Duda, W., Kruk, B. 1973.** Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych na lądzie i wodach płytkich. Temat: Kamień Pomorski, 1973 r. Inw. 1788, Kat. 3219/51, CAG PIG, Warszawa.
- **Dybova–Jachowicz, S., Pokorski, J. 1984.** Stratygrafia karbonu i dolnego permu w otworze wiertniczym Strzeewo 1. *Geological Quarterly*, **28**, 589–616.
- **Dyjażyński, K., Peryt, T.M. 2014.** Controls on basal Zechstein (Wuchiapingian) evaporite deposits in SW Poland. *Geological Quarterly*, **58**, 485–502.
- **Fajkiewicz, Z. 1960.** Interpretacja zdjęcia grawimetrycznego Świdwin – Trzebiatów, 1960. Kat. 32/190, CAG PIG, Warszawa.
- **Frankiewicz, A., Wiśniowski, Z. 2000.** Objąsnienia do Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50000, arkusz Kamień Pomorski (0115). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Fuliński, M. 1982.** Dokumentacja pomiarów gęstości objętościowej i porowatości otwartej skał, rok 1981. Inw. 45709, ObO/1823, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Fuszara, P. 2009.** Model pojęciowy dla JCWPd nr 6. Państwowy Instytut Geologiczny, 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, Kat. 32/205, CAG PIG, Warszawa.
- **Gajewska, I. 1997a.** Trias środkowy(wapień muszlowy-kajper dolny). Formalne i nieformalne jednostki litostratygraficzne. [W:] Marek i Pajchłowa, 1997 [red.], Epikontynentalne perm i mezozoik w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **153**, 133–136.
- **Gajewska, I. 1997b.** Trias górny. Kajper. Formalne i nieformalne jednostki litostratygraficzne. [W:] Marek i Pajchłowa, 1997 [red.], Epikontynentalne perm i mezozoik w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **153**, 164 – 166.
- **Gamrot, J. 2019.** Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna złoża gazu ziemnego Dargosław. Inw. 1245/2021, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Gąsiewicz, A., Wichrowska, M. 1996.** Sedymentacja i diageniza dolomitu głównego w zachodniej części platformy pomorskiej. Inw. 499/97, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Gąsiewicz, A., Wichrowska, M., Darlak, B. 1998.** Sedymentacja i diageniza a właściwości zbiornikowe utworów dolomitu głównego (Ca²) w polskim basenie cechsztyńskim. [W:] Narkiewicz, 1998 [red.], Analiza basenów sedymentacyjnych. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **165**, 195–206.
- **Górecka, T., Czerski, K., Gołab, K., Moskwa, J., Parka, Z., Ślusarczyk, S. 1980.** Wyniki badań palinologicznych utworów permu i jego podłoża z obszaru monokliny przedsudeckiej. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa.
- **Grobclny, A., Królikowski, C. 1988.** Anomalie grawimetryczne wywołane utworami podpermskimi w północno-zachodniej Polsce. *Kwartalnik Geologiczny*, **32**, 611–634.
- **Grotek, I., Klimuszko, E. 1995.** Komputeryzacja i podsumowanie wyników badań

- geochemicznych, substancji organicznej, bituminów i węglowodorów na Niżu Polskim. Inw. 1497/96, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Grotek, I., Matyja, H., Skompski, S. 1998.** Dojrzałość termiczna materii organicznej w osadach karbonu obszaru radomsko-lubelskiego i pomorskiego. [W:] Narzekiewicz, 1998 [red.], Analiza basenów sedymentacyjnych. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **165**, 245–254.
 - **Hannes, A., Sikorski, B. 1973.** Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Kamień Pomorski. Dodatek nr 1. Inw. 10535a CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Hoffmann, N., Pokorski, J., Lindert, W., Bachmann, H. 1997.** Rotliegend stratigraphy, paleogeography and facies in eastern part of the central European Basin. Proc. XIII Int. Congr. on Carboniferous – Permian, Kraków. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **157**, 75–86.
 - **Houseknecht, D.W. 1987.** Assessing the relative importance of compaction processes and cementation reduction of porosity in sandstones. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **71**, 633–642.
 - **Hunt, J. M. 1996.** Petroleum Geochemistry and Geology. 2nd Edition, W. H. Freeman, New York.
 - **Jackowicz, E. 1997.** Skały wulkaniczne. [W:] Marek i Pajchłowa, 1997 [red.], Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **153**, 42–45.
 - **Jarmulowicz-Szulc, K. 2009.** Analiza inkluzji fluidalnych w wypełnieniach przestrzeni porowej skał czerwonego spągowca w wybranych rejonach Niżu Polskiego. *Przegląd Geologiczny*, **57**, 343–349.
 - **Jaskowiak-Schoeneichowa, M., Pożaryski, W. 1979.** Kreda górna polskiej części Bałtyku. *Kwartalnik Geologiczny*, **23**, 421–427.
 - **Jóźwiak, W. 2007.** Sondowania magneto-wariacyjne na profilu Rugia – Bornholm. Arch. IGF PAN.
 - **Juroszek, C., Klapciński, J., Sachanbiński, M. 1981.** Petrografia, geochemia i występowanie skał wulkanicznych w wybranych otworach wiertniczych północnej części monokliny przedsudeckiej, synklinorium szczecińskiego i zachodniej części antyklinorium pomorskiego, woj. lubuskie, wielkopolskie, zachodniopomorskie. Inw. 5389/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Kaczowska, Z., Bronowska, E. 1969.** Zestawienie, analiza i interpretacja mapy grawimetrycznej 1:200 000 oraz historia badań i charakterystyka grawimetryczna antyklinorium i synklinorium pomorskiego, 1969. Inw. 42438, Kat. 32/144, CAG PIG, Warszawa.
 - **Karnkowski, P. 1993.** Złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce. Tom I. Niż Polski. Wydawnictwa Towarzystwa Geosynoptyków „Geos”. Kraków.
