



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Państwowa służba geologiczna
Państwowa służba hydrogeologiczna

Ocena perspektywiczności geologicznej zasobów złóż węglowodorów
oraz przygotowanie materiałów na potrzeby przeprowadzenia
postępowania przetargowego w celu udzielenia koncesji na poszukiwanie
i rozpoznawanie lub wydobywanie złóż węglowodorów – etap II
Zadanie 22.5004.1502.08.0

**Pakiet danych geologicznych do postępowania
przetargowego na poszukiwanie złóż węglowodorów
Obszar przetargowy
„Chodzież”**

Opracował:
Zespół pod kierunkiem
dr. Huberta Kiersnowskiego

Koordynator zadania:
dr Krystian Wójcik



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Warszawa, listopad 2017 r.

Skład zespołu:

dr Hubert Kiersnowski – kierownik zespołu

dr Anna Becker

mgr inż. Anna Bliźniuk

mgr Dariusz Brzeziński

mgr Martyna Czapigo-Czapla

mgr inż. Ireneusz Dyrka

mgr inż. Joanna Fabiańczyk

dr Anna Feldman-Olszewska

dr Andrzej Głuszyński

Tadeusz Grudzień

mgr inż. Ryszard Hoc

mgr inż. Marcin Janas

dr Marek Jasionowski

mgr inż. Sylwia Kijewska

dr Ewa Klimuszek

dr Aleksandra Kozłowska

dr Olimpia Kozłowska

mgr inż. Joanna Krasuska

dr Marta Kuberska

mgr inż. Rafał Laskowicz

dr Krzysztof Leszczyński

mgr inż. Michał Roman

dr inż. Olga Rosowiecka

mgr Katarzyna Sadłowska

inż. Leszek Skowroński

mgr Jakub Sokołowski

prof. dr hab. Ryszard Wagner

dr Krystian Wójcik

Koordynator zadania:

dr Krystian Wójcik

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Chodzież” został przygotowany na zlecenie Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych Ministerstwa Środowiska. Zakres informacji geologicznej jaka powinna się znaleźć w przedkładanym opracowaniu został określony w piśmie tegoż Departamentu nr DGK-IV.4773.18.2017.TC z dnia 09.08.2017 roku. Zgodnie z art. 49.f Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 roku Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2017 r. poz. 2126) obszary przeznaczone do postępowania przetargowego ustala organ koncesyjny we współpracy z państwową służbą geologiczną. Obszar przetargowy „Chodzież” został wskazany na podstawie raportu „Ocena perspektywiczności geologicznej przestrzeni obszaru Polski o potencjale węglowodorowym”, który został opracowany na zlecenie Ministerstwa Środowiska nr DGK-IV.4773.16.2017.TC z dnia 18.05.2017 r. przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w maju 2017 roku.

Zebrane dane o budowie geologicznej i potencjale złożowym obszaru przetargowego „Chodzież” obejmują informację geologiczną będącą własnością Skarbu Państwa, dostępną w zasobach Narodowego Archiwum Geologicznego PIG-PIB oraz w ogólnodostępnych publikacjach naukowych. Źródła zamieszczonych informacji zawarte są w końcowej części pakietu danych geologicznych. Opracowanie to zawiera również ogólne dane o istniejących informacjach geologicznych nie będących własnością Skarbu Państwa.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
1.1. Informacje ogólne o obszarze przetargowym (Hubert Kiersnowski, Marek Jasionowski, Leszek Skowroński, Joanna Fabiańczyk, Krystian Wójcik)	5
1.2. Uwarunkowania środowiskowe (Anna Bliźniuk, Joanna Krasuska, Olimpia Kozłowska)	5
2. BUDOWA GEOLOGICZNA	7
2.1. Stratygrafia	7
2.1.1. Karbon (Hubert Kiersnowski, Aleksandra Kozłowska)	7
2.1.2. Perm–czerwony spągowiec (Hubert Kiersnowski, Marta Kuberska)	10
2.1.3. Perm–dolomit główny (Ryszard Wagner, Hubert Kiersnowski, Leszek Skowroński)	16
2.1.4. Trias (Anna Becker)	18
2.1.5. Jura (Anna Feldman-Olszewska)	19
2.1.6. Kreda (Krzysztof Leszczyński)	20
2.1.7. Kenozoik (Hubert Kiersnowski)	20
2.2. Budowa strukturalna (Andrzej Głuszyński)	21
2.3. Rozwój budowy geologicznej (Andrzej Głuszyński)	22
2.4. Hydrogeologia (Ryszard Hoc)	23
3. SYSTEM NAFTOWY	28
3.1. Wstęp (Ireneusz Dyrka)	28
3.2. Skały macierzyste (Marcin Janas)	28
3.3. Zawartość węgla organicznego w utworach karbonu, permu, triasu, jury i kredy (Ewa Klimuszek)	30
3.4. Wiek i mechanizm generacji, migracji i akumulacji węglowodorów (Ireneusz Dyrka)	35
4. CHARAKTERYSTYKA ŹŁÓŻ WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIEDZTWIE	36
(Dariusz Brzeziński, Martyna Czapigo-Czapla, Joanna Fabiańczyk, Krystian Wójcik)	
5. OTWORY WIERTNICZE	37
(Hubert Kiersnowski, Leszek Skowroński, Tadeusz Grudzień, Michał Roman, Jakub Sokołowski, Katarzyn Sadłowska, Krystian Wójcik)	
5.1. Informacje ogólne	37
5.2. Gościejewo 1	37
5.3. Gościejewo 2	37
5.4. Janowiec 2	39
5.5. Janowiec 3	40
5.6. Marunowo	41
5.7. Objezierze IG 1	41
5.8. Piła 1/IG 1	44
5.9. Szamotuły Geo-21	47
5.10. Wągrowiec IG 1	48
6. DANE SEJSMICZNE	49
(Sylwia Kijewska)	

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETOMETRYCZNE	53
<i>(Olga Rosowiecka)</i>	
7.1. Grawimetria	53
7.2. Magnetyka	56
7.3. Magnetotelluryka	58
8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI	58
<i>(Hubert Kiersnowski, Rafał Laskowicz)</i>	
9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	60

1. WSTĘP

1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy „Chodzież” ma powierzchnię 1119,08 km² i obejmuje fragmenty bloków koncesyjnych na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oznaczonych numerami 166 i 167 (Fig. 1.1). Koordynaty geograficzne punktów załamania granic obszaru przetargowego są zdefiniowane w tabeli 1.1, a położenie tych punktów ilustruje figura 1.2.

Tabela 1.1. Koordynaty geograficzne punktów załamania granic obszaru przetargowego

Numer punktu	Układ 1992	
	X	Y
1	553208,82	391696,38
2	543811,58	398404,58
3	544249,21	376171,46
4	544548,71	364927,26
5	553809,82	365184,38
6	554864,44	331642,37
7	573431,06	332289,06
8	572875,62	349057,65
9	572026,54	378791,78
10	563112,93	365568,76
11	562674,12	382371,14
12	553408,12	382145,42

Obszar przetargowy „Chodzież” sąsiaduje z koncesjami na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów „Muruwana Goślina–Kłeco” nr 10/2007/Ł (PGNiG S.A.) i „Wronki” nr 10/99/Ł (10/99/p do 24.10.2018 r., PGNiG S.A.) oraz z obszarem „Szamotuły–Poznań Północ” z drugiej rundy przetargowej (2017) i obszarem „Piła” z trzeciej rundy przetargowej (2018) (Fig. 1.1 i 1.2). W okresie 23.04.1998–12.05.2006 r. obszar przetargowy był objęty koncesjami CalEnergy Gas (Polska) Sp. z o.o. nr 35/98/Ł oraz 37/98/Ł. Dotychczas na obszarze przetargowym „Chodzież” nie udokumentowano złóż gazu ziemnego i ropy naftowej.

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Chodzież” dotyczy aspektów budowy geologicznej i perspektyw poszukiwawczych dla poszukiwań złóż gazu w utworach czerwonego spągowca, zarówno w pułapkach konwencjonalnych jak i niekonwencjonalnych.

W niniejszym opracowaniu przyjęto pisownię nazw otworów wiertniczych w wersji z myślnikiem lub bez myślніка, np. Gościejewo 2 i Gościejewo-2. Obie wersje są jednak spotykane w opracowaniach archiwalnych i publikacjach naukowych.

1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE

Obszar przetargowy „Chodzież” położony jest w granicach administracyjnych województwa wielkopolskiego, z wyjątkiem jego południowo-wschodniego krańca, położonego

w granicach administracyjnych województwa kujawsko-pomorskiego. W jego zasięgu znajdują się w całości lub części tereny 19 gmin, w tym 3 miejskie: Chodzież, Czarneków, Wągrowiec. Największy udział w powierzchni obszaru przetargowego mają gminy: Wągrowiec, Czarneków, Budzyń.

Ważną funkcję regionu pełni miasto Chodzież, w którego południowej części znajduje się zakład „Polskie Fabryki Porcelany Ćmielów i Chodzież”, oferujący wyroby na najwyższym, światowym poziomie. Początki fabryki sięgają 1790 roku i jest to największy europejski producent porcelany stołowej.

SIEĆ KOMUNIKACYJNA

Dostępność komunikacyjną obszaru przetargowego „Chodzież” zapewnia m.in. linia kolejowa nr 356 Poznań Wschód–Bydgoszcz Główna, która biegnie w południowo-wschodniej części przez Przysieczyn, Wągrowiec, Kobylec, Grylewo. Linia kolejowa nr 354 relacji Poznań Główny–Piła Główna przebiega przez centralną część obszaru, przez: Chodzież, Budzyń, Sokołowo Budzyńskie. Natomiast linia kolejowa nr 236 relacji Wągrowiec–Bzowo Goraj przebiega przez miejscowości: Wągrowiec, Runowo, Ciężyń, Jędrzejewo.

Ponadto układ komunikacyjny tworzą:

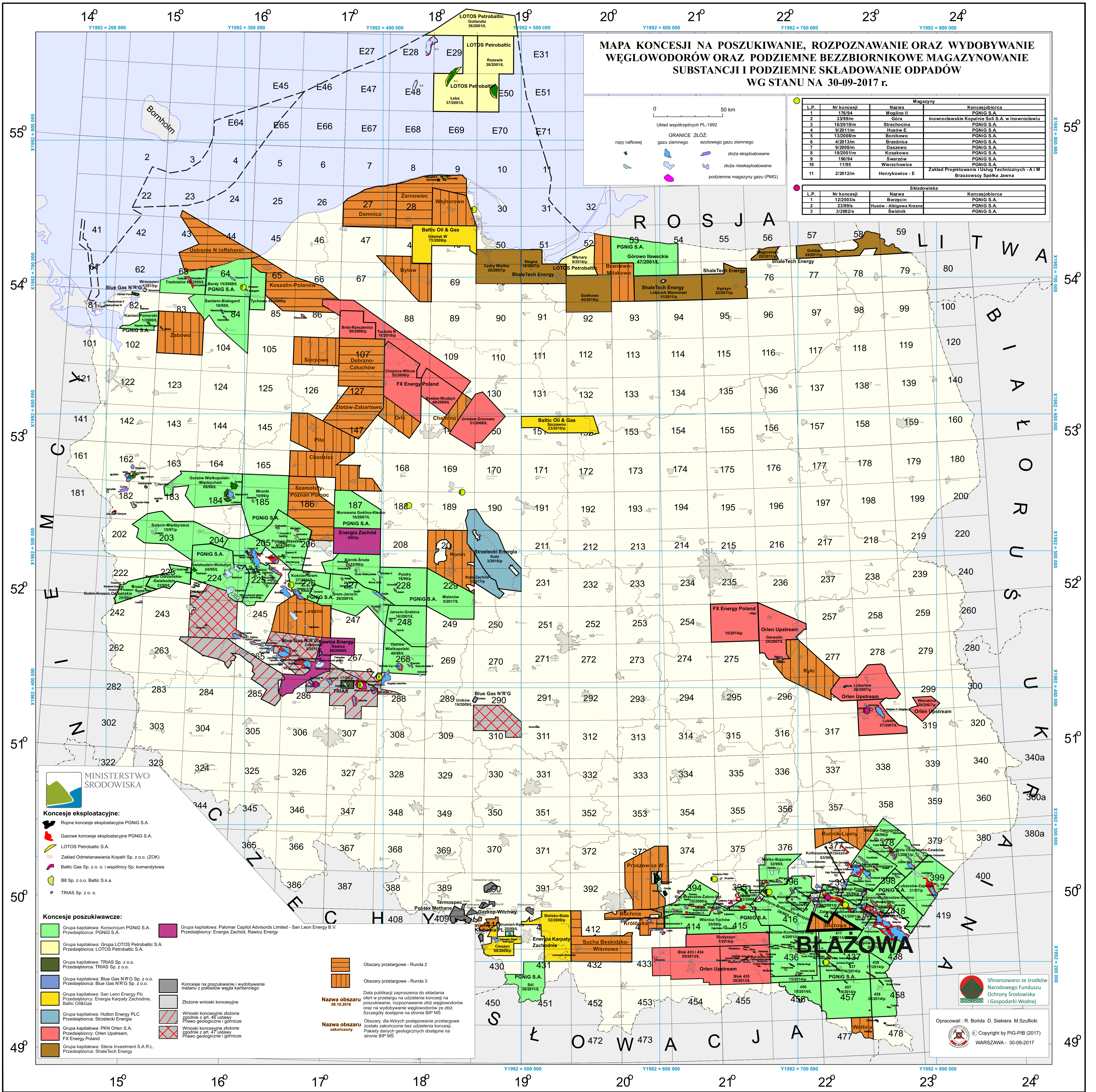
- droga krajowa nr 11 relacji Kołobrzeg–Bytom, przebiegająca w centralnej części obszaru przetargowego przez miejscowości: Sokołowo Budzyńskie, Budzyń, Podanin, Chodzież;
- droga wojewódzka nr 174 Drezdenko–Kuźnica Czarnecka, znajdująca się na niewielkim odcinku w zachodniej części obszaru w okolicy m. Zofiowo;
- droga wojewódzka nr 178 relacji Wałcz–Oborniki, w zachodniej części obszaru łącząca: Śmieszkowo, Czarneków, Kuźnicę Czarnecką;
- droga wojewódzka nr 181 Drezdenko–Czarneków, znajdująca się na niewielkim odcinku na południowy zachód od Czarnecka;
- droga wojewódzka nr 183 relacji Sarbia–Chodzież, o długości 26 km, przebiegająca w całości w północnej części obszaru;
- droga wojewódzka nr 190 Krajenka–Gniezno w centralnej części obszaru, która łączy miejscowości: Margonin, Pawłowo Żońskie, Kobylec, Wągrowiec;
- droga wojewódzka nr 196 Poznań–Wągrowiec, poprowadzona pomiędzy miejscowościami Wiatrowo i Wągrowiec;
- droga wojewódzka nr 241 Rogoźno–Tuchola w południowo-wschodniej części, łączy miejscowości: Micharzewo, Kaliska, Wągrowiec, Pokrzywnica, Pruśce, Marlewo;
- droga wojewódzka nr 251 Kaliska–Inowrocław, poprowadzona na niewielkim odcinku w południowo-wschodniej części obszaru.

Poza wymienionymi drogami sieć komunikacyjną uzupełniają drogi gminne i powiatowe. W centralnej części obszaru zaprojektowana jest droga ekspresowa S11, która przebiegać będzie śladem obecnej drogi krajowej nr 11. Ma ona łączyć kurorty środkowego wybrzeża Bałtyku z Górną Śląskiem Okręgiem Przemysłowym.

INFRASTRUKTURA TECHNICZNA

Wśród elementów infrastruktury techniczno-inżynierskiej o znaczeniu ponadregionalnym w granicach obszaru

Figura 1.1. Położenie obszaru przetargowego „Chodzież” na mapie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie węglowodorów oraz podziemne bezzbiornikowe magazynowanie substancji i podziemne składowanie odpadów wg stanu na 30.09.2017 r.



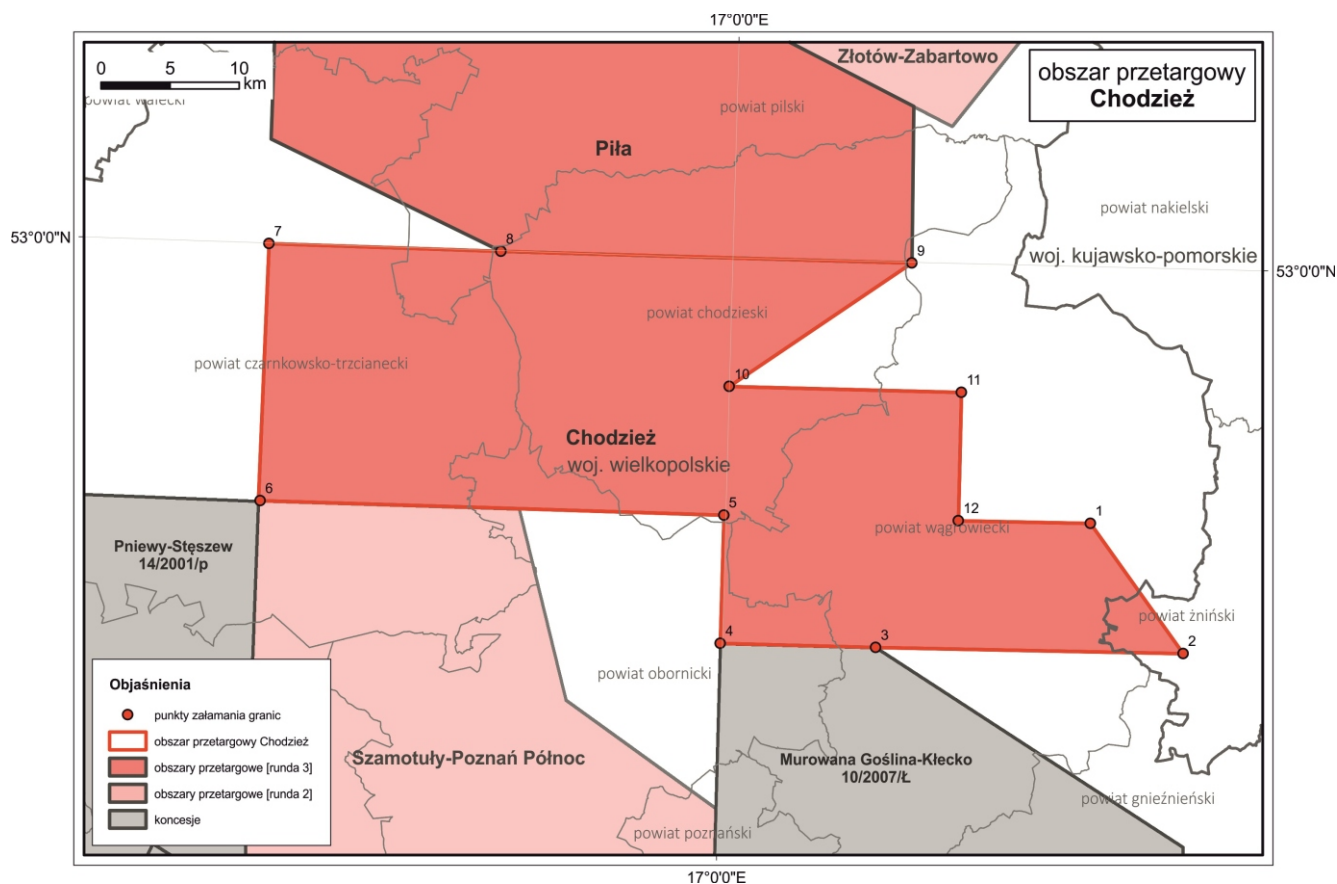


Figura 1.2. Punkty załamania granic oraz pozycja obszaru przetargowego „Chodzież” na tle sąsiednich koncesji.

przetargowego znajdują się linie elektroenergetyczne wysokiego napięcia i gazociągi wysokoprężne.

W okolicy Czarnkowa i Chodzieży przebiega linia elektroenergetyczna najwyższych napięć (220 kV) Piła Krzewina–Plewiska. Równolegle do tej linii będzie budowana dwutorowa napowietrzna linia elektroenergetyczna najwyższych napięć 400 kV Piła Krzewina–Plewiska, planowany termin ukończenia inwestycji to 2021 r.

Innym elementem infrastruktury w granicach opisywanego obszaru jest gazociąg wysokiego ciśnienia relacji Rogoźno–Piła (DN400/6,3 MPa), który znajduje się w centralnej części obszaru. Według informacji podanej przez firmę GAZ-SYSTEM na omawianym obszarze nie są planowane kolejne gazociągi.

INFRASTRUKTURA WODNA

Na obszarze przetargowym zinwentaryzowano 10 ujęć wód podziemnych (w tym 9 komunalnych i 1 przemysłowe) o wydajności większej niż 50 m³/h. Ujmują one wody piętra czwartorzędowego i paleogeńsko-neogeńskiego. Największe to ujęcia wodociągów miejskich w Wągrowcu (648 m³/h) i Budzynie (120 m³/h). Dla żadnego z ujęć nie została wyznaczona strefa ochrony pośredniej.

Na omawianym obszarze nie występują obszary źródłiskowe.

POŁOŻENIE FIZYCZNO-GEOGRAFICZNE

Zgodnie z regionalizacją fizyczno-geograficzną Polski (Kondracki, 2014), obszar przetargowy „Chodzież” położony jest w obrębie 3 makroregionów: Pojezierza Wielkopolskiego,

Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej, Pojezierza Południowopomorskiego i 5 różnych mezoregionów: Pojezierza Gnieźnieńskiego, Kotliny Gorzowskiej, Pojezierza Chodzieskiego, Doliny Środkowej Noteci, Pojezierza Wałeckiego.

Dominujące znaczenie ma Pojezierze Chodzieskie (70% powierzchni obszaru), które znajduje się pomiędzy Doliną Środkowej Noteci a Doliną Welny, pełniącą funkcję doliny marginalnej podczas subfazy chodzieskiej zlodowacenia wisły. Krajobraz północnej części obszaru zdominowany jest przez wysoki i urozmaicony łuk wzgórz morenowych, rozciętych rynnami lodowcowymi jezior: Chodzieskiego, Strzeleckiego i Karczewnik. Kulminacyjnym wzniesieniem jest wzgórze Gotyniec o wysokości 192 m n.p.m. Deniwelacje terenu w tym rejonie przekraczają 130 m. W obniżeniu Chodzieży, położonym wewnątrz łuku moren czołowych, rzędne terenu wahają się od 54 do 65 m n.p.m. Wśród jezior Pojezierza Chodzieskiego największe to: Kaliszańskie (300 ha, głęb. 26,9 m), Margonińskie (220 ha, głęb. 19,8 m), Durowskie (140 ha, głęb. 14,6), Rgielskie (150 ha, głęb. 17,6 m), Stępuchowskie (110 ha, głęb. 8,9 m). Lasy występują na sandrach, głównie w części zachodniej.

Chodzież ze względu na swoje położenie jest ośrodkiem turystyczno-wypoczynkowym. Przy Jeziorze Chodzieskim znajduje się najwyższy szczyt w granicach miasta „Góra Talerz” (132 m n.p.m.), gdzie na zboczu wzniesienia znajduje się stok narciarski.

WARUNKI WODNE I ZAGROŻENIA OSUWISKOWE

Obszar przetargowy „Chodzież” należy do zlewni rzeki Odry. Głównymi rzekami przepływającymi przez omawiany

obszar są Noteć i Wełna, stanowiące prawie dopływy Warty. Rzeka Noteć przepływa przez północno-zachodnią część obszaru w okolicy miejscowości Czarnków, natomiast rzeka Wełna przepływa przez część południowo-wschodnią.

Obszary dolinne zagrożone podtopieniami występują w północno-zachodniej części obszaru, wzdłuż rzeki Noteć, w okolicach miejscowości Czarnków i Kuźnica Czarnkowska.

Ważnym elementem hydrograficznym na obszarze przetargowym są jeziora, m.in.: Chodzieskie, Margonińskie, Kaliszańskie, Rgielskie, Kobyleckie, Bracholińskie, Toniszewskie, Strzałkowo, Bukowieckie, Durowo, Łęgowskie, Prusieckie, Stępuchowskie, Lubawskie Duże, Czekanowskie, Wiatrowskie. Natomiast w Oleśnicy, koło Chodzieży znajdują się stawy hodowlane o powierzchni około 400 ha.

Obszar przetargowy „Chodzież” położony jest w zasięgu występowania 4 głównych zbiorników wód podziemnych. Największą powierzchnię zajmuje leżący w centralnej i wschodniej części obszaru paleogeńsko-neogeński główny zbiornik wód podziemnych nr 143 (Subzbiornik Inowrocław–Gniezno), który jest bardzo mało podatny na antropopresję, posiada II klasę jakości wód. Centralną część obszaru obejmuje czwartorzędowy główny zbiornik wód podziemnych nr 139 (Dolina kopalna Smogulec–Margonin), ze średnią i małą podatnością na zanieczyszczenia, którego wody posiadają II klasę jakości wód. Neogeński główny zbiornik wód podziemnych nr 127 (Subzbiornik Złotów–Piła–Strzelce Krajeńskie) jest bardzo mało podatny na zanieczyszczenia, posiada II klasę jakości wód. Północno-zachodnia część obszaru znajduje się w zasięgu czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych nr 138 (Pradolina Toruń–Eberswalde), dla którego w rejonie Chodzieży zaobserwowano ascensję wód słonych z głębokiego podłoża (utwory cechsztynu) przez utwory triasowe i jurajskie. Przeważająca część zbiornika jest pozbawiona izolacji lub izolacja jest słaba.

Na obszarze przetargowym nie występują tereny osuwiskowe i obszary predysponowane do wystąpienia ruchów masowych.

FORMY OCHRONY PRZYRODY

Część obszaru przetargowego „Chodzież” objęta jest powierzchniowymi formami ochrony ustanowionymi na mocy przepisów ustawy o ochronie przyrody (Dz. U. z 2016 r., poz. 2134 z późn. zm.). Wśród obszarowych form chronionych występują m.in. 3 obszary chronionego krajobrazu: OChK Dolina Wełny i Rynna Gołaniecko-Wągrowiecka (10,94%), OChK Dolina Noteci (10,90%), OChK Puszcza Notecka (0,09%). W ramach obszarów sieci Natura 2000 w granicach omawianego terenu znajduje się jeden obszar specjalnej ochrony ptaków Nadnoteckie Łęgi (3,82%), który jest ważną ostoją ptaków wodno-błotnych, m.in. podróżniczka, kulika wielkiego, derkacza, rycyka, dubelta. Wyznaczono tu także dwa obszary ochrony siedlisk: Dolina Noteci (4,31%) i Jezioro Kaliszańskie (0,64%). W granicach omawianego obszaru znajdują się również dwa leśne rezerваты, które zajmują znikome powierzchnie w stosunku do całkowitej powierzchni opisywanego obszaru.

Poza opisanymi powyżej formami chronionymi za cenne przyrodniczo należy uznać zwarte arealy gruntów omych wysokich klas bonitacyjnych, występujące m.in. w południowo-zachodniej, południowej i południowo-wschodniej części obszaru. Poza nimi, w dolinie Noteci, na wschód od Czarnkowa oraz w południowo-wschodniej części terenu zaznaczają się łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego. W strukturze zagospodarowania istotne są

kompleksy leśne, z których około 5% stanowią lasy ochronne. Na obszarze przetargowym znajduje się 14 użytków ekologicznych (łącznie zajmują powierzchnię 477 ha), a 7 z nich ma powierzchnię powyżej 5 ha.

Na terenie obszaru znajduje się 766 pomników przyrody, z czego 763 to obiekty uznane za pomniki przyrody żywej (drzewa), natomiast w formie pomników przyrody nieożywionej chronione są 3 gazy narzutowe.

Na omawianym obszarze znajduje się także 8 zabytków archeologicznych (cmentarzyska, grodziska, osady), które datowane są na różne epoki. Większość z nich występuje w południowo-zachodniej części obszaru.

ZŁOŻA KOPALIN

Z informacji zawartych w bazie MIDAS wynika, że na obszarze „Chodzież” znajduje się 30 udokumentowanych złóż kopalin, w tym:

- 25 złóż kruszyw naturalnych (Osuch, Kuźnica Czarnkowska, Kuźnica Czarnkowska MD, Kuźnica Czarnkowska III, Kuźnica Czarnkowska JJ, Rgielsko-Karasiewicz, Pruśce, Pruśce II, Potuły-Cieśle, Bartodzieje, Łęgowo, Rgielsko I, Kamienica dz. Nr 97, Cieśle AD, Cieśle ZO, Romanowo Górne Mł, Romanowo Górne RM II, Romanowo Górne TM, Romanowo Górne Tł, Romanowo Górne III, Romanowo Górne DW, Romanowo Górne DW I, Romanowo Górne TM IV, Radolinek MD, Grylewo I);
- 1 złożo kredy jeziornej i gytii (Łękno);
- 1 złożo węgla brunatnego (Trzcianka);
- 1 złożo surowców ilastych ceramiki budowlanej (Chodzież Fabryczna);
- 2 złoża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej (Romanowo Dolne, Siemno).

W granicach charakteryzowanego terenu zlokalizowanych jest również 26 obszarów prognostycznych występowania torfów, piasków, piasków i żwirów, jak również 26 obszarów perspektywicznych występowania kredy jeziornej, piasków, piasków i żwirów, piasków kwarcowych.

Uwarunkowania środowiskowe obszaru przetargowego „Chodzież” zostały podsumowane na figurze 1.3 i 1.4.

2. BUDOWA GEOLOGICZNA

2.1. STRATYGRAFIA

2.1.1. KARBON

Na obszarze przetargowym „Chodzież” nie ma wiercenia, które nawierca utwory karbonu. Można tylko przedstawić przypuszczenia co do stratygrafii, budowy geologicznej i strukturalnej utworów karbonu w oparciu o profile głębokich wierceń, które sąsiadują z obszarem „Chodzież” od północy (Piła 1/IG 1) oraz od południa (Objezierze IG 1). W obrębie obszaru „Chodzież” możemy się spodziewać skał klastycznych westfalu (przykład karbonu z wiercenia Piła 1/IG 1), jak i utworów karbonu dolnego (przykład karbonu z wiercenia Objezierze IG 1).

Utwory karbonu nawiercono w spągu wiercenia Piła 1/IG 1 na głębokości 5468–5482 m (koniec wiercenia). Na podstawie opisu rdzeni i badań petrograficznych scharakteryzowano je jako piaskowce typu waki kwarcowe, ilowce żelaziste, ilowce piaszczyste (Żelichowski, 1985). Wiek tych utworów jest kontrowersyjny. Wg Żelichowskiego (1985) tylko najniżej

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO „CHODZIEŻ”			
1.	LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE	nazwa i numer arkusza mapy w skali 1:50 000	Czarnków 353, Chodzież 354, Margonin 355, Wągrowiec 395, Janowiec 396, Parkowo 394, Siedlisko 352, Obrzycko 393, Śmiłowo 314, Kcynia 356, Szamocin 315, Piła 313, Wronki 392
2.	POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE	Województwo	wielkopolskie
		Powiat	chodzieski
		gmina i % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	Chodzież (gm. miejska, 0,93%), Budzyń (17,79%), Margonin (5,36%), Chodzież (10,51%), Szamocin (0,03%)
		Powiat	czarnkowsko-trzcianecki
		Gmina	Czarnków (19,96%), Lubasz (3,63%), Trzcianka (0,62%), Czarnków (gm. miejska, 0,91%), Połajewo (0,69%)
		Powiat	obornicki
		Gmina	Rogoźno (2,52%), Ryczywół (3,24%)
		Powiat	piłski
		Gmina	Ujście (2,43%)
		Powiat	wągrowiecki
		Gmina	Wągrowiec (gm. miejska 1,59%), Damasławek (1,10%), Mieścisko (2,76%), Gołańcz (0,12%), Wągrowiec (gm. wiejska 24,40%)
		Województwo	kujawsko-pomorskie
3.	REGIONALIZACJA FIZYCZNO – GEOGRAFICZNA (wg KONDRACKIEGO, 2014)	Powiat	żniński
		Gmina	Janowiec Wielkopolski (1,41%)
		Makroregion	Pojezierze Wielkopolskie 315.5
		Mezoregion	Pojezierze Gnieźnieńskie 315.54, Pojezierze Chodzieskie 315.53
		Makroregion	Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka 315.32
		Mezoregion	Kotlina Gorzowska 315.32 Dolina Środkowej Noteci 315.33
4.	WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW WYZNACZAJĄCYCH GRANICE OBSZARU PRZETARGOWEGO	Makroregion	Pojezierze Południowopomorskie
		Mezoregion	Pojezierze Wałeckie 314.64
		układ PL-1992 [X; Y]	553208.82
			391696.38
			543811.58
			398404.58
			544249.21
			376171.46
			544548.71
			364927.26
			553809.82
			365184.38
			554864.44
			331642.37
5.	POW. OBSZARU PRZETARGOWEGO	[km ²]	573431.06
			332289.06
			572875.62
			349057.65
			572026.54
			378791.78
			563112.93
			365568.76
			562674.12
			382371.14
			553408.12
			382145.42
6.	CEL KONCESJI		poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż
7.	WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ		perm, czerwony spagowiec
8.	PRZYRODNICZE OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE:	[tak/ nie]	tak
	parki narodowe		nie
	rezerваты		Dębina (<1%), Źródłiska Flinty (wraz z otuliną <1%),
	parki krajobrazowe		nie
	obszary chronionego krajobrazu		Dolina Welny i Rynna Gołaniecko- Wągrowiecka (10,94%), Puszcza Notecka (0,09%), Dolina Noteci (10,90%)
	Natura 2000 - SOO		PLH300004 Dolina Noteci (4,31%), PLH300044 Jezioro Kaliszańskie (0,64%), PLB300003 Nadnoteckie Łęgi (3,82%),
	Natura 2000 - OSO		
	zespoły przyrodniczo- krajobrazowe		nie
	użytki ekologiczne		14 (7 powyżej 5 ha)
	pomniki przyrody		766
	stanowiska dokumentacyjne		nie
9.	GLEBY CHRONIONE	[tak/ nie]	tak
10.	KOMPLEKSY LEŚNE	[tak/ nie]	tak

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO „CHODZIEŻ”			
11.	LASY OCHRONNE	[tak (powierzchnia, % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego)/ nie]	52,43 km ² (4,7%)
12.	OBIEKTY DZIEDZICTWA KULTUROWEGO Zabytki archeologiczne	[tak (ilość)/ nie]	tak (8)
		Grodzisko	4
		Osada	2
		Cmentarzysko	2
		inne	-
13.	GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH	[tak (numer, nazwa i wiek zbiornika)/ nie]	138, Pradolina Toruń – Eberswalde; Q 127, Subzbiornik Złotów-Piła-Strzelce Krajeńskie; Ng 143, Subzbiornik Inowrocław – Gniezno; Pg-Ng 139, Dolina kopalna Smogulec – Margonin; Q
14.	STREFY OCHRONNE UJĘĆ WODY	[tak/ nie]	nie
15.	STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ	[tak/ nie]	nie
16.	TERENY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI	[tak/ nie]	tak
17.	UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (kruszywa naturalne, piaski kwarcowe d/p cegły wapienno-piaskowej, surowce ilaste ceramiki budowlanej, kredy, węgiel brunatny)
18.	OBSZARY PROGNOSTYCZNE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (piaski, piaski i żwiry, torfy, kreda jeziorna, piaski kwarcowe)
19.	SIECI PRZESYŁOWE GAZU	[tak/ nie]	tak
20.	PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU	[tak/ nie]	nie
21.	DATA WYPEŁNIENIA KARTY	30.10.2017 r.	
22.	ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH	Anna Bliźniuk, Joanna Krasuska	

Figura 1.3. Karta uwarunkowań środowiskowych obszaru przetargowego „Chodzież”.

położone utwory reprezentują westfal. Silne nachylenie tych utworów interpretowane jest jako mające związek z nieodległą strefą tektoniczną. Istnieje również interpretacja, że nachylenie związane jest z deformacjami waryscyjskimi.

Utwory karbonu w wierceniu Objezierze IG 1 (4595–5094,5 m) są reprezentowane głównie przez piaskowce drobnoziarniste (waki) oraz podrzędnie przez iłowce i mułowce. Sporadycznie stwierdzono okruchy zwęglonej flory, szczególnie w niższej części przewierconej sekwencji. Skąpy karbonu charakteryzują się znacznym stopniem diagenety i są silnie nachylone tektonicznie, upady sięgają 50°, sporadycznie do 80°. Zaangażowanie tektoniczne jest związane z ruchami waryscyjskimi, co umacnia pogląd o dolnokarbońskim wieku tych skał.

Wyniki badań petrograficznych karbonu w otoczeniu obszaru przetargowego „Chodzież”, w oparciu o dane z wierceń Piła 1/IG 1 oraz Objezierze IG 1, są zamieszczone w dalszej części rozdziału.

PETROGRAFIA OSADÓW KARBONU

Charakterystykę petrograficzną oparto na dokumentacjach wynikowych z dwóch otworów wiertniczych, w których przewiercono karbon, usytuowanych poza granicami obszaru przetargowego. Są to Piła 1/IG 1 (Żelichowski, 1985) na północ od obszaru przetargowego i Objezierze IG 1 (Deczkowski, 1989) na południe od obszaru przetargowego.

Strop osadów karbonu, których wiek został określony na westfal, znajduje się na głębokości 5468,0 m w profilu otworu Piła 1/IG 1, natomiast w profilu otworu Objezierze IG 1 osady karbonu reprezentują wizen i ich strop występuje na głębokości 4595,0 m.

Osady westfalu – Piła 1/IG 1

Występują tu osady klastyczne: piaskowce, mułowce i iłowce.

Piaskowce charakteryzują się strukturą drobnoziarnistą, teksturą bezładną. Reprezentują one waki, prawdopodobnie kwarcowe. Materiał ziarnisty jest słabo obtoczony, źle wysortowany. Głównym składnikiem piaskowców jest kwarc o wielkości ziaren 0,06–0,4 mm, przeciętnie 0,1 mm; w niewielkiej ilości obecny jest muskowi. W dużych ilościach występują czarne skupienia tlenków żelaza, typu hematytu, co powoduje rdzawe zabarwienie skały. Spoiwo piaskowców stanowi matriks ilasty (illit, rzadziej kaolinit) oraz cement węglanowy. Porowatość skały wynosi 0,9%, a przepuszczalność 4,8 mD.

Mułowce i iłowce charakteryzują się strukturą pelitowo-aleurytowo-psamitową i teksturą kierunkową, podkreśloną ułożeniem składników mineralnych. Zbudowane są głównie z illitu, blaszek muskowi, hematytu i ostrokrawędzistych ziaren kwarcu, wielkości 0,06–0,3 mm. Hematyt występuje w formie rozproszonej lub tworzy smugi, laminy lub soczewki, nadając skale zabarwienie ceglaste. Ponadto w tle skalnym występują pojedyncze ziarna węglanów,

Figura 1.4. Mapa środowiskowa obszaru przetargowego „Chodzież”.

MAPA ŚRODOWISKOWA OBSZARU "CHODZIEŻ"

skala 1:100 000

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



ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA

kreda jeziora i gytia

piaski i żwiry

piaski

piaski kwarcowe

iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej

torfy

gipsy

12469

identyfikator z bazy MIDAS złoża mało-konfliktowego

3660

identyfikator z bazy MIDAS złoża konfliktowego

450

identyfikator z bazy MIDAS złoża bardzo konfliktowego

granica złoża

granica zweryfikowanego obszaru prognostycznego

granica obszaru prognostycznego

granica obszaru perspektywicznego

złożo o powierzchni <= 5 ha

[]t/Q

obszar prognostyczny o powierzchni <= 5 ha
(t - rodzaj kopaliny, Q - wiek kopaliny)

GÓRNICTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN

granica obszaru górniczego

granica terenu górniczego

obszar i teren górniczy złoża o powierzchni <= 5 ha

p

punkt niekoncesjonowanej eksploatacji kopaliny
(p - rodzaj kopaliny)

zlikwidowany szyb kopalni podziemnej

zwały odpadów mineralnych: eksploatacyjne o powierzchni <= 5 ha

Symbol kopaliny:
Wb - węgiel brunatny
Na - sole kamienne
kj - kreda jeziora i gytia
gi - gipsy
i(ic) - iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej
pż - piaski i żwiry
p - piaski
pk - piaski kwarcowe
pks - piaski szklarskie
t - torfy
mz - masy ziemne

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

WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

obszary dolinne zagrożone podtopieniami

granica działu wodnego trzeciego rzędu

granica działu wodnego czwartego rzędu

139

granica głównego zbiornika wód podziemnych wraz z jego numerem

kQ

ujęcie wód podziemnych o wydajności <= 25 m³/h
(k - komunalne, p - przemysłowe, Q - wiek ujmowanych utworów)

kQ

ujęcie wód podziemnych o wydajności 25 - 50 m³/h

kQ

ujęcie wód podziemnych o wydajności >= 50 m³/h

OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I ZABYTKÓW KULTURY

łąki na glebach pochodzenia organicznego

grunty orne (klasy I-IVa użytków rolnych)

las

las

zieleń urządzone

granice terenów zarządzanych przez Generalną Dyрекcyję Lasów Państwowych

granica obszaru chronionego krajobrazu; nazwa obszaru

granica projektowanego obszaru chronionego krajobrazu; nazwa obszaru

granica zespołu przyrodniczo-krajobrazowego; nazwa zespołu

L

granica rezerwatu przyrody (L - leśny, T - torfowiskowy, W - wodny)

granica strefy ochronnej (otuliny) rezerwatu przyrody

granica obszaru Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000; kod obszaru

aleja drzew pomnikowych

L

rezerwat przyrody o powierzchni <= 5 ha

n

zespół przyrodniczo-krajobrazowy o powierzchni <= 5 ha

n

użytek ekologiczny (n - liczba obiektów)

użytek ekologiczny o powierzchni <= 5 ha

n

pomnik przyrody żywej (n - liczba obiektów)

pomnik przyrody nieożywionej

geostanowisko o znaczeniu regionalnym lub lokalnym

zabytek archeologiczny

WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

obszary predysponowane do występowania ruchów masowych

INFORMACJE DODATKOWE

granica województwa

granica powiatu

granica gminy, miasta

S11

oś projektowanej autostrady lub drogi szybkiego ruchu

CHODZIEŻ

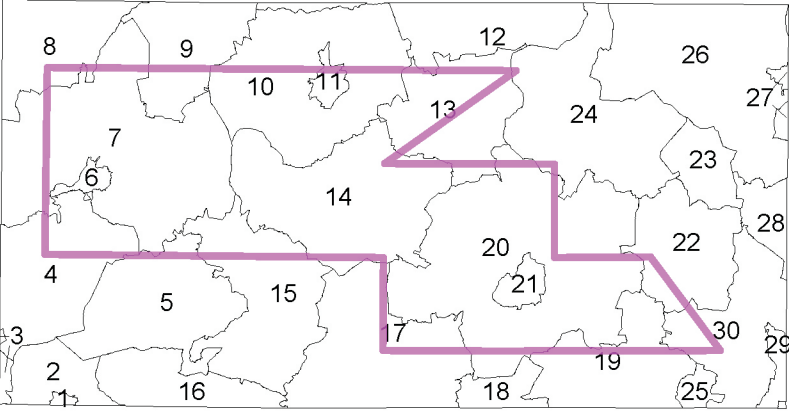
siedziba urzędu gminy, miasta

granica obszaru przetargowego

sieć gazociągów

sieć energetyczna

Położenie obszaru przetargowego na tle podziału administracyjnego



woj. WIELKOPOLSKIE

powiat szamotulski

1 - m. Obrzycko

2 - gm. Obrzycko

3 - gm. Wronki

powiat czarnkowsko-trzcianecki

4 - gm. Lubasz

5 - gm. Połajewo

6 - m. Czarnków

7 - gm. Czarnków

8 - gm. Trzcianka

powiat pilski

9 - gm. Ujście

powiat chodzieski

10 - gm. Chodzież

11 - m. Chodzież

12 - gm. Szamocin

13 - gm. Margonin

14 - gm. Budzyń

powiat obornicki

15 - gm. Ryczywół

16 - gm. Oborniki

17 - gm. Rogoźno

powiat wągrowiecki

18 - gm. Skoki

19 - gm. Mieścisko

20 - gm. Wągrowiec

21 - m. Wągrowiec

22 - gm. Damasławek

23 - gm. Wapno

24 - gm. Gołańcz

powiat gnieźnieński

25 - gm. Mieleszyn

woj. KUJAWSKO-POMORSKIE

powiat nakleński

26 - gm. Kcynia

27 - gm. Szubin

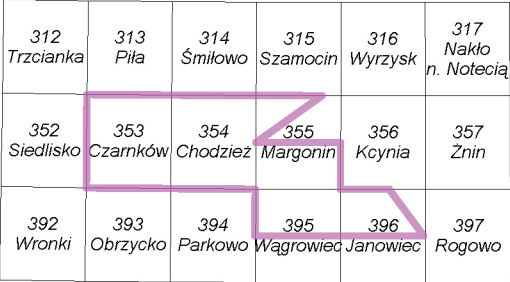
powiat zniński

28 - gm. Żnin

29 - gm. Rogowo

30 - gm. Janowiec Wielkopolski

Położenie obszaru przetargowego na arkuszach 1 : 50 000



niekiedy izometryczne. Iłowce charakteryzuje się porowatością 0,94%.

Osady wizenu – Objezierze IG 1

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

Piaskowce charakteryzują się strukturą od bardzo drobno- do średnioziarnistej, teksturą beładną lub kierunkową. Reprezentują je głównie waki subarkozowe, rzadziej sublityczne. Nielicznie występują arenity lityczne i subarkozowe. Materiał ziarnisty jest słabo obtoczony, źle wysortowany. Skład mineralny w całości profilu jest wyrównany. Głównym składnikiem piaskowców jest kwarc przy znacznym udziale skaleni i nieco mniejszym okruców skał. Skalenie są reprezentowane przez plagioklasy i skalenie potasowe. Z łuszczaków biotyt najczęściej przeważa nad muskowitem. Z minerałów akcesorycznych obecny jest cyrkon, rutyl i leukoksen. Litoklasty są reprezentowane przez fragmenty skał metamorficznych i wylewnych, rzadziej osadowych. Spoiwo piaskowców stanowi matriks ilasto-krzemionkowo-żelaziste. Ponadto w niewielkich ilościach występuje cement złożony z węglanów (kalcyt), kwarcu autigenicznego (obwódki na ziarnach kwarcu) oraz anhydrytu. Porowatość całkowita piaskowców waha się od 0,36 do 1,48%, przeciętnie wynosi 0,94%, a przepuszczalność <0,1 mD.

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

Mułowce charakteryzują się strukturą aleurytową, miejscami z domieszką frakcji psamitowej. Wykazują teksturę kierunkową podkreśloną ułożeniem minerałów blaszkowych i materii organicznej. Materiał detrytyczny jest słabo obtoczony. Głównymi składnikami są kwarc i skalenie oraz łuszczaki (muskowit i biotyt) przeobrażany w chloryt. Okrucy skał, głównie metamorficznych i wylewnych są nieliczne. Z minerałów akcesorycznych występują: leukoksen, cyrkon i rutyl. Miejscami obecne są szczątki organiczne. Spoiwo stanowi matriks ilasto-krzemionkowej z dużym udziałem tlenków i wodorotlenków żelaza.

Iłowce charakteryzują się strukturą pelitową i teksturą kierunkową, podkreśloną ułożeniem łuseczek minerałów ilastych, blaszek łuszczaków oraz smugami materii organicznej. Główną masę skały stanowią minerały ilaste, w skład których wchodzi illit, kaolinit i chloryty. W masie ilastej występują blaszki muskowitu, pojedyncze ziarna kwarcu, materia organiczna i związki żelaza. Miejscami obserwowano mikrożyłki wypełnione siarczanami – barytem (?).

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

2.1.2. PERM–CZERWONY SPĄGOWIEC

Basen osadowy czerwonego spągowca w Polsce tworzą ilowce, mułowce i pyłowce plał, piaskowce eoliczne i fluwalne oraz zlepierce stożków aluwialnych. W piaskowcach o dobrych

własnościach zbiornikowych znajdują się liczne złoża gazu ziemnego.

Osady czerwonego spągowca w obrębie obszaru „Chodzież” nie zostały przewiercone. O budowie geologicznej tego obszaru możemy wnioskować na podstawie odniesienia się do sąsiadujących głębokich wierceń: wiercenia Piła 1/IG 1, znajdującego się na północ od granicy obszaru przetargowego „Chodzież”, jak i wiercenia Objezierze IG 1, znajdującego się na południe od granicy obszaru przetargowego.

W głębokim wierceniu Piła 1/IG 1 wykonanym w 1984 r. czerwony spągowiec występuje na głębokości 4380 m i ma sumaryczną miąższość 1088 m, w tym 133 m to skały wulkaniczne w spągu. Poniżej występują nieprzewiercone utwory karbonu (14 m). Wiercenie zakończono na głębokości 5482 m.

W profilu tym stwierdzono utwory czerwonego spągowca o miąższości 955 m reprezentujące dwie główne formacje litostratygraficzne: dolną formację Drawy i górną formację Noteci. Formacja Drawy o miąższości >510 m jest reprezentowana głównie przez ilowce i mułowce tzw. plał dolnej oraz piaskowce eoliczne, a w najniższej części zlepierce. Formacja Noteci o miąższości >444 m jest reprezentowana przez mułowce i piaskowce drobnoziarniste tzw. plał górnej oraz piaskowce fluwalne (korytowe i pokryw aluwialnych).

Osady czerwonego spągowca są uszczelnione grubym kompleksem ewaporatów cechsztynu osiagającym w tym profilu 1281 m.

