



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 „Piła”**

**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 autorskiego:**

dr Hubert KIERSNOWSKI – kierownik zespołu

dr Anna BECKER  
mgr Dariusz BRZEZIŃSKI  
mgr Martyna CZAPIGO-CZAPLA  
mgr Witold DYMOWSKI  
mgr inż. Ireneusz DYRKA  
mgr inż. Joanna FABIAŃCZYK  
dr Anna FELDMAN-OLSZEWSKA  
dr Andrzej GŁUSZYŃSKI  
dr Izabella GROTEK  
Tadeusz GRUDZIEN  
mgr inż. Marcin JANAS  
dr Marek JASIONOWSKI  
mgr inż. Dominika KAFARA  
mgr inż. Sylwia KIJEWSKA  
dr Ewa KLIMUSZKO  
mgr Paulina KOSTRZ-SIKORA  
dr Aleksandra KOZŁOWSKA  
dr Olimpia KOZŁOWSKA  
dr Marta KUBERSKA  
mgr inż. Rafał LASKOWICZ  
dr Krzysztof LESZCZYŃSKI  
dr Mirosław LIDZBARSKI  
mgr inż. Michał ROMAN  
dr inż. Olga ROSOWIECKA  
inż. Leszek SKOWROŃSKI  
mgr Jakub SOKOŁOWSKI  
prof. dr hab. Ryszard WAGNER

### **Koordynator zadania**

dr Krystian WÓJCIK

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Piła” 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 „Piła” 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 „Piła” 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 (Dominika Kafara, Paulina Kostrz-Sikora, Olimpia Kozłowska) .....                                                                         | 5  |
| 2. BUDOWA GEOLOGICZNA.....                                                                                                                                                | 9  |
| 2.1. STRATYGRAFIA.....                                                                                                                                                    | 9  |
| 2.1.1. KARBON (Hubert Kiersnowski, Aleksandra Kozłowska) .....                                                                                                            | 9  |
| 2.1.2. PERM–CZERWONY SPĄGOWIEC (Hubert Kiersnowski, Marta Kuberska) .....                                                                                                 | 9  |
| 2.1.3. PERM–CECHSZTYN (Ryszard Wagner, Hubert Kiersnowski, Leszek Skowroński) .....                                                                                       | 15 |
| 2.1.4. TRIAS (Anna Becker) .....                                                                                                                                          | 17 |
| 2.1.5. JURA (Anna Feldman-Olszewska) .....                                                                                                                                | 18 |
| 2.1.6. KREDA (Krzysztof Leszczyński) .....                                                                                                                                | 18 |
| 2.1.7. KENOZOIK (Hubert Kiersnowski) .....                                                                                                                                | 18 |
| 2.2. BUDOWA STRUKTURALNA (Andrzej Głuszyński) .....                                                                                                                       | 19 |
| 2.3. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ (Andrzej Głuszyński) .....                                                                                                                | 20 |
| 2.4. HYDROGEOLOGIA (Miroslaw Lidzbarski) .....                                                                                                                            | 21 |
| 3. SYSTEM NAFTOWY .....                                                                                                                                                   | 26 |
| 3.1. WSTĘP .....                                                                                                                                                          | 26 |
| 3.2. SKAŁY MACIERZyste (Marcin Janas) .....                                                                                                                               | 26 |
| 3.2.1. ZAWARTOŚĆ WĘGLA ORGANICZNEGO W UTWORACH TRIASU I PERMU Z WIERCENIA PIŁA 1/IG-1 (Ewa Klimuszko) .....                                                               | 30 |
| 3.2.2. CHARAKTERYSTYKA PETROLOGICZNA ORAZ DOJRZAŁOŚĆ TERMICZNA MATERII ORGANICZNEJ W OSADACH PERM–TRIAS Z WIERCENIA PIŁA 1/IG-1 (Izabella Grotek) .....                   | 31 |
| 3.3. WIEK I MECHANIZM GENERACJI, MIGRACJI I AKUMULACJI WĘGLOWODORÓW (Ireneusz Dyrka) .....                                                                                | 32 |
| 3.4. SKAŁY ZBIORNIKOWE I USZCZELNIAJĄCE (Hubert Kiersnowski) .....                                                                                                        | 33 |
| 4. CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻ WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIEDZTWIE (Dariusz Brzeziński, Martyna Czapigo-Czapla, Joanna Fabiańczyk, Krystian Wójcik) ..... | 33 |
| 5. OTWORY WIERTNICZE (Hubert Kiersnowski, Leszek Skowroński, Tadeusz Grudzień, Michał Roman, Jakub Sokołowski, Krystian Wójcik) .....                                     | 33 |
| 5.1. INFORMACJE OGÓLNE .....                                                                                                                                              | 33 |
| 5.2. PIŁA 1/IG-1 .....                                                                                                                                                    | 34 |
| 5.3. MIROSŁAW IG-2 .....                                                                                                                                                  | 37 |
| 6. DANE SEJSMICZNE (Sylwia Kijewska) .....                                                                                                                                | 38 |
| 7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETOMETRYCZNE (Olga Rosowiecka) .....                                                                                                      | 41 |
| 7.1. GRAWIMETRIA .....                                                                                                                                                    | 41 |
| 7.2. MAGNETYKA .....                                                                                                                                                      | 43 |
| 7.3. MAGNETOTELLURYKA.....                                                                                                                                                | 45 |
| 8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI (Hubert Kiersnowski, Rafał Laskowicz) .....                                                                                                   | 46 |
| 9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE .....                                                                                                                                               | 48 |



## 1. WSTĘP

### 1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy „Piła” ma powierzchnię 943,37 km<sup>2</sup> i obejmuje fragmenty bloków koncesyjnych na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oznaczonych numerami 146 i 147 (Fig. 1.1). Koordynaty geograficzne punktów załamania granic obszaru przetargowego są zdefiniowane w Tab. 1.1, a położenie tych punktów ilustruje Fig. 1.2.

**Tab. 1.1.** Koordynaty geograficzne punktów załamania granic obszaru przetargowego

| Numer punktu | Układ 1992 |           |
|--------------|------------|-----------|
|              | X          | Y         |
| 1            | 583341,11  | 378925,81 |
| 2            | 572026,54  | 378791,78 |
| 3            | 572875,62  | 349057,65 |
| 4            | 580980,15  | 332427,20 |
| 5            | 601193,83  | 333133,14 |
| 6            | 600818,16  | 345067,12 |

Obszar przetargowy „Piła” sąsiaduje z obszarem drugiej rundy przetargowej (2017) „Złotów-Zabartowo” (Fig. 1.1 i 1.2). W latach 1998–2003 obszar przetargowy był objęty koncesją CalEnergy Gas (Polska) Sp. z o.o. Dotychczas na obszarze przetargowym „Piła” nie udokumentowano złóż gazu ziemnego i ropy naftowej.

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Piła” 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 bez myślnika, np. Zawoja 1 zamiast Zawoja-1. Obie wersje są jednak spotykane w opracowaniach archiwalnych i publikacjach naukowych.

### 1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

#### Położenie administracyjne

Obszar przetargowy „Piła” jest położony niemal w całości w granicach administracyjnych województwa wielkopolskiego, wyjątek stanowią jego północno-zachodnie krańce, które należą do województwa zachodniopomorskiego. W obrębie charakteryzowanego wydzielenia znajdują się tereny 16 gmin (w tym 7 wiejskich, 7 miejsko-wiejskich oraz 2 miejskich), chociaż udział niektórych z nich w powierzchni całego obszaru jest niewielki. Największym ośrodkiem urbanizacyjnym jest Piła, której terytorium obejmuje 102,72 km<sup>2</sup>, zaś liczba mieszkańców oscyluje wokół 74 tysięcy. Pomimo że w strukturze funkcjonalno-przestrzennej miasta nieco ponad połowę jego powierzchni zajmują lasy i parki, to Piła jest także rozwijającym się ośrodkiem gospodarczym. Wśród wiodących branż znajdują się: elektroniczna, elektryczna i poligraficzna, zaś jednym z największych zakładów jest Philips Lighting Poland sp. z o.o.

#### Sieć komunikacyjna

Dostępność komunikacyjną obszaru zapewniają dwie drogi krajowe: DK nr 10, prowadząca z północnego-zachodu, z Wałcza przez Starą Łubiankę do Piły, a następnie biegnąca horyzontalnie od wschodnich granic Piły w kierunku Grabowna i dalej do Okalińca, oraz DK nr 11, która w granicach obszaru prowadzi z Chodzieży przez Ujście, następnie mija od wschodu Piłę i biegnie dalej na północ w kierunku Dobrzyca. Docelowo, zgodnie z istniejącymi planami, przez opisywany teren będą przebiegać odcinki dróg ekspresowych: S10 (obwodnica Wałcza jest na etapie budowy) i S11 drogi ekspresowej, które częściowo będą pokrywać się z istniejącymi odcinkami dróg krajowych. Poza wymienionymi szlakami sieć komunikacyjną tworzą drogi skategoryzowane jako gminne, powiatowe i wojewódzkie. W grupie tych ostatnich znajdują się: DW nr 191 (w granicach obszaru znajduje się odcinek relacji Rataje – Szamocin – Borówki), DW nr 190 (Szamocin – Białośliwie i dalej na północ, poza granicę obszaru), DW nr 188 (odcinek od Piły w kierunku Skórki), DW nr 180 (fragment pomiędzy Trzcianką a Piłą) oraz DW nr 179 (Piła – Szydłowo i dalej na zachód, poza granicę obszaru, w kierunku Gostomi), a także DW nr 182 (od południowej granicy obszaru do Ujścia).

Poza siecią dróg elementem infrastruktury komunikacyjnej są również linie kolejowe, dla których – w granicach charakteryzowanego terenu – centralnym punktem jest Piła. Bezpośrednio z miasta, ze stacji Piła Główna, swój bieg w kierunku wschodnim, do Kutna, rozpoczyna linia nr 18 (linia o znaczeniu państwowym, kategorii pierwszorzędnej, dwutorowa, zelektryfikowana). Na położonym w granicach obszaru odcinku tej linii funkcjonują stacje kolejowe: Piła Główna, Kaczory i Białośliwie oraz przystanek osobowy Miasteczko Krajeńskie. Przez opisywany teren przebiega również fragment linii nr 203 relacji Tczew – Kostrzyn. Na odcinku Kostrzyn – Piła jest to linia o znaczeniu państwowym, kategorii pierwszorzędnej, dwutorowa, nieelektryfikowana, natomiast z Piły do Tczewa prowadzi już jeden tor, a linia nie posiada znaczenia państwowego. Pociągi zatrzymują się na stacji Piła Główna oraz na przystankach osobowych: Biała Pilska, Stobno, Piła Podlasie. Z północno-zachodniego naroża obszaru przetargowego do Piły prowadzi linia nr 403. Linia ta łączy Ulikowo z Piłą Północ. Jest to linia o znaczeniu państwowym, skategoryzowana jako drugorzędna, jednotorowa, nieelektryfikowana. Na opisywanym terenie bieg tej linii wyznaczają przystanki osobowe: Dobino Wałeckie, Skrzatusz, Szydłowo Krajeńskie i Dolaszewo Wałeckie. Połączenie kolejowe z północną częścią kraju zapewnia linia nr 405 relacji Piła Główna – Ustka (linia kategorii pierwszorzędnej, jednotorowa, zelektryfikowana) ze stacjami kolejowymi w Pile Główniej i Starej Łubiance, zaś na południe, w kierunku Poznania, prowadzi linia nr 354 (linia pierwszorzędna, dwutorowa, zelektryfikowana), ze stacjami: Piła Główna i Dziembówko oraz przystankami osobowymi: Piła Leszków, Piła Kalina i Milicz. Linia o znaczeniu miejscowym, która w całości położona jest w granicach obszaru przetargowego jest linia nr 374 (jednotorowa, nieelektryfikowana). Bieg pociągów realizowany jest pomiędzy przystankami: Mirosław Ujski, Ujście Noteckie, Motylewo i stacją Piła Główna.

#### Infrastruktura techniczna

Elementem infrastruktury techniczno-inżynierskiej o znaczeniu ponadregionalnym, znajdującym się w obrębie

→ **Fig. 1.1.** Położenie obszaru przetargowego „Piła” 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.



MAPA KONCESJI NA POSZUKIWANIE, ROZPOZNAWANIE ORAZ WYDOBYWANIE  
WĘGLOWODORÓW ORAZ PODZIEMNE BEZZBIORNIKOWE MAGAZYNOWANIE  
SUBSTANCJI I PODZIEMNE SKŁADOWANIE ODPADÓW  
WG STANU NA 30-09-2017 r.

0 50 km

Układ współrzędnych PL-1992

GRANICE ZŁOŻ:

ropy naftowej

gazu ziemnego

azotowego gazu ziemnego

złoża eksploatacyjne

złoża nieeksploatowane

podziemne magazyny gazu (PMG)

| Magazyny |             |                 |                                                                             |
|----------|-------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| L.P.     | Nr koncesji | Nazwa           | Koncesjodawca                                                               |
| 1        | 176/94      | Mogilno II      | PGNIG S.A.                                                                  |
| 2        | 33/99/m     | Góra            | Inowrocławskie Kopalnie Soli S.A. w Inowrocławiu                            |
| 3        | 16/2010/m   | Strachocina     | PGNIG S.A.                                                                  |
| 4        | 9/2011/m    | Husów E         | PGNIG S.A.                                                                  |
| 5        | 13/2008/m   | Bonikowo        | PGNIG S.A.                                                                  |
| 6        | 4/2013/m    | Brzezica        | PGNIG S.A.                                                                  |
| 7        | 9/2008/m    | Daszewo         | PGNIG S.A.                                                                  |
| 8        | 19/2001/m   | Kosakowo        | PGNIG S.A.                                                                  |
| 9        | 190/94      | Swarzów         | PGNIG S.A.                                                                  |
| 10       | 11/95       | Wierzchnice     | PGNIG S.A.                                                                  |
| 11       | 2/2012/m    | Henrykowice - E | Zakład Projektowania i Usług Technicznych - AT M<br>Brzozowscy Spółka Jawna |

| Składowiska |             |                         |               |
|-------------|-------------|-------------------------|---------------|
| L.P.        | Nr koncesji | Nazwa                   | Koncesjodawca |
| 1           | 12/2003/s   | Borzęcin                | PGNIG S.A.    |
| 2           | 23/99/s     | Husów - Albogowa Krasne | PGNIG S.A.    |
| 3           | 3/2002/s    | Świdnik                 | PGNIG S.A.    |

MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA

Koncesje eksploatacyjne:

- Ropne koncesje eksploatacyjne PGNIG S.A.
- Gazowe koncesje eksploatacyjne PGNIG S.A.
- LOTOS Petrobaltic S.A.
- Zakład Odmietania Kopalni Sp. z o.o. (ZOK)
- Baltic Gas Sp. z o.o. i wspólnicy Sp. komandytowa
- B8 Sp. z o.o. Baltic S.k.a.
- TRIAS Sp. z o.o.

Koncesje poszukiwawcze:

- Grupa kapitałowa: Konsorcjum PGNIG S.A.  
Przedsiębiorca: PGNIG S.A.
- Grupa kapitałowa: Grupa LOTOS Petrobaltic S.A.  
Przedsiębiorca: LOTOS Petrobaltic S.A.
- Grupa kapitałowa: TRIAS Sp. z o.o.  
Przedsiębiorca: TRIAS Sp. z o.o.
- Grupa kapitałowa: Blue Gas NRG Sp. z o.o.  
Przedsiębiorca: Blue Gas NRG Sp. z o.o.
- Grupa kapitałowa: San Leon Energy Plc  
Przedsiębiorcy: Energia Karpaci Zachodnie, Baltic Oil&Gas
- Grupa kapitałowa: Hutton Energy PLC  
Przedsiębiorca: Strzelecki Energia
- Grupa kapitałowa: PKN Orlen S.A.  
Przedsiębiorcy: Orlen Upstream, FX Energy Poland
- Grupa kapitałowa: Stena Investment S.A.R.L.  
Przedsiębiorca: ShaleTech Energy
- Grupa kapitałowa: Palomar Capital Advisors Limited - San Leon Energy B.V.  
Przedsiębiorcy: Energia Zachód, Rawicze Energia
- Koncesje na poszukiwanie i wydobywanie metanu z pokładów węgla kamiennego
- Złożone wnioski koncesyjne
- Wnioski koncesyjne złożone zgodnie z art. 46 ustawy Prawo geologiczne i górnicze
- Wnioski koncesyjne złożone zgodnie z art. 47 ustawy Prawo geologiczne i górnicze

Nazwa obszaru

Obszary przetargowe - Runda 2

Obszary przetargowe - Runda 3

Nazwa obszaru

zakreślony

Obszary, dla których postępowanie przetargowe zostało zakończone bez udzielenia koncesji. Pakiety danych geologicznych dostępne na stronie BIP MS

Obszary, dla których postępowanie przetargowe zostało zakończone bez udzielenia koncesji. Pakiety danych geologicznych dostępne na stronie BIP MS

Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

Opracowali: R. Bońda D. Siekiera M. Szufficki  
© Copyright by PIG-PIB (2017)  
WARSZAWA - 30-09-2017



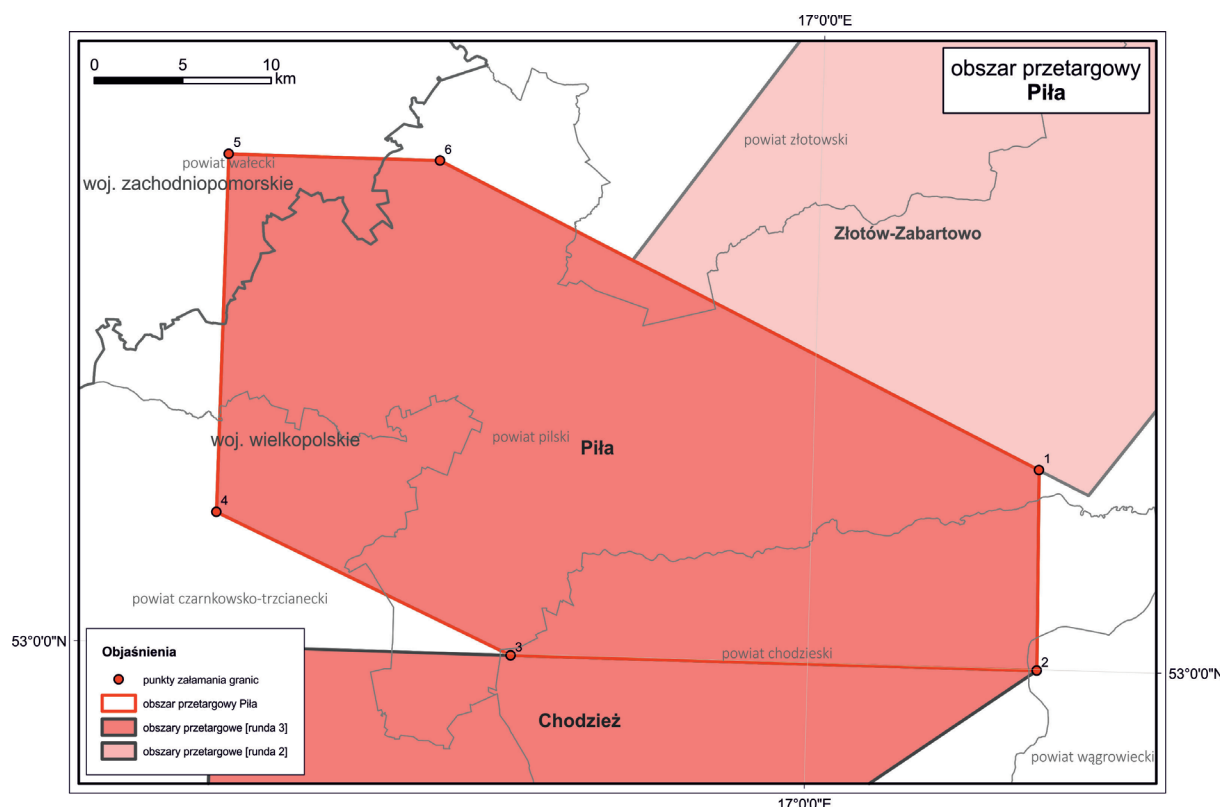


Fig. 1.2. Punkty załamania granic oraz pozycja obszaru przetargowego „Piła” na tle sąsiednich koncesji

obszaru przetargowego, jest linia elektroenergetyczna najwyższych napięć (220 kV), która przebiega południkowo przez jego centralną część, a następnie przy południowej granicy, w rejonie Kamionki, skręca w kierunku Kruszewa. Do roku 2022 wzdłuż istniejącej linii mają powstać dwie kolejne, o napięciu 400 kV każda (Plan rozwoju sieci przesyłowej do 2025 roku (PSE S.A.)). Przez obszar przetargowy przebiega również nitka gazociągu ( $\varnothing$  500 mm) gazu wysokometanowego relacji Chodzież – Ujście – Piła – Wałcz wraz z odgałęzieniem w kierunku Trzcianki.

### Infrastruktura wodna

Na opisywanym terenie, zgodnie z informacjami zgromadzonymi w bazie MGŚP, zinventaryzowano 17 ujęć wód podziemnych o wydajności przekraczającej 50 m<sup>3</sup>/h (w tym 13 komunalnych i 4 przemysłowe) i 2 ujęcia wód podziemnych o wydajności 25–50 m<sup>3</sup>/h (komunalne). Wszystkie ujęcia z wyjątkiem trzech (komunalnych: w Pile i w Morzewie oraz przemysłowego na północ od wsi Młynary) czerpią wodę z utworów czwartorzędowych. Dla żadnego z tych ujęć nie wyznaczono strefy ochrony pośredniej.

Na południe od Szydłowa zlokalizowane jest nieczynne ujęcie wód leczniczych.

W północno-zachodniej części obszaru, w rejonie wsi Dobino, znajduje się komunalne ujęcie wód powierzchniowych.

W granicach administracyjnych Piły znajduje się sztuczny zbiornik – Zalew Koszycki, wybudowany jako rolniczy zbiornik retencyjny o funkcji przeciwpowodziowej. Obecnie zbiornik ten pełni także funkcję rekreacyjną.

### Położenie fizyczno-geograficzne

Zgodnie z regionalizacją fizyczno-geograficzną Polski

(Kondracki, 2013), omawiany teren położony jest w obrębie 7 różnych mezoregionów, przy dominującym znaczeniu dwóch z nich: Doliny Środkowej Noteci oraz Doliny Gwdy. Dolina Środkowej Noteci cechuje się równoleżnikowym przebiegiem i szerokością od 2 do 8 km w rejonie Nakła i Ujścia. Na odcinku położonym w granicach obszaru przetargowego jej dno wypełniają torfy o miąższości dochodzącej do 10 m, które zanikają w zwężeniu powyżej Ujścia – tam pojawia się glina zwałowa. W rejonie tym rzędne terenu osiągają wartość 47 m n.p.m. Po stronie południowej dno doliny oddziela od wysoczyzny piaszczysty taras szamociński, natomiast na północy dolinę ograniczają wzgórza morenowe, których wysokość w rejonie Miasteczka Krajeńskiego dochodzi do 197 m n.p.m. Z kolei w północno-zachodniej części obszaru „Piła”, położonej w obrębie Pojezierza Wałeckiego, w krajobrazie wysoczyzny zaznaczają się pasma wysokich morenowych pagórków przekraczające wysokość 150 m, a w kilku miejscach nawet 200 m. Jednym z nich jest znajdująca się około 9 km na zachód od Piły w kierunku Szydłowa góra Dąbrowa (207 m n.p.m.), uznawana za jedno z najwyższych wzniesień w północnej Wielkopolsce. Przeplývająca południkowo przez obszar przetargowy rzeka Gwda, po 147 km biegu uchodzi do Noteci naprzeciw miasta Ujście. Spadek rzeki od jeziora Wielimie do Ujścia, wynoszący 85 m, został wykorzystany na potrzeby energetyki – na Gwdzie wybudowano elektrownie wodne, w tym m.in. znajdującą się w granicach opisywanego terenu MEW Koszyce.

### Warunki wodne i zagrożenia osuwiskowe

Sieć hydrograficzną tworzą rzeki Noteć i Gwda wraz z dopływami oraz zbiorniki wód stojących, w tym m.in. jeziora: Płotki, Jeleniowe, Rudnickie, Siekiera, Laskowskie Wielkie, Linowo oraz Głębokie, a także sztuczny zbiornik retencyjny –

Zalew Koszyce. Obszary dolinne obu rzek są klasyfikowane jako tereny zagrożone podtopieniami, przy czym dla Noteci ich zasięg jest znacznie rozleglejszy niż dla Gwdy. Dodatkowo, w przypadku Noteci, wzdłuż północnej granicy zasięgu ich występowania (rejon miejscowości Kaczory – Miasteczko Krajeńskie – Białosławie) oraz w części południowej (rejon od Ujścia do Chodzieży) znajdują się tereny predysponowane do występowania ruchów masowych.

W aspekcie uwarunkowań środowiskowych mogących potencjalnie ograniczać warunki poszukiwania i rozpoznawania złóż węglowodorów w granicach obszaru „Piła”, należy zwrócić uwagę także na czynniki hydrogeologiczne: bardzo duża część charakteryzowanego terenu znajduje się w zasięgu występowania głównych zbiorników wód podziemnych. Są to trzy zbiorniki czwartorzędowe (nr 125 Wałcz – Piła, nr 138 Pradolina Toruń – Eberswalde oraz nr 139 Dolina kopalna Smogulec – Margonin), a także jeden zbiornik neogeński (nr 127 – Subzbiornik Złotów – Piła – Strzelce Krajeńskie).

Dla zbiornika neogeńskiego nie wyznaczono granic proponowanego obszaru ochronnego, natomiast w przypadku zbiorników czwartorzędowych sytuacja wygląda odmiennie. Dla GZWP nr 125 proponowany obszar ochronny zamyka się w dwóch strefach, spośród których jedna została utworzona ze względu na zagrożenie geogeniczne i swoim zasięgiem odpowiada terenowi zbiornika, zaś druga, utworzona ze względu na możliwość migracji zanieczyszczeń z powierzchni terenu (zagrożenie antropogeniczne), obejmuje prawie wszystkie obszary nieizolowane zbiornika. W przypadku GZWP nr 138 i GZWP nr 139 proponowane obszary ochronne usytuowane są poza granicami opisywanego terenu.

### Formy ochrony przyrody

W granicach obszaru przetargowego „Piła” część terenów podlega także ochronie obszarowej realizowanej na mocy przepisów ustawy o ochronie przyrody. Są to rezerваты: Kuźnik, Nietoperze w Starym Browarze i Torfowisko Kaczory, obszary siedliskowe i ptasie sieci Natura 2000, a także obszary chronionego krajobrazu, zespół przyrodniczo-krajobrazowy Góra Dąbrowa i użytki ekologiczne. Spośród wymienionych form największą pod względem zajmowanej powierzchni na terenie przetargowym jest Obszar Chronionego Krajobrazu Doliny Noteci, który obejmuje swoim zasięgiem niemalże całą wschodnią i południową część terenu (42% jego powierzchni). Relatywnie mniejsze powierzchnie zajmują: obszar specjalnej

ochrony siedlisk Dolina Noteci (21%) oraz obszary specjalnej ochrony ptaków Dolina Środkowej Noteci i Kanału Bydgoskiego (16%) i Puszcza nad Gwdą (13%).

Poza wymienionymi obszarami ochronie w formie pomników przyrody podlegają również pojedyncze drzewa lub ich nagromadzenia, takie jak licząca 81 drzew aleja pomiędzy wsiami Grabionna i Okaliniec, a także głązy narzutowe.

Na południe od Ujścia znajduje się geostanowisko o znaczeniu lokalnym. Obiekt ten – Piaskownia w Ujściu nad Notecią – jest sztucznym odsłonięciem geologicznym.

Zabytki archeologiczne zlokalizowane w granicach obszaru przetargowego (m.in. w rejonie Stobna, Miasteczka Krajeńskiego, Rzadkowa czy też Wolska) w większości datowane są na epokę żelaza.

W strukturze zagospodarowania terenu widoczne są rozmieszczone niemal na całym obszarze zwarte kompleksy leśne, które w większości posiadają status ochronnych. Wyjątek stanowi dolina Noteci, gdzie występują łąki na glebach pochodzenia organicznego, a także północno-zachodnia część terenu, która zajęta jest przez grunty orne wysokich klas bonitacyjnych.

### Złóża kopalin

Charakteryzowany obszar jest również miejscem prowadzenia działalności wydobywczej i przetwórczej. Wśród udokumentowanych złóż kopalin na jego terenie najliczniej występują złoża kruszywa naturalnego (27 złóż). Poza nimi w granicach obszaru znajdują się pojedyncze złoża: kredy (złóż nr 1147 Wrząca), surowców ilastych ceramiki budowlanej (złóż nr 3132 Wawel (Piła)), piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych (złóż nr 2663 Piła – jezioro Piaszczyste) i surowców szklarskich (złóż nr 17132 Mirosław AG). Obszary prognostyczne i perspektywiczne wystąpień torfów związane są przede wszystkim z doliną Noteci, zaś dla ilów i łupków ilastych ceramiki budowlanej obszary prognostyczne zlokalizowane są na południe od Miasteczka Krajeńskiego. Dla piasków oraz piasków i żwirów wyznaczono w granicach obszaru przetargowego kilkanaście zróżnicowanych pod względem powierzchni obszarów perspektywicznych. Występują one przede wszystkim wzdłuż doliny Noteci, w brzeźnych partiach ograniczających ją wysoczyzn. Z doliną Noteci związane są również obszary perspektywicznych i prognostycznych wystąpień kredy jeziornej.

Uwarunkowania środowiskowe obszaru przetargowego „Piła” zostały podsumowane na Fig. 1.3 i 1.4.

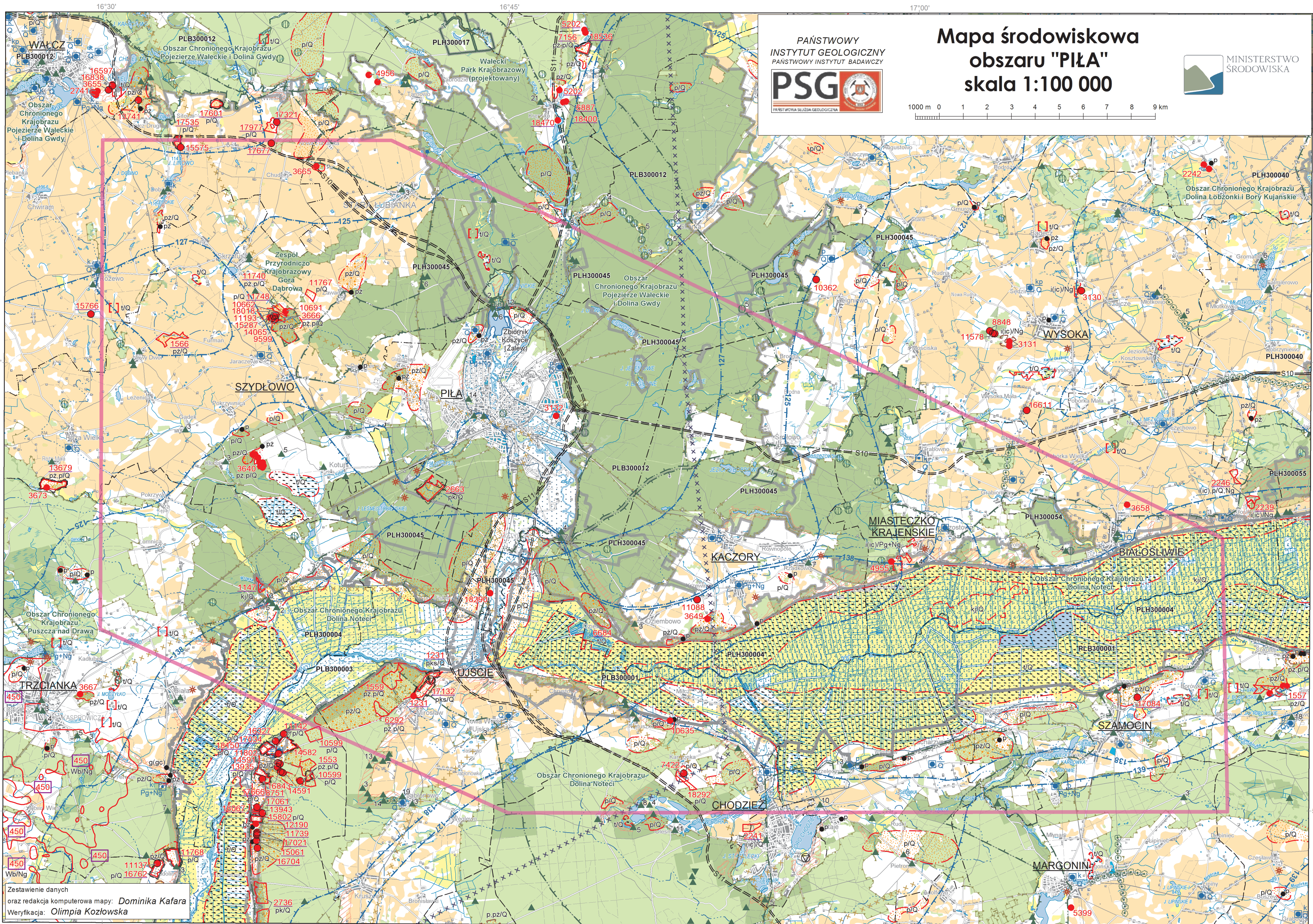
| KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO „PIŁA” |                                            |                                                                    |                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                                                | LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE | nazwa i numer arkusza mapy w skali 1:50 000                        | Wałcz 273, Stara Łubianka 274, Krajenka 275, Trzcianka 312, Piła 313, Śmiłowo 314, Szamocin 315                                             |
| 2.                                                                | POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE                  | województwo                                                        | wielkopolskie                                                                                                                               |
|                                                                   |                                            | powiat                                                             | chodzieski                                                                                                                                  |
|                                                                   |                                            | gmina i % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego | Chodzież (m.) (0,25%), Chodzież (10,08%), Margonin (1,37%), Szamocin (8,68%)                                                                |
|                                                                   |                                            | powiat                                                             | czarnkowsko - trzcianiecki                                                                                                                  |
|                                                                   |                                            | gmina                                                              | Czarnków (0,16%), Trzcianka (9,51%)                                                                                                         |
|                                                                   |                                            | powiat                                                             | pilski                                                                                                                                      |
|                                                                   |                                            | gmina                                                              | Białosławie (3,50%), Kaczory (13,89%), Miasteczko Krajeńskie (7,37%), Piła (m.) (10,88%), Szydłowo (18,53%), Ujście (9,39%), Wysoka (0,40%) |
|                                                                   |                                            | powiat                                                             | wągrowiecki                                                                                                                                 |
|                                                                   |                                            | gmina                                                              | Gołańcz (0,09%)                                                                                                                             |
|                                                                   |                                            | powiat                                                             | złotowski                                                                                                                                   |
|                                                                   |                                            | gmina                                                              | Krajenka (2%)                                                                                                                               |
|                                                                   |                                            | województwo                                                        | zachodniopomorskie                                                                                                                          |
|                                                                   |                                            | powiat                                                             | wałeccki                                                                                                                                    |
|                                                                   |                                            | gmina                                                              | Wałcz (3,92%)                                                                                                                               |

| KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO „PIŁA” |                                                                           |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                       |                                                 |  |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--|
| 3.                                                                | REGIONALIZACJA<br>FIZYCZNO-GEOGRAFICZNA<br>(wg KONDRACKIEGO, 2013)        | makroregion                                                                                | Pojezierze Południowopomorskie (314.6–7)                                                                                                                                                              |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           | mezoregion                                                                                 | Pojezierze Wałecki (314.64); Równina Wałecka (314.65);<br>Dolina Gwdy (314.68); Pojezierze Krajeńskie (314.69)                                                                                        |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           | makroregion                                                                                | Pradolina Toruńsko – Eberswaldzka (315.3)                                                                                                                                                             |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           | mezoregion                                                                                 | Kotlina Gorzowska (315.33);<br>Dolina Środkowej Noteci (315.34)                                                                                                                                       |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           | makroregion                                                                                | Pojezierze Wielkopolsko – Kujawskie (315.5)                                                                                                                                                           |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           | mezoregion                                                                                 | Pojezierze Chodzieskie (315.53)                                                                                                                                                                       |                                                 |  |
| 4.                                                                | WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW<br>WYZNACZAJĄCYCH<br>GRANICE OBSZARU<br>PRZETARGOWEGO | układ PL-1992 [X; Y]                                                                       | 583341,11                                                                                                                                                                                             | 378925,81                                       |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | 572026,54                                                                                                                                                                                             | 378791,78                                       |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | 572875,62                                                                                                                                                                                             | 349057,65                                       |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | 580980,15                                                                                                                                                                                             | 332427,20                                       |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | 601193,83                                                                                                                                                                                             | 333133,14                                       |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | 600818,16                                                                                                                                                                                             | 345067,12                                       |  |
| 5.                                                                | POW. OBSZARU<br>PRZETARGOWEGO                                             | [km²]                                                                                      | 943,37                                                                                                                                                                                                |                                                 |  |
| 6.                                                                | CEL KONCESJI                                                              | poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz<br>wydobywanie węglowodorów ze złóż    |                                                                                                                                                                                                       |                                                 |  |
| 7.                                                                | WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ<br>PRZYRODNICZE OBSZARY<br>PRAWNIE CHRONIONE:      | perm, czerwony spągowiec                                                                   |                                                                                                                                                                                                       |                                                 |  |
| 8.                                                                | parki narodowe                                                            | [tak/ nie]                                                                                 | tak                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | nie                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | Kuźnik (<1%), Torfowisko Kaczory (<1%),<br>Nietoperze w Starym Browarze (<1%)                                                                                                                         |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | nie                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
|                                                                   | rezerваты                                                                 |                                                                                            | OChK Pojezierze Wałeckie i Dolina Gwdy (woj.<br>wielkopolskie) (11,77%), OChK Dolina Noteci (41,57%)                                                                                                  |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | PLH300004 Dolina Noteci (20,61%),<br>PLH300045 Ostoja Piłska (2,74%),<br>PLH300054 Struga Białosiłwka (0,27%)                                                                                         |                                                 |  |
|                                                                   | parki krajobrazowe<br>obszary chronionego<br>krajobrazu                   |                                                                                            | PLB300003 Nadnoteckie Łęgi (4,40%), PLB300001<br>Dolina Środkowej Noteci i Kanału Bydgoskiego (17,52%),<br>PLB300012 Puszcza nad Gwdą (13,48%)                                                        |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           |                                                                                            | Góra Dąbrowa (0,18%)                                                                                                                                                                                  |                                                 |  |
|                                                                   | Natura 2000 – SOO                                                         |                                                                                            | jeśli „tak” to: nazwa obszaru oraz %<br>powierzchni zajmowanej w granicach<br>obszaru przetargowego                                                                                                   | 21                                              |  |
|                                                                   | Natura 2000 – OSO                                                         |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                       | 287 (w tym 3 głązy narzutowe i 81 drzew w alei) |  |
| zespoły<br>przyrodniczo-krajobrazowe                              | nie                                                                       |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                       |                                                 |  |
| użytki ekologiczne                                                | tak                                                                       |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                       |                                                 |  |
| pomniki przyrody                                                  | tak                                                                       |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                       |                                                 |  |
| stanowiska dokumentacyjne                                         | tak                                                                       |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                       |                                                 |  |
| 9.                                                                | GLEBY CHRONIONE                                                           | [tak/ nie]                                                                                 | tak                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
| 10.                                                               | KOMPLEKSY LEŚNE                                                           | [tak/ nie]                                                                                 | tak                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
| 11.                                                               | LASY OCHRONNE                                                             | [tak (powierzchnia,% powierzchni<br>zajmowanej w granicach obszaru<br>przetargowego)/ nie] | 245,6 km² (26,0%)                                                                                                                                                                                     |                                                 |  |
| 12.                                                               | OBIEKTY DZIEDZICTWA<br>KULTUROWEGO<br>Zabytki archeologiczne              | [tak (ilość)/ nie]                                                                         | tak (9)                                                                                                                                                                                               |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           | grodzisko                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                     |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           | osada                                                                                      | nie                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           | cmentarzysko                                                                               | 7                                                                                                                                                                                                     |                                                 |  |
|                                                                   |                                                                           | inne                                                                                       | nie                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
| 13.                                                               | GŁÓWNE ZBIORNIKI<br>WÓD PODZIEMNYCH                                       | [tak (numer, nazwa i wiek zbiornika)<br>/ nie]                                             | 125 Wałcz-Piła (Zbiornik międzymorenowy Wałcz-Piła); Q;<br>127 Subzbiornik Złotów-Piła-Strzelce Krajeńskie; Ng;<br>138 Pradolina Toruń – Eberswalde; Q;<br>139 Dolina kopalna Smogulec – Margonin; Q; |                                                 |  |
| 14.                                                               | STREFY OCHRONNE<br>UJEĆ WODY                                              | [tak/ nie]                                                                                 | nie                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
| 15.                                                               | STREFY OCHRONY<br>UZDROWISKOWEJ                                           | [tak/ nie]                                                                                 | nie                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
| 16.                                                               | TERENY ZAGROŻONE<br>PODTOPIENIAMI                                         | [tak/ nie]                                                                                 | tak                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
| 17.                                                               | UDOKUMENTOWANE<br>ZŁOŻA KOPALIN                                           | [tak (rodzaj kopaliny)/ nie]                                                               | tak (kruszywo naturalne, surowce szklarskie,<br>surowce ilaste ceramiki budowlanej, kreda,<br>piaski kwarcowe d/p betonów komórkowych)                                                                |                                                 |  |
| 18.                                                               | OBSZARY PROGNOSTYCZNE<br>I PERSPEKTYWICZNE<br>WYSTĘPOWANIA KOPALIN        | [tak (rodzaj kopaliny)/ nie]                                                               | tak (torfy, ility i łupki ilaste ceramiki budowlanej,<br>kreda jeziorna i gytia, piaski, piaski i żwiry)                                                                                              |                                                 |  |
| 19.                                                               | SIECI PRZESYŁOWE GAZU                                                     | [tak/ nie]                                                                                 | tak                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
|                                                                   | PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU                                                   | [tak/ nie]                                                                                 | nie                                                                                                                                                                                                   |                                                 |  |
|                                                                   | DATA WYPEŁNIENIA KARTY                                                    | 05.10.2017 r.                                                                              |                                                                                                                                                                                                       |                                                 |  |
|                                                                   | ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE<br>DANYCH                                       | Paulina Kostrz-Sikora, Dominika Kafara                                                     |                                                                                                                                                                                                       |                                                 |  |

↑ Fig. 1.3. Karta uwarunkowań środowiskowych dla obszaru przetargowego „Piła”

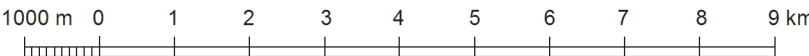
→ Fig. 1.4. Mapa środowiskowa obszaru przetargowego „Piła”





PAŃSTWOWY  
INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY  
**PSG**  
PAŃSTWOWA SŁUŻBA GEOLOGICZNA

Mapa środowiskowa  
obszaru "Piła"  
skala 1:100 000



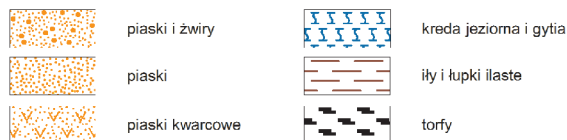
Zestawienie danych  
oraz redakcja komputerowa mapy: **Dominika Kafara**  
Weryfikacja: **Olimpia Kozłowska**



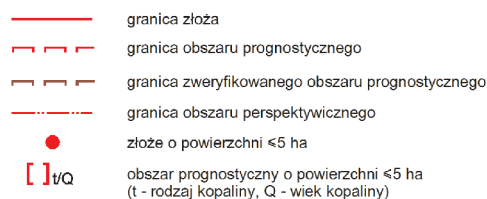
# Objaśnienia do Mapy środowiskowej obszaru "Piła"

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

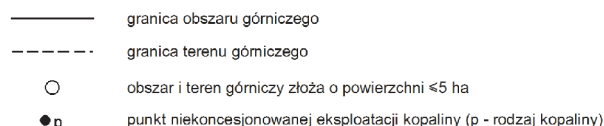
## ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA



10362 identyfikator z bazy MIDAS złoża mało konfliktowego  
1147 identyfikator z bazy MIDAS złoża konfliktowego  
450 identyfikator z bazy MIDAS złoża bardzo konfliktowego



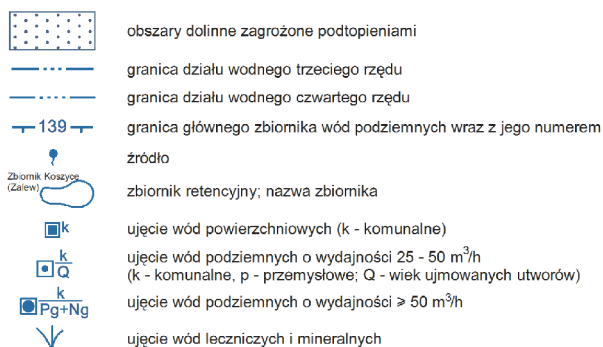
## GÓRNICTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN



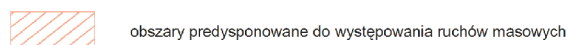
Symbol kopaliny:  
Wb - węgiel brunatny  
kj - kreda jeziorna i gytia  
i(i(c) - iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej  
g(gc) - gliny ceramiki budowlanej  
pż - piaski i żwirny  
p - piaski  
pk - piaski kwarcowe  
pks - piaski szklarskie  
t - torfy

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

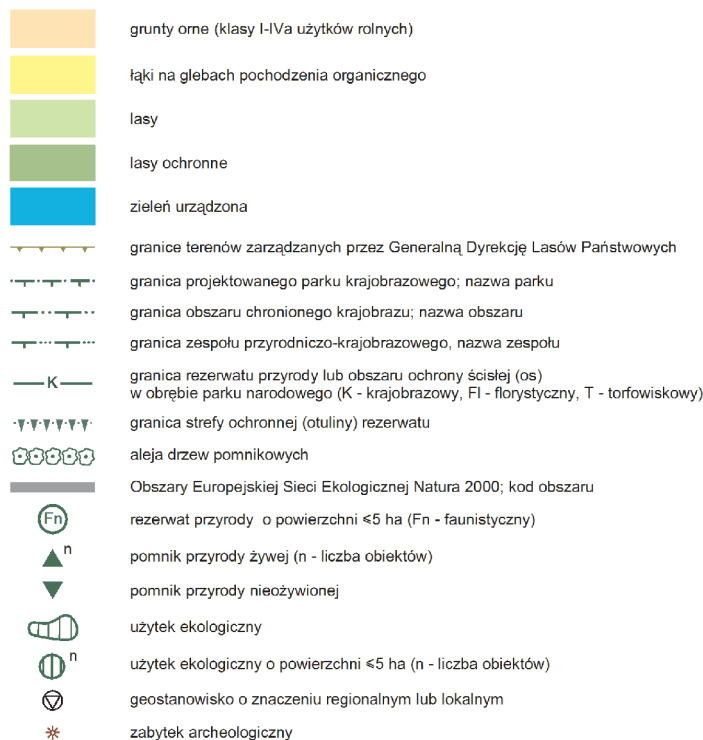
## WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE



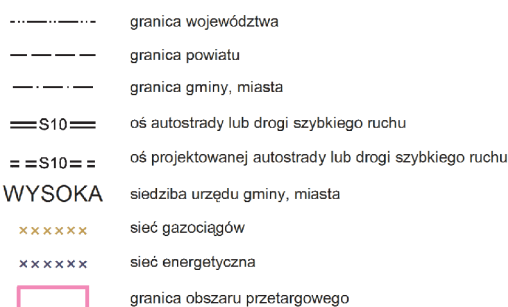
## WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO



## OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I DZIEDZICTWA KULTUROWEGO

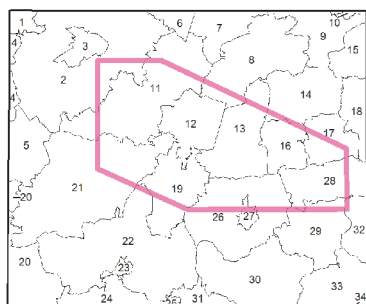


## INFORMACJE DODATKOWE



## WYSOKA

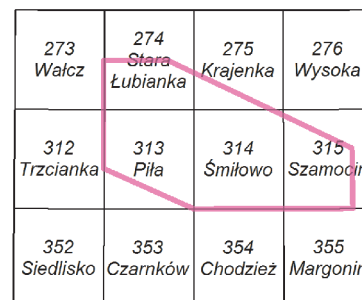
Położenie obszaru przetargowego  
na tle podziału administracyjnego



woj. ZACHODNIOPOMORSKIE  
powiat walecki  
1 - gm. Mirosławiec  
2 - gm. Wałcz  
3 - m. Wałcz  
4 - gm. Tuczno  
5 - gm. Człopa  
woj. WIELKOPOLSKIE  
powiat złotowski  
6 - gm. Jastrowie  
7 - gm. Tarnówka  
8 - gm. Krajenka  
9 - gm. Złotów  
10 - gm. Zakrzewo  
powiat pilski  
11 - gm. Szydłowo  
12 - m. Piła  
13 - gm. Kaczory  
14 - gm. Wysoka  
15 - gm. Łobżenica  
16 - gm. Miasteczko Krajeńskie

17 - gm. Białosławie  
18 - gm. Wyrzysk  
19 - gm. Ujście  
powiat czarnkowsko-trzcianecki  
20 - gm. Wieleń  
21 - gm. Trzcianka  
22 - gm. Czarnków  
23 - m. Czarnków  
24 - gm. Lubasz  
25 - gm. Połajewo  
powiat chodzieski  
26 - gm. Chodzież  
27 - m. Chodzież  
28 - gm. Szamocin  
29 - gm. Margonin  
30 - gm. Budzisz  
powiat obornicki  
31 - gm. Rycyzwół  
powiat wągrowiecki  
32 - gm. Gołańcz  
33 - gm. Wągrowiec  
34 - m. Wągrowiec

Położenie obszaru przetargowego  
na arkuszach 1:50 000





## 2. BUDOWA GEOLOGICZNA

### 2.1. STRATYGRAFIA

#### 2.1.1. KARBON

Na obszarze „Piła” utwory karbonu nawiercono w spągu wiercenia Piła 1/IG-1 w przedziale głębokości 5468–5482 m (koniec wiercenia). W tym przedziale opisano je na podstawie opisu rdzeni i badań petrograficznych jako piaskowce typu waki kwarcowe, iłowce żelaziste, iłowce piaszczyste (Żelichowski, 1985). Wiek tych utworów jest kontrowersyjny. W pracy Żelichowskiego (1985) powyżej karbonu wydzielono utwory czerwonego spągowca, które w przedziale 4387,8 do 5477 m określono na podstawie badań palinologicznych jako przynależne do karbonu. Osady w przedziale 4387,8–4783 m określono jako nie starsze od westfalu C; osady w przedziale 4833–5245,5 m określono jako namur–westfal dolny, a w przedziale 5470–5477 określono generalnie jako karbon. Tylko najniższe położone utwory reprezentują westfal i taką też granicę przyjęto na załączonym zbiorczym profilu otworu Piła 1/IG-1 (Fig. 5.2). Silne nachylenie tych utworów jest interpretowane jako mające związek z strefą tektoniczną.

Osady karbonu są skałami macierzystymi dla generacji węglowodorów. Istotna jest ich przynależność stratygraficzna, litologia, stopień diagenety oraz ewentualnie występowanie materii organicznej.

#### Petrografia osadów karbonu

Charakterystykę petrograficzną oparto na dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego, w którym przewiercono karbon, usytuowanego na terenie obszaru – Piła 1/IG-1 (Żelichowski, 1985).

Strop osadów karbonu, których wiek został określony na westfal, znajduje się na głębokości 5468,0 m. 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 matryks ilasty (illit, rzadziej kaolinit) oraz cement węglanowy. Porowatość skały wynosi 0,9%, a przepuszczalność 4,8 mD.

**Iłowce i mułowce** 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 oraz soczewki, nadając skałom zabarwienie ceglaste. Ponadto w tle skalnym występują pojedyncze ziarna węglanów, niekiedy izometryczne. Skała charakteryzuje się porowatością 0,94%.

#### 2.1.2. PERM – CZERWONY SPĄGOWIEC

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

Osady czerwonego spągowca w obrębie obszaru „Piła”

zostały rozpoznane jednym głębokim wierceniem 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 skał wulkanicznych w spągu i 955 m skał osadowych. W obrębie skał wulkanicznych zaznacza się dwudzielność. W spągowym odcinku stwierdzono bazalty, w tym także bazalt żyłowy, a górną część pokrywy wulkanicznej stanowią kwaśne skały wylewne typu ryodacytów. Pod kompleksem skał wulkanicznych występują nieprzewiercone utwory karbonu (14 m). Wiercenie zakończono na głębokości 5482 m.

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

W profilu tym utwory czerwonego spągowca o miąższości 955 m reprezentują dwie główne formacje litostratygraficzne: dolną formację Drawy i górną formację Noteci. Formacja Drawy o miąższości ponad 510 m reprezentowana jest głównie przez iłowce i mułowce tzw. plai dolnej oraz piaskowce eoliczne, a w najniższej części zlepione. Formacja Noteci o miąższości ponad 444 m to mułowce i piaskowce drobnoziarniste tzw. plai górnej oraz piaskowce fluwialne (korytowe i pokryw aluwialnych).

Na obszarze „Piła” celem poszukiwań są piaskowce, które mogą znajdować się w pułapkach strukturalnych uszczelnionych solami i anhydrytami cechsztynu lub stratygraficznych uszczelnionych osadami ilastymi i wodą kapilarną. Już pobieżna interpretacja tego profilu pokazuje, że kompleksy piaskowców znajdują się tylko w niższej części profilu na głębokości przekraczającej 4600 m. Grubsze poziomy piaskowców eolicznych zaczynają się od głębokości 4900 m. Piaskowce te charakteryzują się słabymi właściwościami zbiornikowymi lub ich brakiem. W przypadku ich nasycenia gazem uszczelnienie mogłyby stanowić grube warstwy iłowców widoczne na zamieszczonym profilu (Fig. 5.2).

Obszar „Piła” jest oferowany do przetargu na poszukiwanie, rozpoznawanie i wydobywanie złóż węglowodorów z dwóch powodów. Pierwszym jest wynik odkrycia w ostatnich latach rozległej struktury Chodzieży. Jest ona widoczna na granicy utworów czerwonego spągowca i cechsztynu (Fig. 6.3), na profilu sejsmicznym Obrzycko–Zabartowo (Rowan i Krzywiec, 2014; Fig. 2.1 i 2.2).

Drugim powodem jest koncepcja powrotu z poszukiwaniami skał zbiornikowych górnego czerwonego spągowca w rejon struktury Piła, na której to strukturze postawiono wiercenie Piła 1/IG-1. Wiercenie Piła 1/IG-1 jest zlokalizowane na wyniesionej strukturze tektonicznej (struktura Piła widoczna na obrazie sejsmicznym – linia sejsmiczna T0040182; Fig. 6.3).

W tej sytuacji obszar przetargowy „Piła” rokuje nadzieje na istnienie innych, dotychczas nierozpoznanych wyniesień strukturalnych przykrytych osadami cechsztynu, co jest pierwszą przesłanką za poszukiwaniem pułapek strukturalnych uszczelnionych ewaporatami.

Wcześniej na północ od obszaru przetargowego „Piła” odkryto strukturę Golce (wiercenie Golce 1 z 2001 r. wykonane przez firmę CalEnergy). Struktura Golców słabo czytelna na mapie strukturalnej spągu cechsztynu, po wykonaniu wiercenia Golce 1 okazała się znaczącym elementem tektonicznym zlokalizowanym w centralnej części basenu czerwonego spągowca, aktywnym w szczególności w trakcie sedymentacji osadów formacji Drawy (odpowiadającej dolnej części, górnego czerwonego spągowca).

Nie jest jasne, czy odkryta struktura Chodzieży ma podobną genezę tektoniczną do struktury Golce i tym samym zredukowaną miąższość osadów formacji Drawy. Nie jest również wiadome, czy wyniesienie Chodzieży było aktywne



tektonicznie w trakcie sedymentacji osadów formacji Noteci.

Jednak nadal kluczowym problemem jest występowanie piaskowców w stropach tych struktur, posiadających przynajmniej dobre własności zbiornikowe. Ich brak w stropie profilu osadów czerwonego spągowca w wierceniu Piła 1/IG-1 nie wyklucza możliwości ich występowania w stropie lub głębszych partiach struktury Chodzieży, której ewentualna amplituda (zamknięcie strukturalne) może sięgać 300 m.

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) zo-

stała 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 rozpraszających w obrębie stropowych osadów plai-jeziora, które następnie zostały wypiętrzone.

Na Fig. 2.3–2.5 zostały przedstawione wariantowe korelacje profili czerwonego spągowca wzdłuż linii Golce 1–Piła 1/IG-1–Objezierze IG-1–Golęczone 1 (Gast i in., 2010). W wariantach założono istnienie możliwego podniesienia tektonicz-

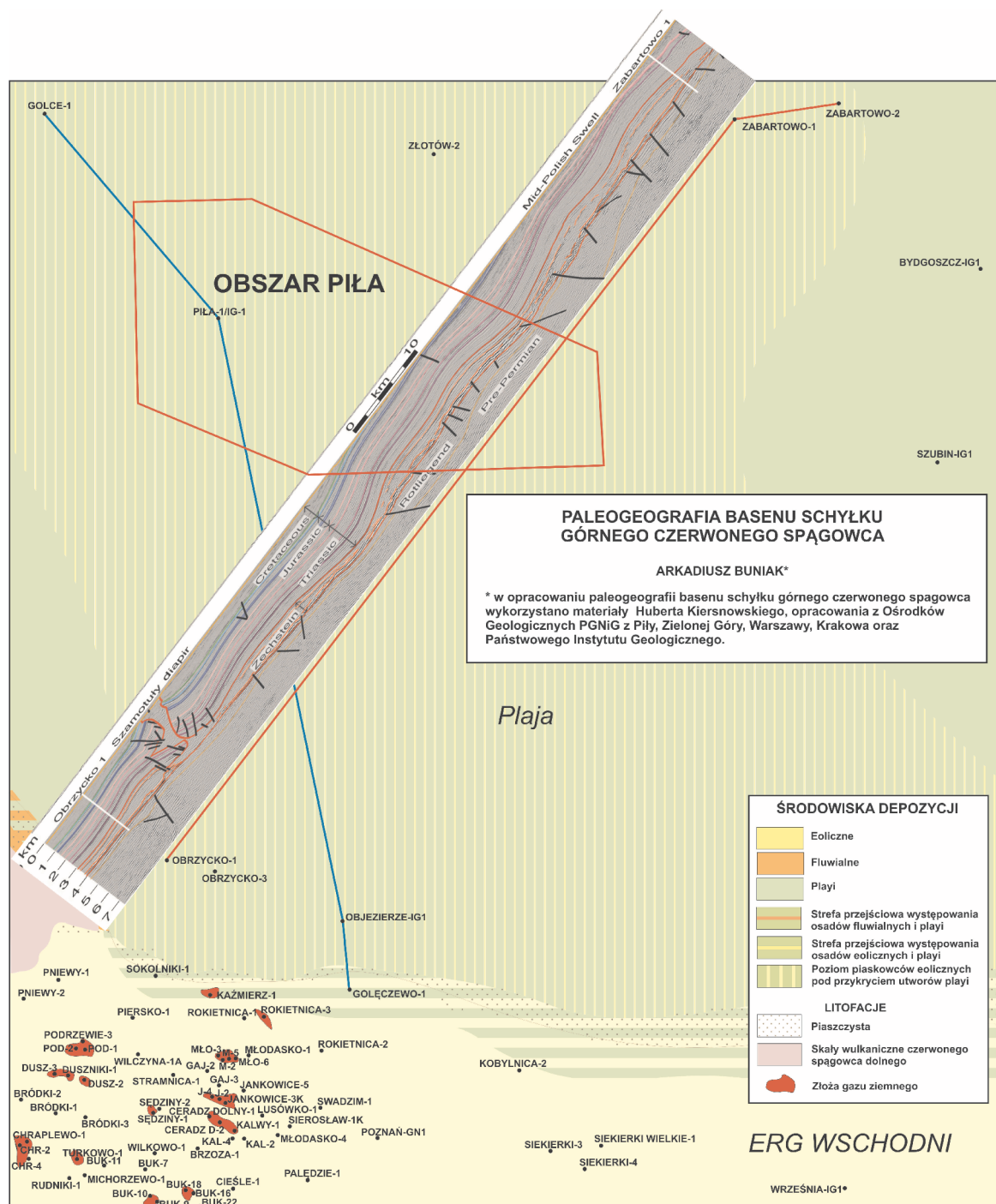
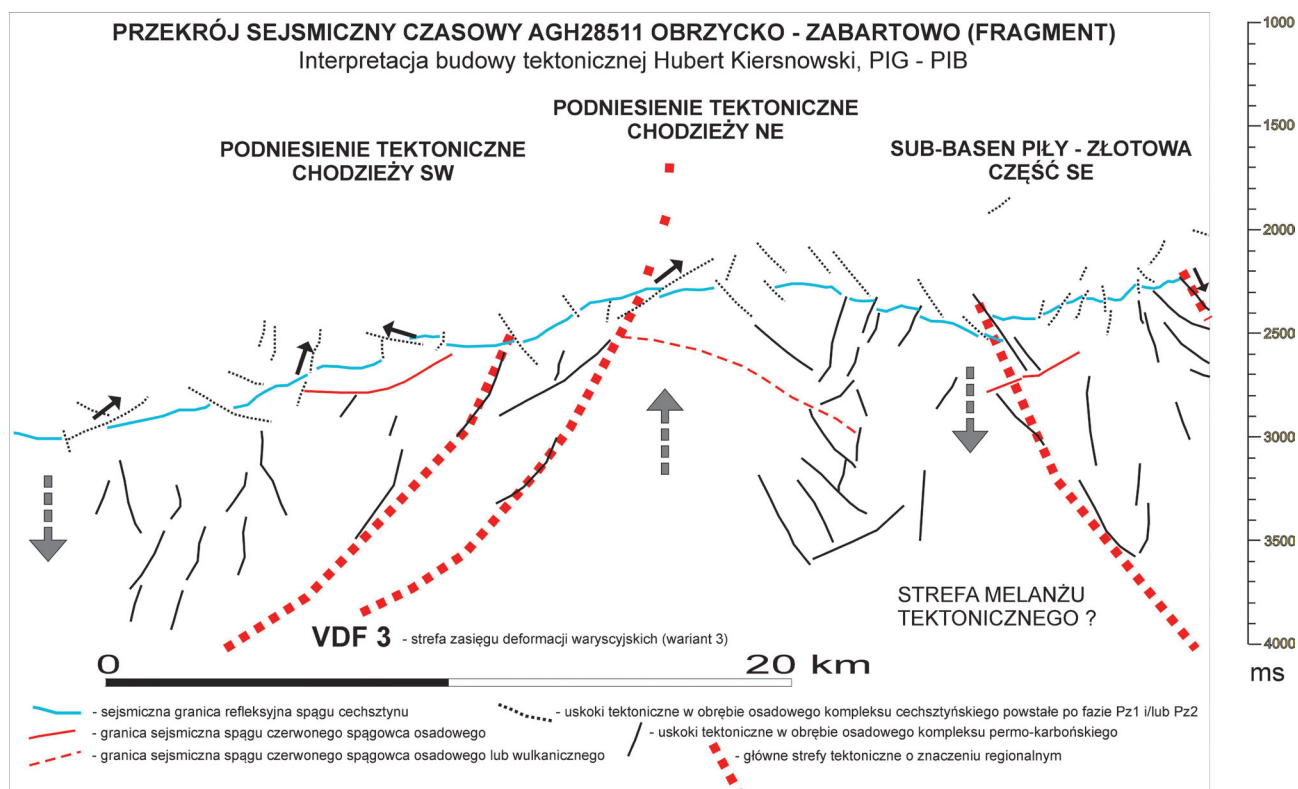


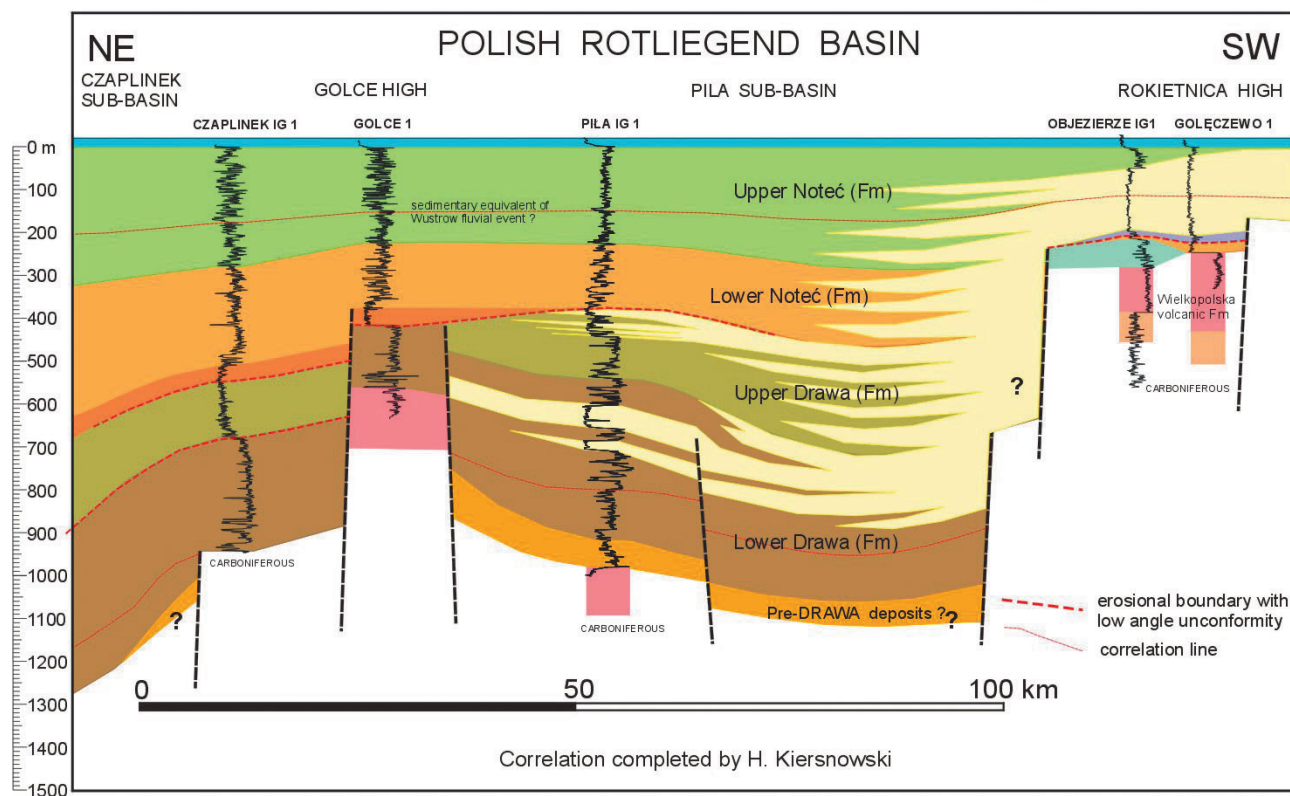
Fig. 2.1. Mapa paleogeograficzna schyłku górnego czerwonego spągowca z naniesionym profilem sejsmicznym Obrzycko–Zabartowo (Rowan i Krzywiec, 2014) oraz linia korelacji międzyotworowej pokazanej na Fig. 2.3–2.5





**Fig. 2.2.** Autorska interpretacja budowy tektonicznej fragmentu czasowego przekroju sejsmicznego Obrzycko–Zabartowo (Rowan i Krzywiec, 2014) w części, gdzie wyróżniono strukturę Chodzieży

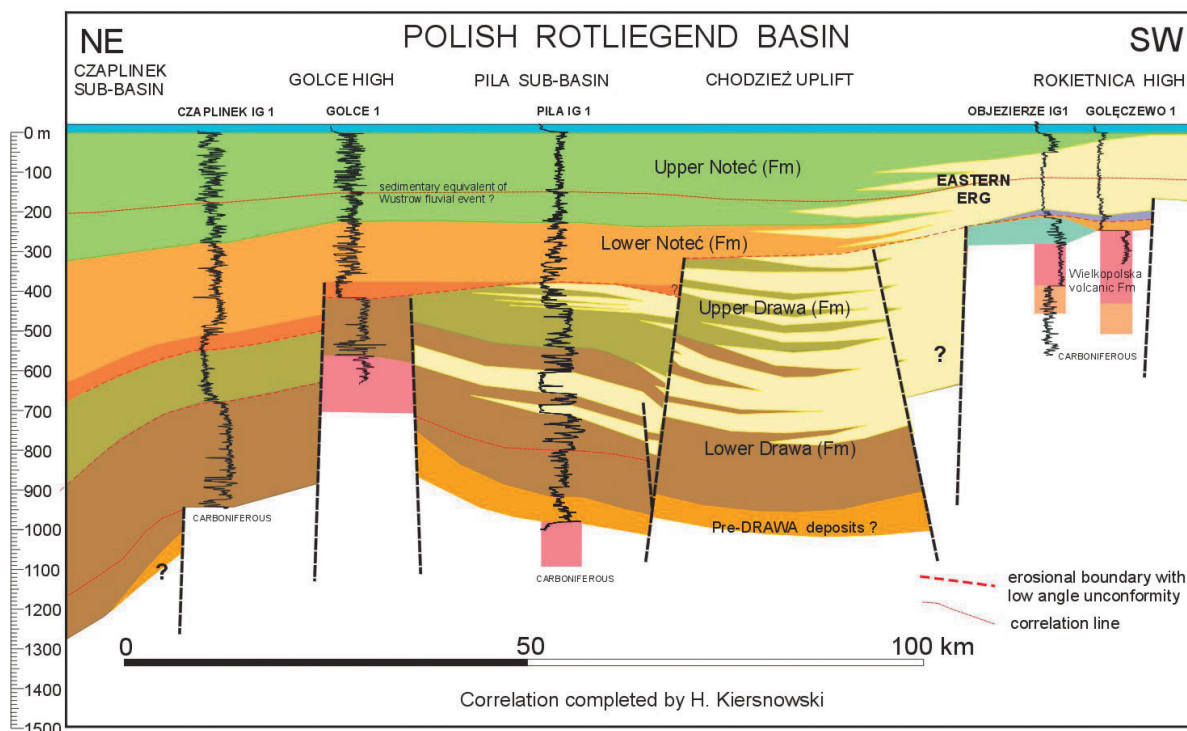
### Model tektoniczno-depozycyjny i litostratygraficzny osadów czerwonego spągowca w wariancie przed odkryciem struktury Chodzieży



**Fig. 2.3.** Model występowania osadów eolicznych w basenie czerwonego spągowca. Piaskowce eoliczne zaznaczono kolorem żółtym (wg Gasta i in., 2010). Skala po lewej pokazuje miąższość utworów czerwonego spągowca

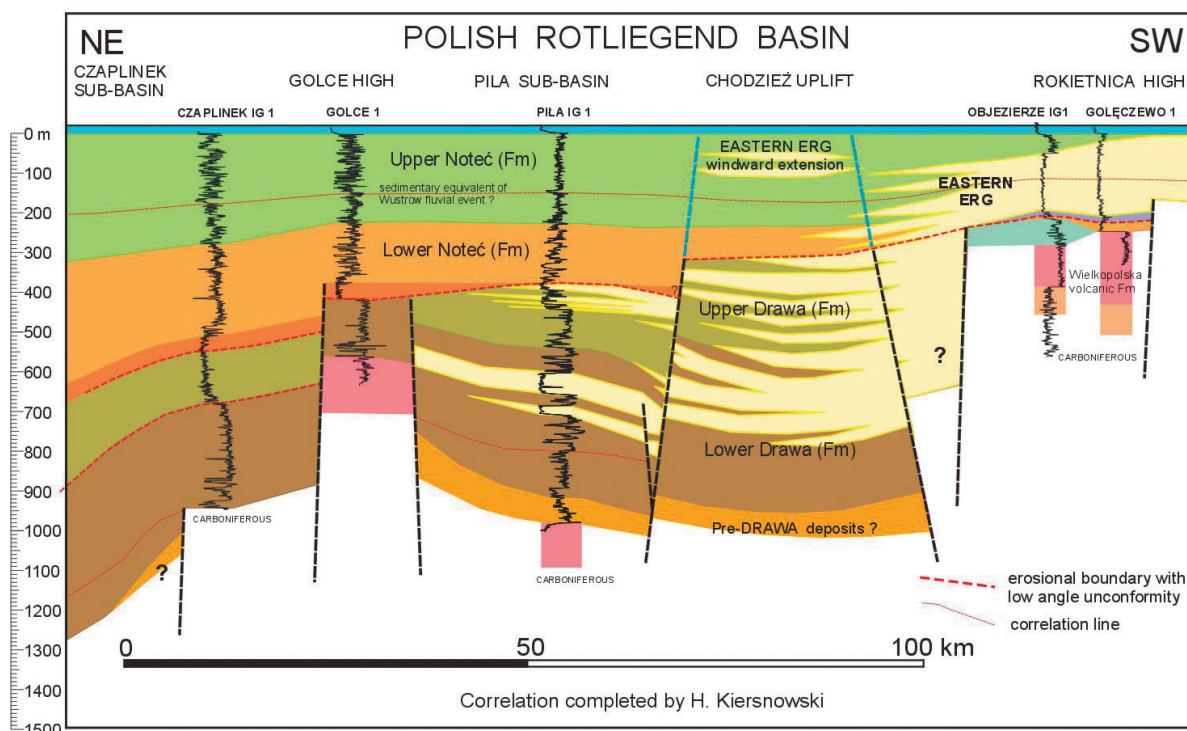


### Model tektoniczno-depozycyjny i litostratygraficzny osadów czerwonego spągowca w wariantie po odkryciu struktury Chodzieży



**Fig. 2.4.** Model występowania osadów eolicznych w basenie czerwonego spągowca w wariantie wczesnego podniesienia bloku Chodzieży, w analogii do poniesienia Gołców. Piaskowce eoliczne zaznaczono kolorem żółtym. Skala po lewej pokazuje miąższość utworów czerwonego spągowca (wg Kiersnowskiego, niepublikowane)

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



**Fig. 2.5.** Model występowania osadów eolicznych w basenie czerwonego spągowca w wariantie późnego podniesienia bloku Chodzieży, w analogii do poniesienia Gołców. Piaskowce eoliczne zaznaczono kolorem żółtym. Skala po lewej pokazuje miąższość utworów czerwonego spągowca (wg Kiersnowskiego, niepublikowane)

nego (struktura Chodzieży) oraz dalekie północne zasięgi stropowych sekwencji piaskowców eolicznych.