 - **Karnkowski, P.H. 1994.** Rotliegend lithostratigraphy in the central part of the Polish Permian Basin. *Geological Quarterly*, **38**, 27–42.
 - **Karnkowski, P.H., Matyasik, I. 2016.** Krytyczne element systemów naftowych w basenach sedymentacyjnych Polski. *Przegląd Geologiczny*, **64**, 639–649.
 - **Karwowski, L., Klapciński, J. 1975.** Fauna z osadów cechsztyńskich z wybranych otworów wiertniczych w zachodniej i północnej Polsce. Inw. 5266/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Kiersnowski, H. 1997.** Depositional development of the Polish Upper Rotliegend Basin and evolution of its sediment source areas. *Geological Quarterly*, **41**, 433–456.
 - **Kiersnowski, H. 1998.** Architektura depozycyjna basenu czerwonego spągowca w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **165**, 113–128.
 - **Kiersnowski, H., Buniak, A. 2006.** Evolution of the Rotliegend Basin of northwestern Poland. *Geological Quarterly*, **50**, 119–138.
 - **Kiersnowski, H., Poprawa, P. 2010.** Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego - etap I. Inw. 2439/2011, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Kiersnowski, H., Waśkiewicz, K., Buniak, A. 2020.** Mapa litofacji stropu osadów czerwonego spągowca górnego. Pań-

- stwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Klecan, A. 1974.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Jarzewo 1. J50 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Klecan, A. 1975a.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w otworze Rekowo-2. CAG PIG, Warszawa.
 - **Klecan, A. 1975b.** Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Świerżno 4. Ś25 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Klecan, A. 1975c.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w otworze Wrzoso 1. W130 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Klecan, A. 1977.** Opracowanie pomiarów średnich prędkości, odwiert Dusin 1. Inw. 123559, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Klecan, A. 1978a.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Kamień Pomorski 7. K20 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Klecan, A. 1978b.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Strzeżewo 1. S127 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Klecan, A. 1986.** Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie reinterpretacja z uwzględnieniem krzywizny otworu Benice-4K. B39 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Klecan, A. 1987.** Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Dobropole 1. D57 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Kłapciński, J. 1991.** Zechstein anhydrites in western Poland. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil I*, H.4, 1171–1188.
 - **Kłapciński, J., Juroszek, C., Sachanbiński, M. 1983.** Petrografia, geochemia i występowanie skał wulkanicznych w wybranych otworach wiertniczych antyklinorium pomorskiego. Inw. 5699/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Kombrink, H., Besly, B.M., Collinson, J.D., den Hartog Jager, D.G., Drozdowski, G., Dusar, M., Hoth, P., Pagnier, H.J.M., Stemmerik, L., Waksmundzka, M.I., Wrede, V. 2010.** Carboniferous. [W:] Doornenbal i Stevenson, 2010 [red.], Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area. European Association of Geoscientists & Engineers Publications by (Houten): 81–99.
 - **Kondracki, J. 2013.** Geografia regionalna Polski, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa.
 - **Kosakowski, P., Burzewski, W., Kotarba, M. 2003.** Potencjał naftowy utworów dolomitu głównego w strefie Kamienia Pomorskiego. Część 2 – Analiza ropotwórczości. *Przegląd Geologiczny*, 51, 663–672.
 - **Kosakowski, P., Kotarba, M., Pokorski, J., Wróbel, M. 2006.** Hydrocarbon Potential of the Carboniferous Strata on the Kołobrzeg and Gryfice Blocks (North-western Poland). EAGE 68th Conference & Exhibition – Vienna, Austria.
 - **Kosakowski, P., Kotarba, M., Wróbel, M. 2009.** Zechstein Petroleum System in the Western Pomerania, NW Poland. 71st EAGE Conference and Exhibition – Amsterdam, The Netherlands.
 - **Kosobudzka, I. 1988.** Dokumentacja częściowa półszczęgółowych badań magnetycznych temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1988 r. w rejonie „Kołobrzegu – Ustki”. Inw. 1257/91, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1994.** Sprawozdanie z prac tematu: Mapa magnetyczna Bałtyku Południowego w skali 1 : 200 000 wraz z komputerowym bankiem danych, anomalie modułu T całkowitego natężenia ziemskiego pola magnetycznego Ziemi. Inw. 820/95, CAG PIG, Warszawa.
 - **Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1997.** Wykonanie półszczęgółowych badań magnetycznych T w Polsce zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej w latach 1995–1997. Inw. 812/98, 338/98, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Kotański, Z. (red.), 1997.** Atlas Geologiczny Polski: mapy geologiczne ścięcia poziomego, 1 : 750 000. Państwowy Instytut Geologiczny, 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., Więclaw, D., Kowalski, A. 1998.** Geneza gazu ziemnego i ropy naftowej z wybranych obszarów basenu dewońskiego i cechsztyńskiego Niżu Polskiego w świetle badań geochemicznych. [W:] Narkiewicz, 1998 [red.], *Analiza basenów sedymentacyjnych. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **165**, 261–272.
 - **Kotarba, M., Grelowski, C., Kosakowski, P., Więclaw, D., Kowalski, A., Sikorski, B. 1999.** Potencjał węglowodorowy skał macierzystych i geneza gazu ziemnego akumulowanego w utworach czerwonego spągowca i karbonu w północnej części Pomorza Zachodniego. *Przegląd Geologiczny*, **47**, 480
 - **Kotarba, M., Kosakowski, P., Więclaw, D., Kowalski, A. 2003.** Potencjał naftowy utworów dolomitu głównego w strefie Kamienia Pomorskiego. Część 1 – Macierzystość. *Przegląd Geologiczny*, **51**, 7.
 - **Kotarba, M., Kosakowski, P., Więclaw, D., Grelowski, C., Kowalski, A., Lech, S., Merta, H. 2004.** Potencjał węglowodorowy karbońskich skał macierzystych w utworach karbonu w przybałtyckiej części segmentu pomorskiego bruzdy śródpolskiej. *Przegląd Geologiczny*, **52**, 1156–1165.