W głębokim wierceniu Objezierze IG 1 wykonanym w 1987 r. (Fig. 2.1. i 3.3) czerwony spągowiec występuje na głębokości 4144 m i ma sumaryczną miąższość 451 m, w tym 105 m to skały wulkaniczne w spągu. Poniżej występują nieprzewiercone utwory karbonu o miąższości >499,5 m. Wiercenie zakończono na głębokości 5094,5 m.

Czerwony spągowiec górny (formacja Noteci) o miąższości 210 m jest reprezentowany przez piaskowce eoliczne. Czerwony spągowiec dolny o miąższości 241 m jest reprezentowany przez skały wulkaniczne i osadowe. Osady czerwonego spągowca są uszczelnione grubym kompleksem ewaporatów cechsztynu osiagającym w tym profilu 1249 m.

Obszar „Chodzież” znajduje się pomiędzy wymienionymi otworami, różniącymi się miąższością i wykształceniem litofacjalnym. Przy tak widocznych różnicach można założyć, że zakładany profil utworów czerwonego spągowca może być pośredni w stosunku do skrajnych profili z wierceń Piła 1/IG 1 i Objezierze IG 1. Można też przyjąć, że taki profil osadów czerwonego spągowca będzie zbliżony do jednego ze skrajnych profili. W profilu wiercenia Piła 1/IG 1 nawiercono w spągu utwory karbonu – westfalu. W profilu wiercenia Objezierze IG 1 nawiercono w spągu utwory dolnego karbonu. W tej sytuacji w podłożu obszaru przetargowego „Chodzież” może znajdować się ważna granica tektoniczna, związana być może z zasięgiem tzw. frontu deformacji waryscyjskich i związanego z tym różnego stopnia erozji podpermskiego podłoża.

Na omawianym obszarze celem poszukiwań są piaskowce, które mogą znajdować się w pułapkach strukturalnych uszczelnionych solami i anhydrytami cechsztynu lub stratygraficznych uszczelnionych osadami ilastymi i wodą kapilarną. Interpretacja profilu czerwonego spągowca z wiercenia Piła 1/IG 1 pokazuje, że kompleksy piaskowców znajdują się tylko w niższej części profilu na głębokości przekraczającej 4600 m. Grubsze poziomy piaskowców eolicznych zaczynają się dopiero od głębokości 4900 m. Są one zaliczone do dolnej formacji Drawy. Piaskowce te charakteryzują się słabymi własnościami zbiornikowymi lub ich brakiem. Analiza danych dotyczących opróbowań węglowodorów oraz solanek

wykazała, że osady te praktycznie nie mają potencjału węglowodorowego.

W profilu czerwonego spągowca z wiercenia Objezierze IG 1 piaskowce eoliczne występują na głębokości <4150 m. Są one zaliczone do górnej formacji Noteci. Najwyższa seria występująca na głębokości 4144,0–4373,5 m jest reprezentowana przez piaskowce z wkładkami mułowców, przy czym do głębokości 4177,5 m osady te charakteryzują się słabymi właściwościami zbiornikowymi – porowatość od 0,74 do 3,35%, a przepuszczalność od 0,1 do 1,3 mD. Lepsze właściwości zbiornikowe posiadają warstwy w interwale 4177,5–4226,2 m, których porowatość wynosi od 1,48 do 18,4%, a przepuszczalność od 0,1 do 14 mD. Położone niżej serie zlepieńcowa, mułowcowa i piaskowcowa-mułowcowa charakteryzują się bardzo słabymi właściwościami zbiornikowymi – porowatość wynosi od 0,32 do 3,74%, a przepuszczalność <0,1 mD. Wyniki badań petrograficznych utworów czerwonego spągowca w otoczeniu obszaru „Chodzież” są zamieszczone w dalszej części rozdziału.

Analiza danych dotyczących opróbowań węglowodorów oraz solanek (rozdział 5) wykazała, że osady te mają potencjał węglowodorowy. Mamy do czynienia z sytuacją, że na południe od obszaru „Chodzież” potencjalne piaskowce zbiornikowe występują płycej i mają lepsze właściwości zbiornikowe, a na północy od granicy obszaru „Chodzież” piaskowce występują głębiej i mają znacznie słabsze właściwości zbiornikowe. Powstaje dylemat, jakie warunki zbiornikowe mogą panować na obszarze przetargowym „Chodzież”: czy będą one bardziej zbliżone do warunków opisanych z profilu czerwonego spągowca w wierceniu Objezierze IG 1, czy w wierceniu Piła 1/IG 1?

W ostatnich latach na podstawie wyników profilu sejsmicznego Obrzycko–Zabartowo, została odkryta rozległa struktura Chodzieży na granicy utworów czerwonego spągowca i cechsztynu (Fig. 2.1 i 2.2). Obszar „Chodzież” jest oferowany do przetargu na poszukiwanie, rozpoznawanie i zagospodarowanie złóż węglowodorów, ponieważ SW odcinek tej struktury znajduje się w obrębie tego obszaru. Zakłada się roboczo, że ponieważ właściwości zbiornikowe piaskowców eolicznych mogą poprawiać się w kierunku SW, to SW część struktury Chodzieży może być bardziej perspektywiczna.

Możliwość występowania piaskowców w górnej części struktury Chodzieży powstałaby w sytuacji, gdyby występujące głębiej poziomy piaskowców zostały wypiętrzone, a część wyżej leżących osadów drobnoklastycznych (plai-jeziora) została zerodowana przed transgresją morza cechsztyńskiego. Druga możliwość występowania piaskowców w górnej części struktury Chodzieży wiązałaby się z dalekimi zasięgami w kierunku północy stropowych piaskowców eolicznych występujących w wierceniu Objezierze IG 1 lub Września IG 1. Trzecia warta rozważenia możliwość to występowanie w tym rejonie piaskowców koryt rozprowadzających w obrębie stropowych osadów plai-jeziora, które następnie zostały wypiętrzone.

Zostały przedstawione wariantowe korelacje profili czerwonego spągowca wzdłuż linii Golce 1–Piła 1/IG 1–Objezierze IG 1–Gołęczewo 1 (Gast i in., 2010; Fig. 2.1–2.5). W wariantach założono istnienie możliwego podniesienia tektonicznego (struktura Chodzieży) oraz dalekie północne zasięgi stropowych sekwencji piaskowców eolicznych. Obszar zainteresowania dotyczący obszaru „Chodzież” znajduje się pomiędzy wierceniami Objezierze IG 1 i Piła 1/IG 1.

Poszukiwania złóż gazu w obrębie obszaru „Chodzież” są uzależnione od możliwości występowania piaskowców (skał zbiornikowych) w stropie lub blisko stropu osadów czerwonego spągowca. Drugie zagadnienie dotyczy możliwych właściwości zbiornikowych potencjalnych piaskowców. Czy na dużej głębokości zachowana może być wystarczająca porowatość

i przepuszczalność piaskowców, czy mogą to być piaskowce typu *tight*? Przykład wiercenia Piła 1/IG 1 pokazuje, że piaskowce te w przedziale głębokości 4900–5100 m nie mają dostatecznych właściwości zbiornikowych. Możemy się spodziewać, na podstawie dostępnych danych sejsmicznych (rozdział 6), że na większej części obszaru przetargowego „Chodzież” strop utworów czerwonego spągowca znajduje się na głębokości od 5000 m do >5500 m.

Nasylenie gazem piaskowców o dobrych właściwościach zbiornikowych w odróżnieniu od piaskowców typu *tight* łączy się z częściowo odmiennymi scenariuszami dotyczącymi czasu generacji i migracji gazu. Zachowanie dostatecznej porowatości na dużej głębokości jest możliwe przy istnieniu procesu powstawania tzw. wtórnej porowatości oraz występowaniu stref nadciśnień, które podtrzymują porowatość zmniejszającą się wraz z głębokością pogrzebania piaskowców i związanym z tym procesem kompaktacji (Seedhouse i in., 1996).

Na załączonym profilu sejsmicznym Obrzycko–Zabartowo w części przecinającej zachodnią część obszaru „Chodzież” widoczne są niewielkie struktury w spągu cechsztynu występujące na obszarze tzw. platformy strukturalnej Obrzycko NE oraz fragmentu SW części wyniesienia Chodzieży stanowiące obiekty ewentualnej prospekcji złożowej. Brak jest wystarczających materiałów dla stwierdzenia zamknięcia tych struktur. Południowo-zachodni skłon wyniesienia Chodzieży znajdujący się na głębokości blisko 5000 m oraz platforma strukturalna Obrzycko NE znajdują się bliżej obszaru zdominowanego przez grube warstwy piaskowców eolicznych.

Analiza głębokościowego przekroju sejsmicznego T0150177 (Fig. 2.1 oraz Fig. 6.3) pokazuje, że w jego części SE, w obrębie granic obszaru „Chodzież”, znajduje się szereg podniesień strukturalnych, których strop jest na głębokości <5000 m.

Relatywnie słabe rozpoznanie sejsmiczne obszaru „Chodzież” paradoksalnie rokuje nadzieje na istnienie i odkrycie innych wyniesień strukturalnych przykrytych osadami cechsztynu. Jednak nadal kluczowym problemem jest możliwość występowania w tych strukturach piaskowców posiadających przynajmniej dobre właściwości zbiornikowe.

WYNIKI BADAŃ PETROGRAFICZNYCH

Dla obszaru „Chodzież” zaprezentowano wyniki badań petrograficznych prowadzonych w osadach czerwonego spągowca z otworów wiertniczych położonych w najbliższym sąsiedztwie obszaru przetargowego. Można je uzyskać z dokumentacji wynikowej otworu Piła 1/IG 1 (Żelichowski, 1985), z dokumentacji wynikowej otworu badawczego Objezierze IG 1 (Deczkowski, 1989) oraz z opracowań Szymkowiaka (1988), Maliszewskiej i Kuberskiej (1993, 2008) i Maliszewskiej i in. (2003, 2004).

Osady czerwonego spągowca w otworze wiertniczym Piła 1/IG 1 (4380,0–5468,0 m) są wykształcone w kompleksach: osadowym i wulkanicznym. Skały wulkaniczne stwierdzono w spągu profilu i są reprezentowane przez bazaltoidy i tufy dacytowe (Żelichowski, 1985). Kompleks osadowy stanowią zlepieńce, piaskowce i mułowce.

Zlepieńce to odmiany drobno uziarnione. Udział frakcji psefitowej waha się od 50 do 65% obj. Głównym składnikiem żwiru są okruchy skał osadowych (piaskowce, iłowce), poza tym odnotowano litoklasty wulkaniczne (bazaltoidy), miejscami silnie przeobrażone. Masa wypełniająca zlepieńców składem mineralnym odpowiada zwykle wakom litycznemu. Spoiwo złożone jest z substancji ilasto-żelazistej oraz z węglanów i anhydrytu.

Piaskowce są reprezentowane przez odmiany drobno-, średnio- i gruboziarniste. Najczęściej występują tu

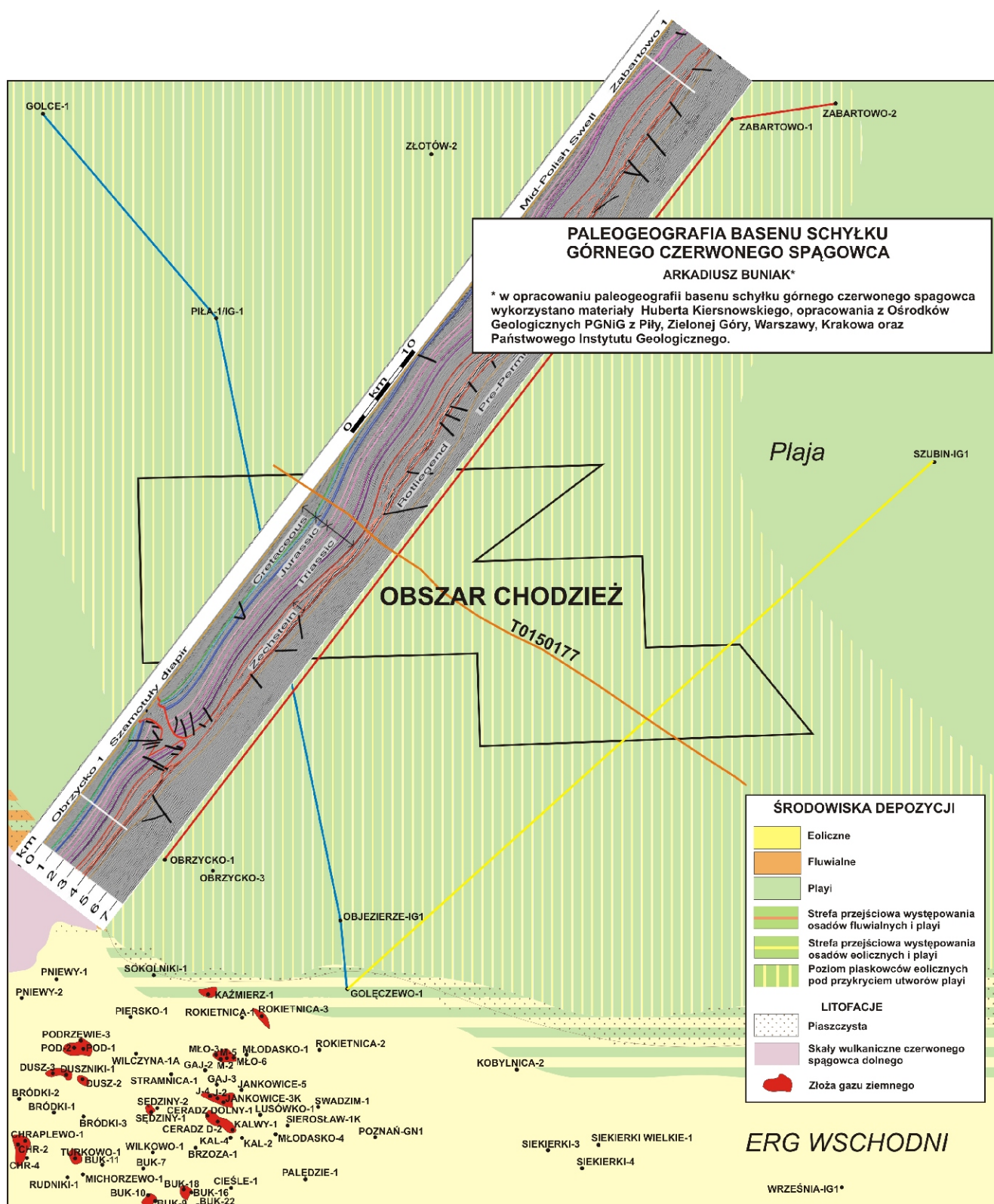


Figura 2.1. Mapa paleogeograficzna schyłku górnego czerwonego spągowca z naniesionym profilem sejsmicznym Obrzycko–Zabartowo (czerwona linia, Rowan i Krzywiec, 2014), żółtą linią profilu sejsmicznego Gołęczewo–Szubin oraz niebieską linią korelacji międzyotworowej Golce 1–Piła 1/IG 1–Objezierze IG 1–Gołęczewo 1 pokazanej na figurach 2.3–2.5. Linia przekroju sejsmicznego T0150177 (pomarańczowa linia) została omówiona w rozdziale 6.

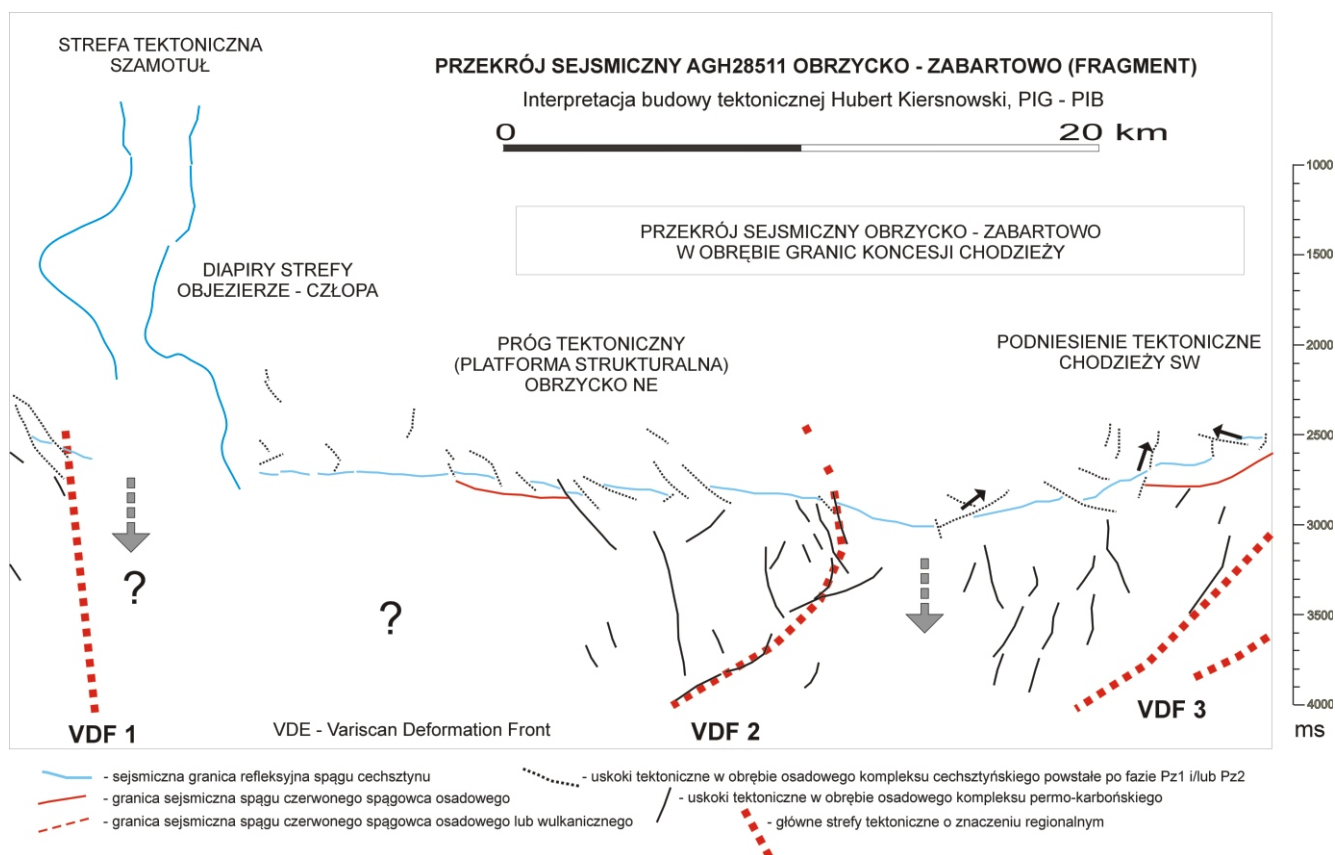


Figura 2.2. Interpretacja tektoniczna fragmentu czasowego przekroju sejsmicznego Obrzycko–Zabartowo (Rowan i Krzywiec, 2014) w części, gdzie wyróżniono SW fragment struktury Chodzieży.

Model tektoniczno-depozycyjny i litostratygraficzny osadów czerwonego spągowca w wariancie przed odkryciem struktury Chodzieży

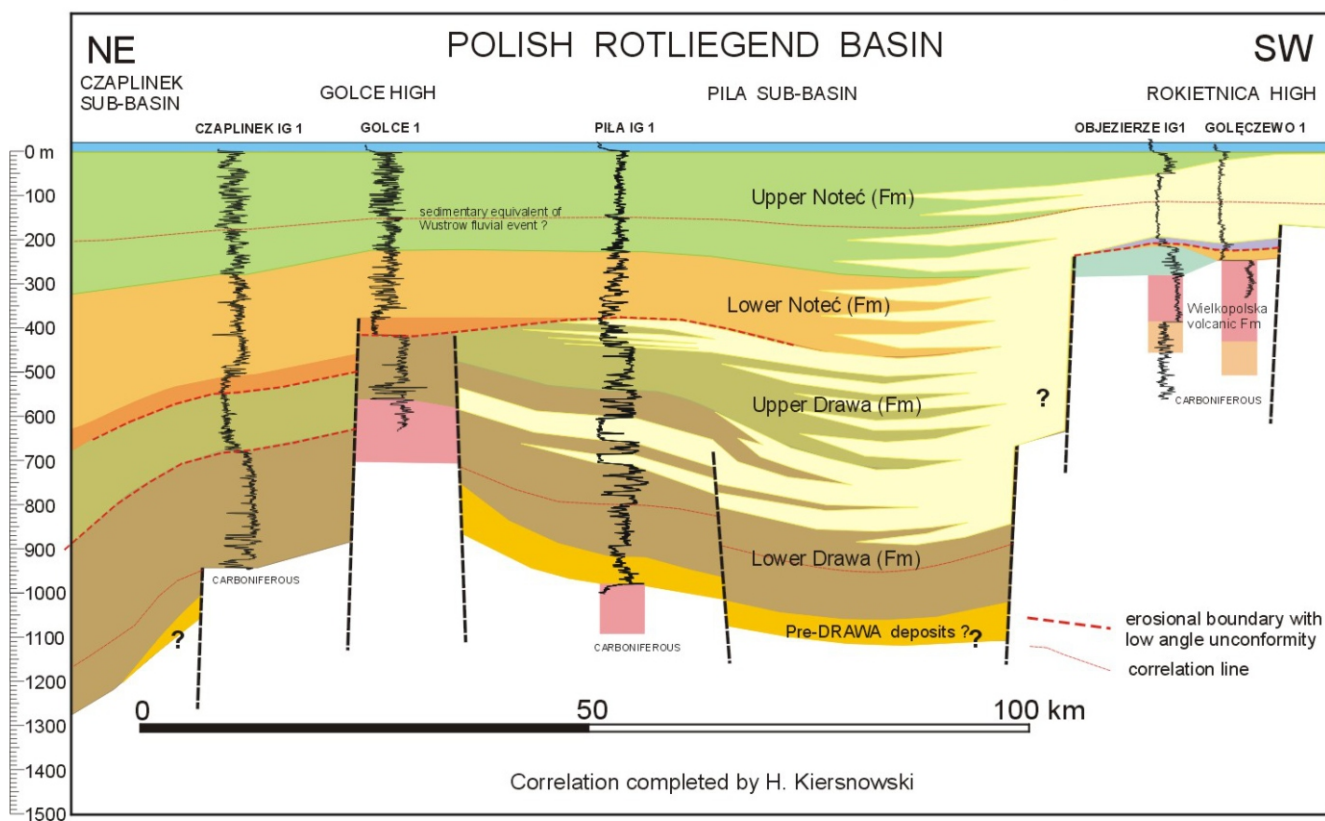


Figura 2.3. Model występowania osadów eolicznych w basenie czerwonego spągowca. Piaskowce eoliczne zaznaczono kolorem żółtym (Gast i in., 2010). Skala po lewej pokazuje miąższość utworów czerwonego spągowca. Lokalizacja na figurze 2.1.

Model tektoniczno-depozycyjny i litostratygraficzny osadów czerwonego spągowca w wariantie po odkryciu struktury Chodzieży

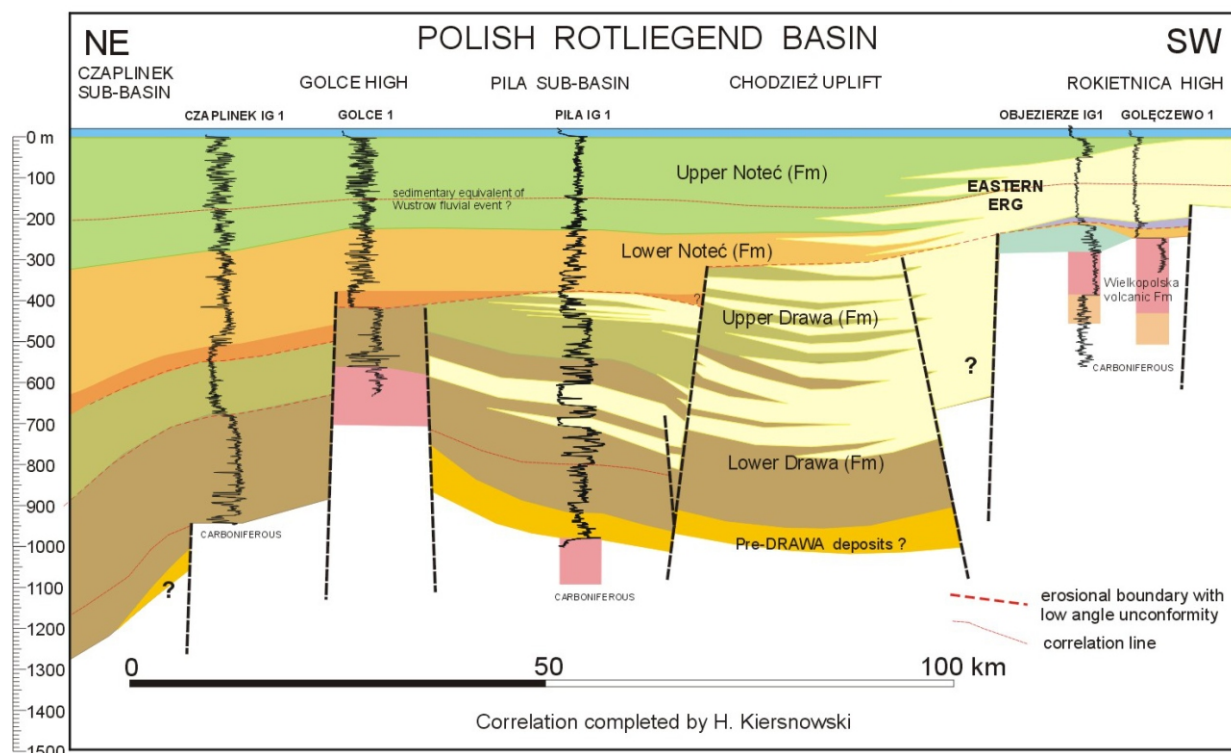


Figura 2.4. Model występowania osadów eolicznych w basenie czerwonego spągowca w wariantie wczesnego podniesienia bloku Chodzieży, w analogii do poniesienia Golców. Piaskowce eoliczne zaznaczono kolorem żółtym (Porębski i in., 2013). Skala po lewej pokazuje miąższość utworów czerwonego spągowca. Lokalizacja na figurze 2.1.

Model tektoniczno-depozycyjny i litostratygraficzny osadów czerwonego spągowca w wariantie po odkryciu struktury Chodzieży

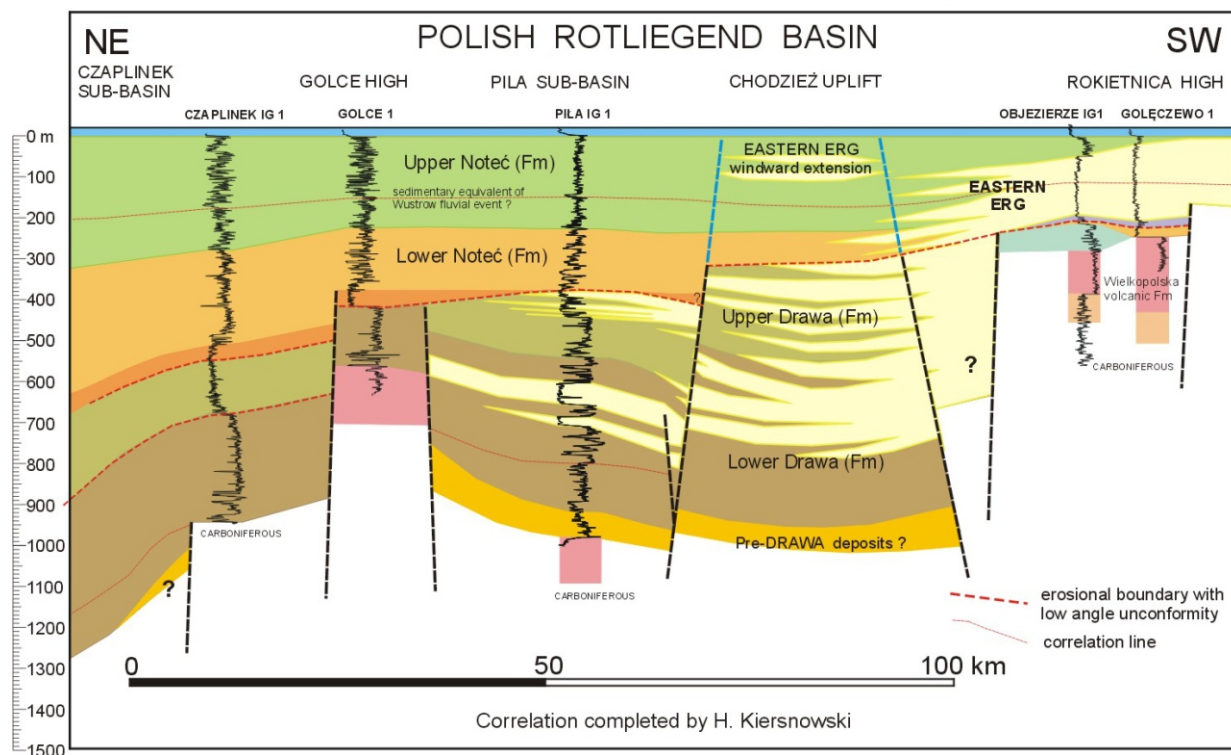


Figura 2.5. Model występowania osadów eolicznych w basenie czerwonego spągowca w wariantie późnego podniesienia bloku Chodzieży, w analogii do poniesienia Golców. Piaskowce eoliczne zaznaczono kolorem żółtym. Późne wyniesienie mogło przyczynić się do zmian facjalnych w stropie osadów czerwonego spągowca, polegających na zastąpieniu osadów plał osadami eolicznymi (Porębski i in., 2013). Skala po lewej stronie pokazuje miąższość utworów czerwonego spągowca. Lokalizacja na figurze 2.1.

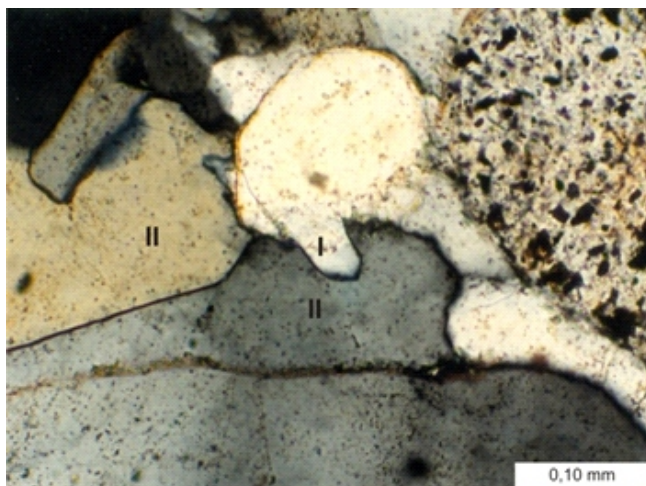


Figura 2.6. Dwie generacje cementu kwarcowego w piaskowcu: starsza (I) i młodsza (II). Otwór Piła 1/IG 1; głęb. 5085,8 m; nikole skrzyżowane (kolekcja M. Kuberskiej).

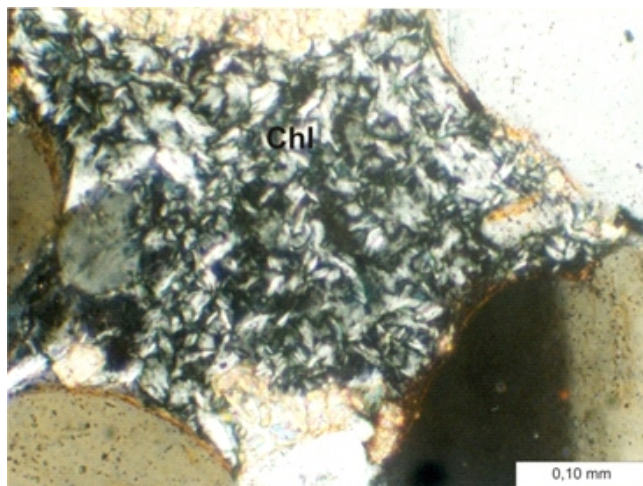


Figura 2.7. Wypełnienie poru w piaskowcu agregatami minerałów ilastych (chloryt). Otwór Piła 1/IG 1; głęb. 5075,1 m; nikole skrzyżowane (kolekcja M. Kuberskiej).

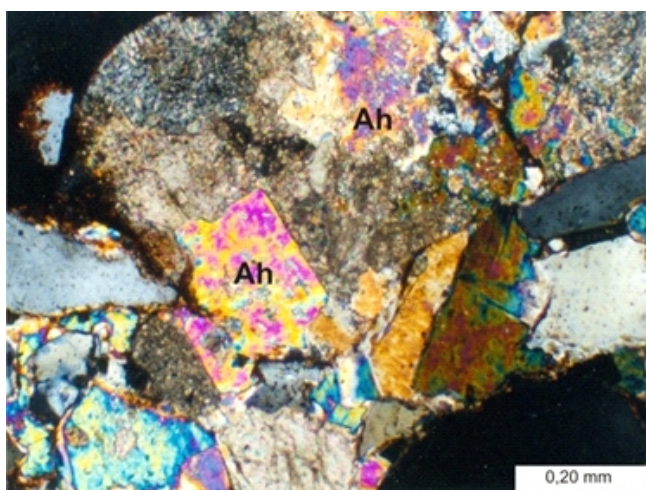


Figura 2.8. Okruch częściowo skalcytyzowanej skały wulkanicznej ulegający anhydrytacji in situ. Otwór Piła 1/IG 1; głęb. 4429,3 m; nikole skrzyżowane (kolekcja M. Kuberskiej).



Figura 2.9. Włóknisty illit zarastający przestrzeń porowe w piaskowcu; otwór Objezierze IG 1; głęb. 4221,6 m; obraz SE (kolekcja M. Kuberskiej).

czerwonobrunatne lub szare arenity i waki sublityczne, lityczne, miejscami kwarcowe. Głównym składnikiem materiału detrytycznego jest kwarc mono- i polikrystaliczny, skalenie oraz okruski skał wulkanicznych, metamorficznych i osadowych.

Materiał detrytyczny scementowany jest spoiwem ilasto-żelazistym typu matriks lub spoiwem węglanowym, miejscami anhydrytowym lub kwarcowym (Fig. 2.6). Wśród autogenicznych minerałów ilastych wyróżniono chloryty (Fig. 2.7), minerały mieszanopakietowe z grupy illit/smektyt.

Mułowce występują dość licznie. Nie tworzą jednolitych, grubych warstw, ponieważ rozdzielone są wkładkami piaszczystymi lub zlepieńcowymi. Najczęściej są to mułowce piaszczyste, żelazisto-ilaste, miejscami wapniste.

Na kształtowanie się właściwości zbiornikowych omawianych skał miały m.in. wpływ procesy diagenetyczne zachodzące po depozycji osadów. Zalicza się do nich:

- kompaktację mechaniczną; efekty tego procesu są zaznaczone w piaskowcach i zlepieńcach poprzez występowanie licznych prostych kontaktów międzyziarnowych;

- kompaktację chemiczną; jest to proces odpowiedzialny za utworzenie się międzyziarnowych kontaktów wkłęsło-wypukłych;
- cementację; jest to proces wytrącania składników ortochemicznych z roztworów porowych. W opisywanych skałach wyróżniono cementy węglanowe, kwarc autogeniczny (Fig. 2.6), anhydryt, autogeniczne minerały ilaste (Fig. 2.7). Znaczącym efektem działania cementacji diagenetycznej jest ograniczenie lub całkowite zniszczenie porowatości pierwotnej osadu, tym bardziej, że często zachodziła ona kilkietapowo;
- zastępowanie; proces zastępowania diagenetycznego jest nierozłącznie związany ze zjawiskami wytrącania się cementów ortochemicznych. Zanotowano tu przypadki zastępowania:
 - ziaren kwarcu, skaleni i litoklastów przez kalcyt (Fig. 2.8),
 - ziaren kwarcu, skaleni i litoklastów przez anhydryt (Fig. 2.8);

- rozpuszczanie; jest jedną z głównych przyczyn wytwarzania się wtórnej porowatości w minerałach i skałach. Wydaje się, że najwięcej śladów rozpuszczania notuje się w ziarnach skaleni, w anhydrycie i węglanach;
- przeobrażanie; efektami procesów przeobrażania diagenetycznego są agregaty minerałów ilastych. W badanych skałach notuje się w różnym stopniu zargilityzowane okruszy skał wulkanicznych i skaleni.

Generalnie osady czerwonego spągowca w otworze wiertniczym Piła 1/IG 1 charakteryzują się słabą porowatością i bardzo niską przepuszczalnością.

Osady czerwonego spągowca w otworze Objezierze IG 1 występują na głęb. 4595,0–4144,0(?) m. Wyróżniono tu serię piaskowcowo-mułowcową, na której spoczywają skały wulkaniczne, wyżej stwierdzono serię mułowcową, następnie zlepieńcową, a najwyżej – piaskowcową. Piaskowce zaliczono głównie do arenitów subarkozowych i sublitycznych, rzadziej arkozowych, kwarcowych i litycznych; miejscami występują waki. W arenitach zwraca uwagę gęste upakowanie ziaren i utworzone w czasie kompaktacji struktury wciskowe. Obecność węglanów, anhydrytu i autigenicznego kwarcu jest związana z krystalizacją diagenetyczną. Zauważono liczne przykłady zastępowania ziaren skaleni i litoklastów przez węglany i kwarc autigeniczny. Powszechne są także efekty przeobrażania skaleni, na skutek czego utworzył się kaolinit bądź illit (Fig. 2.9).

Z uwagi na liczną obecność skaleni, a więc minerałów mało odpornych, stwierdzono efekty rozpuszczania diagenetycznego, powodującego tworzenie wtórnej porowatości. Podobne procesy zauważono w próbkach zlepieńców i piaskowców zlepieńcowatych.

W dokumentacji wynikowej otworu Objezierze IG 1 zamieszczono podsumowanie znaczenia kompleksu osadowego czerwonego spągowca jako potencjalnie najkorzystniejszego dla akumulacji złóż gazu ziemnego. Najwyższa seria występująca na głębokości 4144,0–4373,5 m jest reprezentowana przez piaskowce z wkładkami mułowców, przy czym do głęb. 4177,5 m osady te charakteryzują się słabymi właściwościami zbiornikowymi – porowatość od 0,74 do 3,35%, a przepuszczalność 0,1 do 1,3 mD. Lepsze właściwości zbiornikowe posiadają warstwy w interwale 4177,5–4226,2 m, których porowatość wynosi od 1,48 do 18,4%, a przepuszczalność od 0,1 do 14 mD. Położone niżej serie zlepieńcowa, mułowcowa i piaskowcowo-mułowcowa charakteryzują się bardzo słabymi właściwościami zbiornikowymi – porowatość wynosi od 0,32 do 3,74%, a przepuszczalność <0,1 mD.

2.1.3. PERM-DOLOMIT GŁÓWNY

Obszar „Chodzież” znajduje się na SW skłonie centralnej, najbardziej miąższej części basenu cechsztyńskiego.

Dolomit główny jest poziomą skałą węglanową występującą u podstawy cechsztyńskiego cyklotemu PZ2. W poziomie tym występują jednocześnie skały macierzyste i zbiornikowe dla węglowodorów (Wagner, 1994, 2006; Kotarba i Wagner, 2007). Liczne złoża ropy naftowej, gazu ziemnego lub mieszane odkryte w dolomicie głównym czynią z tego poziomu jeden z głównych obiektów poszukiwań złóż węglowodorów na Niżu Polskim. Tworzy on zamknięty system hydrodynamiczny izolowany od góry i dołu seriami ewaporatów i stanowi znakomity przykład rozwoju ewaporatowej formacji ropogazonośnej.

Paleogeografia dolomitu głównego była ściśle powiązana z rozwojem bezpośredniego podłoża czyli anhydrytu górnego cyklotemu PZ1. Rozwój platform anhydrytowych anhydrytu górnego decydował o szerokości i pochyleniu stoków platformy węglanowej dolomitu głównego, a strefa basenowa cyklotemu PZ1 kontynuowała się w dolomicie głównym.

W obrazie paleogeograficznym dolomitu głównego wyróżniają się trzy zasadnicze strefy (Wagner, 1994; Dadlez i in., 1998; Wagner i in., 2000), którym odpowiadają odrębne systemy depozycyjne (Jaworowski i Mikołajewski, 2007):

- równia basenowa,
- stoki platform węglanowych,
- platformy węglanowe.

Przestrzenny układ tych systemów depozycyjnych wraz z ich zróżnicowaniem oraz paleomiąższością przedstawiono na mapie paleogeograficznej dolomitu głównego (Wagner, 2012), której fragment dotyczący obszaru „Chodzież” przedstawiono na figurze 2.10.

Obszar „Chodzież” w dolomicie głównym (Ca2) był położony na pomorskim odcinku równi basenowej, która rozwinęła się na obszarze centralnej bruzdy sedymentacyjnej odziedziczonej po cyklotemie PZ1, i usytuowanej na platformie paleozoicznej między strefą tektoniczną T-T i frontem fałdowań waryscyjskich. Systemy depozycyjne osadów równi basenowej charakteryzują się kondensacją i niskoenergetycznym środowiskiem sedymentacji, poniżej podstawy fałowania. Miąższość osadów węglanowych wynosi z reguły <10 m, a bardzo często nie przekracza 5 m. W obrębie równi basenowej można tu wyróżnić dwie strefy:

- część głębszą,
- część płytszą.

Głębsza część równi basenowej była kontynuacją rozwoju depocentrum cyklotemu PZ1 w fazie sedymentacji ewaporatów. W dolomicie głównym tworzyły się tu ciemnoszarej barwy mikryty (madstony) laminowane – rytmity, wapienne i dolomitowe, o małej miąższości (najczęściej <10 m). Laminacja jest gęsta i występuje w odstępach milimetrycznych, a ciemnoszare, prawie czarne laminy były zbudowane z substancji ilastej i substancji organicznej. Substancja organiczna pochodzi prawdopodobnie z opadu szczątków martwego fitoplanktonu. Osady te powstały w głębokim basenie sedymentacyjnym na obszarze bruzdy centralnej, stanowiącej depocentrum cyklotemu PZ2, którego maksymalna głębokość mogła dochodzić do 400 m, a sedymentacja odbywała się w warunkach redukcyjnych. Dobrym przykładem takich osadów jest profil Ca2 z otworu wiertniczego Szubin IG 1.

Płytsza część równi basenowej występowała na obrzeżach części głębszej. Tworzyły się tu głównie dolomity, a przewarstwienia madstonów warstwowanych występują w odstępach centymetrycznych (Protas, 1990). W strefach najpłytszych pojawiają się cienkie przewarstwienia wakstonów i niekiedy pakstonów utworzonych w wyniku działania dennych prądów trakcyjnych lub prądów zawieszinowych. Muły węglanowe były miejscami stabilizowane mikrobialnie. Przerosty i cienkie przewarstwienia mikrobialne mogły powstać przez zasiedlenie dna przez sinice bentoniczne, w płytszym etapie rozwoju basenu, lub przez opad szczątków fitoplanktonu.

Miąższość dolomitu głównego waha się od kilku do kilkunastu metrów, a lokalnie może wzrosnąć do dwudziestu kilku metrów.

W obrębie płytszej równi basenowej występują miejscami **izolowane mikroplatformy węglanowe** utworzone na wypiętrzaniach morfologicznych dna basenu. Poznano ich

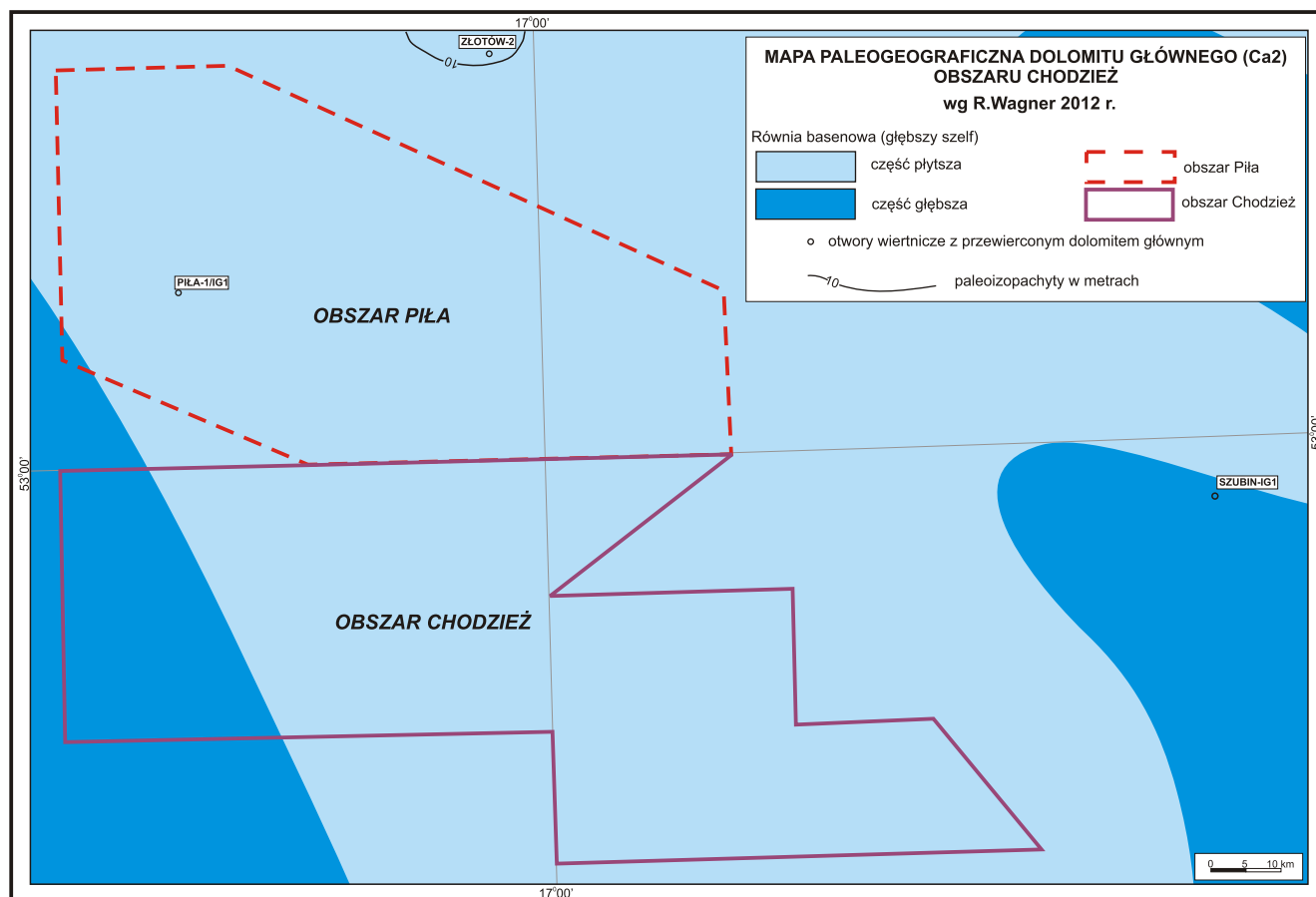


Figura 2.10. Mapa paleogeograficzna dolomitu głównego w rejonie obszaru „Chodzież” oraz przylegającego do niego obszaru „Piła”. Wg Wagnera (2012).

kilkanaście i są one zgrupowane głównie w otoczeniu platformy gorzowskiej, w dużej zatoce zielonogórskiej, na SE obrzeżu platformy pomorskiej i pojedyncze w zatoce nadbałtyckiej (Wagner, 1994, 2012; Dadlez i in., 1998). Powierzchnia tych mikroplatform waha się od kilku do kilkudziesięciu kilometrów kwadratowych. Miąższość dolomitu głównego zmienia się w szerokich granicach, od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Litofacjalnie profile dolomitu są bardzo urozmaicone w zależności od wielkości mikroplatform. Większe z nich mają budowę zbliżoną do dzisiejszych atoli, z onkoidowo-ooidowymi barierami i otaczającymi spokojniejszą lagunę. Generalnie sedymentacja odbywała się tu w warunkach wysokiej energii hydrodynamicznej oraz świeżych (o mniejszym zasoleniu) wód morskich. Typowy, o ile można tak powiedzieć, profil jest w zasadzie trójdzielny. W dolnej części przeważają bandstony i pakstony bioklastyczne, rzadziej greinstony, w środkowej części wakstony, rzadziej madstony, z przewarstwieniami pakstonów, w górnej dominują greinstony onkoidowo-ooidowe, stabilizowane mikrobialnie z poziomami bandstonów cyjanobakteryjnych. Bardzo charakterystyczne jest występowanie znacznych nagromadzeń budowli mikrobialnych typu stromatolitów kopułowych i trombolitów oraz obfitość gruboskorupowej fauny małżów i ślimaków. Stoki mikroplatform są z reguły dość strome i często występują tu brekcje i spływy grawitacyjne osadów oraz osady prądów zawieszinowych.

Na większej części obszaru „Chodzież” występuje płytsza część równi basenowej, a od zachodu i wschodu przylegają do niego obszary głębszej części równi basenowej. Dolomit główny na obszarze „Chodzież” nie jest rozpoznany wiertniczo.