Na Fig. 2.3 pokazano model tektoniczno-depozycyjny i litostratygraficzny osadów czerwonego spągowca w wariantcie przed odkryciem struktury Chodzieży. Na Fig. 2.4 pokazano model tektoniczno-depozycyjny i litostratygraficzny osadów czerwonego spągowca po odkryciu struktury Chodzieży w wariantcie wczesnego podniesienia tej struktury. Na Fig. 2.5 pokazano model tektoniczno-depozycyjny i litostratygraficzny osadów czerwonego spągowca po odkryciu struktury Chodzieży w wariantcie późnego podniesienia tej struktury. Późne wyniesienie mogło przyczynić się do zmian facjalnych w stropie osadów czerwonego spągowca, polegających na zastąpieniu osadów plai osadami eolicznymi (Porębski i in., 2013).

Poszukiwania złóż gazu w obrębie obszaru przetargowego „Piła” są uzależnione od możliwości występowania piaskowców (skał zbiornikowych) w stropie lub blisko stropu osadów czerwonego spągowca. Drugie zagadnienie dotyczy możliwości własności 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 własności zbiornikowych. Nasycenie gazem piaskowców o dobrych własnościach 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 pogrzebienia piaskowców i związanego z tym procesu kompaktacji (Seedhouse i in., 1996).

Na załączonym profilu sejsmicznym Obrzycko–Zabartowo (Fig. 2.1) widoczne jest tzw. wyniesienie Chodzieży, stanowiące interesujący obiekt ewentualnej prospekcji złożowej. Strop tego wyniesienia znajduje się na głębokości blisko 4500 m. Brak jest wystarczających materiałów dla stwier-

dzenia zamknięcia tej struktury w kierunku SE, jak i NW, jak i pewności, że w obrębie struktury występują piaskowce zbiornikowe.

### Wyniki badań petrograficznych

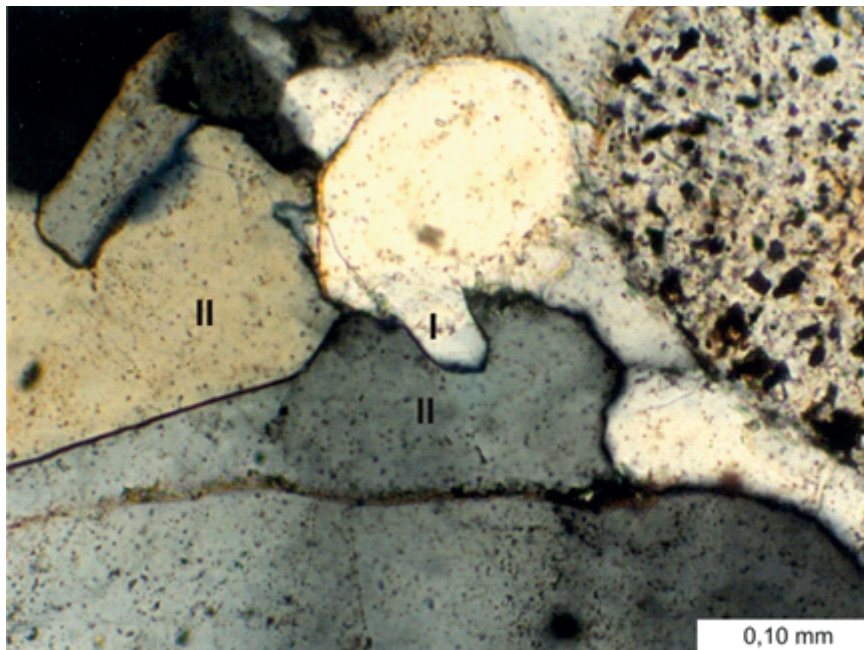
Wyniki badań petrograficznych prowadzonych bezpośrednio na obszarze „Piła” można uzyskać z dokumentacji wynikowej Piła 1/IG-1 (Żelichowski, 1985) oraz z opracowania Maliszewskiej i in. (2003, 2004). Dodatkowo dla celów porównawczych skorzystano z wyników analiz petrograficznych i petrofizycznych z otworu wiertniczego Złotów 2 (Wolnowski, 1974; Ekiert, 1975).

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 reprezentowane są 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, ilowce), poza tym odnotowano litoklasty wulkaniczne (bazaltoidy), miejscami silnie przeobrażone. Masa wypełniająca zlepieńców składem mineralnym odpowiada zwykle wakom litycznym. Spoiwo jest złożone z substancji ilasto-żelazistej oraz z węglanów i anhydrytu.

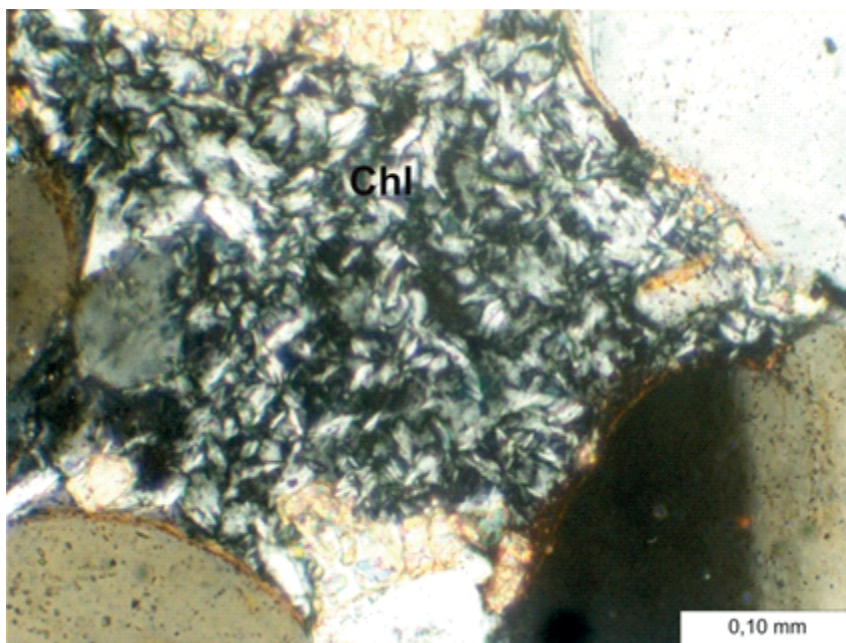
Piaskowce są reprezentowane przez odmiany drobno-, średnio- i gruboziarniste. Najczęściej występują tu czerwobrunatne lub szare arenity i waki sublityczne, lityczne, miejscami kwarcowe. Głównym składnikiem materiału detrytycznego jest kwarc mono- i polikrystaliczny, skalenie oraz okruchy skał wulkanicznych, metamorficznych i osadowych.

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

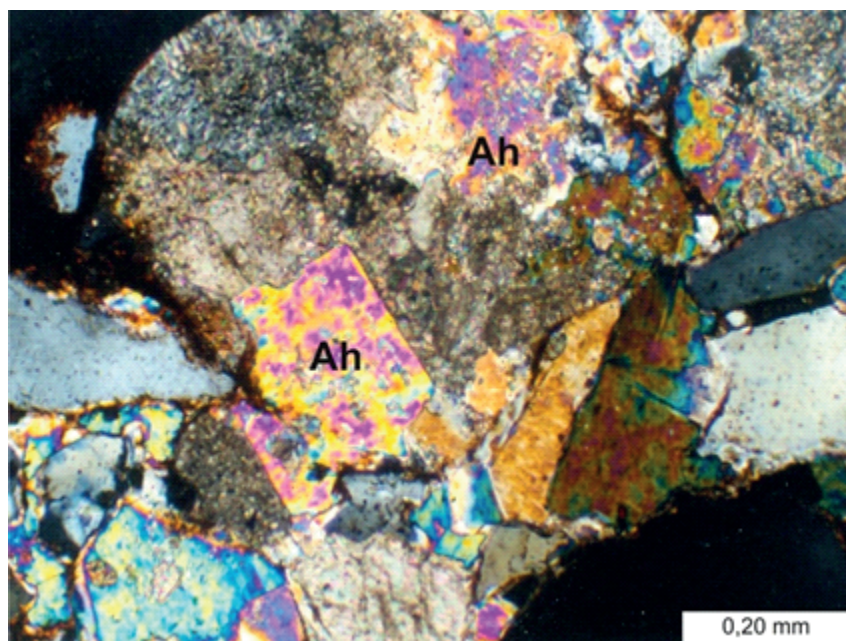


**Fig. 2.6.** Dwie generacje cementu kwarcowego w piaskowcu: starsza (I) i młodsza (II). Otwór Piła 1/IG-1; głęb. 5085,8 m; nikole skrzyżowane (kolekcja M. Kuberskiej)





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



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

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 wpływ m.in. procesy diagenetyczne zachodzące po depozycji osadów. Zalicza się do nich:

- Kompakcję mechaniczną

Efekty tego procesu są zaznaczone w piaskowcach i zlepieńcach poprzez występowanie licznych prostych kontaktów międzyziarnowych;

- Kompakcję chemiczną

Jest to proces odpowiedzialny za utworzenie się międzyziarnowych kontaktów wklęsło-wypukłych;

- Cementację

Jest to proces wytrącania składników ortochemicznych z roztworów porowych. W opisywanych skałach wyróżniono cementy węglanowe, kwarc autigeniczny (Fig. 2.6), anhydryt, autigeniczne 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, skalen i litoklastów przez kalcyt (Fig. 2.8),
- ziaren kwarcu, skalen i litoklastów przez anhydryt (Fig. 2.8);
- Rozpuszczanie
- Jest jedną z głównych przyczyn wytwarzania się wtórnej porowatości w minerałach i skałach. Wydaje się, że największe śladów rozpuszczania notuje się w ziarnach skalen, w anhydrycie i węglanach;
- Przeobrażanie

Efektami procesów przeobrażania diagenetycznego są agregaty minerałów ilastych. W badanych skałach notuje się w różnym stopniu zargilityzowane okrzuski skał wulkanicznych i skalen.

Generalnie osady czerwonego spągowca w otworze wiertniczym Piła 1/IG-1 charakteryzują się słabą porowatością i bardzo niską przepuszczalnością, podobnie jak w otworze Złotów 2, gdzie porowatość osadów wynosi 0,07–5,67%, a przepuszczalność średnio wynosi około 0,025 mD. W profilu otworu Złotów 2 dominują osady mułowcowo-ilaste z porządnymi przewarstwieniami piaszczystymi (Ekiert, 1975).

Badania petrograficzne prowadzone na obszarze przetargowym „Piła” i w jego pobliżu nie wskazały na obecność poziomów zbiornikowych lub stref o dobrych właściwościach petrofizycznych. Jest jednak możliwe, że piaszczystość w właściwościach zbiornikowych znajdują się bliżej stropu utworów czerwonego spągowca w obrębie struktury Chodzieży.

### 2.1.3. PERM–CECHSZTYN

Dla poszukiwań wystąpień węglowodorów w cechsztyńskim brane są pod uwagę węglany wapienia cechsztyńskiego mogące stanowić skałę zbiornikową dla gazu pochodzącego z utworów karbonu oraz węglany dolomitu głównego stanowiącego jednocześnie skałę macierzystą i zbiornikową. Litostratygrafia i miąższość cechsztyńskich w wierceniu Piła 1/IG-1 jest przedstawiona w Tab. 2.1.

Osady cechsztyńskie w wierceniu Piła 1/IG-1 mają sumaryczną miąższość 1281 m.

W cechsztyńskim najbardziej interesujący złożowo jest poziom węglanów dolomitu głównego oznaczony w Tab. 2.1 kolorem niebieskim. Analiza dolomitu głównego w obszarze „Piła” jest zamieszczona poniżej.

Obszar „Piła” znajduje się na SW skłonie centralnej, najbardziej miększej części basenu cechsztyńskiego. Dolomit główny jest poziomem skał węglanowych występujących u podstawy cechsztyńskiego cyklotemu PZ2 (Wagner, 1994). W poziomie tym występują jednocześnie skały macierzyste i zbiornikowe (Wagner, 1994, 2006; Kotarba i Wagner, 2007) dla węglowodorów. 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 „Piła” zawiera Fig. 2.9.

Obszar „Piła” w dolomicie głównym (Ca2) był położony na pomorskim odcinku równi basenowej, która rozwinęła się na obszarze centralnej bruzdy sedymentacyjnej odziedziczonej po cykloteście PZ1 i usytuowanej na platformie paleozoicznej między strefą tektoniczną T–T i frontem fałdowań warwyskich. Systemy depozycyjne osadów równi basenowej charakteryzują się kondensacją i niskoenergetycznym środowiskiem sedymentacji, poniżej podstawy fałdowania. Miąższość osadów węglanowych jest 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 warstwianych 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 wypiętrzeniach morfologicznych dna basenu. Poznano ich kilkanaście i są one zgrupowane głównie w otoczeniu platformy gorzowskiej, w dużej zatoce zielonogórskiej, na SE obrzeżu platformy pomorskiej i pojedynczo w zatoce nadbałtyckiej (Peryt i Dyjaczynski, 1991; 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 wa-



runkach 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 bandstónów 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 obszarze „Piły” występuje płytsza część równi basenowej. Jest ona rozpoznana jednym profilem Ca2 z otworu wiertniczego Piła 1/IG-1. Dolomit główny o miąższości 6,5 m jest zbudowany z dolomitowych mikrytów (madstonów), regularnie warstwowanych i laminowanych substancją ilasto-organiczną. W górnej części profilu występują warstwy laminatów węglanowych, przedzielonych bardziej masywnymi mikrytami

warstwowanymi o miąższościach decymetrowych z nieliczną fauną otwornic i małżoraczków. W dolnych 2 metrach dominują laminowane mikryty (madstony). W całym profilu występuje pył pirytowy, tworzący miejscami niewielkie konkrecje. 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 organiczno-ilastych zawierających przerosty i filamenty mikrobialne.

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

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

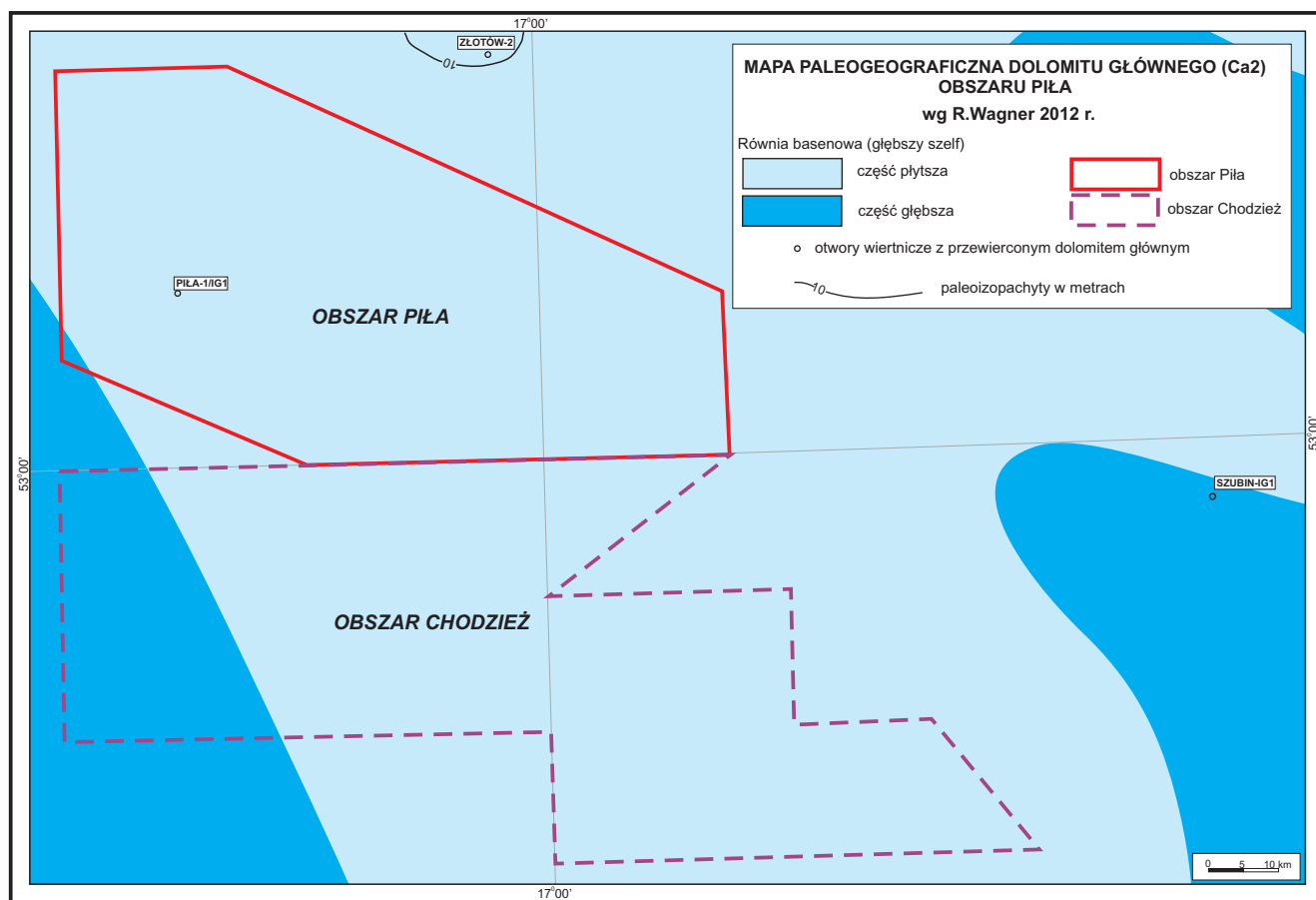


Fig. 2.9. Mapa paleogeograficzna dolomitu głównego w rejonie obszaru „Piła” oraz przylegającego doń obszaru „Chodzież”; wg Wagnera (2012)

Tab. 2.1. Litostratygrafia i miąższość utworów cechsztynu w wierceniu Piła 1/IG-1 wg Wagnera i in. (1999)

| Litostratygrafia | Litologia                        | Oznaczenie (symbole) | Strop i spąg (m) | Miąższość (m) |
|------------------|----------------------------------|----------------------|------------------|---------------|
| FR               | Formacja rewalska                | T                    | 3099–3127,5      | 28,5          |
| PZ4 Cyklotem     |                                  |                      | 3127,5–3298      | 170,5         |
| PZ4d             | Subcyklotem PZ4d                 |                      | 3127,5–3148      | 20,5          |
| PZ4c             | Subcyklotem PZ4c                 |                      | 3148–3166,5      | 18,5          |
| PZ4b             | Subcyklotem PZ4b                 |                      | 3166,5–3220,5    | 54            |
| Na4b             | Najmłodsza sól kamienna stropowa | Na                   | 3166,5–3182,5    | 16            |

| Litostratygrafia | Litologia                                | Oznaczenie (symbole) | Strop i spąg (m) | Miąższość (m) |
|------------------|------------------------------------------|----------------------|------------------|---------------|
| T4bg             | Czerwony il solny górny-część górna      | T                    | 3182,5–3203      | 20,5          |
| Na4bp            | Sól rozdzielająca                        | Na                   | 3203–3206        | 3             |
| T4bd             | Czerwony il solny górny-część dolna      | T                    | 3206–3220,5      | 14,5          |
| PZ4a             | Subcyklotem PZ4a                         |                      | 3220,5–3298      | 77,5          |
| Na4ag            | Najmłodsza sól kamienna górna            | Na                   | 3220,5–3244,5    | 24            |
| A4ag             | Anhydryt pegmatytowy górny               | A                    | 3244,5–3245      | 0,5           |
| Na4ad            | Najmłodsza sól kamienna dolna            | Na                   | 3245–3279        | 34            |
| A4ad             | Anhydryt pegmatytowy dolny               | A                    | 3279–3280        | 1             |
| Na4ap            | Sól podścielająca                        | Na                   | 3280–3281,5      | 1,5           |
| T4a              | Czerwony il solny dolny                  | T                    | 3281,5–3298      | 16,5          |
| PZ3 Cyklotem     |                                          |                      | 3298–3581,5      | 283,5         |
| Na3t             | Młodsza sól kamienna ilasta              | Na                   | 3298–3342,5      | 44,5          |
| Na3              | Młodsza sól kamienna                     | Na                   | 3342,5–3549      | 206,5         |
| A3               | Anhydryt główny                          | A                    | 3549–3575,5      | 26,5          |
| Ca3              | Dolomit płytowy                          | Ca                   | 3575,5–3580,5    | 5,0           |
| T3t              | Szary il solny                           | T                    | 3580,5–3581,5    | 1             |
| PZ2 Cyklotem     |                                          |                      | 3581,5–4155,5    | 574,0         |
| A2r              | Anhydryt kryjący                         | A                    | 3581,5–3583,5    | 2             |
| K2p              | Starsza sól potasowa                     | K                    | 3583,5–3612,5    | 29            |
| Na2              | Starsza sól kamienna                     | Na                   | 3612,5–4147,5    | 535           |
| A2               | Anhydryt podstawowy                      | A                    | 4147,5–4149      | 1,5           |
| Ca2              | Dolomit główny                           | Ca                   | 4149–4155,5      | 6,5           |
| PZ1 Cyklotem     |                                          |                      | 4155,5–4380      | 224,5         |
| A1g              | Anhydryt górny                           | A                    | 4155,5–4205,5    | 50            |
| Na1g             | Najstarsza sól kamienna                  | Na                   | 4205,5–4335      | 129,5         |
| A1d              | Anhydryt dolny                           | A                    | 4335–4375        | 40            |
| Ca1+T1m          | Wapień cechsztyński + łupek miedzionośny | T+Ca                 | 4375–4380        | 5             |

#### 2.1.4. TRIAS

W planie struktur podkenozoicznych obszar „Piła” jest zlokalizowany w SW części wału pomorskiego. Strop triasu położony jest tu na głęb. ok. 700–1500 m p.p.m., zapadając z NW ku SE (Górecki, 2006). Obszar położony jest w osiowej strefie basenu triasowego Polski Niżowej, co powoduje, że profil skał systemu jest pozbawiony znaczących luk stratygraficznych (Franczyk, 1987; Gajewska, 1987; Szyperko-Teller, 1987). Miąższość osadów systemu waha się między 1600 i >2000 m, osiągając najwyższe wartości w NW i centralnej części obszaru. W otworze Piła 1/IG-1 miąższość ta wynosi 2031 m (CBDG, 2017). Miąższość triasu dolnego (pstry piaskowiec) waha się między 800 i 1200 m, wzrastając z południa na północ i NE (Szyperko-Teller, 1987). Wapień muszlowy wykazuje wyrównaną miąższość między 180 i 200 m. Spada ona do ok. 160 m jedynie w skrajnie SE części obszaru (Gajewska, 1987). Niższa część kajpru (od dołu profilu: warstwy sulechowskie, warstwy gipsowe dolne, piaskowiec trzcinowy, warstwy gipsowe górne) osiąga miąższość między 200 i 400 m, przy czym wzrasta ona z NE ku SW i zachodowi (Gajewska, 1987). W NE oraz w skrajnie SW części obszaru w profilu triasu brak jest warstw gipsowych górnych i piaskowca trzcinowego (Gajewska, 1987). Najbardziej wyrównaną miąższość wykazują osady wyższego kajpru (warstwy zbąszyńskie i jarkowskie oraz warstwy z *Trileites*), na całym obszarze wynosi ona ok. 400 m (Franczyk, 1987). Profil triasu jest zdominowany przez osady iłowcowo-mułcowe, przeważające zarówno w triasie górnym (kajper bez warstw sulechowskich; barwy szare, pstre, wiśniowe), jak i dolnym (pstry piaskowiec; barwy brunatne). Piaskowce występują jedynie w ogniwie piaskowca trzcinowego kajpru oraz jako podrzędne przewarstwienia w warstwach z *Trileites* (najwyższy trias), warstwach

sulechowskich (kajper dolny) oraz w spągowych partiach poszczególnych ogniw górnego i środkowego pstrego piaskowca (trias dolny). Są to głównie piaskowce drobnziarniste w górnym triasie – szare, brązowe i pstre w dolnym – przeważnie czerwone. W warstwach gipsowych dolnych w otworze Piła 1/IG-1 wyinterpretowano z pomiarów geofizycznych warstwę soli z anhydrytem na głęb. 1557,5–1577,5 m p.p.m., czyli 489,5 m poniżej stropu triasu (Żelichowski, 1985). Ponadto zarówno w warstwach gipsowych dolnych, jak i górnych występują w iłowcach przewarstwienia i konkrecje siarczane. Wapień muszlowy triasu środkowego jest wykształcony w postaci wapieni, wapieni marglistych, dolomitów i iłowców przeważnie szarej barwy. Cienkie przewarstwienia wapieni występują również w górnym pstrym piaskowcu oraz w dolnej części środkowego pstrego piaskowca. Najniższe ogniwo triasu dolnego (dolny pstry piaskowiec – formacja bałtycka) jest zbudowany wyłącznie z iłowców i mułowców z nielicznymi cienkimi przewarstwieniami wapieni. Trias dolny deponowany był początkowo w lagunie o obniżonym zasoleniu, następnie na równi aluwialnej (Iwanow 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). Kajper jest głównie osadem lądowym równi aluwialnej, która czasowo mogła przekształcać się w peryferyjną lagunę o obniżonym lub podwyższonym zasoleniu (Iwanow, 1998).

Na podstawie wstępnych badań geochemicznych przeprowadzonych w otworze Piła 1/IG-1 można stwierdzić, że szare utwory triasu są mało perspektywiczne dla generowania ropy naftowej i gazu ziemnego. W skałach triasu górnego i środkowego stwierdzono występowanie bituminów w ilości średniej odpowiednio 0,007 i 0,016%, w których zawartość węglowodorów waha się między 16 i 56% (nieco wyższa



dla triasu środkowego; rozdział 3.3). Bituminy występujące w wyższych ilościach zawierające wysoki udział węglowodorów mają charakter epigenetyczny (rozdział 3.3).

#### 2.1.5. JURA

Na obszarze „Piła” spodziewany profil jurajski jest bardzo zmienny. Na całym obszarze utwory jurajskie występują bezpośrednio pod utworami oligocenu i miocenu. Jest to wynik erozji epigenetycznej podczas inwersji bruzdy śródpolskiej. Ponieważ omawiany obszar jest zlokalizowany w rejonie, na którym erozja kredowo-paleogeńska dotknęła również utwory jurajskie, pod utworami kenozoiku występują różne jurajskie ogniwa wiekowe. W jedynym głębokim otworze odwierconym na obszarze przetargowym – otworze Piła 1/IG-1 – oraz w otworze Złotów 1 zlokalizowanym w kierunku NE od granicy obszaru „Piła” najmłodsze zachowane utwory reprezentują najstarszą jurę środkową (aalen; Dayczak-Calikowska, 1985; CBDG, 2017). Ponieważ otwory te są zlokalizowane po SW stronie antyklinorium śródpolskiego, należy się spodziewać, że w miarę przesuwania się na północ obszaru luka stratygraficzna będzie się powiększać i bezpośrednio pod kenozoiczną pokrywą osadową występować będą utwory aalenu lub wyższej dolnej jury.

Odmiennej sytuacji należy się spodziewać w miarę przesuwania się ku południowi i wschodowi. Profile dwóch usytuowanych na południe od Piły płytkich kartograficznych otworów wiertniczych Mirosław IG-2 (głęb. 500 m) i Mirosław IG-1 (głęb. 250 m) obejmują również młodsze osady jurajskie (Dadlez i Dembowska, 1965). W otworze Mirosław IG-2, położonym bliżej otworu Piła 1/IG-1, stwierdzono pełny profil jury środkowej i znaczną część oksfordu. Otwór Mirosław IG-1 pod kenozoikiem napotkał utwory kimerydu, w których został zakończony. We wschodnim krańcu obszaru przetargowego „Piła” zlokalizowano jeszcze 3 płytkie kartograficzne otwory wiertnicze: Piłka, Józefowice i Białosłowie, w których pod utworami kenozoiku nawiercono utwory kimerydu górnego (Piłka – 103,0 m, Białosłowie – 27,4 m) lub dolnego (Józefowice). Ich obecność dowodzi, że we wschodniej części obszaru należy spodziewać się prawie pełnego profilu jury (Brochwicz-Lewiński, 1987).

Śpąg utworów jurajskich przewiercono jedynie w głębokim otworze Piła 1/IG-1, w którym położony jest na głęb. 1068,5 m. W wierceniu Złotów 1 leży on na głęb. 1300,0 m. W obu wierceniach występują one zgodnie i bez znaczącej luki stratygraficznej na utworach najwyższego triasu (retyku).

Profil jury dolnej jest wykształcony w postaci występujących naprzemiennie kompleksów piaskowcowych i mułowcowo-iłowcowych. Dolny odcinek (hettang, synemur) tworzą formacje: zagajska, skłobska i ostrowiecka (Pieńkowski, 2004), wykształcone głównie w postaci piaskowców, niekiedy z wkładkami mułowców. Łączna ich miąższość wynosi 371,0 m. Formacje te odpowiadają w dawniejszym podziale litostratygraficznym (Dadlez, 1969) warstwom mechowskim dolnym i środkowym, górnym oraz warstwom radowskim, które w otworze Piła 1/IG-1 mają odpowiednio 118,5 m, 51,0 m i 201,5 m. Są to utwory powstałe na przemian w środowisku płytkomorskim i lądowym. Nadległa formacja łobeska (= warstwy łobeskie) ma miąższość 56,5 m i wykształcona jest jako ciemnoszare iłowce i mułowce z cienkimi wkładkami piaskowców. Są to utwory powstałe w zbiorniku morskim. Powyżej stwierdzono formację komorowską (= warstwy komorowskie) o miąższości 175,0 m. Jest to głównie kompleks piaskowcowy, z nielicznymi, cienkimi wkładkami mułowców. Obie te formacje wiekowo odpowiadają dolnemu i górnemu pliensbachowi (Franczyk, 1987). Najmłodsze utwory jury dolnej (toarku) są reprezentowane przez formację ciechocińską (= warstwy gry-

fickie) o miąższości 131,0 m i formację borucicką (= warstwy kamieńskie) o miąższości 71,5 m. Formacja ciechocińska jest wykształcona w postaci iłowców i mułowców jasnoszaro-zielonej barwy, w których spotyka się esterie (Dadlez, 1969) osadzonych w środowisku brakicznej zatoki morskiej (Pieńkowski, 2004). Natomiast formację borucicką tworzy kompleks jasnoszarych piaskowców o fluwialnej genezie.

Jura środkowa w wierceniu Piła 1/IG-1 jest reprezentowana jedynie przez dwa kompleksy mułowców rozdzielone przez kompleks piaskowcowy o łącznej miąższości 78,5 m. Na podstawie korelacji regionalnych utwory te zaliczono do aalenu (Dayczak-Calikowska, 1985). Strop utworów jurajskich w tym otworze znajduje się na głęb. 185,0 m.

Jak już wspomniano, w miarę przesuwania się w kierunku południowym i wschodnim profil jury środkowej staje się coraz pełniejszy. W otworze Mirosław IG-2 ma on 150,2 m i obejmuje pełny profil (od aalenu po kelowej włącznie; Dayczak-Calikowska, 1987). Profil jest wykształcony w postaci występujących na przemian kompleksów piaskowców i iłowców, przy czym dolna część profilu (aalen, bajos) jest zdominowana przez utwory piaskowcowe, natomiast górna (baton, kelowej) – przez utwory bardziej drobnziarniste.

W południowej części obszaru stwierdzono występowanie utworów oksfordu (Mirosław IG-2 – 191,4 m). Są to utwory mułowcowe barwy ciemnoszarej, z podrzędnymi wkładkami wapieni marglistych oraz z fauną amonitową (Dadlez i Dembowska, 1965), wydzielane jako formacja Łyny (Dembowska, 1979; Niemczycka, 1997). Utwory kimerydu nawiercone we wschodniej części obszaru (Mirosław IG-1, Piłka, Józefowice, Białosłowie) są wykształcone w facji margli z wkładkami iłowców i łupków marglistych z fauną amonitową i reprezentują formację pałucką.

Strop utworów jurajskich na obszarze „Piła” w omówionych otworach wiertniczych znajduje się na głębokości od 128,4 m (Mirosław IG-2) do 185,0 m (Piła 1/IG-1) (CBDG, 2017).

#### 2.1.6. KREDA

Na przeważającej części obszaru „Piła” utwory kredy nie występują. Pokrywa osadowa zdeponowana tu w czasie kredy została usunięta w wyniku inwersji tektonicznej osiowej strefy bruzdy śródpolskiej w najmłodszej kredzie i wczesnym paleogenie (Marek i Pajchłowa, 1997). Najniższe ogniwa kredy dolnej (berias–walańżyn), o niewielkiej miąższości, zapewne nie przekraczającej 200 m, mogą występować jedynie w skrajnie południowej i SW, ewentualnie także wschodniej części obszaru. Utwory te są reprezentowane przez łupki ilaste i mułowcowe oraz margle ilaste z wkładkami anhydrytów i gipsów oraz wapieni organodetrytycznych (berias dolny), czarne i ciemnoszare iłowce i łupki ilaste i mułowcowe, lokalnie z sydereitami (berias środkowy–niższy walańżyn dolny, formacja rogoźniańska), facje piaskowcowe z wkładkami mułowców i iłowców (wyższy dolny walańżyn, formacja bodzawska) oraz mułowce z wkładkami piaskowców oraz iłowców (walańżyn górny, formacja włocławska).

#### 2.1.7. KENOZOIK

Klastyczne osady kenozoiku na obszarze „Piła” osiągały miąższość ponad 180 m (profil wiercenia Piła 1/IG-1). Na przykładzie profilu Piła 1/IG-1 wydzielono utwory paleogenu (oligocen) oraz neogenu (miocen i holocen). Są to piaskowce, piaski, żwiry oraz iłowce o różnym stopniu konsolidacji. Skąły te nie mają znaczenia zbiornikowego ani uszczelniającego.





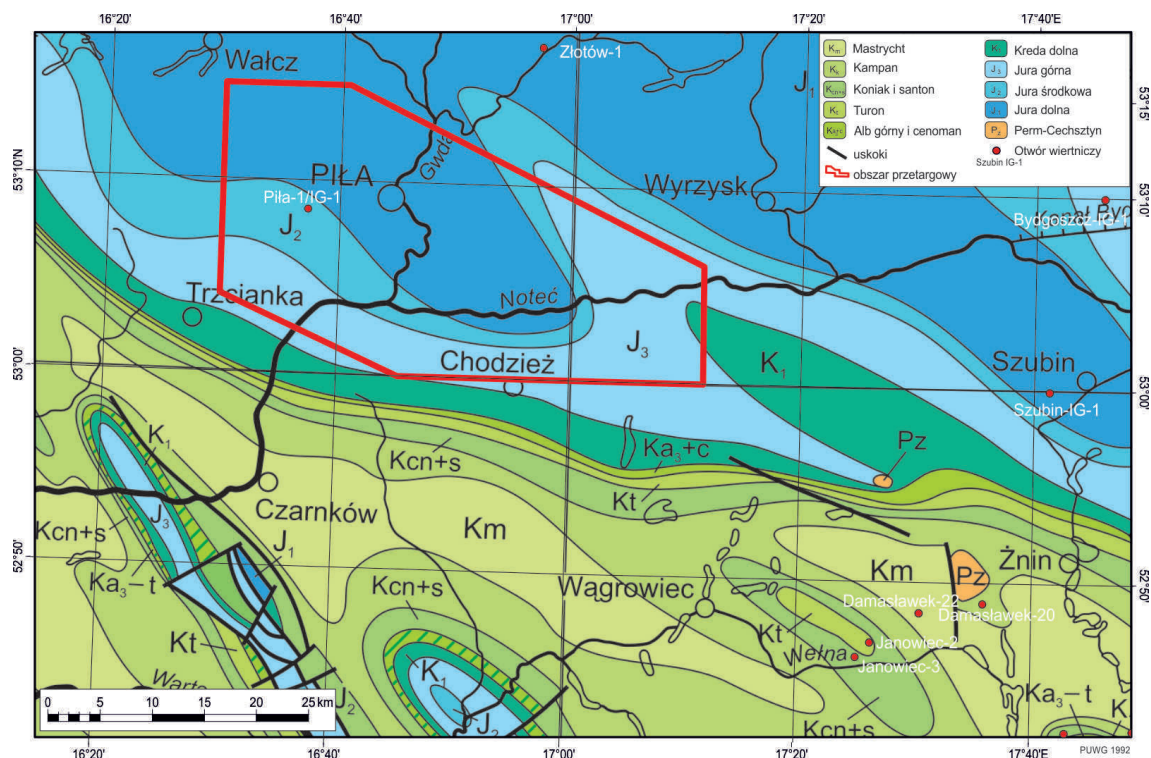


Fig. 2.12. Fragment mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku w rejonie obszaru „Piła” (Dadlez i in., 2000)

ok. 4100–4000 m p.p.m.. W kierunku SW, S i E od wyniesienia powierzchnia obniża się do ok. 4600–4700 m p.p.m., a w kierunku NE do głębokości ok. 4400–4500 m p.p.m. Powierzchnia spągu cechsztynu rozcięta jest licznymi uskokami o dominującym przebiegu na kierunku NW–SE (Fig. 2.10).