 - **Kotarba, M., Pokorski, J., Grelowski, C., Kosakowski, P. 2005.** Geneza gazu ziemnego w utworach karbonu i czerwonego spągowca w nadbałtyckiej części Pomorza Zachodniego. *Przegląd Geologiczny*, **52**, 425–433.
 - **Kozera, A., Wronicz, S. 1976.** Kompleksowa interpretacja materiałów sejsmicznych i grawimetrycznych dla wybranych obszarów Niecki Szczecińskiej pod kątem rozwoju utworów solnych. Inw. 44854, Kat. ON/501, CAG PIG, Warszawa.
 - **Kozłowska, A. 1997.** Opracowanie petrologiczne osadów karbonu górnego. [W:] Żelichowski i Miłaczewski, 1997 [red.], *Ocena perspektyw poszukiwawczych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w basenach sedymentacyjnych młodszego paleozoiku na obszarze zachodniej części polskiego sektora Bałtyku – Blok H*, K, L. Inw. 89119, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Kozłowska, A. 2004.** The influence of diagenesis on the porosity of the Upper Carboniferous sandstones of Pomerania area (NW Poland). Abstracts. *SEPM-CES Meeting SEDIMENT*, Aachen: 83.
 - **Kozłowska, A. 2005.** Wpływ kompaktacji i cementacji na porowatość piaskowców karbonu górnego w strefie Kołobrzeg-Międzydroje. *Przegląd Geologiczny*, **53**, 259.
 - **Kozłowska, A. 2006a.** Charakterystyka petrograficzna piaskowców karbonu górnego. [W:] Kuberska, 2006 [red.], *Rola diagenety w tworzeniu właściwości zbiornikowych piaskowców górnego karbonu i dolnego permu z nadbałtyckiej części Pomorza Zachodniego*. Arch. MNiSW, Warszawa.
 - **Kozłowska, A. 2006b.** Wykształcenie faćjalne osadów karbonu górnego. [W:] Kuberska, 2006 [red.], *Ewolucja przestrzeni porowej w piaskowcach górnego karbonu i dolnego permu Pomorza Zachodniego*. Inw. 934792, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Kozłowska, A. 2008.** Diagenetyzacja a rozwój przestrzeni porowej w piaskowcach pensylwanu Pomorza Zachodniego. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **430**, 1–28.
 - **Kozłowski, A. 2007.** Diagenetyzacja a porowatość piaskowców karbonu górnego Pomorza Zachodniego. *Przegląd Geologiczny*, **55**, 292–293.
 - **Królikowski, C., Petecki, Z. 1995.** Atlas grawimetryczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Królikowski, C., Petecki, Z. 2002.** Lithospheric structure across the Trans-European Suture Zone in NW Poland based on gravity data interpretation. *Geological Quarterly*, **46**, 235–245.
 - **Królikowski, C., zespół. 1985.** Zastosowanie metody odejmowania efektów grawitacyjnych do wyznaczania anomalii od podłoża podpermskiego północno-zachodniej Polski, etap I – Model strukturalno-gęstościowy. Inw. 33910, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Królikowski, C., zespół. 1986.** Zastosowanie metody odejmowania efektów gra-

- witacyjnych do wyznaczania anomalii od podłoża podpermskiego północno-zachodniej Polski, etap II /ostatni/ - Opracowanie mapy anomalii od podłoża permu, 1986. Inw. 35725, Kat. 32/203, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Kruk, B. 1975.** Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych na lądzie i wodach płytkich. Temat: Zalew Szczeciński, 1974 r. Inw. 1851, Kat. 3318/42, CAG PIG, Warszawa.
 - **Kryński, J. 2007.** Precyzyjne modelowanie quasigeoidy na obszarze Polski – wyniki i ocena dokładności. *Seria Monograficzna IGiK*, 13, Warszawa.
 - **Krzywiec, P., Peryt, T.M., Kiersnowski, H., Pomianowski, P., Czapowski, G., Kwolek, K. 2017.** Permo-Triassic Evaporites of the Polish Basin and Their Bearing on the Tectonic Evolution and Hydrocarbon System, an Overview. [W:] Soto i in., 2017 [red.], Permo-Triassic Salt Provinces of Europe, North Africa and the Atlantic Margins. Tectonics and Hydrocarbon Potential, Chapter 11, 234–258.
 - **Kuberska, M. 2008.** Piaskowce z pogranicza pensylwanu i permu dolnego na Pomorzu Zachodnim: diageniza i jej rola w tworzeniu właściwości zbiornikowych. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 430, 29–42.
 - **Kuberka, M., Maliszewska, A. 2007.** Diageniza a porowatość piaskowców dolnego permu Pomorza Zachodniego. *Przegląd Geologiczny*, 55, 296.
 - **Kuberska, M., Kozłowska A., Maliszewska A., Buniak A. 2007.** Ewolucja przestrzeni porowej w piaskowcach górnego karbonu i dolnego permu Pomorza Zachodniego. *Przegląd Geologiczny*, 55, 853–860.
 - **Kuberska, M., Maliszewska, A., Grotek, I. 2008.** Diageniza a rozwój przestrzeni porowej w piaskowcach górnego czerwonego spągowca Pomorza Zachodniego. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 430, 43–64.
 - **Kudrewicz, R. 2008.** Mapy strukturalne powierzchni podcechsztyńskiej i podpermskiej, 1 : 500 000. [W:] Wagner i in., 2008 [red.], Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce – badania geologiczne. Inw. 2293/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Lech, S. 2001.** Mapa geologiczno-strukturalna podłoża permu Pomorza, 1 : 500 000. Arch. PGNiG, Piła.
 - **Lech, I., Sikorska-Piekut, W. 1987.** Dokumentacja wynikowa otworu Benice 4K. Inw. 129796, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Lipiec, M. 1997.** Wizeńska platforma węglanowa na Pomorzu Zachodnim. *Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego*, 53, 31–32.