O jego wykształceniu możemy jedynie wnioskować na podstawie porównań z sąsiednimi obszarami i nielicznymi profilami wiertniczymi z tej części równi basenowej. Zmienność litologiczna osadów Ca₂ równi basenowej jest relatywnie nieduża i dolomit główny płytszej części równi basenowej obszaru „Chodzież” jest z dużym prawdopodobieństwem podobnie wykształcony jak na sąsiadującym od północy obszarze „Piła”, który jest rozpoznany jednym profilem Ca₂ z otworu wiertniczego Piła 1/IG 1. Dolomit główny w tym otworze ma miąższość 6,5 m i zbudowany jest z dolomitowych mikrytów (madstonów), regularnie warstwowanych i laminowanych substancją ilasto-organiczną. W górnej części profilu występują warstwy laminitów węglanowych, przedzielonych bardziej masywnymi mikrytami warstwowanymi o miąższościach decymetrowych z nieliczną fauną otwornic i małżoraczków. W dolnych 2 metrach profilu dominują laminowane mikryty (madstony). W całym profilu występuje pył pirytowy, tworzący miejscami niewielkie konkretacje. Środowisko sedymentacji było bardzo spokojne, czasami stagnujące, osadzały się w nim sublitoralne muły węglanowe, poniżej podstawy falowania. Były to osady z zawiesiny, rzadziej osady słabych, dennych prądów trakcyjnych. Widoczna jest biostabilizacja osadów w postaci lamin ilasto-organicznych zawierających przerosty i filamenty mikrobialne.

Obszar „Chodzież” jest położony w obrębie równi basenowej (Fig. 2.10). Najbliżej na wschód położony jest otwór Szubin IG 1, zlokalizowany w głębszej części równi basenowej. Ca₂ ma tu miąższość zaledwie 4 m (wg rdzenia 3,75 m) i jest wykształcony jako wapienny madston, poziomo laminowany

(laminity). Środowisko sedymentacji było bardzo spokojne, stagnujące. Tworzyły się wapienne muły węglanowe utworzone poniżej podstawy falowania z zawiesiny bardzo gęsto laminowane szaro-czarną substancją ilasto-organiczną.

Zachodni fragment głębszej części równi basenowej na obszarze „Chodzież” nie jest rozpoznany wiertniczo w najbliższej okolicy. Dość daleko na zachód jest otwór wiertniczy Mężyk 1, z profilem podobnym do Szubina IG 1, o miąższości 5,5 m.

Osady dolomitu głównego z otworów wiertniczych Piła 1/IG 1, Szubin IG 1 i Mężyk 1 należą do systemu zwartych kompleksów skał macierzystych typu madstonów, powszechnie występujących na obszarze równi basenowej (Wagner, 2006; Kotarba i Wagner, 2007). Jest wysoce prawdopodobne, że na całym obszarze „Chodzież” występują podobne skały, przy całkowitym braku występowania skał zbiornikowych. Prawdopodobieństwo wykrycia izolowanych mikroplatform węglanowych ze skałami zbiornikovymi jest na tym obszarze bardzo małe.

W związku z tym obszar „Chodzież” należy traktować jako obszar o bardzo małej perspektywności w dolomicie głównym.

2.1.4. TRIAS

W planie struktur podkenozoicznych obszar „Chodzież” jest zlokalizowany w północnej części niecki łódzkiej na pograniczu z sąsiadującym z nią wałem pomorskim. Obszar ten rozciąga się między strefą uskoku związaną z pasem wysadów solnych o przebiegu NW–SE, ciągnących się na NW od Poznania, oraz podobną równoległą strefą tektoniczną ze strukturami Mogilna i Damasławka (Dadlez, 1998). Ze względu na aktywną tektonikę solną niżej leżących soli cechsztyńskich powierzchnia stropu triasu ma urozmaiconą morfologię, jednakże generalnie głębokość jej zalegania waha się między 1200 a 3000 m p.p.m. (Górecki, 2006). Morfologia tej powierzchni jest szczególnie urozmaicona między niedaleko siebie położonymi otworami Janowiec 2 i Damasławek 22, w których głębokość zalegania stropu triasu wynosi odpowiednio 1172 m p.p.m. i 3631 m p.p.m. (CBDG, 2017; Fig. 2.11). Generalnie strop triasu położony jest najpłycej w środkowej strefie między otworami Gościejewo 2 i Janowiec 2, a najgłębiej na wschód od otworu Janowiec 2 oraz w NW części obszaru (Górecki, 2006). Spąg triasu w obrębie obszaru „Chodzież” osiągnął jedynie otwór Janowiec 2, co powoduje, że wiedza o wykształceniu triasu jest ograniczona

(CBDG, 2017). Miąższość triasu waha się prawdopodobnie w granicach 1300–1900 m; może ona ulegać lokalnym zmianom. Maksymalne wartości powinna ona osiągać w centralnej części obszaru między otworami Gościejewo 2 i Janowiec 2. W tym ostatnim wynosi ona 1800 m, z czego 591 m przypada na trias górny, 297 m – na trias środkowy, a 912 m – na trias dolny (CBDG, 2017). Ze względu na stosunkowo słabe rozpoznanie obszaru otworami wiertniczymi dokładniejsza charakterystyka wykształcenia tego systemu może dotyczyć jedynie jego wschodniej części. Trias górny budują głównie łowce i mułowce z nielicznymi przewarstwieniami piaskowców, zlepieńców oraz dolomitów i anhydrytów. Łowce mogą mieć zróżnicowane barwy: szare, zielonkawe, brązowe i czerwone (Dadlez, 1973b). Charakterystyczna jest warstwa anhydrytowa o miąższości 10–20 m (tzw. anhydryt stropowy) zlokalizowana w środkowej części profilu serii, np. w otworze Wągrowiec IG 1 na głębokości 1474,0–1490,0 m p.p.m. (Gajewska, 1973) oraz w otworze Janowiec 2 na głębokości 1413,0–1430,0 m p.p.m. (CBDG, 2017). Skały piaskowcowe i mułowcowe koncentrują się w leżącym kilkadziesiąt do ponad stu metrów niżej ogniwie piaskowca trzcinowego. Trias środkowy rozpoczynają od góry warstwy sulechowskie (dolny kajper) zbudowane z mułowców i drobnoziarnistych piaskowców ze szczątkami flory (Gajewska, 1973). Główną część serii budują wapienie, margle, łowce, dolomity i podrzędnie anhydryty wapienia muszlowego o przeważających szarych barwach (CBDG, 2017). Trias dolny rozpoczyna pstry piaskowiec górny wykształcony w facji retu w postaci łowców, wapieni i anhydrytów. Przejście wapienia muszlowego w pstry piaskowiec górny wiąże się z wyraźnym spadkiem udziału wapieni w profilu. Pstry piaskowiec środkowy charakteryzuje się urozmaiconą litologią. W górnej części dominują czerwone łowce. W środkowej części występują liczne przewarstwienia wapieni, dolomitów i piaskowców wapnistych. Wapienie lub dolomity mogą być zbudowane z ooidów. Barwy skał są szare do szaro-wisniowych. Łowce są głównie brunatno-czerwone i zielone, warstwowane faliście, co powoduje ich tafelkową łupliwość. Łowce takie dominują w najniższej części środkowego pstrego piaskowca. Towarzyszą im cienie przewarstwienia wapieni szarych. Na pograniczu środkowego i dolnego pstrego piaskowca występuje charakterystyczna kilkunastometrowa warstwa piaskowców wapnistych z przewarstwieniami wapieni i łowców. Pstry piaskowiec dolny wykształcony jest w postaci jednorodnej serii łowcowo-mułowcowej z bardzo cienkimi, podrzędnymi przewarstwieniami piaskowców i wapieni. Przeważają barwy brunatno-czerwone. Łowce i mułowce wykazują tafelkową

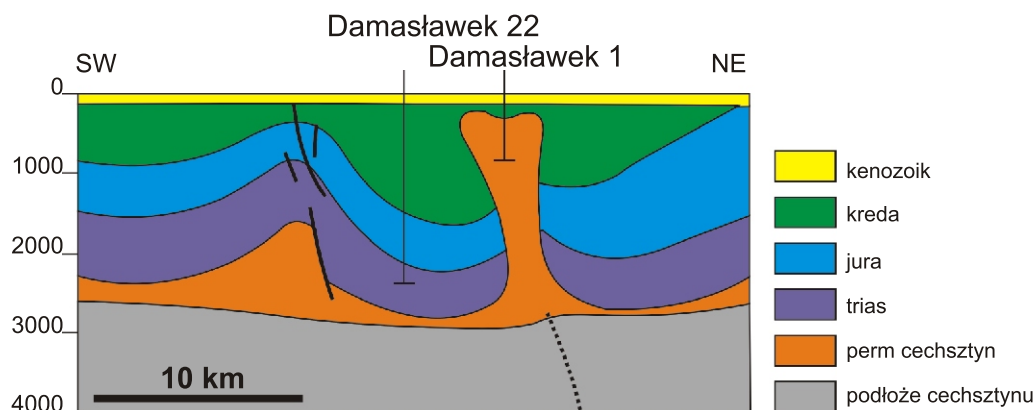


Figura 2.11. Przekrój przez osady cechsztynu i mezozoiku w rejonie wysadu solnego Damasławka przyległego do wschodniej granicy obszaru „Chodzież”. Za Krzywcem i in. (2006) i Pharaoh i in. (2010). Skala pionowa w milisekundach.

łupliwość i silne wzbogacenie w ziarna łyszczyków. Trias dolny był deponowany początkowo w lagunie o obniżonym zasoleniu, następnie na jej obrzeżach lub już na równi aluwialnej (Iwanow i Kiersnowski, 1998). Górny pstry piaskowiec jest pierwszym osadem płytkiego zbiornika morskiego, który rozwinął się w pełni w środkowym triasie, pozostawiając osady wapienia muszlowego (Iwanow, 1998). Osady triasu górnego to głównie osady lądowe równi aluwialnej, która czasowo mogła przekształcać się w peryferyjną lagunę o obniżonym lub podwyższonym zasoleniu (Iwanow, 1998).

2.1.5. JURA

Obszar „Chodzież” leży w obrębie zachodniego odcinka niecki łódzkiej (Narkiewicz i Dadlez, 2008) (= niecki mogileńskiej), jednak profil i miąższość utworów jury jest tu zróżnicowany (Feldman-Olszewska, 1998). Odmienny rozwój utworów jurajskich implikuje fakt, że w skład niecki mogileńskiej w tym rejonie wchodzi obszar tzw. grzbietu wielkopolskiego (Dadlez i Franczyk, 1976) – strefa o słabej subsydencji – oraz brzeżny odcinek bruzdy śródpolskiej (Dadlez, 1997), charakteryzujący się silną subsydencją w jurze.

Najpełniejszy profil utworów jurajskich obserwuje się w otworze Damasławek 22 (1117,5 m), zlokalizowanym przy wschodniej granicy obszaru „Chodzież”, usytuowanym w obrębie bruzdy śródpolskiej. Stwierdzono tu 243,0 m jury dolnej (pełny profil), 131,6 m jury środkowej (bajos górny-kelowej) i 742,9 m jury górnej (oksford-tyton). Podobnego profilu należy się spodziewać w otworze Damasławek 20, w którym nawiercono fragment profilu górnej jury o miąższości 473,0 m (kimeryd-tyton) – co sugeruje podobny rozwój facjalny jury. Natomiast na przylegającym bezpośrednio obszarze tzw. garbu wielkopolskiego utwory jury dolnej i niższej jury środkowej występują w formie szczątkowej (otwory Wągrowiec IG 1, Janowiec 2, 3). Na obszarze tym jura dolna reprezentowana jest jedynie przez piaskowce drobnoziarniste pliensbachu, niekiedy z wkładkami mułowcowymi, o miąższości około 85–90 m (Dadlez, 1973a). Jednocześnie, podobnie jak w otworze Damasławek 22, brak tu utworów najniższej jury środkowej (aalenu i dolnego bajosu). Pozostała część profilu jury środkowej nie różni się pod względem wykształcenia od utworów obserwowanych na obszarze bruzdy śródpolskiej, jedynie miąższości są nieco mniejsze (78,0–89,5 m) w porównaniu z otworem Damasławek 22 (131,6 m). Podobną zależność wykazują utwory jury górnej – w pełni wykształcone we wszystkich wymienionych otworach, różnią się miąższością (Damasławek 22 – 742,0 m; rejon Janowiec–Wągrowiec – 536,5–554,5 m).

W zachodniej części obszaru odwiercony został tylko jeden otwór Szamotuły GEO-21, w którym pod utworami walanżynu (kreda) nawiercono jedynie 287,0 m utworów oksfordu i być może dolnego kimerydu. Ponieważ otwór został zlokalizowany po NE stronie poduszki solnej Szamotuł, która została rozwiercona przez liczne otwory wiertnicze, wydaje się uzasadnionym przyjęcie założenia, że w tej części obszaru profil jurajski będzie zbliżony do uzyskanego w pobliskich otworach Szamotuły 28, GEO-17, GEO-25, 13, Ludomy 1, Gościejewo 1, 2. Pełny profil jury dolnej przebiły otwory Szamotuły 28 (307,0 m) i Ludomy 1 (246,5 m). W wymienionych otworach profil jury dolnej jest nierozdzielony, ale należy się spodziewać, że jest typowy dla strefy Szamotuł, z której bardziej szczegółowe dane pochodzą z wierceń Szamotuły GEO-11, Mężyk 1, Obrzycko 1, 2, 3. Hettang i synemur (formacja zagajska, skłobska, ostrowiecka = warstwy

mechowskie dolne środkowe i górne oraz warstwy radowskie; Dadlez, 1969; Pieńkowski, 2004) oraz górny pliensbach (formacja komorowska = warstwy komorowskie) są wykształcone głównie jako piaskowce jasnoszare drobno i średnioziarniste, z wkładkami ciemnoszarych iłowców i mułowców. Dolny pliensbach (formacja łobeska = warstwy łobeskie) tworzą ciemnoszare iłowce, natomiast dolny toark (formacja ciechocińska = warstwy gryfickie) szarozielone lub jasnoszare iłowce, mułowce i heterolity. W stropie obecne są zazwyczaj drobnoziarniste piaskowce barwy białej lub jasnoszarej, wydzielane jako formacja borucicka (= warstwy kamieńskie) wiekowo reprezentujące górny toark.

Na całym obszarze „Chodzież” profil jury środkowej jest zbliżony pod względem litologicznym. Brak jest tu utworów aalenu, a profil bajosu jest zredukowany i wykazuje luki stratygraficzne. Obserwuje się także różnice w jego wykształceniu między obszarem Szamotuł a wschodnią częścią obszaru przetargowego. W rejonie Szamotuł, gdzie utwory bajosu (dolnego lub górnego) o miąższości 58,7 m stwierdzono w otworze Szamotuły GEO-17, są to piaskowce szamozytowe lub chlorytowe z poziomami żwirkowymi oraz z wkładkami czarnych łupków i mułowców. Ich wykształcenie jest zbliżone do obserwowanego na obszarze niecki szczecińskiej (Dayczak-Calikowska, 1979). Natomiast w otworach Damasławek 22, Janowiec 2, 3 i Wągrowiec IG 1 występują tylko utwory górnego bajosu wykształcone jako iłowce i mułowce barwy ciemnoszarej, co jest profilem typowym dla obszaru niecki mogileńskiej (Dayczak-Calikowska, 1973, 1977). Na całym obszarze utwory batonu są jednakowe i wykształcone w postaci iłowców, mułowców i heterolitów. Kelowej w rejonie Szamotuł jest wykształcony w postaci ciemnoszarych wapieni marglistych i ciemnoszarych mułowców marglistych, z zielonymi marglami w stropie, natomiast w kierunku wschodnim przechodzi w wapienie piaszczyste oraz mułowce w stropie. Miąższość kelowej na całym obszarze nie przekracza kilku metrów.

Pełny profil jury górnej stwierdzono we wschodniej części obszaru „Chodzież”, w otworach Damasławek 22, Janowiec 2, 3 i Wągrowiec IG 1 (Dembowska, 1973). Natomiast w rejonie zachodnim, w otworze Szamotuły GEO-21, obecne są jedynie utwory oksfordu i być może najniższego kimerydu. Oksford jest wykształcony w facji mułowcowej, niekiedy z wkładkami wapieni piaszczystych i margli. Utwory te wydzielane są jako formacja Łyny (Dembowska, 1979; Niemczycka, 1997). Kimeryd dolny jest reprezentowany przez margle i wapienie margliste, natomiast kimeryd górny oraz tyton to łupki margliste, margle i margle mułowcowe. Łącznie tworzą one formację pałucką. W otworach Damasławek 22 i Janowiec 2, 3, zawierających osady tytonu, obserwuje się ku górze ciągłe przejście w brakiczne utwory najniższego beriasu wykształcone jako wapienie z warstwami szarego anhydrytu (formacja kcyńska; CBDG, 2017).

Spąg utworów jurajskich występuje na głęb. od 1172,0 m we wschodniej części garbu wielkopolskiego (Janowiec 2) do 1482,0 m w zachodniej części obszaru (Szamotuły GEO-21). Wyraźny skok głębokościowy obserwuje się natomiast w otworze Damasławek 22, w którym spąg jury znajduje się na głęb. 3631,0 m. Skok ten związany jest z lokalizacją tego otworu już w strefie bruzdy śródpolskiej. Strop utworów jurajskich znajduje się odpowiednio na głęb. 1195,0 m (Szamotuły GEO-21), 1515,5 m (Gościejewo 2), 457,0–646,0 (Janowiec–Wągrowiec). W rejonie Damasławka strop jury stwierdzono na głęb. 2420,0–2513,5 m.

2.1.6. KREDA

Obraz pokrywy kredowej na obszarze „Chodzież” jest niezwykle zróżnicowany. Wynika to z jednej strony z samego kształtu obszaru przetargowego – wydłużonego, „połamanego” wielokąta, jak i z jego położenia geograficzno-geologicznego. Zlokalizowany jest on bowiem w rejonie SW skłonu wału śródpolskiego, który uformował się w osiowej strefie bruzdy śródpolskiej w wyniku jej inwersji w późnej kredzie i wczesnym paleogenie (Krassowska, 1997). Ponadto jest to region o silnie wyrażonej tektonice solnej z wyraźnymi w podłożu strefami tektonicznymi i uskoki potomnymi, zaznaczającymi się także w formacjach kredowych. Oprócz skłonu wału śródpolskiego na północy mamy tu do czynienia z bezpośrednią bliskością strefy tektonicznej Człopa-Szamotuły na zachodzie (szczególnie aktywnej jako rów tektoniczny we wczesnej kredzie), antykliną (poduszką solną) Janowca (Wągrowca) oraz strefami synklinalnymi (Dadlez, 1998).

Miąższość utworów kredy na obszarze „Chodzież” jest znaczna, bardzo zróżnicowana, i przekracza 2300 m (w tym miąższość kredy dolnej do ok. 600 m na wschodzie i w skrajnie zachodniej części w pobliżu strefy Człopa-Szamotuły – 595,5 m w otworze Szamotuły GEO-21). Na obszarze wału śródpolskiego (na północy) utwory kredy obecnie nie występują. W strefach antyklin miąższości maleją, w synklinach są większe.

Na obszarze „Chodzież” występują zarówno utwory kredy dolnej, jak i górnej. Kreda dolna leży wszędzie na utworach tytonu (poza okolicami otworu Szamotuły GEO-21, gdzie podłożem kredy jest oksford) i jest reprezentowana przez piętra począwszy od beriasu dolnego (wołgu górnego) po alb górny. W rejonie antykliny Janowca i na zachód od niej brak jest utworów beriasu i walanżynu dolnego, a sukcesja dolnej kredy zaczyna się prawdopodobnie transgresywnymi utworami walanżynu górnego (formacja wrocławska, ogniwo wierzchosławickie). W otworze Szamotuły GEO-21 stwierdzono lukę obejmującą piętra od barremu aż po koniak. Na większości obszaru profil kredy dolnej jest niemal kompletny i mogą występować jedynie niewielkie przerwy w sedymentacji. Kreda górna jest reprezentowana przez piętra od cenomanu po kampan. W strefach synklinalnych występują także utwory mastrychtu. Granice pomiędzy piętrami wyznaczone są umownie na podstawie korelacji z sąsiednimi obszarami, opierając się przede wszystkim na podobieństwach litologicznych i miąższościowych oraz charakterystyce petrofizycznej skał (pomiarów geofizyki wiertniczej). Skały kredy dolnej są stosunkowo ubogie zarówno w makrofaunę, jak i mikrofaunę. Nieco lepszą dokumentację biostratygraficzną mają utwory kredy górnej.

Berias dolny (wołgu górny) o miąższości od kilkudziesięciu do >100 m to łupki ilaste i mułowcowe oraz margle ilaste z wkładkami anhydrytów i gipsów oraz wapieni organodetrytycznych. Berias środkowy-górny i niższy dolny walanżyn (formacja rogoźniańska) o miąższości >120 m są zbudowane z czarnych i ciemnoszarych iłowców i łupków ilastych i mułowcowych, lokalnie z syderytami. Wyższy dolny walanżyn (formacja bodzanowska, przekraczająca lokalnie 100 m miąższości) jest reprezentowany przez facje piaszkowcowe z wkładkami mułowców i iłowców. Walanżyn górny (formacja wrocławska, ogniwo wierzchosławickie, do ok. 40 m miąższości) jest zbudowany z mułowców z wkładkami piaszkowców oraz iłowców; w części zachodniej powszechniej występują w profilu iłowce. Hoteryw (do >100 m miąższości) dzieli się na dolny (formacja wrocławska, ogniwo gniewkowskie) i górny (formacja wrocławska, ogniwo żylichlińskie). Część dolna

to mułowce i piaszkowce, część górną budują w partii niższej piaszkowce i mułowce, a w partii wyższej - ciemne iłowce i łupki ilaste. W części zachodniej obszaru przetargowego „Chodzież”, w pobliżu struktury Człopa-Szamotuły, w hoterywie dolnym występują iłowce piaszczyste, a w górnym obok iłowców i mułowców powszechne są syderyty.

Interwał, któremu przypisuje się wiek barrem-alb środkowy (formacja mogileńska), ma miąższość w granicach 70–200 m i dzieli się na 3 części: dolną (ogniwo pagórczańskie) odpowiadającą barremowi i wykształconą w postaci piaszkowców, środkową (ogniwo goplańskie) odpowiadającą aptowi i reprezentowaną przez mułowce i piaszkowce z wkładkami iłowców, oraz górną (ogniwo kruszwickie) odpowiadającą albowi dolnemu-środkowemu i zbudowaną z piaszkowców. Utworów barremu-albu środkowego nie stwierdzono w otworze Szamotuły GEO-21, gdzie na utworach hoterywu leżą skały santonu.

Alb górny (miąższości od kilku do ok. 20 m na wschodzie obszaru) to w spągu piaszkowce kwarcowo-glaukonitowe z fosforytami, przechodzące ku górze w margle ilaste. Kredę górną rozpoczynają utwory cenomanu (do ok. 150 m miąższości) reprezentowane przez wapienie z wkładkami wapieni marglistych, a w rejonie wschodnim również margle. Turon–niższy koniak (do ok. 400 m) rozpoczynają ciemnoszare margle ilaste i margle. Powyżej występują margle i wapienie margliste, a najwyższą część tego interwału budują opoki. W rejonie wysadu Damasławka nad marglami ilastymi i marglami występuje seria mułowców marglistych. W szczycie antykliny Janowca na skałach turonu-niższego koniak leżą utwory kenozoiku (oligocenu) (Jaskowiak-Schoeneichowa, 1973).

Wyższy koniak (do ok. 150 m) to opoki i opoki ilaste, lokalnie z wkładkami mułowców marglistych; w górnej części tego interwału, wzdłuż skłonu wału śródpolskiego, występują warstwy piaszkowców, na ogół marglistych. Santon (do >600 m) w południowej części obszaru jest zbudowany z opok i margli, natomiast wzdłuż skłonu wału śródpolskiego oraz w rejonie otworu Gościejewo 2 występują mułowce margliste i piaszkowce oraz wkładki wapieni piaszczystych. Kampan (do >500 m) to opoki mułowcowe, a wzdłuż skłonu wału śródpolskiego także piaszkowce, wapienie piaszczyste i piaszkowce wapniste. Lokalnie występują wkładki mułowców marglistych, a także, w części zachodniej, margle. W otworze Szamotuły GEO-21 występują margle, opoki oraz gezy. W rejonach antyklin górna granica kampanu jest powierzchnią erozyjną. W strefach synklinalnych występuje również mastrycht (lokalnie >100 m miąższości) wykształcony w postaci gez, wapieni piaszczystych i piaszkowców wapnistych. Stropowa powierzchnia kredy jest na całym obszarze erozyjna.

Profile stratygraficzne kredy dla dwóch otworów wiertniczych znajdujących się w granicach obszaru „Chodzież” – Szamotuły GEO-21 i Wągrowiec IG 1 zostały zestawione odpowiednio w rozdziałach 5.9 i 5.10.

2.1.7. KENOZOIK

Klastyczne osady kenozoiku (paleogenu i neogenu) na obszarze „Chodzież” osiągają miąższość od 160 m w części wschodniej (profil wiercenia Wągrowiec IG 1), do 187 m w części środkowej (profil wiercenia Gościejewo 1) i do 243 m w zachodniej części obszaru (profil wiercenia Szamotuły GEO-21). Osady kenozoiku - piaszkowce i iłowce (w tym iłowce wapniste lub dolomityczne), a w stropie gliny zwałowe – nie mają znaczenia zbiornikowego ani uszczelniającego.

2.2. BUDOWA STRUKTURALNA

Obszar przetargowy „Chodzież” znajduje się w obrębie synklinorium szczecińsko-miechowskiego, w północnej części jednostki strukturalnej niższego rzędu nazywanej segmentem mogileńsko-łódzkim (Żelaźniewicz i in., 2011). Ze względu na niewielkie pokrycie sejsmiczne oraz słabą jakość danych sejsmicznych uzyskiwanych pod solami cechsztyńskimi, budowa strukturalna podłoża cechsztynu jest stosunkowo słabo zbadana.

Morfologia powierzchni podcechsztyńskiej w zasięgu analizowanego obszaru jest zróżnicowana (Fig. 2.12). W jej ukształtowaniu wyróżnić można dwie wydłużone niecki. Niecka znajdująca się w zachodniej części obszaru wydłużona jest na linii NW–SE, natomiast oś niecki zlokalizowanej w centralnej części przebiega na kierunku WNW–ESE. W osiowych częściach niecek powierzchnia spągu cechsztynu zalega na głębokości ok. 5600–5700 m p.p.m. Na skłonach obniżień strukturalnych strop podłoża cechsztynu znajduje się na głębokości ok. 4700–5200 m p.p.m. w części południowej

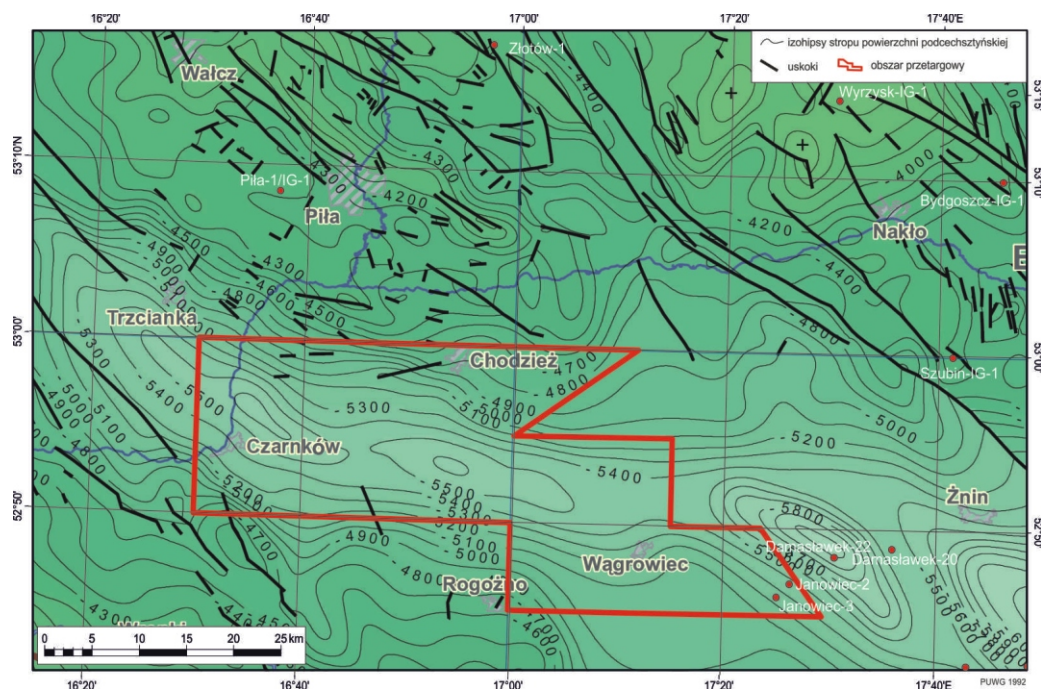


Figura 2.12. Fragment mapy strukturalnej powierzchni podcechsztyńskiej (Kudrewicz, 2007).

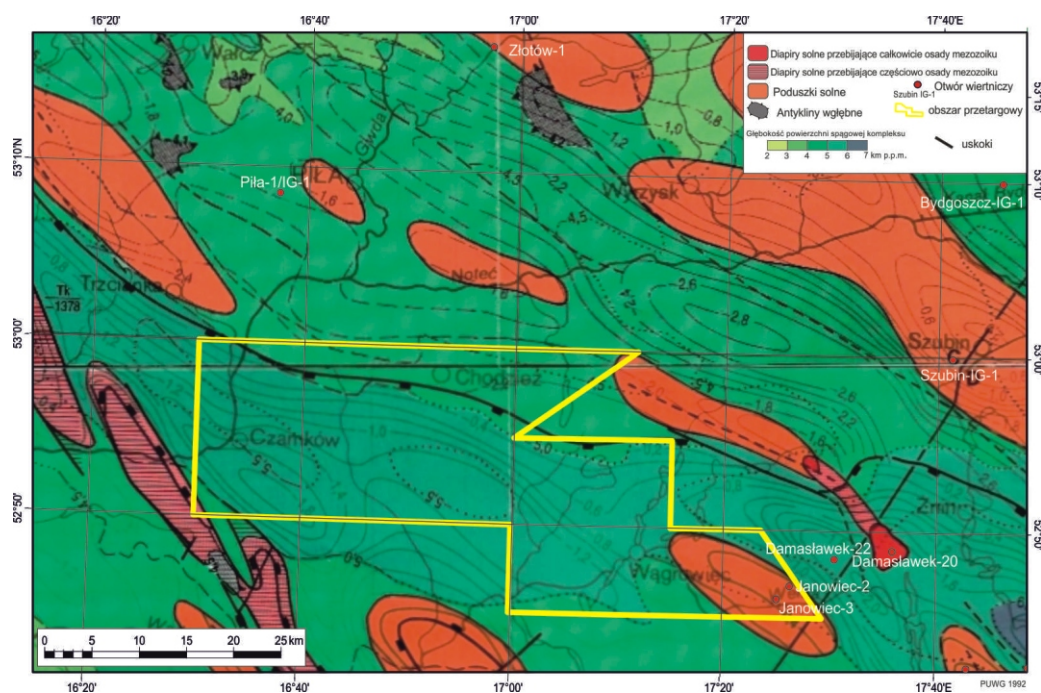


Figura 2.13. Fragment mapy tektonicznej kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego (Dadlez i in., 1998).

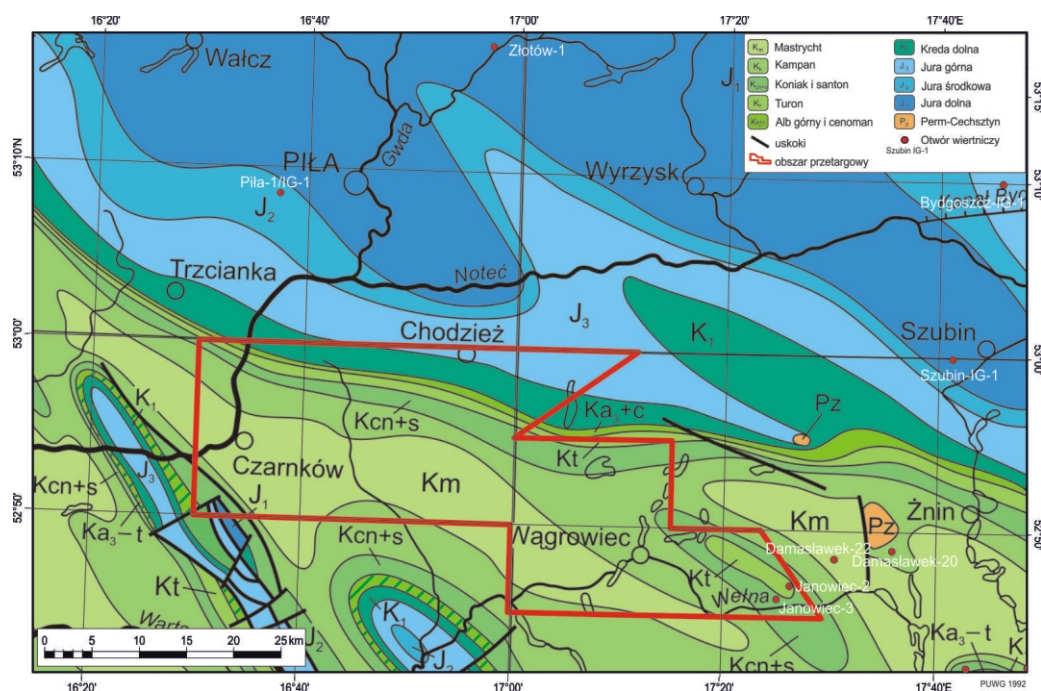


Figura 2.14. Fragment mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku (Dadlez i in., 2000).

obszaru, a w części północnej na głębokości ok. 4900–5200 m p.p.m. W skrajnie wschodniej części obszaru „Chodzież” zaznacza się kolejny skłon strukturalny, który obniża powierzchnię podcechsztyńską do głębokości ok. 5600–5700 m p.p.m. (Fig. 2.12).

W powierzchni podcechsztyńskiej zinterpretowane dotychczas zostały tylko nieliczne dyslokacje, które w SW części obszaru zorientowane są na linii NW–SE, natomiast w północnej części obszaru mają przebieg równoleżnikowy (Fig. 2.12). Na regionalnym profilu sejsmicznym w podłożu cechsztynu poniżej poduszki solnej Janowca, zinterpretowane zostały dyslokacje o charakterze uskoku normalnych, wygasających w spągowej części cechsztynu (Fig. 6.3). W zachodnim sąsiedztwie analizowanego obszaru zaznacza się strefa uskokuwa Poznań–Szamotuły zbudowana z uskoku o przebiegu NW–SE, której dyslokacje częściowo mogą znajdować się w zasięgu obszaru „Chodzież” (Fig. 2.12).

Strefa ta ma wcześniejsze założenie strukturalne, które zapewne wpływały na rozwój pokrywy osadowej górnego czerwonego spągowca. Pokrywa ta zdominowana była przez piaskowce eoliczne i występujące podrzędnie mułowce plał. Dodatkowo późniejsza reaktywacja tektoniczna strefy Poznań–Szamotuły mogła doprowadzić do uformowania się pułapek strukturalnych dla nagromadzeń gazu w obrębie utworów górnego czerwonego spągowca.

Utwory górnego cechsztynu i mezozoiku są ujęte w fałdy o orientacji NW–SE. W zachodniej części obszaru „Chodzież” częściowo wchodzi na strefę fałdów Drawno–Poznań (Żelaźniewicz i in., 2011), które reprezentowane są m.in. przez diapiry solne, częściowo przebijające utwory mezozoiku (np. diapir Szamotuł – Fig. 2.13 i Fig. 6.4).

W części zachodniej i centralnej nadkład soli kamiennych cechsztynu jest ujęty w synklinę. W kierunku NE synklina przechodzi w antyklinę (antyklina nadsolna) nad poduszką solną Janowca (Fig. 2.13). W przegubie antykliny wskutek erozji częściowo zredukowane zostały osady kredy (Fig. 2.14).

W przegubach synklin dolnocechsztyńskie sole kamienne cechują się zredukowaną miąższością, co wskazuje na ich tektonicznie wyciśnięcie w kierunku poduszek solnych (Fig. 2.12, 2.13 i Fig. 6.4).

W powierzchni podkenozoicznej na prawie całym obszarze odsłaniają się utwory kredowe. Utwory najmłodsze (mastrycht) znajdują się w przegubie synkliny, a w kierunku NE skrzydła synkliny odsłaniają się kolejne, starsze osady aż po utwory jury górnej. Nad poduszką solną Janowca najmłodszy osadami są utwory turonu. W zachodniej części obszaru „Chodzież”, w rejonie diapirów solnych, na powierzchni podkenozoicznej wykartowane zostały osady jury dolnej i środkowej (Fig. 2.14).

2.3. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

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

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

Istotną rolę w formowaniu się struktury basenu polskiego odegrała synsedymantacyjna tektonika solna. Ruchy soli zostały zainicjowane już we wczesnym triasie w efekcie wzmożonej fazy ekstensji basenu polskiego, natomiast w późnym triasie dochodziło już do przebijania skał nadkładu i powstawania diapirów solnych. Ruchy mas solnych trwały

w różnych miejscach basenu do kenozoiku, wpływając na lokalne zmiany miąższości osadów.

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

W trakcie inwersji w podłożu cechsztynu dochodziło do reaktywacji starszych stref uskoku oraz powstawania nowych dyslokacji. Uskoki najczęściej wygasają w spągowej części cechsztynu, przechodząc we fleksury naduskokowe; uskoki te często układają się w kulisowe ciągi strukturalne sugerujące ich powstanie w reżimie przesuwczym.

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

2.4. HYDROGEOLOGIA

Proponowany obszar przetargowy Chodzież obejmuje fragment zlewni rzeki Welny Noteci i Warty od Welny do Noteci. Wszystkie jej granice mają charakter naturalny i stanowią wododziały oddzielające zlewnie w regionie wodnym Warty. Rzeki regionu zaliczane są do typu niwalnego, dominuje więc wezbranie wczesnowiosenne spowodowane uwalnianiem wody z pokrywy śnieżnej i zmarzniętego podłoża, natomiast letnie wezbranie opadowe ma drugorzędne znaczenie. Wysokie stany wody w rzekach na opisywanym obszarze występują od lutego do początku maja, natomiast niskie stany od czerwca do września. Rzeki regionu wodnego Warty zasilane są powierzchniowo (opady i roztopy śnieżne) oraz drogą podziemną. Udział zasilania podziemnego w całym odpływie rocznym waha się od 50 do 65%. Na północy obszaru przetargowego występuje zlewnia Gwdy (IV rzędu) i Noteci (III rzędu) natomiast na południu tego obszaru występują zlewnie II rzędu rzeki Welny i Warty od Welny do Noteci.

Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych wg jednostek hydrogeologicznych, obszar przetargowy „Chodzież” jest położony w prowincji nizinnej, regionu Wielkopolskiego VI, w podziale na jednostki JCWPd omawiany obszar znajduje się w regionie Warty (RW), subregion nizinny (SWN) (Paczyński i Sadurski, 2007). Zgodnie z podziałem na JCWPd (172 jednostki) obszar przetargowy położony jest na pograniczu czterech JCWPd: 34, 35, 41 i 42.

Całość obszaru przetargowego „Chodzież” została objęta pracami kartograficznymi w ramach realizacji następujących arkuszy Mapy hydrogeologicznej Polski (MhP) w skali 1:50 000: Czarnków (0353) (Zborowska, 2000), Chodzież (0354) (Stanicki, 2000), Morgonin (0355) (Stryczyński, 2000), Wągrowiec (0395) (Dąbrowski i Ryszkowska, 2000), Janowiec Wielkopolski (0396) (Wójcik, 2000).

W granicach obszaru przetargowego, główny użytkowy poziom wodonośny (GUPW), odnoszący się wyłącznie do wód zwykłych, czyli słodkich, wyznaczony zgodnie z kryteriami przyjętymi dla MhP w skali 1: 50 000, ma charakter ciągły, występuje w przewarstwieniach piaszczysto-żwirowych. Na omawianym obszarze zostało udokumentowane występowanie wód podziemnych w utworach: czwartorzędowych, neogeńsko-paleogeńskich oraz jury.

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Piętra i poziomy wodonośne zwykłych wód podziemnych zostały udokumentowane w utworach czwartorzędu i neogenu. W utworach czwartorzędu – na głębokości od kilku metrów w dolinie Noteci do około 100 m na obszarze wysoczyzn, są to wody pod ciśnieniem do kilkuset kPa lub o swobodnym zwierciadle. Wydajności przeważnie od 10 do 30 m³/h na obszarze wysoczyzn oraz od 30 do 70 m³/h w dolinie Noteci. W utworach neogenu (utworach miocenu) – piaski i piaski mułkowe, poziom użytkowy na głębokości 70–90 m. Wody pod ciśnieniem 600–870 kPa. Miąższość od kilkunastu do około 40 m. Wydajności przeważnie około 20 m³/h, lokalnie do 120 m³/h. **Główny poziom użytkowy** w utworach neogenu – na głębokości od 60 do ponad 100 m. Wydajności od kilku do 30 m³/h.

Zwykłe wody podziemne tzw. strefy aktywnej wymiany obejmują utwory kompleksu kenozoicznego i występują do głębokości ok. 200 m.

Zasadnicze znaczenie dla zaopatrzenia w wodę na tym terenie mają wody zawarte w osadach czwartorzędu, natomiast wody występujące w osadach neogenu i paleogenu, ze względu na głębokie występowanie, są ujmowane sporadycznie.

Warunki występowania wód podziemnych w obrębie osadów kenozoicznych charakteryzują się piętrowością, nieciągłością i różnorodnością genetyczną struktur wodonośnych związanych z piaszczysto-żwirowymi osadami pochodzenia glacialnego, fluwioglacjalnego i rzeczno-glacialnego. Serie wodonośne występujące w głębokich partiach osadów czwartorzędu charakteryzują się złożoną budową i znacznymi przekształceniami strukturalnymi związanymi z procesami erozji, egzaracji i glacitektoniki.

W obrębie utworów czwartorzędowych w profilu pionowym wyróżnić można kilka poziomów wodonośnych. Są to poziomy: przypowierzchniowy, międzyglinowy górny, międzyglinowy dolny i podglinowy (spągowy). Przebieg struktur wodonośnych przedstawiono szczegółowo na przekroju hydrogeologicznym (Fig. 2.15).

Poziom przypowierzchniowy występuje w obrębie rozległych pól piasków wodnolodowcowych – sandrów i aluwów dolin rzecznych oraz lokalnie w obrębie piaszczystych struktur glacialnych w obrębie moren. Miąższość warstw wodonośnych jest bardzo zmienna i waha się od 35 do 50 m, maksymalnie 75 m. Wydajność potencjalna studni w obszarze sandrowym mieści się w przedziale od 10 do 30 m³/h, współczynnik filtracji od 10 do 20 m/24h, a przewodność w przedziale od 100–200 m²/24h.

Doliny poziomy wodonośny podścielony jest mułkami lub założony jest bezpośrednio na utworach wodonośnych miocenu. Rzędne zwierciadła wody warstwy dolinnej korespondują z rzędnymi zwierciadła wody poziomu miocenijskiego i głębszych poziomów plejstocenu (warstwa podglinowa). Zwierciadło wody ma głównie charakter swobodny, lokalnie lekko napięty w rejonie struktur glacialnych z nadkładem glin zwałowych. Wody tego poziomu są drenowane przez różnego rodzaju źródła i wysięki oraz przez wszystkie cieki. Wahania zwierciadła wód podziemnych w obrębie pradoliny wykazują wyraźny związek z przebiegiem stanów wód Noteci. Średnia amplituda wahań wynosi 112 cm, a dla wartości ekstremalnych 236 cm.

System krążenia wód podziemnych jest dość złożony i zróżnicowany przestrzennie. Część wód podziemnych w systemie lokalnym jest drenowana poprzez źródła i wysięki,

inna część wody przepływa do stref drenażowych, jakimi są misy jezior i dolin cieków wód powierzchniowych. Część wód natomiast, po czasowym retencjonowaniu, przesącza się do głębszych poziomów przez warstwy słabo przepuszczalne. Z ukształtowania zwierciadła statycznego wynika, że wody tego poziomu są intensywnie drenowane przez sieć cieków powierzchniowych.

Międzyglinowy górny poziom wodonośny związany jest z serią piaszczystych utworów wodnolodowcowych z transgresji lądolodu wisły i osadów piaszczystych interglacjalu eemskiego. Poziom wodonośny występuje w formie przewarstwień i soczew wśród glin zwałowych. W obszarze wysoczyzny morenowej występuje on pod przykryciem glin. Miąższość osadów piaszczystych wynosi do kilku metrów. Zwierciadło wody tego poziomu ma głównie charakter naporowy.

Międzyglinowy dolny poziom wodonośny występuje między glinami zlodowaceń środkowopolskich, a glinami zlodowaceń południowopolskich lub iltami neogeńskimi. Na całym omawianym obszarze poziom ten występuje pod przykryciem glin zwałowych. Strop poziomu międzylodowcowego dolnego występuje na zróżnicowanych głębokościach, od kilkunastu do ponad 60 m p.p.t. Miąższość osadów piaszczystych zmienia się w przedziale od kilku do ponad 30 m. Zwierciadło wody tego poziomu ma głównie charakter naporowy. W poziomie tym, ze względu na dobre parametry filtracyjne warstwy wodonośnej (przewodność wodna powyżej $10 \text{ m}^2/\text{h}$) wyznaczony został GZWP 139. Warstwę wodonośną tworzą piaski drobnoziarniste, średnioziarniste, gruboziarniste oraz żwiry. Miąższość kompleksu piaszczysto-żwirowego jest zróżnicowana, przeciętnie wynosi ok. 25 m, jednak może dochodzić do ponad 35 m. Występuje na głębokościach od kilkunastu metrów w rejonie Margonina do ok. 60 m w rejonie Parkowa (poza omawianym obszarem), najczęściej pod miąższem nadkładem glin zwałowych, lokalnie iltów i mułków zastoiszkowych.

Podglinowy (spągowy) poziom wodonośny tworzą przewarstwienia piaszczyste z okresu interglacjalu ferdynandowskiego wypełniające obniżenia, doliny i rynny w powierzchni osadów neogenu, a wody w nich zawarte są przeważnie w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z poziomem międzylodowcowym dolnym. Miąższość poziomu jest uzależniona od ukształtowania podłoża i osiąga nawet ponad 30 m. Zwierciadło wód ma charakter naporowy.

Podglinowy poziom wodonośny w obszarze badań GZWP nr 139 występuje lokalnie i związany jest z piaszczysto-żwirowymi osadami interglacjalu ferdynandowskiego stwierdzonymi w obrębie rynien, bądź obniżen w podłożu neogeńskim zalegających pod niewielkim nadkładem glin zwałowych zlodowaceń południowopolskich. Strop warstwy wodonośnej występuje na wysokości ok. 25–35 m n.p.m. W obrębie zbiornika poziom związany jest w układzie krążenia z poziomem międzylodowcowym dolnym. W rejonie Margonina oraz Słupowej poziomy te stanowią złożony kompleks warstw wodonośnych o miąższości przekraczającej ponad 40 m. Podglinowy poziom wodonośny w spągu tworzą żwiry, wyżej piaski różnoziarniste i średnioziarniste o miąższości przeciętnie 10–25 m.

Zwierciadło wód o charakterze naporowym występuje przeważnie na głębokości od 2,0 do ok. 40 m. Parametry filtracyjne tego kompleksu są zróżnicowane, przewodność mieści się w przedziale od kilku do $35 \text{ m}^2/\text{h}$, lokalnie może przekraczać $60 \text{ m}^2/\text{h}$. Wielkość współczynnika filtracji waha się od poniżej 0,5 do 2 m/h. Wydajność eksploatacyjna studni wynosi od 5 do $120 \text{ m}^3/\text{h}$, średnio $52 \text{ m}^3/\text{h}$.

Wodonośne osady neogenu to dwie serie piasków mioceńskich z przewarstwieniami piasków węglistych, rozdzielonych serią mułków. Górna seria piasków pozostaje lokalnie w kontakcie z piaszczystymi osadami spągu plejstocenu. Łącznie miąższość obu serii piaszczystych może osiągać 60 m. Zwierciadło wody ma charakter naporowy, subartezyjski, lokalnie artezyjski.

Wodonośne osady paleogenu to niewielkie wkładki i przewarstwienia piasków drobnoziarnistych kwarcowo-glaukonitowych oligocenu. Ich miąższość dochodzi do kilkunastu metrów, parametry hydrogeologiczne tej serii nie są rozpoznane na tym terenie. Zwierciadło wody ma charakter naporowy, subartezyjski, lokalnie artezyjski.

W obrębie poziomu mioceńskiego można miejscami wydzielić dwie warstwy wodonośne przedzielone mułkami i węglami brunatnymi. Warstwa wodonośna występuje na zmiennych głębokościach, od 70 do ponad 100 m.

Paleogeńskie piętro wodonośne zostało rozpoznane poza granicami zbiornika. Tworzą go drobnoziarniste piaski kwarcowe z glaukonitem oligocenu o miąższości od kilku do około 20 m. Warstwy oligoceńskie charakteryzują się lokalnym rozprzestrzenieniem, występują w zagłębieniach podłoża mezozoicznego lub w formie niewielkich przewarstwień w obrębie mułków i iltów.

Wody poziomu mioceńskiego mają charakter subartezyjski, miejscami artezyjski, występują pod przykryciem słabo-przepuszczalnych iltów poznańskich o zróżnicowanej miąższości. Zasilanie odbywa się na drodze przesączenia się wody z wyżejległych poziomów czwartorzędowych poprzez kompleks neogeńskich iltów poznańskich i czwartorzędowych glin zwałowych oraz lokalnie przez przepływy w oknach hydrogeologicznych.