Należy dodać, że wyniki najnowszego przekroju sejsmicznego Obrzycko–Zabartowo zlokalizowanego w SE części obszaru „Piła” (Fig. 6.1–6.3) zmieniają częściowo przedstawioną na Fig. 2.10 mapę strukturalną powierzchni podcechsztyńskiej.

Liczne struktury tektoniczne, takie jak uskoki inwersyjne, nasunięcia, fałdy i struktury typu *pop-up*, obejmujące utwory dolnej części cechsztynu i powierzchnię podcechsztyńską, widoczne na profilu sejsmicznym T0040182 (Fig. 6.3), wskazują na ich powstanie w reżimie kompresyjnym lub transpresyjnym.

Utwory górnego cechsztynu i mezozoiku są ujęte w fałdy o orientacji ich osi na kierunku NW–SE. Idąc od SW granicy obszaru „Piła” w kierunku NE widoczne jest przejście ze skłonu synkliny w dwukulminacyjną antyklinę, która jest przedzielona stosunkowo płytkim przegłębieniem (Wnuk i Świerczewska, 1995). Dalej w kierunku ku NE obserwuje się przejście do kolejnej synkliny również o przebiegu NW–SE (Fig. 2.11). W przegubach synklin osady cechsztyńskich soli kamiennych zostały tektonicznie wyciśnięte w kierunku jąder antyklin, tworząc poduszki solne.

W powierzchni podkenozoicznej na prawie całym obszarze odsłaniają się utwory jury z wyjątkiem części wschodniej, gdzie znajdują się osady kredy dolnej (nierozdzielonej; Fig. 2.12). Starsze ogniwa stratygraficzne (jura dolna) odsłaniają się ponad poduszkami solnymi (w części centralnej i północno-zachodniej), natomiast młodsze (jura górna i kreda dolna) zachowane zostały w miejscach obniżen strukturalnych (Fig. 2.12).

### 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 wzmoczonej subsydencji: od permu do wczesnego triasu, podczas późnej jury oraz wczesnej kredy (Dadlez, 1997; Stephenson i in., 2003).

Istotną rolę w formowaniu się struktury basenu polskiego odegrała synsedymantacyjna tektonika solna. Ruchy soli zostały zainicjowane już we wczesnym triasie w efekcie wzmoczonej 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 powstawaniem struktur solnych takich jak poduszki tektoniczne i diapiry. W efekcie ruchów doszło do sfaldowania nadkładu soli cechsztyńskich.

W trakcie inwersji w podłożu cechsztynu dochodziło do reaktywacji starszych stref uskoku oraz powstawania nowych dyslokacji. Uskoki rozcinające powierzchnię stropu czerwonego spągowca najczęściej wygasają w spągowej części cechsztynu przechodząc we fleksury naduskokowe. Uskoki te często układają się w kulisowe ciągi strukturalne sugerujące udział ruchów przesuwowych w trakcie ich powstawania.

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

## 2.4. HYDROGEOLOGIA

Obszar przetargowy „Piła” położony jest w Regionie Wodnym Warty, w zlewni bilansowej P-XV – Noteć Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej, w polu D (Noteć-Łomnica), polu C (Noteć pradolina do Gwdy) oraz na obszarze zlewni bilansowej P-XVI – Gwda, w polach: C (Dobrzyca), E (Gwda Dolna) i w niewielkich fragmentach przynależących do pola B (Gwda-Płynica-Piława) i pola D (Głomia) (Wydzielenie rejonów wodnogospodarczych, PiG, 2007).

W podziale na jednolite części wód podziemnych obszar przetargowy należy do JCWPd nr 26, 34 i 35 (Fig. 2.13).

Wg podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 2013) omawiany obszar zlokalizowany jest w prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego, podprowincji Pojezierza Południowobałtyckie. Obejmuje trzy makroregiony: Pojezierze Południowomorskie w granicach mezoregionu Pojezierza Wałeckiego, Doliny Gwdy i Pojezierza Krajeńskiego, Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzką z mezoregionami Doliny Środkowej Noteci i Kotliny Gorzowskiej oraz Pojezierze Wielkopolskie w obrębie mezoregionu Pojezierza Chodzieskiego (Fig. 2.13).

Północna część obszaru odwadniania jest przez prawobrzeżne dopływy Noteci: Gwdę, która uchodzi do niej w miejscowości Ujście oraz mniejsze ciek: Glinicę Łomnicę, Krępicę, Białosiłwkę. Południowa część jest odwadniana przez Noteć wraz z gęstą siecią rowów melioracyjnych (Czarnecka, 2004). Na obszarze przetargowym występują nieliczne i małe obszarowo zbiorniki wodne. Dwanaście spośród nich osiąga powierzchnię większą niż 0,1 km<sup>2</sup>. Największy z nich Zbiornik Koszyce (0,66 km<sup>2</sup>) jest zlokalizowany na Rudzie, prawobrzeżnym dopływie Gwdy.

Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych (Paczyński i Sadurski, 2007), obszar przetargowy położony jest w Prowincji Odry, w Regionie Warty (RW), w subregionie nizinny (SWN).

Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych zostało przedstawione na Mapie hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (MhP) ark. nr: 274 – Stara Łubianka (Wijura, 2004a), 275 – Krajenka (Pomianowska, 2004), 313 – Piła (Wijura, 2004b), 314 – Śmiłowo (Ziółkowski, 2004), 315 – Szamocin (Stryczyński, 2000).

Wody podziemne o charakterze wód słodkich (zwykłych) występują w trzech piętrach wodonośnych: czwartorzędowym, neogeńsko-paleogeńskim i jurajskim.

W układzie hydrostrukturalnym najbardziej rozprzestrzenione jest czwartorzędowe piętro wodonośne, które charakteryzuje się dużą zasobnością oraz wodonośnością. Z tego względu stanowi ono główne źródło zaopatrzenia ludności i przemysłu w wodę.

Na obszarze Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej oraz w dolinie Gwdy główny użytkowy poziom wodonośny (GUPW) występuje w utworach czwartorzędowych. Poziom dolinny i pradolinny zalega płytko i jest związany z wodami gruntowymi połączonymi z wodami głębszego poziomu czwartorzędowego. Pod względem litologicznym stanowią go osady cyklicznej sedimentacji utworów piaszczysto-zwirów. Tworzą one terasy zalewowe i nadzalewowe pradolinny oraz doliny Gwdy. Nad stropem poziomu wodonośnego najczęściej zalegają utwory piaszczyste, ponadto torfy, namuły, a lokalnie mułki. Izolacja tego płytkiego poziomu jest niedostateczna. Na większości obszaru przeważa wysoki stopień zagrożenia, wynikający z możliwości szybkiej migracji zanieczyszczeń z powierzchni terenu. W obrębie poziomu wodonośnego mogą występować przewarstwienia iłów lub płyty glin zwałowych. Wody cechuje swobodne zwierciadło, chociaż w miejscach występowania osadów izolujących na powierzchni terenu ma

charakter nieznacznie napięty. Miąższość poziomu wodonośnego jest zmienna, waha się od 10 do 50 m, najczęściej mieści się w przedziale 20–40 m. Przewodność wodna występuje w przedziale od 200 do 1000 m<sup>2</sup>/d, tylko lokalnie jest wyższa niż 1000 m<sup>2</sup>/d. Wydajność potencjalna studni najczęściej przekracza 70 m<sup>3</sup>/h, sporadycznie mieści się w przedziale 50–70 m<sup>3</sup>/h.

Zasilanie dolinnej i pradolinnej poziomu wodonośnego odbywa się na drodze bezpośredniej infiltracji z opadów atmosferycznych oraz z dopływów bocznych, z rejonów otaczających wysoczyzn. Istotne jest także zasilanie z podłoża. Podstawową bazę drenażu wód podziemnych stanowi Noteć, przepływająca przez teren Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej. Zwierciadło wody układa się na wysokości od 60 m n.p.m. w strefie przykrawędziowej do około 45–50 m n.p.m. w pobliżu Noteci. Sezonowe wahania zwierciadła wody nie przekraczają najczęściej 1 m.

Jedno z największych ujęć wód podziemnych, zaopatrujące w wodę Piłę i okoliczne miejscowości, jest położone na północ od miasta Piły między dolinami rzek: Rudy, Gwdy i Piławy. Ujęcie to jest zlokalizowane na obszarze równiny sandrowej, rozciętej rynną glacjalną. Warstwę wodonośną cechują korzystne parametry hydrogeologiczne. Miąższość osadów czwartorzędowych ku południowi zwiększa się od 45 do ponad 60 m. Przewodność zmienia się od 1000 do ponad 2000 m<sup>2</sup>/d, a wydajności potencjalne studni przekraczają 70 m<sup>3</sup>/h. Zwierciadło wody występuje na głębokościach od 3 do 20 m. Z powodu braku utworów izolujących od powierzchni terenu i płytkiego położenia zwierciadła wody poziom wodonośny może być potencjalnie narażony na zanieczyszczenia antropogeniczne. Na pozostałym obszarze pradolinny poziom wodonośny nie jest intensywnie eksploatowany. Przeważają ujęcia wód podziemnych o poborze poniżej 500 m<sup>3</sup>/d, z wyjątkiem ujęcia w Pile i Ujściu, gdzie pobór przekracza 500 m<sup>3</sup>/d. W rejonie Chodzieży wyznaczono obszar perspektywnego zaopatrzenia w wodę dla tego miasta.

Na północ od Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej na obszarach wysoczyznowych znajdują się struktury wodonośne międzyglinowe i podglinowe związane z występowaniem wodnolodowcowych i rzecznych utworów piaszczysto-zwirów. Depozycja tych osadów odbywała się w trakcie trwania interglacjalu mazowieckiego oraz zlodowaceń środkowopolskich i północnopolskich. Miąższość poziomu międzyglinowego jest zmienna i najczęściej waha się od 20 do 40 m. Lokalnie poziom ten jest nieciągły i nie spełnia roli użytkowego poziomu wodonośnego. W rejonie miejscowości Wiesiółka znajduje się strefa pozbawiona całkowicie użytkowego poziomu wodonośnego. Międzyglinowy poziom wodonośny zalega na głębokości od 20 do 50 m, a tylko lokalnie poniżej 50 m. Przewodnictwo wodne zmienia się w szerokim zakresie od 100 do 1000 m<sup>2</sup>/d, wydajność potencjalna studni również jest zmienna i najczęściej mieści się w przedziale od 30 do 70 m<sup>3</sup>/h. Omawiany poziom wodonośny charakteryzuje się zróżnicowaną izolacją oraz zmiennymi warunkami ciśnienia subartezyjskiego.

Wody podziemne związane z plejstoceniowym poziomem podglinowym występują na głębokości od 50 do ponad 100 m. Tworzą go piaski przeważnie średnioziarniste, o średniej miąższości około 25 m i przewodności od 50 do prawie 1000 m<sup>2</sup>/d w pobliżu pradolin. Poziom ten może kontaktować się z warstwami mioceńskimi, stanowiąc miejscami wspólny czwartorzędowo-mioceński poziom wodonośny.

Zwierciadło wody poziomów międzymorenowego i podglinowego jest naporowe, stabilizuje na wysokości od około 100 do 55 m n.p. m na skłonie wysoczyzny. Wody tych poziomów są wykorzystywane na licznych ujęciach: w Kaczo-





rach, Śmiłowie, Rządówie, Nowej Wsi Ujskiej, Pokrzywnicy, Miasteczku Krajeńskim i Szamocinie. W rejonie miejscowości Biała eksploatowany jest poziom czwartorzędowo-mioceni.

Skład chemiczny wód poziomu dolinnego i poziomu międzymorenowego jest typowy dla wód płytkiego obiegu Polski północnej. Najczęściej są to wody typu  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$  (wodorowęglanowo-wapniowe), o zróżnicowanej mineralizacji, która wyrażona suchą pozostałością wynosi średnio od 200 do 750 mg/l. Wody te są zazwyczaj średnio twarde i twarde, a twardość ogólna waha się od 150 do 500 mg  $\text{CaCO}_3$ /l. W wodach czwartorzędowych lokalnie obserwuje się przekroczenia barwy, wynikające często z podwyższonych zawartości żelaza od 0,2 do około 6 mg Fe/l. Jony chlorkowe występują przeważnie w stężeniach od kilkunastu do 80 mg Cl/l, a siarczany od ilości śladowych do około 150 mg  $\text{SO}_4$ /l. Tylko w południowej części Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej, na północ od Chodzieży, występuje obszar podwyższonych koncentracji chlorków i siarczanych w wodach poziomu pradolinowego, najprawdopodobniej pochodzenia antropogenicznego. Zawartość manganu w wodzie jest podobna na całym obszarze przetargowym i wynosi średnio 0,2 mg Mn/l. Z uwagi na podwyższoną zawartość żelaza i manganu wody te na ogół wymagają prostego uzdatniania. Zawartość związków azotu w wodzie jest różna – ilość amoniaku zmienia się od 0,2 do 3,5 mg  $\text{NH}_4$ /l, azotanów od 0,1 do 24 mg  $\text{NO}_3$ /l. Azotany w większych ilościach występują w rejonach użytkowanych rolniczo. Metale występują w tych wodach w ilościach mniejszych od dopuszczalnych norm.

Drugim ważnym dla zaopatrzenia tego obszaru w wodę jest mioceni poziom wodonośny, występujący najczęściej w drobnoziarnistych, średnioziarnistych, często też mułkowatych piaskach. Od powierzchni terenu izoluje go znaczny nakład glin zwałowych oraz ilów i mułków. Miąższość utworów wodonośnych waha się od 20 do ponad 40 m. Głębokość występowania wynosi najczęściej od 100 do 150 m. Przewodność jest zdecydowanie niższa niż dla piętra czwartorzędowego i mieści się przeważnie w przedziale od 50 do 200  $\text{m}^2/\text{d}$ , a sporadycznie jest większa – ponad 500  $\text{m}^2/\text{d}$ . Wydajność potencjalna studni wynosi od 30 do 50  $\text{m}^3/\text{h}$ . Ujęcia bazujące na tym poziomie znajdują się w Białosławiu i Miasteczku Krajeńskim.

Wody poziomu mioceni to wody wodorowęglanowo-wapniowe o zawartości suchej pozostałości od 200 do około 500 mg/l. Podwyższona barwa wody jest pochodzenia geogenicznego i pochodzi z dyspersji cząstek organicznych pochodzących z formacji burowęglowej. Najczęściej nie przekracza jednak 25 mg Pt/l. Twardość tych wód plasuje je jako wody średnio twarde i twarde, do około 300 mg  $\text{CaCO}_3$ /l. Zawartość chlorków jest niewielka i waha się od 10 do kilkunastu mg Cl/l, a siarczanych od kilkunastu do 108 mg  $\text{SO}_4$ /l. Związki żelaza występują od ilości śladowych do 6,5 mg Fe/l, a manganu od 0,05 do 0,4 mg Mn/l. Znaczne zawartości żelaza i manganu powodują konieczność prostego uzdatniania tych wód. Zawartość związków azotu jest niska: od 0 do 0,3 mg  $\text{NO}_3$ /l, śladowe ilości azotanów i poniżej 0,6 mg  $\text{NH}_4$ /l.

Najniżej położonym lokalnie eksploatowanym poziomem wodonośnym jest poziom oligoceni-jurajski. Jest to poziom, ujmujący piaski oligocenu oraz piaski i spękane piaskowce liasu. Łączy on ośrodek porowy oraz szczelinowy. Utwory wodonośne występują na głębokości 120–140 m. Miąższość połączonych poziomów wodonośnych wynosi najczęściej około 20–30 m, a przewodność średnio 450–500  $\text{m}^2/\text{d}$ . Wydajność potencjalna studni przekracza 70  $\text{m}^3/\text{h}$ . Występujące w tym poziomie wody mają charakter wód artezyjskich i stabilizują się na wysokości około 80 m n.p.m. Większość ujęć na terenie Piły ujmuje poziom oligoceni-jurajski.

Pod względem składu chemicznego są to również wody typu wodorowęglanowo-wapniowe, o zawartości suchej pozostałości od 160 do 420 mg/l i odczynie pH wynoszącym od 7,4 do 7,9. Stwierdzone zawartości chlorków zmieniają się w zakresie od 3 do 20 mg Cl/l, a siarczanych od 6 do 17 mg  $\text{SO}_4$ /l. Związki azotu (azotyny i azotany) występują w niewielkich ilościach. Natomiast koncentracja amoniaku waha się od 0,06 do 0,5 mg  $\text{NH}_4$ /l i jest on pochodzenia geogenicznego. Występowanie związków żelaza w wodzie stwierdzono w zakresie od 0,01 do 0,4 mg Fe/l, a manganu od 0,0 do 0,05 mg Mn/dm<sup>3</sup>. Jakość wód podziemnych tego poziomu została określona jako bardzo dobra.

Główne obszary zasilania całego systemu wodonośnego związane są z obszarami wysoczyzn, a lokalnie także z występowaniem utworów powierzchniowych które sprzyjają infiltracji opadów atmosferycznych do wód podziemnych. Dotyczy to zwłaszcza Pojezierza Wałeckiego, równin sandrowych na obszarze mezoregionu Dolina Gwdy oraz Pojezierza Krajeńskiego, gdzie zachodzi intensywna infiltracja opadów atmosferycznych i kształtują się największe strumienie wód podziemnych. Regionalną strefę drenażu wszystkich poziomów wodonośnych stanowi przede wszystkim Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka, odwadniana przez Noteć. Słabiej zaznaczają się lokalne strefy drenażu związane z ciekami niższych rzędów i jeziorami.

Stopień zagrożenia GUPW poza obszarem Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej jest na ogół niski albo bardzo niski. Na obszarze pradolin, gdzie główny użytkowy poziom wodonośny tworzą pozbawione izolacji od powierzchni terenu osady pradolinne, GUPW zagrożony jest w stopniu wysokim.

Potencjalnych ognisk zanieczyszczeń jest niewiele. Mogą być nimi zakłady przemysłowe, zlokalizowane głównie w Pile oraz nieliczne zakłady rolne i hodowlane. Należą do nich także składowisko odpadów we wsi Kłoda (gm. Szydłowiec) oraz oczyszczalnia ścieków w Pile, Kaczorach, Śmiłowie, Szamocinie i Chodzieży.

W granicach obszaru przetargowego „Piła” występują cztery Główne Zbiorniki Wód Podziemnych (Bazy danych PSH), w tym trzy związane z utworami czwartorzędu: *GZWP nr 125 Wałcz-Piła* (Szymańska i in., 2011), *GZWP nr 138 Pradolina Toruń-Eberswalde* (Dąbrowski, 2006), *GZWP nr 139 Dolna kopalnia Smogulec-Margonin* (Czerwińska i in., 2013). *GZWP nr 127 Subzbiornik Złotów-Piła-Strzelce Krajeńskie* (Węgrzyn i in., 2013) został wyznaczony w osadach neogenu (miocenu), a jego zasięg w granicach obszaru przetargowego częściowo pokrywa się *GZWP nr 125 i 138*.

*GZWP nr 125 Wałcz-Piła*, obejmujący północną część obszaru przetargowego, na obszarze Pojezierzy Południowopomorskich jest związany z warstwami wodonośnymi: międzymorenowymi, sandrowymi i aluwialnymi. Miejscami poziom zbiornikowy tworzą także warstwy podglinowe, które lokalnie pozostają w łączności hydraulicznej z wodami piętra paleogeńsko-neogeńskiego. Warstwy wodonośne *GZWP nr 125* w granicach obszaru przetargowego, są na ogół dobrze chronione przed wpływem zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Tylko w rejonie sandru Gwdy, w rejonie Piły naturalna odporność zbiornika jest niska. Wydajność potencjalna otworu studziennego wynosi na ogół 70–120  $\text{m}^3/\text{h}$ , a wodoprzewodność poziomu zbiornikowego zawiera się w przedziale 200–500  $\text{m}^2/24\text{h}$ . Charakterystyczną cechą zbiornika jest występowanie w jego obrębie oraz najbliższym sąsiedztwie, poduszek, wałów i antyklin solnych, które mogą mieć wpływ na geogeniczne zagrożenie jakości wód w tym rejonie.

*GZWP nr 138 Pradolina Toruń-Eberswalde*, którego fragment obejmuje południową część obszaru przetargowego, tworzą poligenetyczne zespoły warstw wodonośnych zło-



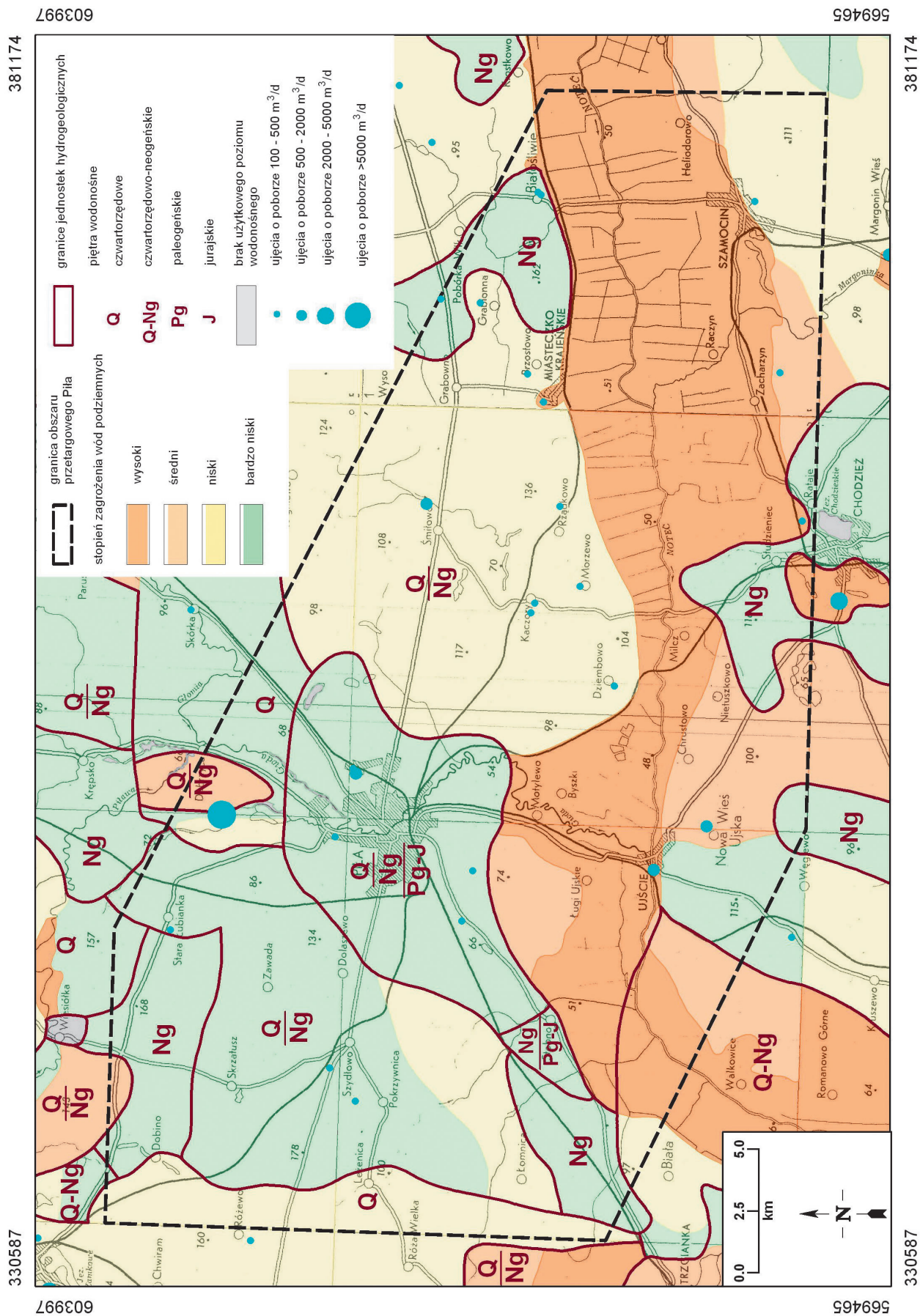


Fig. 2.14. Położenie obszaru przetargowego „Piła” na tle jednostek hydrogeologicznych

waceń plejstoceńskich oraz osadów holoceniowych, wypełniających pradolinę. Oś hydrograficzną zbiornika tworzy dolina Noteci. Na obszarze pradoliny różnowiekowe poziomy piaszczyste zaliczane do zbiornika pozostają w kontakcie hydraulicznym. Miąższość zawadzionych osadów wynosi od 20 do 60 m, a głębokość ich występowania nie przekracza kilku metrów. Wodoprzewodność poziomu zbiornikowego zmienia się od 250 do 1200 m<sup>2</sup>/24h. Z uwagi na ochronę obszarów Natura 2000 wykluczono użytkowanie wód podziemnych w tych rejonach. W rejonie Piły potencjalne zagrożenie dla jakości wód podziemnych związane może być z presją czynników antropogenicznych oraz z ascencją wód zasolonych z głębokiego podłoża.

GZWP nr 139 Dolna kopalnia Smogulec-Margonin zajmuje niewielki południowo-wschodni skraj obszaru przetargowego. Zbiornik tworzą dwa poziomy wodonośne: międzymorenowy dolny i podglinowy, przy czym pierwszy z nich występuje powszechnie w granicach GZWP, drugi lokalnie – tylko w obrębie głębokich rynien i obniżek powierzchni neogenu.

GZWP nr 127 Subzbiornik Złotów-Piła-Strzelce Krajeńskie obejmuje swym zasięgiem centralną część obszaru przetargowego. Zbiornik tworzą piaszczyste osady neogenu. Ich strop występuje na zróżnicowanych głębokościach od 50 m do 150 m i jest izolowany od powierzchni terenu pokładem glin o miąższości 10–50 m. Średnia wodoprzewodność poziomu zbiornikowego wynosi około 250 m<sup>2</sup>/24h. Osady neogenu często są zaburzone glaciektonicznie, lokalnie porożcinane głębokimi dolinami czwartorzędowymi.

Zgodnie z ustaleniami dokumentacji hydrogeologicznych w granicach zbiorników czwartorzędowych (GZWP nr 125, 138, 139) oraz w ich bezpośrednim otoczeniu planuje się wytyczenie obszarów ochronnych. Po ich wprowadzeniu będą obowiązywały systemy nakazów i zakazów, mające na celu ochronę wód tych zbiorników.

Ustalono do tej pory zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obejmują część obszaru przetargowego. Jednym z nich jest obszar położony na lewym brzegu Noteci, dla którego określono zasoby w Dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru wysoczyzny średzko-gnieźnieńskiej (Dąbrowski i in., 2009). Wielkość zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych dla całego

obszaru zlewni w utworach czwartorzędu i neogenu, a podrzędnie także paleogenu, kredy i jury ustalono na 12 473 m<sup>3</sup>/h. Moduł zasobów dyspozycyjnych wynosi 2,17 m<sup>3</sup>/h/km<sup>2</sup>. Dla podobszarów P-XVC i P-XVD, położonych częściowo w granicach obszaru przetargowego, moduły zasobów są one nieco wyższe i wynoszą odpowiednio: 2,54 i 2,73 m<sup>3</sup>/h/km<sup>2</sup>. Zasoby dyspozycyjne dla obszaru zlewni wysoczyzny średzko-gnieźnieńskiej zostały zatwierdzone decyzją Ministra Środowiska z dnia 11.10.2010 r. nr DGiKGhg-4731-24/6796/48776/10/MJ.

Drugim obszarem, dla którego ustalono zasoby dyspozycyjne jest zlewnia Gwdy – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Gwdy” (Dąbrowski i in., 2013). Została ona zatwierdzona w dniu 04.10.2013 r. decyzją Ministra Środowiska nr DGiKGhg-4731-13/39693/13/AW. Wielkość zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w utworach czwartorzędu, neogenu, paleogenu, a podrzędnie także jury ustalono na 33 095 m<sup>3</sup>/h, przy module zasobów 6,69 m<sup>3</sup>/h/km<sup>2</sup>. Dla fragmentów jednostek bilansowych położonych w granicach obszaru przetargowego wartości modułów zasobów są zbliżone do średniej z całej zlewni.

Zagospodarowanie wód podziemnych na omawianym obszarze jest zróżnicowane i zależy od stopnia zurbanizowania i poziomu gospodarki. Największy pobór wód podziemnych odbywa się na ujęciu komunalnym zlokalizowanym w rejonie miejscowości Stara Łubianka–Dobrzyca (Bazy danych PSH). Zasoby ujęcia, eksploatującego czwartorzędowy poziom wodonośny, wynoszą 1260 m<sup>3</sup>/h. Pobór wód utrzymuje się na poziomie około 12 tys. m<sup>3</sup>/24h tj. około 500 m<sup>3</sup>/h. Uruchomienie tego ujęcia w 2005 r. spowodowało zaniechanie eksploatacji wód poziomu oligoceńskiego na ujęciu miejskim w Pile. Lej depresji uległ wypełnieniu, a zasoby wodne zostały odbudowane. Na pozostałych ujęciach komunalnych w Pile, Białosławiu, Ujściu i Kaczorach pobór wód podziemnych nie przekracza na ogół 50 m<sup>3</sup>/h. Spośród ujęć zakładowych największy pobór wód podziemnych, sięgający około 1200 m<sup>3</sup>/24h odnotowuje się w zakładach PHILIPS LIGHT POLAND S.A. w Pile. Pozostałe ujęcia zakładowe mają lokalny charakter i eksploatują niewielkie ilości wody, najczęściej poniżej 100 m<sup>3</sup>/24h. W rejonach wykorzystywanych rolniczo wielkość poboru wód podziemnych jest z reguły niewielka.

**Tabela 1.** Podstawowa charakterystyka hydrogeologiczna głównych zbiorników wód podziemnych GZWP (Kleczkowski, 1990a, b; Mikołajków i Sadurski, 2017). Q<sub>p</sub> – utwory czwartorzędu w pradolinach, Q<sub>M</sub> – utwory czwartorzędu w utworach międzymorenowych, Ng – utwory neogenu

| Numer, nazwa zbiornika                                | Wiek utworów<br>Typ ośrodka<br>wodonośnego | Szacunkowe zasoby<br>dyspozycyjne<br>[tys. m <sup>3</sup> /24h] | Średnia głębokość<br>zwierciadła wód podziemnych<br>[m p.p.t.] |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 125<br>Walczy-Piła                                    | Q <sub>M</sub><br>porowy                   | 270,92                                                          | 5–90                                                           |
| 127<br>Subzbiornik Złotów-Piła-Strzelce<br>Krajeńskie | Ng<br>porowy                               | 269,0                                                           | 80–100                                                         |
| 138<br>Pradolina Toruń-Eberswalde<br>(Notec)          | Q <sub>p</sub><br>porowy                   | 192,72                                                          | 1–9                                                            |
| 139<br>Dolna kopalnia<br>Smogulec-Margonin            | Q <sub>M</sub><br>porowy                   | 40,8                                                            | 10–60                                                          |



## 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 umieszczeniowych w przestrzeni i w czasie geologicznym, na które składają się: generowanie, ekspulsja, migracja i akumulacja węglowodorów oraz formowanie pułapki złożowej. Wzajemne relacje czasowe między wspomnianymi elementami i procesami systemu naftowego pozwalają na powstanie złoża.

## 3.2. SKAŁY MACIERZYSTE

Za skałę macierzystą w karbońsko-permskim systemie naftowym uważa się mułowce i ilowce karbonu (np. Kotarba i in., 1992, 1999, 2004, 2005; Karnkowski, 1999; Botor i in., 2013). Zgodnie z tą teorią gaz ziemny wygenerowany z karbońskiej materii organicznej migrował ku strefom o niższym ciśnieniu hydrostatycznym, czyli do leżących niezgodnie na skałach karbońskich 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 ekstermidów warszawskich (Fig. 3.1 i 3.2). Potwierdzeniem macierzystości skał

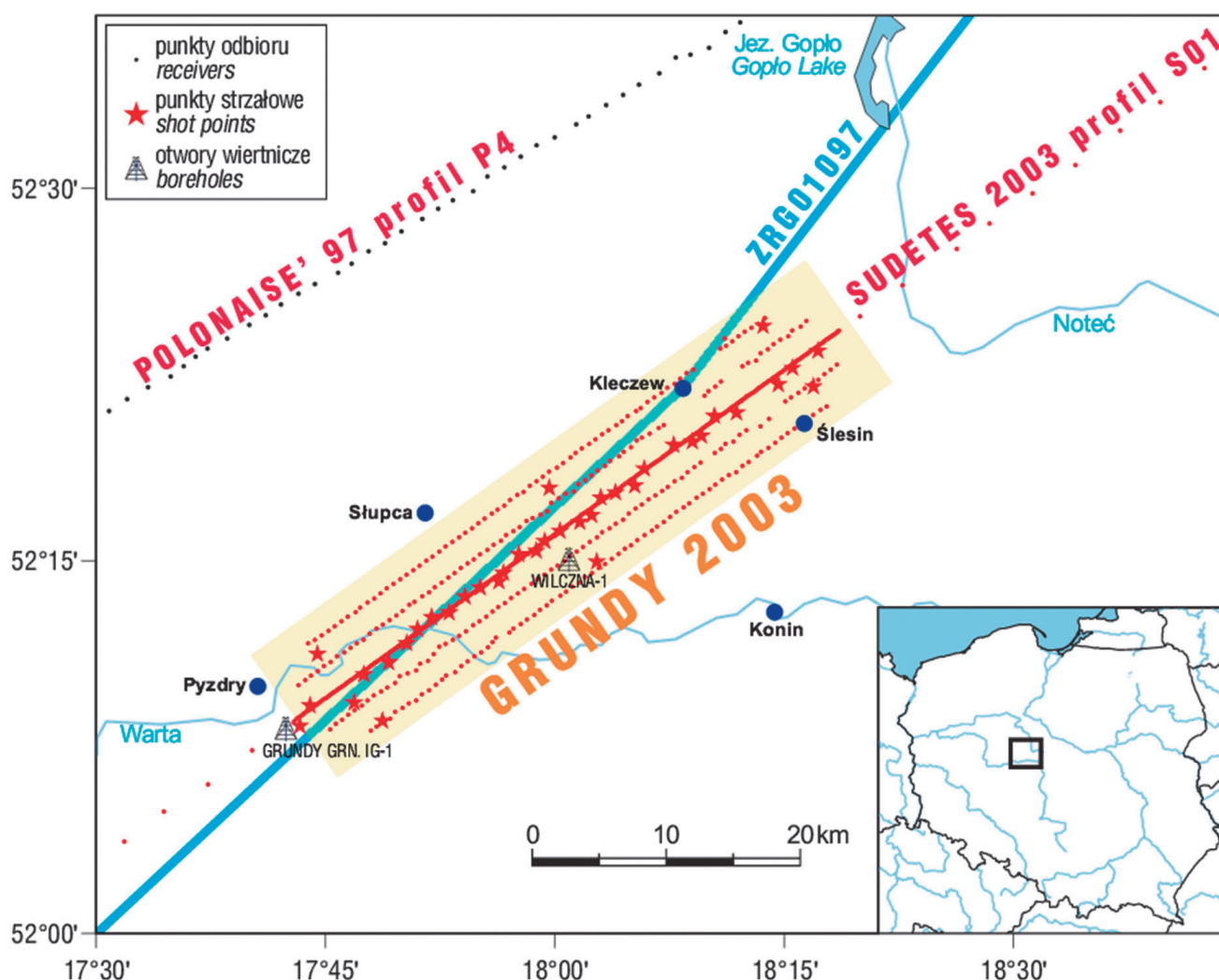


Fig. 3.1. Geograficzna lokalizacja eksperymentu GRUNDY 2003. Zaznaczono także profile głębokich sondowań sejsmicznych (P4 i S01) oraz refleksyjny profil regionalny ZRG01097 (Śliwiński i in., 2006)

karbonu w Polsce mogą być także odkryte złoża: Wierzchowo (dolny karbon), Gorzysław, Trzebusz, Wrzosowo, Daszewo, Paproć (dolny i górny karbon), Kościan i Brońsko (górny karbon; Kamkowski, 1993) oraz wyniki badań geochemicznych materii organicznej i gazu ziemnego (np. Kotarba i in., 1992, 1999, 2004, 2005).