 - **Lipiec, M. 1998.** Ocena perspektyw występowania złóż węglowodorów w utworach basenu karbońskiego na obszarze lubelskim i pomorskim. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 165, 289–292.
 - **Lipiec, M. 1999.** Systemy depozycyjne i diageniza utworów węglanowych dinantu na Pomorzu Zachodnim. Praca doktorska. Inw. 1340/2001, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Lipiec, M., Matyja, H. 1998.** Architektura depozycyjna basenu dolnokarbońskiego na obszarze Pomorza. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 165, 101–112.
 - **Lipiec, M., Polońska, M., Such, P. 1998.** Wpływ diagenazy na właściwości zbiornikowe utworów karbonu pomorskiego. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 165, 155–166.
 - **Lisowski, K., Łyszkowska, J. 1983.** Dokumentacja badań grawimetrycznych; temat: Zalew Szczeciński, 1982 r. Inw. 2185, Kat. 3319/212, CAG PIG, Warszawa.
 - **Lucia, F.J. 1995.** Rock-fabric/ petrophysical classification of carbonate pore space for reservoir characterization. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, 79, 1275–1300.
 - **Łobza, A., Zamojski, J. 1971.** Projekt badań geologicznych na antyklinorium pomorskim otwór badawczy Gryfice 1. Inw. 9534a, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Łoszevska, Z. 1983.** Budowa geologiczna dewońsko-karbońskiego kompleksu strukturalnego obszaru platformowego Polski. Opracowanie petrograficzne utworów karbonu dolnego w otworze Czaplinek IG-1. Inw. 31667, Arch. CAG PIG, Warszawa.

- **Maliszewska, A. 1997.** Jura dolna. Litostratygrafia i litofacje. Charakterystyka petrograficzna. [W:] Marek i Pajchłowa, 1997 [red.], Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Instytutu Geologicznego*, **153**, 206–208.
- **Maliszewska, A., Kuberska, M. 1996.** Cementation of the Rotliegend sandstones, their porosity and permeability. The 2nd Conf. on the Geochemical and Petrophysical Investigation. In *Oil And Gas Exploration*: 167–178. Janowice.
- **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., 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., Kozłowska, A., Kuberska, M., Polońska, M., Grotek, I. 2004a.** Cementy w piaskowcach karbonu i czerwonego spągowca. (Wykształcenie litofacjalne osadów karbonu górnego). [W:] Charakterystyka wypełnień mineralnych szczelin i przestrzeni porowych na podstawie kompleksowych badań petrologicznych. Inw. 891445, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Maliszewska, A., Kozłowska, A., Kuberska, M., Grotek, I. 2004b.** Petrologia kompleksów osadowych górnego karbonu i dolnego permu w aspekcie poszukiwań złóż węglowodorów ze strefy Kołobrzeg – Międzyzdroje. (Litofacje osadów karbonu górnego). [W:] Rozwój kompleksów osadowych w zachodniej i centralnej Polsce – pochodzenie i przemiany postdepozycyjne. Inw. 912477, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Maliszewska, A., Jackowicz, E., Kuberska, M., Kiersnowski, H. 2016.** Skały permu dolnego (czerwonego spągowca) zachodniej Polski – monografia petrograficzna. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego*, **204**.
- **Matkowska, B. 1992.** Mapa zasolenia wód podziemnych wyspy Wolin i Uznam. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Matyasik, I. 1998.** Charakterystyka geochemiczna skał macierzystych karbonu w wybranych profilach wiertniczych obszaru radomsko-lubelskiego i pomorskiego. [W:] Narkiewicz, 1998 [red.], Analiza basenów sedymentacyjnych. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **165**, 215–225.
- **Matyja, H. 1993.** Upper Devonian of Western Pomerania. *Acta Geologica Polonica*, **43**, 27–94.
- **Matyja, H. 2006.** Stratygrafia i rozwój facjalny osadów dewonu i karbonu w basenie pomorskim i w zachodniej części basenu bałtyckiego a paleogeografia północnej części TESZ w późnym paleozoiku. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **186**, 79–122.
- **Matyja H. 2008.** Pomeranian basin (NW Poland) and its sedimentary evolution during Mississippian times. [W:] Aretz i in., 2008 [red.], Carboniferous platforms and basins. *Geological Journal*, **43**, 123–150.
- **Matyja, H. 2009.** Depositional history of the Devonian succession in the Pomeranian Basin, NW Poland. *Geological Quarterly*, **53**, 63–92.
- **Matyja, H., Turnau, E., Żbikowska, B. 2000.** Lower Carboniferous (Mississippian) stratigraphy of northwestern Poland: conodont, miospore and ostracod zones compared. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **70**, 193–217.
- **Mazur, S., Scheck-Wenderoth, M., Krzywiec, P. 2005.** Different modes of the Late Cretaceous–Early Tertiary inversion in the North German and Polish basins. *International Journal of Earth Sciences*, **94**, 782–798.

- **Merta, H. 1985.** Ocena utworów dolomitu głównego w obszarze Pomorza Zachodniego na podstawie wyników analiz geochemicznych skał. Inw. 5107/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **MIDAS, 2021.** System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych Polski. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/midas>
- **Mikolajewski, Z., Słowakiewicz, M. 2008.** Mikrofacje i diageniza utworów dolomitu głównego (Ca²) w rejonie bariery Międzychodu (Półwysep Grotowa, Polska Zachodnia). *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **429**, 91–97.
- **Mikolajewski, Z., Czechowski, F., Grelowski, C. 2012.** Charakterystyka geologiczno-litofacjalno-geochemiczna złóż ropy naftowej w rejonie platformy węglanowej Kamienia Pomorskiego. *Prace Naukowe Instytutu Nafty i Gazu*, **182**, 387–397.