Poziom oligoceński cechują podobne warunki zasilania, jak w przypadku poziomu mioceńskiego i często występuje on w łączności hydraulicznej z tym poziomem. Warstwa wodonośna została rozpoznana jedynie lokalnie na ujęciu w Chodzieży. Strop poziomu występuje na rzędnej -57 m n.p.m. , zaś miąższość warstwy wodonośnej nie przekracza 10 m. Wody podziemne w rejonie Chodzieży nie stanowią poziomu użytkowego ponieważ charakteryzują się silnym zasoleniem, rzędu 1835 mg Cl/dm^3 .

Parametry filtracyjne III kompleksu użytkowego nie są korzystne ze względu na drobne wykształcenie granulometryczne. Współczynnik filtracji wynosi najczęściej 0,01–1,7 m/h, przeciętnie 0,2 m/h i jest typowy dla piasków drobnoziarnistych i pylastych.

Zwierciadło statyczne opisywanego poziomu charakteryzuje się ukształtowaniem zbieżnym do morfologii terenu w skali regionu. Generalny przebieg wododziałów podziemnych pokrywa się z działami powierzchniowymi wyższego rzędu. Najwyżej układa się w strefach wysoczyzny morenowej (gdzie przebiega wododział I-go rzędu) i obniża się zarówno na północy do pradoliny toruńsko-eberswaldzkiej oraz ku południu do doliny Warty. W dolinie Noteci zwierciadło statyczne III-go kompleksu użytkowego stabilizuje się wyżej niż odpowiadające mu zwierciadła poziomów wyższych i następuje przesączenie wody ku górze.

STAN JAKOŚCIOWY WÓD PODZIEMNYCH

Poziom przypowierzchniowy i międzylodowcowy górny

Wartości pH wahają się w granicach 6,9–7,6, co w większości przypadków wskazuje na słabo zasadowy odczyn wód. Barwa w analizowanym zbiorze danych wynosi od ok. 1 do 70 mgPt/dm^3 , jednak najczęściej nie przekracza wartości 15 mgPt/dm^3 .

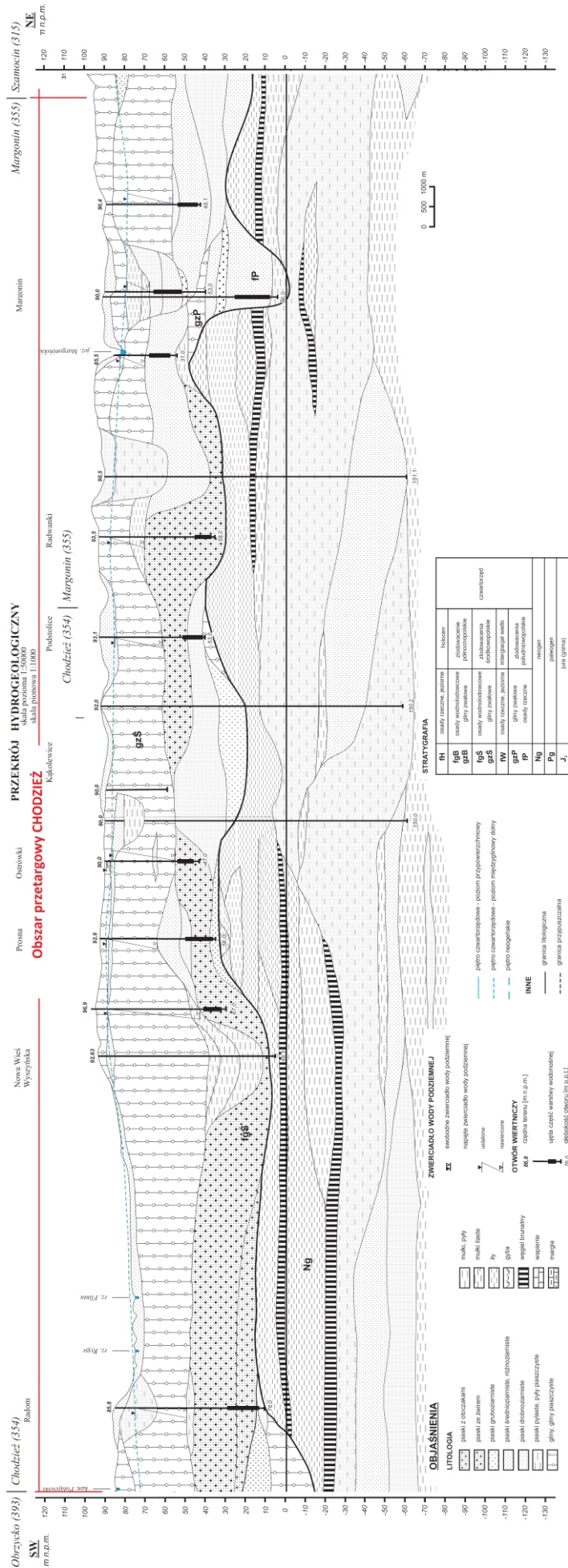


Figura 2.15. Przekrój hydrogeologiczny obszaru przetargowego "Chodzież" (Czerwińska i in., 2013).

Stężenia siarczanów i chlorków nie przekraczają wartości dopuszczalnych określonych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia (Dz.U.2017 poz. 2294). Lokalnie stwierdza się podwyższone wartości siarczanów (90–120 mg/dm³), które należałoby wiązać z nieuregulowaną gospodarką wodno-ściekową. Zawartości związków azotu (azotany, azotyny, amoniak) w wodach tego poziomu wodonośnego są niskie i mieszczą się w dopuszczalnych normach dla wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi. Dużym stopniem zróżnicowania cechują się stężenia jonów żelaza, które wynoszą od 0,1 do 9,0 mg/dm³ i niemal we wszystkich analizach zaobserwowano przekroczenia dopuszczalnych wartości określonych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia. Podwyższone stężenia jonów żelaza występują powszechnie w wodach poziomów czwartorzędowych i wynikają z naturalnych warunków środowiska. Podobna sytuacja występuje także w przypadku stężenia jonów manganu.

Poziom międzyglinowy dolny i podglinowy

Wody podziemne na obszarze przetargowym „Chodzież” są wodami słodkimi o niskiej mineralizacji wynoszącej od 223 do 735 mg/l typu HCO₃-Ca i HCO₃-Ca-Mg. Wartości pH wahają się w granicach 7,0–8,3 co wskazuje na odczyn słabo zasadowy. Nie zaobserwowano przekroczeń dopuszczalnych wartości tego wskaźnika dla wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi. Tłó hydrogeochemiczne wynosi od 7,2 do 7,5. Generalnie są to wody średnio twarde i twarde (wartość twardości waha się od 3,8 do 10,1 mval/l).

Wartość przewodności elektrolitycznej właściwej waha się w granicach od 352 do 1024 µS/cm, przy czym zakres współczesnego tła hydrogeochemicznego oszacowano na 400–800 µS/cm. Barwa mieści się w przedziale 3,6–50,0 mgPt/dm³, a współczesne tło hydrogeochemiczne wyznaczono na 3,6–10,0 mgPt/dm³. Przedział wartości ogólnego węgla organicznego (OWO, ang. TOC) wynosi od 0,3

do 16,0 mg/dm³. W większości przypadków wartości stężeń tego wskaźnika nie przekraczają 5 mg/dm³, co wskazuje na niedużą ilość substancji organicznej w wodach podziemnych.

Przestrzenny rozkład stężenia siarczanów jest dość zróżnicowany, waha się od 1 do 128 mg/dm³. Tłó hydrogeochemiczne wynosi od 1 do 65 mg/dm³. Stężenie chlorków mieści się w przedziale 2,5–69,0 mg/dm³. Tłó hydrogeochemiczne oszacowano na 10,0–30,0 mg/dm³.

Stężenia azotanów są z reguły niskie, wynoszą 0,0–25,8 mg/dm³, tło wyznaczono w przedziale 0,1–1,2 mg/dm³. Zawartość azotynów w wodach podziemnych waha się od poniżej 0,001 do 0,246 mg/dm³. W przypadku jonu amonowego zakres stężeń waha się od 0,04 do 1,16 mg/dm³. Tłó hydrogeochemiczne wynosi od 0,04 do 0,55 mg/dm³. Dużą rozpiętością cechuje się stężenie jonów żelaza od 0,02 do 7,24 mg/dm³. Tłó zostało oszacowane na 0,1–3,6 mg/dm³.

W granicach obszaru przetargowego „Chodzież” występują cztery główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) (Kleczkowski, 1990; Skrzypczyk, 2006). Na omawianym obszarze zostały udokumentowane następujące zbiorniki GZWP: nr 127 Złotów–Piła–Strzelce Krajeńskie (Węgrzyn i in., 2013), nr 138 Pradolina Toruń–Eberswalde (Dąbrowski i in., 2006), który został udokumentowany w 2006 r., nr 139 Smogulec–Margonin (Czerwińska i in., 2013). Zasoby dyspozycyjne zwykłych wód podziemnych w ww. dokumentacjach hydrogeologicznych GZWP zostały zestawione w tabeli 2.1.

Podstawowe wiadomości dotyczące występowania zwykłych wód podziemnych w obrębie GZWP na obszarze przetargowym „Chodzież” zostały przedstawione w tabeli 2.1. Listę hydrogeologicznych dokumentacji zasobowych przedstawia tabela 2.2. Regionalizację hydrogeologiczną obszaru przetargowego podsumowuje zaś figura 2.16.

Tabela 2.1. Podstawowa charakterystyka hydrogeologiczna głównych zbiorników wód podziemnych GZWP (Kleczkowski, 1990; Skrzypczyk, 2006)

Numer zbiornika	Nazwa zbiornika	Wiek utworów	Typ ośrodka wodonośnego	Szacunkowe zasoby dyspozycyjne [tys. m ³ /24h]	Średnia głębokość zwierciadła wód podziemnych [m p.p.t.]
127/ udokum.	Zbiornik Szczecinek	Ng	porowy	269	> 50,0
138/ udokum.	Zbiornik Szczecinek	Q	porowy	192,72	1-9
139/ udokum.	Zbiornik Szczecinek	Q	porowy	40,8	około 60,0
143/ udokum.	Zbiornik Szczecinek	Ng-PI	porowy	92,6	80-150

Udokum. – zasoby udokumentowane, Q – utwory czwartorzędu, Ng – neogen

Tabela 2.2. Podstawowe dane dotyczące hydrogeologicznych dokumentacji zasobowych (Dąbrowski i in., 2010)

Tytuł dokumentacji	Rok wykonania	Nr decyzji	Zasoby dyspozycyjne [m ³ /24h]
Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych Obszar wysoczyzny średzkie-gnieźnieńskiej w obrębie zlewni Warty i Warty Środkowej oraz Noteci Górnej Środkowej.	2010	DGKhg-4731-24/6796/48776/10/MJ	101376

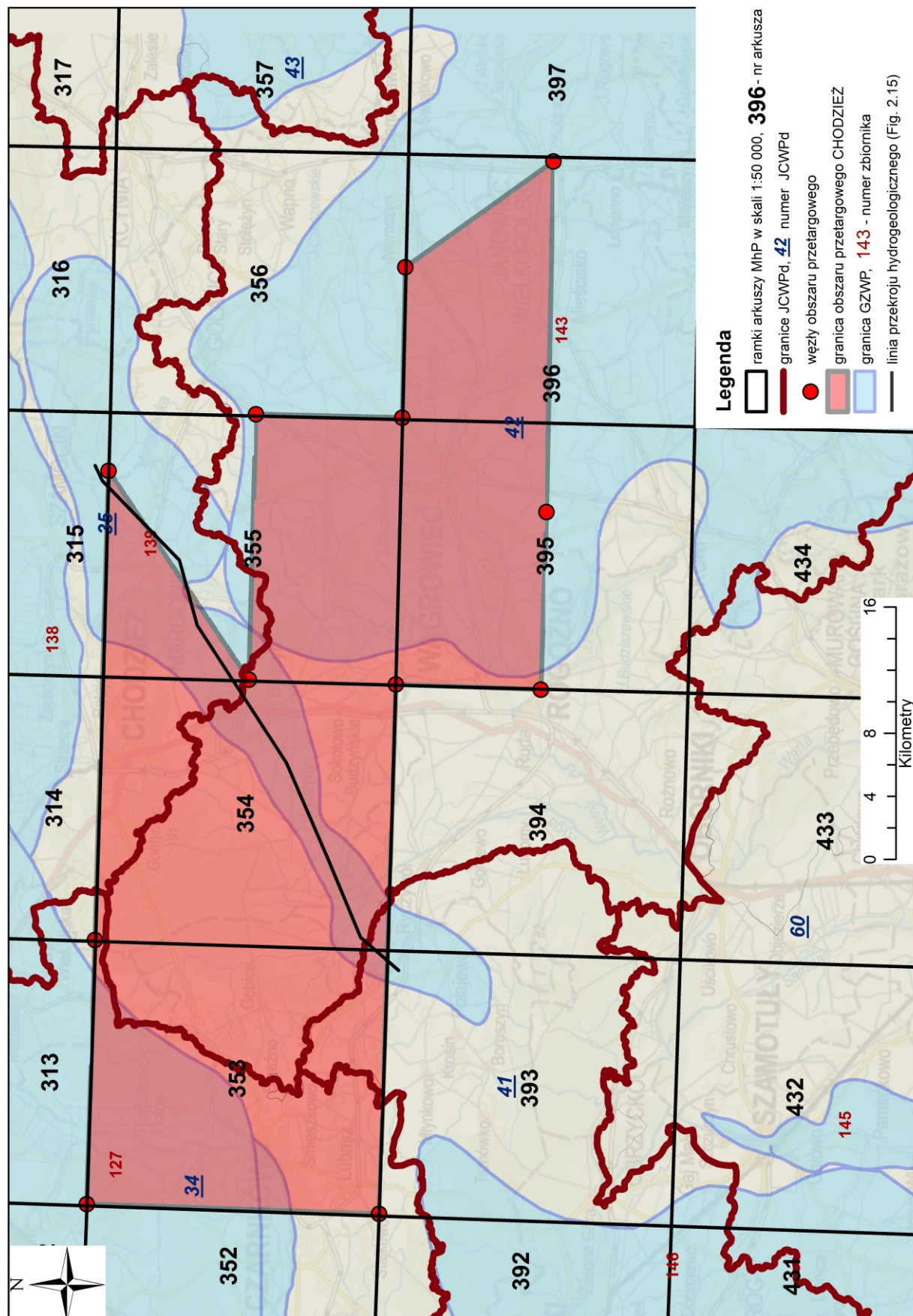


Figura 2.16. Regionalizacja hydrogeologiczna obszaru przetargowego „Chodzież”.

3. SYSTEM NAFTOWY

3.1. WSTĘP

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

3.2. SKAŁY MACIERZyste

Za skałę macierzystą w karbońsko-permskim systemie naftowym uważa się mułowce i iłowce karbonu (np. Kotarba i in., 1992, 1999, 2004, 2005; Karmkowski, 1999; Botor i in., 2013). Zgodnie z tą teorią gaz ziemny wygenerowany z karbońskiej materii organicznej, migrował ku strefom o niższym ciśnieniu hydrostatycznym, czyli do leżących niezgodnie na skałach karbonu utworów czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego. Migracja węglowodorów ze skał macierzystych do pułapek złożowych mogła mieć charakter lokalny wzdłuż nieciągłości tektonicznych lub charakter regionalny krótko- lub długodystansowy wzdłuż porowatych i przepuszczalnych skał. W zachodniej części europejskiego basenu permskiego za skały macierzyste uznaje się węgle westfalu (Pletsch i in., 2010; Botor i in., 2013), natomiast badania geochemiczne płycej zalegających skał karbonu polskiego basenu sugerują, że zawartość materii organicznej rozproszonej w tych skałach jest wystarczająca, by uznać je za skały macierzyste (Burzewski i in., 2009; Botor i in., 2013). Śliwiński i in. (2006) oraz Malinowski i in. (2007) postulują ponadto możliwość istnienia węglonośnych utworów molasy górnokarbońskiej, które mogą stanowić poziomy macierzyste zlokalizowane na przedpolu polskich eksternidów waryscyjskich (Fig. 3.1 i 3.2). Potwierdzeniem macierzystości skał karbonu w Polsce mogą być także odkryte złoża: Wierzchowo (dolny karbon), Gorzysław, Trzebusz, Wrzosowo, Daszewo, Paproć (dolny i górny karbon), Kościan i Brońsko (dolny karbon; Karmkowski, 1993) oraz wyniki badań geochemicznych materii organicznej i gazu ziemnego (np. Kotarba i in., 1992, 1999, 2004, 2005).

Na Pomorzu skały macierzyste zostały stwierdzone w obrębie utworów turneju, wizenu i westfalu. Charakteryzują się one średnim i doskonałym potencjałem węglowodorowym. Całkowita zawartość materii organicznej w łupkach turneju i wizenu wynosi średnio od ok. 1,1% wag. do maksymalnie 10,7% wag., natomiast całkowita zawartość materii organicznej w łupkach westfalu wynosi średnio od 0,3% wag. do maksymalnie 2,7% wag. (Bachleda-Curuś i in., 1996; Matyasik, 1998; Kotarba i in., 2004, 2005; Grotek, 2005, 2006;

Kosakowski i in., 2006; Bahranowski i in., 2007; Pletsch i in., 2010; Botor i in., 2013). Materia organiczna rozproszona w skałach karbonu posiada geochemiczną charakterystykę gazotwórczego kerogenu typu III oraz mieszanego kerogenu typu III i II (wyższy udział kerogenu typu II stwierdzono w utworach dolnego karbonu), cechując się niskim do bardzo dobrego potencjału węglowodorowego. Całkowita zawartość materii organicznej zawiera się w przedziale od 0,5% wag. do 4% wag. (Nowak, 2003; Pletsch i in., 2010; Poprawa i Kiersnowski, 2010; Botor i in., 2013). W strefie kujawskiej i mazurskiej tylko kilka otworów nawierca skały karbonu. Charakteryzują się one zmiennym potencjałem węglowodorowym od słabego do doskonałego, a całkowita zawartość materii organicznej zawiera się w przedziale od 0,3% wag. do 15% wag. i ma charakterystykę kerogenu mieszanego typu III i II, z dominacją kerogenu typu III w skałach westfalu.

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

Na obszarze „Chodzież” nie znajduje się żaden otwór wiertniczy nawiercający utwory karbonu. W pobliżu obszaru zlokalizowane są dwa głębokie otwory, które nawierciły te skały – Piła 1/IG 1 i Objezierze IG 1 (Fig. 3.3). Otwór Piła 1/IG 1 jest zlokalizowany na północ od obszaru „Chodzież”; nawiercił on 14 m (5468,0–5482,0 m) stropowych, terygeniczných utworów karbonu górnego, datowanych na westfal. Otwory te to brunatne iłowce i mułowce z cienkimi (kilka cm) wkładkami mułowców piaszczystych i piaskowców drobnoziarnistych. Brak danych na temat własności geochemicznych nie pozwala stwierdzić, czy nawiercone skały mają własności skał macierzystych. Otwór Objezierze IG 1 jest zlokalizowany na południe od obszaru przetargowego „Chodzież”; nawiercił on 499,5 m (4595,0–5094,5 m) utworów karbonu dolnego, datowanych na wizen górny. Otwory wizenu w otworze Objezierze IG 1 to głównie przewarstwiałe się iłowce brunatne i wiśniowe, piaskowce, czarne mułowce z detrytusem silnie zwęglonej flory (szczątki kalamitów) i czarne pyłowce z detrytusem flory. Wśród 11 próbek karbonu z interwału głębokości 4621,0–5089,5 m, które zostały poddane badaniom geochemicznym materii organicznej metodą Rock-Eval, tylko jedna spełnia kryterium minimalnej całkowitej zawartości materii organicznej charakteryzującej skały macierzyste (TOC > 0,5% wag.; próbka z głębokości 5054,5 m), jednak pozostałe parametry i wskaźniki geochemiczne tej próbki świadczą o wyczerpanym potencjale węglowodorowym. Całkowita zawartość materii organicznej w przebadanych próbkach wynosi od 0,02% wag. do 0,82% wag. (TOC; mediana – 0,03% wag.). Wolne węglowodory występujące w tych skałach, wyrażone przez parametr S₁, wahają się w przedziale 0,02–0,09 mg HC/g skały (mediana – 0,06 mg HC/g skały), a rezydualny potencjał węglowodorowy, wyrażony parametrem S₂, wynosi od 0–0,12 mg HC/g skały (mediana – 0,05 mg HC/g skały). Potencjał węglowodorowy, wyrażony przez wskaźnik wodorowy H_i, wynosi od 0 mg HC/g TOC do 250 mg HC/g TOC (mediana – 100 mg HC/g TOC). Wartości wskaźnika T_{max} oscylują w granicach od 300°C do 484°C (mediana – 334°C), nie pozwalając na określenie stopnia przeobrażenia termicznego materii organicznej. Powyższe parametry i wskaźniki geochemiczne pozwalają uznać przebadane próbki wizenu za niemacierzyste.

Obszar „Chodzież” znajduje się w strefie występowania utworów karbonu dolnego. Numeryczne modelowania

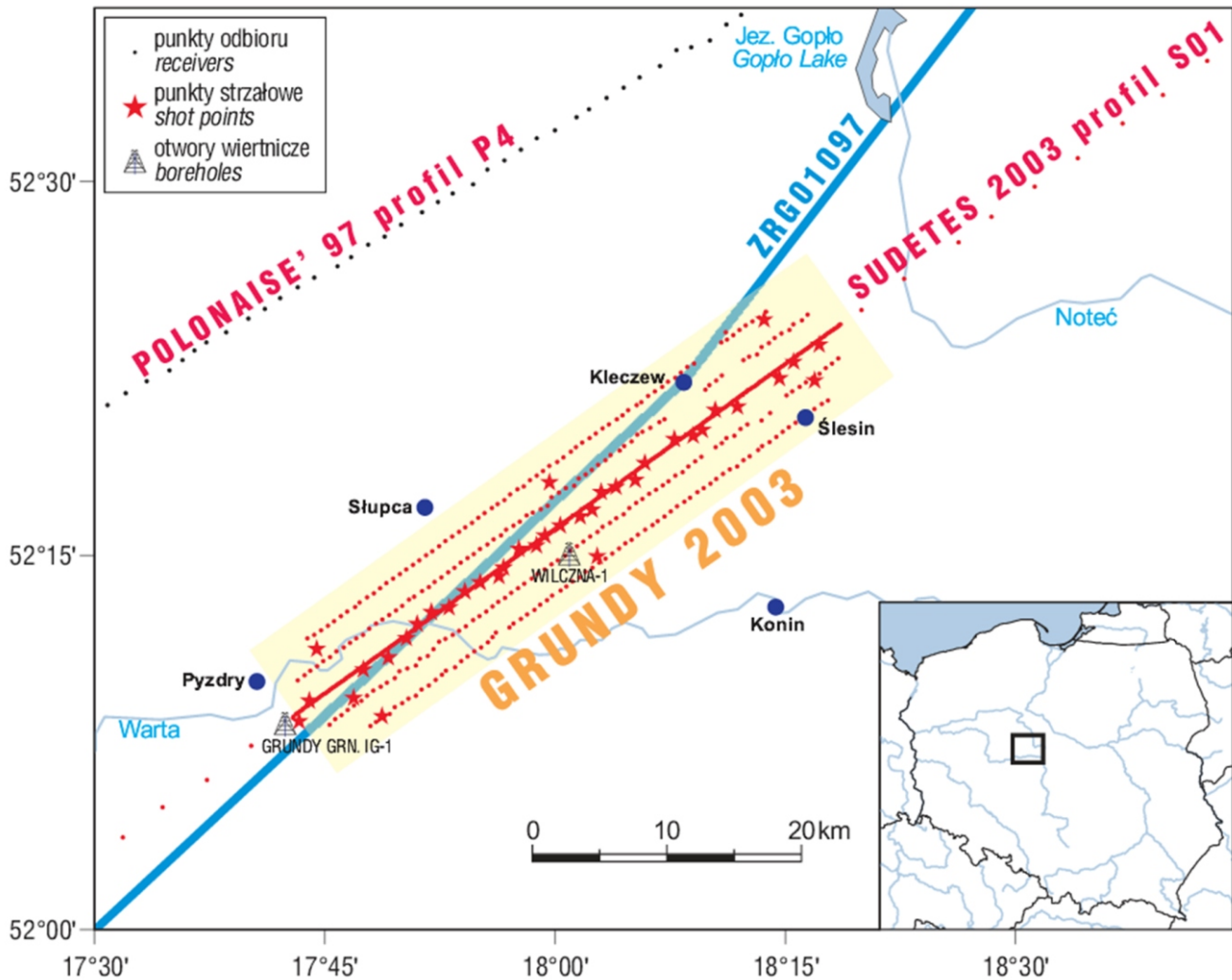


Figura 3.1. Geograficzna lokalizacja eksperymentu GRUNDY 2003. Zaznaczono także profile głębokich sondowań sejsmicznych (P4 i S01) oraz refleksyjny profil regionalny ZRG01097 (Śliwiński i in., 2006).

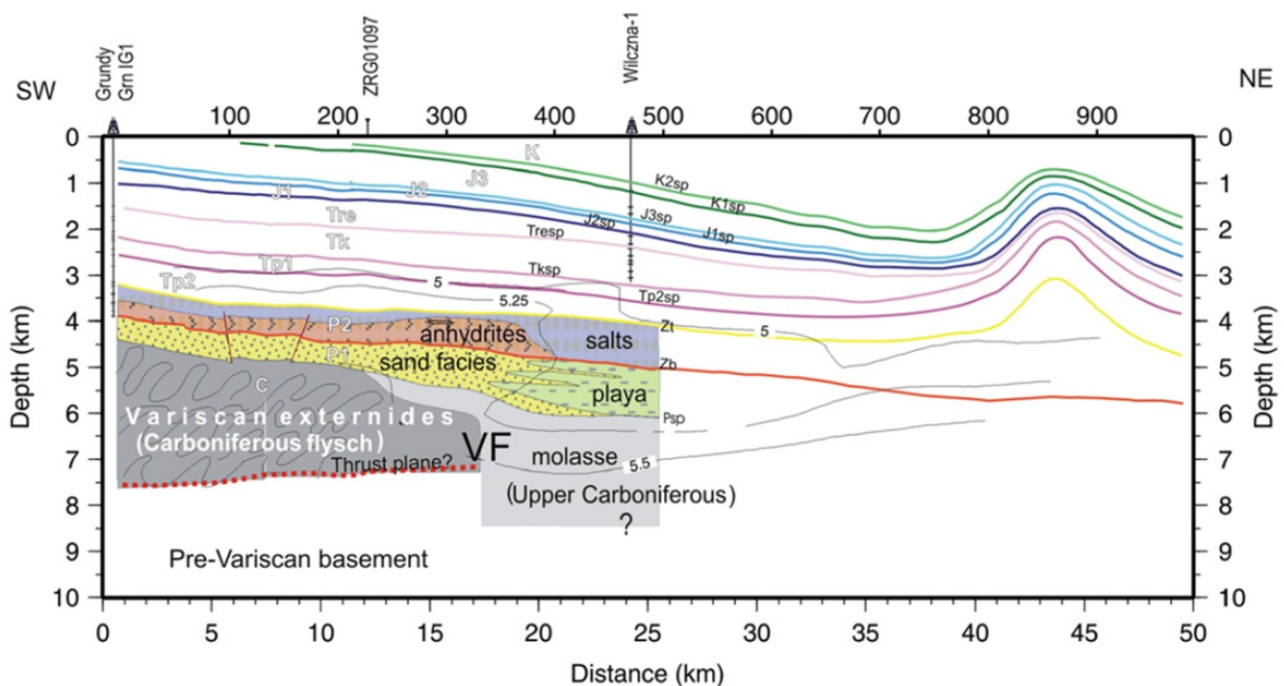


Figura 3.2. Fragment regionalnego przekroju głębokościowego ZRG01097 z interpretacją geologiczną wyników sejsmicznych eksperymentu GRUNDY 2003. K2 – kreda górna, K1 – kreda dolna, J3 – jura górna, J2 – jura środkowa, J1 – jura dolna, Tre – retyk, Tk – kajper, Tp2 – pstry piaskowiec środkowy, Zb – spąg cechsztynu, Zt – strop cechsztynu, Psp – spąg czerwonego spągowca (Malinowski i in., 2007). Lokalizacja na figurze 3.1.

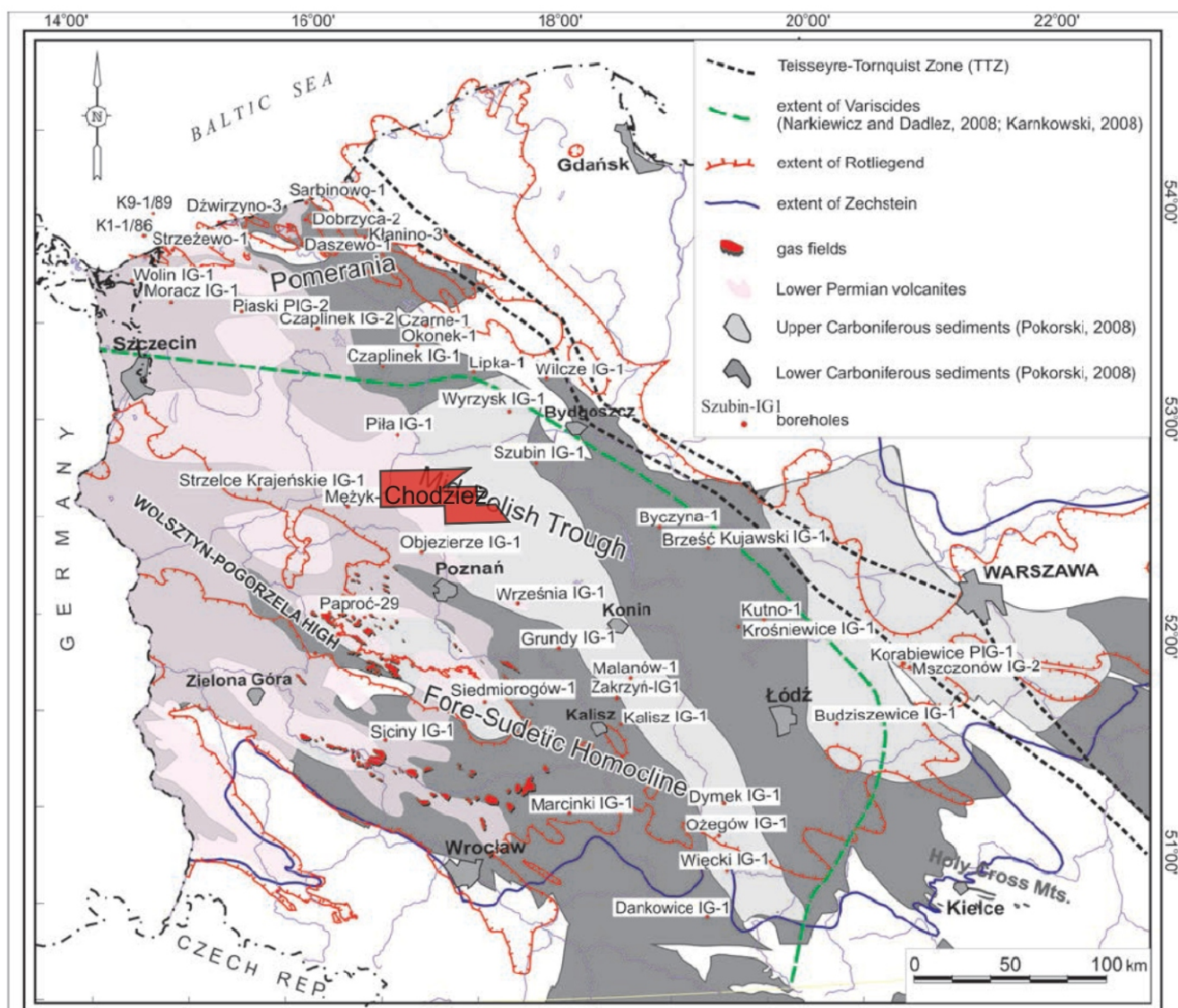


Figura 3.3. Mapa przedstawiająca główne elementy karbońsko-permskiego systemu naftowego w polskim basenie (wg Reicher, 2008). Zasięg utworów karbonu dolnego i górnego wg Pokorskiego (2008; Botor i in., 2013).

karbońsko-permskiego systemu naftowego basenu polskiego (Botor i in., 2013) sugerują, że obszar „Chodzież” znajduje się w strefie migracji węglowodorów ze skał macierzystych centralnej części basenu (modelowania nie brały pod uwagę lokalnej migracji wzdłuż stref nieciągłości; Fig. 3.4). Modelowania te wykazują również, że na tym obszarze karbońska materia organiczna może znajdować się na stopniu przeobrażenia odpowiadającemu fazie generowania gazu suchego i fazie przejrzalej względem generowania węglowodorów (1,5–3,5% R_o ; Fig. 3.5). Biorąc pod uwagę analizy Burzewskiego i in. (2009) można założyć, że skały macierzyste karbonu dolnego w obrębie obszaru przetargowego „Chodzież” cechowały się w historii geologicznej jednostkowym potencjałem genetycznym na poziomie 100 kg HC/m² basenu (Fig. 3.6).

3.3. ZAWARTOŚĆ WĘGLA ORGANICZNEGO W UTWORACH KARBONU, PERMU, TRIASU, JURY I KREDY

Ponieważ na obszarze „Chodzież” nie ma żadnego głębokiego wiercenia sięgającego do skał czerwonego

spągowca i karbonu, zostały wykorzystane dane z wiercenia Piła 1/IG 1 (Tab. 3.1 i 3.2), zlokalizowanego na północ od granicy obszaru „Chodzież”, oraz z wiercenia Wągrowiec IG 1 (Tab. 3.3 i 3.4), zlokalizowanego we wschodniej części obszaru przetargowego.

Otwór Piła IG 1

Utwory górnego triasu zawierają zróżnicowane ilości węgla organicznego (śr. 0,16%). Minimalna ilość C_{org} w tych utworach wynosi 0,01%, maksymalna ilość C_{org} to 0,60%. Bituminy w utworach górnego triasu występują w małej ilości (śr. 0,007%), ilość węglowodorów w bituminach jest zróżnicowana (od 16 do 46%). Węglowodory nasycone są w przeważającej ilości w stosunku do węglowodorów aromatycznych. Bituminy występujące w większej ilości, zawierające wysoki udział węglowodorów, mają charakter epigenetyczny.

Utwory środkowego triasu zawierają średnio 0,36% węgla organicznego. Minimalna ilość C_{org} w tych utworach wynosi 0,20%, maksymalna 0,60%. Bituminy w utworach środkowego triasu występują w ilości śr. 0,016%, w stopniu najwyższa ilość to 0,029%. Ilość węglowodorów w bituminach jest zróżnicowana (od 36 do 56%). Utwory triasu w tym otworze są mało

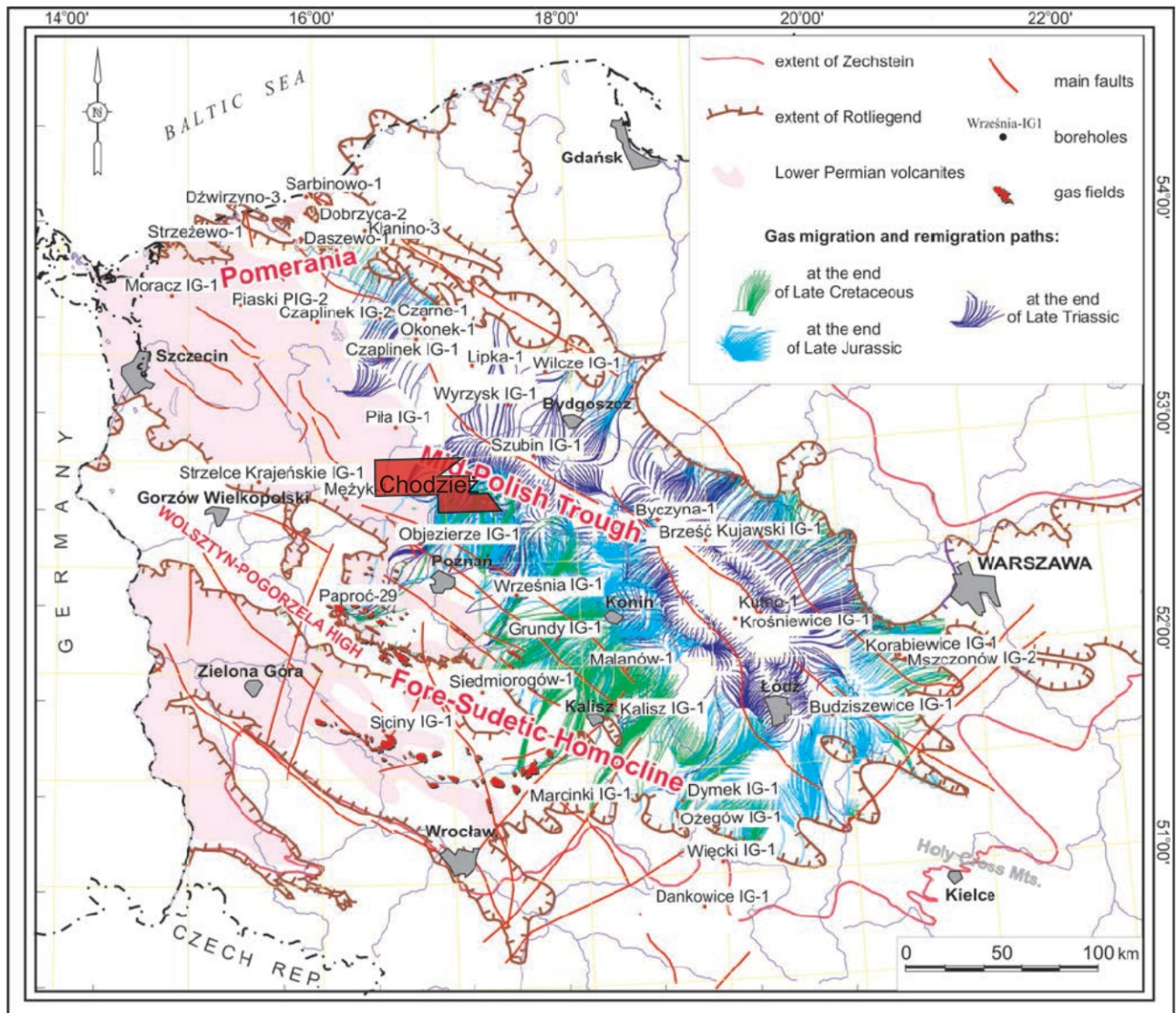


Figura 3.4. Mapa przedstawiająca ścieżki migracji gazu na tle rozprzestrzenienia zbiornikowych utworów czerwonego spągowca (wg Maćkowskiego i in., 2008, zmieniona; Botor i in., 2013).

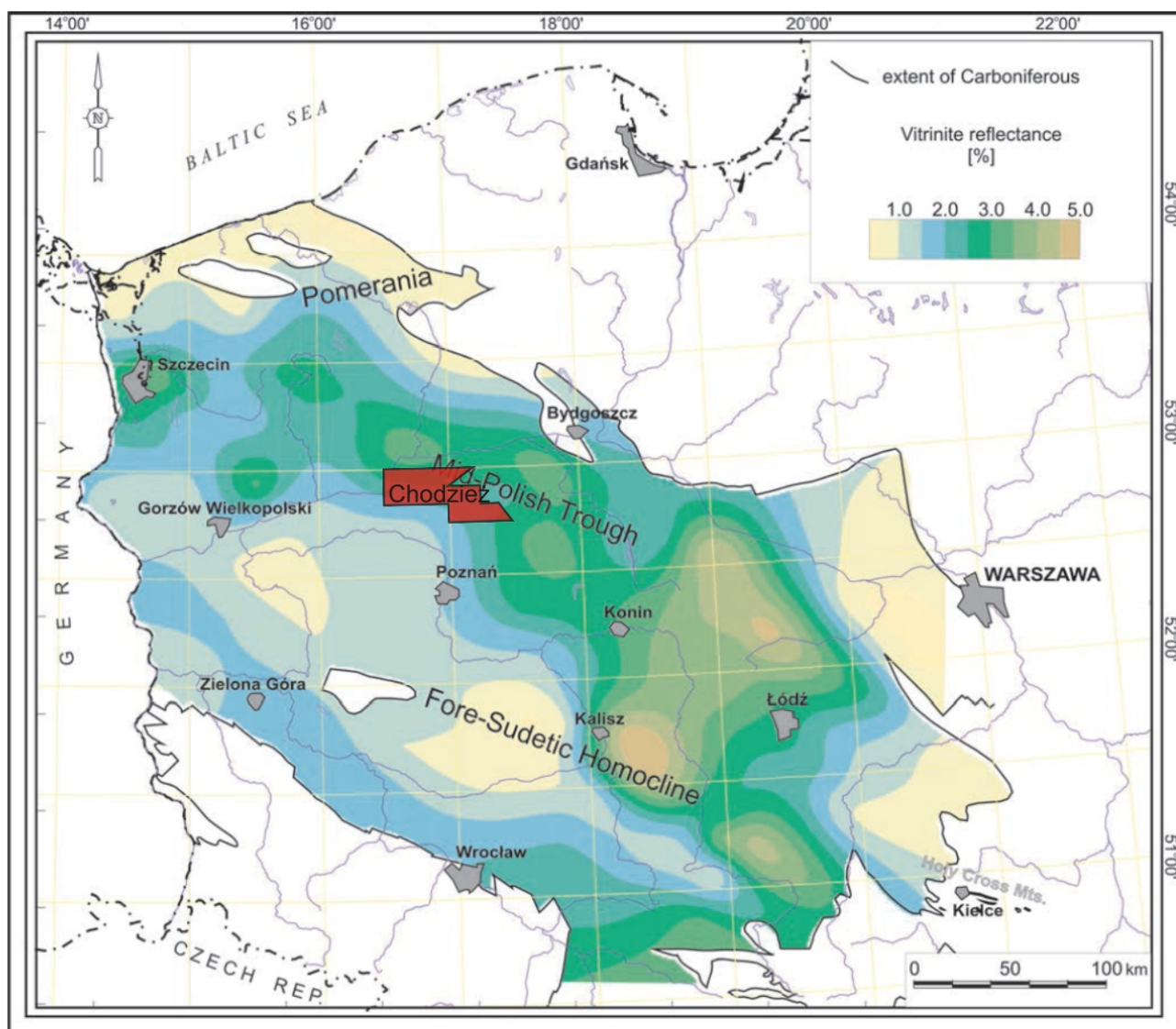


Figura 3.5. Mapa rozkładu dzisiejszej dojrzałości termicznej materii organicznej w stropie utworów karbonu (Botor i in., 2013).

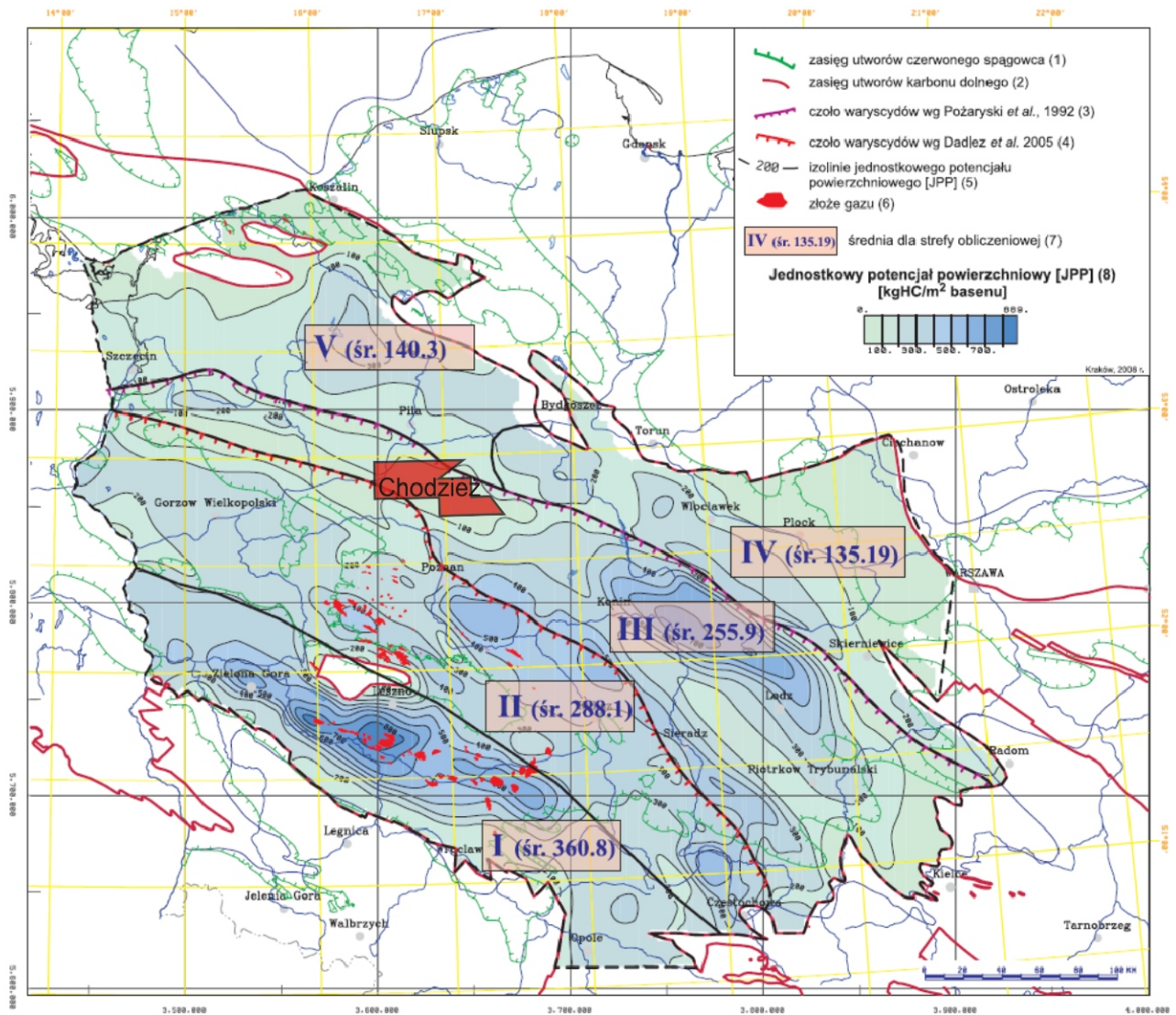


Figura 3.6. Mapa jednostkowego potencjału powierzchniowego (JPP) utworów karbonu dolnego (Burzewski i in., 2009).

Tabela 3.1. Średnia zawartość węgla organicznego w utworach karbonu, górnego permu oraz środkowego i górnego triasu w otworze Piła 1/IG 1

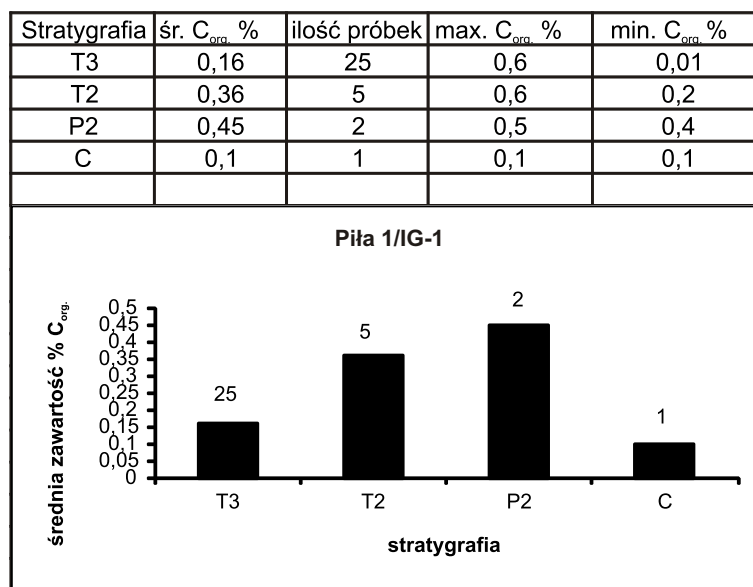


Tabela 3.2. Średnia zawartość % wag. bituminów w utworach karbonu, górnego permu oraz środkowego i górnego triasu w otworze Piła 1/IG 1

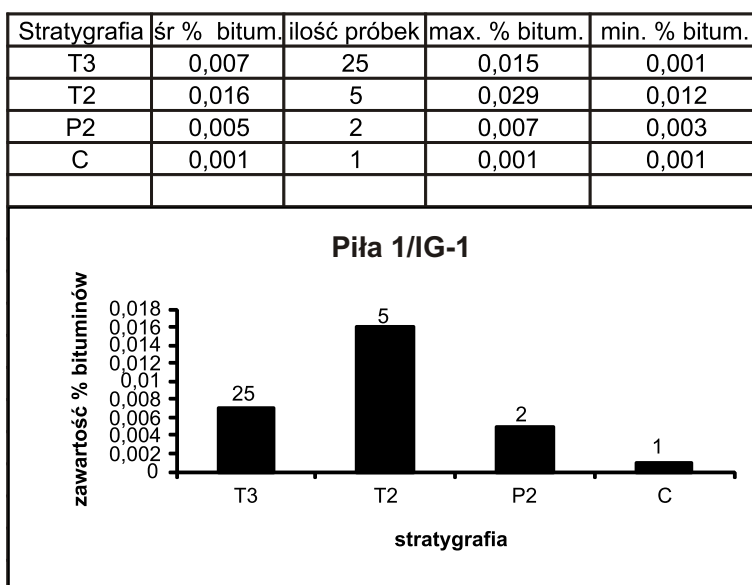
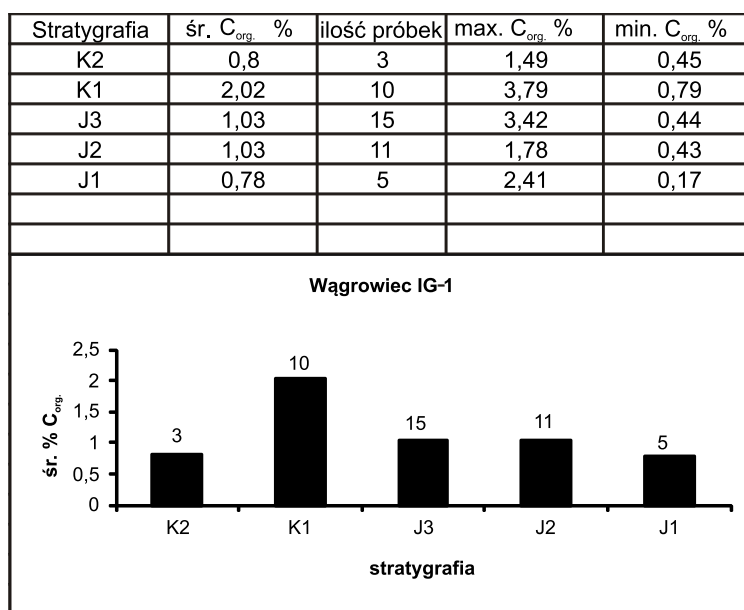


Tabela 3.3. Średnia zawartość węgla organicznego w utworach jury i kredy w otworze Wągrowiec IG 1



perspektywiczne dla generowania ropy naftowej i gazu ziemnego.