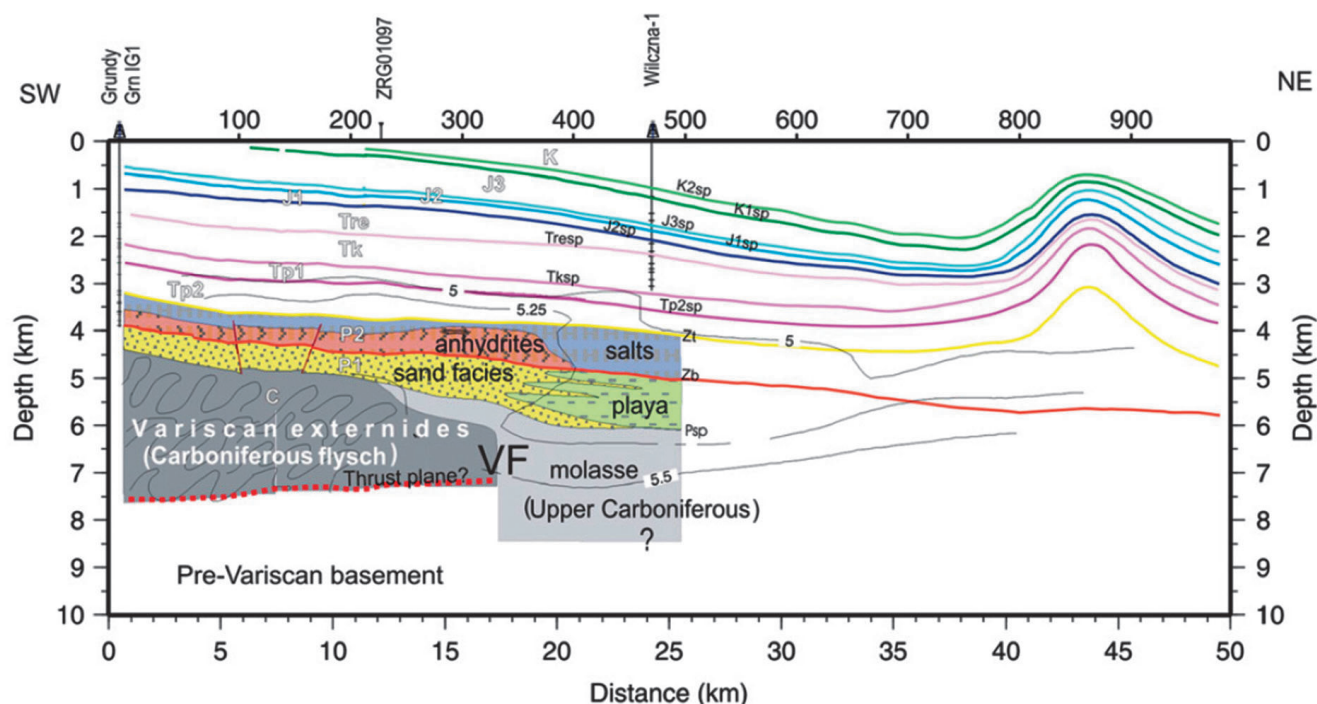
Na Pomorzu skały macierzyste zostały stwierdzone w obrębie utworów turnieju, wizenu i westfalu (Botor i in., 2013). Charakteryzują się one średnim i doskonałym potencjałem węglowodorowym. Całkowita zawartość materii organicznej w łupkach turnieju i wizenu wynosi średnio od ok. 1,1–1,5% wag. do maksymalnie 10,7% wag. (Pletsch i in., 2010; Botor i in., 2013), 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; Bahrnowski i in., 2007; Pletsch i in., 2010; Botor i in., 2013). Materia organiczna rozproszona w skałach karbonu posiada geochemiczną charakterystykę gazotwórczego kerogenu typu III i mieszanego kerogenu typu III i II, przy czym wyższy udział kerogenu typu II stwierdzono w utworach dolnego karbonu. Materia organiczna zbadana w otworach nawierczających podłoże monokliny przedsudeckiej ma charakterystykę humusowego kerogenu typu III i cechuje się 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. Całkowita zawartość materii organicznej zawiera się w przedziale od 0,3% wag. do 15% wag. i ma charakterystykę kerogenu mieszanego typu III i II, z dominacją kerogenu typu III w skałach westfalu (Botor i in., 2013).

Skały karbonu, stanowiące silikoklastyczną sukcesję wy-

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

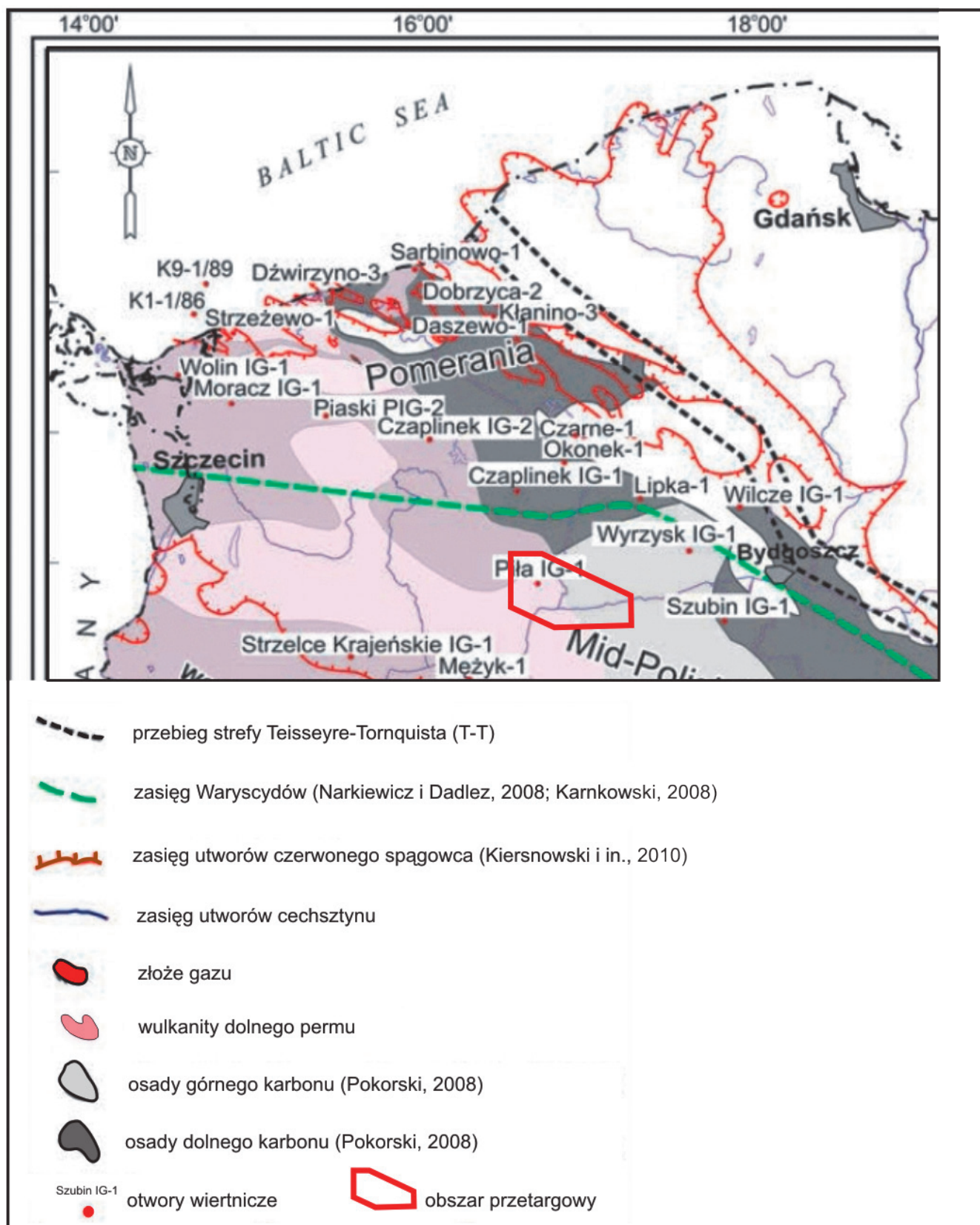
Na obszarze „Piła” znajduje się tylko jeden głęboki otwór wiertniczy – Piła 1/IG-1, który nawiercił jedynie 14 m (5468,0–5482,0 m) stropowych, terygeniczných utworów karbonu górnego, datowanych na westfal (Fig. 3.3). Utwory te wykształcone są jako brunatne ilowce i mułowce z cienkimi – ok. kilka cm miąższości – wkładkami mułowców piaszczystych i piaszczystych drobnoziarnistych. Brak danych na temat własności geochemicznych nie pozwala stwierdzić, czy nawiercone skały mają własności skał macierzystych. Nie można wykluczyć, że na terenie obszaru „Piła” znajdują się poziomy macierzyste w obrębie profilu karbonu, który nie został dotychczas rozpoznany wiertniczo.

Obszar przetargowy „Piła” znajduje się w większości w strefie występowania utworów karbonu górnego i dolnego (Fig. 3.3). Numeryczne modelowania karbońsko-permskiego systemu naftowego basenu polskiego (Botor i in., 2013) sugerują, że obszar przetargowy „Piła” znajduje się częściowo w strefie migracji węglowodorów ze skał macierzystych centralnej części basenu (modelowania nie brały pod uwagę lokalnej migracji wzdłuż stref nieciągłości; Fig. 3.4). Modelowania te wykazują również, że na tym obszarze karbońska materia organiczna może znajdować się na stopniu przeobrażenia odpowiadającego fazie przejrzalej względem generowania węglowodorów (2,5–3,5% Ro; Fig. 3.5). Burzewski i in. (2009) ocenili, że skały macierzyste karbonu dolnego w obrębie obszaru przetargowego „Piła” mogły cechować się w historii geologicznej jednostkowym potencjałem genetycznym na poziomie 100–200 kg HC/m<sup>2</sup> basenu (Fig. 3.6).



**Fig. 3.2.** Fragment regionalnego przekroju głębokościowego ZRG01097 z interpretacją geologiczną wyników sejsmicznego eksperymentu GRUNDY 2003. K — kreda, 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, C — karbon (Malinowski i in., 2007)





**Fig. 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; za: Botorem i in., 2013)

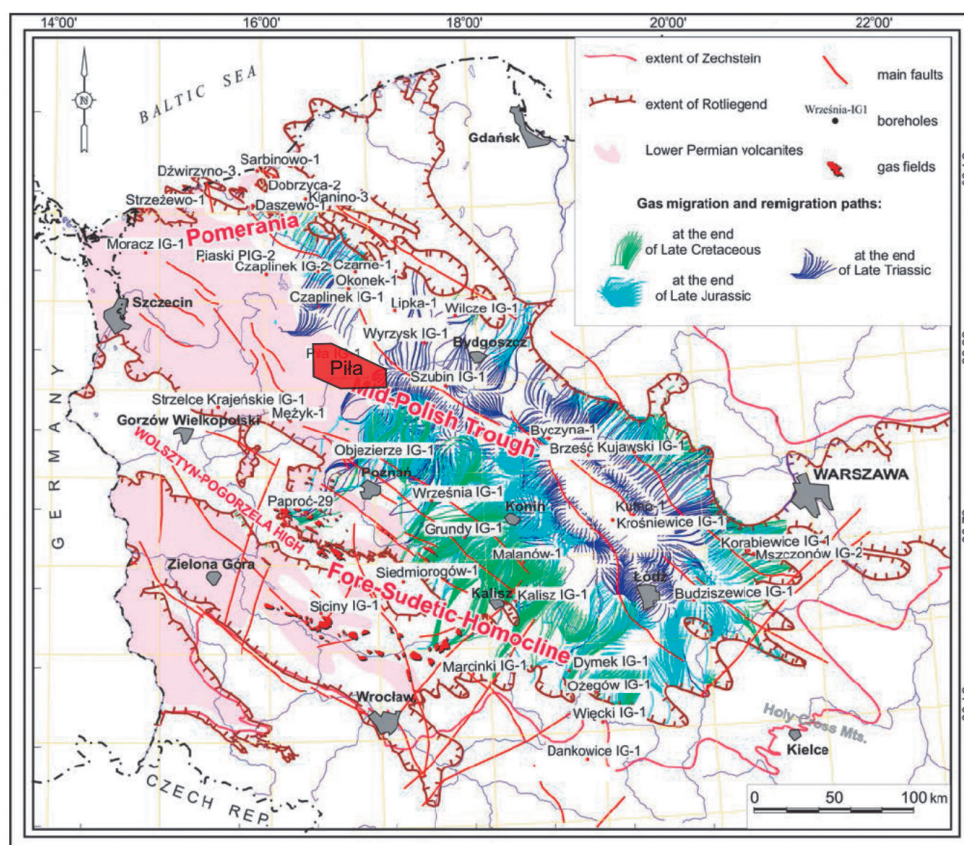


Fig. 3.4. Mapa przedstawiająca ścieżki migracji gazu na tle rozprzestrzenienia zbiornikowych utworów czerwonego spągowca (Botor i in., 2013)

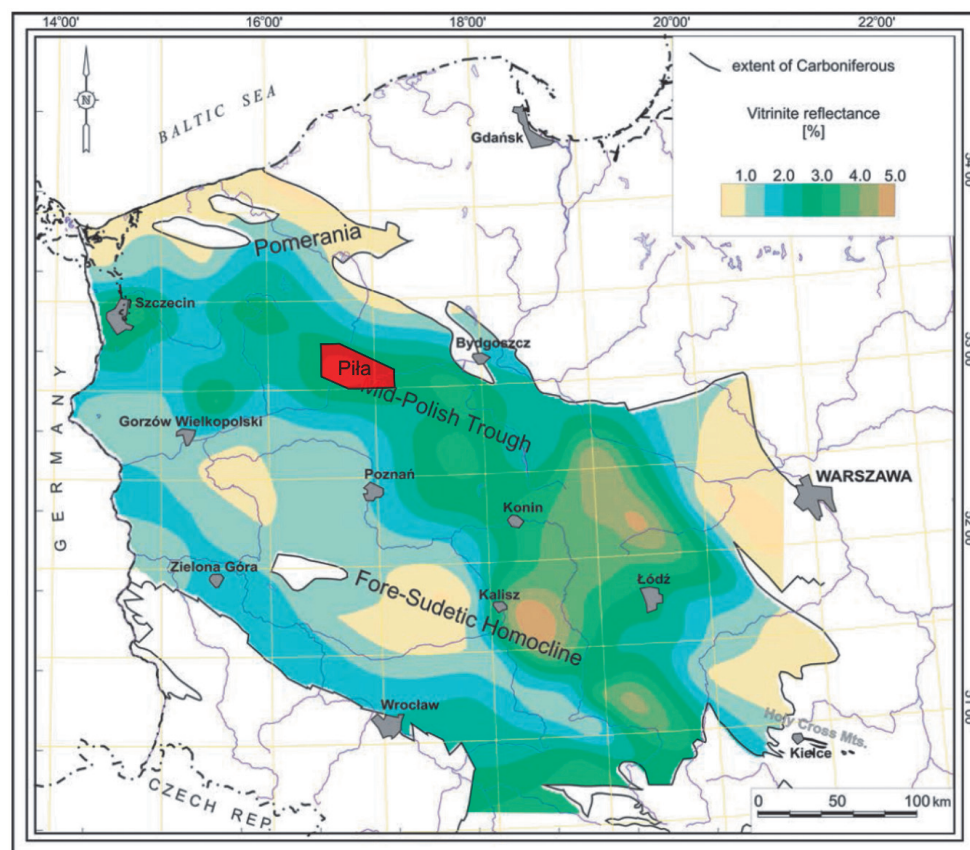


Fig. 3.5. Mapa rozkładu dzisiejszej dojrzałości termicznej materii organicznej w stropie utworów karbonu (Botor i in., 2013)



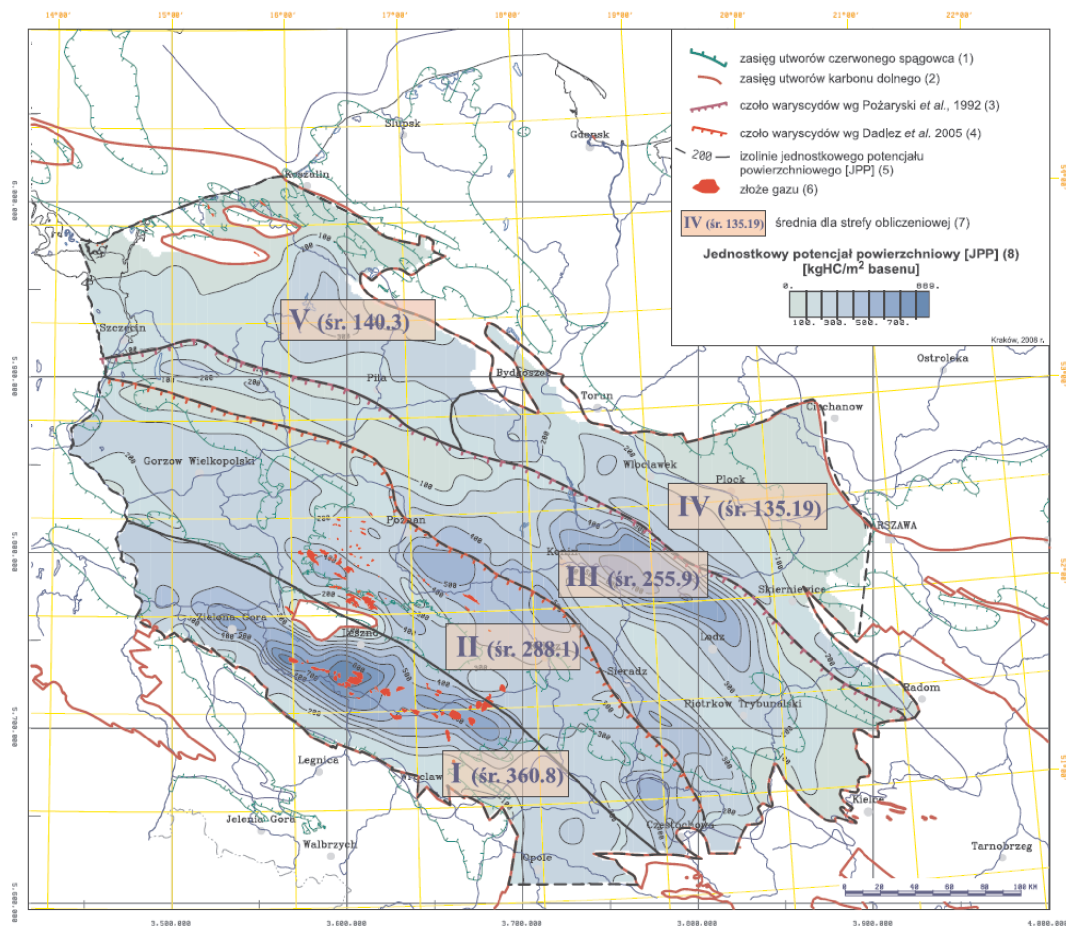


Fig. 3.6. Mapa jednostkowego potencjału powierzchniowego (JPP) utworów karbonu dolnego (Burzewski i in., 2009)

### 3.2.1. ZAWARTOŚĆ WĘGLA ORGANICZNEGO W UTWORACH TRIASU I PERMU Z WIERCENIA PIŁA 1/IG-1

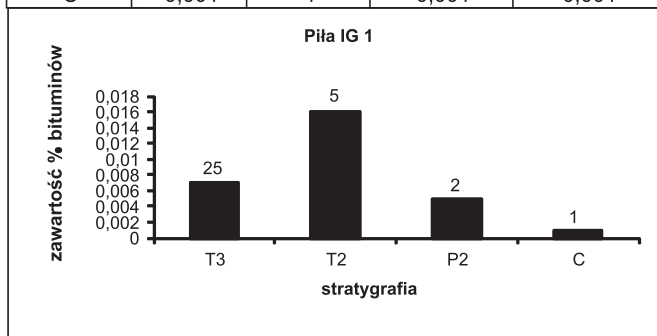
Utwory górnego triasu zawierają zróżnicowane ilości węgla organicznego (śr. 0,16%). Minimalna ilość  $C_{org}$  w tych utworach wynosi 0,01%, maksymalna ilość  $C_{org}$  – 0,60%. Bituminy w utworach górnego triasu występują w małej ilości (śr. 0,007%), ilość węglowodorów w bituminach jest zróżnicowana

(16–46%; Tab. 3.1 i 3.2). Węglowodory nasycone są w przeważającej ilości w stosunku do węglowodorów aromatycznych. Bituminy występujące w większych ilościach, z wysokim udziałem węglowodorów, mają charakter epigenetyczny.

Utwory środkowego triasu zawierają średnio 0,36% węgla organicznego. Minimalna ilość  $C_{org}$  w tych utworach wynosi 0,20%, maksymalna ilość  $C_{org}$  – 0,60%. Bituminy w utworach środkowego triasu występują w ilości śr. 0,016%, w stopie

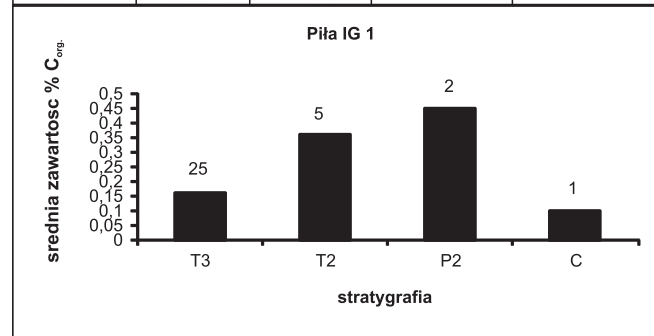
Tab. 3.1. Średnia zawartość węgla organicznego w badanych utworach

| Stratygrafia | śr. % bitum. | ilość próbek | max. % bitum. | min. % bitum. |
|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| T3           | 0,007        | 25           | 0,015         | 0,001         |
| T2           | 0,016        | 5            | 0,029         | 0,012         |
| P2           | 0,005        | 2            | 0,007         | 0,003         |
| C            | 0,001        | 1            | 0,001         | 0,001         |



Tab. 3.2. Średnia zawartość % wag. bituminów w badanych utworach

| Stratygrafia | śr. $C_{org}$ % | ilość próbek | max. $C_{org}$ % | min. $C_{org}$ % |
|--------------|-----------------|--------------|------------------|------------------|
| T3           | 0,16            | 25           | 0,6              | 0,01             |
| T2           | 0,36            | 5            | 0,6              | 0,2              |
| P2           | 0,45            | 2            | 0,5              | 0,4              |
| C            | 0,1             | 1            | 0,1              | 0,1              |



najwyższa ilość (0,029%). Ilość węglowodorów w bituminach jest zróżnicowana (36–56%). Utwory triasu w tym otworze są mało 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 ilość  $C_{org}$  – 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.

### 3.2.2. CHARAKTERYSTYKA PETROLOGICZNA ORAZ DOJ- RZAŁOŚĆ TERMICZNA MATERII ORGANICZNEJ W OSADACH PERM–TRIAS Z WIERCENIA PIŁA 1/IG-1

Badany kompleks osadów permo-mezozoiku, z interwału głębokości 1473,0–1882,0 m (trias) oraz 4159,1–4379,1 m (perm), charakteryzuje się generalnie niezbyt bogatą zawartością materii organicznej (0,2–0,6% planimetrowanej powierzchni próbki).

Analizowany poziom górnego permu zawiera mikrokomponenty reprezentowane zarówno przez pierwotny, jak i wtórny materiał organiczny.

Do grupy pierwotnych składników należą głównie macerały grupy wityritu zbudowane z żelifikowanej tkanki roślinnej. Najczęściej jest to bezstrukturalny kolinit, którego koncentracja w analizowanych skałach węglanowych jest dość znaczna. Towarzyszy mu często bitumin (stałe bituminy). Z macerałami wityritu współwystępuje inertynit (fuzynit, semifuzynit, mikrynit). W badanych osadach najliczniej występuje amorficzna materia organiczna towarzysząca minerałom ilastym, określona jako asocjacja organiczno-mineralna typu

bitumicznego.

Najbogatsze w substancję organiczną (0,6%) są utwory węglanowo-ilaste górnego permu oraz piaskowce stropowych partii triasu górnego, zawierające jednak głównie materiał pochodzący z redepozycji, a także iłowce spągowych partii triasu środkowego zawierające materię organiczną *in situ*. W osadach triasu środkowego występuje również amorficzna materia organiczna przemieszana z minerałami ilastymi, tworząc asocjację organiczno-mineralną typu bitumicznego. W niewielkiej ilości obserwuje się również impregnacje bitumiczne.

Dojrzałość termiczna materii organicznej w osadach permu i triasu z otworu Piła 1/IG-1 została określona przy zastosowaniu wskaźnika refleksyjności wityritu (% Ro). Analiza jego zmian w profilu pionowym wykazuje wyraźną tendencję wzrostową wraz z głębokością pograżenia – od 0,77–0,78% Ro w osadach triasu górnego (głęb. 1473–1476 m), co wskazuje na główną fazę generowania ropy naftowej; do 1,0–1,1% Ro, w osadach triasu środkowego (głęb. 1779,0–1882,0), co odpowiada późnej fazie generowania ropy naftowej; oraz 1,87–2,32% Ro w utworach górnego permu (4159,1–4379,1 m), co wskazuje na główną fazę generowania gazów (Tab. 3.3).

### Wnioski

Piaszczyste utwory górnego triasu uznać należy za niemacierzyste dla generacji węglowodorów. Mają one cechy skał zbiornikowych, zawierają bowiem znaczną ilość epigenetycznych bituminów. Osady ilaste triasu środkowego uznać można za słabe skały macierzyste dla generowania ropy naftowej, natomiast utwory węglanowe i ilaste górnego permu wykazują cechy słabych skał macierzystych dla generowania gazu.

**Tab. 3.3.** Analiza mikroskopowa materii organicznej Piła 1/IG-1

| Głęb. (m) | Wiek | Litologia | R <sub>o</sub> (%) | Wit. (%) | Lip. (%) | Inert. (%) | AOM (%) | C <sub>org</sub> (%) |
|-----------|------|-----------|--------------------|----------|----------|------------|---------|----------------------|
| 1473,0    | T3   | psc       | <b>0,77</b>        | 85       | 5        | 10         |         | <b>0,6</b>           |
| 1475,0    | T3   | psc       | <b>0,78</b>        | 80       | 10       | 10         |         | <b>0,4</b>           |
| 1476,0    | T3   | psc       | <b>0,78</b>        | 85       | 5        | 10         |         | <b>0,3</b>           |
| 1879,0    | T2   | iłc       | <b>1,10</b>        | 70       |          | 10         | 15      | <b>0,2</b>           |
| 1880,5    | T2   | iłc       | <b>1,00</b>        | 70       |          | 15         | 15      | <b>0,3</b>           |
| 1881,2    | T2   | iłc       | <b>1,04</b>        | 75       |          | 10         | 15      | <b>0,5</b>           |
| 1882,0    | T2   | iłc       | <b>1,05</b>        | 80       |          | 5          | 15      | <b>0,6</b>           |
| 4159,1    | P2   | dol+iłc   | <b>1,90</b>        | 10       |          |            | 90      | <b>0,6</b>           |
| 4163,6    | P2   | dol+iłc   | <b>1,87</b>        | 15       |          | 5          | 80      | <b>0,5</b>           |
| 4379,1    | P2   | łpk       | <b>2,32</b>        | 15       |          | 10         | 75      | <b>0,6</b>           |

psc – piaskowiec; iłc – iłowiec; dol – dolomit; łpk – łupek



### 3.3. 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 modelowania procesów generowania jest modelowanie paleotermiczne, które polega na modelowaniu dojrzałości termicznej skał zwłaszcza macierzystych. Takie modelowania 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 metodologia modeli systemów naftowych została przedstawiona w pracach m.in. Batora i Kosakowskiego (2000), Highley i in. (2006) i Al-Hajeriego i in. (2009).

Na obszarze „Piła” występuje zaledwie jeden głęboki otwór wiertniczy (Piła 1/IG-1). Przewierca on perspektywiczne utwory zbiornikowe czerwonego spągowca oraz nawierca zaledwie 14 m utworów karbonu, które mogły stanowić potencjalną skałę macierzystą. Charakterystykę dotyczącą wieku i mechanizmu generacji, migracji i akumulacji węglowodorów dla obszaru „Piła” wykonano na podstawie m.in. wyników modeli przeprowadzonych przez Batora (2006, 2011), Maćkowskiego i Reicher (2006).

W obrębie obszaru „Piła” występuje karbońsko-dolno-permski system naftowy. Perspektywiczne skały, w których mogą występować złoża gazu ziemnego, to utwory klastycz-

ne czerwonego spągowca. W strefie tej potencjalną skałą 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  $>3\%$  Ro), 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 ok. 3500 m, osiągając dojrzałość  $>1,3\%$  Ro. Główna faza generowania trwała do końca jury, kiedy utwory karbonu zostały pogrążone na głębokość  $<6000$  m, a ich dojrzałość wzrosła do  $>2,6\%$  Ro. Wypiętrzanie i erozja, która miała miejsce z końcem kredy, zahamowała dalszy przyrost głębokości i dojrzałości, która ostatecznie została ukształtowana w tym właśnie czasie.

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

Na obszarze „Piła” w spągu utworów czerwonego spągowca występuje pokrywa wulkanitów, która w znaczący sposób mogła ograniczyć migrację gazu ziemnego w większej

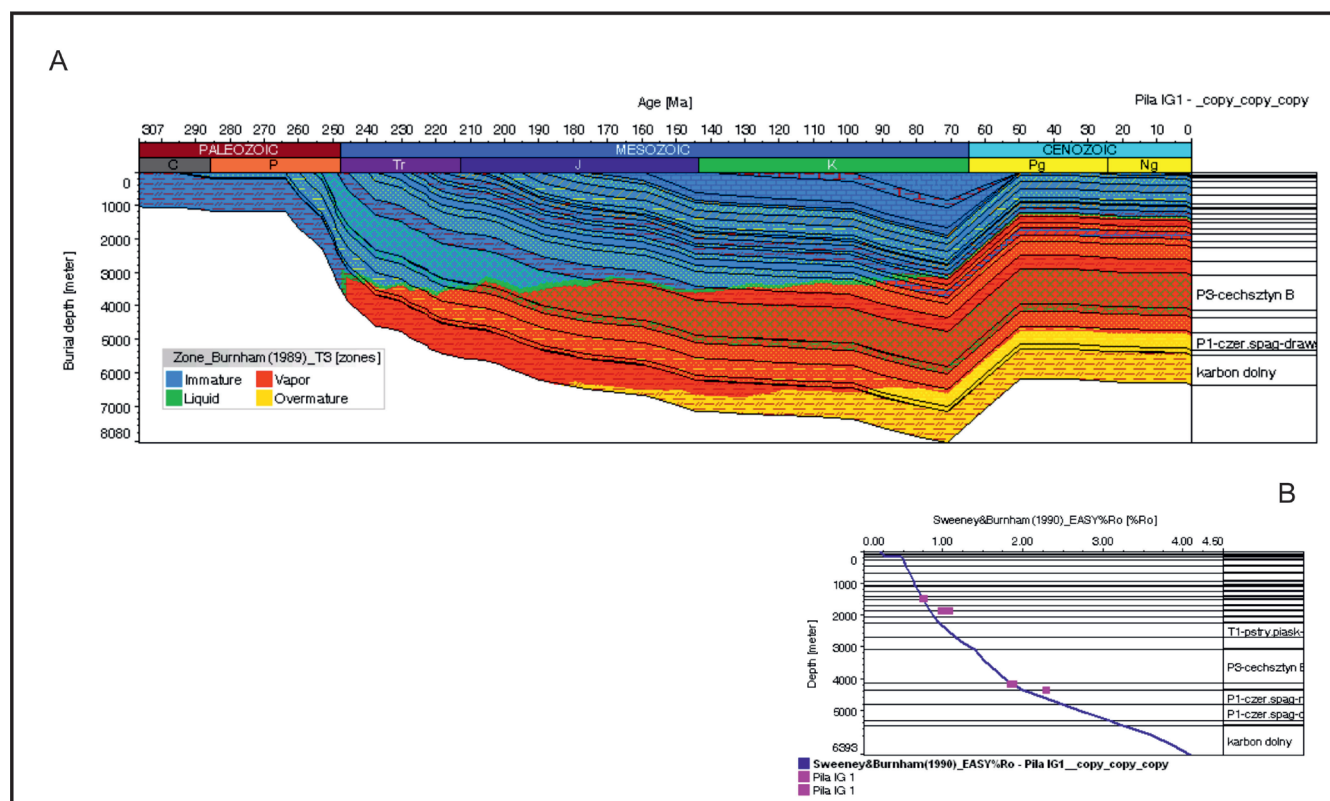


Fig. 3.7. Model 1-D historii pograżania i dojrzałości termicznej dla otworu Piła 1/IG-1 (Bator, 2006)

skali. Pod pokrywą wulkaniczną dominowała migracja krótkodystansowa, koncentrująca się wokół stref rozłamów tektonicznych. Główna faza migracji gazu ziemnego z utworów karbonu rozpoczęła się z początkiem triasu i trwała do jego schyłku. Główny strumień gazu migrował pod osadami pił, a następnie – wulkanitów, w kierunku SW (w kierunku Objezierza). W pierwszej kolejności gaz napelniał 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 pogrążenia.

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

### 3.4. SKAŁY ZBIORNIKOWE I USZCZELNIAJĄCE

Skałami zbiornikowymi są piaskowce czerwonego spągowca. Ich charakterystyka w oparciu o dane z wiercenia Piła 1/IG-1 została przedstawiona w podrozdziale 2.1.2. Piaskowce te, głównie pochodzenia eolicznego, występujące w przedziale głębokości 4900–5100 m mają niską porowatość i praktycznie brak przepuszczalności.

W rozdziale 2.1.2. „Perm – czerwony spągowiec” omówiono możliwość występowania piaskowców zlokalizowanych bliżej stropu utworów czerwonego spągowca, które mogą posiadać własności zbiornikowe. Dotyczy to szczególnie struktury Chodzieży, gdzie strop utworów czerwonego spągowca może znajdować się na głębokości zbliżonej do 4000 m. Na takiej głębokości występują w basenie czerwonego spągowca w Polsce i w Niemczech złoża gazu. Złoża te są uszczelnione ewaporatami cechsztynu (w Niemczech i w rejonie Morza Północnego uszczelnione są również iłowcami oraz poziomami soli w utworach czerwonego spągowca). W polskim basenie czerwonego spągowca nie jest rozstrzygnięta kwestia uszczelnienia wewnątrz osadów czerwonego spągowca. Nie stwierdzono występowania poziomów soli, a poziomy skał ilastych mają różną miąższość i ograniczone zasięgi lateralne. Występuje możliwość uszczelnienia gazu w piaskowcach w systemie *tight gas*. Aspekt ten omówiono w rozdziale 2.1.2. Należy dodać, że w przypadku głęboko pogrzebanych piaskowców można się spodziewać systemu naftowego określanego jako *Basin Centered Gas System*, w którym uszczelnienie gazu stanowi unieruchomiona woda kapilarna (Kiersnowski i in., 2010). Powstanie takiego złoża gazu, traktowanego jako złożo niekonwencjonalne, uzależnione jest od historii pogrążania i dojrzałości termicznej skał macierzystych jak i zbiornikowych (Fig. 3.7), gdyż gaz zamknięty na dużej głębokości może ulec destrukcji (Wójcicki i in., 2014).

## 4. CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻ WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIEDZTWIE

W granicach obszaru przetargowego „Piła” dotychczas nie udokumentowano złóż węglowodorów. Dopiero w dalekim (południowo-zachodnim) sąsiedztwie obszaru znajduje się nieeksploatowane złożo ropy naftowej Sieraków (NR 17983; Fig. 4.1). Jeszcze dalej znajdują się:

- około 52 km na SW, eksploatowane złożo ropy naftowej Grotów (NR 10254), udokumentowane w 2005 roku (Pikulski, 2005);
- około 57 km na SE, eksploatowane złożo gazu ziemnego Międzychód (GZ 9502), udokumentowane w 2003 r. (Pikulski 2003a);
- około 68 km na SW, eksploatowane złożo ropy naftowej Lubiatów (NR 9736), udokumentowane w 2003 r. (Pikulski 2003b; najnowszy dodatek: Szczawińska, 2004).

Złoża te występują w cechsztyńskim dolomicie głównym. Ten typ złóż nie jest spodziewany na obszarze „Piła”.