- **Mularczyk, A. 1996.** Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej Rekowo. Dodatek nr 1. Inw. 331/97, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Mularczyk, A., Pyzik, M. 1981.** Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Kamień Pomorski. Dodatek nr 2. Inw. 10535b CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Narkiewicz, M. 1996.** Analiza basenów sedymentacyjnych Niżu Polskiego. Inw. 3586/96, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Narkiewicz, M., Petecki, Z. 2017.** Basement structure of the paleozoic platform in Poland. *Geological Quarterly*, **61**, 502–520.
- **Nawrocki, J. 1995.** Skala magnetostratigraficzna dla utworów czerwonego spągowca, cechsztynu i pstrego piaskowca z obszaru Polski. *Przegląd Geologiczny*, **43**, 1027–1029.
- **Nawrocki, J., Becker, A. (red.), 2017.** Atlas Geologiczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Nawrocki, J., Grabowski, J. 1988.** Analiza litofacjalnych i paleogeograficznych podstaw poszukiwań nagromadzeń węglowodorów w utworach permu. Wyniki badań paleomagnetycznych utworów permu i najniższego triasu z otworów wiertniczych Brojce IG-1, Mszczonów IG-1 i Piła IG-1. Inw. 308/92, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Nowak, E. 1982.** Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Gostyń 2. G79 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Nowak, E., Klecan, A. 1973.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w otworze Benice 1. B36 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Nowak, E., Walasek, B. 1985.** Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Benice 3. 1979. B37 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Nowak, J. 2004.** Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Wysoka Kamieńska. Dodatek nr 2 w kat. A. Inw. 1969/2004, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Nowak, J. 2008.** Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Kamień Pomorski w kat. B. Dodatek nr 3. Inw. 557/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Nowicka, A. 2000.** Dokumentacja wyników otworu poszukiwawczego Kaleń 1. Inw. 134704, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Nussbeutel, D., Czaja, E. 2000.** Opracowanie pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Kaleń 1. K2 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Oficjalska, H., Krawczyńska, B. 2000.** Objasnienia do Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50000, arkusz Dziwnów (0076). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- **Ostrowska, K., Pisula, M. 2000.** Sprawozdanie z realizacji zdjęcia grawimetrycznego temat: Trzebiatów – Dobrzyca – Koszalin, 1998-1999. Inw. 4509/2013, Kat. G-619 PBG, CAG PIG, Warszawa.
- **Ostrowski, C. 2002.** Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych wzdłuż profili sejsmicznych w rejonie Piaski – Resko, 2002. Inw. 4511/2013, Kat. G-625 PBG, CAG PIG, Warszawa.
- **Oszczepalski, S., Rydzewski, A. 1987.** Paleogeography and sedimentary model of the Kuperschiefer in Poland. *Lecture Notes in Earth Sciences*, **10**, 189–205.
- **Oświęcimska, A., Sikorski, B. 1972.** Dokumentacja geologiczna złoża ropy nafto-

- wej Kamień Pomorski. Inw. 9777 CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Paczyński, B. (red.). 1995.** Atlas hydrogeologiczny Polski, 1 : 500000, cz. II. Wydawnictwa PAE S.A., Warszawa.
 - **Paczyński, B., Sadurski, A. (red.). 2007.** Hydrogeologia regionalna Polski, tom I – wody słodkie. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Pawłowski, A. 2005.** Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej Rekowo. Dodatek nr 2. Inw. 569/2007, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Peryt, T.M. 1984.** Sedymentacja i wczesna diageniza utworów wapienia cechsztyńskiego w Polsce zachodniej. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **109**, 1–80.
 - **Peryt, T.M. 1986.** Chronostratigraphical and lithostratigraphical correlations of the Zechstein Limestone of Central Europe. [W:] Harwood i Smith, 1986 [red.], The English Zechstein and related topics. *Geological Society Special Publications*, **22**, 201–207.
 - **Peryt, T.M. 1990.** Cechsztyński anhydryt górny (Alg) na obszarze polskiej części syneklizy perybałtyckiej. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **364**, 5–29.
 - **Peryt, T.M., Piątkowski, T.S. 1976.** Osady caliche w wapieniu cechsztyńskim zachodniej części syneklizy perybałtyckiej. *Kwartalnik Geologiczne*, **20**, 525–538.
 - **Peryt, T.M., Piątkowski, T.S. 1977.** Algal vadose pisoliths in the Zechstein Limestone (Upper Permian) of Poland. *Sedimentary Geology*, **19**, 275–286.
 - **Peryt, T.M., Piątkowski, T., Wagner, R. 1978.** Mapa paleogeograficzna wapienia cechsztyńskiego (Ca1) 1 : 100 000. [W:] Depowski, 1978 [red.], Atlas litofacjalno-paleogeograficzny permu obszar platformowych Polski. Instytut Geologiczny, Warszawa.
 - **Peryt, T.M., Antonowicz, L., Gąsiewicz, A., Roman, S. 1989.** O fazach sedymentacji dolomitu głównego w Polsce północno-zachodniej. *Przegląd Geologiczny*, **37**, 187–192.
 - **Petecki, Z. 2001.** Magnetic evidence for deeply curried crystalline basement south-east of the Teisseyre-Tornquist line in the NW Poland. *Acta Geophysica Polonica*, **49**, 509–515.
 - **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.
 - **Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R. 1972.** Sand and sandstone. New York, Springer – Verlag.
 - **Piątkowski, T. 1986.** Petrografia poziomów węglanowych w otworze Brojce IG-1. [W:] Żelichowski, 1986 [red.], Dokumentacja wyniku otworu badawczego Brojce IG-1. Inw. 129772, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Pieńkowski, G. 1997.** Sedymentologia i stratygrafia sekwencji na podstawie wybranych profilów. [W:] Marek i Pajchłowa, 1997 [red.], Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Instytutu Geologicznego*, **153**, 217–236.
 - **Pletsch, T., Appelt, 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 B, Ergen, 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.