Słabo przebadane utwory górnego permu zawierają średnio 0,45% węgla organicznego. Minimalna ilość C_{org} w tych utworach wynosi 0,40%, maksymalna 0,50%. Bituminy w utworach górnego permu występują w bardzo małej ilości (śr. 0,005%).

Pojedyncza próbka z utworów karbonu wykazała, iż zawierają one śladową ilość węgla organicznego i bituminów.

Otwór Wągrowiec IG 1

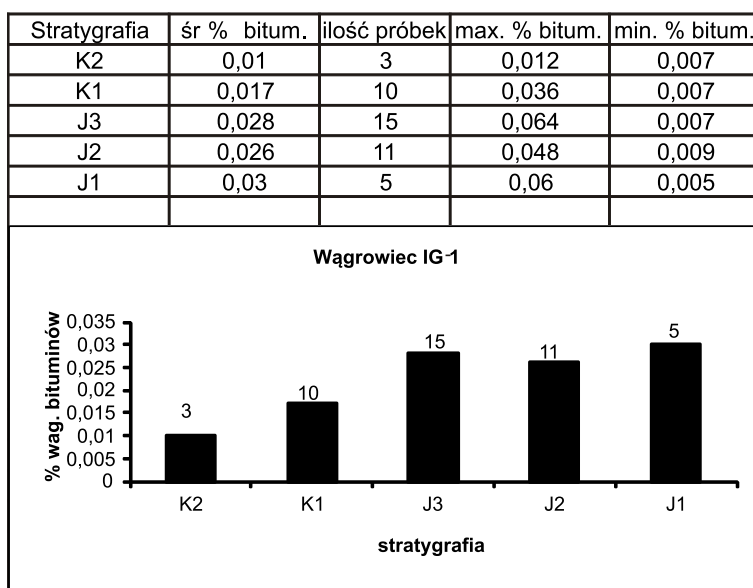
Utwory górnej kredy zawierają średnio 0,80% węgla organicznego. Minimalna ilość węgla organicznego w tych utworach wynosi 0,45%, natomiast maksymalna 1,49%. Zawartość bituminów wydzielonych z tych utworów średnio wynosi 0,010%;

minimalna ilość wynosi 0,007%, a maksymalna 0,012%. Udział węglowodorów w bituminach waha się od 17 do 29%.

Utwory dolnej kredy zawierają średnio 2,02% C_{org} ; minimalna ilość wynosi 0,79%, a maksymalna 3,79%. Zawartość bituminów wydzielonych z tych utworów waha się od 0,007% do 0,036% i średnio wynosi 0,017%. Udział węglowodorów w bituminach waha się od 13 do 40%.

Utwory górnej jury zawierają zróżnicowaną ilość węgla organicznego (śr. 1,03%). Minimalna ilość C_{org} w tych utworach wynosi 0,44%, a maksymalna – 3,42%. Bituminy w utworach górnej jury występują w ilościach 0,007–0,064% (śr. 0,028%); ilość węglowodorów w bituminach waha się od 4 do 51%.

Tabela 3.4. Średnia zawartość % wag. bituminów w utworach jury i kredy w otworze Wągrowiec IG 1



Utwory środkowej jury zawierają średnio 1,03% węgla organicznego. Minimalna ilość węgla organicznego w tych utworach wynosi 0,43%, natomiast maksymalna 1,78%. Zawartość bituminów wydzielonych z tych utworów średnio wynosi 0,026%, ale waha się od 0,009 do 0,048%. Udział węglowodorów w bituminach waha się od 7 do 21%.

Utwory dolnej jury średnio zawierają 0,78% C_{org} ; ilość węgla organicznego waha się od 0,17 do 2,41%. Zawartość wydzielonych bituminów średnio wynosi 0,030%; minimalna ilość to 0,005%, a maksymalna 0,060%. W wydzielonych bituminach udział węglowodorów wynosi od 9 do 56%. Podwyższona zawartość bituminów o wysokim udziale węglowodorów występująca w piaskowcach jest epigenetyczna z osadem.

Przebadane utwory kredy i jury w tym otworze są słabo przeobrażone.

3.4. WIEK I MECHANIZM GENERACJI, MIGRACJI I AKUMULACJI WĘGLOWODORÓW

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

Na obszarze przetargowym „Chodzież” nie jest zlokalizowany żaden głęboki otwór wiertniczy, dlatego poniższa

analiza jest taka sama jak w przypadku sąsiedniego obszaru „Piła”, na którym występuje zaledwie jeden głęboki otwór wiertniczy Piła 1/IG 1. Przewierca on perspektywiczne utwory zbiornikowe czerwonego spągowca oraz nawierca zaledwie 14 m warstwę utworów karbonu, które mogły stanowić potencjalną skałę macierzystą. Charakterystykę dotyczącą wieku i mechanizmu generacji, migracji i akumulacji węglowodorów dla obszaru przetargowego „Chodzież” wykonano na podstawie m.in. wyników modeli przeprowadzonych przez Batora (2008, 2011), Maćkowskiego i Reicher (2008), Góreckiego (2008) oraz Poprawę (2008).

W strefie obszaru „Chodzież” występuje karbońsko-dolnopermski system naftowy. Perspektywiczne skały, w których mogą występować złoża gazu ziemnego, to utwory klastyczne czerwonego spągowca. W strefie tej potencjalną skałę macierzystą są utwory karbonu dolnego, natomiast za uszczelnienie odpowiedzialne są ewaporaty cechsztynu.

Na podstawie wyników modeli dojrzałości termicznej (Fig. 3.7) skały macierzyste karbonu obecnie znajdują się w strefie przejrzalej (wymodelowane wartości refleksyjności wityritu wynoszą >3% R_o), zatem w strefie tej wyczerpany został potencjał generacyjny z utworów karbonu. Wysoka dojrzałość utworów karbońskich związana jest prawdopodobnie z istnieniem wulkanitów dolnopermskich w tym obszarze. Niemniej jednak główna faza generowania gazu ziemnego nastąpiła z początkiem triasu, kiedy skały macierzyste zostały pogrążone na głębokość około 3500 m, osiągając dojrzałość >1,3% R_o . Główna faza generowania trwała do końca jury, kiedy utwory karbonu zostały pogrążone na głębokość <6000 m, a ich dojrzałość wzrosła do >2,6% R_o . Wypiętrzanie i erozja, która miała miejsce z końcem kredy, zahamowały dalszy przyrost głębokości i dojrzałości, która ostatecznie została ukształtowana w tym właśnie czasie.

Czas generowania gazu ziemnego w obszarze „Chodzież” jest bardzo korzystny, ponieważ generowanie miało miejsce w mezozoiku, kiedy istniało już regionalne uszczelnienie ewaporatami cechsztynu utworów zbiornikowych czerwonego spągowca. Ponadto początek generacji odbył się również po intensywnej przebudowie tektonicznej fazy asturyjskiej, która miała miejsce w późnym karbonie i wczesnym permie,

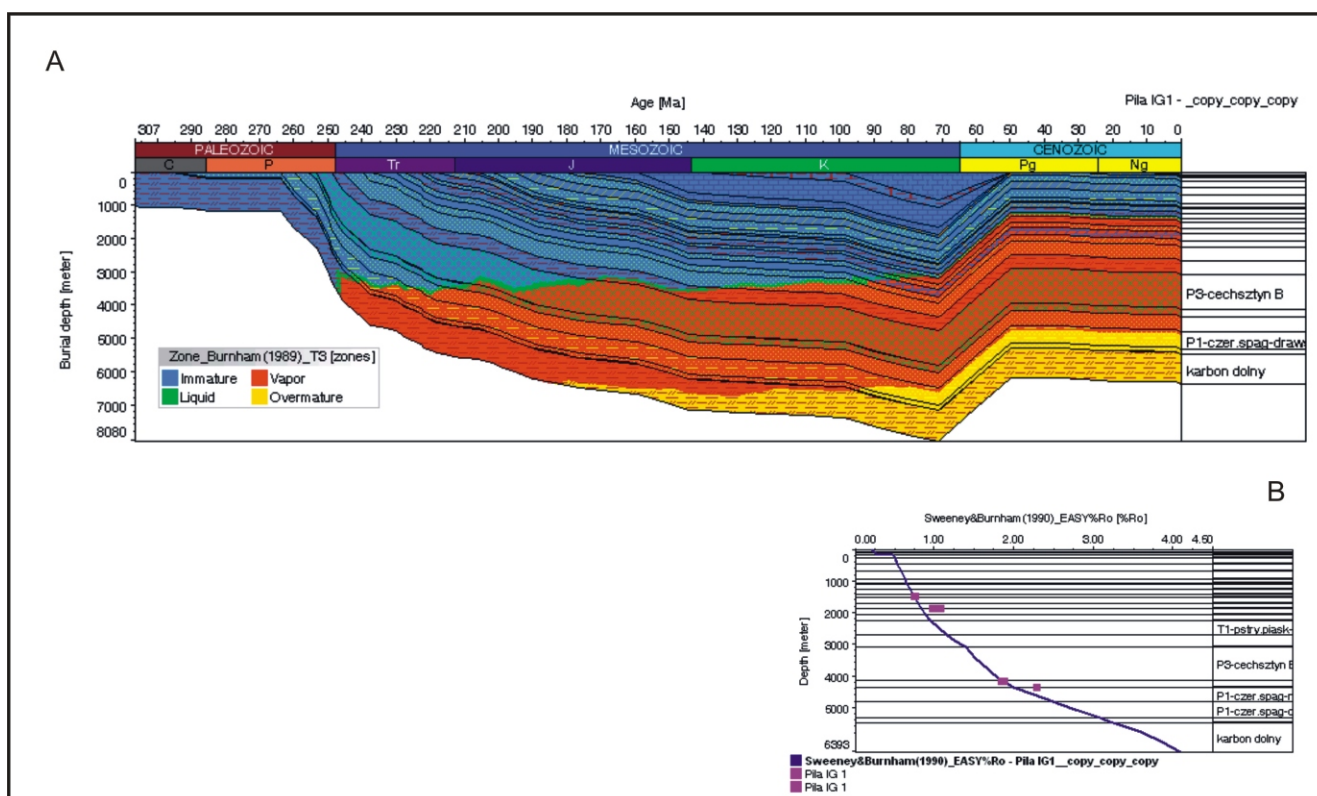


Figura 3.7. Model 1-D historii pograżania i dojrzałości termicznej dla otworu Piła 1/IG 1 (Botor, 2008).

prowadząc do rozformowania istniejących wówczas pułapek złożowych. Powyższe zależności mogły wpłynąć na akumulację i zachowanie się złóż w pułapkach dolnego permu.

Na obszarze „Chodzież” w spągu utworów czerwonego spągowca występuje pokrywa wulkanitów, która w znaczący sposób mogła ograniczyć migrację gazu ziemnego w większej skali. Pod pokrywą wulkaniczną dominowała migracja krótkodystansowa, koncentrująca się wokół stref rozłamów tektonicznych (Górecki i in., 2008). Główna faza migracji gazu ziemnego z utworów karbonu rozpoczęła się z początkiem triasu i trwała do jego schyłku. Główny strumień gazu migrował pod osadami plai, a następnie wulkanitów, w kierunku SW (w kierunku Objezierza). W pierwszej kolejności gaz napełniał pułapki związane z większymi strefami dyslokacyjnymi. Migracja gazu o charakterze krótkodystansowym odbywała się pionowymi ścieżkami migracji, związanymi ze strefami dyslokacyjnymi przecinającymi utwory wulkaniczne. Kolejna faza migracji gazu ziemnego mogła nastąpić w kredzie w wyniku wzrostu pograżenia.

Modelowania potwierdzają potencjał generacyjny gazu ziemnego utworów karbonu na obszarze „Chodzież”.

4. CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIEDZTWIE

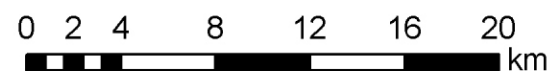
W granicach obszaru przetargowego „Chodzież” dotychczas nie udokumentowano złóż węglowodorów. W dalekim południowym sąsiedztwie obszaru znajdują się złoża ropy naftowej i gazu ziemnego (Fig. 4.1):

- około 39 km na S, eksploatowane złożo gazu ziemnego Młodasko (GZ 4709), udokumentowane w 1985 r. (Protas i in., 1985a);
 - około 43 km na S, eksploatowane złożo gazu ziemnego Jankowice (GZ 4708), udokumentowane w 1985 r. (Protas i in., 1985b; najnowszy dodatek: Chruścińska, 2014);
 - około 50 km na S, złożo gazu ziemnego Sędziny (GZ 4704), udokumentowane w 1978 r. (Ryba i in., 1978);
 - około 50 km na S, złożo gazu ziemnego Ceradz Dolny (GZ 4705), udokumentowane w 1978 r. (Błaszowska i Modzelewski, 1978).
- Oprócz wyżej wymienionych, w południowo-zachodnim sąsiedztwie występują jeszcze:
- około 38 km na SW, eksploatowane złożo ropy naftowej Grotów (NR 10254), udokumentowane w 2005 r. (Pikulski, 2006);
 - około 38 km na SW, eksploatowane złożo gazu ziemnego Podrzewie (GZ 4728), udokumentowane w 1981 r. (Krzysztofowicz i in., 1981);
 - około 42 km na SW, eksploatowane złożo gazu ziemnego Międzychód (GZ 9502), udokumentowane w 2003 r. (Pikulski 2003a);
 - około 42 km na SW, eksploatowane złożo gazu ziemnego Duszniki E (GZ 4726), udokumentowane w 1985 r. (Marciński i in., 1985; najnowszy dodatek: Burdzy i Taborski, 2010);
 - około 46 km na SW, eksploatowane złożo ropy naftowej Lubiatów (NR 9736), udokumentowane w 2003 r. (Pikulski 2003b; najnowszy dodatek: Szczawińska, 2004);
- Ponadto około 20 km na SE od obszaru przetargowego znajduje się PMG Mogilno (Fig. 4.1).

Figura 4.1. Złoża węglowodorów w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Chodzież”.

Obszary wytypowane
do postępowania przetargowego na koncesje
na poszukiwanie i rozpoznawanie
złóż węglowodorów oraz wydobywanie
węglowodorów ze złóż w 2018 r.

CHODZIEŹ



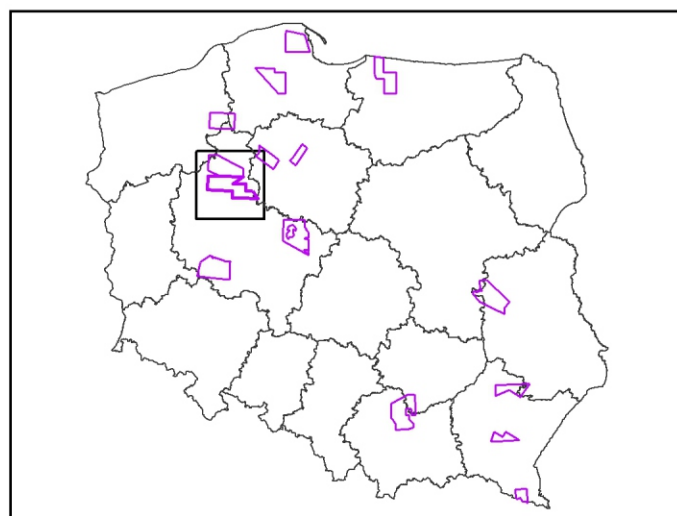
Układ współrzędnych: PL-1992

Objaśnienia

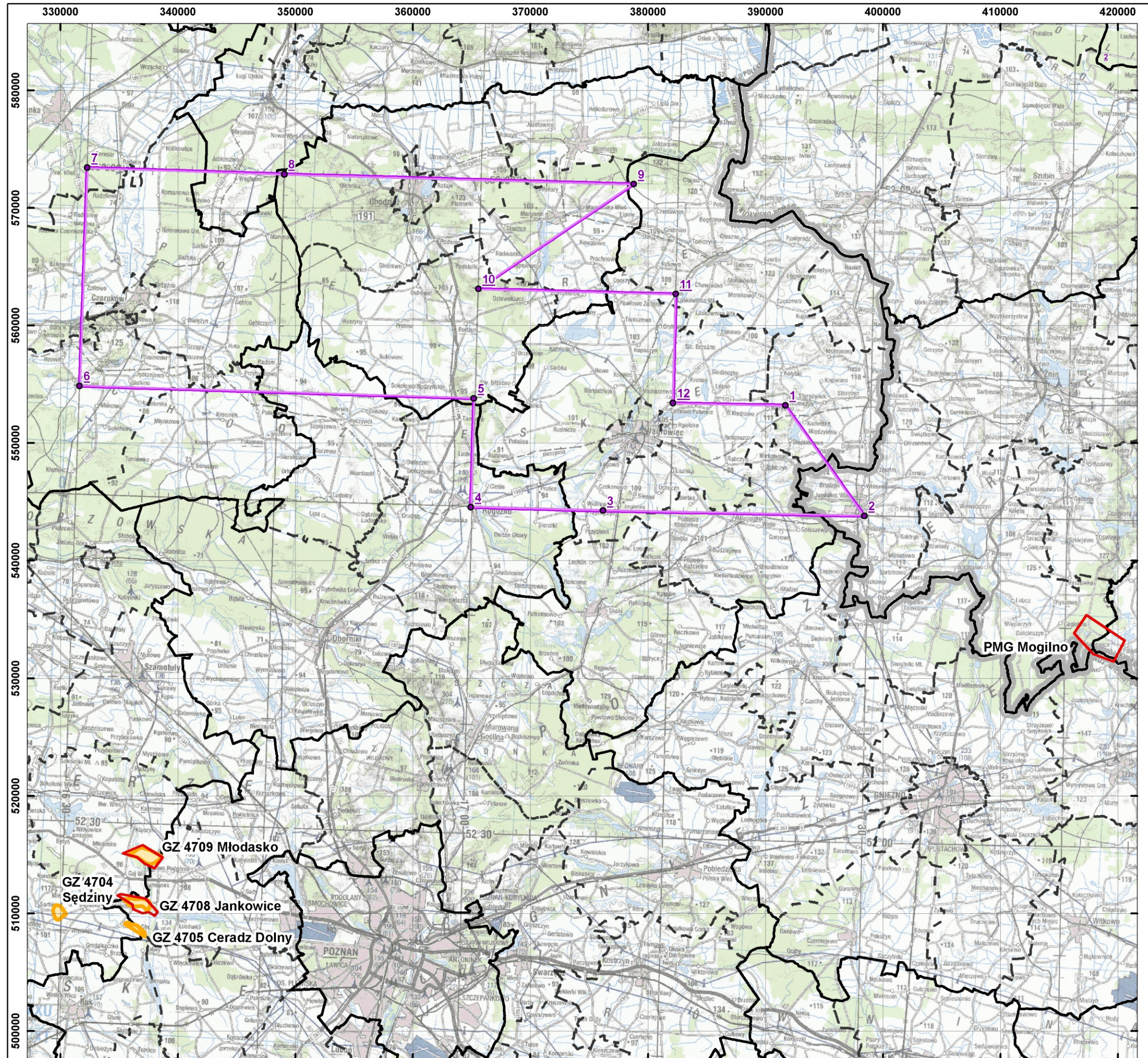
- obszary wytypowane do przetargu
- złoża węglowodorów
- obszary górnicze
- granice gmin
- granice powiatów
- granice województw

Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru Chodzież
układ współrzędnych PL-1992

Nr punktu	X	Y	Nr punktu	X	Y
1	553208,82	391696,38	7	573431,06	332289,06
2	543811,58	398404,58	8	572875,62	349057,65
3	544249,21	376171,46	9	572026,54	378791,78
4	544548,71	364927,26	10	563112,93	365568,76
5	553809,82	365184,38	11	562674,12	382371,14
6	554864,44	331642,37	12	553408,12	382145,42



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



Wymienione wyżej złoża gazu i ropy naftowej występują w pułapkach strukturalnych. Są to złoża konwencjonalne. Natomiast na obszarze przetargowym „Chodzież” można oczekiwać występowania niekonwencjonalnych złóż gazu typu *tight* (Wójcicki i in., 2014). Stąd żadne z wymienionych złóż nie stanowi analogii do potencjalnego odkrycia na obszarze „Chodzież”.

5. OTWORY WIERTNICZE

5.1. INFORMACJE OGÓLNE

Na obszarze przetargowym „Chodzież” i w jego bliskim sąsiedztwie znajdują się następujące otwory wiertnicze (Fig. 5.1):

Nazwa otworu	Głębokość [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
GOŚCIEJEWO 1	1537,0	jura
GOŚCIEJEWO 2	1692,5	jura
JANOWIEC 2	3043,2	perm górny
JANOWIEC 3	3133,0	trias dolny
MARUNOWO	503,1	kreda górna
OBJEZIERZE IG 1	5094,5	karbon
PIŁA 1/IG 1	5482,0	karbon
SZAMOTUŁY GEO 21	1482,0	jura górna
WĄGROWIEC IG 1	1960,0	trias

W granicach obszaru „Chodzież” nie ma żadnego otworu wiertniczego, który nawiercił utwory permu i karbonu. W związku z tym za reperowe postanowiono przyjąć dwa otwory wiertnicze, które znajdują się odpowiednio na południe (Objezierze IG 1) i na północ (Piła 1/IG 1) od granicy obszaru przetargowego. Wybór profilu Objezierze IG 1 został podyktowany tym, iż w kierunku południowym wzrasta prawdopodobieństwo występowania piaskowców eolicznych w profilu osadów czerwonego spągowca.

5.2. GOŚCIEJEWO 1

Głębokość otworu: 1537,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1967
Rdzenie: brak
Stratygrafia (CBDG, 2017):

0,00	81,00	czwartorzęd
81,00	187,00	neogen, paleogen
187,00	521,00	kampan
521,00	665,00	santon
665,00	690,00	koniak
690,00	807,00	turon
807,00	826,00	cenoman
826,00	828,00	alb górny
828,00	912,00	alb środkowy–barrem (formacja mogileńska)
912,00	920,00	hoteryw górny (ogniwo żychlińskie)

920,00	933,00	hoteryw dolny (ogniwo gniewkowskie)
933,00	938,00	walanżyn górny (ogniwo wierzchostawickie)
938,00	965,00	walanżyn dolny
965,00	1 015,00	tyton
1 015,00	1 360,00	kimeryd
1 360,00	1 476,00	oksford górny
1 476,00	1 502,00	oksford środkowy–oksford dolny
1 502,00	1 510,00	kelowej
1 510,00	1 537,00	baton górny

Geofizyka otworowa:

W Narodowym Archiwum Geologicznym PIG-PIB dostępna jest karta otworu Gościejowo 1 (Przybylski, 1967) wraz z wynikami geofizyki otworowej w następującym zakresie:

- mPO: mikroprofilowania oporności: 800–1042 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 3–1046 m, 1046–1528;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–294 m, 275–1050 m, 1075–1525 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 3–1046 m, 1046–1528 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 25–295 m, 331–1042 m, 800–1042 m, 1042–1530 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 25–295 m, 331–1042 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 25–295 m, 331–1042 m, 1042–1530 m;
- PT: profilowanie temperatury (TEMP): 12–1518 m.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

Przybylski, J. 1967. Karta otworu Gościejowo 1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 88607).

5.3. GOŚCIEJEWO 2

Głębokość otworu: 1692,5 m
Rok zakończenia wiercenia: 1967
Rdzenie: brak
Stratygrafia (CBDG, 2017):

0,00	70,00	czwartorzęd
70,00	210,00	neogen, paleogen
210,00	300,00	mastrycht
300,00	809,00	kampan
809,00	1041,00	santon
1041,00	1110,00	koniak
1110,00	1276,50	turon
1276,50	1319,00	cenoman
1319,00	1321,00	alb górny
1321,00	1515,50	kreda dolna
1515,50	1692,50	jura

Geofizyka otworowa:

W Narodowym Archiwum Geologicznym PIG-PIB dostępna jest karta otworu Gościejowo 2 (Przybylski, 1968) wraz z wynikami geofizyki otworowej wykonanej w następującym zakresie:



Figura 5.1. Głębokie otwory wiertniczne na obszarze przetargowym „Chodzież” i w jego bliskim sąsiedztwie.

– PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 3–1476 m, 1474,5–1686,5 m;	431,00	449,00	hoteryw–walańżyn górny (formacja włocławska)
– PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25–350 m, 250–950 m, 925–1470 m, 1475–1685 m;	449,00	457,00	walańżyn dolny
– PNG: profilowanie neutron–gamma: 3–1476 m, 1474,5–1686,5 m;	457,00	494,00	berias dolny–tyton
– PO: profilowania oporności standardowe A0.5M0.1N: 957,5–1474,5 m, 1425–1686,5 m;	494,00	610,00	kimeryd górny
– PO: profilowania oporności standardowe A1.0M0.1N: 957,5–1474,5 m, 1425–1686,5 m;	610,00	713,00	kimeryd dolny
– PO: profilowania oporności standardowe A2.0M0.5N: 957,5–1474,5 m, 1425–1686,5 m;	713,00	1 004,50	oksford
– PO: profilowania oporności standardowe A5.7M0.4N: 957,5–1474,5 m, 1425–1686,5 m;	1 004,50	1 094,00	kelowej–bajos górny
– PO: profilowania oporności standardowe A8.0M1.0N: 957,5–1474,5 m, 1425–1686,5 m;	1 094,00	1 172,00	jura dolna
– PO: profilowania oporności standardowe B4.48A1.62M: 43–357 m, 250–955 m;	1 172,00	1 413,00	retyk–noryk
– PO: profilowania oporności standardowe B5.7A0.4M: 43–357 m, 250–955 m;	1 413,00	1 763,00	karnik
– PO: profilowania oporności standardowe M5.28A0.81B: 43–357 m, 250–955 m;	1 413,00	1 570,00	warstwy gipsowe górne
– PO: profilowania oporności standardowe N5.7M0.4A: 957,5–1474,5 m, 1425–1686,5 m;	1 570,00	1 651,00	piaskowiec trzciniowy
– PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 47–357 m, 250–955 m, 957,5–1474,5 m, 1425–1686,5 m;	1 651,00	1 763,00	warstwy gipsowe dolne
– PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 43–357 m, 250–955 m, 950–1686,5 m, 957,5–1474,5 m.	1 763,00	2 060,00	trias środkowy
	1 763,00	1 832,00	kajper dolny
	1 832,00	1 878,00	wapień muszlowy górny
	1 878,00	1 922,00	wapień muszlowy środkowy
	1 922,00	1 990,00	warstwy piankowe
	1 990,00	2 036,00	warstwy faliste
	2 036,00	2 060,00	warstwy margliste
	2 060,00	2 972,00	trias dolny
	2 060,00	2 183,00	ret
	2 183,00	2 304,50	formacja półczyńska
	2 304,50	2 486,00	formacja pomorska
	2 486,00	2 972,00	formacja bałtycka
	2 972,00	3 043,20	perm górny (sól kamienna młodsza Na3)

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

Przybylski, J. 1968. Karta otworu Gościejewo 2. CAG PIG, Warszawa (Inw. 88608).

5.4. JANOWIEC 2

Głębokość otworu: 3043,2 m
Rok zakończenia wiercenia: 1968
Rdzenie: brak
Stratygrafia (CBDG, 2017):

0,00	57,00	czwartorzęd
57,00	162,00	paleogen, neogen
162,00	334,00	turon
334,00	352,00	cenoman
352,00	354,00	alb górny
354,00	431,00	alb środkowy–barrem (formacja mogileńska)

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej (Wróbel i in., 1969) znajdują się wyniki analiz fizykochemicznych 10 próbek rdzeni (Tab. 5.1).

Geofizyka otworowa:

W Narodowym Archiwum Geologicznym PIG-PIB dostępna jest dokumentacja wynikowa otworu Janowiec 2 (Wróbel i in., 1969) wraz z wynikami geofizyki otworowej wykonanej w następującym zakresie:

- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 5–2977,75 m, 2450,25–3038,75 m;
- PNG: profilowanie neutron–gamma: 6–2977,75 m, 6,25–1588,75 m, 1549,25–2565,75 m, 2451–3038,75 m;
- PO: profilowanie oporności EL09: 25,75–225,75 m, 27–2974,5 m, 1500,5–1915,5 m, 1926,25–2489,75 m, 2567,75–2974,5 m;
- PO: profilowanie oporności EN10: 25,75–2974,75 m, 210,5–1586,75 m, 2432,25–2562,75 m;

Tabela 5.1. Wyniki badań petrofizycznych w otworze Janowiec 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wróbel i in., 1969)

Głębokość [m]	Stratygrafia	Porowatość całkowita [%]	Przepuszczalność pozioma [mD]
502,45	kimeryd górny	22,65	244,98
513,55		22,18	209,99
1271,65	retyk–noryk	18,43	190,55
1272,45		18,18	222,72
1805,0	trias środkowy, kajper dolny	7,28	
1809,7		2,08	0,36
2415,6	trias dolny, formacja pomorska	0,77	0,34
2416,6		1,71	0,78
2413,6		1,1	0,42
2414,6		0,28	1,85

- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 0,25–2977,75 m, 25,5–226,75 m, 201,25–1589,5 m, 1500,75–1911 m, 1918–2486,25 m, 2425,25–2562,75 m, 2565,5–2977,75 m.

W NAG PIG-PIB dostępna jest również dokumentacja z pomiarów sejsmometrycznych w odwiercie Janowiec 2 (Burchat, 1968), w której znajdują się wyniki pomiarów wykonanych w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG dostępne są pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–2580 m;
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–2580 m;
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 90–2590 m;
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 90–2590 m;
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 90–2590 m;
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 90–2590 m;
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–2580 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Przy głębokości 1930–1933 m (warstwy piankowe) stwierdzono zanik 47 m³ płuczki w ciągu 7,5 h.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

Burchat, B. 1968. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Janowiec 2. CAG PIG, Warszawa (Inw. J15VS).

Wróbel, J., Kicman, W., Lisiecki, T. 1969. Dokumentacja wynikowa otworu Janowiec 2. CAG PIG, Warszawa (Inw. 110612).

5.5. JANOWIEC 3

Głębokość otworu: 3133,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1969

Rdzenie: 500–3133 m, 93 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Chmielniku

Stratygrafia (CBDG, 2017):

0,00	45,00	czwartorzęd
45,00	149,00	paleogen, neogen
149,00	226,00	santon
226,00	264,00	koniak
264,00	450,00	turon
450,00	499,00	cenoman
499,00	501,00	alb górny
501,00	630,00	alb środkowy–barrem (formacja mogileńska)

630,00	635,00
635,00	646,50
646,50	685,00
685,00	794,00
794,00	895,00
895,00	1 183,00
1 183,00	1 199,00
1 199,00	1 238,50
1 238,50	1 271,50
1 271,50	1 359,00
1 359,00	2 090,00
1 359,00	1 640,00
1 640,00	1 845,00
1 845,00	1 940,00
1 940,00	2 090,00
2 090,00	2 437,00
2 090,00	2 212,00
2 212,00	2 241,50
2 241,50	2 284,00
2 284,00	2 437,00
2 437,00	3 133,00
2 437,00	2 591,00
2 591,00	2 733,00
2 733,00	2 934,00
2 934,00	3 133,00

hoteryw
walanżyn
berias dolny–tyton
kimeryd górny
kimeryd dolny
oksford
kelowej
baton
bajos górny
pliensbach
trias górny
retyk
warstwy gipsowe górne
piaskowiec trzcinowy
warstwy gipsowe dolne
trias środkowy
kajper dolny
wapień muszlowy górny
wapień muszlowy środkowy
wapień muszlowy dolny
trias dolny
ret
formacja półczyńska
formacja pomorska
formacja bałtycka

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej (Wróbel i Kicman, 1970) znajdują się wyniki analiz fizykochemicznych 6 próbek rdzeni (Tab. 5.2).

Geofizyka otworowa:

W Narodowym Archiwum Geologicznym PIG-PIB dostępna jest dokumentacja wynikowa otworu Janowiec 2 (Wróbel i Kicman, 1970) wraz z wynikami geofizyki otworowej wykonanej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań dostępne są pliki LAS):

- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 1–2957 m;
- PNG: profilowanie neutron–gamma: 15–2957 m;
- PO: profilowanie oporności EL03: 15–3093 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 10–3070 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Nie stwierdzono

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

Wróbel, J., Kicman, W. 1970. Dokumentacja wynikowa otworu Janowiec 3. CAG PIG, Warszawa (Inw. 106143).

Tabela 5.2. Wyniki badań petrofizycznych w otworze Janowiec 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Wróbel i Kicman, 1970)

Głębokość [m]	Stratygrafia	Porowatość całkowita [%]	Przepuszczalność pozioma [mD]
502,45	formacja mogileńska	22,65	244,98
513,55		22,18	209,99
1147,1	oksford	8,96	0,001
1271,65	pliensbach	18,43	190,55
1272,4		19,24	285,646
1272,45		18,18	222,72

5.6. MARUNOWO

Głębokość otworu: 503,1 m
Rok zakończenia wiercenia: 1957
Rdzenie: brak
Stratygrafia (CBDG, 2017):

0,00	68,50	czwartorzęd
68,50	192,30	paleogen, neogen
192,30	400,00	santon
400,00	454,00	koniak
454,00	503,10	turon

2 895,00	2 940,00	formacja rewalska
2 940,00	3 156,00	sól kamienna młodsza Na3
3 156,00	3 180,00	anhydryt główny A3
3 180,00	3 183,00	dolomit płytowy łącznie z szarym iłem solnym
3 183,00	3 184,00	anhydryt kryjący A2r
3 184,00	3 428,00	sól kamienna starsza Na2
4 008,00	4 044,50	rewalska formacja (fm)
4 044,50	4 110,50	sól kamienna najstarsza Na1
4 110,50	4 141,00	anhydryt dolny A1d
4 141,00	4 144,00	wapień cechsztyński Ca1, łupek miedzionośny T1
4 144,00	4 595,00	czerwony spągowiec
4 595,00	5 094,50	karbon

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

Raczyńska, A., Jaskowiak, M. 1957. Karta otworu Marunowo I.G.-I. CAG PIG, Warszawa (Inw. 54771).

5.7. OBJEZIERZE IG 1

Głębokość otworu: 5094,5 m
Rok zakończenia wiercenia: 1987
Rdzenie: 1148–5094,5 m, 394 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Halinowie
Stratygrafia (CBDG, 2017):

0,00	57,50	czwartorzęd
57,50	183,50	miocen
183,50	257,00	oligocen
257,00	312,50	santon górny
312,50	370,00	alb górny
370,00	387,50	hoteryw górny
387,50	435,00	berias dolny
435,00	530,00	tyton
530,00	654,00	kimeryd górny
654,00	853,00	kimeryd dolny
853,00	1 034,50	oksford
1 034,50	1 041,00	kelowej
1 041,00	1 079,00	baton górny
1 079,00	1 125,00	baton środkowy
1 125,00	1 168,00	baton dolny
1 168,00	1 189,00	bajos górny
1 189,00	1 196,00	bajos dolny
1 196,00	1 286,50	toark górny (formacja borucicka)
1 286,50	1 448,50	toark dolny (formacja ciechocińska)
1 448,50	1 616,50	plienbach górny (formacja komorowska)
1 616,50	1 703,00	plienbach dolny (formacja łobeska)
1 703,00	1 860,00	synemur–hettang (fm ostrowiecka, skłobska i zagajska)
1 860,00	1 938,50	retyk (warstwy z Trileites)
1 938,50	2 197,00	noryk (warstwy zbąszyńskie i jarkowskie)
2 197,00	2 555,00	karnik
2 197,00	2 295,00	kajper górny
2 295,00	2 555,00	gipsowe warstwy dolne
2 555,00	2 608,00	trias środkowy
2 608,00	2 895,00	trias dolny (pstry piaskowiec dolny)
2 895,00	4 595,00	perm

Geofizyka otworowa i własności zbiornikowe opróbowanych interwałów:

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

W formie cyfrowej w NAG PIG-PIB dostępne są zarówno odcinkowe, jak i dla wybranych pomiarów (profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma, profilowanie średnicy, profilowanie neutron-gamma, profilowanie akustyczne, dwa klasyczne profilowania oporności) – połączone krzywe geofizyki otworowej. Niektóre połączone krzywe (profilowanie średnicy, profilowanie akustyczne, dwa klasyczne profilowania oporności) charakteryzują się brakiem danych w interwale ok. 4144–4190 m, mimo że dane te są dostępne w pomiarach odcinkowych. Wynika to prawdopodobnie z faktu, że pomiary te mogły być przeprowadzone w częściowo zarzuconym odcinku otworu.

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

- profilowanie średnicy (CALI) – od głębokości 4153 m,
- profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma (GR),
- profilowanie neutron-gamma (NEGR),
- profilowanie gamma-gamma (GGDN),
- klasyczne profilowania oporności sondami o różnych rozstawach:
 - EL09 i EN10 – w całości utworów czerwonego spągowca poza interwałem ok. 4150–4157 m
 - EL14 i EL26 – do głębokości ok. 4149 m,
- sterowane profilowanie oporności (LL3) – do głębokości 4150 m,
- profilowanie akustyczne (DT),
- profilowanie temperatury w warunkach nieustalonej równowagi termicznej (TEMP) – do głębokości 4155 m.

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

*Pomiary geofizyki otworowej wykonane
w utworach czerwonego spągowca*

W otworze Objezierze IG 1 w perspektywnym interwale czerwonego spągowca (4144–4595 m) wykonano następujące badania geofizyki otworowej analogowymi zestawami aparatur:

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

Interpretacje pomiarów dostępne w NAG PIG-PIB

Dokumentacja końcowa odwiertu Objezierze IG 1 (Deczkowski, 1989) zawiera następującą charakterystykę utworów czerwonego spągowca:

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

Opis własności zbiornikowych zestawiono w tabeli 5.3. We wnioskach końcowych dot. utworów czerwonego spągowca stwierdzono, że „charakterystyka geofizyczna nie wskazuje na możliwość akumulacji bituminów w obrębie wydzielonych poziomów zbiornikowych” (Deczkowski, 1989).

Charakterystyka hydrodynamiczna i hydrochemiczna poziomów zbiornikowych:

Celem opróbowania było przebadanie poziomów zbiornikowych w celu rozpoznania perspektyw ropy i gazonośności utworów czerwonego spągowca i jego podłoża. Badaniami objęto trzy horyzonty w obrębie piaskowców i mułowców czerwonego spągowca: w czasie wiercenia interwał 4173,0–4160,0 m i 4195,0–4160,0 m oraz po zakończeniu wiercenia interwał 4160,0–4141,0 m. Ponadto po zakończeniu wiercenia przebadano utwory karbonu (na głębokości 5094,5–5010,0 m), cechsztynu (na głębokości 2917,0–2900,0 m), jury środkowej (na głębokości 1183,0–1168,0 m) i kredy dolnej (na głębokości 354,0–320,0 m). Typowanie poziomów zbiornikowych do badań przeprowadzono na podstawie interpretacji wyników badań geofizycznych, opisu rdzeni wiertniczych, wyników badań laboratoryjnych rdzeni wiertniczych i wyników obserwacji objawów podczas wiercenia. Analizy laboratoryjne wód i gazów wykonano w Laboratorium Zakładu Geochemii i Chemii Analitycznej Instytutu Geologicznego w Warszawie.

*Poziom zbiornikowy 4173,0–4160,0 m
(perm–czerwony spągowiec – piaskowce, mułowce)*

Opróbowanie wykonano przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-95. Badany poziom zbiornikowy przewiercano przy użyciu płuczki barytowo-solno-skrobiowej o gęstości 1,80–1,20 g/cm³ i filtracji 6,5. Przy przewiercaniu części stropowej badanego poziomu, o miąższości 4,0 m, zastosowano płuczkę barytową. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach 168,3 mm na głębokości 4150,0 m. Opróbowano poziom odsłonięty pod rurami 168,3 mm (otwór „bosy”). Opróbowanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przypiływu:

I okres przypiływu: czas 17,5 min, ciśnienie 206,8·10³ hPa

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

II okres przypiływu: czas 242 min, ciśnienie 209,0–213,2·10³ hPa

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

Zastosowano zalewkę z wody zwykłej, zalewając 2100 m przewodu wiertniczego nad próbnikiem. W początkowych 42 minutach drugiego okresu przypiływu obserwowano słaby i przerywany wypływ powietrza z przewodu wiertniczego, który następnie ustał. W wyniku opróbowania uzyskano śladowy przypiływ gazu palnego. W trakcie wyciągania próbnika

Tabela 5.3. Własności zbiornikowe interwałów opróbowanych w otworze Objezierze IG 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Deczkowski, 1989)

Interwał	Litologia	Wł. zbiorn. porowatość [%]	Nasycenie
4144–4163	poziom o nieokreślonej charakterystyce złożowej i kolektorskiej		
4176–4179	piaskowce zlepieńcow.	słabe 11– max 13	solankowo-gazowe
4179–4216	piaskowce, zlepieńce	słabe 3–11	zawodnione
4218–4242	piaskowce, zlepieńce	średnie 3–15	zawodnione
4252–4337	piaskowce, zlepieńce	średnie 3–15	zawodnione
4346,5–4352	piaskowce, zlepieńce	słabe max 10	zawodnione
4567,5–4572,5	piaskowiec	b. słabe 5–7	zawodnione

stwierdzono zgazowanie zalewki wodnej w siedmiu pasach przewodu wiertniczego. Z powodu braku wystarczającej stabilizacji krzywej wzrostu ciśnienia nie określono ciśnienia złożowego. Przebieg odbudowy ciśnienia wskazuje na bardzo niską przepuszczalność opróbowywanych piaskowców. Wyklucza się możliwość uszkodzenia strefy przyodwiertowej. Skład gazu zestawiono w tabeli 5.4.

Tabela 5.4. Skład chemiczny gazu z poziomu opróbowanego na głęb. 4173,0–4160,0 m w otworze Objezierze IG 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Deczkowski, 1989)

Składnik	% obj.	Składnik	% obj.
CH ₄	35,99	C ₄ H ₁₀	0,01
C ₂ H ₆	0,04	H ₂	45,37
C ₂ H ₄	0,01	CO ₂	9,07
C ₃ H ₆	0,01	N ₂	9,50

Suma węglowodorów wynosi ponad 36% obj., a suma składników palnych ponad 81% obj. Jest to gaz palny, bezgazolinowy, z bardzo wysoką domieszką wodoru pochodzącego z fermentacji płuczeki.

*Poziom zbiornikowy 4195,0–4160,0 m
(perm–czerwony spągowiec – piaskowce, mułowce)*

Opróbowanie wykonano przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-95. Badany poziom zbiornikowy przewiercano stosując płuczkę solno-skrobiową. W strefie badań otwór był zatłoczony płuczką solno-skrobiową o gęstości 1,23 g/cm³. Uszczelniając próbnika zapięto w rurach 168,3 mm na głęb. 4148,0 m. Opróbowano poziom odsłonięty pod rurami 168,3 mm (otwór „bosy”). Opróbowanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przypiływu:

I okres przypiływu: czas 19,5 min, ciśnienie 219,0–219,7·10³ hPa

I okres odbudowy ciśnienia: czas 238,5 min, ciśnienie 219,7–454,7·10³ hPa

II okres przypiływu: czas 1442,5 min, ciśnienie 221,3–259,3·10³ hPa

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

Zastosowano zalewkę z wody zwykłej, zalewając 2212 m przewodu wiertniczego nad próbnikiem. Podczas pierwszego okresu przypiływu obserwowano słaby wypływ powietrza, który w drugim okresie był już bardzo słaby i przerywany. W wyniku opróbowania uzyskano niewielki przypiływ solanki, zgazowanej gazem palnym. Przypiływ solanki wyniósł około 1,5 m³ w łącznym czasie 1462 minut. Średnie natężenie przypiływu określono na 0,053 m³/h. Zwierciadło płynu w przewodzie wiertniczym stwierdzono na głęb. 1536 m, jednak nie uzyskano jego stabilizacji (zwierciadło wykazywało tendencję wzrostową). Ciśnienie złożowe (z interpretacji) określono na 467·10³ hPa, jednak wartość tą należy traktować jako przybliżoną wskutek słabej stabilizacji odbudowy krzywych wzrostu ciśnienia. Gradient ciśnienia złożowego określono w wysokości 1,12·10³ hPa/10 m. Badany poziom odznacza się niską przepuszczalnością. Strefa przyodwiertowa nie uległa uszkodzeniu.

Próbę solanki uznano za nieskażoną i reprezentatywną dla badanego poziomu. Solanka posiadała mineralizację 247 g/dm³, gęstość 1,65 g/cm³ i odczyn 5,81 w skali pH. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli 5.5.

Tabela 5.5. Skład chemiczny solanki z poziomu opróbowanego na głęb. 4195,0–4160,0 m w otworze Objezierze IG 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Deczkowski, 1989)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	70 400	3 060	67,89
K ⁺	3 210	82,1	1,82
Ca ²⁺	23 600	1 180	26,11
Mg ²⁺	1 710	141	3,12
Fe ²⁺	509	27,3	0,61
Mn ²⁺	116	4,22	0,09
Li ⁺	102	14,7	0,33
Sr ²⁺	31,7	0,724	0,02
Cu ²⁺	0,3	0,00944	–
Pb ²⁺	6,8	0,0656	–
Ni ²⁺	0,3	0,0102	–
Zn ²⁺	9,61	0,294	0,01
Razem	99 695,71	4 510,42324	100,00
Aniony			
Cl [–]	146 000	4 120	99,33
HCO ₃ [–]	281	4,61	0,11
SO ₄ ^{2–}	418	8,7	0,21
F [–]	0,375	0,0197	–
Br [–]	1 160	14,5	0,35
I [–]	13,2	10,4	–
Razem	147 872,575	4 158,2297	100,00

Wśród anionów dominującym składnikiem są chlorki w ilości 99,33% mval, wśród kationów przeważa sód (67,89% mval) i wapń (26,11% mval). Z pierwiastków biofilnych w podwyższonych stężeniach występuje brom (1 160 mg/dm³) i jod (13,2 mg/dm³). W zapisie skróconym badaną solankę określa się jako chlorkowo-sodowo-wapniową, żelazistą, jodkową. Wskaźniki hydrochemiczne wynoszą:

$$\frac{rNa}{rCl} \quad 0,74; \quad \frac{rSO_4}{rCl} \quad 100 \quad 0,21; \quad \frac{Br}{I} \quad 87,9$$

i wskazują na dosyć wysoki stopień przeobrażenia. Na ich podstawie warunki dla zachowania się złóż węglowodorów należy ocenić pozytywnie. Skład ilościowy gazu zestawiono w tabeli 5.6.

Tabela 5.6. Skład chemiczny gazu z poziomu opróbowanego na głęb. 4195,0–4160,0 m w otworze Objezierze IG 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Deczkowski, 1989)

Składnik	% obj.	Składnik	% obj.
CH ₄	43,75	CO ₂	0,09
C ₂ H ₆	0,11	N ₂	51,65
H ₂	4,40		

Suma węglowodorów wynosi niemal 44% ob., a suma składników palnych ponad 48% obj. Jest to gaz ziemny, bezgazolinowy, z wysoką zawartością wodoru.

*Poziom zbiornikowy 4160,0–4141,0 m
(perm–czerwony spągowiec – piaskowce, mułowce)*

Badanie przeprowadzono przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-95. Poziom zbiornikowy przewiercano stosując płuczkę barytowo-solno-skrobiową. Podczas opróbowania w otworze znajdowała się płuczka solno-glikogenowa o gęstości $1,24 \text{ g/dm}^3$. Horyzont do badań udostępniono przez perforację bezpociskową rur 168,3 mm, oddając 15 strzałów na 1 mb. Strop korka cementowego podczas badań znajdował się na głęb. 4180,0 m. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach 168,3 mm na głęb. 4128,0 m. Opróbowanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu:

I okres przyływu: czas 14 min, ciśnienie 232,3–231,1·10³ hPa

I okres odbudowy ciśnienia: czas 177,5 min, ciśnienie 231,1–430,8·10³ hPa

II okres przyływu: czas 3615 min, ciśnienie 231,4–230,7·10³ hPa

II okres odbudowy ciśnienia: czas 523,5 min, ciśnienie 230,7–404,7·10³ hPa

Zastosowano zalewkę z wody zwykłej, zalewając 2318 m przewodu wiertniczego nad próbnikiem. Podczas pierwszego okresu przyływu obserwowano słaby, przerywany wypływ powietrza z przewodu wiertniczego, którego w drugim okresie przyływu już nie stwierdzono. W wyniku opróbowania stwierdzono brak przyływu. Ciśnienie złożowe wynosiło $461,9 \cdot 10^3$ hPa, a gradient ciśnienia złożowego określono na $1,12 \cdot 10^3$ hPa/10 m. Podaną wartość ciśnienia należy traktować orientacyjnie, ponieważ nie uzyskano dostatecznej stabilizacji krzywych wzrostu ciśnienia, pozwalających na precyzyjną interpretację. Badany poziom charakteryzuje się niską przepuszczalnością. Skład ilościowy gazu otrzymanego z odgazowania płuczki pobranej z przewodu nad próbnikiem (232 ml gazu z 1 dm³ płuczki) zestawiono w tabeli 5.7.