Niekonwencjonalne, nieudokumentowane złoża gazu typu *tight gas* zostały stwierdzone wierceniami: Energia Zachód Sp. z o.o. (Trzek 1, 2/2H, 3/3H) na bloku 207 oraz wierceniem PGNiG S.A. (Pniewy 4) na koncesji Wronki, znajdującymi się w znacznej odległości od obszaru przetargowego. Złoża te umiejscowione są faktycznie w konwencjonalnych pułapkach strukturalnych, uszczelnieniach anhydritami cechsztynu, w których stwierdzono gaz w bardzo słabo przepuszczalnych piaskowcach czerwonego spągowca (Kiersnowski i in., 2010; Aurelian, 2012). W obrębie obszaru „Piła” występowanie tego typu złóż jest mało prawdopodobne. Zakłada się, że może tam występować *tight gas* w systemie *Basin Centered Gas System*, gdzie gaz jest uszczelniony wodą kapilarną (patrz rozdział 2.1.2 i 3.6).

## 5. OTWORY WIERTNICZE

### 5.1. INFORMACJE OGÓLNE

Na obszarze przetargowym „Piła” znajdują się następujące otwory wiertnicze (Fig. 5.1):

| Nazwa otworu  | Głębokość<br>[m p.p.t.] | Stratygrafia<br>na dnie |
|---------------|-------------------------|-------------------------|
| PIŁA 1/IG-1   | 5482,0                  | karbon                  |
| MIROSLAW IG-2 | 500,0                   | jura                    |

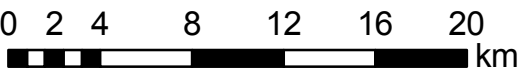
Otwór wiertniczy Piła 1/IG-1 (Żelichowski, 1985) jest jedynym głębokim otworem na obszarze przetargowym, w którym nawiercono utwory czerwonego spągowca, będące głównym horyzontem poszukiwawczym. Z tego powodu otwór ten został wybrany jako reprezentatywny dla całego obszaru.

→ Fig. 4.1. Złoża węglowodorów w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Piła”



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

PIŁA



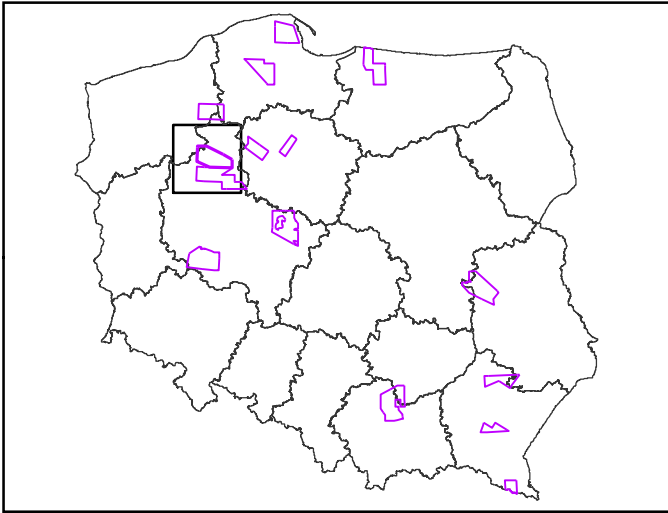
Układ współrzędnych: PL-1992

Objaśnienia

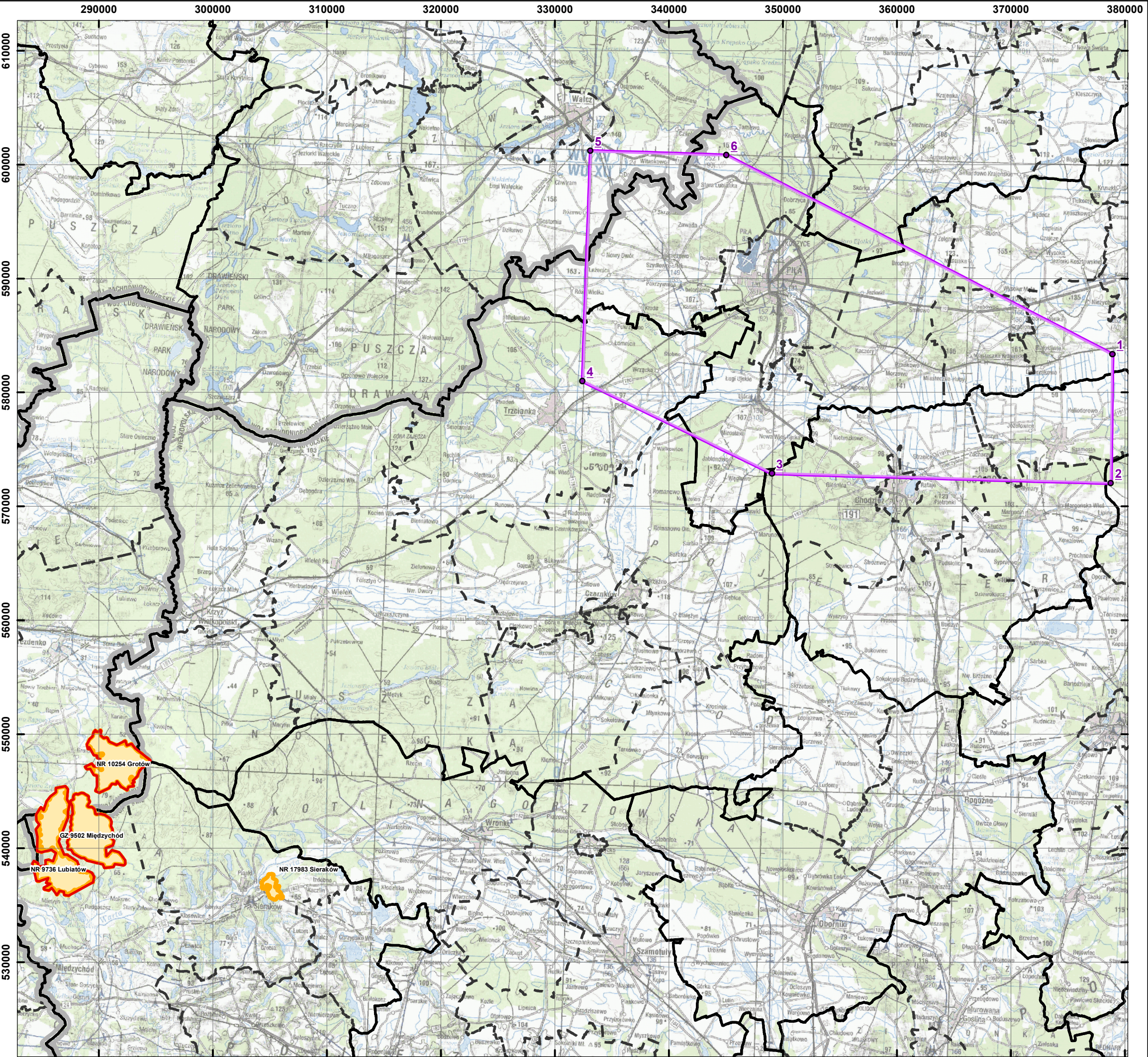
- obszary wytypowane do przetargu
- złoża węglowodorów
- obszary górnicze
- granice gmin
- granice powiatów
- granice województw

Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru Piła  
układ współrzędnych PL-1992

| Nr punktu | X         | Y         |
|-----------|-----------|-----------|
| 1         | 583341,11 | 378925,81 |
| 2         | 572026,54 | 378791,78 |
| 3         | 572875,62 | 349057,65 |
| 4         | 580980,15 | 332427,20 |
| 5         | 601193,83 | 333133,14 |
| 6         | 600818,16 | 345067,12 |



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





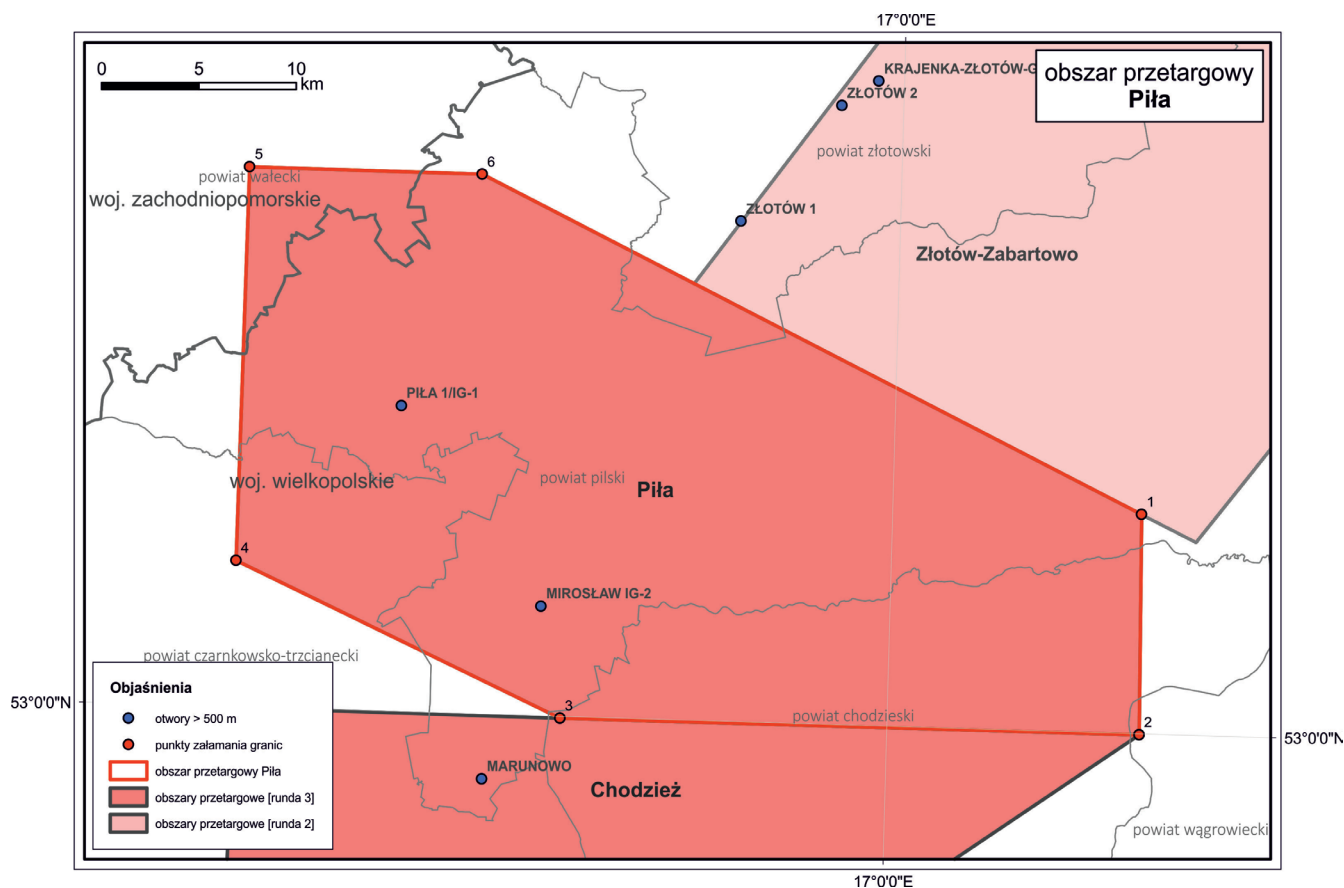


Fig. 5.1. Głębokie otwory wiertniczne na obszarze przetargowym „Piła” i w jego bliskim sąsiedztwie

## 5.2. 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                              | 1 959,00 | 2 080,50 | wapień muszlowy dolny                      |
| 88,00    | 123,00   | miocen                                   | 2 080,50 | 3 099,00 | trias dolny                                |
| 123,00   | 185,00   | oligocen                                 | 2 080,50 | 2 235,00 | pstry piaskowiec górny                     |
| 185,00   | 212,50   | aalen górny                              | 2 235,00 | 2 465,00 | formacja półczyńska                        |
| 212,50   | 263,50   | aalen dolny                              | 2 465,00 | 2 716,00 | formacja pomorska                          |
| 263,50   | 335,00   | toark górny (formacja borucicka)         | 2 716,00 | 3 099,00 | formacja bałtycka                          |
| 335,00   | 466,00   | toark dolny (formacja ciechocińska)      | 3 099,00 | 5 468,00 | perm                                       |
| 466,00   | 641,00   | plienbach górny (formacja komorowska)    | 3 099,00 | 3 127,50 | formacja rewalska                          |
| 641,00   | 697,50   | plienbach dolny (formacja łobeska)       | 3 127,50 | 3 148,00 | podcyklotem PZ4d                           |
| 697,50   | 950,00   | synemur (formacja ostrowiecka)           | 3 148,00 | 3 166,50 | podcyklotem PZ4c                           |
| 950,00   | 1 068,00 | hetang (formacje skłobska i zagajska)    | 3 166,50 | 3 182,50 | sól kamienna najmłodsza stropowa Na4b2     |
| 1 068,00 | 1 123,00 | retyk (warstwy wielochowskie)            | 3 182,50 | 3 203,00 | ił solny czerwony górny – część górna T4b2 |
| 1 123,00 | 1 262,00 | noryk (warstwy zbąszyńskie i jarkowskie) | 3 203,00 | 3 206,00 | sól rozdzielająca Na4b1                    |
| 1 262,00 | 1 731,00 | karnik                                   | 3 206,00 | 3 220,50 | ił solny czerwony górny – część dolna T4b1 |
| 1 262,00 | 1 431,00 | warstwy gipsowe górne                    | 3 220,50 | 3 244,50 | sól kamienna najmłodsza górna Na4a2        |
| 1 431,00 | 1 527,50 | piaskowiec trzcinowy                     | 3 244,50 | 3 245,00 | anhydryt pegmatytowy górny A4a2            |
| 1 527,50 | 1 731,00 | warstwy gipsowe dolne                    | 3 245,00 | 3 279,00 | sól kamienna najmłodsza dolna Na4a1        |
| 1 731,00 | 2 080,50 | trias środkowy                           | 3 279,00 | 3 280,00 | anhydryt pegmatytowy dolny A4a1            |
| 1 731,00 | 1 874,00 | warstwy sulechowskie                     | 3 280,00 | 3 281,50 | sól podścielająca Na4a0                    |
| 1 874,00 | 1 915,00 | wapień muszlowy górny                    | 3 281,50 | 3 298,00 | ił solny czerwony dolny T4a                |
| 1 915,00 | 1 959,00 | wapień muszlowy środkowy                 | 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 | ił solny szary T3                          |
|          |          |                                          | 3 581,50 | 3 583,50 | anhydryt kryjący A2r                       |



|          |          |                                                                 |
|----------|----------|-----------------------------------------------------------------|
| 3 583,50 | 3 612,50 | <i>sól potasowa starsza K2</i>                                  |
| 3 612,50 | 4 147,50 | <i>sól kamienna starsza Na2</i>                                 |
| 4 147,50 | 4 149,00 | <i>anhydryt podstawowy A2</i>                                   |
| 4 149,00 | 4 155,50 | <i>dolomit główny Ca2</i>                                       |
| 4 155,50 | 4 205,50 | <i>anhydryt górny A1g</i>                                       |
| 4 205,50 | 4 335,00 | <i>sól kamienna najstarsza Na1</i>                              |
| 4 335,00 | 4 375,00 | <i>anhydryt dolny A1d</i>                                       |
| 4 375,00 | 4 380,00 | <i>wapień cechsztyński Ca1,</i><br><i>łupek miedzionośny T1</i> |
| 4 380,00 | 5 468,00 | <i>czerwony spągowiec</i>                                       |
| 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-łłowcowy, 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 złoża:

- 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 przypiływu,
- w jurze dolnej (1022,0–997,0 m), uzyskując przypiływu 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 złoża typu KII 2M-95, stosując metodę dwukrotnego odcięcia przypiływu. W okresach przypiływu i odbudowy ciśnienia nie uzyskano rejestracji ciśnień ze względu na awarię zegara.

- I okres przypiływu: 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 złoża. Po wyciągnięciu przewodu wiertniczego stwierdzono zalewkę oraz 6 m<sup>3</sup> filtratu płuczki, prawdopodobnie wymieszanej z solanką. Średni przyływ wyniósł 1,6 m<sup>3</sup>/h, jednak wielkość ta może być związana z oddawaniem płuczki, która w ilości ponad 20 m<sup>3</sup> infiltrowała w złożo w trakcie wiercenia. Do momentu awarii zegara, tj. po 4 minutach pierwszego okresu odbudowy, ciśnienie wzrosło do 616,4 · 10<sup>3</sup> hPa. Temperatura w 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/dm<sup>3</sup>, gęstość 1,0875 g/cm<sup>3</sup> i odczyn 5,69 w skali pH. Pierwiastki śladowe występują w ilości: żelazo – 21,6 mg/dm<sup>3</sup>; mangan – 32 mg/dm<sup>3</sup>; stront – 435 mg/dm<sup>3</sup> i lit – 84,6 mg/dm<sup>3</sup>. Skład chemiczny solanki przedstawiono w Tab. 5.1.

**Tab. 5.1.** Skład solanki z próbnika zapiętego w interwale 5398,5–5345 m otwór Pila 1/IG-1

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

$$\frac{rNa}{rCl} = 0,71 \quad \frac{rCl - rNa}{rMg} = 16,1 \quad \frac{rSO_4 \times 100}{rCl} = 0,35 \quad \frac{rCa}{rMg} = 9,13$$

$$\frac{rNa}{rK} = 64,3 \quad \frac{Cl}{Br} = 307 \quad \frac{Br}{Cl} = 27,7$$

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 Tab. 5.2 przedstawiono analizę gazu z głębokości 5353 m.

**Tab. 5.2.** Analiza gazu z głębokości 5353 m w otworze Pila 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                           |

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 z głębokości 5398,5 m, 2,5 tygodnia od chwili pierwszych objawów zgazowania. Skład gazu przedstawiono w tabeli 5.3.

**Tab. 5.3.** Analiza gazu z płuczki pobranej z głębokości 5398,5 m w otworze Pila 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                           |

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

Podsumowując, w wyniku badania próbnikiem złoża 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 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 m<sup>3</sup>/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., Tańczyk, J. 1989. Opracowanie petrograficzne utworów podpermskich i skał wylewnych czerwonego spągowca w wybranych otworach na monoklinie przedsudeckiej. Inw. 5695/2009, CAG PIG, Warszawa.

Klecan, A. 1984. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Piła IG-1. Inw. P70VS, NAG, Warszawa.

Nawrocki, J., Grabowski, J. 1990. Analiza litofacyjnych i paleogeograficznych podstaw poszukiwań nagromadzeń węglowodorów w utworach permu. Wyniki badań paleomagnetycznych utworów permu i najniższego triasu z otworów wiertniczych Brojce IG-1, Mszczonów IG-1 i Piła IG-1. Inw. 308/92, CAG PIG, Warszawa.

Wagner, R., Nawrocki, J., Grabowski, J., Pokorski, J. 1990. Analiza litofacyjnych i paleogeograficznych podstaw poszukiwań nagromadzeń węglowodorów w utworach permu. Część I 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. Inw. 237/91, CAG PIG, Warszawa.

Żelichowski, A. 1985. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego: PIŁA 1 (IG-1). Inw. 129561, CAG PIG, Warszawa.

Żurawek, E., Muszyński, M., Głowacki, E., Roman, S., Rydzewska, K. 1989. Korelacja i charakterystyka petrograficzno-zbiornikowa piaskowców śródsaksońskich na obszarze wału pomorskiego. Inw. 5108/2009, CAG PIG, Warszawa.

#### 5.3. MIROSLAW IG-2

**Głębokość otworu:** 500,0 m

**Rok zakończenia wiercenia:** 1960

**Rdzenie:** brak

**Stratygrafia (CBDG, 2017):**

|        |        |             |
|--------|--------|-------------|
| 0,00   | 74,00  | czwartorzęd |
| 74,00  | 128,40 | trzeciorzęd |
| 128,40 | 500,00 | jura        |

#### Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Peksa, A. 1960. Karta otworu Mirosław IG-2. Inw. 61812, CAG PIG, Warszawa.

## PROFIL ZBIORCZY ODWIERTU PIŁA 1/IG-1

**SKALA 1: 10 000**

### WSPÓŁRZĘDNE PROSTOKĄTNE

WIERCENIE ROZPOCZĘTO: 26.10.1982

X\_1992 588932.07

MIEJSCOWOŚĆ: KOTUŃ

WIERCENIE ZAKOŃCZONO: 5.06.1984

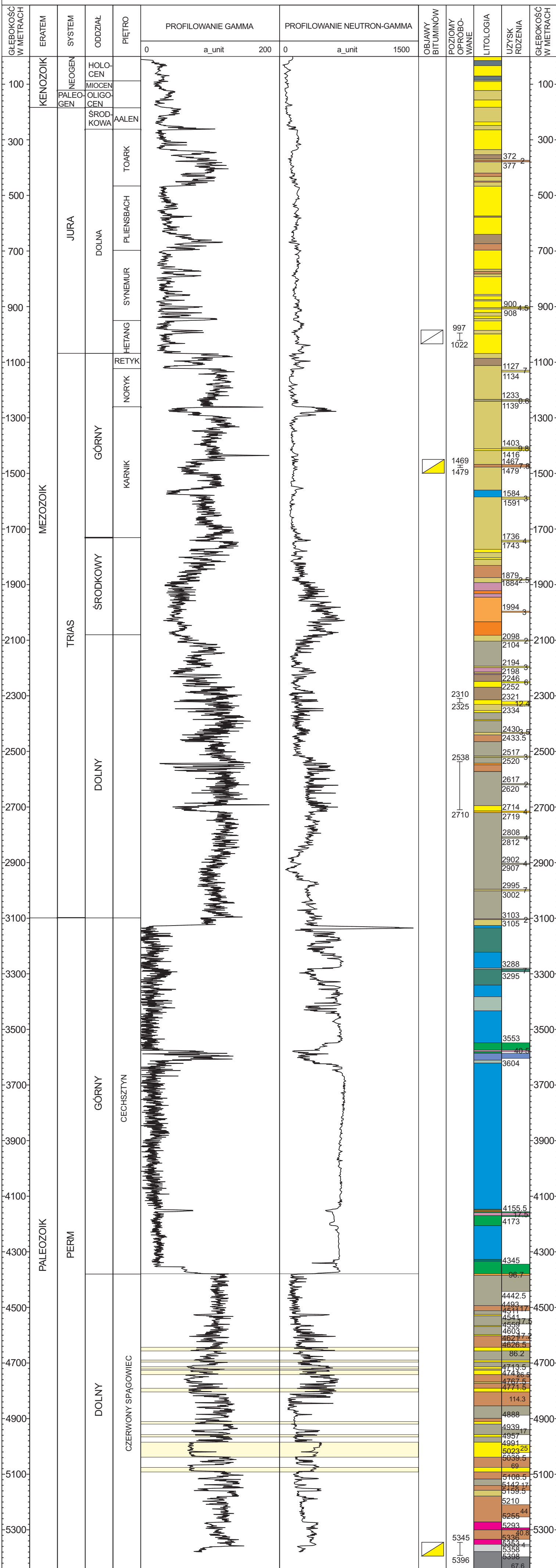
Y\_1992 340922.49

GMINA: SZYDŁOWO

GŁĘBOKOŚĆ KOŃCOWA: 5482

WYSOKOŚĆ: 93.1 m n.p.m.

WOJEWÓDZTWO: WIELKOPOLSKIE



- |                                                                                     |                     |                                                                                     |                           |                                                                                     |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|  | glina zwalowa       |  | zlepierce                 |  | przyływ wody słabozmineralizowanej |
|  | żwiry               |  | iłowce wapniste           |  | przyływ solank zgazowanej          |
|  | piaski, piaskowce   |  | sól kamienna              |                                                                                     |                                    |
|  | mułowce             |  | anhydryt                  |                                                                                     |                                    |
|  | wapienie            |  | iłowce dolomityczne       |                                                                                     |                                    |
|  | wapienie margliste  |  | wapienie piaszczyste      |                                                                                     |                                    |
|  | margle              |  | iłowce i mułowce          |                                                                                     |                                    |
|  | mułowce piaszczyste |  | dolomity                  |                                                                                     |                                    |
|  | iłowce              |  | zubry                     |                                                                                     |                                    |
|  | sole potasowe       |  | sole kamienne i anhydryty |                                                                                     |                                    |



## 6. DANE SEJSMICZNE

Obszar przetargowy „Piła” jest pokryty danymi (liniami sejsmicznymi) wykonanymi głównie w latach 70. i 80. XX w. Linie 2D utworzyły rzadką, ale stosunkowo równomiernie rozłożoną sieć danych sejsmicznych (Fig. 6.1). W części wschodniej obszaru dodatkowo zlokalizowano regionalny profil sejsmiczny pomierzony na linii Obrzycko-Zabartowo w 2011 r. Pomiaru wykonano w ramach projektu badań regionalnych przez ba-

sen permski stanowią pierwszy etap prac. Na mapie przedstawiono przybliżony przebieg profilu oraz wyniki pomiarów wraz z interpretacją (Fig. 6.2; Rowan i Krzywiec, 2014). Dane poddano również reprocessingowi, co pozwoliło uzyskać dobrą jakość obrazu (Fig. 6.3 – linia sejsmiczna T0040182 – zaznaczona pogrubioną linią na Fig. 6.1). W ujęciu tabelarycznym podano długości linii ograniczone do granic obszaru przetargowego z pominięciem linii krótszych niż 2 km (Tab. 6.1).

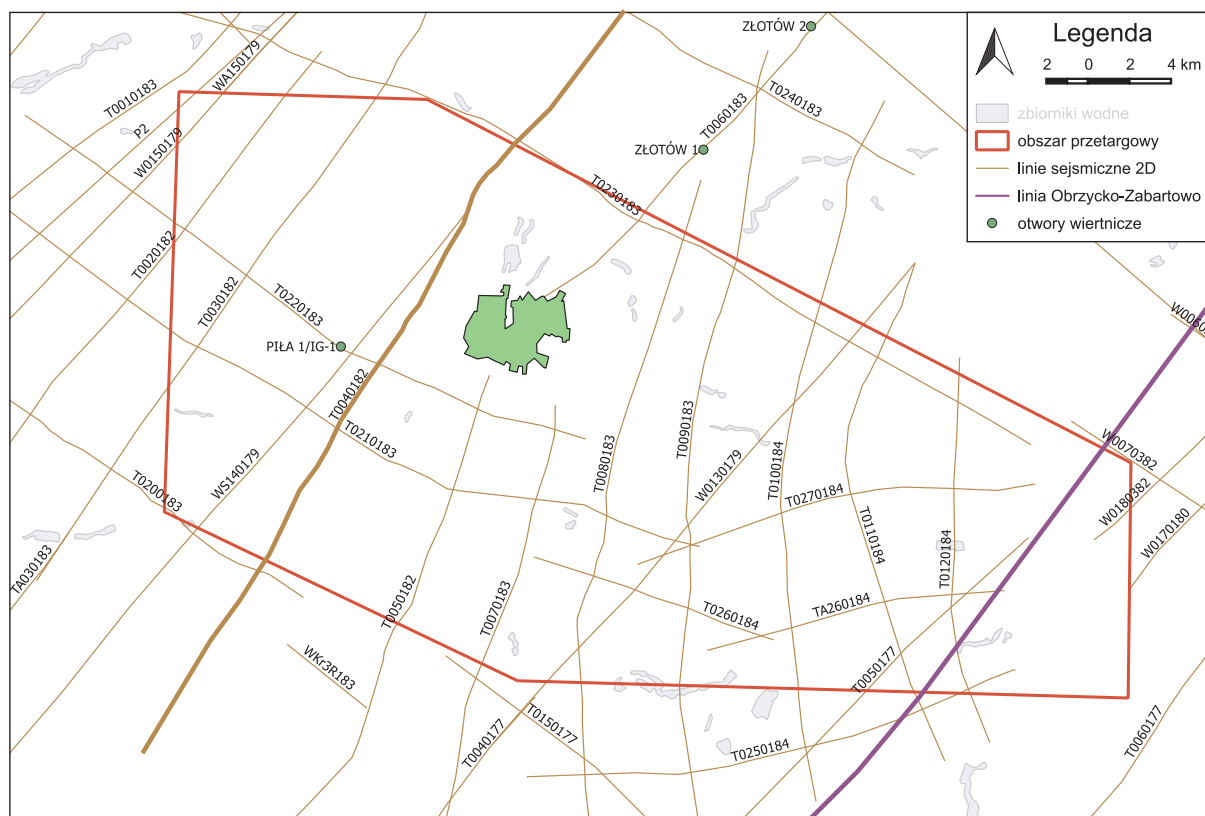


Fig. 6.1. Mapa lokalizacyjna danych sejsmicznych w rejonie obszaru „Piła”. Pogrubiona linia T0040182 zilustrowana jest na Fig. 6.3.

Tab. 6.1. Lista linii sejsmicznych z obszaru przetargowego „Piła”

| NAZWA         | ROK  | TEMAT                    | REJON            | WŁAŚCICIEL    | DŁUGOŚĆ [km] |
|---------------|------|--------------------------|------------------|---------------|--------------|
| T0050177      | 1977 | Czarnków-Poznań-Strzelno |                  | Skarb Państwa | 10,68        |
| W0130179      | 1979 | Piła-Bydgoszcz           | Rejon Bydgoszczy | Skarb Państwa | 22,94        |
| W0150179      | 1979 | Piła-Bydgoszcz           | Rejon Bydgoszczy | Skarb Państwa | 3,34         |
| WS140179      | 1979 | Piła-Bydgoszcz           | Rejon Bydgoszczy | Skarb Państwa | 20           |
| W0180382      | 1982 | Bydgoszcz                |                  | Skarb Państwa | 2,27         |
| T0020182      | 1982 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 8,95         |
| T0030182      | 1982 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 17,11        |
| T0040182      | 1982 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 23,49        |
| T0050182      | 1982 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 12,86        |
| T0060183      | 1983 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 7,71         |
| T0070183      | 1983 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 13,13        |
| T0080183      | 1983 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 22,45        |
| T0090183      | 1983 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 20,86        |
| T0210183      | 1983 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 27,91        |
| T0220183      | 1983 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 22,64        |
| T0230183      | 1983 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 25,68        |
| T0100184      | 1984 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 18,84        |
| T0110184      | 1984 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 17,99        |
| T0120184      | 1984 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 15,50        |
| T0250184      | 1984 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 2,89         |
| T0260184      | 1984 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 12,17        |
| T0270184      | 1984 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 19,68        |
| TA260184      | 1984 | Wałcz-Gołańcz            |                  | Skarb Państwa | 14,57        |
| AGH28511      | 2011 | Obrzycko-Zabartowo       |                  | Skarb Państwa | ~14,50       |
| Suma:         |      |                          |                  |               |              |
| Skarb Państwa |      |                          |                  |               | 378,16       |

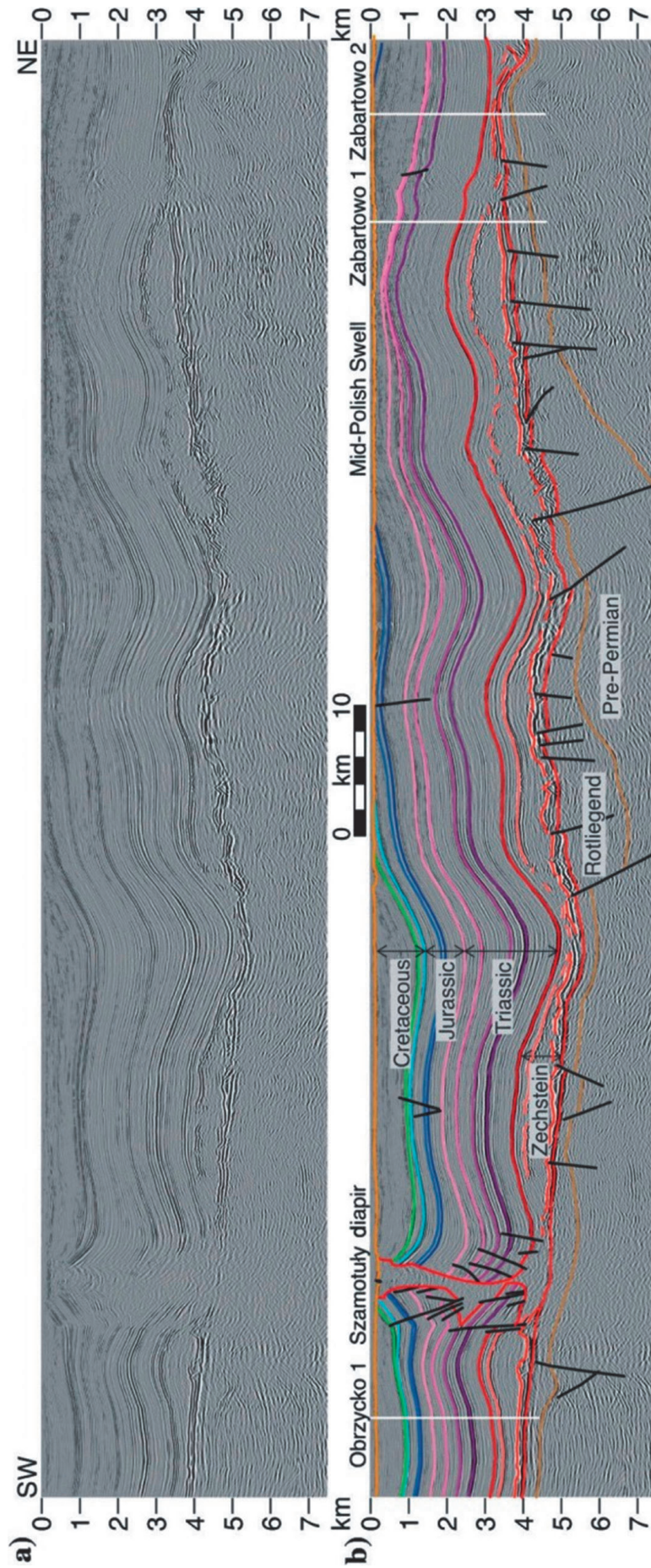


Fig. 6.2. Przekrój sejsmiczny AGH28511 po migracji głębokościowej przed składaniem, pomierzonej na linii Obrzycko-Zabartowo: a – przed interpretacją, b – po interpretacji (Rowan i Krzywiec, 2014)



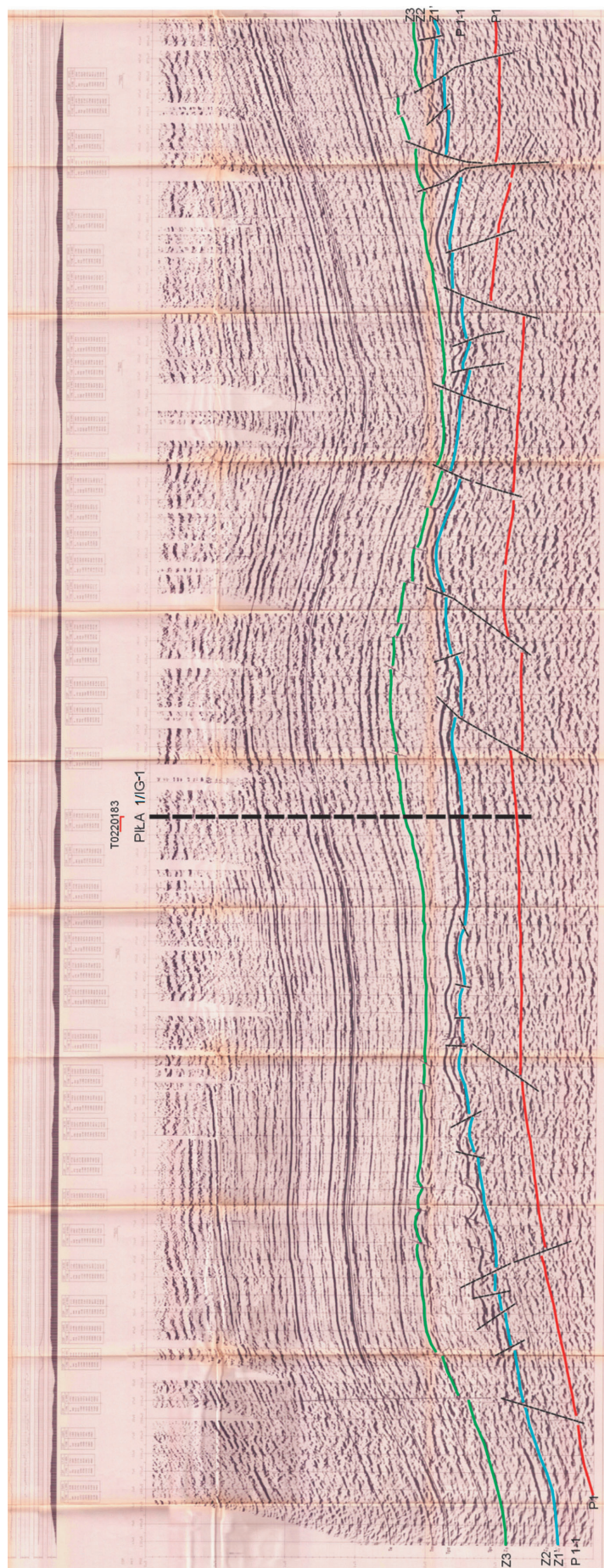


Fig. 6.3. Czasowy przekrój sejsmiczny T0040182 (Wnuk i Świerczewska, 1995). Na przekroju sejsmicznym zaznaczono zrzutowaną lokalizację profilu wiercenia Pila 1/G-1

## 7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETOMETRYCZNE

### 7.1. GRAWIMETRIA

Pierwsze pomiary grawimetryczne w rejonie obszaru przetargowego „Piła” zostały wykonane na przełomie lat 40. i 50. XX w. (Piątkowski, 1948; Janczewski, 1951; Reczek, 1955, 1956). Pomiary te były realizowane ze średnim zagęszczeniem 0,2 pkt/km<sup>2</sup> (zdjęcie o charakterze regionalnym). Ze względu na jakość zachowanej dokumentacji pomiary te nie kwalifikują się niestety do cyfrowania. Scyfrowane zostały natomiast kolejne zdjęcia o charakterze regionalnym, w rejonie niecki łódzkiej – zdjęcie o zagęszczeniu 0,8 pkt/km<sup>2</sup> (Stolarek i in., 1958) i w rejonie Oborniki–Czarnków – zdjęcie o zagęszczeniu 1 pkt/km<sup>2</sup> (Grzywacz, 1958). Opracowanie pierwszych map regionalnych (skala 1: 300 000, Kaczowska, 1958a–f, 1959) pociągnęło za sobą prace interpretacyjne (Małoszewski, 1958).