 - **Poborski, J. 1960.** Cechsztyńskie zagłębienie solne Europy Środkowej na ziemiach Polski. *Prace Instytutu Geologicznego*, **30**, 355–366.
 - **Podhalańska, T., Maksmundzka, M.I., Becker, A., Roszkowska-Remin, J., Dyryka, I., Feldman-Olszewska, A., Gluszyński, A., Grotek, I., Janas, M., Karcz, P., Nowak, G., Paczeńska, J., Roman, M., Sikorska-Jaworowska, M., Kuberska, M., Kozłowska, A., Sobień, K. 2016.** Strefy perspektywiczne występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w kambryjskich, ordowickich, sylurskich i karbońskich kompleksach skalnych Polski – integracja wyników badań. *Przegląd Geologiczny*, **64**, 1008–1021.

- **Pokorski, J. 1981.** Propozycja formalnego podziału litostratygraficznego czerwonego spągowca na Niżu Polskim. *Kwartalnik Geologiczny*, **25**, 41–58.
- **Pokorski, J. 1987.** Czerwony spągowiec. [W:] Raczyński, 1987 [Red.], Budowa geologiczna wału pomorskiego i jego podłoża. *Prace Instytutu Geologicznego*, **119**, 51–64.
- **Pokorski, J. 1988.** Rotliegendes lithostratigraphy in north-western Poland. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences*, **36**, 99–108.
- **Pokorski, J. 1997.** Perm dolny (czerwony spągowiec). Litostratygrafia i litofacje. Formalne i nieformalne jednostki litostratygraficzne. [W:] Marek i Pajchłowa, 1997 [red.], Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Instytutu Geologicznego*, **153**, 35–38.
- **Polońska, A. 1991.** Ekspertyza petrograficzna utworów karbonu z wiercenia Piaski PIG-2. [W:] Miłaczewski, 1991 [red.], Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Piaski PIG-2. Inw. 132858, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Poprawa, P. 2010.** Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu - ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów. Inw. 2935/2011, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Protas, A. 1981.** Zróżnicowanie facjalne dolomitu głównego (Ca₂) w Synklinorium Szczecińskim i Antyklinorium Pomorskim. *Prace Geologiczno-Mineralogiczne Uniwersytetu Wrocławskiego*, **8**.
- **Pyzik, M., Mularczyk, A. 1981.** Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej "Kamień Pomorski" Dodatek nr 2. Inw. 45619, 3319/211, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Reczek, J. 1957.** Sprawozdanie: Regionalne badania grawimetryczne na obszarze Niecki Szczecińskiej i Wału Kujawsko-Pomorskiego, 1956. Inw. 40834, Kat. 42/109, CAG PIG, Warszawa.
- **Rosowiecka, O. 2011.** Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Rusek, M., Buniak, A., Solarzka, A., Kowalczak, M., Gaupp, R. 2005.** Piaśkowce czerwonego spągowca i ich diagenetyza na obszarze Wału Pomorskiego (złoża Ciechnowo). *Przegląd Geologiczny*, **53**, 340–341.
- **Ryba, J., Jasiecka, B. 1974a.** Dokumentacja wynikowa otworu Gryfice 2. Inw. 119589, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Jasiecka, B. 1974b.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Kamień Pomorski 13. Inw. 119469, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Knitter, K. 1974.** Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Świerżno 4. Inw. 121159, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Sikorski, B. 1980.** Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Wysoka Kamieńska. Inw. 13095 CUG, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Stefańska, J. 1976.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Wrzosowo 1. Inw. 122097, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Szewc, A. 1974.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Kamień Pomorski 3. Inw. 118973, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Szewc, A. 1976.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Wrzosowo 2. Inw. 122905, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Szewc, A. 1977a.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Dusin 1. D83 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Szewc, A. 1977b.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Skarchowo 1. Inw. 123097, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Szewc, A. 1977c.** Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Wrzosowo 8. Inw. 123574, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Szewc, A. 1978a.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Strzeżewo 1. Inw. 124334, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Szewc, A. 1978b.** Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Wrzo-

- sowo 9. Inw. 123973, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Ryba, J., Szewc, A. 1979.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Wrzosowo 3. Inw. 125096, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Ryba, J., Szewc, A. 1980.** Dokumentacja wynikowa otworu Benice-3. Inw. 125368, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Ryba, J., Szpurgis, Z. 1978.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Kamień Pomorski 7. Inw. 124475, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Ryka, W. 1968.** Wtórne ryolity nadbałtyckiej części Pomorza Zachodniego. *Kwartalnik Geologiczny*, **12**, 843–854.
 - **Ryka, W. 1978.** Permskie skały wylewne z nadbałtyckiej części Pomorza Zachodniego. *Kwartalnik Geologiczny*, **22**, 753–771.
 - **Rzepkowska, Z. 1988.** Dodatek nr 2 do dokumentacji wynikowej otworu badawczego Brojce IG-1. Inw. 4273/2016, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Semyrka, R. 1985.** Uwarunkowania roponośności dolomitu głównego na obszarze Pomorza Zachodniego. *Prace Geologiczne PAN*, **129**, 5–113.
 - **Sikorska-Piekut, W., Chruścińska, J. 2014.** Dokumentacja geologiczna likwidacji odwiertu poszukiwawczego Chomino 1. Inw. 3287/2015, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Słowakiewicz, M., Gąsiewicz, A. 2013.** Palaeoclimatic imprint, distribution and genesis of Zechstein Main Dolomite (Upper Permian) petroleum source rocks in Poland: Sedimentological and geochemical rationales. [W:] Gąsiewicz i Słowakiewicz, 2013 [red.], *Palaeozoic Climatic Cycles: Their Evolutionary and Sedimentological Impact. Geological Society of London, Special Publications*, **376**, 523–538.
 - **Słowakiewicz, M., Mikołajewski, Z. 2009.** Sequence Stratigraphy of the Upper Permian Zechstein Main Dolomite carbonates in Western Poland: a new approach. *Journal of Petroleum Geology*, **32**, 215–234.