Tabela 5.7. Skład chemiczny gazu z poziomu opróbowanego na głęb. 4160,0–4141,0 m w otworze Objezierze IG 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Deczkowski, 1989)

Składnik	% obj.	Składnik	% obj.
CH ₄	26,97	C ₄ H ₁₀	1,98
C ₂ H ₆	0,51	H ₂	0,20
C ₃ H ₈	1,84	N ₂	68,50

Suma węglowodorów wynosi 31,3% obj., a suma składników palnych 31,5% ob. Jest to gaz ziemny, gazolinowy. Podstawowe wyniki opróbowania pozostałych poziomów zbiornikowych zestawiono w tabeli 5.8.

Tabela 5.8. Wyniki opróbowania poziomów zbiornikowych karbonu, permu (cechsztynu), jury środkowej i kredy dolnej w otworze Objezierze IG 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Deczkowski, 1989)

Głębokość [m]	Stratygrafia	Litologia	Metoda badania	Ciśnienie złożowe [hPa]	Przyływ wód [m ³ /h]	Typ wody	Dopływ gazu
5094,5–5010,0	karbon	piaskowce, mułowce	próbnik złoża KII 2 M-95	–	brak	–	nie
2917,0–2900,0	perm (cechsztyn)	piaskowce	próbnik złoża KII 2 M-95	$433,0 \cdot 10^3$	0,1	32,9% Cl-Na, I	tak
1183,0–1168,0	jura środkowa	piaskowce	próbnik złoża KII 2 M-146	$116,5 \cdot 10^3$	9,1	7,4% Cl-Na, I	tak
354,0–320,0	kreda dolna	piaskowce	pompa G-60	–	brak (nieskuteczna perforacja)	–	–

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

- Bunda, D., Gregosiewicz, Z., Stańczyk, J. 1989. Opracowanie petrograficzne utworów podpermskich i skał wylewnych czerwonego spągowca w wybranych otworach na monoklinie przedsudeckiej. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5695/2009).
- Deczkowski, Z. 1989. Dokumentacja wyników otworu Objezierze IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 132090).
- Muszyński, M., Oziębłowski, P. 1991. Zmiany litologiczno-facjalne utworów czerwonego spągowca w strefie Walcz–Bydgoszcz–Konin–Poznań. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5102/2009).
- Orlik, J. 1987. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Objezierze IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. O2VS).
- Umiński, J., Oniszk, M. 1996. Sporządzenie i interpretacja litologiczno-stratygraficzna profili współczynników odbicia oraz opracowanie litologiczno-parametryczne otworów w wybranym obszarze Gór Świętokrzyskich. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1855/99).
- Żurawek, E., Cytrynowska, E., Głowacki, E., Oziębłowski, P., Rydzewska, K. 1993. Szczegółowa analiza litologiczno-sedymentacyjna i zbiornikowa osadów saksonu na podstawie wybranych otworów w strefie Objezierze–Kalisz. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5264/20090).

5.8. PIŁA 1/IG 1

Głębokość otworu: 5482,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1984

Rdzenie: 900–5228 m, 734 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Leszczach

Stratygrafia (CBDG, 2017):

0,00	88,00	czwartorzęd
88,00	123,00	miocen
123,00	185,00	oligocen
185,00	212,50	aalen górny
212,50	263,50	aalen dolny
263,50	335,00	toark górny (formacja borucicka)
335,00	466,00	toark dolny (formacja ciechocińska)
466,00	641,00	plienbach górny (formacja komorowska)
641,00	697,50	plienbach dolny (formacja łobeska)
697,50	950,00	synemur (formacja ostrowiecka)
950,00	1 068,00	hettang (formacje skłobska i zagajska)
1 068,00	1 123,00	retyk (warstwy wielichowskie)
1 123,00	1 262,00	noryk (warstwy zbąszyńskie i jarkowskie)

1 262,00	1 731,00	karnik
1 262,00	1 431,00	warstwy gipsowe górne
1 431,00	1 527,50	piaskowiec trzcinowy
1 527,50	1 731,00	warstwy gipsowe dolne
1 731,00	2 080,50	trias środkowy
1 731,00	1 874,00	warstwy sulechowskie
1 874,00	1 915,00	wapień muszlowy górny
1 915,00	1 959,00	wapień muszlowy środkowy
1 959,00	2 080,50	wapień muszlowy dolny
2 080,50	3 099,00	trias dolny
2 080,50	2 235,00	pstry piaskowiec górny
2 235,00	2 465,00	formacja półczyńska
2 465,00	2 716,00	formacja pomorska
2 716,00	3 099,00	formacja bałtycka
3 099,00	5 468,00	perm
3 099,00	3 127,50	formacja rewalska
3 127,50	3 148,00	podcyklotem PZ4d
3 148,00	3 166,50	podcyklotem PZ4c
3 166,50	3 182,50	sól kamienna najmłodsza stropowa Na4b2
3 182,50	3 203,00	it solny czerwony górny – część górna T4b2
3 203,00	3 206,00	sól rozdzielająca Na4b1
3 206,00	3 220,50	it solny czerwony górny – część dolna T4b1
3 220,50	3 244,50	sól kamienna najmłodsza górna Na4a2
3 244,50	3 245,00	anhydryt pegmatytowy górny A4a2
3 245,00	3 279,00	sól kamienna najmłodsza dolna Na4a1
3 279,00	3 280,00	anhydryt pegmatytowy dolny A4a1
3 280,00	3 281,50	sól podścielająca Na4a0
3 281,50	3 298,00	it solny czerwony dolny T4a
3 298,00	3 342,50	sól kamienna młodsza ilasta Na3t
3 342,50	3 549,00	sól kamienna młodsza Na3
3 549,00	3 575,50	anhydryt główny A3
3 575,50	3 580,50	dolomit płytowy Ca3
3 580,50	3 581,50	it solny szary T3
3 581,50	3 583,50	anhydryt kryjący A2r
3 583,50	3 612,50	sól potasowa starsza K2
3 612,50	4 147,50	sól kamienna starsza Na2
4 147,50	4 149,00	anhydryt podstawowy A2
4 149,00	4 155,50	dolomit główny Ca2
4 155,50	4 205,50	anhydryt górny A1g
4 205,50	4 335,00	sól kamienna najstarsza Na1
4 335,00	4 375,00	anhydryt dolny A1d
4 375,00	4 380,00	wapień cechsztyński Ca1, łupek miedzionośny T1
4 380,00	5 468,00	czerwony spągowiec
5 468,00	5 482,00	karbon

Wyniki geofizyki otworowej:

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

Dane cyfrowe dostępne w NAG PIG-PIB

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

geofizyki otworowej. W otworze Piła 1/IG 1 w interwale perspektywnym obejmującym utwory czerwonego spągowca (4380–5468 m) w formie cyfrowej, w dwóch odcinkach pomiarowych, dostępne są następujące profilowania (w nawiasach skrót używany w bazach danych CBDG, 2017):

- profilowanie średnicy (CALI) – do głębokości 5379 m;
- profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma (GR) – do głębokości 5379 m;
- profilowanie neutron-gamma (NEGR) – do głębokości 5379 m;
- profilowanie gamma-gamma (GGDN) – do głębokości 5379 m;
- boczne sondowanie oporności – zestaw klasycznych profilowań oporności sondami o różnych rozstawach (EL18, EL02, EL26, EL09, EL03, EL14, EN10) – do głębokości 5379 m, poza EL14 (do głębokości 4868 m) i EL18 (2379–4850 m);
- profilowanie potencjałów naturalnych (SP) – do głębokości 4868 m;
- sterowane profilowanie oporności (LL3) – do głębokości 5379 m (uwaga: dolny odcinek 4850–5379 m został prawdopodobnie źle scyfrowany);
- sterowane mikroprofilowanie oporności (ML) – do głębokości 4869 m;
- profilowanie akustyczne (T1, T2, DT) – do głębokości 4868 m.

Scyfrowano więc niemal wszystkie wykonane techniką analogową pomiary, poza profilowaniem krzywizny i profilowaniem temperatury.

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

Pomiary geofizyki otworowej wykonane w utworach czerwonego spągowca

W otworze Piła 1/IG 1 w perspektywnym interwale czerwonego spągowca (4380–5468 m) wykonano następujące badania geofizyki otworowej analogowymi zestawami aparatur:

- boczne sondowanie oporności (zestaw klasycznych profilowań oporności) w interwałach: 4344–4867 m i 4780–5386 m;
- sterowane mikroprofilowanie oporności: 4344–4900 m;
- sterowane profilowanie oporności: 4344–4885 m i 4780–5389 m;
- profilowanie potencjałów naturalnych: 4344–4867 m;
- profilowanie akustyczne: 4344–4886 m;
- profilowanie gamma: 4320–4900 m i 4780–5381 m;
- profilowanie neutron-gamma: 4320–4900 m i 4780–5383 m;
- profilowanie gamma-gamma: 4320–4955 m i 4780–5383 m;
- profilowanie średnicy: 4344–4870 m i 4330–5382 m;
- profilowanie krzywizny: 4350–4550 m, 4350–4950 m i 4900–5390 m;
- profilowanie temperatury w warunkach nieustalonej równowagi termicznej: 4838–4888 m;
- profilowanie temperatury w warunkach ustalonej równowagi termicznej: 10–5260 m.

Końcowa dokumentacja badań geofizycznych będąca częścią dokumentacji wynikowej otworu Piła 1/IG 1 (Żelichowski, 1985) charakteryzuje utwory czerwonego spągowca jako litologicznie zróżnicowane. Odcinek 4708–5089,5 m jest opisany jako piaskowcowo-iłowcowy, ze znaczną przewagą piaskowców o słabych własnościach zbiornikowych (porowatość ok. 3–9%). W całym profilu nie stwierdzono warstw nasyconych węglowodorami lub podejrzanych o takie nasycenie.

Charakterystyka hydrodynamiczna i hydrochemiczna poziomów zbiornikowych:

Zadaniem opróbowania było wyjaśnienie ropo- i gazonośności utworów paleozoiku i triasu oraz zbadanie poziomów jury dolnej w celu ujęcia wód mineralnych o znaczeniu balneoterapeutycznym. W związku z brakiem możliwości technicznych, w obecności skał o prawie całkowitym braku własności zbiornikowych, nie przeprowadzono szczegółowego opróbowania utworów czerwonego spągowca i stropu karbonu.

W trakcie wiercenia wykonano dwa badania próbnikami złoza:

- w obrębie kajpru (1479,0–1469,0 m), uzyskując solankę,
- w obrębie czerwonego spągowca (5398,5–5345,0 m), uzyskując solankę.

Po zakończeniu wiercenia przebadano poziomy:

- w pstrym piaskowcu środkowym (2710,0–2690,0 m; 2578,0–2538,0 m; 2325,0–2310,0 m), stwierdzając brak przyływu,
- w jurze dolnej (1022,0–997,0 m), uzyskując przyływ wody.

*Poziom zbiornikowy 5398,5–5345,0 m
(perm–czerwony spągowiec – skały wylewne)*

Wytypowano skały wylewne z uwagi na wyraźne zgazowanie płuczki wiertniczej i jej ucieczki. Pierwsze objawy gazu i ucieczki płuczki stwierdzono przy głębokości 5352,8 m. Badanie przeprowadzono próbnikiem złoza typu KII 2M-95, stosując metodę dwukrotnego odcięcia przyływu. W okresach przyływu i odbudowy ciśnienia nie uzyskano rejestracji ciśnień ze względu na awarię zegara.

I okres przyływu: czas 8 min brak rejestracji ciśnienia
I okres odbudowy ciśnienia czas 195 min brak rejestracji ciśnienia

II okres przyływu: czas 215 min brak rejestracji ciśnienia

II okres odbudowy ciśnienia czas 310 min brak rejestracji ciśnienia.

W ciągu pierwszej godziny stwierdzono bardzo silny przyływ powietrza, świadczący o dopływie medium do złoza. Po wyciągnięciu przewodu wiertniczego stwierdzono zalewkę oraz 6 m³ filtratu płuczki, prawdopodobnie wymieszanej z solanką. Średni przyływ wyniósł 1,6 m³/h, jednak wielkość ta może być związana z oddawaniem płuczki, która w ilości ponad 20 m³ infiltrowała w złoże w trakcie wiercenia. Do momentu awarii zegara, tj. po 4 minutach pierwszego okresu odbudowy, ciśnienie wzrosło do 616,4·10³ hPa. Temperatura na głębokości 5349 m wynosiła 152°C. Brak rejestracji ciśnienia, zanik przyływu, całkowity brak objawów zgazowania, zanieczyszczenie próby solanki powodują ograniczoną ocenę wartości skał wylewnych czerwonego spągowca jako poziomu zbiornikowego perspektywicznego przy poszukiwaniach naftowych.

W wyniku badań próbnikiem stwierdzono zanikający przyływ solanki silnie zanieczyszczonej filtratem płuczki.

Analizę chemiczną solanki wykonano w Laboratorium Zakładu Geochemii i Chemii Analitycznej Instytutu Geologicznego w Warszawie. Mineralizacja solanki wynosiła 127,1 g/dm³, gęstość 1,0875 g/cm³ i odczyn 5,69 w skali pH. Pierwiastki śladowe występują w ilości: żelazo – 21,6 mg/dm³; mangan – 32 mg/dm³; stront – 435 mg/dm³ i lit – 84,6 mg/dm³. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli 5.9.

Tabela 5.9. Skład solanki z próbnika zapiętego w interwale 5398,5–5345 m, otwór Piła 1/IG 1

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	38 500	1 674,66	78,63
K ⁺	1 018	26,03	1,22
Ca ²⁺	7 750	386,73	18,16
Mg ²⁺	515	42,37	1,99
Razem	47 783	2 129,79	100,00
Aniony			
Cl ⁻	83 493	2 355,03	99,35
HCO ₃ ⁻	250,17	4,10	0,17
SO ₄ ²⁻	392,64	8,17	0,34
Br ⁻	272,14	3,40	0,14
I ⁻	9,82	0,08	0,00
Razem	84 417,77	2 370,78	100,00

Próbka wody pobrana z utworów czerwonego spągowca jest silnie zanieczyszczona (silne rozcieńczenie i kwaśny odczyn) i mało reprezentatywna. Wskaźniki hydrochemiczne wynoszą:

$$\frac{rNa}{rCl} \quad 0,71; \frac{rCl}{rMg} \quad 16,1; \frac{rSO_4}{rCl} \quad 100 \quad 0,35;$$

$$\frac{rCa}{rMg} \quad 9,13; \frac{rNa}{rK} \quad 64,3; \frac{Cl}{Br} \quad 307; \frac{Br}{Cl} \quad 27,7$$

Pobrano kilka prób gazu do analizy, jednak znaczna rozbieżność uzyskanych wyników (ogromne zróżnicowanie składu gazu) każe wątpić w jego naturalne pochodzenie. Duże zróżnicowanie składu gazu, przy jednoczesnym jego całkowitym braku w próbniku, jest trudne do wyjaśnienia. W tabeli 5.10 przedstawiono analizę gazu z głębokości 5353 m.

Jest to gaz azotowy o bardzo dużej zawartości węglowodorów ciężkich (26% obj.), w tym pentanów 5,8% obj., heksanów 18% obj. i tylko 0,4% obj. metanu. Skład gazu wskazuje na bezpośrednie występowanie ropy naftowej lub jest związany z zanieczyszczeniem płuczki.

Z tej samej głębokości, po intensywnym płukaniu otworu, pobrano płuczkę, która po degazacji wykazała krańcowo inny skład. Stwierdzono całkowity brak węglowodorów ciężkich, 36,3% obj. metanu oraz 63,7% obj. azotu. Jest to gaz dwuskładnikowy, być może związany z fermentacją płuczki.

Trzecią próbę pobrano z płuczki na głębokości 5398,5 m, 2,5 tygodnia od chwili pierwszych objawów zgazowania. Skład gazu przedstawiono w tabeli 5.11.

W gazie zwiększyła się zawartość metanu do 65,4% obj. przy jednoczesnym spadku zawartości azotu do 76,2% obj.

Podsumowując, w wyniku badania próbnikiem złoza interwału wykazującego zgazowanie płuczki nie stwierdzono nawet minimalnych śladów zgazowania, co może świadczyć o wypłukaniu całej ilości gazu z kolektora szczelinowego o małej przepuszczalności, pochodzeniu gazu z fermentacji

Tabela 5.10. Analiza gazu z głębokości 5353 m w otworze Piła 1/IG 1

Składnik	Zawartość w mieszaninie z powietrzem [% obj.]	Zawartość w czystym gazie [% obj.]	Składnik	Zawartość w mieszaninie z powietrzem [% obj.]	Zawartość w czystym gazie [% obj.]
metan	0,0664	0,4375	heksan	0,5438	3,5828
etan	0,0119	0,0784	heksan	1,4438	9,5123
propan	0,0272	0,1792	heksan	0,9648	6,3565
i-butan	0,0246	0,1621	tlen	17,8197	-
n-butan	0,1308	0,8617	azot	78,0600	72,8538
i-pentan	0,3910	2,5761	wodór	0,0073	0,0481
n-pentan	0,5087	3,3515	razem	100,0000	100,0000

Tabela 5.11. Analiza gazu z płuczki pobranej z głębokości 5398,5 m w otworze Piła 1/IG 1

Składnik	Zawartość w mieszaninie z powietrzem [% obj.]	Zawartość w czystym gazie [% obj.]	Składnik	Zawartość w mieszaninie z powietrzem [% obj.]	Zawartość w czystym gazie [% obj.]
metan	4,0360	65,4186	azot	76,2398	34,3885
etan	ślady	ślady	wodór	0,0119	0,1929
tlen	19,7123	-	razem	100,0000	100,0000

płuczki lub jej organicznych zanieczyszczeń lub o dopływie gazu z wyższych partii czerwonego spągowca, nieobjętych badaniami.

W związku z uzyskaniem z utworów jury dolnej wody spełniającej właściwości lecznicze otwór z zafiltrowanym interwałem 1048,0–997,0 m przekazano do dyspozycji ówczesnego urzędu wojewódzkiego w Pile. Wody z tego ujęcia w późniejszych latach zostały formalnie uznane za lecznicze. Opracowano dokumentację hydrogeologiczną ustalającą zasoby eksploatacyjne otworu w ilości 15,7 m³/h przy depresji 27,0 m (Szarszewska, 1989). Rzędna statycznego zwierciadła wody wynosi 103,8 m n.p.m. Wodę z ujęcia scharakteryzowano jako 0,65% mineralną wodę termalną typu Cl-Na o temperaturze na wypływie 25,3°C. Otwór pozostaje niezagospodarowany.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

- Bunda, D., Gregosiewicz, Z., Stańczyk, J. 1989. Opracowanie petrograficzne utworów podpermских i skał wylewnych czerwonego spągowca w wybranych otworach na monoklinie przedsudeckiej. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5695/2009).
- Klecan, A. 1984. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwierze Piła IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. P70VS).
- Nawrocki, J., Grabowski, J. 1990. 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. CAG PIG, Warszawa (Inw. 308/92).
- Wagner, R., Nawrocki, J., Grabowski, J., Pokorski, J. 1990. Analiza litofacjalnych i paleogeograficznych podstaw poszukiwań nagromadzeń węglowodorów w utworach permu. Część I Badania cechystny. Część II Badania czerwonego spągowca. Część III Wyniki badań paleomagnetycznych utworów permu i najniższego triasu z otworów wiertniczych Brojce IG-1, Mszczonów IG-1 i Piła IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 237/91).
- Żelichowski, A. 1985. Dokumentacja wyników otworu badawczego: PIŁA 1 (IG-1). CAG PIG, Warszawa (Inw. 129561).
- Żurawek, E., Muszyński, M., Głowacki, E., Roman, S., Rydzewska, K. 1989. Korelacja i charakterystyka petrograficzno - zbiornikowa piaskowców śródsaksońskich na obszarze wału pomorskiego. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5108/2009).

5.9. SZAMOTUŁY GEO 21

Głębokość otworu: 1482,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1959

Rdzenie: brak

Stratygrafia (CBDG, 2017):

0,00	49,00	czwartorzęd
49,00	243,00	neogen, paleogen
243,00	294,00	kampan dolny
294,00	600,50	santon górny
600,50	710,00	hoteryw górny (fm włocławska, og. żychlińskie)
710,00	868,50	hoteryw dolny (fm włocławska, og. gniewkowskie)
868,50	924,50	walanżyn górny (fm włocławska, og. wierzchostawickie)
924,50	1 073,50	walanżyn dolny (formacja bodzanowska)
1 073,50	1 119,00	walanżyn dolny (formacja rogoźniańska)
1 119,00	1 195,00	berias górny-środkowy (formacja rogoźniańska)
1 195,00	1 482,00	oksford

Geofizyka otworowa:

W Narodowym Archiwum Geologicznym PIG-PIB dostępna jest karta otworu Szamotuły GEO-21 (Sokolowska, 1959) wraz z wynikami geofizyki otworowej wykonanej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań dostępne są pliki LAS):

- BS: średnica nominalna wiercenia: 3,25–1045 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 26,5–1044 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 28,5–1045 m;
- PO: profilowanie oporności EL02: 6,25–1027,25 m;
- PO: profilowanie oporności EL03: 6,25–1023,25 m;
- PO: profilowanie oporności EL09: 6,25–1025 m;

- PO: profilowanie oporności EL14: 7–1024,25 m;
- PO: profilowanie oporności EL27: 15,5–1024,5 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 3,25–1030,75 m.

W NAG PIG-PIB dostępne są również wyniki pomiarów sejsmometrycznych w odwiercie Szamotuły GEO 21 w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG dostępne są pliki LAS):

- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20–1360 m;
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany TW: 20–1360 m;
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW1: 117–1367 m;
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW2: 117–1367 m;
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 17–1367 m;
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 17–1367 m;
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20–1360 m.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB

Sokołowska, J. 1959. Karta otworu Lubasz otw. Szamotuły GEO 21. CAG PIG, Warszawa (Inw. 63330).

5.10. WĄGROWIEC IG 1

Głębokość otworu: 1960,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1969

Rdzenie: 195 – 1155,9 m, 123 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Leszczach

Stratygrafia (CBDG, 2017):

0,00	30,00	czwartorzęd
30,00	84,00	pliocen
84,00	142,00	miocen
142,00	160,00	oligocen
160,00	336,00	turon
336,00	388,00	cenoman
388,00	389,00	alb górny
389,00	470,00	alb środkowy–barrem (formacja mogileńska)
470,00	500,00	hoteryw górny (fm włocławska, og. żychlińskie)
500,00	518,00	hoteryw dolny (fm włocławska, og. gniewkowskie)
518,00	529,00	walanżyn górny (fm włocławska, og. wierzchosławickie)
529,00	581,90	tyton
581,90	730,20	kimeryd górny
730,20	942,00	kimeryd dolny
942,00	1 043,50	oksford górny
1 043,50	1 083,50	oksford środkowy–oksford dolny
1 083,50	1 084,50	kelowej górny
1 084,50	1 086,00	kelowej dolny

1 086,00	1 126,00	baton górny
1 126,00	1 139,00	baton środkowy
1 139,00	1 146,50	baton dolny
1 146,50	1 161,50	bajos górny
1 161,50	1 247,50	jura (warstwy komorowskie)
1 247,50	1 960,00	trias
1 247,50	1 318,20	warstwy z Trileites
1 318,20	1 419,20	warstwy zbąszyńskie
1 419,20	1 453,10	warstwy jarkowskie
1 453,10	1 474,00	warstwy drawieńskie
1 474,00	1 652,50	warstwy gipsowe górne
1 652,50	1 723,00	piaskowiec trzcinowy
1 723,00	1 861,50	warstwy gipsowe dolne
1 861,50	1 960,00	kajper dolny

Wyniki badań skał, objawy węglowodorów i próby złożowe:

Wyniki badań prowadzonych w otworze Wągrowiec IG 1 zostały zestawione i szeroko skomentowane w ramach serii *Profil Głębokich Otworów Wiertniczych PIG-PIB: Wągrowiec IG 1*, zeszyt 10 (Raczyńska, 1973). Nowsze dane dotyczące oznaczeń pirolitycznych (CBDG, 2017) zostały zaprezentowane w tabeli 5.12.

Tabela 5.12. Wyniki badań geochemicznych w otworze Wągrowiec IG 1 (CBDG, 2017)

Głębokość [m]	Stratygrafia	TOC [% wag.]
1156,2	jura dolna	2,41
1184,4		0,49
1191,6		0,43
1204,7		0,38
1176,7		0,17

Geofizyka otworowa:

W NAG PIG-PIB dostępna jest dokumentacja wynikowa otworu Wągrowiec IG 1 (Raczyńska, 1966) wraz z wynikami geofizyki otworowej wykonanej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań dostępne są pliki LAS):

- mPO: mikroprofilowania oporności A2"M: 265–1382 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0–1381,75 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 8–260 m, 250–1388 m;
- PO: profilowanie oporności E03L B0.1A1.0M: 6,25–259,75 m;
- PO: profilowanie oporności E03L B0.1A1.0M: 261,5–1381,75 m;
- PO: profilowanie oporności EL02 M0.5A0.1B: 6,75–259,75 m;
- PO: profilowanie oporności EL02 M0.5A0.1B: 261,25–1381,75 m;
- PO: profilowanie oporności EL14 M4.0A0.5B: 9,5–259,75 m;
- PO: profilowanie oporności EL14 M4.0A0.5B: 265,25–1381,75 m;
- PO: profilowanie oporności EL26 M8.0A0.5B: 14,5–259,5 m;

Figura 5.2. Profil zbiorczy odwiertu Objezierze IG 1 (zestawił L. Skowroński na podstawie Deczkowskiego, 1989).

Figura 5.3. Profil zbiorczy odwiertu Piła 1/IG 1 (zestawił L. Skowroński, na podstawie Żelichowskiego, 1985).

PROFIL ZBIORCZY ODWIERTU OBJEZIERZE IG-1

SKALA 1: 10 000

WIERZENIE ROZPOCZĘTO: 22.05.1085

DOLICÓC, 16°43'15"

MIEJSCOWOŚĆ: KOWAL EWKO

WIERCENIE ZAKOŃCZONO: 26.01.1987

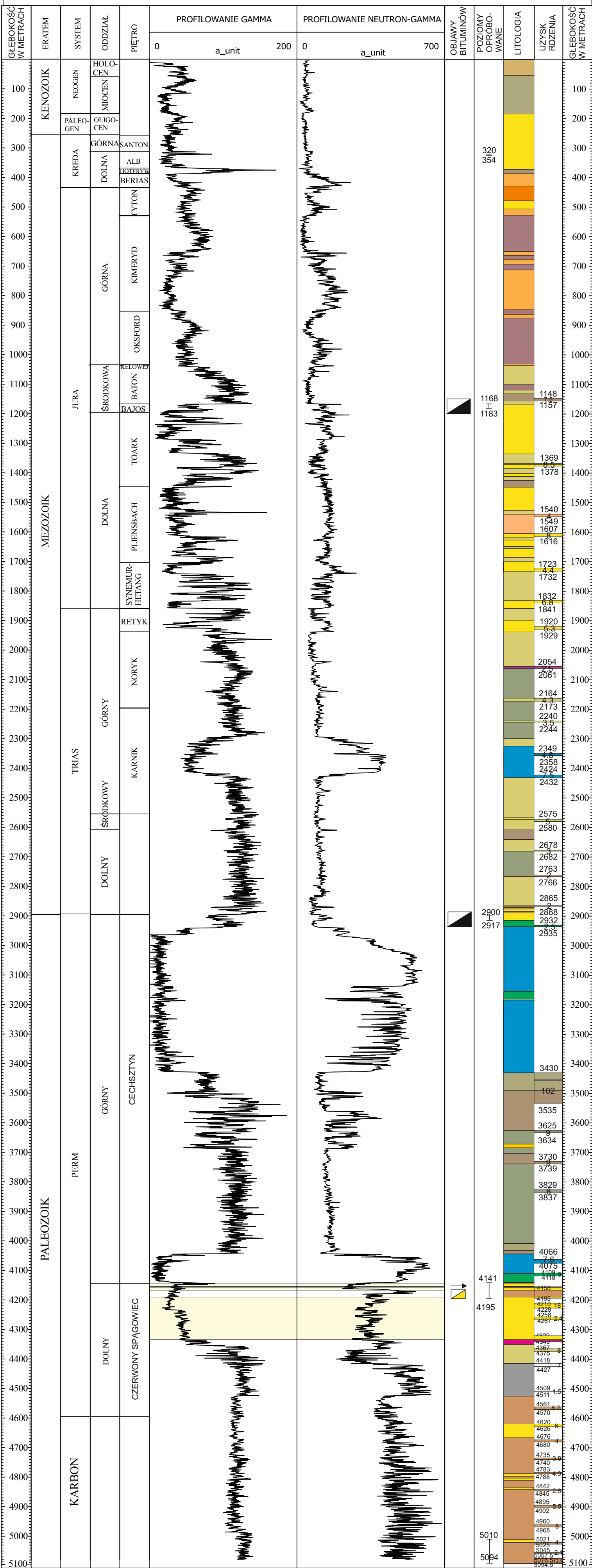
ΕΣΤΕΡΟΚΟΩΣ: 52⁰25⁰50⁰

GMINA: OBORNIKI

CŁEKOKOŚĆ KOŃCOWA: 5004.5

WYSOKOŚĆ: 77,5 cm x 33 cm x 33 cm

WOJEWÓDZTWO WIELKOPOLSKIE



PROFIL ZBIORCZY ODWIERTU PIŁA 1/IG-1

SKALA 1: 10 000

WIERCENIE ROZPOCZĘTO: 26.10.1982

Y 1992 588932 07

WIERCENIE ZAKOŃCZONO: 5.06.1984

Y 1993 340933 49

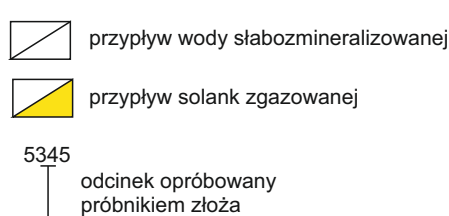
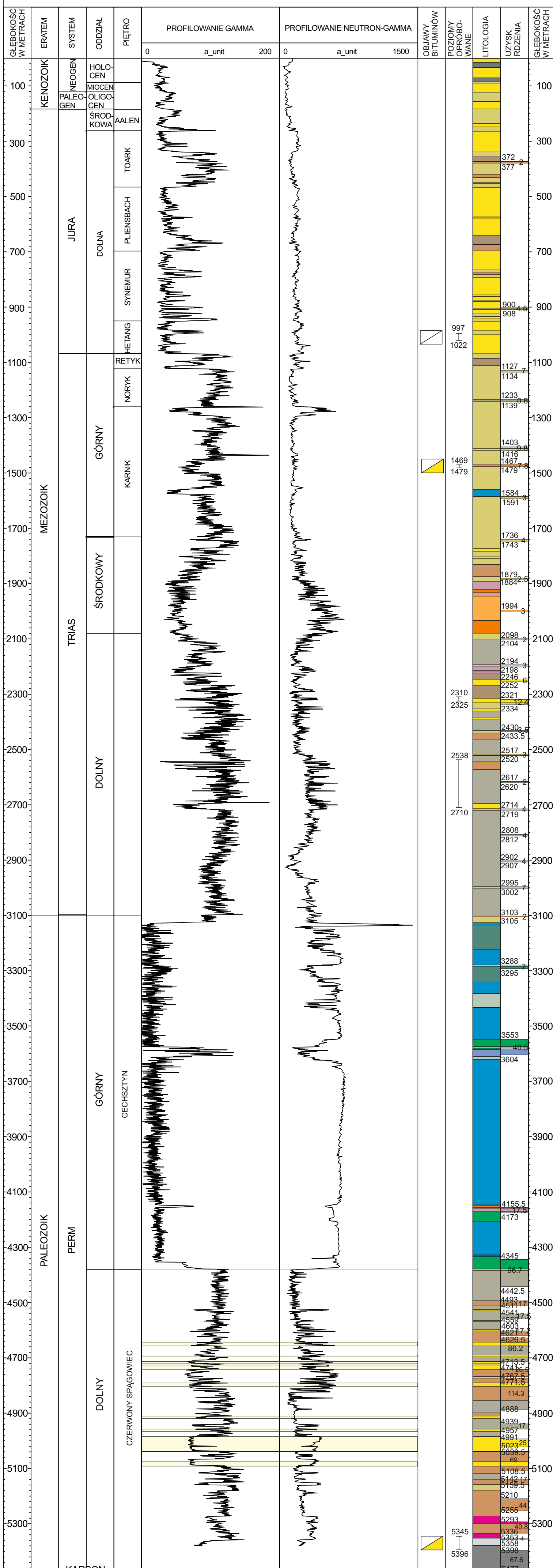
GŁĘBOKOŚĆ KOŃCOWA: 5482

WYSOKOŚĆ: 03 1 m n n m

MIEJSCOWOŚĆ: KOTLIN

CMINA: SZYDŁOWO

WŁODZIMIECH WIELKOPOLSKI



- PO: profilowanie oporności EL26 M8.0A0.5B: 268,25–1381,5 m;
- PO: profilowanie oporności EN10 B2.5A0.25M: 8,5–259,75 m;
- PO: profilowanie oporności EN10 B2.5A0.25M: 261,25–1381,75 m;
- PO: profilowanie oporności EN10: 8,5–1381,75 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 5,25–255,75 m, 261,25–1381,75 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 0,25–1381,75 m, 2,75–259,75 m, 234,25–1387,75 m;
- PT: profilowanie temperatury (TEMP): 30–1625 m, 12,25–259,75 m;
- PTc: profilowanie temperatury po cementowaniu: 11–258 m;
- PTu: prof. temp. przy ustalonej równowadze term.: 30,25–1625,75 m.

Dokumentację w NAG PIG-PIB

Raczyńska, A. 1966. Dokumentacja wynikowa wiercenia strukturalnego Wągrowiec IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 77881).

Raczyńska, A. 1973. Wągrowiec IG-1. Profile Głębokich Otworów Wiertniczych Instytutu Geologicznego, 10.

6. DANE SEJSMICZNE

Obszar „Chodzież” jest pokryty rzadką siatką danych sejsmicznych 2D (Fig. 6.1 i 6.2) głównie z lat 70. i 80 XX w. Przykładową linię z 1977 r. prezentuje figura 6.3. W 1998 r. na zlecenie Państwowego Instytutu Geologicznego dodatkowo wykonano profile w celu rozpoznania stropu i struktury czapy anhydrytowo-gipsowej wysadu solnego „Damasławek”, znajdującego się na wschód od obszaru „Chodzież”. W spisie tabelarycznym (Tab. 6.1) pominięto linie krótsze niż 2 km oraz linię LT-2, która została pomierzona w ramach Programu Głębokich Sondowań Sejsmicznych PAN.

Przez obszar przetargowy przebiegają również profile badawcze pomierzone w ramach projektu badań regionalnych przez basen permski. W pierwszym etapie, w 2011 r., wykonano linię Obrzycko-Zabartowo (Fig. 6.4). W 2014 r., w drugim etapie badań na zlecenie Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie prace nad profilem Gołczewo-Szubin 2D wykonała Geofizyka Toruń (www.geofizyka.torun.pl). Na figurze 6.1 i 6.2 przedstawiono przybliżone przebiegi obu linii wysowne na podstawie publikacji Rowan i Krzywca (2014) oraz lokalizacji punktów załamań linii punktów wzbudzania zamieszczonych w załączniku nr 1 z wymaganiami techniczno-metodycznymi (galaxy.agh.edu.pl). Ostateczny przebieg profilu Gołczewo-Szubin mógł jeszcze ulec zmianie.

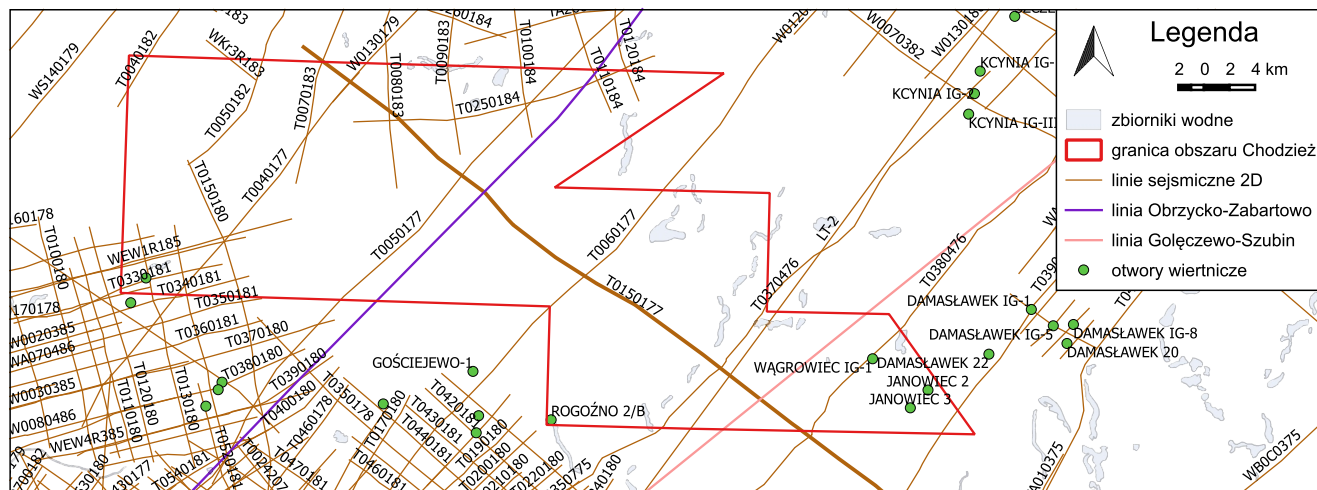


Figura 6.1. Mapa lokalizacyjna danych sejsmicznych. Pogrubiona linia wskazuje lokalizację profilu T0150177 o przebiegu NW–SE, patrz figura 6.3.

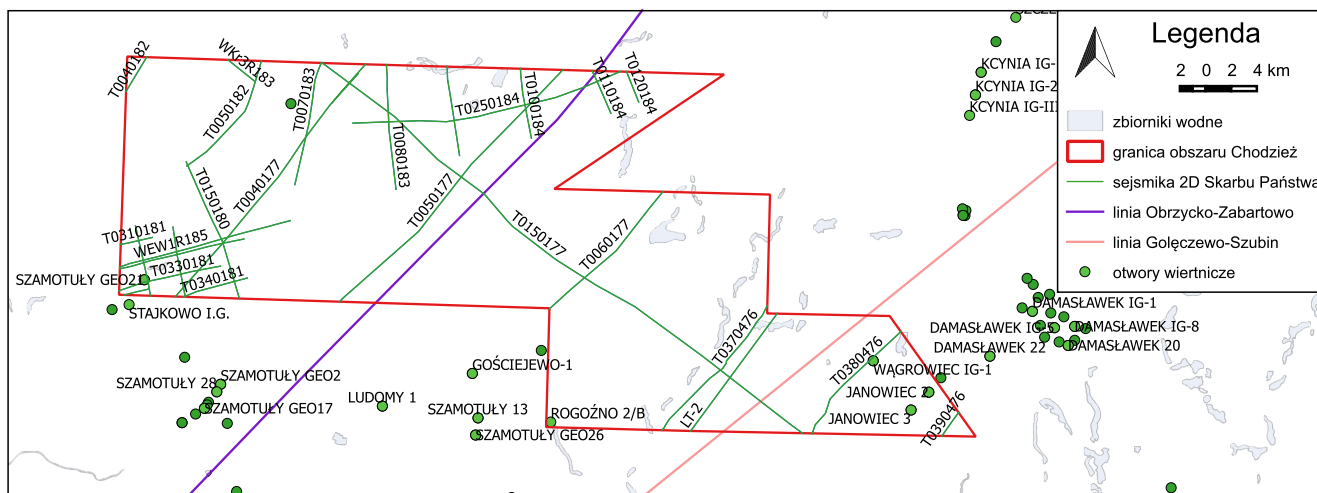


Figura 6.2. Mapa lokalizacyjna linii sejsmicznych w obrębie obszaru przetargowego „Chodzież”.

Tabela 6.1. Lista linii sejsmicznych z obszaru przetargowego „Chodzież”

NAZWA	ROK	TEMAT	REJON	WŁAŚCICIEL	DŁUGOŚĆ [km]
T0370476	1976	Czarnków-Poznań-Strzelno		Skarb Państwa	12,86
T0380476	1976	Czarnków-Poznań-Strzelno		Skarb Państwa	10,69
T0390476	1976	Czarnków-Poznań-Strzelno		Skarb Państwa	2,23
T0040177	1977	Czarnków-Poznań-Strzelno		Skarb Państwa	22,44
T0050177	1977	Czarnków-Poznań-Strzelno		Skarb Państwa	25,13
T0060177	1977	Czarnków-Poznań-Strzelno		Skarb Państwa	12,77
T0150177	1977	Czarnków-Poznań-Strzelno		Skarb Państwa	47,40
W0130179	1979	Piła-Bydgoszcz	Rejon Bydgoszczy	Skarb Państwa	3,94
T0130180	1980	Radęcin-Wieleń-Murowana Goślina		Skarb Państwa	5,54
T0140180	1980	Radęcin-Wieleń-Murowana Goślina		Skarb Państwa	5,49
T0150180	1980	Radęcin-Wieleń-Murowana Goślina		Skarb Państwa	11,43
T0310181	1981	Radęcin-Wieleń-Murowana Goślina		Skarb Państwa	2,49
T0320181	1981	Radęcin-Wieleń-Murowana Goślina		Skarb Państwa	9,92
T0330181	1981	Radęcin-Wieleń-Murowana Goślina		Skarb Państwa	8,12
T0340181	1981	Radęcin-Wieleń-Murowana Goślina		Skarb Państwa	5,15
T0040182	1982	Wałcz-Gołańcz		Skarb Państwa	3,11
T0050182	1982	Wałcz-Gołańcz		Skarb Państwa	10,34
WKR3R183	1983	Poszukiwanie Złóż W.B.	Kruszewo	Skarb Państwa	2,59
T0070183	1983	Wałcz-Gołańcz		Skarb Państwa	9,70
T0080183	1983	Wałcz-Gołańcz		Skarb Państwa	9,71
T0090183	1983	Wałcz-Gołańcz		Skarb Państwa	6,97
IT0100184	1984	Wałcz-Gołańcz		Skarb Państwa	5,47
T0110184	1984	Wałcz-Gołańcz		Skarb Państwa	3,60
T0120184	1984	Wałcz-Gołańcz		Skarb Państwa	2,51
T0250184	1984	Wałcz-Gołańcz		Skarb Państwa	21,40
WEW1R185	1985	Elektr. Jądrowa Warta		Skarb Państwa	13,73
AGH28511	2011	Obrzycko-Zabartowo		Skarb Państwa	~25,0
Goleńczewo-Szubin	2014	Goleńczewo-Szubin		Skarb Państwa	~14,9
				Suma:	
				Skarb Państwa	314,63

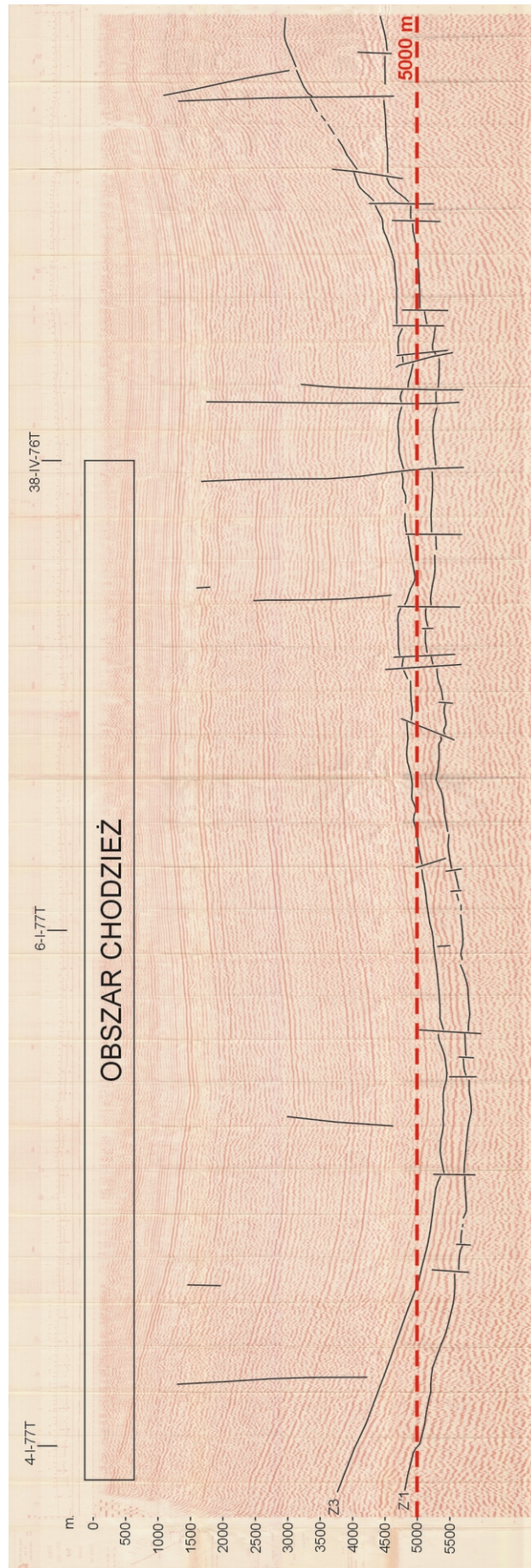


Figura 6.3. Głębokościowy przekrój sejsmiczny T0150177 (Jurek i Tomaszewska, 1989). Lokalizacja na figurze 6.1 i 6.2.

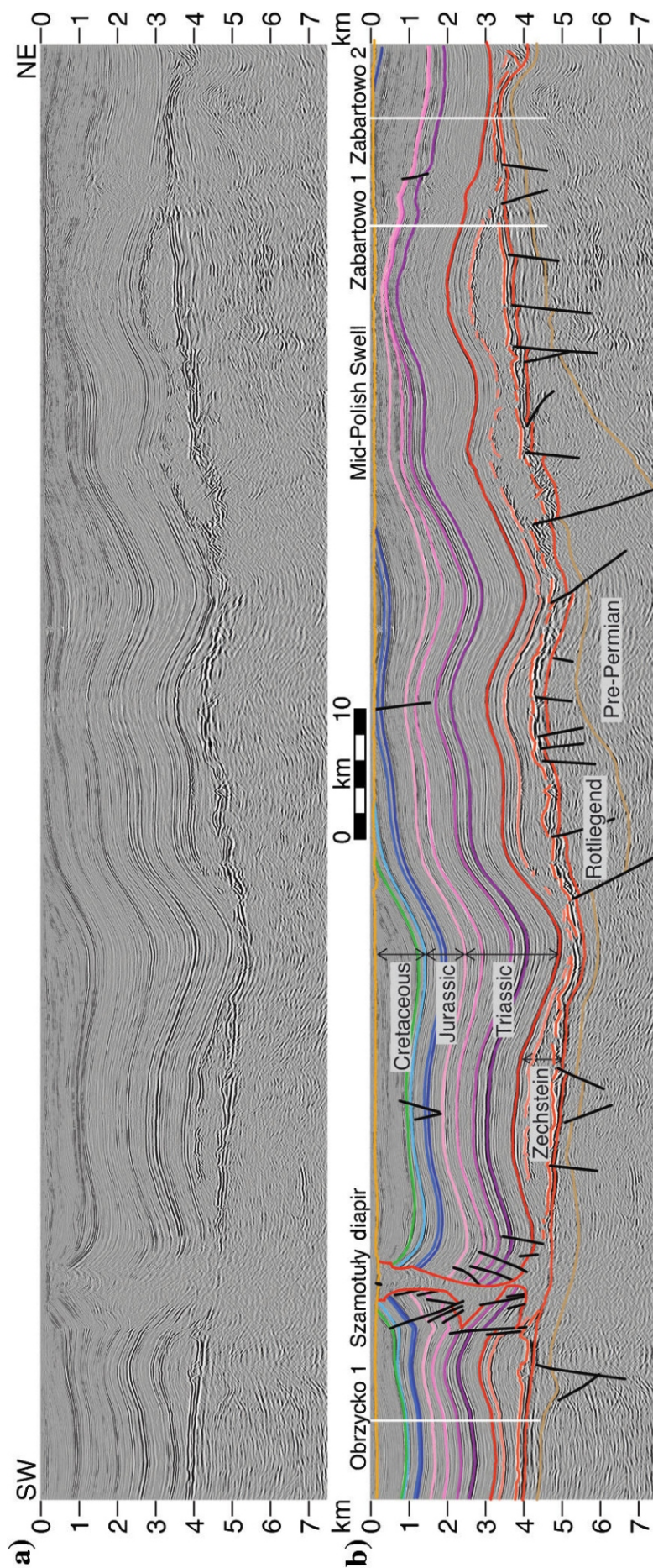


Figura 6.4. Przekrój sejsmiczny AGH28511 po migracji głębokościowej przed składaniem pomierzonej na linii Obrzycko–Zabartowo: a – przed interpretacją, b – po interpretacji (Rowan i Krzywiec, 2014). Lokalizacja na figurze 6.1 i 6.2.