W latach 60. XX w. przystąpiono do realizacji zdjęcia półszczegółowego. Zdjęcia obejmujące rejon synklinorium szczecińsko-mogileńskiego (Duda i Bochnia, 1968) oraz antyklinorium pomorskie (Reczek i Kruk, 1970; Zdziarska i in., 1973) zostały wykonane ze średnim zagęszczeniem 2 pkt/km<sup>2</sup>. Lokalizacja punktów pomiarowych zdjęć półszczegółowych zrealizowanych w obrębie obszaru „Piła” przedstawiona została na Fig. 7.1.

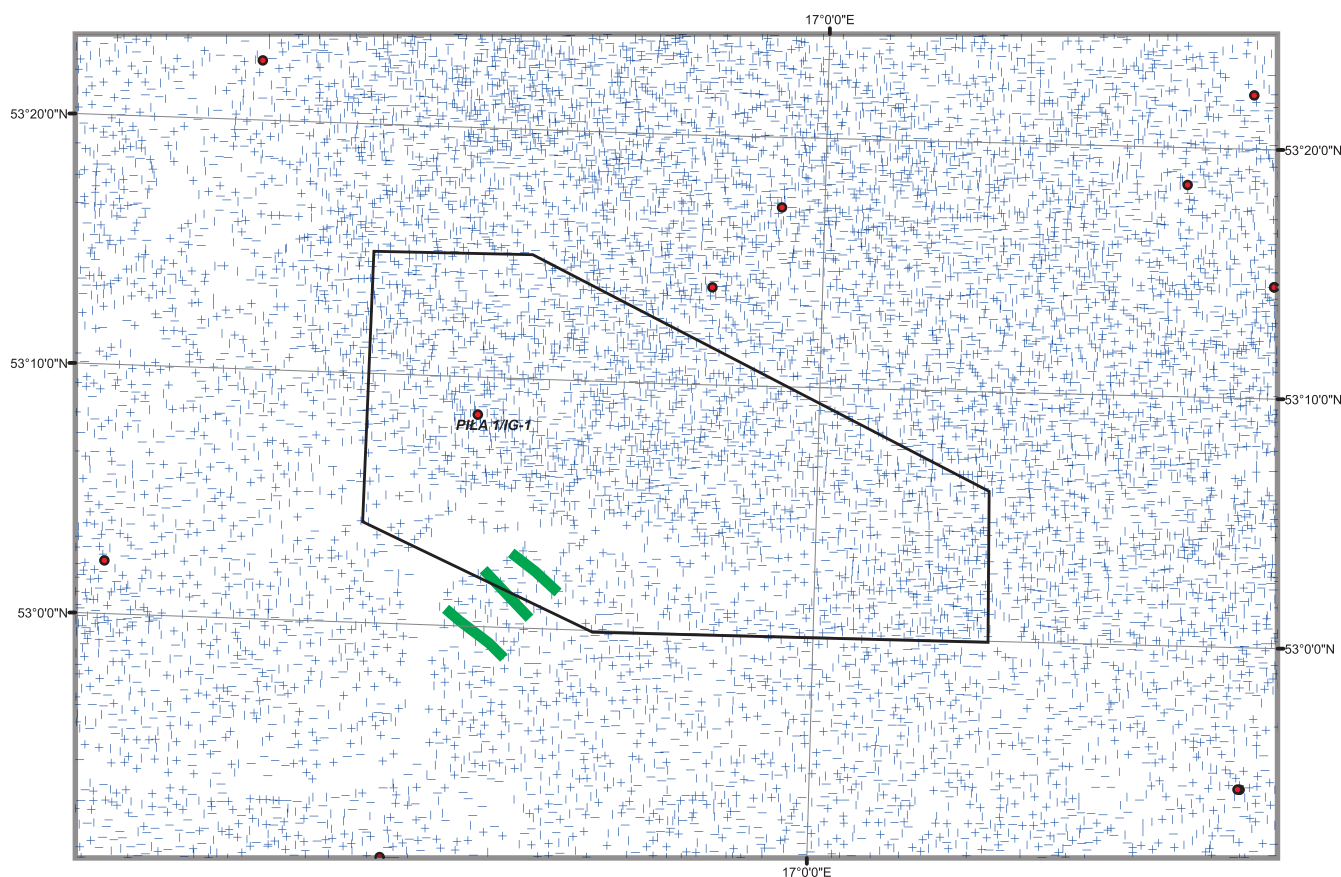
Wykonanie zdjęcia półszczegółowego pociągnęło za sobą opracowanie map anomalii Bouguera w skali 1: 200 000 (arkusz Piła – Soćko i Szczypa, 1979; Arkusz Nakło – Soćko i Szczypa, 1980) oraz opracowania interpretacyjne (Jamrozik, 1968, 1971; Soćko, 1976; Dąbrowska, 1986; Petecki, 1988; Wybraniec i in., 1998).

Wszystkie zdjęcia półszczegółowe 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 były określane 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.

W SE części obszaru „Piła” zostało wykonane szczegółowe zdjęcie profilowe (Łaszczyńska i Wasiak, 1982). W jego ramach pomierzono 11 profili o średnim kroku pomiarowym 40 m (w tym trzy profile zaznaczone zielonym kolorem na Fig. 7.1). Zdjęcie to było ukierunkowane na poszukiwanie złóż węgla brunatnego.

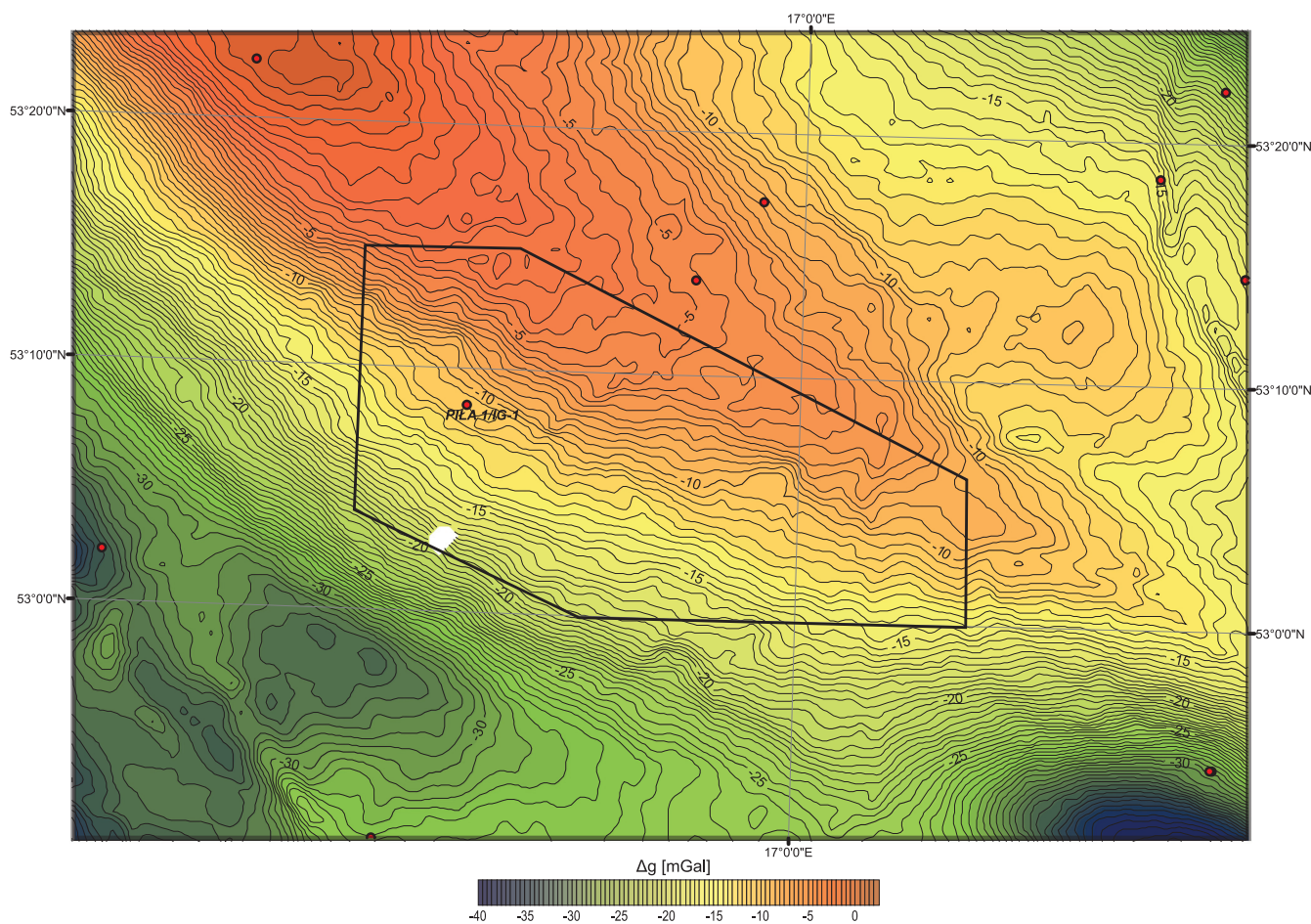
Na Fig. 7.2 zamieszczono mapę anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera, skonstruowaną na podstawie bazy danych opracowanej na potrzeby realizacji „Atlasu grawimetrycznego Polski” (Królikowski i Petecki, 1995). Zgodnie z podziałem na jednostki grawimetryczne przyjętym w „Atlasie...” obszar przetargowy „Piła” znajduje się w obrębie wyżu pomorskiego, a jego SW granica przebiega wzdłuż granicy wyżu pomorskiego z niżem szczecińsko-mogileńsko-miechowskim. Granicę tę stanowi oś wysokiego gradientu przebiegającego od Zatoki Pomorskiej na wysokości Wolina w kierunku SE do Chodzieży i Żnina. Przedłużenie gradientu po stronie niemieckiej to tzw. gradient uskoku transeuropejskiego (Grosse i in., 1990).

Dominujący udział w tworzeniu wyżu pomorskiego ma podłoże podpermskie (Grobelski i Królikowski, 1988). Potwierdzają to wyniki modelowania dwuwymiarowego wzdłuż profilu BMT-5 (Petecki w: Stefaniuk i in., 2008).



**Fig. 7.1.** Lokalizacja punktów pomiarowych grawimetrycznego zdjęcia półszczegółowego (niebieskie krzyżyki) i szczegółowego (zielone linie). Na mapie zaznaczono obszar przetargowy „Piła”. Czerwone punkty – otwory badawcze





**Fig. 7.2.** Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera, gęstość redukcji 2,67 g/cm<sup>3</sup>. Na mapie zaznaczono obszar przetargowy „Piła” (na podstawie Królikowskiego i Peteckiego, 1995). Czerwone punkty – otwory badawcze

### Dokumentacje grawimetryczne i opracowania archiwalne

Dąbrowska, B. 1986. Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Arkusz Piła, 1986. Kat. N33-XXIX/11, CAG PIG, Warszawa.

Duda, W., Bochnia, N. 1968. Dokumentacja pól szczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Synklinorium szczecińsko-mogileńskie, 1967. Kat. G-1014 PBG, CAG PIG, Warszawa.

Grzywacz, J. 1958. Sprawozdanie z pól szczegółowych badań grawimetrycznych Oborniki – Czarnków, 1957. Inw. 9963/3265, Kat. 3723/14, CAG PIG, Warszawa.

Jamrozik, J. 1968: Analiza grawimetryczna strefy Szamotuły – Drawno 1968r. Kat. G-238 PBG, CAG PIG, Warszawa.

Jamrozik, J. 1971. Interpretacja anomalii siły ciężkości z synklinorium szczecińskiego, 1971. Kat. 42/119, CAG PIG, Warszawa.

Janczewski, E. 1951. Anomalie grawimetryczne na Kujawach, 1951. Inw. 6393, Kat. 54/91, CAG PIG, Warszawa.

Kaczkowska, Z. 1958a. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Piła, skala 1:100 000). Kat. 3623/49, CAG PIG, Warszawa.

Kaczkowska, Z. 1958b. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Wałcz, skala 1:100 000). Kat. 3523/57, CAG PIG, Warszawa.

Kaczkowska, Z. 1958c. Mapa grawimetryczna opracowa-

na dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Szczecinek, skala 1:100 000). Kat. 3423/76, CAG PIG, Warszawa.

Kaczkowska, Z. 1958d. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Złotów, skala 1:100 000). Kat. 3524/33, CAG PIG, Warszawa.

Kaczkowska, Z. 1958e. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000, arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Debrzno, skala 1:100 000). Kat. 3424/23, CAG PIG, Warszawa.

Kaczkowska, Z. 1958f. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Zbąszyń, wydanie II tymczasowe (arkusz Krzyż, skala 1:100 000). Kat. 3722/38, CAG PIG, Warszawa.

Kaczkowska, Z. 1959. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Wyrzysk, skala 1:100 000). Kat. 3624/45, CAG PIG, Warszawa.

Łaszczyńska, B., Wasiak, I. 1982. Dokumentacja badań geofizycznych; temat: Poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych (obszary: Giżyno, Kruszewo, Opalenica), 1981 r. Inw. 2160, Kat. 3522/108, CAG PIG, Warszawa.

Małoszewski, S. 1958. Sprawozdanie grupy interpretacji grawimetrycznej temat: „Obliczenie anomalii resztkowych i regionalnych na północno-wschodnim brzegu Wału Przedśudeckiego (w rejonie Oborniki – Pyzdry) i Niecki Łódzkiej 1958 r”. Inw. 40928, Kat. 43/170, Inw. 12284/60, Kat. 3823/32, CAG

PIG, Warszawa.

Petecki, Z. 1988. Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Arkusz Nakło, 1988. Kat. N33-XXX/12, CAG PIG, Warszawa.

Piątkowski, J. 1948. Zdjęcie grawimetryczne Pomorza wagą skręceń Askania Ark. (1414, 1415) 3622 (Człopa) D.E. Inw. 6489, Kat. 3622/39, CAG PIG, Warszawa.

Reczek, J. 1955. Sprawozdanie z pomiarów grawimetrycznych na obszarze Kujawy – Pomorza 1954 r. Inw. 40620, Kat. 3625/193, CAG PIG, Warszawa.

Reczek, J. 1956. Badania grawimetryczne na obszarze niecki szczecińskiej i wału kujawsko-pomorskiego, 1956. Kat. 42/109, CAG PIG, Warszawa.

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. Kat. 53/140, CAG PIG, Warszawa.

Soćko, A., Szczypa, S. 1979. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 25 – Piła, 1979. Kat. N33-XXIX/6, CAG PIG, Warszawa.

Soćko, A., Szczypa, S. 1980. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 26 – Nakło, 1979. Kat. N33-XXX/6, CAG PIG, Warszawa.

Stolarek, J., Grzywacz, J., Kruk, B. 1958. Sprawozdanie z badań regionalnych grawimetrycznych w rejonie Niecki Łódzkiej w 1957 r. Kat. 3826/246, Inw. 9959/3261, Kat. ON/179, CAG PIG, Warszawa.

Wybraniec, S., Petecki, Z., Cieśla, E., Staniszevska, B.

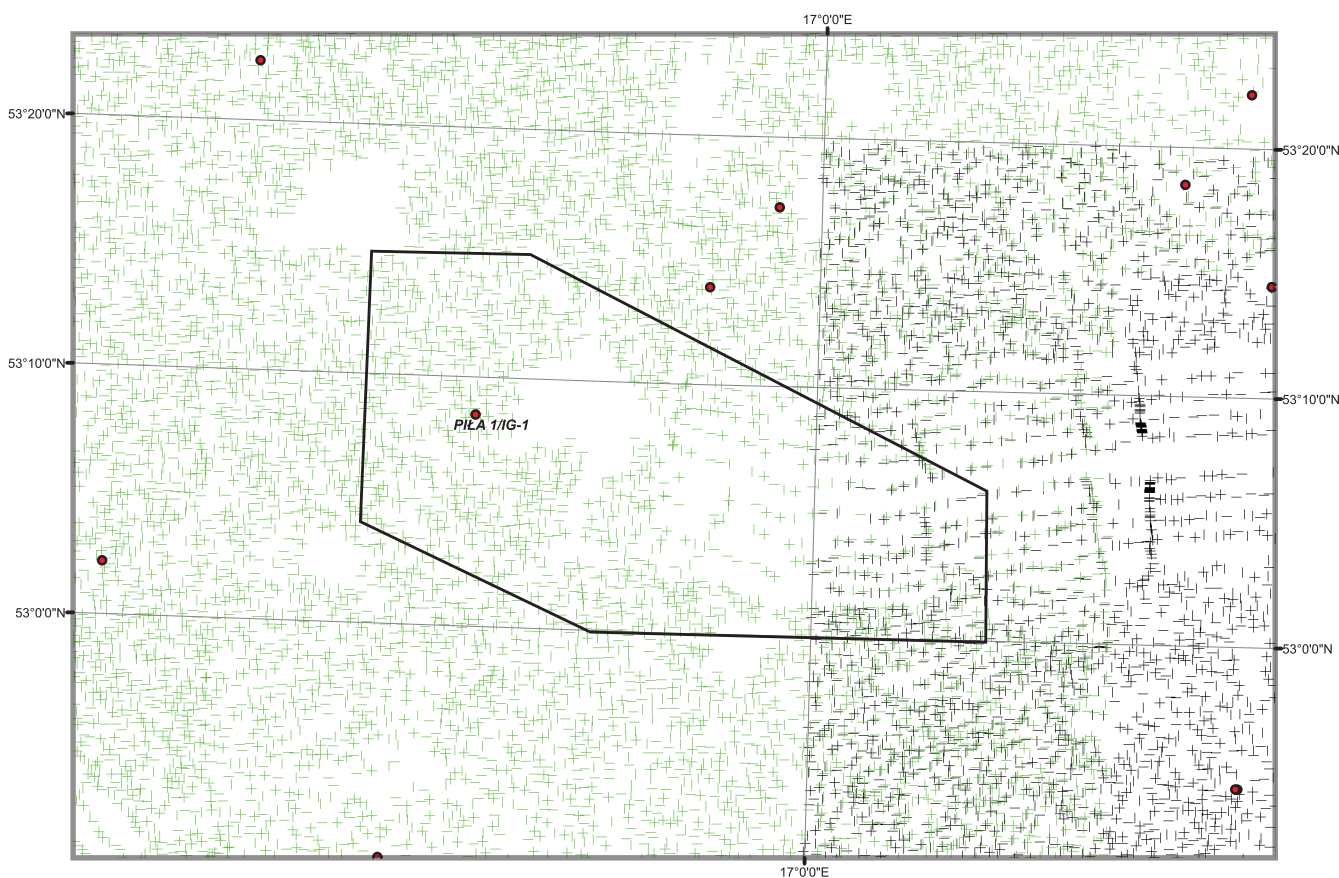
1998. Kompleksowa interpretacja grawimetryczno-magnetyczna Polski zachodniej, 1997. Kat. 7/98, CAG PIG, Warszawa.

Zdziarska, B., Duda, W., Wasiak, I. 1973. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Antyklinorium Pomorskie, 1972. Kat. 32/158, CAG PIG, Warszawa.

## 7.2. MAGNETYKA

Pierwsze pomiary pionowej składowej ziemskiego pola magnetycznego wykonano w latach 30. XX w. (Karaczun, 1954). Z ich wykorzystaniem zostały opracowane mapy magnetyczne w skali 1: 2 000 000 niecki mogileńsko-łódzkiej (Draczyński i in., 1968), synklinorium i antyklinorium pomorskiego (Karaczun i Karaczun, 1969) oraz synklinorium szczecińskiego (Karaczun i Karaczun, 1970). Ze względu na słabo zróżnicowany obraz magnetyczny obszaru zachodniej i centralnej Polski bardziej szczegółowe badania zostały wykonane tu dopiero w latach 80.

Pierwsze zdjęcie półszczegółowe, wykonane magnetometrami protonowymi, mierzącymi całkowite natężenie ziemskiego pola magnetycznego T, wykonano na obszarze przetargowym „Piła” w ramach realizacji pierwszej części tematu: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia (Kosobudzka, 1988a; 1991; 1993). Jest to zdjęcie o zagęszczeniu 2,5 pkt/km<sup>2</sup>. Zostało ono wykonane z wykorzystaniem opracowanej przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych metody różnicowej (Kosobudzka, 1988b). Zdjęcie to zostało zrealizowane na podkładach układu Borowa Góra (zielone punkty na Fig. 7.3). Lokalizacja części punktów, leżących w pasie ograniczającym od wschodu obszar zdjęcia, została



**Fig. 7.3.** Lokalizacja punktów pomiarowych półszczegółowego zdjęcia magnetycznego. Na mapie zaznaczono obszar przetargowy „Piła”. Czarne krzyżyki – lokalizacja określona w układzie współrzędnych 1942, zielone krzyżyki – lokalizacja określona w układzie Borowa Góra



na nowo określona na podkładach układu 1942 (sytuacyjne przenoszenie lokalizacji z podkładu BG na podkład 1942 i ponowne odczytywanie współrzędnych) w trakcie realizacji drugiej części powyższego zdjęcia, realizowanego po kilkuletniej przerwie (Kosobudzka i Paprocki, 1997; 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  $\Delta T$  w skali 1: 200 000 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, 1999; Królikowski i in., 1998).

Charakterystyka obrazu magnetycznego powstała w oparciu o „Mapę magnetyczną Polski 1: 500 000” (Petecki i in., 2004). Obszar przetargowy „Piła” znajduje się w obrębie tzw. SW prowincji magnetycznej, geologicznie obejmującej zasięgiem fanerozoiczną platformę zachodnioeuropejską. Prowincja ta charakteryzuje się stosunkowo niską intensywnością anomalii magnetycznych (znacznie niższą niż w prowincji północno-wschodniej odpowiadającej zasięgiem platformie wschodnioeuropejskiej). W jej obrębie można wydzielić dwa rejon, rozdzielone wyraźną strefą gradientową:

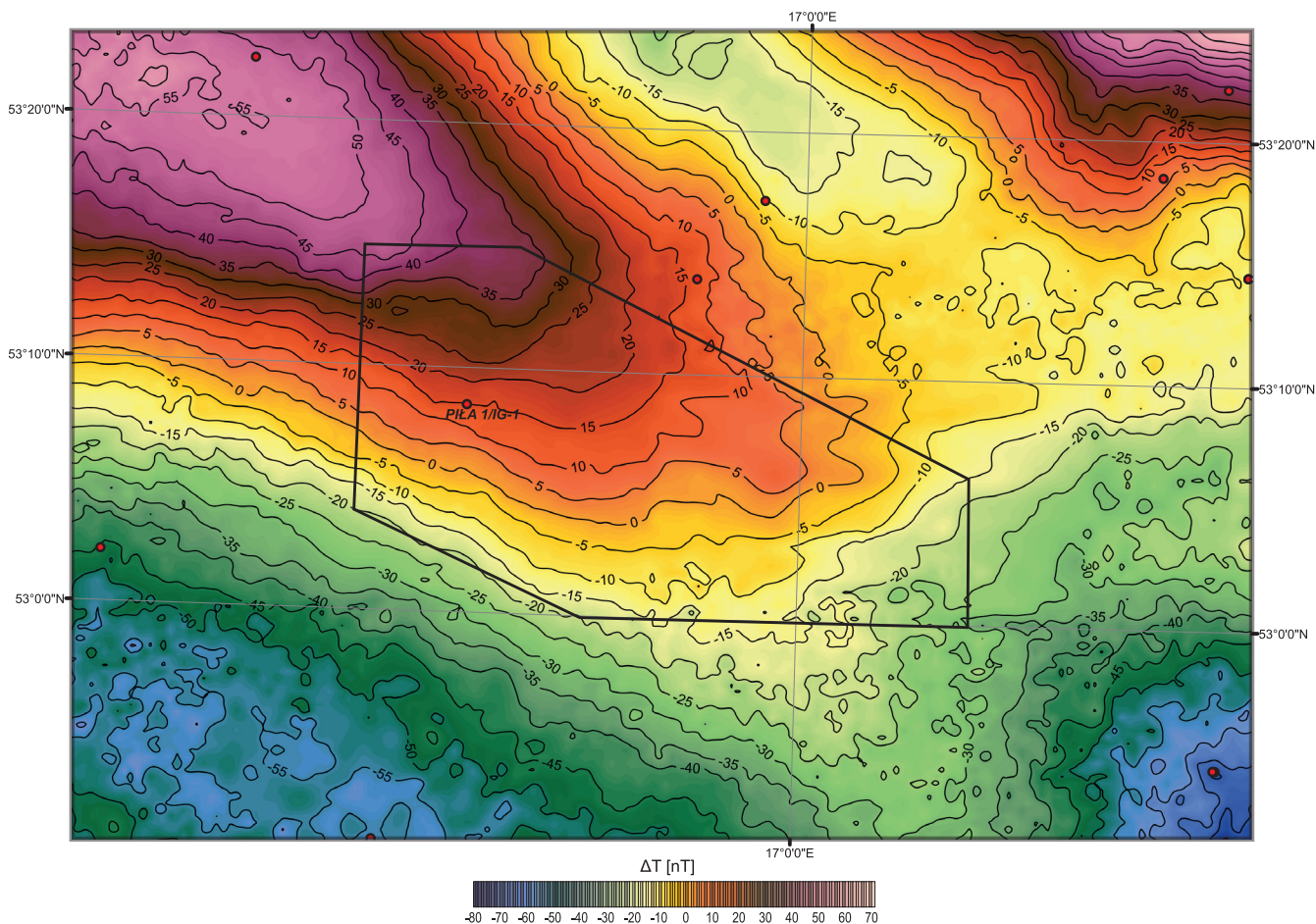
Szczecin–Stargard Szczeciński–Piła–Inowrocław, która jest dobrze widoczna na Fig. 7.4. Na północ od strefy gradientowej występują wydłużone anomalie równoległe do struktury synklinorium pomorskiego (NW ćwiartka, Fig. 7.4). Na SW od strefy gradientowej pole magnetyczne o ujemnych wartościach jest niemal 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).

### Magnetyczne dokumentacje 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 Inw. 1470/95, CAG PIG, Warszawa.

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

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



**Fig. 7.4.** Mapa anomalii modułu całkowitego natężenia ziemskiego pola magnetycznego  $\Delta T$ . Na mapie zaznaczono obszar przetargowy „Piła” (na podstawie Peteckiego i in., 2004)

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

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

Karaczun, K., Karaczun, M. 1969. Zestawienie, analiza i interpretacja mapy magnetycznej w skali 1:2000000 oraz historia badań i charakterystyka magnetyczna Synklinorium i Antyklinorium Pomorskiego, 1969 rok. Inw. 42584, Kat. 42/107, CAG PIG, Warszawa.

Karaczun, K., Karaczun, M. 1970. Analiza i interpretacja mapy magnetycznej 1:2 000 000 oraz historia badań i charakterystyka magnetyczna Synklinorium Szczecińskiego, 1970. Kat. 32/148, CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I. 1988a. Dokumentacja częściowa półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1987. Kat. 32/210, CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I. 1991. Sprawozdanie z półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1990. Kat. 1287/91, CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I. 1993. Sprawozdanie z półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia w latach 1991–1992. Inw. 27/94, CAG PIG, Warszawa.

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, CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1997. Wykonanie półszczegółowych badań magnetycznych T w Polsce zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej 1995–1997 r. Inw. 812/98; Inw. 338/98, CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1998. Mapa magnetyczna Polski w skali 1:200 000. Arkusz: Wągrowiec, 1997. Kat. 812/98, CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I., Zochniak, K. 1991. Mapa magnetyczna Polski. Arkusz: Piła Inw. 1320/91, CAG PIG, Warszawa.

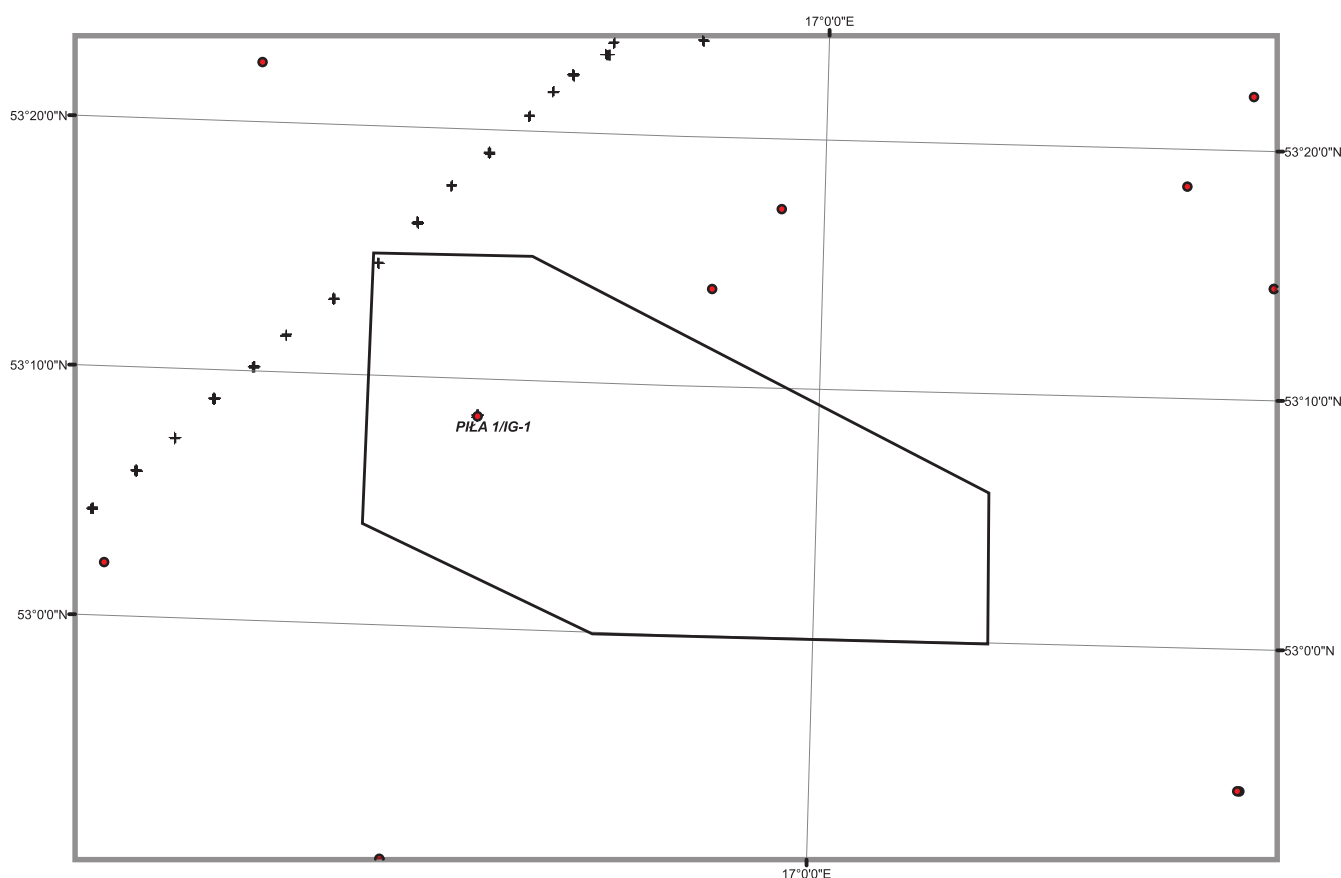
Królikowski, C., Uhrzynowski, A., Petecki, Z., Żółtowski, Z. 1998. Gęstościowe i magnetyczne modele skorupy ziemskiej w zachodniej części platformy wschodnioeuropejskiej, 1998. Kat. 1/99, CAG PIG, Warszawa.

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

Wybraniec, S. 1999. Badanie ukrytych struktur wzdłuż polskiej części transeuropejskiej strefy szwowej z wykorzystaniem danych grawimetrycznych i magnetycznych, 1998. Kat. 3542/98, CAG PIG, Warszawa.

### 7.3. MAGNETOTELLURYKA

W latach 2007–2008 wykonano pierwszy etap realizacji projektu prac magnetotellurycznych w rejonie segmentu pomorskiego bruzdy śródpolskiej (Miecznik i Stefaniuk, 2005). Etap ten obejmował wykonanie pomiarów na dwóch profilach BMT-5 i D-PL. Pierwszy z profili przebiega w bezpośrednim sąsiedztwie obszaru „Piła” (granicząc z nim od NW, Fig. 7.5).



**Fig. 7.5.** Lokalizacja badań magnetotellurycznych (czarne krzyżyki) wzdłuż profilu BMT-5 (Stefaniuk i in., 2008). Na mapie zaznaczono obszar przetargowy „Piła”



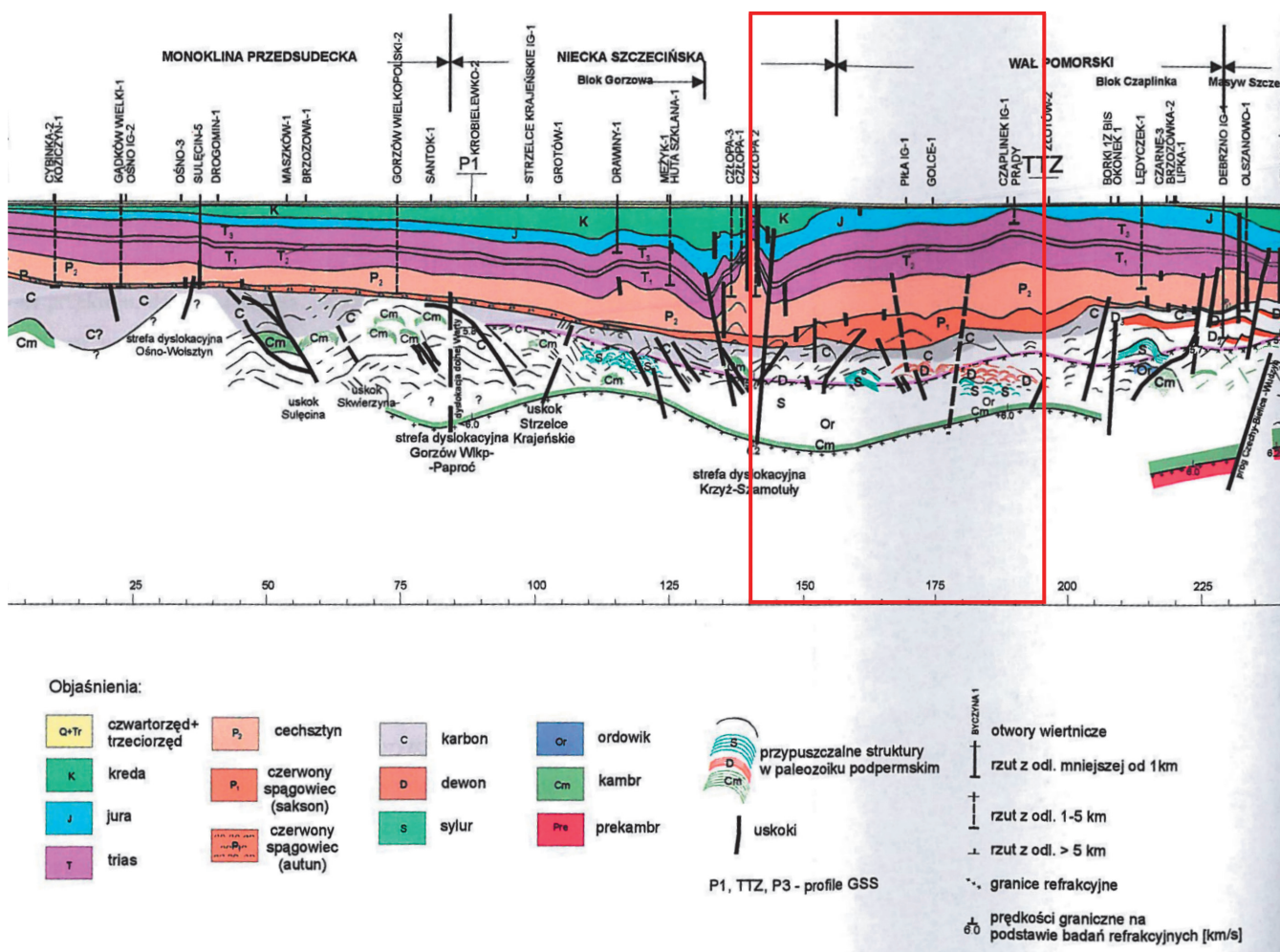


Fig. 7.6. Model geofizyczno-geologiczny pokrywy osadowej wzdłuż profilu BMT-5 (Dziewińska w: Stefaniuk i in., 2008). Czerwonym prostokątem zaznaczono fragment profilu znajdujący się w obrębie Fig. 7.5.