 - **Słowakiewicz, M., Poprawa, P. 2010.** Integracja mikrotermometrii inkluzji fluidalnych I modelowań historii termicznej/pograżania w badaniach pochodzenia węglowodorów i ich nagromadzeń w skałach dolomitu głównego (Ca²) północno-zachodniej Polski (otwór wiertniczy Benice 3). *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **439**, 187–194.
 - **Słowakiewicz, M., Mikołajewski, Z., Sikorska, M. 2008.** Mikrofacje i diageniza barierowych utworów dolomitu głównego (Ca²) na obszarze Pomorza Zachodniego. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **429**, 187–194.
 - **Słowakiewicz, M., Mikołajewski, Z., Sikorska, M., Poprawa, P. 2010.** Origin of diagenetic fluids in Zechstein Main Dolomite reservoir rocks, West Pomerania, Poland. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, **161**, 25–38.
 - **Słowakiewicz, M., Tucker, M.E., Hindenberg, K., Mawson, M., Idiz, E.F., Pancost, R.D. 2016.** Nearshore euxinia in the photic zone of an ancient sea: Part II – The bigger picture and implications of understanding ocean anoxia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **461**, 432–448.
 - **Soboń-Podgórska, J. 1982.** Stratygrafia otworowa w wierceniu Czaplinek IG-1. Niepublikowana ekspertyza. Dokumentacja wynikowa otworu Czaplinek IG-1. Inw. 127552, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidlasik, M., Richling, A., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., Chabudziński, Ł., Dobrowolski, R., Grzegorzczak, I., Jodłowski, M., Kistowski, M., Kot, R., Krąż, P., Lechnio, J., Macias, A., Majchrowska, A., Malinowska, E., Migoń, P., Myga-Piątek, U., Nita, J., Papińska, E., Rodzik, J., Strzyż, M., Terpilowski, S., Ziaja, W. 2018.** Physico-geographical mesoregions of Poland - verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, **91**.
 - **Stefaniuk, M., Wojdyła, M., Petecki, Z., Pokorski, J. 2008.** Dokumentacja badań geofizycznych. Temat: Budowa geologiczna pokrywy osadowej i podłoża krystalicznego segmentu pomorskiego bruzdy śródpolskiej na podstawie kompleksowych badań geofizycznych (profilowań magneto-

- tellurycznych) Etap I: 2007 – 2008. Inw. 1277/2009; 3090/2014; 4547/2015; 4548/2015, CAG PIG, Warszawa.
- **Szyperko-Teller, A. 1979.** Trias dolny w północno-wschodniej w Polsce. *Prace Instytutu Geologicznego*, **91**.
 - **Szyperko-Teller, A. 1980.** Litostratygrafia pstrego piaskowca w Polsce i projekt jej usystematyzowania. *Kwartalnik Geologiczny*, **24**, 275–297.
 - **Szyperko-Teller, A. 1982.** Litostratygrafia pstrego piaskowca na Pomorzu Zachodnim. *Kwartalnik Geologiczny*, **26**, 341–368.
 - **Tokarski, A. 1958.** Poszukiwawcze zadania wiercenia Mogilno 1. *Nafta*, **14**, 4–12.
 - **Turnau, E., Trzepierczyńska, A., Protas, A. 2005.** Palynostratigraphy of the Mississippian Łobżonka Formation of Western Poland (NW Poland). *Geological Quarterly*, **49**, 93–98.
 - **Wagner, R. 1987.** Cechsztyń. [W:] Raczynski, 1987 [red.], Budowa geologiczna wału pomorskiego i jego podłoża. *Prace Instytutu Geologicznego*, **119**, 64–81.
 - **Wagner, R. 1988.** Ewolucja basenu cechsztyńskiego w Polsce. *Kwartalnik Geologiczny*, **32**, 33 – 51.
 - **Wagner, R. 1990.** Cechsztyń w zachodniej części polskiego akwenu Bałtyku. *Geological Quarterly*, **34**, 93–112.
 - **Wagner, R. 1994.** Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **146**, 1–71.
 - **Wagner, R. 1998.** Mapy paleogeograficzne cechsztyń. [W:] Dadlez i in., 1998 [red.], Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce, 1 : 2 500 000. Inw. 3417/98, 4610/2015, Arch. 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., Peryt, T.M. 1998.** O możliwości podziału cechsztyń na sekwencje stratygraficzne w basenie Polskim. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **165**, 129–146.
 - **Wagner, R., Piątkowski, T.S., Peryt, T.M. 1978.** Polski basen cechsztyński. *Przegląd Geologiczny*, **12**, 673–686.
 - **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., Skrowoński, L., Słowakiewicz, M., Szewczyk, J., Wołnowski, T. 2008.** Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce - badania geologiczne. Inw. 2293/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Waksmundzka, M.I. 1997a.** Karbon górny – profil litologiczny. [W:] Żelichowski i Miłaczewski, 1997 [red.], Ocena perspektyw poszukiwawczych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w basenach sedymentacyjnych młodszego paleozoiku na obszarze zachodniej części polskiego sektora Bałtyku – Blok H, K, L. Inw. 89119, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Waksmundzka, M.I. 1997b.** Karbon górny – analiza zmian facjalnych. [W:] Żelichowski i Miłaczewski, 1997 [red.], Ocena perspektyw poszukiwawczych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w basenach sedymentacyjnych młodszego paleozoiku na obszarze zachodniej części polskiego sektora Bałtyku – Blok H, K, L. Inw. 89119, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Waksmundzka M.I., Buła Z. 2017.** Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku, mezozoiku i permu 1:2 500 000. [W:] Nawrocki i Becker, 2017 [red.], Atlas geologiczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny–Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa: 28.