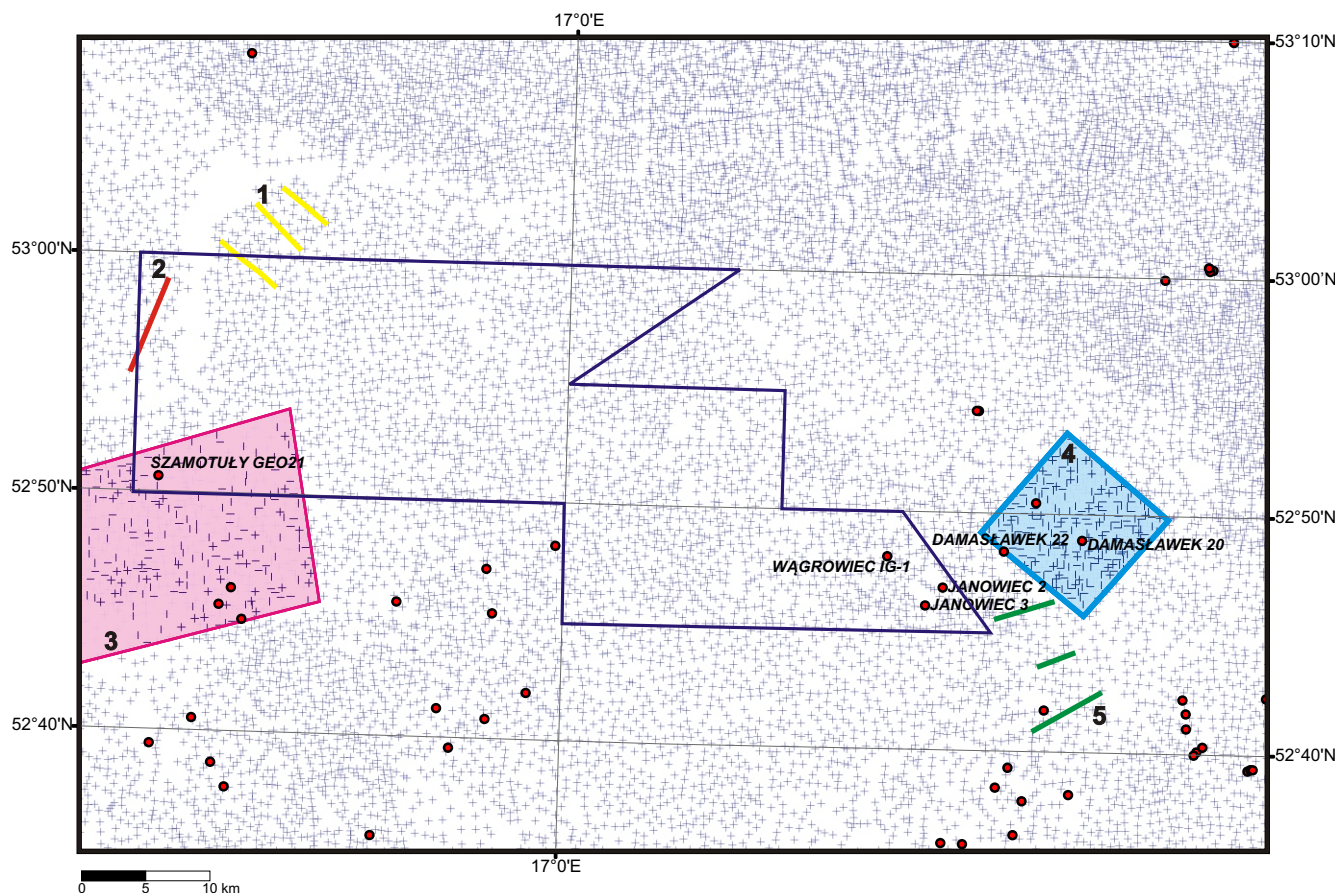


Figura 7.1. Lokalizacja grawimetrycznych punktów pomiarowych: granatowe krzyżyki – zdjęcie półszczegółowe, poligony: 1 – Łaszczyńska i Wasiak (1982); 2 – Ostrowska i Piśula (1991); 3 – Kruczek i in. (1986); 4 – Okulus i Wasiak (1962); 5 – Wasiak (1990). Na mapie zaznaczono kontur obszaru przetargowego „Chodzież”. Czerwone punkty – otwory wiernicze.

Przykładowa linia sejsmiczna pomierzona w 1977 r. (Fig. 6.3) pozwoliła na interpretację wielu struktur nieciągłych w obrębie warstw permskich, co potwierdziły wspomniane wyżej badania przeprowadzone w 2011 r.

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETOMETRYCZNE

7.1. GRAWIMETRIA

Pomiary grawimetryczne w rejonie obszaru „Chodzież” zapoczątkowano w latach 30. XX w.. Pomiary te zostały przerwane wybuchem wojny, a ich wyniki opracowano na początku lat 50. (Janczewski, 1951). W kilka lat później przedstawiono wyniki badań w rejonie Mogilna, Inowrocławia i Gniezna (Kaczkowska, 1954). W połowie lat 50. przystąpiono do realizacji zdjęcia regionalnego (0,4 pkt/km²) w rejonie niecki szczecińskiej i wału kujawsko-pomorskiego (Reczek, 1956), niecki łódzkiej (Stolarek i in., 1957) oraz w obszarze Żnin–Inowrocław (Bochnia i Duda, 1961). Ze względu na sposób udokumentowania materiał ten nie został poddany cyfrowaniu. Pierwsze zdjęcia określone jako półszczegółowe w rejonie Oborniki-Czarnków (Grzywacz, 1958) i Mogilno–Gopło (Duda, 1958) wykonano z zagęszczeniem odpowiednio 1 pkt/km² i 1,6 pkt/km².

W 1961 r. wykonano zdjęcie profilowe nad wysadem solnym w Damasławku (Okulus i Wasiak, 1962; obiekt 4 na Fig. 7.1). Wykonano 29 profili o kroku pomiarowym 150 m. Pozyskane materiały zostały wykorzystane w znacznie

późniejszym opracowaniu kompleksowym (Twarogowski i in., 2000). W ramach tego opracowania opracowano m.in. transformowane mapy grawimetryczne, a także wykonano dwuwymiarowe modelowania dla trzech przekrojów.

Od połowy lat 60. kontynuowano prace nad zdjęciem półszczegółowym, które później zostało wykorzystane przy konstrukcji mapy w skali 1: 200 000 – arkusze Piła (Soćko i Szczypa, 1979) i Nakło (Soćko i Szczypa, 1980). Były to zdjęcia w rejonie synklinorium szczecińskiego i mogileńskiego (Duda i Bochnia, 1966) o zagęszczeniu 1,5 pkt/km² oraz antyklinorium pomorskiego (Reczek i Kruk, 1970) o zagęszczeniu 2 pkt/km². Lokalizacja punktów pomiarowych została przedstawiona na figurze 7.1.

W latach 80. i 90. realizowano szereg zdjęć szczegółowych ukierunkowanych na poszukiwanie węgla brunatnego. W obszarze „Chodzież” i jego bezpośrednim sąsiedztwie zdjęcia takie wykonano na trzech obszarach: Kruszewo (Łaszczyńska i Wasiak, 1982; 1 na Fig. 7.1), Kuźnica Czarnkowska (Ostrowska i Piśula, 1991; 2 na Fig. 7.1) i między Janowcem Wielkopolskim a Rogowem (Wasiak, 1990; 5 na Fig. 7.1). W rejonie Kruszewa wykonane zostały 3 profile o kroku pomiarowym 40 m. W rejonach Kuźnicy Czarnkowskiej i Janowca Wlkp.–Rogowa wykonano odpowiednio 1 i 3 profile z krokiem pomiarowym 100 m.

Ostatnim zdjęciem szczegółowym zrealizowanym w omawianym rejonie było zdjęcie w rejonie lokalizacji wytypowanej pod budowę elektrowni jądowej Warta. Zdjęcie rozproszone zostało wykonane z zagęszczeniem ok. 20 pkt/km², a 5 profili wykonano z krokiem 100 m (Kruczek i in., 1986; 3 na Fig. 7.1).

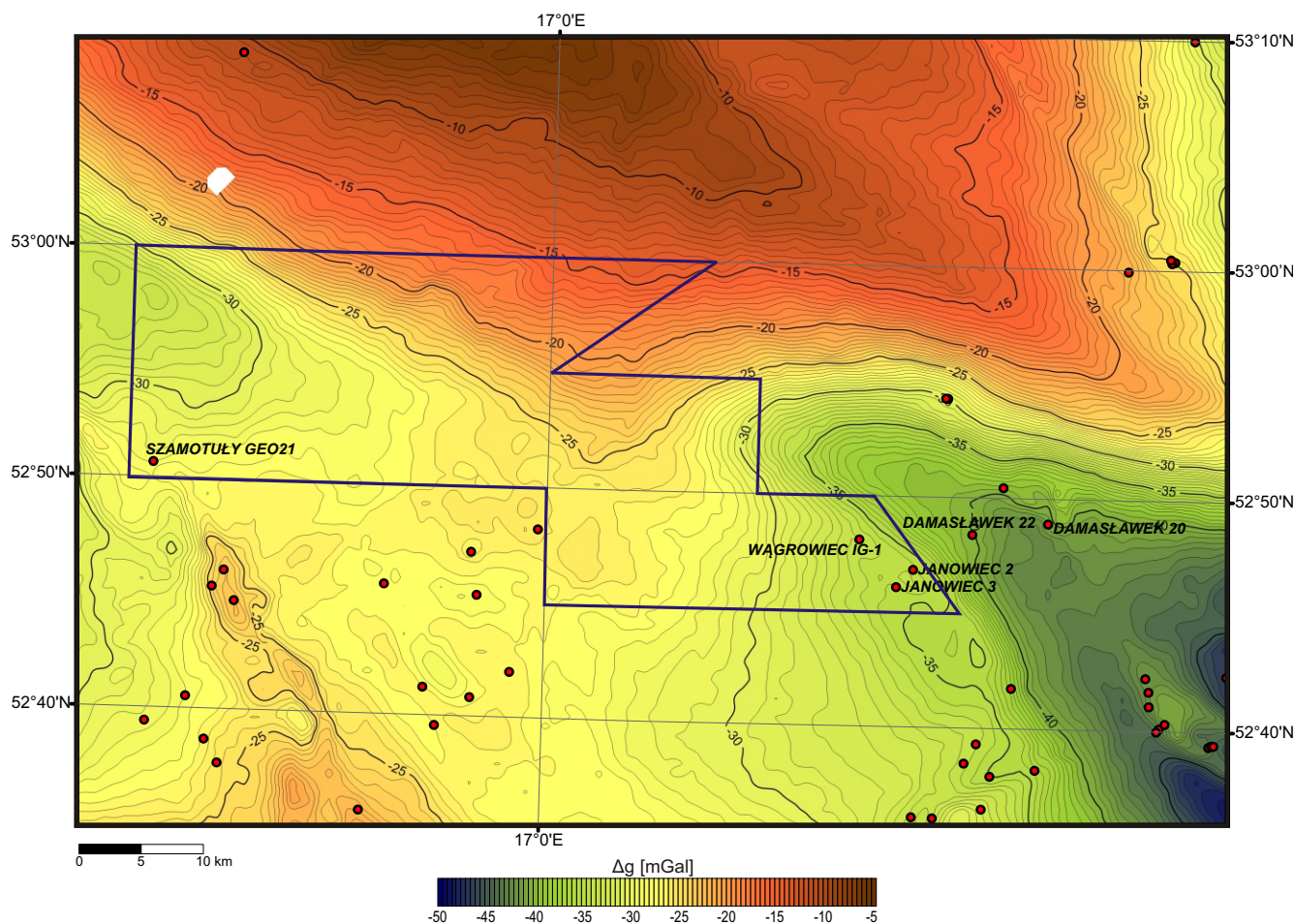


Figura. 7.2. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera, gęstość redukcji $2,67 \text{ g/cm}^3$ (na podst. Królikowskiego i Peteckiego, 1995). Granatowy poligon – zasięg obszaru „Chodzież”, czerwone punkty – otwory wiertnicze.

Wszystkie zdjęcia pól szczegółowych zostały scyfrowane i zunifikowane w systemie IGSN 71 w ramach realizacji „Atlasu grawimetrycznego Polski” (Królikowski i Petecki, 1995). Anomalie grawimetryczne zostały wyznaczone według formuły GRS80. Współrzędne wszystkich pomiarów określone były pierwotnie w układzie Borowa Góra. Współrzędne te 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. Lokalizacja zdjęć szczegółowych została natomiast ustalona w układzie 1942 poprzez przeniesienie sytuacyjne punktów z podkładów Borowa Góra na podkłady układu 1942 i ponowne odczytanie współrzędnych.

Rejon, w którego zakres wchodzi obszar „Chodzież”, był na przestrzeni lat przedmiotem wielu interpretacji obrazu grawimetrycznego w połączeniu z innymi metodami geofizycznymi (Soćko, 1976; Dziewińska i in., 1979; Grobelny, 1979; Grzywacz i Szczypa, 1981; Dąbrowska, 1986; Królikowski i in., 1997; Cieśla i in., 1998). Wymienione prace skupiały się przede wszystkim na geologii pokrywy osadowej. Zespół AGH przez ponad dekadę prowadził natomiast badania znacznie głębsze. W oparciu o dane pól potencjalnych i głębokich sondowań sejsmicznych (profile VII, M-7, LT-2, LT4, LT-5) konstruowano model głębokiej struktury skorupy ziemskiej i górnego płaszcza (Grabowska i Małoszewski, 1976, 1986; Grabowska, 1981, 1982, 1983; Grabowska i in., 1984).

Na figurze 7.2 przedstawiono mapę anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera, skonstruowaną na podstawie bazy danych opracowanej na potrzeby realizacji „Atlasu grawimetrycznego Polski” (Królikowski i Petecki, 1995).

Zgodnie z podziałem na jednostki grawimetryczne przyjętym w „Atlasie...” obszar „Chodzież” znajduje się w obrębie niżu szczecińsko-mogileńskiego, blisko granicy z sąsiadującym od północy wyżem pomorskim. Autorzy „Atlasu...” stwierdzają, że pomimo wielu analiz (m.in. Grobelny i Królikowski, 1988) pochodzenie niżu nie zostało definitywnie wyjaśnione, a większość badaczy skłonna jest zakładać dominujący udział podłoża krystalicznego w powstaniu anomalii. Nie wyklucza się też wpływu orogenu waryscyjskiego, który mógł nasunąć znaczne ilości materiału skalnego o obniżonych gęstościach.

Jamrozik (1965), interpretując obraz grawimetryczny nad strukturą Rogoźna, która znajduje się poza obszarem „Chodzież”, ale sąsiaduje z nim od SW, stwierdza, że przy rozpoznaniu budowy geologicznej omawianego obszaru (tj. struktury Rogoźna) grawimetria odegrała minimalną rolę. Powodem takiego stanu jest fakt, że obserwowane anomalie są wynikiem superpozycji efektów grawimetrycznych dwóch wzajemnie kompensujących się źródeł anomalnych, tj. wyniesienia wyższych utworów jurajsko-triasowych (efekt dodatni) i mas solnych (efekt ujemny). Do podobnych wniosków Jamrozik (1968) doszedł, analizując grawimetrię w strefie Szamotuły-Drawno. Rozdzielenia tych dwóch efektów autor podjął się kilka lat później (Jamrozik, 1971) poprzez obliczenie efektu grawitacyjnego undulacji powierzchni podkredowej. Po raz pierwszy w Polsce zastosowano wówczas na tak szeroką skalę modelowanie przestrzenne mapy strukturalnej, co pozwoliło na wyeliminowanie z obserwowanych anomalii siły ciężkości maskującego wpływu undulacji spągu kredy. Dzięki temu otrzymano obraz anomalny związany z utworami permskimi i starszymi, na którym anomalie lokalne odpowiadają w głównej mierze strukturze permskiej.

W wyniku interpretacji danych geofizycznych wykonanej w ramach zintegrowanej analizy danych geofizycznych nad wysadem Damasławek (Twarogowski, 2000) stwierdzono, że czapa wysadu, a być może przystopowa partia samego wysadu, ma charakter ciała rozdzielonego na dwie części, które są zróżnicowane pod względem litologicznym i zaangażowania tektonicznego.

Dokumentacje grawimetryczne i opracowania archiwalne

- Bochnia, N., Duda, W. 1961. Regionalne badania grawimetryczne w obszarze Żnin-Inowrocław rok 1960. CAG PIG, Warszawa (Inw. 40946, Kat. 3625/194; Inw. 13988/61, Kat. 3725/161).
- Cieśla, E., Wybraniec, S., Petecki, Z., Gientka, D., Staniszevska, B. 1998. Kompleksowa interpretacja grawimetryczno-magnetyczna Polski zachodniej, 1997. CAG PIG, Warszawa (Inw. 7/98).
- Dąbrowska, B. 1986. Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Arkusz Piła, 1986. CAG PIG, Warszawa (Kat. N33-XXIX/11).
- Duda, W. 1958. Półszczegółowe badania grawimetryczne w obszarze Mogilno-Gopło, 1957. CAG PIG, Warszawa (Inw. 40920, Kat. 3826/247).
- Duda, W., Bochnia, N. 1966. Dokumentacja tymczasowa półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Synklinorium szczecińskie i mogileńskie, 1965. CAG PIG, Warszawa (Kat. 42/93).
- Dziewińska, L., Grobelny, A., Karaczun, K., Majorowicz, J., Młynarski, S., Stępniewska, M. 1979. Charakterystyka geofizyczna obszaru niecki warszawskiej (Budowa geologiczna niecki warszawskiej i jej podłoża), 1979. CAG PIG, Warszawa (Inw. 45000, Kat. 55/179).
- Grabowska, T. 1981. Konstrukcja geofizycznego modelu głębokiej struktury skorupy ziemskiej wzdłuż profili GSS (VII, M-7, LT-2, LT-4, LT-5) w oparciu o dane grawimetryczne, magnetyczne i sejsm. Etap I. Problem międzyresortowy MRI.16, zadanie 142, 1981. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-314).
- Grabowska, T. 1982. Konstrukcja geofizycznego modelu głębokiej struktury skorupy ziemskiej wzdłuż profili GSS (VII, M-7, LT-2, LT-4, LT-5) w oparciu o dane grawimetryczne, magnetyczne i sejsm. Etap II. Problem międzyresortowy MRI.16, zadanie 142, 1982. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-315).
- Grabowska, T. 1983. Korelacja modeli geofizycznych skorupy ziemskiej wzdłuż profili GSS (VII, M-7, LT-2) prowadzona na podstawie badań grawimetr. i magnetycznych w N części niżu polskiego. Etap III. Problem międzyresortowy MRI.16, zadanie 142, 1983. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-321).
- Grabowska, T., Małoszewski, S. 1976. Korelacja anomalii grawimetrycznych z morfologią granicy Mohorovicica wyznaczoną na podstawie GSS wzdłuż profili VII, M-7, LT-2 GSS, etap I. Problem międzyresortowy, zadanie 141, 1976. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-238).
- Grabowska, T., Małoszewski, S. 1986. Geofizyczno-geologiczne modele skorupy ziemskiej i górnego płaszcza na profilach GSS VII, M-7, LT-2 Etap I. CPBP 0302, zadanie 15, 1985. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-349).
- Grabowska, T., Raczyńska, M., Postawa, B., Grabowski, J. 1984. Konstrukcja kompleksowego modelu skorupy ziemskiej w N części Niżu Polskiego (profile GSS VII, M-7, LT-2) na podstawie danych geofizycznych. Interpretacja anomalii grawim. na profilach GSS. Etap IV. Problem międzyresortowy MRI.16, zadanie 142, 1984. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-323).
- Grobelny, A. 1979. Budowa geologiczna niecki warszawskiej, 1979. CAG PIG, Warszawa (Kat. 55/173).
- Grzywacz, J. 1958. Sprawozdanie z półszczegółowych badań grawimetrycznych Oborniki-Czarnków, 1957. CAG PIG Warszawa (Inw. 9963/3265 Kat. 3723/14).
- Grzywacz, J., Szczypa, S. 1981. Program na 1981–1982 rok Temat: Interpretacja materiałów geofizycznych permomezozoiku i podłoża – Trójwymiarowa interpretacja grawimetryczna dwóch arkuszy map Nakło i Toruń w skali 1:200 000. CAG PIG, Warszawa (Inw. 32474, Kat. N33-XXX/11).
- Jamrozik, J. 1965. Przyczynek do rozpoznania struktury Rogoźna na podstawie interpretacji profili grawimetrycznych, 1965. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2098, Kat. 3824/191).
- Jamrozik, J. 1968. Analiza grawimetryczna strefy Szamotuły-Drawno 1968 r. CAG PIG, Warszawa (Kat. G-238 PBG).
- Jamrozik, J. 1971. Interpretacja anomalii siły ciężkości z synklinorium szczecińskiego 1971. CAG PIG, Warszawa (Kat. 42/119).
- Janczewski, E. 1951. Anomalie grawimetryczne na Kujawach, 1951. CAG PIG, Warszawa (Inw. 6393, Kat. 54/91).
- Kaczkowska, Z., 1954. Anomalie siły ciężkości w rejonie Mogilna, Inowrocławia i Gniezna, 1954. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5945 Kat. 3826/53).
- Królikowski, C., Petecki, Z., Szczypa, S., Szewczyk, J., Twarogowski, J. 1997. Badanie podłoża podpermskiego w strefie T-T z zastosowaniem metody strippingu. Projekt badawczy nr 9.S602 03 06p 08. CAG PIG, Warszawa (Inw. 465/97).
- Kruczek, T., Kucharska, S., Soćko, A., Wojaś, A., 1986. II Elektrownia Jądrowa 4x1000MW, lokalizacja - Warta. Dokumentacja kompleksowych badań geofizycznych dla rozpoznania kenozoiku i stropu mezozoiku, 1986 r. CAG PIG, Warszawa (Kat. G-522 PBG).
- Łaszczyńska, B., Wasiak, I. 1982. Dokumentacja badań geofizycznych; temat: Poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych (obszary: Giżyno, Kruszewo, Opalenica), 1981 r. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2160, Kat. 3522/108).
- Okulus, H., Wasiak, J. 1962. Opracowanie półszczegółowych badań grawimetrycznych wysadu solnego w Damasławku, 1961 r. CAG PIG, Warszawa (Inw. 40956, Kat. 3725/278).
- Ostrowska, K., Piśula, M. 1991. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych; temat: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych II faza 1990 r. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1281/91).
- Reczek, J. 1956. Badania grawimetryczne na obszarze niecki szczecińskiej i wału kujawsko-pomorskiego, 1956. CAG PIG, Warszawa (Kat. 42/109, Kat. ON/69).
- Reczek, J., Kruk B., 1970. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Antyklinorium Pomorskie, 1969. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1537, Kat. 32/142).
- Soćko, A. 1976. Opracowanie badań grawimetrycznych wykonanych do 1972 r. Temat: Synklinorium mogileńsko-łódzkie, (reinterpretacja), 1975-1976. CAG PIG, Warszawa (Kat. 53/140).
- Soćko, A., Szczypa, S., 1979. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 25 – Piła, 1979. CAG PIG, Warszawa (Kat. N33-XXIX/6).
- Soćko, A., Szczypa S., 1980. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 26 – Nakło, 1979. CAG PIG, Warszawa (Kat. N33-XXX/6).
- Stolarek J., Kruk B., Grzywacz J., 1957. Regionalne badania grawimetryczne w rejonie niecki łódzkiej, 1957. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3826/246, Kat. ON/179).
- Twarogowski, J., 2000. Kompleksowe badanie budowy geologicznej struktur przypowierzchniowych z zastosowaniem analizy danych geologiczno-geofizycznych na przykładzie rozpoznania wysadu solnego „Damasławek” i jego otoczenia, 2000. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2163/2001).
- Wasiak, J. 1990. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych; temat: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego

w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza – 1989 r. Arch. Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa (Kat. G-570).

7.2. MAGNETYKA

Pierwsze pomiary magnetyczne na obszarze „Chodzież” wykonano w latach 30. XX w. (Karaczun, 1954). Były to pomiary pionowej składowej natężenia ziemskiego pola magnetycznego Z. Zakończono je w połowie lat 50. (zob. Kozera, 1955; Dąbrowski, 1960). Zdjęcie miało charakter regionalny, o zagęszczeniu 0,06–0,7 pkt/km² i stosunkowo niskiej dokładności pomiarów. Umożliwiło natomiast opracowanie i analizę mapy anomalii magnetycznej w skali 1:2 000 000 (Draczyński i in., 1968; Karaczun i Karaczun, 1969). Ze względu na słabo zróżnicowany obraz magnetyczny obszaru zachodniej i centralnej Polski bardziej szczegółowe badania zostały wykonane tu dopiero w latach 80.

Pierwsze zdjęcie półszeregowe, wykonane magnetometrami protonowymi, mierzącymi całkowite natężenie ziemskiego pola magnetycznego T, wykonano w rejonie obszaru „Chodzież” w ramach tematu: „Niecka szczecińska i monoklina przedsudecka” (Kosobudzka, 1987). Jest to zdjęcie o zagęszczeniu 4,5 pkt/km². Zostało ono wykonane z wykorzystaniem opracowanej przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych metody różnicowej (Kosobudzka, 1988a). Zdjęcie to zostało zrealizowane na podkładach układu Borowa Góra (czerwone krzyżyki na

Fig. 7.3). Lokalizacja części punktów leżących w pasie ograniczającym obszar zdjęcia została na nowo określona na podkładach układu 1942 (sytuacyjne przenoszenie lokalizacji z podkładu BG na podkład 1942 i ponowne odczytywanie współrzędnych) w trakcie realizacji kolejnego zdjęcia (Kosobudzka, 1988b, 1991). Zdjęcie to objęło zasięgiem wschodnią połowę analizowanego obszaru i wykonane zostało przy podobnych założeniach co poprzednie, ale już na podkładach układu 1942 (czarne krzyżyki na Fig. 7.3). Tak powstała „zakładka” miała ułatwić łączenie obu zdjęć przy opracowywaniu wspólnej mapy.

Podstawowym efektem realizacji nowego, naziemnego zdjęcia magnetycznego było opracowanie mapy anomalii T w skali 1: 200 000 m.in. dla arkuszy Piła (Kosobudzka i Zochniak, 1991) i Wągrowiec (Kosobudzka i Paprocki, 1998). Mapa gradientu poziomego opracowana mniej więcej w tym samym czasie (Karaczun i Cieśla, 1992) oparta była natomiast na starszych pomiarach pionowej składowej Z.

Na analizowanym obszarze nie wykonano żadnych szczegółowych zdjęć magnetycznych. Został on natomiast objęty licznymi pracami o charakterze interpretacyjnym (Gaczyński i in., 1985; Cieśla i Wybraniec, 1995; Kosobudzka i Paprocki, 1995; Wybraniec, 1996, 1999; Cieśla i in., 1998; Królikowski i in., 1998).

Charakterystyka obrazu magnetycznego powstała w oparciu o „Mapę magnetyczną Polski 1: 500 000” (Petecki i in., 2004). Obszar przetargowy „Chodzież” znajduje się w obrębie tzw. SW prowincji magnetycznej, pod względem

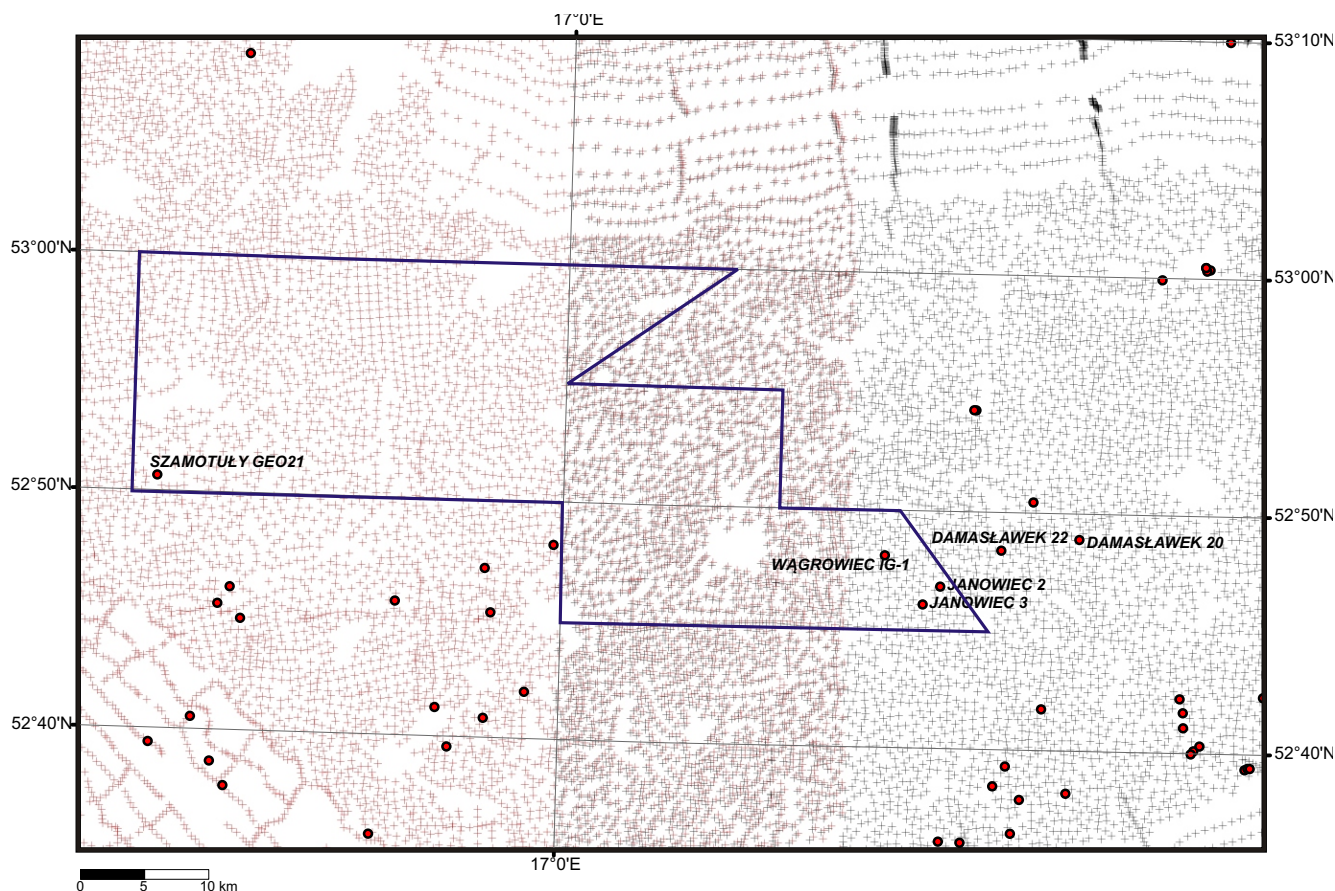


Figura 7.3. Lokalizacja punktów pomiarowych półszeregowego naziemnego zdjęcia magnetycznego T. Czarne krzyżyki – lokalizacja określona w układzie współrzędnych 1942, czerwone krzyżyki – lokalizacja określona w układzie Borowa Góra. Na mapie zaznaczono kontur obszaru przetargowego „Chodzież”. Czerwone punkty – otwory wiertnicze.

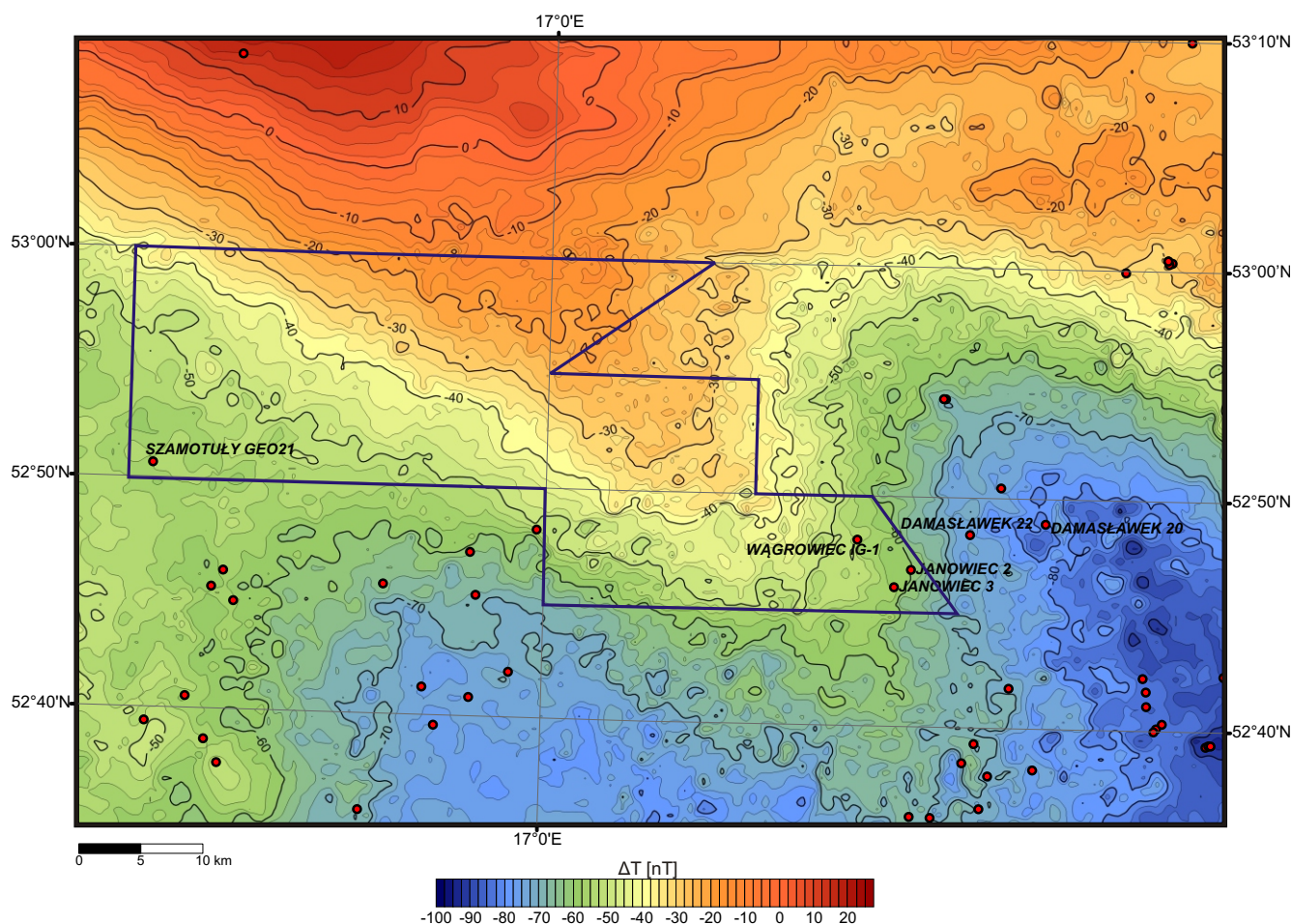


Figura 7.4. Mapa anomalii modułu całkowitego natężenia ziemskiego pola magnetycznego ΔT . Na mapie zaznaczono kontur obszaru przetargowego „Chodzież”. Czerwone punkty – otwory wiertnicze.

geologicznym obejmującej zasięgiem fanerozoiczną platformę zachodnioeuropejską.

Prowincja ta charakteryzuje się stosunkowo niską intensywnością anomalii magnetycznych (znacznie niższą niż w prowincji NE, odpowiadającej zasięgiem platformie wschodnioeuropejskiej). W jej obrębie można wydzielić dwa rejony, rozdzielone wyraźną strefą gradientową: Szczecin–Stargard Szczeciński–Piła–Inowrocław. Na północ od strefy gradientowej występują wydłużone anomalie równoległe do struktur bruzdy pomorskiej. Na SW od strefy gradientowej pole magnetyczne o ujemnych wartościach jest niemal zupełnie pozbawione większych anomalii lokalnych. Ten spokojny obraz pola magnetycznego na zachód od linii Teisseyre’a–Tornquista może wskazywać na głęboko położony strop podłoża magnetycznego, przykryty grubą warstwą niemagnetycznych skał osadowych. Oszacowany na podstawie analizy widma mocy strop źródeł magnetycznych w tym rejonie występuje na średniej głębokości ok. 18,5 km (Petecki, 2001).

Dokumentacje magnetyczne i opracowania archiwalne

Cieśla, E., Wybraniec, S. 1995. Opracowanie tematu: Mapa magnetyczna zachodniej Polski z komputerowym bankiem danych i interpretacją elementów strukturalnych. Część I (za okres 1.1.1992–31.12.1994), 1995. CAG PIG, Warszawa (Kat. 1470/95).

Cieśla, E., Wybraniec, S., Petecki, Z., Staniszevska, B. 1998. Kompleksowa interpretacja grawimetryczno-magnetyczna Polski zachodniej, 1997. CAG PIG, Warszawa (NKat. 7/98).

Draczyński, W., Karaczun, K., Karaczun, M. 1968. Zestawienie, analiza i interpretacja mapy magnetycznej 1:2 000 000 niecki mogileńsko-lódzkiej. CAG PIG, Warszawa (Inw. 39971, Kat. 64/144).

Gaczyński, E., Gadomski, D., Petecki, Z., Wybraniec, S., Karaczun, K. 1985. Budowa geologiczna permomezozoicznego kompleksu strukturalnego obszaru platformowego Polski, 1985. CAG PIG, Warszawa (Kat. Obo/1869).

Karaczun, K. 1954. Katalog punktów magnetycznych ze zdjęcia PIG w latach 1937–1939 na obszarze Wielkopolski i Pomorza, 1954. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3327/24).

Karaczun, K., Karaczun, M. 1969. Zestawienie, analiza i interpretacja mapy magnetycznej w skali 1:200 000 oraz historia badań i charakterystyka magnetyczna Synklinorium i Antyklinorium Pomorskiego, 1969 rok. CAG PIG, Warszawa (Inw. 42584, Kat. 42/107).

Karaczun, K., Cieśla, E. 1992. Opracowanie i interpretacja map magnetycznych średnich bezwzględnych map gradientu poziomego w skali 1:200 000, 1991. CAG PIG, Warszawa (Kat. 179/92).

Karaczun, K., Rymarski, W., Roman, L. 1939. Archiwum punktów magnetycznych wykonanych w latach 1937–1939. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3236/10a).

Kosobudzka, I. 1987. Dokumentacja częściowa półszczełowych badań magnetycznych delta T, temat: Niecka Szczecińska i Monoklina Przedsudecka, rejony: Szczecin–Choszczno

- i Krzyż-Kościan, 1985–1986. CAG PIG, Warszawa (Kat. M-232 PBG).
- Kosobudzka, I. 1988b. Dokumentacja częściowa półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1987. CAG PIG, Warszawa (Kat. 32/210).
- Kosobudzka, I. 1991. Sprawozdanie z półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1990. CAG PIG, Warszawa (Kat. 1287/91).
- Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1995. Dokumentacja interpretacji półszczegółowego zdjęcia magnetycznego T. Temat: Polska zachodnia ze szczególnym uwzględnieniem północnego skłonu wyniesienia wolsztyńskiego, 1994. Arch. Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa (Kat. M-277).
- Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1998. Mapa magnetyczna Polski w skali 1:200 000. Arkusz: Wągrowiec, 1997. CAG PIG, Warszawa (Kat. 812/98).
- Kosobudzka, I., Zochniak, K. 1991. Mapa magnetyczna Polski. Arkusz: Piła. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1320/91).
- Królikowski, C., Uhrynowski, A., Petecki, Z., Żółtowski, Z. 1998. Gęstościowe i magnetyczne modele skorupy ziemskiej w zachodniej części platformy wschodnioeuropejskiej, 1998. CAG PIG, Warszawa (Kat. 1/99).
- Wybraniec, S. 1996. Zastosowanie nowych metod interpretacji danych pól potencjalnych do rozpoznania budowy Polski północno-zachodniej. Projekt Badawczy 5.17.77.94.6, 1996. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3677/96).
- Wybraniec, S. 1999. Badanie ukrytych struktur wzdłuż polskiej części transeuropejskiej strefy szwowej z wykorzystaniem danych grawimetrycznych i magnetycznych, 1998. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3542/98).

7.3 MAGNETOTELLURYKA

W 1963 r. dla tematu „Damasławek” przeprowadzono badania telluryczne (Święcicka-Pawliszyn, 1964a, b). Celem badań było wyznaczenie granic wysadu solnego. Wykonano pomiary na 202 punktach. W efekcie powstała mapa średniego natężenia pola tellurycznego w skali 1:25 000 (w wersji opracowanej cyfrowo – Twarogowski, 2000). Dominującym elementem na tej mapie jest leżąca w centrum obszaru dodatnia anomalia, niewątpliwie związana z obecnością wysokooporowego wysadu solnego. Określono granice wysadu, wydzielono główne elementy jego budowy i określono przebieg najbardziej wyraźnych stref tektonicznych w jego granicach, wskazano na dużą zgodność tych elementów z danymi uzyskanymi z sondowań geoelektrycznych.

Na wysadzie solnym „Damasławek” wykonane zostały również badania elektrooporowe (Jagodzińska i Kalituk, 1999). Zostały one przeprowadzone w celu rozpoznania budowy stropowych partii wysadu i jego nadkładu oraz otoczenia. Sondowania elektrooporowe wykonano wzdłuż 6 ciągów o łącznej długości ok. 24 km. Na 16 archiwalnych otworach wykonano krzyżowe sondowania parametryczne. Na liniach ciągów wykonano 84 sondowania. Maksymalne rozstawy sondowań wynosiły przeważnie AB = 2000 m, co zapewniło głębokość prospekcji do około 500 m. W wyniku interpretacji uzyskano przekroje geologiczne, na których zaznaczono przypuszczalny spąg czwartorzędu, „trzeciorzędu”, a w obrębie wysadu występowanie utworów czapy i złoża soli. Zaznaczono nieciągłości, które mogą odpowiadać uskokom, jak i fałdom na brzegach wysadu czy też w obrębie czapy lub jej nadkładu (Krzywiec i in., 1999).

W 1971 r. wykonano badania magnetotelluryczne na strukturze Szamotuły (Śmiechowski, 1972). Prace polowe przeprowadzono na 18 profilach. Dodatkowo wykonano 7 sondowań. W wyniku prac rozpoznane zostało zaleganie stropu cechsztynu.

W 1986 r. ukończono realizację kompleksowych badań geofizycznych, których głównym celem było rozpoznanie

warunków geologicznych w rejonie projektowanej elektrowni jądrowej Warta (Kruczek i in., 1986). Badania te prowadzone były we wschodniej części obszaru przetargowego „Chodzież”. W ramach realizacji prac wykonano: badania geoelektryczne, płytkie badania sejsmiczne metodą refleksyjną i refrakcyjną, pomiary karotażowe oraz pomiary grawimetryczne (opisane we wcześniejszym rozdziale) i geotermiczne. Badania geoelektryczne zostały wykonane wzdłuż ośmiu profili zlokalizowanych na obszarze 800 km². Stosowano metodę sondowań elektrooporowych w układzie symetrycznym Schlumbergera. Prospekcją zostały objęte utwory do głębokości ok. 250 m, obejmując utwory czwartorzędu i „trzeciorzędu”.

Inne dokumentacje i opracowania archiwalne

- Jagodzińska, B., Kalituk, R. 1999. Dokumentacja badań geoelektrycznych temat: Rozpoznanie budowy wewnętrznej czapy gipsowo-anhydrytowej wysadu solnego Damasławek. CAG PIG Warszawa (Inw. 971/99).
- Kruczek, T., Kucharska, S., Soćko, A., Wojas, A. 1986. II Elektrownia Jądrowa 4x1000MW, lokalizacja - Warta. Dokumentacja kompleksowych badań geofizycznych dla rozpoznania kenozoiku i stropu mezozoiku, 1986 r. CAG PIG Warszawa (Kat. G-522 PBG).
- Krzywiec, P., Królikowski, C., Jarosiński, M., Szewczyk, J., Wybraniec, S., Czapowski, G., Zientara, P., Petecki, Z., Twarogowski, J., Jóźwiak, W., Żółtowski, Z. 1999. Rozpoznanie budowy wewnętrznej czapy gipsowo-anhydrytowej wysadu solnego „Damasławek” płytkimi badaniami sejsmicznymi. Archiwum Państwowej Agencji Atomistyki Warszawa.
- Śmiechowski R., 1972. Opracowanie badań magnetotellurycznych wykonanych w rejonie: Szamotuły przez grupę telluryczną PGGN w 1971 r. CAG PIG Warszawa (Inw. 44000, Kat. 3823/252).
- Święcicka-Pawliszyn, J. 1964a. Opracowanie badań tellurycznych, temat: Damasławek, 1963 r. CAG PIG Warszawa (Inw. 17220, Kat. 3725/174).
- Święcicka-Pawliszyn, J. 1964b. Uzupełnienie do opracowania badań tellurycznych temat „Damasławek” 1963 r. CAG PIG Warszawa (Inw. 22552 Kat. 3725/216).
- Twarogowski, J. 2000. Kompleksowe badanie budowy geologicznej struktur przypowierzchniowych z zastosowaniem analizy danych geologiczno-geofizycznych na przykładzie rozpoznania wysadu solnego „Damasławek” i jego otoczenia. CAG PIG Warszawa (Inw. 2163/2001).

8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI

Perspektywy poszukiwawcze dla złóż węglowodorów na obszarze przetargowym „Chodzież” są związane z głęboko pogrzebanymi piaskowcami czerwonego spągowca (rozdziały 2 i 3). Na obszarze „Chodzież” nie istnieje żadne głębokie wiercenie sięgające do utworów czerwonego spągowca lub karbonu, stąd opinie o potencjale generacyjnym i zbiornikowym pochodzą z wierceń Piła 1/IG 1 (zlokalizowane na północ od granicy obszaru „Chodzież”) i Objezierze IG 1 (zlokalizowane na południe od granicy obszaru „Chodzież”; rozdział 5).

Profil czerwonego spągowca w obu wierceniach jest częściowo reprezentowany przez piaskowce eoliczne, które mogły zachować porowatość i stanowić skałę zbiornikową (Fig. 2.1, 5.2 i 5.3). Potencjalnie zbiornikowe piaskowce eoliczne znajdują się w górnej, stropowej części profilu otworu Objezierze IG 1. Piaskowce eoliczne w wierceniu Piła 1/IG 1 znajdują się natomiast w głębszej części sukcesji czerwonego spągowca. Obszar „Chodzież” znajduje się zatem w strefie przejściowej, gdzie można spodziewać się piaskowców eolicznych blisko stropu sukcesji, choć mogą one występować również w głębiej położonych partiach czerwonego spągowca.