Profil ten ma 300 km długości i przebiega wzdłuż linii profilu refrakcyjnego P2 (program POLONAISE'97, Fig. 3.1). Celem pomiarów było zbadanie geometrii krawędzi kratonu szczególnie w utworach pokrywy platformowej. Wyniki przedstawiono jako przekroje opornościowe z interpretacją geologiczną w skali poziomej 1: 500 000.

Na bazie wyników magnetotellurycznych, sejsmicznych i otworowych opracowano model geofizyczno-geologiczny pokrywy osadowej wzdłuż profilu BMT-5 (Dziewińska w: Stefaniuk i in., 2008, Fig. 7.6.).

## 8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI

Perspektywy poszukiwawcze dla złóż węglowodorów na obszarze przetargowym „Piła” są związane z głęboko pogrzebanymi piaskowcami czerwonego spągowca (rozdziały 2 i 3). Wyniki analizy systemu naftowego wskazują na istniejący w przeszłości system generacyjny, a tym samym możliwość migracji i akumulacji węglowodorów na obszarze „Piła” (rozdział 3). Model 1-D historii pogrążania i dojrzałości termicznej dla otworu Piła 1/IG-1 (Fig. 3.7) potwierdza potencjał generacyjny utworów karbonu. Kwestią dyskusyjną jest czas generacji i istnienie w czasie procesu generacji pułapek dla nagromadzeń gazu. Potencjalne pułapki mogły zostać rozformowane już w późnym karbonie, jednak część gazu mogła reemigrować później, kiedy piaskowce czerwonego spągowca były już

uszczelnione utworami cechsztynu. Przy takim założeniu można spodziewać się odkrycia struktur w czerwonym spągowcu i nagromadzeń gazu ziemnego, uszczelnionych osadami cechsztynu. Drugą możliwością jest istnienie gazu zamkniętego (*tight gas*) w piaskowcach czerwonego spągowca nawet na znacznej głębokości przekraczającej obecnie 5000 m (Wójcicki i in., 2014). W trakcie wiercenia otworu Piła 1/IG-1 w początku lat 80. XX w. nie zakładano wariantu możliwego występowania gazu zamkniętego, i tym samym nie przeprowadzono wszystkich niezbędnych analiz (rozdział 5). Zakładając jednak możliwość występowania nagromadzeń gazu zamkniętego (*tight gas*) należy nastawić się w pierwszym rzędzie na ponowne rozpoznanie obiektów antyklinalnych, w których utwory czerwonego spągowca znajdują się w korzystnej sytuacji strukturalnej oraz mogą być uszczelnione osadami cechsztynu (rozdział 6). Analitycy PGNiG zakładają możliwość wykonania ponownego wiercenia w rejonie struktury Piła. Nie można wykluczyć również odkrycia pułapek konwencjonalnych dla wolnego gazu w stropie osadów czerwonego spągowca pod przykryciem osadów cechsztynu w strukturze Chodzieży i ewentualnie innych analogicznych obiektach perspektywicznych.

Podsumowując, według obecnego stanu rozpoznania obszaru istnieje możliwość odkrycia i udokumentowania konwencjonalnych, a także niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w obrębie stropowej partii utworów czerwonego spągowca lub w głębszej części profilu, jednakże głębokość zalegania perspektywicznych interwałów w obrębie utworów

czerwonego spągowca w granicach 4500–5000 m, może być trudną do pokonania barierą technologiczną. W obecnym stanie rozpoznania najbardziej perspektywiczna jest część południowo-wschodnia obszaru „Piła”, gdzie znajduje się struktura Chodzieży. Wyniesienie strukturalne Piły jest mniej perspektywiczne, ponieważ dotychczasowe wyniki wiercenia Piła 1 IG-1 pokazały bardzo słabe własności zbiornikowe nawierconych tam piaskowców.

### Minimalny zakres prac

Proponowany minimalny zakres prac, który umożliwi rozpoznanie perspektywiczności występowania węglowodorów

i ewentualne udokumentowanie złożeń, obejmuje:

1. Etap 1 (12 m-cy) reprocessing, integracja oraz reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych i otworowych;
  2. Etap 2 (12 m-cy) wykonanie robót sejsmicznych 2D (100 km);
  3. Etap 3 (24 m-ce) wykonanie jednego odwiertu do głębokości maksymalnej 6 000 m wraz z obligatoryjnym rdzeniem w interwałach perspektywicznych i pomiarami geofizycznymi umożliwiającymi analizę petrofizyczną litologii i nasycenia oraz bezpieczne wykonanie robót górniczych
  4. Etap IV (12 m-cv) wykonanie analiz uzyskanych danych;
- Podstawowe informacje o obszarze przetargowym zostały zebrane w karcie informacyjnej (Tab. 8.1)

Tab. 8.1. KARTA INFORMACYJNA

| Dane koncesji                                        | nazwa obszaru:      | „PIŁA”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      | lokalizacja:        | <p>Na lądzie</p> <p>Arkusze mapy topograficznej w skali 1:50 000: Wałcz 273, Stara Łubianka 274, Krajenka 275, Trzcianka 312, Piła 313, Śmiłowo 314, Szamocin 315</p> <p>Fragmety bloków koncesyjnych nr: 146 i 147</p> <p>Położenie administracyjne:</p> <p>województwo wielkopolskie:</p> <p>powiat chodzieski</p> <p>gmina: Chodzież (m.) (0,25% powierzchni), Chodzież (10,08%), Margonin (1,37%), Szamocin (8,68%)</p> <p>powiat czarnkowsko-trzcianiecki</p> <p>gmina: Czarnków (0,16%), Trzcianka (9,51%)</p> <p>powiat pilski</p> <p>gmina: Białosławie (3,50%), Kaczory (13,89%), Miasteczko Krajeńskie (7,37%), Piła (m.) (10,88%), Szydłowo (18,53%), Ujście (9,39%), Wysoka (0,40%)</p> <p>powiat wągrowiecki</p> <p>gmina: Gołańcz (0,09%)</p> <p>powiat złotowski</p> <p>gmina: Krajenka (2%)</p> <p>województwo zachodniopomorskie</p> <p>powiat wałecki</p> <p>gmina: Wałcz (3,92%)</p> |
|                                                      | 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 <sup>2</sup> ]                      |                     | 943,37                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| rodzaj złożeń                                        |                     | konwencjonalne i niekonwencjonalne złożeń gazu ziemnego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Piętra strukturalne                                  |                     | permskie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Systemy naftowe                                      |                     | I – konwencjonalny w utworach czerwonego spągowca<br>II – niekonwencjonalny typu tight w utworach czerwonego spągowca                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Skały zbiornikowe                                    |                     | I, II – piaskowce czerwonego spągowca                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Skały macierzyste                                    |                     | I, II – mułowce i ilowce karbonu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Skały uszczelniające                                 |                     | I, II – ewaporaty cechsztynu, skały klastyczne czerwonego spągowca                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Miaższość nadkładu                                   |                     | I – 4200 – 5100 m<br>II – 5000 – 6000 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Typ pułapki                                          |                     | I – strukturalne i stratygraficzne<br>II – niekonwencjonalne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Złożeń rozpoznane w pobliżu                          |                     | brak                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Zrealizowane zdjęcia sejsmiczne, rejon, (właściciel) |                     | <p>1977 Czarnków–Poznań–Strzelno 2D (Skarb Państwa)</p> <p>1979 Piła–Bydgoszcz 2D (Skarb Państwa)</p> <p>1982 Bydgoszcz 2D (Skarb Państwa)</p> <p>1982–1984 Wałcz–Gołańcz 2D (Skarb Państwa)</p> <p>2011 Obrzycko–Zabartowo (Skarb Państwa)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Otwory reperowe (MD)                                 |                     | <p>reperowe:</p> <p>Piła 1/IG-1 (5482,0 m)</p> <p>offsetowe:</p> <p>Złotów 2 (4845,0 m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej</b> | <p>Etap I<br/>czas trwania: 12 miesięcy<br/>zakres: reprocessing, integracja oraz reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych i otworowych</p>                                                                                                                                                                    |
|                                                                            | <p>Etap II<br/>czas trwania: 12 miesięcy<br/>zakres: wykonanie robót sejsmicznych 2D (100 km)</p>                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                            | <p>Etap III<br/>czas trwania: 24 miesiące<br/>zakres: wykonanie jednego odwiertu do głębokości maksymalnej 6 000 m wraz z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych pomiarami geofizycznymi umożliwiającymi analizę petrofizyczną litologii i nasycenia oraz bezpieczne wykonanie robót górniczych</p> |
|                                                                            | <p>Etap IV<br/>czas trwania: 12 miesięcy<br/>zakres: wykonanie analiz uzyskanych danych</p>                                                                                                                                                                                                                            |

## 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., Kornpihl, D., Peters, K. 2009. Basin and Petroleum System Modeling. *Oilfield Review* Summer 2009: **21**, no. 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.

Aurelian, 2012. Prezentacja firmy Energia Zachód dostępna na stronie [http://siekierki.org/upload/oczyszczalnia-gazu/2012.02.10\\_Aurelian\\_Presentation-SIEKIERKI-FINAL.pdf](http://siekierki.org/upload/oczyszczalnia-gazu/2012.02.10_Aurelian_Presentation-SIEKIERKI-FINAL.pdf)

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.

Bazy danych PSH: Bank Hydro, POBORY, GZWP, Monitoring Wód Podziemnych. PIG-PIB.

Botor, D. 2006. Jednowymiarowe modelowania procesów generowania węglowodorów. W: Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce (red. W. Górecki). Arch. ZSE-AGH Kraków.

Botor, D. 2011. Modelowania 1-D procesów generowania gazu ziemnego w utworach karbońskich w głębokiej części polskiego basenu czerwonego spągowca. *Geologia*, **37**, 503–516.

Botor, D., Kosakowski, P. 2000. Zastosowanie modeli 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.

Brochwicz-Lewiński, W. 1987. Stratygrafia i rozwój sedymentacji. Jura górna. *Prace Inst. Geol.*, **119**, 123–131.

Bunda, D., Gregosiewicz, Z., Tańczyk, J. 1989. Opracowanie petrograficzne utworów podpermskich i skał wylewnych czerwonego spągowca w wybranych otworach na monoklinie przedsudeckiej. Inw. 5695/2009, CAG PIG, Warszawa.

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://otworywiernicze.pgi.gov.pl>

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. Inw. 1470/95, CAG PIG, Warszawa.

Czarnecka, H. (red.), 2004. Komputerowa mapa podziału hydrograficznego Polski. Ośrodek Zasobów Wodnych IMiGW, Warszawa.

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. Hydroconsult Sp. z o.o. Poznań. Inw. 1625/2014, CAG PIG, Warszawa.

Dadlez, R. 1969. Stratygrafia liasu w Polsce Zachodniej. *Prace Inst. Geol.*, **57**.

Dadlez, R. 1997. Epicontinental basins in Poland: Devonian to Cretaceous – Relationship between the crystalline basement and sedimentary infill. *Geol. Quart.*, **41**, 419–432.

Dadlez, R., Dembowska, J. 1965. Budowa geologiczna parantyklinorium pomorskiego. *Prace Inst. Geol.*, **40**.

Dadlez, R., Marek, S., Pokorski, J. (red.). 1998. Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Dadlez, R., Marek, S., Pokorski, J., 2000. Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku. PGNiG S.A., Warszawa. Kat. M/958, CAG PIG, Warszawa.

Dayczak-Calikowska, K. 1985. Jura środkowa. W: Dokumentacja wynikowa otworu badawczego: Piła 1/IG-1) (ed. A.M. Żelichowski). Inw. 129561, CAG PIG, Warszawa.

Dayczak-Calikowska, K. 1987. Stratygrafia i rozwój sedymentacji. Jura środkowa. *Prace Inst. Geol.*, **119**, 116–123.

Dąbrowska, B. 1986. Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Arkusz Piła, 1986. Kat. N33-XXIX/11, CAG PIG, Warszawa.

- Dąbrowski, S. (red.), 2006. Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej (GZWP nr 138). Hydroconsult Sp. z o.o. Poznań. Inw. 1696/2007, 111/2011, CAG PIG, Warszawa.
- Dąbrowski, S., Rynarzewski, W., Trzeciakowska, M., Zachaś, J., Straburzyńska-Janiszewska, R., Późniak, J., Filipiak, P., Dąbrowska, M., Flieger-Szymańska, M., Pawlak, A., Wesółowski, 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., Starościak, A., 2009. Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru wysoczyzny średzko-gnieźnieńskiej. Hydroconsult Sp. z o.o. Poznań. Inw. 111/2011, CAG PIG, Warszawa.
- Dąbrowski, S., Rynarzewski, W., Zachaś, J., Straburzyńska-Janiszewska, R., Filipiak, P., Flieger-Szymańska, M., Wesółowski, K., Janiszewska, B., Matusiak, M., Dąbrowska, M., Olejnik, Z., Kryszczyńska, I., Pawlak, A., Czerwińska, M., Sobolewska, A., Żerebiec-Chmielewska, A., Kościacz, R., Domańska, U., Kościacz, M., Koziołek, J., Robak, A., 2013. Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Gwdy. Hydroconsult Sp. z o.o. Poznań. Inw. 5920/2013 CAG PIG, Warszawa.
- 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. Inw. 39971 Kat. 64/144, CAG PIG, Warszawa.
- Duda, W., Bochnia, N. 1968. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Synklinorium szczecińsko-mogileńskie, 1967. Kat. G-1014 PBG, CAG PIG, Warszawa.
- Ekiert, E., 1975. Petrografia czerwonego spągowca (saksonu) z wierzeń: Karlino, Złotów 2, Grzybnica IG-1 i Warnowo 1 (blok Wolina). Inw. 18935, Kat. 3222/309, CAG PIG, Warszawa.
- Franczyk, M. 1987. Retyk. *Prace Inst. Geol.*, **119**, 102–108.
- Gaczyński, E., Gadowski, D., Karaczun, K., Wybraniec, S., Petecki, Z. 1985. Budowa geologiczna permomezozoicznego kompleksu strukturalnego obszaru platformowego Polski, 1985. Kat. Obo/1869, CAG PIG, Warszawa.
- Gajewska, I. 1987. Wapień muszlowy i kajper. *Prace Inst. Geol.*, **119**, 93–102.
- Gast, R., Duser, M., Breitenkreutz, Ch., Gaupp, R., Schneider, J.W., Stemmerik, L., Geluk, M., Geissler, M., Kiersnowski, H., Glennie, K., Kabel, S., Jones, N. 2010. Chapter 7, Rotliegend. In: J.C. Doornenbal and A.G. Stevenson (eds.), *Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area*, 101–122. TNO, The Netherlands.
- Górecka-Nowak, A. 2007. Palynological constraints on the age of Carboniferous clastic succession of western Poland. *Geol. Quart.*, **51**, 39–56.
- Górecki, W. (ed.). 2006. Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim. Formacje Mezozoiku. AGH, Kraków.
- Grobelski, A., Królikowski, C. 1988. Anomalie grawimetryczne wywołane utworami podpermskimi w północno-zachodniej Polsce. *Kwart. Geol.*, **35**, 449–476.
- Grosse, S., Conrad, W., Behr, H.J., Heinrichs, T. 1990. Major gravity axes and anomalies in central Europe. W: *The European geotraverse: integrative studies*. Europ. Sci. Found. Strasbourg.
- 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. Inw. 9963/3265, Kat. 3723/14, CAG PIG, Warszawa.
- 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* (ed. R. Dadlez, S. Marek i J. Pokorski). Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.
- Jamrozik, J. 1968. Analiza grawimetryczna strefy Szamotuły-Drawno 1968 r. Kat. G-238 PBG, CAG PIG, Warszawa.
- Jamrozik, J. 1971. Interpretacja anomalii siły ciężkości z synklinorium szczecińskiego, 1971. Kat. 42/119, CAG PIG, Warszawa.
- Janczewski, E. 1951. Anomalie grawimetryczne na Kujawach, 1951. Inw. 6393 Kat. 54/91, CAG PIG, Warszawa.
- Jaworowski, K., Mikołajewski, Z. 2007. Oil- and gas-bearing sediments of the Main Dolomite (Ca<sub>2</sub>) 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.
- Kaczkowska, Z. 1958a. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Piła, skala 1:100 000). Kat. 3623/49, CAG PIG, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1958b. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Wałcz, skala 1:100 000). Kat. 3523/57, CAG PIG, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1958c. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Szczecinek, skala 1:100 000). Kat. 3423/76, CAG PIG, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1958d. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Złotów, skala 1:100 000). Kat. 3524/33, CAG PIG, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1958e. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000, arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Debrzno, skala 1:100 000). Kat. 3424/23, CAG PIG, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1958f. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Zbąszyń, wydanie II tymczasowe (arkusz Krzyż, skala 1:100 000). Kat. 3722/38, CAG PIG, Warszawa.
- Kaczkowska, Z. 1959. Mapa grawimetryczna opracowana dla Przeglądowej Mapy Grawimetrycznej Polski 1:300 000 arkusz Bydgoszcz, wydanie II tymczasowe (arkusz Wyrzysk, skala 1:100 000). Kat. 3624/45, CAG PIG, Warszawa.



- Karaczun, K. 1954. Katalog punktów magnetycznych ze zdjęcia PIG w latach 1937–1939 na obszarze Wielkopolski i Pomorza, 1954. Kat.3327/24, CAG PIG, Warszawa.
- Karaczun, K., Cieśla, E. 1992. Opracowanie i interpretacja map magnetycznych średnich bezwzględnych map gradientu poziomego w skali 1:200 000, 1991. Kat. 179/92, CAG PIG, Warszawa.
- 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. Inw. 42584 Kat. 42/107, CAG PIG, Warszawa.
- Karaczun, K., Karaczun, M. 1970. Analiza i interpretacja mapy magnetycznej 1:2 000 000 oraz historia badań i charakterystyka magnetyczna Synklinorium Szczecińskiego, 1970. Kat. 32/148, CAG PIG, Warszawa.
- Karnkowski, P. 1993. Złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce, 2. Niż Polski, Wydawnictwo AGH – Geos, Kraków, 214 pp.
- Karnkowski, P.H. 1999. Origin and evolution of the Polish Rotliegend Basin. *Polish Geol. Inst. Spec. Papers*, 3, 1–93.
- Karnkowski, P.H. 2008. Regionalizacja tektoniczna Polski – Niż Polski. *Przegląd Geologiczny*, **56** (10), 895–903.
- Kiersnowski, H., Buniak, A. 2006. Evolution of the Rotliegend Basin of northwestern Poland. *Geol. Quart.*, **50**, 119–138.
- Kiersnowski, H., Buniak, A., Kuberska, M., Srokowska-Okońska, A. 2010. Występowanie gazu ziemnego zamkniętego w piaskowcach czerwonego spągowca Polski. *Prz. Geol.*, **58**, 335–346.
- Klecan, A. 1984. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Piła IG-1. Inw. P70VS, CAG PIG, Warszawa.
- Kleczkowski, A.S. (red.), 1990a. Objasnienia mapy obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony 1:500 000, IHI-GI AGH w Krakowie.
- Kleczkowski, A.S., (red.), 1990b. Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony, 1:500 000. AGH. Kraków.
- Kondracki J. 2013. Geografia regionalna Polski. 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. 1988a. Dokumentacja częściowa półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1987. Kat. 32/210, CAG PIG, Warszawa.
- Kosobudzka, I. 1988b. Pomiary magnetyczne w strefach zakłóceń wywołanych elektrycznymi prądami kolejowymi. *Biuletyn Informacyjny Geofizyka Stosowana*, **2**, 38–51.
- Kosobudzka, I. 1991. Sprawozdanie z półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia, 1990. Kat. 1287/91, CAG PIG, Warszawa.
- Kosobudzka, I. 1993. Sprawozdanie z półszczegółowych badań magnetycznych T. Temat: Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia w latach 1991–1992. Inw. 27/94, CAG PIG, Warszawa.
- 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. 1997. Wykonanie półszczegółowych badań magnetycznych T w Polsce zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej 1995–1997 r. Inw. 812/98, Inw. 338/98, CAG PIG, Warszawa.
- Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1998. Mapa magnetyczna Polski w skali 1:200 000. Arkusz: Wągrowiec, 1997. Kat. 812/98, CAG PIG, Warszawa.
- Kosobudzka, I., Zochniak, K. 1991. Mapa magnetyczna Polski. Arkusz: Piła. Inw. 1320/91, CAG PIG, Warszawa.
- Kotarba, M., Wagner, R. 2007. Generation potential of the Zechstein Main Dolomite (Ca<sub>2</sub>) 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.
- Królikowski, Cz., Petecki, Z. 1995. Atlas grawimetryczny Polski. PGNiG S.A., Warszawa (Kat. M/797).
- Królikowski, C., Uhrynowski, A., Petecki, Z., Żółtowski, Z. 1998. Gęstościowe i magnetyczne modele skorupy ziemskiej w zachodniej części platformy wschodnioeuropejskiej. Kat. 1/99, CAG PIG, Warszawa.
- Kryński, J. 2007. Precyzyjne modelowanie quasigeoidy na obszarze Polski – wyniki i ocena dokładności. *Seria Monograficzna IGiK*, **13**, Warszawa.
- Krzywiec, P. 2002. Mid-Polish Trough inversion – Seismic examples, main mechanisms and its relationship to the Alpine-Carpathian collision. *Stephan Mueller Spec. Publ. Ser.*, **1**, 151–165.
- Krzywiec, P. 2006. Structural inversion of the Pomeranian and Kuiavian segments of the Mid-Polish Trough–Lateral variations in timing and structural style. *Geol. Quart.*, **50**, 151–168.
- 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*.
- Łaszczyńska, B., Wasiak, I. 1982. Dokumentacja badań geofizycznych; temat: Poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie anomalii grawimetrycznych (obszary: Giżyno, Krużewo, Opalenica), 1981 r. Inw. 2160, Kat. 3522/108, CAG PIG, Warszawa.
- Maćkowski, T., Reicher, B. 2006. Przestrzenne modelowania procesu generowania, ekspulsji i symulacji migracji węglowodorów. W: Zasoby prognostyczne, nieodkryty potencjał gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca i wapienia cechsztyńskiego w Polsce (red. W. Górecki). Arch. ZSE-AGH Kraków.
- 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-fre-

quency seismics – Results of the GRUNDY 2003 experiment across the Variscan front in the Polish Basin. *Tectonophysics*, **439**, 89–106.

Maliszewska, A., Kiersnowski, H., Kuberska, M., Sikorska, M., Jarmołowicz-Szulc, K. 2003. Skład ziarnowy piaskowców eolicznych czerwonego spągowca Wielkopolski a ich właściwości zbiornikowe. Inw. 2302/2003, CAG PIG, Warszawa.

Maliszewska, A., Grotek, I., Jackowicz, E., Kozłowska, A., Kuberska, M., Polońska, M., Wołkowicz, K. 2004. Rozwój kompleksów osadowych w zachodniej i centralnej Polsce – pochodzenie i przemiany postdepozycyjne. Inw. 251/2006, CAG PIG, Warszawa.

Małoszewski, S. 1958. Sprawozdanie grupy interpretacji grawimetrycznej temat: “Obliczenie anomalii resztkowych i regionalnych na północno-wschodnim brzegu Wału Przed-sudeckiego (w rejonie Oborniki-Pyzdry) i Niecki Łódzkiej 1958 r.”. Inw. 40928, Kat. 43/170, Inw. 12284/60, Kat. 3823/32, CAG PIG, Warszawa.

Marek, S., Pajchłowa, M. (red.). 1997. Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **153**.

Matyasik, I. 1998. Geochemical characteristics of the Carboniferous source rock in the selected boreholes in the Radom–Lublin and Pomerania areas. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **165**: 215–226.

Mazur, S., Scheck-Wenderoth, M., Krzywiec, P. 2005. Different modes of inversion in the German and Polish basins. *Int. J. Earth Sci.*, **94**, 782–798.

Miecznik, J., Stefaniuk, M. 2005. Projekt prac magnetotellurycznych w rejonie segmentu pomorskiego bruzdy śród-polskiej etap I. Inw. 5677/2009, CAG PIG, Warszawa.

Mikołajków, J., Sadurski, A. (red.), 2017. Informator PSH. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych, PIG-PIB, Warszawa.

Narkiewicz, M., Dadlez, R. 2008. Geologiczna regionalizacja Polski-zasady ogólne i schemat podziału w planie pod-kenozoicznym i podpermskim. *Przegląd. Geologiczny* **56** (5), 391–397.

Nawrocki, J., Grabowski, J. 1990. Analiza litofacjalnych i paleogeograficznych podstaw poszukiwań CAG PIGromadzeń węglowodorów w utworach permu. Wyniki badań paleomagnetycznych utworów permu i najniższego triasu z otworów wiertniczych Brojce IG-1, Mszczonów IG-1 i Piła IG-1. Inw. 308/92, CAG PIG, Warszawa.

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 późnopaleozoicznych SW Polski. *Cuprum*, **29**, 1–221.

Paczyński, B., Sadurski, A. (red.), 2007. Hydrogeologia regionalna Polski, tom I- Wody słodkie, PIG, Warszawa.

Peksa, A. 1960. Karta otworu Mirosław IG-2. Inw. 61812, CAG PIG, Warszawa.

Peryt, T.M., Dyjaczynski, K. 1991. An isolated carbonate bank in the Zechstein Main Dolomite basin, western Poland. *J. Petrol. Geol.*, **14**, 445–458.

Petecki, Z. 1988. Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyński-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Arkusz Nakło, 1988. Kat. N33-XXX/12, CAG PIG, Warszawa.

Petecki, Z. 2001. Magnetic evidence for deeply buried crystalline basement southwest of the Teisseyre-Tornquist Line. *Acta Geophys. Pol.*, **49**, 509–515.

Petecki, Z., Polechońska, O., Wybraniec, S., Cieśla, E. 2004. Mapa magnetyczna Polski 1:500 000. Inw. 1367/2004, CAG PIG, Warszawa.

Piątkowski, J. 1948. Zdjęcie grawimetryczne Pomorza wagą skręceń Askania Ark. (1414, 1415) 3622 (Człopa) D.E., Inw. 6489, Kat. 3622/39, CAG PIG, Warszawa.

Pieńkowski, G. 2004. The epicontinental Lower Jurassic of Poland. *Pol. Geol. Inst. Spec. Pap.*, **12**, 1–122.

Pikulski, L. 2003a. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Międzychód w kat. C. Inw. 3612/2003, CAG PIG, Warszawa.

Pikulski, L. 2003b. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej „Lubiatów” w kat. C. Inw. 368/2004, CAG PIG, Warszawa.

Pikulski, L. 2005. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Grotów w kat. C. Inw. 5/2006, CAG PIG, Warszawa.

Pletsch, T., Appel, J., Botor, D., Clayton, C.J., Duin, E.J.T., Faber, E., Górecki, W., Kombrink, H., Kosakowski, P., Kuper, G., Kus, J., Lutz, R., Mathiesen, A., Ostertag-Henning, C., Papiernik, B., Van Bergen, F. 2010. Petroleum generation and migration. In: J.C. Doornenbal i A.G. Stevenson (eds.), *Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area*. EAGE Publications, Houten, pp. 225–253.

Pokorski, J. 2008. Schematyczna mapa rozmieszczenia utworów karbonu dolnego i górnego z określeniem litofacji dominujących. W: W. Górecki (red.) *Prognostic resources and undiscovered natural gas potential of Rotliegend and Zechstein limestone deposits in Poland, Part 2. Raport z projektu*. Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH, Kraków.

Pomianowska, H., 2004. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Krajenska. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Zakład Geologii i Hydrogeologii. Toruń.

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. Prezentacja. Arch. ZSE-AGH, Kraków.

Pożaryski, W., Brochwicz-Lewiński, W. 1978. On the Polish Trough. *Geol. Mijnbouw*, **57**, 545–557.

Pożaryski, W., Grocholski, A., Tomczyk, H., Karnkowski, P., Moryc, W. 1992. Mapa tektoniczna Polski w epoce waryscyjskiej. *Prz. Geol.*, **40**, 643–651.

Protas, A. 1990. Dolomit główny w rejonie Bielica–Czarne na tle paleogeografii Pomorza Zachodniego. *Prz. Geol.*, **38**, 127–131.

Reczek, J. 1955. Sprawozdanie z pomiarów grawimetrycznych na obszarze Kujawy-Pomorze 1954 r. Inw. 40620, Kat. 3625/193, CAG PIG, Warszawa.

Reczek, J. 1956. Badania grawimetryczne na obszarze niecki szczecińskiej i wału kujawsko-pomorskiego, 1956. Kat. 42/109, CAG PIG, Warszawa.

Reczek, J., Kruk, B. 1970. Dokumentacja półszczęgółowych badań grawimetrycznych. Temat: Antyklinorium Pomorskie, 1969. Inw. 1537, Kat. 32/142, CAG PIG, Warszawa.

Rowan, M., Krzywiec, P. 2014. The Szamotuły salt diapir and Mid-Polish Trough: Decoupling during both Triassic-Jurassic rifting and Alpine inversion. AAPG International Conference & Exhibition, Istanbul, Turkey, 14–17.09.2014, book of abstracts.

Seedhouse, J., Burley, S., Wakefield, M. 1996. Porosity evolution in aeolian Rotliegend sandstones from the Polish Central Trough. British Gas. Niepublikowany raport, PGNiG S.A., Warszawa (Kat. OPR/G/1875 Kat. OPR/G/2199 Kat. OPR/G/2519).

Soćko, A. 1976. Opracowanie badań grawimetrycznych wykonanych do 1972 r. Temat: Synklinorium Mogileńsko-Łódzkie, (reinterpretacja), 1975–1976. Kat. 53/140, CAG PIG, Warszawa.



- Soćko, A., Szczypa, S. 1979. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 25 – Piła, 1979. Kat. N33-XXIX/6, CAG PIG, Warszawa.
- Soćko, A., Szczypa, S. 1980. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 26 – Nakło, 1979. Kat. N33-XXX/6, CAG PIG, Warszawa.
- Stefaniuk, M., Wojdyła, M., Petecki, Z., Pokorski, J. 2008. Dokumentacja badań geofizycznych Temat: Budowa geologiczna pokrywy osadowej i podłoża krystalicznego segmentu pomorskiego bruzdy śródpolskiej na podstawie kompleksowych badań geofizycznych (profilowań magnetotellurycznych) Etap I: 2007–2008. Inw. 1277/2009, Inw. 3090/2014, CAG PIG, Warszawa.
- Stephenson, R.A., Narkiewicz, M., Dadlez, R., Jvan-Wees, J.-D., Andriessen, P. 2003. Tectonic subsidence modelling of the Polish Basin in the light of new data on crustal structure and magnitude of inversion. *Sediment. Geol.*, 156, 59–70.
- Stolarek, J., Grzywacz, J., Kruk, B. 1958. Sprawozdanie z badań regionalnych grawimetrycznych w rejonie Niecki Łódzkiej w 1957 r. Kat. 3826/246, Inw. 9959/3261, Kat. ON/179, CAG PIG, Warszawa.
- Strczyński, A., 2000. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Szamocin. Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu Proxima S. A., Oddział w Poznaniu. Poznań.
- Szarszewska, Z. 1989. Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody mineralnej z utworów jury dolnej. Miejscowość Kotuń k/Piły. Inw. 16805 CUG, CAG PIG, Warszawa.
- Szczawińska, I. 2004. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Lubiatów w kat. C w miejscowości Drzewce, Lubiatów. Inw. 146/2005, CAG PIG, Warszawa.
- Sweczyk, J. 2000. Statystyczno-stratygraficzna standaryzacja profilowań naturalnego promieniowania gamma. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 392, 121–152.
- Szymańska, E., Kapuściński, J., Hulboj, A., 2011. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód podziemnych nr 125 Wałcz – Piła. Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A., Warszawa. Inw. 7323/2011, CAG PIG, Warszawa.
- Szyperko-Teller, A. 1987. Trias dolny. *Prace Inst. Geol.*, 119, 81–93.
- 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.
- Wagner, R. 1994. Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 146.
- Wagner, R. 2006. Perspektywy poszukiwawcze dolomitu głównego strefie Gorzów–Międzybóże w świetle wyników nowych badań. W: A. Protas (ed.), 50 lat poszukiwań ropy naftowej i gazu ziemnego w północno-zachodniej Polsce. Tradycja i nowe wyzwania. "Konferencja naukowo-techniczna Piła 1–2. VI 2006. s. 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 CAG PIGromadzeń 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. Inw. 237/91, CAG PIG, Warszawa.
- Wagner, R., Grudzień, T., Skowroński, L. 1999. Stratygraficzna baza danych permu z północnej Polski. Inw. 2389/99, CAG PIG, Warszawa.
- Wagner, R., Dyjaczynski, K., Papiernik, B., Peryt, T.M., Protas, A. 2000. Mapa paleogeograficzna dolomitu głównego (Ca2) 1:500 000. W: M. Kotarba (ed.), Bilans i potencjał węglowodorowy dolomitu głównego basenu permiego Polski. Arch. AGH Kraków.
- Węgrzyn, A., Żerebiec-Chmielewska, A., Nowakowski, Cz., Sobolewska, A., Woźniak, M., Grzebułska, 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. Hydroconsult Sp. z o.o., Oddział w Warszawie. Inw. 1724/2014, CAG PIG, Warszawa.
- Wijura, A., 2004a. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Stara Łubianka. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- Wijura, A., 2004b. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Piła. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- Wnuk, Z., Świerczewska, J. 1995. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonach Wałcz-Gołańcz, Chociwel-Czaplinek, reinterpretacja 1995 r. Kat. 260/96, CAG PIG, Warszawa.
- Wolnowski, T. 1974. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego: Złotów 2. PGNiG S.A., Inw. SW/SZ/345, CAG PIG, Warszawa.
- Wójcicki, A., Kiersnowski, H., Dyrka, I., Adamczak-Biały, T., Becker, A., Głuszyński, A., Janas, M., Kozłowska, A., Krzemiński, L., Kuberska, M., Paczeńska, J., Podhalańska, T., Roman, M., Skowroński, L., Waksmundzka, M.I. 2014. Prognostyczne zasoby gazu ziemnego w wybranych związłych skałach zbiornikowych Polski. PIG-PIB, Warszawa.
- Wybraniec, S. 1999. Badanie ukrytych struktur wzdłuż polskiej części transeuropejskiej strefy szwowej z wykorzystaniem danych grawimetrycznych i magnetycznych, 1998. Kat. 3542/98, CAG PIG, Warszawa.
- Wybraniec, S., Cieśla, E., Petecki, Z., Staniszevska, B. 1998. Kompleksowa interpretacja grawimetryczno-magnetyczna Polski zachodniej, 1997. Kat. 7/98, CAG PIG, Warszawa.
- Wydzielenie rejonów wodno-gospodarczych dla potrzeb zintegrowanego zarządzania zasobami wód podziemnych i powierzchniowych kraju. Region wodny Warty. Obszar działalności RZGW w Poznaniu. Podział na rejonu wodnogospodarcze. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa, 2007.
- Zdziarska, B., Duda, W., Wasiak, I. 1973. Dokumentacja półszczełowych badań grawimetrycznych. Temat: Antyklinorium Pomorskie, 1972. Kat. 32/158, CAG PIG, Warszawa.
- Ziółkowski, M., 2004. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Śmiłowo. Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu Proxima S. A., Oddział w Poznaniu. Poznań.
- Żelaźniewicz, A., Aleksandrowski, P., Buła, Z., Karnkowski, P.H., Konon, A., Oszcypko, N., Ślęczka, A., Żaba, J., Żyto, K. 2011. Regionalizacja Tektoniczna Polski. KNG PAN, Wrocław.
- Żelichowski, A. 1985. Dokumentacja wynikowa otworu badawczego: PIŁA 1 (IG-1). Inw. 129561, CAG PIG, Warszawa.
- Żurawek, E., Muszyński, M., Głowacki, E., Roman, S., Rydzewska, K. 1989. Korelacja i charakterystyka petrograficzno-zbiornikowa piaskowców śródsaksońskich na obszarze wału pomorskiego. Inw. 5108/2009, CAG PIG, Warszawa.