 - **Waksmundzka, M.I., Żelichowski, A.M. 1997a.** Górny karbon – zarys litostratygrafii. [W:] Żelichowski i Miłaczewski, 1997 [red.], Ocena perspektyw poszukiwawczych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w basenach sedymentacyjnych młodszego paleozoiku na obszarze zachodniej części polskiego sektora Bałtyku – Blok H, K, L. Inw. 89119, Arch. CAG PIG, Warszawa.

- **Waksmundzka, M.I., Żelichowski, A.M. 1997b.** Górny karbon – podstawy biostratygrafii. [W:] Żelichowski i Miłaczewski, 1997 [red.], Ocena perspektyw poszukiwawczych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w basenach sedimentacyjnych młodszego paleozoiku na obszarze zachodniej części polskiego sektora Bałtyku – Blok H, K, L. Inw. 89119, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Walasek, B. 1979.** Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Gryfice 1. G142 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Walasek, B. 1981.** Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Laska 2. L7 VS, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wasiak, I., Zdziarska, B., Duda, W. 1973.** Dokumentacja pól szczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Antyklinorium Pomorskie. Inw. 1761, Kat. 32/158, CAG PIG, Warszawa.
- **Woźnicka, M. (red.). 2020.** Rocznik hydrogeologiczny PSH (rok hydrologiczny 2019), Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- **Wójcik, Z. 1976.** Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Rekowo 6. Inw. 122664, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z. 1980.** Dokumentacja wynikowa otworu Laska 2. Inw. 126414, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Burbulis, H. 1973.** Dokumentacja wynikowa otworu Benice 1. Inw. 118360, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Knitter, K. 1975a.** Dokumentacja wynikowa otworu Benice 2. Inw. 120905, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Knitter, K. 1975b.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Rekowo 1. Inw. 121160, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Knitter, K. 1975c.** Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Rekowo 2. Inw. 121785, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Knitter, K. 1975d.** Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Rekowo 4. Inw. 121786, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Knitter, K. 1975e.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Świerżno 5. Inw. 121163, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Knitter, K. 1976.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Świerżno 9. Inw. 122096, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Sabura, M. 1982.** Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Gostyń 2. Inw. 128219, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Sabura, M. 1983.** Dokumentacja wynikowa otworu Gostyń 2. Inw. 128219, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Stefańska, K. 1976a.** Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego Rekowo 3. Inw. 122329, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Stefańska, J. 1976b.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Świerżno 2. Inw. 122328, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wójcik, Z., Sielmużycka, A., Szewc, A. 1973.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Świerżno 1. Inw. 117479, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wronicz, S. 1988a.** Paleogeodynamika, warunki występowania złóż i prognozy surowcowe strukturalnego kompleksu perm-sko - mezozoicznego. Zadanie: Mapa grawimetryczno - sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńsko - mezozoicznego na obszarze Wału Pomorsko - Kujawskiego i obszarów przyległych Etap II - arkusze: Kołobrzeg i Świdwin. Kat. 3321/181, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Wronicz, S. 1988b.** Paleogeodynamika, warunki występowania złóż i prognozy surowcowe strukturalnego kompleksu perm-sko - mezozoicznego. Zadanie: Mapa grawimetryczno - sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńsko - mezozoicznego na obszarze wału pomorsko - kujawskiego i obszarów przyległych, etap III - arkusze: Dziwnów i Szczecin. Inw. 5293/2010, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Zasławski, S., Sabura, M. 1987.** Dokumentacja wynikowa odwiertu poszuki-

- wawczego Dobropole 1. Inw. 130677, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- **Zoła, K. 1996.** Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Wysoka Kamieńska. Dodatek nr 1. Inw. 739/97, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Zwingmann, H., Clauer, N., Gaupp, R. 1998.** Timing of fluid in a sandstone reservoir of the north German Rotliegend (Permian) by K-Ar dating of related hydrothermal illite. [W:] Parnell, 1988 [red.], Dating and duration of fluid flow and fluid rock interaction. *Geological Society Special Publications*, **144**, 91–106.
 - **Zych, I. 2005.** Paleogeografia utworów poziomu dolomitu głównego polskiego basenu cechsztyńskiego w aspekcie poszukiwań węglowodorów. *Technika Poszukiwań Geologicznych*, **44**, 35–43.
 - **Żelaźniewicz, A., Aleksandrowski, P., Buła, Z., Karnkowski, P.H., Konon, A., Ślaczka, A., Żaba, J., Żytko, K. 2011.** Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.
 - **Żelichowski, A. (red.). 1986.** Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Brojce IG-1. Inw. 129772, Arch. CAG PIG, Warszawa.
 - **Żelichowski, A. 1983.** The Carboniferous in Western Pomerania. *Przegląd Geologiczny*, **31**, 356–364.
 - **Żelichowski, A. 1987.** Karbon. [W:] Raczyński, 1987 [red.], Budowa geologiczna wału pomorskiego i jego podłoża. *Prace Instytutu Geologicznego*, **119**, 26–51.
 - **Żelichowski, A. 1995.** Litostratigraphy and sedimentologic-paleogeographic development in Western Pomerania. [W:] Zdanowski i Żakowa [red.], The Carboniferous system in Poland. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **148**, 97–100.
 - **Żelichowski, A., Łoszevska, Z., Woszczyńska, S. 1986.** Karbon. [W:] Szyperko-Teller, 1986 [red.], Ustronie IG-1. *Profil Głębokich Otworów Wiertniczych*, **62**, 38–43.
 - **Żelichowski, A.M. 1987.** Karbon. [W:] Raczyński, 1987 [Red.], Budowa geologiczna wału pomorskiego i jego podłoża. *Prace Instytutu Geologicznego*, **119**, 26–51.
 - **Żurawek, E., Muszyński, M., Głowacki, E., Roman, S., Rydzewska, K. 1990.** Korelacja i charakterystyka petrograficzno-zbiornikowa piaskowców śródsaksońskich na obszarze wału pomorskiego. Inw. 5108/2009, Arch. CAG PIG, Warszawa.