Wyniki analizy systemu naftowego (rozdział 3) wskazują na istniejący w przeszłości system generacyjny, a tym samym

Tabela 8.1. KARTA INFORMACYJNA

Dane koncesji	Nazwa obszaru:	„CHODZIEŻ”
	Lokalizacja:	<u>Na ładzie</u> <u>Arkusze mapy topograficznej w skali 1:50 000:</u> Czarnków 353, Chodzież 354, Margonin 355, Wągrowiec 395, Janowiec 396, Parkowo 394, Siedlisko 352, Obrzycko 393, Śmiłowo 314, Kcynia 356, Szamocin 315, Piła 313, Wronki 392 <u>Fragmenty bloków koncesyjnych nr:</u> 166, 167 <u>Położenie administracyjne:</u> województwo wielkopolskie: powiat chodzieski gmina: Chodzież (gm. miejska, 0,93% powierzchni), Budzyń (17,79%), Margonin (5,36%), Chodzież (10,51%), Szamocin (0,03%) powiat czarnkowsko-trzcianiecki gmina: Czarnków (19,96%), Lubasz (3,63%), Trzcianka (0,62%), Czarnków (gm. miejska, 0,91%), Połajewo (0,69%) powiat obornicki gmina: Rogoźno (2,52%), Ryczywół (3,24%) powiat pilski gmina: Ujście (2,43%) powiat wągrowiecki gmina: Wągrowiec (gm. miejska 1,59%), Damasławek (1,10%), Mieścisko (2,76%), Gołańcz (0,12%), Wągrowiec (gm. wiejska 24,40%) województwo kujawsko-pomorskie: powiat żniński gmina: Janowiec Wielkopolski (1,41%)
	Typ:	poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż
	Czas obowiązywania:	koncesja na 10 lat w tym: faza poszukiwawczo - rozpoznawcza (5 lat), faza wydobywcza - po uzyskaniu decyzji inwestycyjnej
	Udziały	zwycięzca przetargu 100%
	Powierzchnia [km ²]	1119,08
	Rodzaj złoża	konwencjonalne i niekonwencjonalne (<i>tight</i>) złoża gazu ziemnego
	Piętra strukturalne	kenozoik cechsztyń – mezozoik karbon – czerwony spągowiec
	Systemy naftowe	I – konwencjonalny w czerwonym spągowcu II – niekonwencjonalny w czerwonym spągowcu
	Skały zbiornikowe	I – piaskowce czerwonego spągowca II – piaskowce czerwonego spągowca
	Skały macierzyste	I – mułowce i ilowce dolnego karbonu II – mułowce i ilowce dolnego karbonu
	Skały uszczelniające	I, II – ewaporaty cechsztyńu
	Miąszość nadkładu	I – 4700–5000 m II – 5000–5400 m
	Typ pułapki	I – strukturalny, stratygraficzny II – niekonwencjonalny
	Złoża rozpoznane w pobliżu	I – brak złóż w bliskim sąsiedztwie obszaru przetargowego. Najbliżej położone złoża: – około 39 km na S, eksploatowane złożo gazu ziemnego Młodasko (GZ 4709); – około 43 km na S, eksploatowane złożo gazu ziemnego Jankowice (GZ 4708); – około 50 km na S, złożo gazu ziemnego Sędziny (GZ 4704); – około 50 km na S, złożo gazu ziemnego Ceradz Dolny (GZ 4705). II – brak odkryć typu <i>tight gas</i> z czerwonego spągowca
	Zrealizowane zdjęcia sejsmiczne, rejon, (właściciel)	1976–1977 Czarnków–Poznań–Strzelno 2D (Skarb Państwa) 1979 Piła–Bydgoszcz 2D (Skarb Państwa) 1980–1981 Radęcin–Wieleń–Murowana Goślina 2D (Skarb Państwa) 1982–1984 Wałcz–Gołańcz 2D (Skarb Państwa) 1983 Kruszewo 2D (Skarb Państwa) 1985–1986 Elektrownia Jądrowa Warta 2D (Skarb Państwa) 2011 Obrzycko–Zabartowo 2D 2014 Gołęczewo–Szubin 2D
	Otwory reperowe (MD)	reperowe: brak offsetowe: Piła 1/IG 1 (5482 m), Objezierze IG 1 (5094,5 m)
	Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo - rozpoznawczej	Etap I czas trwania: 12 miesięcy zakres: interpretacja i analiza archiwalnych danych geologicznych Etap II czas trwania: 12 miesięcy zakres: wykonanie robót sejsmicznych 2D (100 km) Etap III czas trwania: 24 miesiące zakres: wykonanie 1 (jednego) odwiertu do głębokości maksymalnej 5 500 m z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych Etap IV czas trwania: 12 miesięcy zakres: wykonanie analiz uzyskanych danych

możliwość migracji i akumulacji węglowodorów. Model 1-D historii pogrążania i dojrzałości termicznej dla otworu Piła 1/IG 1 potwierdza potencjał generacyjny utworów karbonu. Kwestią dyskusyjną jest czas generacji i istnienie podczas tego procesu pułapek dla nagromadzeń gazu. Potencjalne pułapki mogły zostać rozformowane już w późnym karbonie, jednak część gazu mogła reemigrować później, kiedy piaskowce czerwone spągowca były już uszczelnione utworami cechsztynu. Przy takim założeniu można spodziewać się odkrycia w czerwonym spągowcu struktur i nagromadzeń gazu ziemnego, uszczelnionych osadami cechsztynu (rozdział 6).

Drugą możliwością jest istnienie gazu zamkniętego (*tight gas*) w piaskowcach czerwonego spągowca nawet na znacznej głębokości, przekraczającej 5000 m. Obszar ten jest objęty modelem występowania gazu zamkniętego w centrach i na skłonach basenów sedymentacyjnych (model BCGS; Wójcicki i in., 2014). Zakładając możliwość występowania nagromadzeń gazu zamkniętego, należy nastawić się w pierwszym rzędzie na ponowne rozpoznanie obiektów antyklinalnych, w których utwory czerwonego spągowca znajdują się w korzystnej sytuacji strukturalnej i które mogą być uszczelnione osadami cechsztynu. Nie można wykluczyć również odkrycia pułapek konwencjonalnych dla wolnego gazu w stropie osadów czerwonego spągowca pod przykryciem osadów cechsztynu na SW skłonie struktury Chodzieży i ewentualnie w innych analogicznych obiektach perspektywicznych (rozdziały 2 i 6). Dostępne dane sejsmiczne pokazują jednak, że strop utworów czerwonego spągowca na większej części obszaru przetargowego „Chodzież” znajduje się często na głęb. od 5000 m do 5500 m (rozdział 6).

Podsumowując, według obecnego stanu rozpoznania obszaru jedynie udokumentowanie wyraźnej pułapki strukturalnej związanej z otoczeniem struktury Chodzieży lub w innym miejscu na obszarze przetargowym może zachęcić do podjęcia ryzykownego wiercenia poszukiwawczego. Istnieją również pewne perspektywy poszukiwawcze związane z pułapkami przyuskokowymi uszczelnionymi utworami solnymi w strefie tektonicznej Drawno–Człopa–Szamotuły, powstałej w części wschodniej obniżenia szczecińskiego. Zachodnia granica obszaru przetargowego „Chodzież” przebiega w pobliżu ww. strefy. Wspomniana strefa jest to zespół synsedymencyjnych rowów o zwiększonej depozycji osadów, które zaczęły się tworzyć w późnym triasie i wczesnej jurze, kontynuując swoją aktywność aż do wczesnej kredy. Następnie strefa ta została poddana późno-kredowej inwersji i w chwili obecnej stanowi pas antyklinalny o rozciągłości NW–SE (Leszczyński, 2002). Późnokredowa kompresja jest odpowiedzialna również za powstanie struktur solnych, z którymi także wiązać można pewne perspektywy poszukiwawcze, jednak obecny stan rozpoznania nie jest wystarczający, aby wskazać konkretny obiekt perspektywiczny. Podsumowanie informacji dotyczących obszaru przetargowego „Chodzież” znajduje się w tabeli 8.1.

Proponowany minimalny zakres prac, który umożliwi zdefiniowanie konkretnych obiektów perspektywicznych i ewentualne udokumentowanie złoża, powinien przede wszystkim obejmować:

1. reprocessing, integrację oraz reinterpretację archiwalnych danych sejsmicznych i otworowych;
2. wykonanie nowych pojedynczych linii sejsmicznych 2D (100 km²) pozwalających na zweryfikowanie struktur na SW skłonie struktury Chodzieży oraz potencjalnych struktur w innych miejscach, szczególnie w okolicy strefy tektonicznej Szamotuł (zachodnia część obszaru „Chodzież”), gdzie strop utworów czerwonego spągowca jest wyraźnie wyniesiony tektonicznie i mogą

tam występować pułapki strukturalne dla nagromadzeń węglowodorów;

3. w przypadku pozytywnych wyników prac interpretacyjnych należy wykonać jeden otwór do maksymalnej głębokości 5500 m (TD) wraz z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych;
4. analiza uzyskanych danych.

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- Al-Hajeri, M.M., Al Saeed, M., Derks, J., Fuchs, T., Hantschel, T., Kaureauf, A., Neymaier, M., Schenk, O., Swientek, O., Tessen, M., Welte, D., Wygrala, B., Kompahl, D., Peters, K., 2009. Basin and Petroleum System Modeling. *Oilfield Review Summer 2009*, 21 (2).
- Antonowicz, L., Iwanowska, E., Jamrozik, J., Nowicka, A., 1993. Pochylone bloki/półrowy podłoża permu na obszarze antyklinorium i synklinorium pomorskiego – implikacje dla poszukiwań naftowych. *Prz. Geol.*, 41: 71–74.
- Antonowicz, L., Iwanowska, E., Rendak, A., 1994. Tensional tectonics in the Pomeranian section of the T-T Zone and the implications for hydrocarbon exploration. *Geol. Quart.*, 38: 289–306.
- Bachleda-Curuś, T., Burzewski, W., Halat, Z., Semyrka, R., 1996. Hydrocarbon generation potential of sedimentary formations in the Western Pomerania. *Oil and Gas News*, 6: 163–170.
- Bahranowski, K., Protas, A., Gawel, A., Górniak, K., Ratajczak, T., Szydlak, T., 2007. Black shales of the Lower Carboniferous: source rocks of bitumen accumulations in the Western Pomerania area. *Prz. Geol.*, 55: 281–282.
- Błaszowska, V., Modzelewski, R., 1978. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „CERADZ DOLNY”. CAG PIG, Warszawa (Inw. 25690, Kat. 3923/252).
- Bochnia, N., Duda, W., 1961. Regionalne badania grawimetryczne w obszarze Żnin–Inowrocław rok 1960. CAG PIG Warszawa (Inw. 40946 Kat. 3625/194; Inw. 13988/61 Kat. 3725/161).
- Botor, D., 2008. Jednowymiarowe modelowania procesów generowania węglowodorów. W: Górecki, W. (red.), *Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce*. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2293/2009).
- Botor, D., 2011. Modelowania 1-D procesów generowania gazu ziemnego w utworach karbońskich w głębokiej części polskiego basenu czerwonego spągowca. *Geologia*, 37: 503–516.
- Botor, D., Kosakowski, P., 2000. Zastosowanie modelowań numerycznych do rekonstrukcji paleotemperatur i procesów generowania węglowodorów. *Prz. Geol.*, 48: 154–161.
- Botor, D., Papiernik, B., Maćkowski, T., Reicher, B., Kosakowski, P., Machowski, G., Górecki, W., 2013. Gas generation in Carboniferous source rocks of the Variscan foreland basin: implications for a charge history of Rotliegend deposits with natural gases. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 83: 353–383.
- Bunda, D., Gregosiewicz, z., Stańczyk, J., 1989. Opracowanie petrograficzne utworów podpermskich i skał wylewnych czerwonego spągowca w wybranych otworach na monoklinie przedsudeckiej. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5695/2009).
- Burchat, B. 1968. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w odwiercie Janowiec 2. Inw. J15VS, CAG PIG, Warszawa
- Burdzy, M., Taborski, J. 2010. Dodatek Nr 3 do dokumentacji geologicznej gazu ziemnego Duszniki E w kat. C w miejsc. Duszniki . /Wniosek o rozliczenie zasobów/. CAG PIG, Warszawa (Inw. 638/2011).
- Burzewski, W., Górecki, W., Maćkowski, T., Papiernik, B., Reicher, B., 2009. Prognostic gas reserves – undiscovered potential of gas in the Polish Rotliegend Basin. *Kwart. AGH Geologia*, 35: 123–128.
- CBDG, 2017. Centralna Baza Danych Geologicznych. Litostratygrafia, Chronostratygrafia, Litologia, weryfikacja 2008. <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl>

- Chruścińska, J., 2014. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Jankowice w kat. C. CAG PIG, Warszawa (Inw. 4961/2014).
- Cieśla, E., Wybraniec, S., 1995. Opracowanie tematu: Mapa magnetyczna zachodniej Polski z komputerowym bankiem danych i interpretacją elementów strukturalnych. Część I (za okres 1.1.1992–31.12.1994), 1995. CAG PIG Warszawa (Kat. 1470/95).
- Cieśla, E., Wybraniec, S., Petecki, Z., Gientka, D., Staniszevska, B., 1998. Kompleksowa interpretacja grawimetryczno-magnetyczna Polski zachodniej, 1997. CAG PIG, Warszawa (Kat. 7/98).
- Czerwińska, M., Woźniak, M., Sopel, Ł., Grzebulska, B., Traczyk, T., Hajdas, M., 2013. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 139 Dolina kopalna Smogulec-Margonin. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1625/2014).
- Dadlez, R., 1969. Stratygrafia liasu w Polsce Zachodniej. *Prace Inst. Geol.*, 57.
- Dadlez, R., 1973a. Wyniki badań stratygraficznych i litologicznych. Jura dolna. Profile Głęb. Otw. Wiertn. Inst. Geol., 9: 48–49.
- Dadlez, R., 1973b. Trias. Retyk. Profile Głęb. Otw. Wiertn. Inst. Geol., 10: 33–35, 45–46.
- Dadlez, R., 1997. Tektonika kompleksu permsko-mezozoicznego. Ogólne rysy tektoniczne bruzdy środkowopolskiej. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 153: 410–414.
- Dadlez, R., red., 1998. Mapa tektoniczna kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego na Niżu Polskim. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dadlez, R., Franczyk, M., 1976. Znaczenie paleogeograficzne i paleotektoniczne garbu wielkopolskiego w czasie jury dolnej. *Biul. Inst. Geol.*, 295: 27–49.
- Dadlez, R., Marek, S., Pokorski, J., 1998. Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Dadlez, R., Marek, S., Pokorski, J., 2000. Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku. PGNiG S.A., Warszawa. CAG PIG, Warszawa (Kat. M/958).
- Dayczak-Calikowska, K., 1973. Wyniki badań stratygraficznych i litologicznych. Jura środkowa. Profile Głęb. Otw. Wiertn. Inst. Geol., 9: 49–52.
- Dayczak-Calikowska, K., 1977. Stratygrafia i paleogeografia. Jura środkowa. *Prace Inst. Geol.*, 80: 65–75.
- Dayczak-Calikowska, K., 1979. Stratygrafia, litologia, paleogeografia. Jura środkowa. *Prace Inst. Geol.*, 96: 57–62.
- Dąbrowska, B., 1986. Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Arkusz Piła, 1986. CAG PIG, Warszawa (Kat. N33-XXIX/11).
- Dąbrowski, A., 1960. Badania geofizyczne – Czterdzieści lat Instytutu Geologicznego. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- Dąbrowski, S., Ryszkowska, J., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski (mapa+objaśnienia), skala 1:50 000, arkusz Wągrowiec (395). PIG, Warszawa.
- Dąbrowski, S., Rynarzewski, W., Janiszewska, B., Straburzyńska – Janiszewska, R., Pawlak, A., Kopaniarz, J., Oleksiewicz, M., 2006. Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Pradolina Toruń – Eberswalde (GZWP nr 138). CAG PIG, Warszawa (Inw. 1696/2007).
- Dąbrowski, S., Rynarzewski, W., Trzeciakowska, M., Zachaś, J., Straburzyńska-Janiszewska, R., Późniak, J., Filipiak, P., Dąbrowska, M., Flieger-Szymańska, M., Pawlak, A., Wesołowski, K., Janiszewska, B., Olejnik, Z., Matusiak, M., Sobkowiak, Ł., Dublenko, A., Jedynak, A., Olejniczak, J., Neczyńska, K., Piotrowska, K., Rybak, P., Dobrzański, P., Sobczak, A., Rodzoch, A., Żmijewski, Ł., Starościk, A., 2010. Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru wysoczyzny średzko-gnieźnieńskiej, Hydroconsult Poznań, Polgeol, Proxima, SEGI-ATHydroeko. CAG PIG, Warszawa (Inw. 111/2011).
- Deczkowski, Z., 1989. Dokumentacja wynikowa otworu Objezierze IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 132090).
- Dembowska, J., 1973. Wyniki badań stratygraficznych i litologicznych. Jura górna. Profile Głęb. Otw. Wiertn. Inst. Geol., 9: 53–61.
- Dembowska J., 1979. Systematyzowanie litostratygrafii jury górnej w Polsce północnej i środkowej. *Kwart. Geol.*, 23: 617–630.
- Draczyński, W., Karaczun, K., Karaczun, M., 1968. Zestawienie, analiza i interpretacja mapy magnetycznej 1:2 000 000 niecki mogileńsko-lódzkiej. CAG PIG, Warszawa (Inw. 39971 Kat. 64/144).
- Duda, W., 1958. Półszczegółowe badania grawimetryczne w obszarze Mogilno-Gopło, 1957. CAG PIG, Warszawa (Inw. 40920, Kat. 3826/247).
- Duda, W., Bochnia, N., 1966. Dokumentacja tymczasowa półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Synklinorium szczecińskie i mogileńskie, 1965. CAG PIG, Warszawa (Kat. 42/93).
- Dziewińska, L., Grobelny, A., Karaczun, K., Majorowicz, J., Młynarski, S., Stępniewska, M., 1979. Charakterystyka geofizyczna obszaru niecki warszawskiej (Budowa geologiczna niecki warszawskiej i jej podłoża), 1979. CAG PIG, Warszawa (Inw. 45000, Kat. 55/179).
- Feldman-Olszewska, A., 1998. Paleogeografia wczesnego aalenu – środkowego keloweju. W: Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce. 1:2 500 000 (red. R. Dadlez, S. Marek i J. Pokorski), Plansze 37–48. Warszawa.
- Gaczyński, E., Gadowski, D., Petecki, Z., Wybraniec, S., Karaczun, K., 1985. Budowa geologiczna permomezozoicznego kompleksu strukturalnego obszaru platformowego Polski, 1985. CAG PIG, Warszawa (Kat. Obo/1869).
- Gajewska, I., 1973. Trias. Kajper. Profile Gł. Otw. Wiertn. Inst. Geol., 10: 35–45.
- Gast, R., Dusa, M., Breitreutz, Ch., Gaupp, R., Schneider, J.W., Stemmerik, L., Geluk, M., Geissler, M., Kiersnowski, H., Glenne, K., Kabel, S., Jones, N., 2010. Rotliegend. W: J.C. Doornenbal i A.G. Stevenson (red.), Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area: 101–122.
- Górecka-Nowak, A., 2007. Palynological constraints on the age of Carboniferous clastic succession of western Poland. *Geol. Quart.*, 51: 39–56.
- Górecki, W., red., 2006. Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim. Formacje Mezozoiku. AGH, Kraków.
- Górecki, W., red., 2008. Rekonstrukcja czasowo-przestrzennych parametrów, model ekspulsji i migracji węglowodorów oraz ocena potencjału generacyjnego. W: Prognostic resources and undiscovered natural gas potential of Rotliegend and Zechstein limestone deposits in Poland, Part 5. W: Unpublished report of the project no. 562/2005/Wn-06/FG-sm-tx/D funded by Ministry of Environment of Poland in 2005–2008. Department of Fossil Fuels, Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, AGH UST, Kraków.
- Górecki, W., Maćkowski, T., Papiernik, B., Reicher, B., 2008. Dwuwymiarowe modelowanie historii termicznej i generowania/ekspulsji węglowodorów oraz modelowanie migracji węglowodorów. W: Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu – ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów (red. P. Poprawa). CAG PIG, Warszawa (Inw. 5568/2011).
- Grabowska, T., 1981. Konstrukcja geofizycznego modelu głębokiej struktury skorupy ziemskiej wzdłuż profili GSS (VII, M-7, LT-2, LT-4, LT-5) w oparciu o dane grawimetryczne, magnetyczne i sejsm. Etap I. Problem międzyresortowy MRI.16, zadanie 142, 1981. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-314).
- Grabowska, T., 1982. Konstrukcja geofizycznego modelu głębokiej struktury skorupy ziemskiej wzdłuż profili GSS (VII, M-7, LT-2, LT-4, LT-5) w oparciu o dane grawimetryczne, magnetyczne i sejsm. Etap II. Problem międzyresortowy MRI.16, zadanie 142, 1982. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-315).

- Grabowska, T., 1983. Korelacja modeli geofizycznych skorupy ziemskiej wzdłuż profili GSS (VII, M-7, LT-2) prowadzona na podstawie badań grawimetr. i magnetycznych w N części niżu polskiego. Etap III. Problem międzyresortowy MRI.16, zadanie 142, 1983. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-321).
- Grabowska, T., Małoszewski, S., 1976. Korelacja anomalii grawimetrycznych z morfologią granicy Mohorovicica wyznaczoną na podstawie GSS wzdłuż profili VII, M-7, LT-2 GSS, etap I. Problem międzyresortowy, zadanie 141, 1976. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-238).
- Grabowska, T., Małoszewski, S., 1986. Geofizyczno-geologiczne modele skorupy ziemskiej i górnego płaszcza na profilach GSS VII, M-7, LT-2 Etap I. CPBP 0302, zadanie 15, 1985. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-349).
- Grabowska, T., Raczyńska, M., Postawa, B., Grabowski, J., 1984. Konstrukcja kompleksowego modelu skorupy ziemskiej w N części Niżu Polskiego (profile GSS VII, M-7, LT-2) na podstawie danych geofizycznych. Interpretacja anomalii grawim. na profilach GSS. Etap IV. Problem Międzyresortowy MRI.16, zadanie 142, 1984. Arch. AGH, Zakł. Geofiz., Kraków (Kat. IGS-323).
- Grobely, A., 1979. Budowa geologiczna niecki warszawskiej. CAG PIG, Warszawa (Kat. 55/173).
- Grobely, A., Królikowski, C., 1988. Anomalie grawimetryczne wywołane utworami podpermskimi w północno-zachodniej Polsce. Kwart. Geol., 32: 611–634.
- Grotek, I., 2005. Alteration of the coalification degree of the organic matter dispersed in the Carboniferous sediments along border of the East-European Craton in Poland. Biul. Państw. Inst. Geol., 413: 5–80.
- Grotek, I., 2006. Thermal maturity of organic matter from the sedimentary cover deposits from Pomeranian part of the TESZ. Prace Państw. Inst. Geol., 186: 253–269.
- Grzywacz, J., 1958. Sprawozdanie z półszczegółowych badań grawimetrycznych Oborniki-Czarnków, 1957. CAG PIG, Warszawa (Inw. 9963/3265, Kat. 3723/14).
- Grzywacz, J., Szczypa, S., 1981. Program na 1981–1982 rok Temat: Interpretacja materiałów geofizycznych permomezozoiku i podłoża – Trójwymiarowa interpretacja grawimetryczna dwóch arkuszy map Nakło i Toruń w skali 1:200 000. CAG PIG, Warszawa (Inw. 32474, Kat. N33-XXX/11).
- Highley, D.K., Lewan, M., Roberts, L.N.R., Henry, M.E., 2006. Petroleum System Modeling Capabilities for Use in Oil and Gas Resources Assessments. USGS Open-File Report 2006–1024.
- Iwanow, A., 1998. Paleogeografia późnego piaskowca pstrego, wapienia muszlowego, kajpru i retyku. Tablice 15–19, 22–26. W: Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce (red. R. Dadlez, S. Marek i J. Pokorski). Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.
- Iwanow, A., Kiersnowski, H., 1998. Paleogeografia wczesnego i środkowego piaskowca pstrego. Tablice 11–13. W: Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce (red. R. Dadlez, S. Marek i J. Pokorski). Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.
- Jagodzińska, B., Kalitiuk, R., 1999. Dokumentacja badań geoelektrycznych temat: Rozpoznanie budowy wewnętrznej czapy gipsowo-anhydrytowej wydoby solnego Damasławek. CAG PIG, Warszawa (Inw. 971/99).
- Jamrozik, J. 1965. Przyczynek do rozpoznania struktury Rogoźna na podstawie interpretacji profili grawimetrycznych, 1965. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2098, Kat. 3824/191).
- Jamrozik, J., 1968. Analiza grawimetryczna strefy Szamotuły-Drawnno 1968 r. CAG PIG, Warszawa (Kat. G-238 PBG).
- Jamrozik, J. 1971. Interpretacja anomalii siły ciężkości z synklinorium szczecińskiego 1971. CAG PIG, Warszawa (Kat. 42/119).
- Janczewski, E. 1951. Anomalie grawimetryczne na Kujawach, 1951. CAG PIG, Warszawa (Inw. 6393, Kat. 54/91).
- Jaskowiak-Schoeneichowa, M., 1973. Szczegółowy profil litologiczno-stratygraficzny. Kreda górna. Profile Głęb. Otw. Wiertn. Inst. Geol., 10: 16–17.
- Jaworowski, K., Mikołajewski, Z., 2007. Oil- and gas-bearing sediments of the Main Dolomite (Ca₂) in the Międzychód region: depositional model and a problem of the boundary between the second and third depositional sequences in the Polish Zechstein Basin. Prz. Geol., 55: 1017–1024.
- Jurek, M., Tomaszewska, J., 1989. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Damasławka (reinterpretacja). CAG PIG, Warszawa (Inw. 3725/399).
- Kaczowska, Z., 1954. Anomalie siły ciężkości w rejonie Mogilna, Inowrocławia i Gniezna, 1954. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5945 Kat. 3826/53).
- Karaczun, K., 1954. Katalog punktów magnetycznych ze zdjęcia PIG w latach 1937–1939 na obszarze Wielkopolski i Pomorza, 1954. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3327/24).
- Karaczun, K., Cieśla, E., 1992. Opracowanie i interpretacja map magnetycznych średnich bezwzględnych map gradientu poziomego w skali 1:200 000, 1991. CAG PIG, Warszawa (Kat. 179/92).
- Karaczun, K., Karaczun, M., 1969. Zestawienie, analiza i interpretacja mapy magnetycznej w skali 1:2 000 000 oraz historia badań i charakterystyka magnetyczna Synklinorium i Antyklinorium Pomorskiego, 1969 rok. CAG PIG, Warszawa (Inw. 42584, Kat. 42/107).
- Karaczun, K., Rymarski, W., Roman, L., 1939. Archiwum punktów magnetycznych wykonanych w latach 1937–1939. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3236/10a).
- Karnkowski, P., 1993. Złoże gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce, vol. 2. Niż Polski, Wydawnictwo AGH–Geos, Kraków.
- Karnkowski, P.H., 1999. Origin and evolution of the Polish Rotliegend Basin. Polish Geol. Inst. Spec. Pap., 3: 1–93.
- Kiersnowski, H., Buniak, A., 2006. Evolution of the Rotliegend Basin of northwestern Poland. Geol. Quart., 50: 119–138.
- Klecan, A., 1984. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Piła IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. P70VS).
- Kleczkowski, A.S., red., 1990. Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych w Polsce (GZWP) wymagających szczególnej ochrony 1: 500 000, IHiGI AGH w Krakowie.
- Kondracki, J., 2014. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kosakowski, P., Kotarba, M.J., Pomorski, J., Wróbel, M., 2006. Hydrocarbon potential of the Carboniferous strata on the Kołobrzeg and Gryfice Blocks (northwestern Poland). 68th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC, 12–15 June, Vienna. Extended Abstracts CD ROM, Association of Geoscientists & Engineers, Vienna.
- Kosobudzka, I., 1987. Dokumentacja częściowa półszczegółowych badań magnetycznych delta T, temat: Niecka Szczecińska i Monoklina Przedsudecka, rejon: Szczecin-Choszczno i Krzyż-Kościan, 1985–1986. CAG PIG, Warszawa (Kat. M-232 PBG).
- Kosobudzka, I., 1988a. Pomiary magnetyczne w strefach zakłóceń wywołanych elektrycznymi trakcjami kolejowymi. Biuletyn Informacyjny Geofizyka Stosowana, 2: 38–51.
- Kosobudzka, I., 1988b. Dokumentacja częściowa półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1987. CAG PIG Warszawa (Kat. 32/210).
- Kosobudzka, I., 1991. Sprawozdanie z półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1990. CAG PIG, Warszawa (Kat. 1287/91).
- Kosobudzka, I., Paprocki, A., 1995. Dokumentacja interpretacji półszczegółowego zdjęcia magnetycznego T. Temat: Polska zachodnia ze szczególnym uwzględnieniem północnego skłonu wyniesienia wolsztyńskiego, 1994. Arch. Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa (Kat. M-277).

- Kosobudzka, I., Paprocki, A., 1998. Mapa magnetyczna Polski w skali 1:200 000. Arkusz: Wągrowiec, 1997. CAG PIG, Warszawa (Kat. 812/98).
- Kosobudzka, I., Zochniak, K. 1991. Mapa magnetyczna Polski. Arkusz: Piła. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1320/91).
- Kotarba, M., Wagner, R., 2007. Generation potential of the Zechstein Main Dolomite (Ca₂) carbonates in Gorzów Wielkopolski-Międzychód-Lubiatów area: geological and geochemical approach to microbial-algal source rock. *Prz. Geol.*, 55: 1025–1036.
- Kotarba, M.J., Piela, J., Żołnierczuk, T., 1992. Origin of gas accumulations in the Permian–Carboniferous traps of the Paproć field based on isotopic data. *Prz. Geol.*, 40: 260–263.
- Kotarba, M.J., Grelowski, C., Kosakowski, P., Więclaw, D., Kowalski, A., Sikorski, B., 1999. Hydrocarbon potential of source rocks and origin of gas accumulations in the Rotliegend and Carboniferous in the northern part of western Pomerania. *Prz. Geol.*, 47: 480.
- Kotarba, M., Kosakowski, P., Więclaw, D., Grelowski, C., Kowalski, A., Lech, S., Merta, H., 2004. Hydrocarbon potential of Carboniferous source rocks on the Baltic part of Pomeranian segment of the Middle Polish Trough. *Prz. Geol.*, 52: 1156–1165.
- Kotarba, M., Pokorski, J., Grelowski, C., Kosakowski, P., 2005. Origin of natural gases accumulated in Carboniferous and Rotliegend strata on the Baltic part of the Western Pomerania. *Prz. Geol.*, 53: 425–433.
- Kozera, A., 1955. Sprawozdanie z prac magnetycznych. Temat: Regionalne badania na Śląsku, Ziemi Lubuskiej i w Wielkopolsce przeprowadzonych przez Grupę Magnetyczną II PPG w 1955 r. CAG PIG, Warszawa (Inw. 40604, Kat. 63/110).
- Krassowska, A., 1997. Kreda górna. Sedymentacja, paleogeografia i paleotektonika. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 153: 386–402.
- Królikowski, C., Petecki, Z., 1995. Atlas grawimetryczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Królikowski, C., Petecki, Z., Szczypa, S., Szewczyk, J., Twarogowski, J., 1997. Badanie podłoża podpermskiego w strefie T-T z zastosowaniem metody strippingu. Projekt badawczy nr 9.S602 03 06p 08. CAG PIG, Warszawa (Inw. 465/97).
- Królikowski, C., Uhrynowski, A., Petecki, Z., Żółtowski, Z., 1998. Gęstościowe i magnetyczne modele skorupy ziemskiej w zachodniej części platformy wschodnioeuropejskiej, 1998. CAG PIG, Warszawa (Kat. 1/99).
- Kruczek, T., Kucharska, S., Soćko, A., Wojas, A., 1986. II Elektrownia Jądrowa 4x1000MW, lokalizacja – Warta. Dokumentacja kompleksowych badań geofizycznych dla rozpoznania kenozoiku i stropu mezozoiku, 1986 r. CAG PIG, Warszawa (Kat. G-522 PBG).
- Kryński, J., 2007. Precyzyjne modelowanie quasigeoidy na obszarze Polski – wyniki i ocena dokładności. *Seria Monograficzna IGiK*, 13, Warszawa.
- Krzysztofowicz, Z., Oświecimska, A., Ryba, J., 1981. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Podrzewie” w rejonie Poznania. CAG PIG, Warszawa (Inw.13701CUG).
- Krzywiec, P., 2002. Mid-Polish Trough inversion – seismic examples, main mechanisms and its relationship to the Alpine-Carpathian collision. In: eds., G. Bertotti, K. Schulmann, and S. Cloetingh, Continental collision and the tectonosedimentary evolution of forelands. *European Geosciences Union*, vol. 1, of Stephan Mueller Special Publication Series: 151–165.
- Krzywiec, P., 2006. Structural inversion of the Pomeranian and Kuivian segments of the Mid-Polish Trough-Lateral variations in timing and structural style. *Geol. Quart.*, 50: 151–168.
- Krzywiec, P., Królikowski, C., Jarosiński, M., Szewczyk, J., Wybraniec, S., Czapowski, G., Zientara, P., Petecki, Z., Twarogowski, J., Józwiak, W., Żółtowski, Z., 1999. Rozpoznanie budowy wewnętrznej czapy gipsowo-anhydrytowej wydobywalnego „Damastawek” płytkami badaniami sejsmicznymi. *Archiwum Państwowej Agencji Atomistyki Warszawa*.
- Krzywiec, P., Wybraniec, S., Petecki, Z., 2006. Tektonika podłoża bruzdy śródpolskiej w centralnej i północnej Polsce – wyniki analizy danych sejsmiki refleksyjnej oraz grawimetrii i magnetyki. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 188: 107–130.
- Kudrewicz, R., 2007. GIS-based Structural Geology for Petroleum Exploration within the Polish Permian Basin. AAPG Annual Convention, Long Beach, California. AAPG Search and Discover Article #90063.
- Leszczyński, K., 2002. Late Cretaceous inversion and salt tectonics in the Koszalin–Chojnice and Drawno–Człopa–Szamotuły zones, Pomeranian sector of the Mid-Polish Trough. *Geol. Quart.*, 46: 347–362.
- Łaszczyńska, B., Wasiak, I., 1982. Dokumentacja badań geofizycznych; temat: Poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych (obszary: Giżyno, Kruszewo, Opalenica), 1981 r. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2160, Kat. 3522/108).
- Maćkowski, T., Reicher, B., 2008. Przestrzenne modelowania procesu generowania, ekspulsji i symulacji migracji węglowodorów. W: Górecki, W. (red.), *Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce*. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2293/2009).
- Maćkowski, T., Reicher, B., Burzewski, W., Botor, D., Papiernik, B., Górecki, W., 2008. Rekonstrukcja czasowo-przestrzennych parametrów, model ekspulsji i migracji węglowodorów oraz ocena potencjału generacyjnego. W: Górecki, W. (red.), *Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce*. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2293/2009).
- Malinowski, M., Grad, M., Guterch, A., Takács, E., Śliwiński, Z., Antonowicz, L., Iwanowska, E., Keller, G.R., Hegedűs, E., 2007. Effective sub-Zechstein salt imaging using low-frequency seismics - Results of the GRUNDY 2003 experiment across the Variscan front in the Polish Basin. *Tectonophysics*, 439: 89–106.
- Maliszewska, A., Kuberska, M., 1993. Analiza petrograficzna wypełnienia przestrzeni porowej w skałach osadowych czerwonego spągowca zachodniej części Niżu Polskiego. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1/94).
- Maliszewska, A., Kuberska, M., 2008. Spoiwa skał górnego czerwonego spągowca w zachodniej części Niżu Polskiego w ujęciu kartograficznym. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 429: 79–90.
- Maliszewska, A., Kiersnowski, H., Kuberska, M., Sikorska, M., Jarmołowicz-Szulc, K., 2003. Skład ziarnowy piaskowców eolicznych czerwonego spągowca Wielkopolski a ich właściwości zbiornikowe. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2302/2003).
- Maliszewska, A., Grotek, I., Jackowicz, E., Kozłowska, A., Kuberska, M., Połowska, M., Wołkowicz, K., 2004. Rozwój kompleksów osadowych w zachodniej i centralnej Polsce – pochodzenie i przemiany postdepozycyjne. CAG PIG, Warszawa (Inw. 251/2006).
- Marciński, J., Piotrowski, J., Wojtkowiak, Z., 1985. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Duszniki W”, „Duszniki E”. CAG PIG, Warszawa (Inw.15108CUG).
- Matyasik, I., 1998. Geochemical characteristics of the Carboniferous source rock in the selected boreholes in the Radom–Lublin and Pomerania areas. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 165: 215–226.
- Mazur, S., Scheck-Wenderoth, M., Krzywiec, P., 2005. Different modes of inversion in the German and Polish basins. *International Journal of Earth Sciences*, 94: 782–798.
- Muszyński, M., Oziębłowski, P. 1991. Zmiany litologiczno-facjalne utworów czerwonego spągowca w strefie Wałcz–Bydgoszcz–Konin–Poznań. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5102/2009).
- Narkiewicz, M., Dadlez, R., 2008. Geologiczna regionalizacja Polski – zasady ogólne i schemat podziału w planie podkenozoicznym i podpermskim. *Prz. Geol.*, 56: 391–397.
- Nawrocki, J., Grabowski, J., 1990. 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. NAG, Warszawa (Inw. 308/92).
- Niemczycka, T., 1997. Jura górna. Formalne i nieformalne jednostki litostratygraficzne. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 153: 309–322.
- Nowak, G., 2003. Petrologia materii organicznej rozproszonej w osadach późnopalaeozoicznych SW Polski. *Cuprum*, 29: 1–221.
- Okulus, H., Wasiak, J., 1962. Opracowanie półszczegółowych badań grawimetrycznych wysadu solnego w Damasławku, 1961 r., CAG PIG, Warszawa (Inw. 40956, Kat. 3725/278).
- Orlik, J., 1987. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Objezierze IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. O2VS).
- Ostrowska, K., Piśula, M., 1991. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych; temat: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych II faza 1990 r. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1281/91).
- Paczyński, B., Sadurski, A., 2007. *Hydrogeologia regionalna Polski*. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- Petecki, Z., 2001. Magnetic evidence for deeply buried crystalline basement southwest of the Tisseyre–Tornquist Line in NW Poland. *Acta Geophys. Pol.*, 49: 509–515.
- Petecki, Z., Polechońska, O., Wybraniec, S., Cieśla, E., 2004. Mapa magnetyczna Polski 1:500 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Pharaoh, T.C., Dusa, M., Geluk, M.C., Kockel, F., Krawczyk, C.M., Krzywiec, P., Scheck-Wenderoth, M., Thybo, H., Wejbaek, O.V., Van Wees, J.D., 2010. Tectonic evolution. In: eds. J.C. Doornenbal & A.G. Stevenson, *Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area*. EAGE Publications (Houten): 25–57.
- Pieńkowski, G., 2004. The epicontinental Lower Jurassic of Poland. *Polish Geol. Inst. Spec. Pap.*, 12: 1–122.
- Pikulski, L., 2003a. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Międzychód” w kat. C. CAG PIG, Warszawa (Inw. 3612/2003).
- Pikulski, L., 2003b. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej „Lubiatów” w kat. C. CAG PIG, Warszawa (Inw. 368/2004).
- Pikulski, L., 2006. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej „Grotów” w kat. C. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5/2006).
- Pletsch, T., Appel, J., Botor, D., Clayton, C.J., Duin, E.J.T., Faber, E., Górecki, W., Kombrink, H., Kosakowski, P., Kuper, G., Kus, J., Lutz, R., Mathiesen, A., Ostertag-Henning, C., Papiernik, B., Van Bergen, F., 2010. Petroleum generation and migration. In: eds. J.C. Doornenbal and A.G. Stevenson, *Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area*. EAGE Publications (Houten): 225–253.
- Pokorski, J., 2008. Schematyczna mapa rozmieszczenia utworów karbonu dolnego i górnego z określeniem litofacji dominujących. W: Górecki, W. (red.), *Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce*. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2293/2009).
- Poprawa, P., 2008. Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu – ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów (red. P. Poprawa). CAG PIG, Warszawa (Inw. 5568/2011).
- Poprawa, P., Kiersnowski, H., 2010. Tight gas reservoirs in Poland. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 439: 173–180.
- Porębski, S., Kiersnowski, H., Buniak, A., 2013. Predykcja zróżnicowania facjalnego górnego czerwonego spągowca dla struktury Chodzieży.
- Pożaryski, W., Brochwic-Lewiński, W., 1978. On the Polish Trough. *Geol. en Mijnbouw*, 57: 545–557.
- Pożaryski, W., Grocholski, A., Tomczyk, H., Karnkowski, P., Moryc, W., 1992. Mapa tektoniczna Polski w epoce waryscyjskiej. *Prz. Geol.*, 40: 643–651.
- Protas, A., 1990. Dolomit główny w rejonie Bielica–Czarne na tle paleogeografii Pomorza Zachodniego. *Prz. Geol.*, 38: 127–131.
- Protas, B., Sikorski, B., Wolnowski, T., 1985a. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Młodasko. CAG PIG, Warszawa (Inw. 15764).
- Protas, B., Sikorski, B., Wolnowski, T., 1985b. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Jankowice. CAG PIG, Warszawa (Inw. 15865CUG).
- Przybylski, J., 1968. Karta otworu Gościejewo 2. CAG PIG, Warszawa (Inw. 886080).
- Przybylski, J., 1967. Karta otworu Gościejewo 1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 88607).
- Raczyńska, A., 1966. Dokumentacja wyników wiercenia strukturalnego Wągrowiec IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 77881).
- Raczyńska, A., 1973. Wągrowiec IG-1. Profile Głębokich Otworów Wiertniczych Instytutu Geologicznego, 10.
- Raczyńska, A., Jaskowiak, M., 1957. Karta otworu Marunowo I.G.-I. CAG PIG, Warszawa (Inw. 54771).
- Reczek, J., 1956. Badania grawimetryczne na obszarze niecki szczecińskiej i wału kujawsko-pomorskiego, 1956. CAG PIG, Warszawa (Kat. 42/109; Kat. ON/69).
- Reczek, J., Kruk, B., 1970. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Antyklinalium Pomorskie, 1969. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1537, Kat. 32/142).
- Reicher, B., 2008. The elements of the Carboniferous-Permian petroleum system in the Polish Lowlands. W: Górecki, W. (red.), *Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce*. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2293/2009).
- Rowan, M., Krzywiec, P., 2014. The Szamotuły salt diapir and Mid-Polish Trough: Decoupling during both Triassic-Jurassic rifting and Alpine inversion. *AAPG International Conference & Exhibition, Istanbul, Turkey, 14–17.09.2014*, abstrakt.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie, jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. *Dz.U.* 2017 poz. 2294.
- Ryba, A., Sikorski, B., Wolnowski, T., 1978. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „SĘDZINY” w rejonie Poznania. CAG PIG, Warszawa (Inw. 12528).
- Seedhouse, J., Burley, S., Wakefield, M., 1996. Porosity evolution in aeolian Rotliegend sandstones from the Polish Central Trough. *British Gas*. Niepublikowany raport, Arch. PGNiG S.A., Warszawa (OPR/G/1875).
- Skrzypczyk, L., red., 2006. Mapa Głównych Zbiorników Wód podziemnych w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- Soćko, A., 1976. Opracowanie badań grawimetrycznych wykonanych do 1972 r. Temat: Synklinorium mogileńsko-łódzkie, (reinterpretacja), 1975–1976. CAG PIG, Warszawa (Kat. 53/140).
- Soćko, A., Szczypa, S., 1979. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 25 – Piła. CAG PIG, Warszawa (Kat. N33-XXIX/6).
- Soćko, A., Szczypa, S., 1980. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 26 – Nakło. CAG PIG, Warszawa (Kat. N33-XXX/6).
- Sokołowska, J., 1959. Karta otworu Lubasz otw. Szamotuły GEO-21. CAG PIG, Warszawa (Inw. 63330).
- Stanicki, B., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 (mapa+objaśnienia), arkusz Chodzież (354). PIG, Warszawa.
- Stephenson, R.A., Narkiewicz, M., Dadlez, R., van-Wees, J.-D., Andriessen, P., 2003. Tectonic subsidence modelling of the Polish Basin in the light of new data on crustal structure and magnitude of inversion. *Sediment. Geol.*, 156: 59–70.
- Stolarek, J., Kruk, B., Grzywacz, J., 1957. Regionalne badania grawimetryczne w rejonie niecki łódzkiej, 1957. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3826/246; Kat. ON/179).
- Stryczyński, A., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski, skala 1:50 000 (mapa+objaśnienia), arkusz Margonin (0355). PIG, Warszawa.
- Szarszewska, Z., 1989. Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody mineralnej z utworów jury dolnej. Miejscowość Kotuń k/Piły. CAG PIG, Warszawa (Inw. 16805).
- Szczawińska, I., 2004. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej „Lubiatów” w kat. C1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 146/2005).

- Szewczyk, J., 2000. Statystyczno-stratygraficzna standaryzacja profilowań naturalnego promieniowania gamma. Biul. Państw. Inst. Geol., 392: 121–152.
- Szymkowiak, A., 1988. Opracowanie petrograficzne utworów czerwonego spągowca w otworze Piła 1/IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 129561).
- Śliwiński, Z., Antonowicz, L., Iwanowska, E., Malinowski, M., Grad, M., Guterch, A., Keller, G.R., Takács, E., 2006. Interpretacja zasięgu eksternidów waryscyjskich na eksperymentalnym profilu sejsmicznym GRUNDY 2003. Prz. Geol., 54: 45–50.
- Śmiechowski, R., 1972. Opracowanie badań magnetotellurycznych wykonanych w rejonie: Szamotyły przez grupę telluryczną PGGN w 1971 r. CAG PIG, Warszawa (Inw. 44000, Kat. 3823/252).
- Święcicka-Pawliszyn, J. 1964a. Opracowanie badań tellurycznych, temat: Damasławek, 1963 r. CAG PIG, Warszawa (Inw. 17220, Kat. 3725/174).
- Święcicka-Pawliszyn, J., 1964b. Uzupełnienie do opracowania badań tellurycznych temat „Damasławek” 1963 r. CAG PIG, Warszawa (Inw. 22552, Kat. 3725/216).
- Twarogowski, J., 2000. Kompleksowe badanie budowy geologicznej struktur przypowierzchniowych z zastosowaniem analizy danych geologiczno-geofizycznych na przykładzie rozpoznania wysadu solnego „Damasławek” i jego otoczenia. CAG PIG, Warszawa (Inw. 2163/2001).
- Umiński, J., Oniszk, M., 1996. Sporządzenie i interpretacja litologiczno-stratygraficzna profili współczynników odbicia oraz opracowanie litologiczno-parametryczne otworów w wybranym obszarze Gór Świętokrzyskich. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1855/99).
- Wagner, R., 1994. Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. Prace Państw. Inst. Geol., 146: 1–71.
- Wagner, R., 2006. Perspektywy poszukiwawcze dolomitu głównego strefie Gorzów–Międzychód w Świecie wyników nowych badań. W: A. Protas (red.), „50 lat poszukiwań ropy naftowej i gazu ziemnego w północno-zachodniej Polsce. Tradycja i nowe wyzwania.” Konferencja naukowo-techniczna, Piła, 1–2.VI 2006: 87–116.
- Wagner, R., 2012. Mapa paleogeograficzna dolomitu głównego (Ca2) w Polsce. PGNiG S.A., Warszawa (Kat. M/986).
- Wagner, R., Nawrocki, J., Grabowski, J., Pokorski, J., 1990. Analiza litofacjalnych i paleogeograficznych podstaw poszukiwań nagromadzeń węglowodorów w utworach permu. Część I Badania cechsztynu. Część II Badania czerwonego spągowca. Część III Wyniki badań paleomagnetycznych utworów permu i najniższego triasu z otworów wiertniczych Brojce IG-1, Mszczonów IG-1 i Piła IG-1. CAG PIG, Warszawa (Inw. 237/91).
- Wagner, R., Dyjaczynski, K., Papiernik, B., Peryt, T.M., Protas, A., 2000. Mapa paleogeograficzna dolomitu głównego (Ca2) 1: 500 000. W: M. Kotarba (red.), Bilans i potencjał węglowodorowy dolomitu głównego basenu permujskiego Polski. Arch. AGH Kraków.
- Wasiak, J. 1990. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych; temat: Poszukiwanie złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych, II faza – 1989 r. Arch. Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa (Kat. G-570).
- Węgrzyn A., Żerebiec-Chmielewska, A., Nowakowski, Cz., Sobolewska, A., Woźniak, M., Grzebulska, B., Nowicki, K., Sopel, Ł., Traczyk, T., Hajdas, M., 2013. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 127 Subzbiornik Złotów–Piła–Strzelce Krajeńskie. CAG PIG, Warszawa (Inw. 1724/2014).
- Wójcicki, A., Kiersnowski, H., Dyrka, I., Adamczak-Biały, T., Becker, A., Gluszyński, A., Janas, M., Kozłowska, A., Krzemiński, L., Kuberska, M., Paczeńska, J., Podhalańska, T., Roman, M., Skowroński, L., Waksmundzka, M.I., 2014. Prognostyczne zasoby gazu ziemnego w wybranych związłych skałach zbiornikowych Polski. PIG–PIB, Warszawa.
- Wójcik, G., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski, skala 1:50 000 (mapa+objaśnienia) arkusz Janowiec Wielkopolski (0396). PIG, Warszawa.
- Wróbel, J., Kicman, W., 1970. Dokumentacja wyników otworu Janowiec 3. CAG PIG, Warszawa (Inw. 106143).
- Wróbel, J., Kicman, W., Lisiecki, T., 1969. Dokumentacja wyników otworu Janowiec 2. CAG PIG, Warszawa (Inw. 110612).
- Wybraniec, S., 1996. Zastosowanie nowych metod interpretacji danych pól potencjalnych do rozpoznania budowy Polski północno-zachodniej. Projekt Badawczy 5.17.77.94.6, 1996. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3677/96).
- Wybraniec, S., 1999. Badanie ukrytych struktur wzdłuż polskiej części transeuropejskiej strefy szwowej z wykorzystaniem danych grawimetrycznych i magnetycznych, 1998. CAG PIG, Warszawa (Kat. 3542/98).
- Zborowska, T., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 (mapa+objaśnienia), arkusz nr 353 Czarnków. PIG, Warszawa.
- Żelaźniewicz, A., Aleksandrowski P., Buła, Z., Karnkowski, P.H., Konon, A., Oszcypko, N., Ślaczka, A., Żaba, J., Żyto, K., 2011. Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.
- Żelichowski, A., 1985. Dokumentacja wyników otworu badawczego: PIŁA 1 (IG-1). CAG PIG, Warszawa (Inw. 129561).
- Żurawek, E., Cytrynowska, E., Głowacki, E., Oziębłowski, P., Rydzewska, K., 1993. Szczegółowa analiza litologiczno-sedymentacyjna i zbiornikowa osadów saksynu na podstawie wybranych otworów w strefie Objezierze–Kalisz. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5264/2009).
- Żurawek, E., Muszyński, M., Głowacki, E., Roman, S., Rydzewska, K., 1989. Korelacja i charakterystyka petrograficzno-zbiornikowa piaskowców śródsaksońskich na obszarze wału pomorskiego. CAG PIG, Warszawa (Inw. 5108/2009).
- Strony internetowe:
http://www.geofizyka.torun.pl/pl/wiadomosci/archiwum/2014/2014_12_17_projekt_badawczy_2d_dla_agh+&cd=6&hl=pl&ct=clnk&gl=pl
http://galaxy.agh.edu.pl/~k-se/wp-content/uploads/zal-nr-1-wymagania-techniczno-metodyczne_dzialanie_1.1.2.docx+&cd=1&hl=pl&ct=clnk&gl=pl